

Промышленность и техника.

Энциклопедія промышленныхъ знаний.

Профессоровъ: Аренсъ, Аридтъ, Борхерсъ, Брюггеманъ, Вильке, Вюстъ, Гари, Гедике, Гейнцерлингъ, Гехтъ, Грунмахъ, Гюртлеръ, Даленъ, Зеттегасть, Кастнеръ, Кохъ, Крамеръ, Крафтъ, Лассаръ-Конъ, Лёвенталь, Линдъ, Лутмеръ, Мите, Песслеръ, Плива, Рело, Рэ, Ровальдъ, Розенбоомъ, Трептовъ, Троске, Фаульвассеръ, Шварцъ, Шмидтъ, Шурцъ, Эбе и мн. др.

Полный переводъ съ IX нѣмецкаго изданія съ значительными оригинальными дополненіями, подъ редакціей профессоровъ

А. А. Байкова, В. И. Баумана, Н. А. Гезехуса, В. Я. Добровлянскаго, Д. П. Коновалова, А. В. Ключарева, А. Н. Митинскаго, Н. Н. Митинскаго, И. В. Мушкетова (†), Н. К. Ремпена, В. В. Скобельцына, В. В. Эвальда и др.

100 выпусковъ или 10 томовъ въ роскошн. полукожан. перепл. Около 8000 страницъ, 7000 рисунк. въ текстѣ и 100 хромолитогр., картъ, плановъ въ краскахъ и черн. картинъ.



С.-Петербургъ.

Книгоиздательское Т-во „Просвѣщеніе“, 7 рота, 20.

Городская контора: Невскій 50.

Промышленность и техника.

Томъ III.

Электричество,

его добываніе и примѣненія въ промышленности и технику.

Проф. Артура Вильке.

1937

Полный переводъ съ девятаго нѣмецкаго изданія, подъ редакціей и съ дополненіями бывшаго профессора Электротехническаго Института Александра III

В. В. Скобельцына.

Второе изданіе со стереотипа.

824 рисунка въ текстѣ и 11 отдѣльныхъ приложений (цвѣтныхъ и черныхъ картляхъ).

БИБЛИОТЕКА
СИБИРСКОГО ГЕОЛ.
ИНСТИТУТА

С.-Петербургъ.

Типографія Товарищества „Пресвѣщеніе“, 7 рота, 20.

1904.

Бумага без примеси древесной массы (велоновая).



Оглавление.

Введение. Развитие применений электричества	3
Электрический ток и его основные законы	10
Сила тока. Напряжение. Сопротивление	10
Связь между электрическим током и магнетизмом	15
Явление переменных токов	21
Получение электрического тока	30
Гальванические элементы. Предварительные понятия.	30
Прежние способы получения тока	31
Постоянные элементы	33
Элемент Даниэля и его видоизменения	34
Элемент Грове	35
Элемент Бунзена	35
Элемент с хромовой кислотой	36
Элементы для слабых токов	37
Элемент Мейдингера	37
Элемент Калло	38
Элемент Лекланше и его видоизменения	38
Сухие элементы	40
Газовая батарея	41
Термоэлектрический элемент	43
Соединение элементов в батарею	44
Динамомашинa. Предварительные замечания	48
Магнитоэлектрическая машина	50
Принцип самовозбуждения	5
Ярвая динамомашинa	8
Кольцо Пачинотти-Граммa. Железный сердечник якоря	58
Динамомашинa Граммa	59
Барабанный якорь	64
Новая динамомашинa	66
Машины переменного тока	72
Соединение в динамомашинax	78
Вторичные источники тока	82
Трансформаторы. Введение	88
Развитие трансформаторов	91
Трансформатор Голарда и Гиббса	93
Трансформаторы Ганца и К°	95
Различные типы трансформаторов	97
Расположение и установка трансформаторов	98

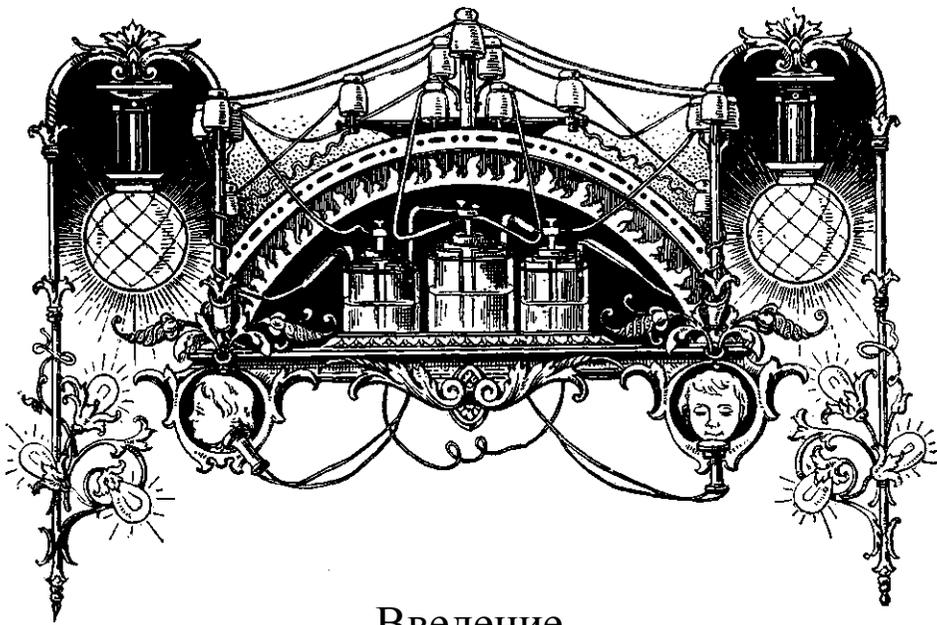
Трансформаторы постоянного тока	100
Аккумуляторы	102
Развитие аккумуляторов	104
Аккумулятор Фора	107
Аккумулятор Electrical Power Company	108
Явления, происходящие в аккумуляторах	109
Аккумуляторы других конструкций	109
Зарядка и разрядка аккумуляторов	109
Провода. Проводка электрической энергии	113
Изоляция	116
Голые провода	1 1 7
Изоляторы	118
Провода	120
Сращивание проводов	121
Столбы	121
Прокладка воздушных линий	122
Изолированные провода	123
Цель и способы изолирования	123
Осмазывание проводов	124
Изолирование гуттаперчей и каучуком	128
Свинцовые кабели	130
Предохранительная броня кабелей	133
Электрическое освещение.	134
Тепловые действия электрического тока	134
Дуговые лампы	135
Вольтова дуга	135
Прежние регуляторы	138
Дробление электрического света	140
Электрические свечи	141
Дифференциальные лампы	142
Дифференциальные лампы с электромагнитным спусковым приспособлением	144
Дифференциальные лампы с непосредственной регулировкой	146
Дуговые лампы ст ^а , односторонним движением	148
Лампы с закрытой дугой	151
Ртутная лампа Аронса	153
Закрытие и подвешивание дуговых ламп	155
Выделка углей для дуговых ламп	156

	СТР.
Калильные лампы	159
Очерк развития ламп накалива-	
ния	159
Составные части калильной лампы	162
Выделка угольных нитей	163
Закрепление нити	165
Выкачивание воздуха из ламп	167
Окончательная обработка ламп	171
Патроны для ламп накаливания	172
Поддержки для ламп накаливания	174
Колпаки и абажуры	175
Экономичность и долговечность	
ламп накаливания	176
Лампа Нернста	178
Установка электрическа-	
го освещения	181
A. Отдельные установки	181
Генераторные станции	181
Двигатели	181
Динамомшины	190
Регулирующая приспособления	192
Применение аккумуляторов	
къ освещению	193
Иррода	197
Включение ламп	197
Провода и их прокладка	201
Выключатели	204
Коммутаторы	208
Предохранители	208
Измерители тока и напряжения	211
Выбор и распределение ламп	213
B. Установки съ центральны-	
м-станциями	216
Провода центральных станций	216
Центральная станция въ Аме-	
рике	219
Центральная электрическая	
станции въ Германии	227
Берлинская центральная станция	227
Устройство машинъ	228
Производство	230
Сеть проводовъ	235
Счетчики электрической энергии	237
Электрическая станции, об-	
служиваемыя аккумуля-	
торами	239
Английская центральная стан-	
ция	247
Центральная станция пере-	
меннаго тока	250
V. Осветительныя установки	
для специальныхъ целей	258
Освещение театровъ	258
Электрический светъ на судахъ	262
Электрическое освещение железно-	
дорожныхъ поездовъ	268
Светящиеся фонтаны	272
Техническая приугбнения	
тепловыхъ действий то-	
ка	275
Электрическое отопление	276
Получение высокихъ темпера-	
туръ помощью тока	281
Электрическое поджигание минъ	281
Гальванокаустика, прижигатели	283
Электрическая сварка и спайка	285
Электрическая плавка	294
Электродвигатели и	
ириженния	296
Двигатели постоянного тока	296
Получение механической энергии	
изъ электрической	296
Устройство электродвигателей	301
Регулирование электродвигателей	304
Преимущества электродвигателей	307
Применения электродвигателей	308
Электрическая тяга	328
Двигатели переменнаго тока	361
Синхронные двигатели	361
Индукционный двигатель	366
Электрическая передача энергии	383
Передача энергии между Лауфе-	
номъ и Франкфуртомъ - на-	
Майне	385
Ниагарская установка	394
Гальванотехника	404
Покрывание металловъ метал-	
лами (гальваностегия)	405
Ванны и электроды	405
Источники тока	407
Провода	409
Регулировка тока	409
Сосудъ для растворовъ	409
Подготовка покрываемыхъ по-	
верхностей	410
Изготовление растворовъ и обра-	
щение съ ними	412
Никелирование	412
Серебрение	414
Золочение, платинирование	415
Цинкование, лужение, покрывание	
свинцомъ	415
Покрывание медью и латуною;	
cuivre poll	416
Покрывание железомъ	417
Различныя применения	418
Гальвашопластика	418
Гальванопластика медью	418
Изготовление гальванопластиче-	
скихъ клише	419
Приготовление пластическихъ сним-	
ковъ	420
Различныя применения гальвано-	
пластики	421
Дальнейшяя приименя	
хюического Д-БИСТВЯ	
тока. Введение	422
Электролитическое добывание и	
очистка металловъ	422
Способы выщелачивания золота	424
Добывание магния	424
Добывание алюминия и его спла-	
вовъ	425
Карборундъ	433
Карбидъ кальция	435
Электрическое беление	438
Электрическое добывание бертоле-	
товой соли и едкихъ щелочей	441
Телсграфия. Введение	444
Понятие о телсграфии и ея сущность	444
История телсграфии	445
Телсграфныя аппараты	450
Телсграфы съ магнитными стре-	
ками	461

Стрелочные телеграфы.	455	Электрическое исправление хода часов	545
Телеграф Штейнгейля	460	Электрическое регулирование хода часов	546
Аппарат Морзе	461	Оптические сигналы о времени	547
Релэ	466	Хронографы	548
Клопферь	467	Телефония. Введение	550
Буквонечатающие аппараты	467	Изобретение телефона	550
Копирующие телеграфы.	470	Принцип телефона	552
Телавтограф	473	Различные конструкции телефонов	554
Подводная телеграфия	475	Телефон, как передатчик и приемник	558
Трансатлантическое сообщение	477	Микрофон	559
Аппараты для подводных линий.	483	Передача звуковых колебаний индукционными токами	566
Пишущие аппараты для подводных линий	487	Соединения телефонных аппаратов и способы коммутации	567
Автоматические телеграфы	489	Различные типы телефонных аппаратов	570
Автоматический аппарат Витстона	492	Коммутационные системы	573
Прокладка подводных кабелей	492	Устройство центральных телефонных станций	581
Измерения, производимые над кабелями	496	Петербургская центральная станция	581
Соединение телеграфных аппаратов	500	Междугородная телефония	589
Мультиплексная телеграфия	502	Различные применения телефона и микрофона	595
Доинициальная телеграфия. Введение	508	Фонограф	597
Источники тока для домашней телеграфии	510	Электрические волны	601
Электрические звонки	510	Электромагнитная теория света	
Приборы для замыкания тока	516	Фарадей-Маковелля	602
Указатели	519	Опыты Герца	603
Релэ	522	Опыты Тесла	608
Прокладка проводов	522	Холодный свет Мура	611
Схемы устройства звонковых цепей	524	Безпроводочная телеграфия Маркони	613
Электрическая сигнализация для различных целей	529	Электротехническая промышленность	619
Железнодорожная телеграфия.	529	Обзор развития электротехнической промышленности	619
Сигналы по линии	529	Германия	620
Дистанционные сигналы	531	Англия	628
Сигналы для указания свободного пути	531	Остальные государства зап. Европы	630
Контрольные аппараты скорости движения поездов	534	Соединенные Штаты Северной Америки.	632
Пожарная сигнализация	535	Эксплуатация электрической энергии и электротехническая промышленность в России	635
Электрические часы	537	Предметный указатель	639
Механизм электрических часов	537		
Электрические передатчики времени	543		

Электричество,

его добывание и применения в промышленности и
технике.



Введение.

Развитие применений электричества. Электрический ток и его основные законы. Сила тока, напряжение, сопротивление. Связь между электрическим током и магнетизмом. Преимущества переменного тока.



глядываясь назад, через целый ряд столетий, до сказочных первобытных времён и следя за развитием культуры человечества, мы не можем не заметить, как сильно ускоряется ход этого развития в начале нашего столетия: 1800 год кажется нам как бы кульминационным пунктом истории, как бы заключительным моментом старого тысячелетия. Такой результат дали не кровопролитные войны или коренные преобразования в общественной жизни, не новые великие нравственные идеи, обусловившие существенные изменения в человеческих отношениях, но безпредельно разрастающаяся борьба человека с силами природы и постепенное подчинение этих тиранов человеческой воле. Непрерывный, постоянно пополняющийся ряд побед увеличивает из года в год могущество и владения человека и даёт ему в руки все новые и более действительные средства для борьбы.

Каждая победа не остаётся без влияния на отношения между людьми, изменяя условия работы и сношений между ними; при этом гибнет, конечно, многое из того, с чем люди сжились столетиями и с чем связаны их мысли и чувствования узами привычки и воспоминаний. Вот причина беспокойства и борьбы в наши дни; они не радостны, но они велики.

Съ этой высшей исторической точки зрения следует разсматривать технику, чтобы понять её значение в настоящем и будущем, а потому, желая описать одно из новейших и могущественных завоеваний духа человеческого, именно — применение электричества, мы не оставим без внимания и тех областей нашей культуры, на которых электротехника оказывает лишь отдалённое влияние; заглянем мы и в будущее, дабы заинтересовать тех из читателей, которых техника сама по себе, может

быть, и не прельщает. При этом намъ кажется правильнымъ начать нашъ трудъ краткимъ историческимъ очеркомъ развития применений электричества.

Мы определимъ время рождения электротехники появлениемъ телеграфа, какъ иерваго практическаго применения электрическаго тока. Впервые электрический телеграфъ былъ изобретенъ, построенъ и установленъ для работы между Зимнимъ дворцомъ и зданиемъ Министерства Путей Сообщения въ С.-Петербурге русскимъ изследователемъ барономъ П. Л. Шиллингомъ фонъ-Канштаттомъ въ 1832 году. За нимъ въ 1837 г. были изобретены практические телеграфы Штейнгеля, Морзе и Кука и Уитстона. Начиная съ этого времени стала развиваться телеграфия. Все, что было сделано до этихъ изобретений, принадлежить лабораториямъ и науке, но не технике.

Почти одновременно съ телеграфией, а именно, съ 1838 г., беретъ свое начало другая отрасль электротехники — гальванотехника, дающая способы отлагать металлы помощью тока. Обладаниемъ ею мы обязаны русскому профессору и академику Якоби.

Важныя следствия этихъ применений электричества, а главнымъ образомъ телеграфъ, вызвали надежду, что въ недалекомъ будущемъ и другия проявления электричества получатъ практическое применение; а до техъ поръ былъ известенъ уже целый рядъ такихъ проявлений. Такъ, въ 1802 году проф. медико-хирургической академии въ Петербурге В. В. Петровъ, а занимъ въ 1810 г. Дэви показали, что можно получить источникъ света въ форме свѣтящейся дуги между двумя углями; открытие это теперь играетъ важную роль въ элетстрическомъ освещении. Несишько десятилетий спустя появились лампы, вполне приспособленныя для того, чтобы поддерживать непрерывно электрический свѣтъ. Отъ этихъ опытовъ ожидали большихъ последствий съ точки зрения преобразования способовъ освещения, но долгое время эти ожидания оказывались тщетными, такъ какъ способы, которыми получали тогда электрический токъ, были несовершенны и эксплуатация тока обходилась очень дорого; вотъ причина того, что электрический свѣтъ въ прежния времена появлялся ТОЛЬКО въ техъ немногихъ случаяхъ, когда желание получить блестящий световой эффектъ перевешивало трудность его получения, т. е. въ театрахъ и при иллюминацияхъ.

Подобнымъ же образомъ лампа накал ивания, которая лишь въ конце семидесятыхъ годовъ получила практическое применение, была предложена въ 1838 г. Жобаромъ въ Брюсселе, какъ средство къ освещению, а его ученикъ де-Шанжи въ 1844 г. приготовилъ первую лампу, въ которой накаливался уголекъ. Но и это изобретение не соответствовало времени, такъ какъ несовершенство средствъ получения тока представляло неиреодолимья затруднения къ его распространению.

Большия надежды возлагали еще на возможность пользоваться электрическимъ токомъ для совершения механической работы, после того какъ Даль Negro въ 1834 г. построилъ электрический двигатель, а упомянутый уже физикъ Якоби пробовалъ приводить въ движение электрическимъ двигателемъ лодку на Неве въ 1839 г. Пытались приводить въ движение подобнымъ образомъ и экипажи. Стратиньи и Беккеръ въ Гронингене и Ботто въ Турине делали попытки въ этомъ направлении еще раньше Якоби, но затраты вовсе не соответствовали получаемому эффекту, и потому все эти изобретения были сданы въ архивъ техники, откуда они появились снова спустя десятки летъ подъ видомъ новыхъ изобретений.

Совершенно то же было съ другими изобретениями, касавшимися применений электричества. Имъ удивлялись, поражались многосторонностью проявлений электричества, но и только; для практическаго применения они были слишкомъ дороги. а между темъ техника работаетъ не для идей, а обязана обращать особенное внимание на числа въ дебете и кредите.

Въ 1866 г. Вернеръ Сименсъ сделалъ изобретение, которое не только значительно удешевило получение электрическаго тока, но и дало возможность получать ТОЕЪ неизвѣстной дотолѣ силы. Это была динамоэлектрическая машина. Однако и она не появилась вполне готовою, подобно Аеине Палладе изъ головы Зевса, а медленно развивалась въ лабораторияхъ на попеченіи ученыхъ и изобретателей.

Динамомашна, какъ называютъ ее сокращенно, представляетъ изъ себя приспособленіе для превращенія энергии движенія въ энергию электрическую. Работы Ампера и Фарадѣя выяснили зависимость, существующую между обеими формами энергии, и на основаніи этихъ изслѣдованій Пиксии въ 1832 г. построилъ первую машину для преобразованія механической энергии въ электрическую. Она претерпѣла много усовершенствованій, но все же не могла еще сделаться практическимъ средствомъ для получения тока. Причиною этого было то, что для возбужденія индуктированнаго тока пользовались стальными магнитами, сила которыхъ относительно невелика. Правда, можно было строить машины съ такими магнитами и для сильныхъ токовъ, и даже теперь оне строятся для некоторыхъ специальныхъ целей (для маяковъ), но вообще ихъ конструкция и употребленіе обходятся слишкомъ дорого.

После этого уже не трудно было напасть на мысль заменить стальной магнитъ электромагнитомъ и возбуждать его какимъ либо специальнымъ источникомъ тока. Этотъ шагъ и дальнѣйшіе шаги сделалъ Вильде; онъ снабдилъ магнитоэлектрическую машину электромагнитами, которые возбуждались меньшею машиною со стальными магнитами. Обе эти машины могли приводиться въ движеніе какимъ-либо двигателемъ, — паровою машиною или водянымъ колесомъ, и такимъ образомъ можно было превращать механическую работу двигателя въ электрический токъ.

Въ 1866 г. выступаетъ Вернеръ Сименсъ съ новымъ усовершенствованіемъ, которымъ онъ окончательно пробиваетъ брешь въ уже сильно расшатанной преградѣ, задерживавшей победное шествіе электротехники. „За-чемъ“, говоритъ онъ, „нуженъ намъ особенный источникъ тока для возбужденія электромагнита, когда къ нашимъ услугамъ является уже токъ изъ главной машины, когда стоитъ только взять часть этого тока и обвести его вокругъ электромагнитовъ, чтобы сама машина ихъ возбуждала.“ Эта идея повела къ тому, что явилась возможность въ громадныхъ размерахъ превращать механическую энергию въ электрический токъ, и притомъ просто и дешево. Этотъ важный шагъ, пополнившій бывший до техъ поръ пробель въ средствахъ получения тока, сткрылъ широкую дорогу развитію электротехники, такъ какъ все те изобретенія, которыя изъ за дороговизны и трудности получения тока не могли имѣть практическаго значенія, явились ценными приобретениями для техники.

Все это однако делалось не такъ скоро. Первая динамо-электрическая машина Сименса обладала крупными недостатками, и только после того, какъ парижскій столяръ Зиновій Граммъ ввелъ важное усовершенствованіе въ той части машины, въ которой происходитъ возбужденіе тока действиемъ индуктирующаго магшита, динамомашина получила, наконецъ, ту форму, которая соответствуетъ требованіямъ практики. Но объ этомъ подробнѣе речъ впереди.

Достигнувъ возможности съ удобствомъ получать сильные тоига, техника получения тока перегнала технику примененій электричества, и последней пришлось значительно напречь свои силы. чтобы первая могла быть полезною въ жизни; ова это сделала, и достойно удивленія, какъ быстро она стала развиваться съ этихъ поръ. т. е. после того, какъ успехи техники получения тока дали ен возможность выйти изъ застоя.

Первою задачей въ этомъ развитии было усовершенствованiе освещенiя. Дуговыя лампы, въ томъ виде, въ которомъ оне находились въ начале семидесятыхъ годовъ, обладали темъ недостаткомъ, что несколько лампъ сразу нельзя было заставить гореть, такъ какъ регулировка одной лампы мешала горению остальныхъ. Явилась задача „распределенiя электрическаго света“.

Эта задача въ сравнительно короткое время получила три различныхъ решенiя. Яблочкову первому удалось достигнуть одновременнаго горенiя несколькихъ дуговыхъ лампъ темъ, что въ своей электрической свече онъ совершенно исключилъ движенiе углей и поместилъ ихъ на неизменномъ разстоянii другъ отъ друга.

Вскоре после этого были изобретены дуговыя лампы такой конструкции, что при совместномъ горенiи оне не оказывали другъ на друга никакого влиянiя.

Другие изобретатели избрали третiй путь къ решенiю упомянутой задачи, который значительно отличался отъ обоихъ первыхъ. Они не пытались сделать удобными для распределенiя света дуговыя лампы, но обратились къ старой идее, принадлежащей Жобару, который предложилъ пользоваться для освещенiя накаливанiемъ проволоки при помощи тока. Эта мысль сначала встретила сильное недоверiе со стороны электротехниковъ, такъ какъ такой способъ получения света казался нерациональнымъ. Но неутомимые труды изобретателей получили практическое значенiе благодаря гению Эдиссона, и достигли того, что светъ лампы накаливанiя сделался вполне пригоднымъ къ употребленiю, а вместе съ темъ сделалось возможнымъ и распределенiе света въ очень широкихъ пределахъ.

Это было въ конце семидесятыхъ годовъ. Около этого же времени явились попытки осуществить обратный переходъ электрической энергii въ механическую, такъ какъ сделалось очевиднымъ, что легкость, съ которою можно направлять электрический токъ куда угодно, можетъ быть использована и для переноса и распределенiя механической энергii. Стремленiя электротехниковъ направились теперь къ этой цели, и уже въ 1879 г. Вернеръ Сименсъ построилъ первую электрическую железную дорогу, которая, хотя и была немецкимъ изобретенiемъ, но получила свое значенiе только благодаря американцамъ.

Американцы, всегда отличаясь удивительной энергiей въ расширенiи области примененiя электротехники къ жизни, ввели въ промышленность электрический двигатель еще въ то время, когда въ Европе его примененiе находилось въ зачаточномъ состоянii.

Съ осуществленiемъ электрическаго освещенiя явилась полная возможность широкаго его распространенiя, и мы видимъ, какiе быстрые успехи сделала эта отрасль промышленности за два последнiя десятилетiя. Это вызвало новыя задачи для электротехниковъ. Когда добыванiе и преобразованiя тока успели достигъ уже широкаго распространенiя, явилась необходимость устранить некоторые недостатки въ проведенiи электричества. Прежде всего следовало устранить те потери, которыя являются вследствие стремленiя электрическаго тока избирать кратчайшii и легчайшii путь для своего прохожденiя.

Эта задача была разрешена удовлетворительно лишь после упорной работы ума и долгаго опыта.

При проведенiи тока явилось еще одно затрудненiе, которое сначала даже считали непреодолимымъ. Токъ при своемъ прохожденiи расходуетъ некоторую часть своей энергii, и для того, чтобы потеря не была чрезмерно велика, необходимо брать темъ толще проволоки, по которымъ онъ проходить, чѣмъ далыпе приходится его проводить. Для проводки обыкновенно

употребляются медные проволоки, но так как медь не дешева, и за последнее время заметно повысилась в цене благодаря большому спросу на нее в электротехнике, то и расстояния, на которые возможно было проводить электричество без чрезмерных расходов, не могли выходить из сравнительно узких границ. Поэтому невозможно было направлять ток, добываемый в одном центральном месте, на большие расстояния, и приходилось ограничиваться небольшими участками. Есть, правда, одно средство, чтобы устранить до некоторой степени затруднения, состоящая в напрасной потере энергии; для этого стоит только, как мы увидим ниже, поднять „напряжение“ тока. Но если превысить известный предел напряжения, то обращение с таким током затрудняется, так как утрачивается своя безопасность.

Напряжение электрического тока особого вида, — переменного тока, — легко можно изменять или, как говорят, „трансформировать“; в первой половине восьмидесятых годов этим воспользовались следующим образом: ток высокого напряжения с небольшими потерями проводится к месту потребления и там уже преобразуется в ток невысокого, безопасного напряжения. Помощью такого способа удалось преодолеть затруднения в проведении тока на далекие расстояния, и можно надеяться, что эти расстояния в будущем еще значительно увеличатся.

Создавший новую эпоху опыт передачи энергии на значительное расстояние, произведенный между Лауфеном и Франкфуртом на-М., о котором мы будем говорить позднее, наметил в этом направлении новый путь, идя по которому, предприимчивые американцы не замедлили заняться покорением Ниагарского водопада. Этим начинаниям существенно помогло открытие Николая Тесла: — это многофазный переменный ток, особый вид которого, трехфазный ток, известен теперь повсеместно.

Совершенно самостоятельное изобретение представлять из себя открытие возможности „запасать“ электрическую энергию. Подобно вышеописанным, а это изобретение получило свое первоначальное развитие в лабораториях. Трудом французов Плантэ и Камилла Фора оно получило практическое значение, чему много способствовала одна английская фабрика.

„Запасание“ электрической энергии позволяет устранить влияние колебаний в потреблении, на производство ее, что с одной стороны делает питание проводов независимым от производства электрической энергии на заводе, с другой же стороны доставляет производству выгоды непрерывности. Значение этих двух условий эксплуатации мы выясним позднее. Кроме того, „запасание электрической энергии“ дает возможность иметь источник тока в таком месте, где установка машины, по тем или другим соображениям невозможна, как напр., при освещении и приведении в движение экипажей.

Уже вскоре после того как динамомашинка получила форму, удобную для практического пользования, явились попытки применить сильные токи к электрохимическим процессам. Понятно, что динамомашинка очень быстро проникла в гальванотехнические мастерские, где были рады избавиться от неприятного употребления гальванических элементов, и уже в начале своего распространения она нашла себе обширное применение в этой промышленности. Кроме того динамомашинка значительно способствовала развитию гальванотехники и так нравящееся нам никкелирование вовсе не достигло бы теперь такого развития без динамомашинки. Но этим не ограничилось влияние динамомашинки в этой области: она проникла в металлургию и в обработку металлов, и там принесла значительную долю пользы. Мы пропустим те случайные применения, которые она нашла в этой области, и заметим только кстати, что применения динамомашинки и здесь

развиваются, и со временем, когда она будет в состоянии конкурировать по дешевизне с огнем, она вероятно завоюет многия, если не все, отрасли этой промышленности.

Итак мы видим, что изобретение динамомашин дало целый ряд новых изобретений, новых приложений электрического тока, и мы опять возвращаемся к тому заключению, что ход развития электротехники зависит главным образом от успехов в способах получения тока.

В прошедшем мы видим это на динамомашине, но обратимся теперь к будущему.

Динамомашина оказала значительное влияние на развитие техники, несмотря на присущий ей важный недостаток, заключающийся в том, что она должна быть связана с двигателем. Двигатель, вращающий динамомашину, в большинстве случаев представляет из себя приспособление, при помощи которого теплота превращается в механическую энергию, а уже эта последняя динамомашиной преобразуется в электрическую. Конечно было бы желательно, чтобы можно было производить преобразование теплоты в электричество, — этих крайних членов ряда превращений, — непосредственно, т. е. устранить совершенно промежуточную форму, — механическую энергию, — и переводить прямо теплоту в электрическую энергию. Этого пока мы не можем сделать, по крайней мере в рациональной форме. Если же мы достигнем этой цели, то мы будем в состоянии превращать тот запас тепла, которым обладает каменный уголь, в электричество, — в самую целесообразную, самую универсальную форму энергии, и тогда электричество несомненно подчинит себе всю технику.

Электрохимии ставят вопрос несколько иначе. Уголь, являющийся хранилищем энергии, обладает запасом энергии не в форме тепла, а в форме химической энергии; в виду этого электрохимии стремятся достигнуть непосредственного превращения химической энергии угля в энергию электрического тока; когда эта задача будет решена, мы будем подходить к нашим будущим производителям тока, как теперь подходим к нашим печам, получая от них как непосредственный продукт электричество, как теперь получаем теплоту.

Увидим ли мы это приобретение человеческого ума? Кто знает. Может быть это критическое открытие будет сделано завтра и из него с поразительно быстрой выростет господство над техникой этого нового превращения энергии; если же мы не сразу попадем на верную дорогу, то могут пройти еще десятилетия, пока наконец ктонибудь не сделает этого открытия. Однако, если мы правильно понимаем значение времени, следует признать, что физические исследования и в этом случае стоят на верной дороге, и мы можем надеяться, что еще при нашей жизни это открытие осуществится.

Третья большая задача, над разрешением которой трудятся электрики, касается добычи холодного света. Читатель знает, что в настоящее время мы не можем добыть света, которым мы пользуемся для освещения, не накалив тела, иными словами, мы умеем добывать световые лучи лишь вместе с лучами тепловыми. Тепловые лучи по большей части бесполезны для освещения, потому что они по преимуществу темные. Будь они только бесполезны, они были-бы для нас безразличны, но они прямо таки вредны, ибо на их образование затрачивается электрическая энергия и затрачивается бесполезно. Поэтому понятно наше желание устранить из производства света эту вредную задачу и стремление добывать свет, свободный от темных тепловых лучей. Для этого необходимо найти новый способ добывания света, при котором световые волны возбуждались бы не накаливанием тела, но исходили бы непосредственно из холодного тела.

Вотъ въ чемъ заключается задача добыванія холоднаго свѣта. Разрешима ли она? Конечно; ведь умеетъ же свѣтлякъ производить такой свѣтъ; онъ не можетъ открыть намъ своей тайны, — темъ заманчивѣе самимъ добиться ея раскрытiя.

Ныне открыто тесное соотношенiе между свѣтомъ и электричествомъ благодаря работамъ Максвелля, Герца, Тесла, Ленарда и Рентгена, и къ нимъ уже примыкають весьма интересныя открытiя, касающiяся добыванiя холоднаго свѣта. Правда, эти открытiя пока лишь лабораторныя опыты. но мы смеемъ надеяться, что не такъ далеко то время, когда производство холоднаго свѣта делается обезпеченнымъ приобретениемъ техники.

Рядомъ съ развитiемъ динамомашинъ и ея приложений болѣе скромно развивалась болѣе старая техника слабыхъ токовъ. Что касается телеграфiи, то за периодомъ первыхъ основныхъ изобретений последовало время обработки уже сделаннаго и расширенiя области примененiя этихъ открытiй. Фундаментомъ телеграфiи и теперь остаются начальныя изобретенiя въ этой области, однако следуетъ замѣтить, что она за это время все же сделала важное приобретение въ видѣ печатающаго аппарата. Замѣтельно же то расширенiе телеграфной сети, которое можно наблюдать въ первой половинѣ настоящаго столѣтiя после изобретенiя электрическаго телеграфа; чрезъ степи Сибири, чрезъ пустыни Австралии, чрезъ океаны теперь несется окрыленное человеческое слово вдоль по проволоке и распространяетъ отчеты о случившихся событiяхъ по всемъ цивилизованнымъ странамъ въ теченiе немногихъ часовъ. Если и въ будущемъ пятидесятилетию человечество получитъ новыя приобретенiя въ родѣ телеграфа и желѣзной дороги, то можно себе представить, на сколько опередятъ насъ наши внуки и правнуки.

Если телеграфiя, говоря въ узкомъ смыслѣ, и не претерпѣла съ самаго своего возникновенiя существенныхъ преобразованiй, то за то же время она получила союзника, который представляетъ изъ себя одно изъ прекраснѣйшихъ и гениальнѣйшихъ примененiй электрическаго тока, а именно, телефонiю. Возникновенiе ея совпадаетъ, если пренебречь ея зачатками, не имеющими практическаго значенiя, приблизительно съ темъ временемъ, когда начинается развитiе современной техники сильныхъ токовъ. Мы видимъ, что особенно выдающимся въ исторiи электротехники оказывается восьмое десятилетiе нашего века, являющееся четвертымъ десятилетiемъ, считая со времени возникновенiя этой отрасли знанiя.

Последнiе десять лѣтъ нашего столѣтiя подарили намъ новое приобретение въ области телеграфа, практическое значенiе котораго пока еще незначительно, но которое заслуживаетъ величайшаго интереса. Мы говоримъ о телеграфированнiи безъ проволокъ, при которомъ носителями посланiй вместо проволокъ являются возникающiя въ пространствѣ электрическiя волны. Широкое практическое значенiе этого открытiя принадлежитъ ближайшему будущему.

Къ технике слабыхъ токовъ относятся также многочисленныя примененiя тока къ сигнализацин, измеренiю времени и т. п., — область, которая непрерывно расширяется. Если они и не имеютъ такого значенiя, какъ телеграфъ и динамомашина, то во всякомъ случаѣ они настолько важны, что и на нихъ следуетъ обратить наше вниманiе. Одна уже желѣзнодорожная и пожарная сигнализация представляетъ изъ себя приобретение, значенiемъ котораго въ жизни для здоровья и благосостоянiя пренебрегать &e следуетъ.

Не следуетъ обходить молчанiемъ и примененiя электричества къ врачеваннымъ целямъ, которыя несколько десятилетiй тому назадъ вошли въ употребленiе между врачами. Если электротехника и играетъ роль только

помощицы въ медицине, то темъ не менее последняя обязана ей теми указаниями, которыя она дала относительно получения электричества и обращения съ нимъ.

Нашъ обзоръ прошедшаго пятидесятилетия здѣсь заканчивается. Мы видели, какъ тамъ и сямъ возникали маленькіе жсточники, которые образовывали ничтожныя ручейки. Но эти тонкія струйки воды соединялись другъ съ другомъ, а изъ ручейковъ получались ручьи, изъ ручьевъ — реки, и наконецъ бурный широкий потокъ разрастающійся все болѣе и болѣе. На его берегу выросла новая цветущая промышленность, которая все болѣе и болѣе расширяется и питаетъ несколько сотъ тысячъ трудолюбивыхъ людей.

Электрический токъ и его основныя законы.

Сила тока. Напряжение. Сопротивление.

Сущность силы природы, добываніе и применение которой мы будемъ описывать, намъ совершенно неизвѣстна; не зная, что представляетъ изъ себя электричество, мы можемъ лишь сказать, на основаніи многочисленныхъ наблюденій и изслѣдованій, что большой классъ физическихъ явленій заставляеть допустить существованіе этого особаго деятеля, обладающаго теснымъ сродствомъ съ другими, каковы теплота, свѣтъ, механическая энергія; онъ возникаетъ изъ послѣднихъ и переходитъ въ нихъ самъ. Такъ какъ и другіе названныя нами деятели могутъ превращаться другъ въ друга, то физики пришли къ заключенію, что все эти деятели или силы природы суть лишь различныя виды одного и того-же деятеля, который они называютъ энергіей. Энергія представляется намъ подобной необъятному морю, безконечное разнообразіе котораго являетъ человеческому духу миръ.

Переходъ видовъ энергіи изъ одного въ другой мы называемъ явленіемъ. Видъ энергіи, претерпевающій превращеніе, называется причиною, появляющійся на место перваго — следствіемъ. Такъ мы видимъ, что одинъ видъ энергіи — теплота превращается въ другой — механическую энергію, когда мы нагреваемъ котель и его паромъ приводимъ въ движеніе паровую машину. Теплота здѣсь причина, механическая энергія следствие. Когда-же нагреваются подшипники паровой машины, потому что ось вслѣдствіе плохой смазки трется о вкладыши, то механическая энергія превращается въ тепло. Здѣсь механическая энергія — причина, тепло-же следствие. Такія превращенія имѣютъ место для всехъ видовъ энергіи, которыхъ намъ извѣстно до настоящаго времени шесть, а именно: механическая энергія, химическая энергія, электрическая энергія или электричество, магнитная энергія или магнетизмъ, свѣтъ и теплота.

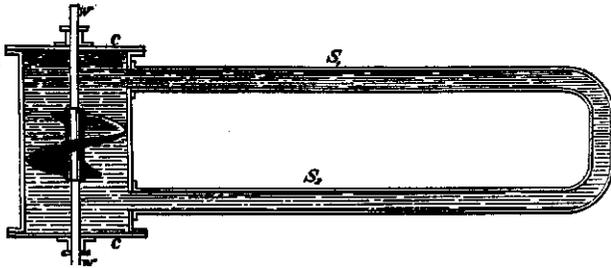
Электрическая энергія обладаетъ тою особенностью, что мы не можемъ ее ощущать, такъ какъ не имеемъ для нея органовъ чувствъ, каковыми являются глазъ для свѣта, осязаніе — для теплоты, глазъ, ухо и осязаніе — для механической энергіи, въ известной степени языкъ и носъ—для химической энергіи.

Электричество мы познаемъ, наблюдая превращенія одного вида ощущимой для насъ энергіи въ другож. Такъ наблюдая, что одинъ и тотъ-же цржборъ, въ которомъ поглощается, напримеръ, химическая энергія, даетъ возможность по произволу получать свѣтъ, теплоту, магнетизмъ или механическую энергію; наблюдая, что те-же самыя виды энергіи мы можемъ получать и при помощи совершенно другаго прибора, въ которомъ поглощается уже не химическая, а механическая энергія, мы приходимъ къ допущенію, что долженъ существовать промежуточный видъ энергіи, въ которую превращается химическая энергія въ первомъ приборѣ и механическая во

второмъ, и которая уже затемъ можетъ быть нами превращена по произволу либо въ светъ, либо въ теплоту, либо въ магнетизмъ и т. д.

Въ справедливости подобнаго допущения мы еще более убеждаемся, наблюдая случаи, когда причина и следствие наступаютъ при такихъ условияхъ, при которыхъ непосредственныя превращения ощутимыхъ нами видовъ энергии совершенно невозможны. Такъ, напримеръ, наблюдая, что механическая энергия, поглощенная въ одномъ месте, появляется въ виде теплоты въ другомъ, отдаленномъ отъ перваго и лишь соединенномъ съ нимъ металлическимъ неподвижнымъ проводомъ, мы не можемъ не допустить, что механическая энергия превратилась на месте въ другой видъ энергии, которая передалась по проводу и, претерпевъ въ другомъ месте новое превращение, проявилась въ форме теплоты. Что механическая энергия не передавалась по проволоке, какъ таковая, въ этомъ убеждаютъ насъ наши ощущения. Добавляя ко всему вышесказанному, что существуютъ явления, которыя не наступаютъ ни при одномъ изъ ощутимыхъ нами видовъ энергии, мы заключаемъ, что существуетъ еще неоощуемый для насъ видъ энергии, который мы называемъ электричествомъ.

Такъ какъ человеческий умъ познаетъ явления природы помощью представлений, то мы постараемся представить себе сущность неоощуемаго для насъ электричества образно; правда, такой образъ не всегда достигаетъ своей цели, но по крайней мере онъ указываетъ путь къ выяснению не только са-



Р
михъ электрическихъ явлений, но и богатаго послѣдствіями применения ихъ. Представимъ-же се-

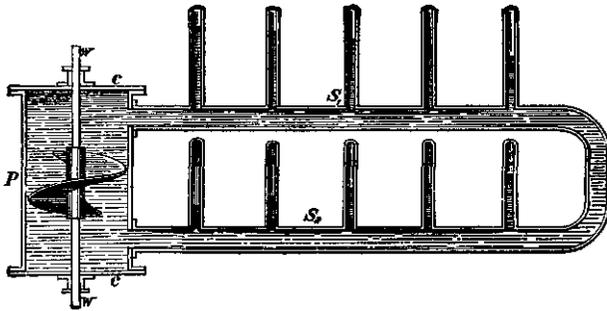
БЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО, КАКЪ И. Получение водяного тока въ закрытой трубчатой системе.

жидкость, способную проникать въ тела и ихъ заполнять, подобно тому какъ светъ проникаетъ въ стекло. Эта жидкость можетъ претерпевать различныя изменения въ своемъ состояніи, которыя и проявляются въ виде ощущаемыхъ нами явлений. Напримеръ, жидкость эта можетъ испытывать въ какомъ-либо месте большее давление, чѣмъ въ другомъ. При выравниваніи этихъ давленій и происходятъ наблюдаемыя нами явления; такимъ образомъ, возникновение электрическихъ явлений сводится къ различію давленій, испытываемыхъ электричествомъ. Въ виду этого для представлення большей части электрическихъ явлений мы будемъ прибегать къ помощи понятныхъ для насъ явленій съ водой.

Возьмемъ два герметически закрытыхъ сосуда, на половину наполненныхъ водой и соединенныхъ между собою трубою съкраномъ; положимъ, мы накачали въ одинъ изъ сосудовъ воздухъ и достигли давленія въ 100 атмосферъ. Что же произойдетъ, если мы откроемъ кранъ? Вода направится изъ сосуда съ большимъ давленіемъ въ другой, съ меньшимъ давленіемъ; устанавливается на некоторое время течение, потокъ воды изъ одного сосуда въ другой; черезъ некоторое время различіе давленій сравняется и течение прекратится. Мы можемъ однако устроить такъ, чтобы разность давленій, а следовательно и потокъ не прекращались. Мы подходимъ теперь къ одному очень важному условию. Очевидно, что течение переноситъ воду изъ одного сосуда въ другой и, что когда все количество воды будетъ перенесено во второй сосудъ, потокъ прекратится, даже если бы различіе давленій все еще поддерживалось; предполагается, конечно, что объемъ сосуда и жшество

воды не бесконечно велики. Если мы желаемъ, чтобы потокъ продолжался, то должны вернуть первому сосуду унесенное ЕЗЪ него количество воды, что возможно лишь при наличности второго русла. Отсюда вытекаетъ важное положение для постоянныхъ токовъ: одновременно съ истечениемъ, должно происходить притекание, т. е. постоянные токи должны быть замкнутыми. Такой замкнутый потокъ мы можемъ вызвать проще всего при помощи следующего приспособления.

Въ цилиндре P (рис. 1) вращается прикрепленный къ валу w и w винтъ, подобный паровому винту; зазоръ между винтомъ и стенкою цилиндра пусть будетъ возможно меньше. Если цилиндръ наполненъ водою, то движениемъ винта она продавливается изъ одной части цилиндра въ другую, положимъ изъ нижней въ верхнюю. Поэтому въ верхней части давление становится больше, чемъ въ нижней. Приставимъ къ верхней части трубу S_1 къ нижней трубу S_2 , различие давлений передастся и въ эти трубы, свободные концы которыхъ мы соединимъ U -образнымъ патрубкомъ. Вода потечетъ изъ верхней части цилиндра по S_1 — S_2 въ нижнюю и оттуда



снова продавится въ верхнюю, такъ что различие давлений не прекратится. Вследствие этого устанавливается круговое течение воды.

Такое различие давлений мы можемъ произвести и въ электрической жидкости; если мы соединимъ два хранилища электричества, въ кото-

2. Падение давления вдоль водяного тока. рыхъ электрическихъ жидкостей находятся подъ раз-

ными давлениями, проходимымъ для электрической жидкости проводомъ, то происходитъ уравнивание давлений, при которомъ электрическая жидкость стремится изъ одного хранилища въ другое. Этому электрическому току мы также можемъ придать известную устойчивость, применивъ сходное съ водянымъ насосомъ приспособление; следуетъ однако заметить, что въ данномъ случае должны быть два пути, по которымъ электрическая жидкость могла-бы совершать кругооборотъ, подобно установившемуся водяному потоку; такой замкнутый путь, проходимый электрическимъ токомъ, мы называемъ цепью.

Разность давлений не только вызываетъ токъ, но и наоборотъ последний вызываетъ разность давлений. Въ двухъ любыхъ местахъ потока, какъ-бы сближены они ни были, должна иметь место разность давлений, причемъ направление потока всегда получается отъ высшаго давления къ низшему. Последнее правило не соблюдается въ техъ местахъ, где различие давлений возбуждается; такъ въ цилиндре P (рис. 1) водяной потокъ направляется снизу вверхъ, т. е. отъ меньшаго давления къ большому. Итакъ уравнивающий давлени токъ идетъ отъ высшаго давления къ низшему, возбуждающий-же — отъ низшаго къ высшему. Въ обоихъ случаяхъ различие давлений, т. е. уменьшение давления распределяется равномерно вдоль всего пути. Мы можемъ определить давление въ любомъ месте водяного потока при помощи приставныхъ трубочекъ, какъ изображено на рис. 2; высота водяного столбика въ каждой трубочке показываетъ намъ имеющееся въ даннонь месте давление; оказывается, что эти показания изменяются вдоль всего пути: непосредственно у верхней части цилиндра они оказываются

наибольшими и затем постепенно уменьшаются к нижней части. Если-бы мы начали с части, в которой зарождается напоръ воды, то давление изменилось-бы, конечно, въ обратномъ порядке.

То же самое имеетъ место въ электрической цепи. Здесь также мѣняется электрическое давлѣние, которое мы называемъ напряжениемъ или потенциаломъ: оно уменьшается, удаляясь отъ электрическаго насоса, дѣлаясь снова значительнымъ въ самомъ насосе.

Запомнимъ, что электрический токъ въ любомъ месте имеетъ определенное напряжение, постепенно уменьшающееся въ направлении тока и вновь возрастающее въ техъ мѣстахъ^ где токъ является не выравнивателемъ, давлений, но где онъ самъ зарождается. Два любые пункта цепи имеютъ разныя напряжения, различие это называется разностью напряжений или „разностью потенциаловъ" (величина весьма важная).

Вернемся къ нашему водяному аппарату (рис. 1) и заставимъ, винтъ вращаться одинъ разъ медленно, другой разъ быстро. Очевидно, что въ первомъ случаѣ водяной потокъ будетъ течь медленнее, чѣмъ во второмъ. Воле медленное или быстрое течение воды измеряется темъ количествомъ воды (въ литрахъ или кубич. метрахъ), которое въ течение единицы времени, скажемъ секунды, протекаетъ черезъ какое-нибудь место системы трубъ, точнее черезъ поперечное сечение трубы. Это определение даетъ намъ новую важную величину — силу тока. Последняя должна быть одинакова во всехъ шшеречныхъ сеченияхъ. Будь иначе, т. е. будь, напримеръ, въ S_1 сила тока больше, чѣмъ въ S_2 , то въ промежуткѣ между S_1 и S_2 должно было-бы втекать больше воды, чѣмъ ее вытекаетъ. Со временемъ здесь должно было-бы произойти накопление воды, но такъ какъ вся система полна, то въ отдельныхъ мѣстахъ ъе можетъ происходить накоплений, следовательно невозможна и различная сила тока въ различныхъ поперечныхъ сеченияхъ.

Легко понять, что сила тока делается темъ больше, чѣмъ скорее вращается винтъ, т. е. чѣмъ больше напоръ или движущая водяная сила. Отъ величины напора зависитъ величина различия давлений въ верхней и нижней частяхъ цилиндра, следовательно существуетъ зависимость между движущею водяною силою, различиемъ давлений и силою тока, т. е. съ увеличениемъ первой величины возрастаютъ и две другия. Нб съ возрастаниемъ силы тока должны возрастать и две первыя величины, ибо водяной потокъ не могъ бы получить более быстрого движения, если-бы онъ не испытывалъ более сильнаго напора, последний-же долженъ сопровождаться увеличениемъ разности давлений. Однако, последний выводъ следуетъ применять съ осторожностью. Допустимъ, что вода не испытываетъ трения въ системе трубъ; въ такомъ случаѣ она, будучи однажды приведена въ движение, вращалась-бы непрерывно, даже если-бы напоръ прекратился, если же напоръ продолжался-бы, то она текла-бы все быстрее и быстрее. Все изменяется, если, какъ это и имеетъ место въ действительности, вода испытываетъ трение въ системе трубъ. Тогда воспринятая водой ъеханическая энергия движения превращается, какъ это известно, въ теплоту и потокъ прекращаетъ свое движение, какъ только трение поглотитъ всю механическую эяергию. Если теперь винтъ начнетъ работать, то скорость течения воды, т. е. сила тока, будетъ все возрастать. Съ возрастаниемъ скорости течения возрастаетъ и трение воды въ трубахъ, а следовательно и постоянная потеря механической энергии, следовательно наступитъ наконецъ такой моментъ, когда подводимое винтомъ въ секунду количество энергии будетъ равняться количеству, поглощаемому въ секунду трениемъ. Съ этого момента сила тока уже не претерпеваетъ изменений, т. е. течение воды делается постояннымъ, говоря иначе, потокъ делается равномернымъ.

Если-бы мы въ нашей системе трубъ сузили обе трубы $8\pm$ и 8% , то, при условии, что все остальное остается безъ изменения, прежнюю силу тока удалось-бы сохранить, лишь увеличивъ скорость учения. Поперечный разрезъ трубы сделался меньше, черезъ него въ секунду должно протекать то же самое количество воды, поэтому скорость течения должна быть увеличена. При большей скорости течения увеличивается трение о стенки, следовательно и ежесекундная потеря механической энергии, сообразно чему, для поддержания прежней силы тока, должна быть увеличена доставка механической энергии, т. е. движущая водяная сила должна увеличиться.

Такимъ образомъ мы видимъ, что соотношение между движущею силою воды и различиемъ давления съ одной стороны и силою тока съ другой зависитъ отъ трения въ системе трубъ, последнее же, въ свою очередь, зависитъ отъ объема трубъ и свойствъ внутреннихъ стенокъ, ибо трение о гладкую стенку меньше, чемъ о шероховатую.

Отъ трения уменьшается сообщенное воде количество механической энергии, а со временемъ даже и совсемъ въ ней уничтожается. Это много разъясняющее явление обыкновенно, ради удобства понимания, объясняютъ иначе, говоря, что система трубъ оказываетъ сопротивление движению воды, эту-то величину (помня всегда путь, по которому мы къ ней подошли) и приводятъ въ соответствие съ давлениемъ и силою тока. Легко заметить, что сила

возрастаетъ съ возрастаниемъ давления, съ возрастаниемъ же сопротивления убываетъ, такъ что, при надлежаще подобранныхъ единицахъ, всегда

$$\frac{\text{разности давлений}}{\text{сила тока}} = \text{сопротивление}$$

Это справедливо для всей системы трубъ, а также и для отдельныхъ участковъ. Падение давления вдоль участка трубъ, или, что то же самое, разность давлений на обоихъ его концахъ, вместе съ силою тока въ этомъ участке и сопротивлениемъ должны подчиняться только что данному закону, что иначе можетъ быть написано такъ

$$\text{разность давлений} = \text{сила тока} \times \text{сопротивление.}$$

Все, что мы сказали о воде, применимо- и къ электрической жидкости; какъ въ водяной трубной системе мы и для электрической цепи принимаемъ сопротивление, вызываемое подобнымъ трениемъ явлениемъ въ проводящихъ токъ частяхъ и превращающее энергию электрическаго тока, подобно механической энергии водяного потока, въ теплоту.

Наше разсуждение несколько растянулось, но за то мы познали важный законъ электрическаго тока. На основании сказаннаго мы приходимъ къ основному закону учения объ электричестве, гласящему, что сила электрическаго тока возрастаетъ пропорционально разности напряжений и убываетъ пропорционально сопротивлению, такъ что

$$\frac{\text{разности напряжений}}{\text{сила тока}} = \text{сопротивление}$$

Это законъ Ома, дающийъ намъ любую изъ трехъ величинъ, если известны две другия. Важность этого закона мы еще не разъ познаемъ при дальнейшемъ изложении.

Для трехъ электрическихъ величинъ, силы тока, разности напряжений и сопротивления, установили особия единицы меры, имеющия ту же цель, какъ и метръ при измерении расстояний, килограммъ — при весовыхъ измеренияхъ и литръ для определения объема. Оне названы именами трехъ знаменитыхъ электриковъ Ампера, Ома и Вольты. А именно: амперъ есть единица силы тока, омъ — единица сопротивления и вольтъ (сокращение третьяго имени) — единица разности напряжений. Пользуясь этими единицами, мы выра-

жаемъ законъ Ома въ простейшей вышеприведенной форме, такъ что, принявъ разность напряжений равной 10 вольтамъ, сопротивление — 1 ому, силу тока получимъ 10 амперъ. Съ принятиемъ другихъ единицъ формула закона Ома немного изменится, но такъ какъ электротехники повсеместно ыриняли эти меры, то мы можемъ удовольствоваться имеющимся выражениемъ. Электрическая жидкость проникаетъ не все тела въ одинаковой мере. Черезъ некоторыя изъ нихъ, именно черезъ металлы, она течетъ съ большою легкостью, въ другихъ, напримеръ, въ воде, ея движение уже более затруднено, въ третьихъ она почти совсемъ не распространяется. И это обстоятельство мы можемъ пояснить примеромъ на нашей системе трубъ. Пусть наши трубы одинъ разъ снабжены особенно гладкими стенками внутри, въ другой разъ пусть стенки будутъ шероховаты и съ зубцами, но трубы по прежнему пусты, въ третий разъ пусть трубы будутъ наполнены бульжникомъ, въ четвертый разъ — пескомъ и наконецъ въ последний разъ плотной замазкой. Очевидно, чтр эти пять случаевъ, при одинаковой разности давлений, дадутъ различной сжлы токи, что въ первомъ случае сила тока будетъ наибольшая, делясь въ дальнейшихъ случаяхъ все меньше, при чемъ въ последнемъ случае токъ возможенъ разве лишь при наличности громаднаго давления.

Мы называемъ эти различныя состояния проводящей трубки ея проводимостью и безъ дальнейшихъ околичностей применяемъ это понятие къ электричеству. И здесь мы объясняемъ свободное или затрудненное прохождение электричества большою или меньшею проводимостью и называемъ тела съ большою проводимостью проводниками электричества, тела же съ незначительной или почти незаметной проводимостью — непроводниками. Отъ проводимости очевидно зависитъ сопротивление; ибо если я заполню одинъ разъ трубу определенной длины грубымъ бульжникомъ, въ другой же разъ мелкимъ пескомъ, т. е. придамъ ей въ первомъ случае большую, во второмъ же меньшую проводимость, то, при одинаковой разности давлений, сила тока въ первомъ случае будетъ больше, во второмъ же меньше; следовательно въ первомъ случае сопротивление меньше, во второмъ больше. Поэтому при условии равенства размеровъ сопротивление обратно пропорционально проводимости. Для электричества это совершенно справедливо. Если мы возьмемъ два проводника съ одинаковымъ поперечнымъ сечениемъ и длиною, но различной проводимости, то, при одинаковой разности напряжений, сила тока въ первомъ будетъ больше, чемъ во второмъ, сопротивление же больше во второмъ, чемъ въ первомъ.

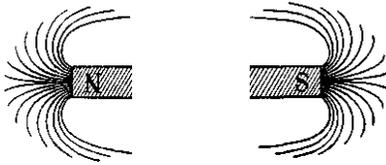
Сопротивление, очевидно, зависитъ отъ длины и поперечнаго сечения какъ при водяномъ, такъ и при электрическомъ токе, потому что труба длиною въ 1 км. и диаметромъ въ 1 миллиметръ съ гладкими стенками, при равенстве разностей давлений, пропуститъ меньше воды, чемъ труба въ 1 метръ длины и 1 метръ диаметромъ, но наполненная грубымъ бульжникомъ. Сопротивление следовательно возрастаетъ съ увеличениемъ длины и убываетъ съ увеличениемъ поперечнаго сечения и проводимости.

Прежде чемъ перейти къ дальнейшему, намъ следовало бы ответить на вопросъ читателя, который можетъ быть и явился у него. именно: какимъ образомъ достигается получение электрическаго тока? Но мы дадимъ ответъ на этотъ вопросъ позднее, когда будемъ описывать насосы тока, т. е. генераторы электричества.

Связь между электрическимъ токомъ и магнетизмомъ.

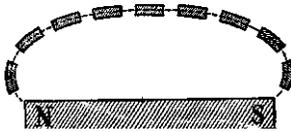
Современная электротехника основывается на взаимодействии между токомъ и магнитомъ, и мы не можемъ обойтись безъ того, чтобы не ознакомить читателя съ основными законами этого взаимодействия въ форме простой и понятной, но достаточной для понимания ихъ приложения.

Магнитный полюсь оказывает действие на разстоянии, онъ притягиваетъ железныя опилки, притягиваетъ или отталкиваетъ полюсь другого магнита. Это действие можно наблюдать на значительномъ разстоянии вокругъ всего полюса. Попытаемся сделать это явление для себя нагляднымъ. Для этой цели допустимъ, что изъ полюса магнита исходить безчисленное множество тонкихъ магнитныхъ нитей, которыя пронизываютъ все то пространство въ которомъ действие магнита наблюдается. Допустимъ далее, что нити, исходящия изъ магнитнаго полюса, встречаясь съ нитями другого одноименнаго полюса, другъ отъ друга отталкиваются. Нити одного и того-же полюса относятся другъ къ другу подобнымъ-же образомъ, а потому пучекъ нитей, выходящихъ изъ одного и того же полюса, стремится какъ можно больше расширяться (рис. 3). Если же въ пространствѣ встречаются нити двухъ разноименныхъ полюсовъ, то происходитъ обратное явление: нити отъ различныхъ полюсовъ направляются другъ къ другу и стремятся совпасть и потому два такихъ пучка притягиваются къ другъ другу.



3. линии силъ, исходящия изъ одного полюса и направляющияся къ другому.

Каждый магнитъ, какъ известно, имеетъ два противоположныхъ полюса, изъ которыхъ, какъ мы допускаемъ, исходятъ пучки нитей противоположнаго характера. Поэтому нити одного полюса должны притягиваться къ другому, и у магнита, имеющаго видъ стержня, пучки нитей, исходящихъ изъ одного полюса, должны направляться къ другому полюсу и совпадать съ нитями, выходящими изъ этого послѣдняго, какъ показано на рис. 3. Опытъ показываетъ, что на кусочекъ железа, поднесенный къ магниту, послѣдний действуетъ такимъ образомъ, что северный полюсь магнита вызываетъ (наводитъ) на ближайшемъ его концѣ появленіе южнаго полюса, а на отдаленномъ — севернаго; если же мы приблизимъ кусочекъ железа къ южному полюсу магнита, то на месте севернаго полюса появляется южный и обратно.



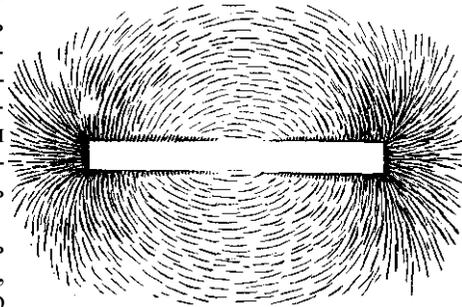
4. Изображеніе направления линии силъ при помощи кусочковъ железа.

Представимъ себе теперь, что такой кусочекъ железа внесень въ пространство, наполненное магнитными нитями; онъ долженъ самъ испускать нити, такъ какъ онъ сделался магнитомъ, и притомъ такъ, что къ ближайшему полюсу магнита направятся такая нити, которыя противоположны по характеру нитямъ этого полюса. Такая нити, согласно предыдущему, взаимно притягиваются, а потому часть нитей магнитнаго полюса войдетъ въ кусокъ железа, пучекъ ихъ при этомъ сѣзвится и делается плотнее.

Изъ удаленнаго конца куска железа должны выходить нити такая же, какъ и изъ ближайшаго магнитнаго полюса; оне будутъ очевидно направляться къ другому полюсу магнита.

Мы пояснимъ эти явления при помощи простаго рисунка. Пусть будетъ №8 (рис. 4) магнитъ въ формѣ стержня. Изъ его концовъ выходятъ пучки нитей, которыя расходятся и направляются на встречу противоположнымъ пучкамъ. Если мы поднесемъ къ северномъ полюсу маленький железный стерженекъ, то на его концѣ, ближайшемъ къ этому полюсу, образуется южный полюсь, а на другомъ — северный; нити, выходящия изъ его концовъ, стремятся совпасть съ противоположными нитями магнитныхъ полюсовъ, вследствие чего онъ поворачивается такъ, чтобы наибольшее число его нитей совпало съ наибольшимъ числомъ нитей магнита (причина такого

условия будетъ объяснена ниже). Это будетъ тогда, когда длина стерженькъ совпадаетъ съ направлениемъ нитей магнита. Если мы поместимъ вблизи магнита несколько такихъ стерженьковъ, то они расположатся въ виде цепи вдоль по пути магнитныхъ нитей, какъ это показываетъ рис. 4. Сказанное выше даетъ намъ простое и превосходное средство сделать видимыми пути, по которымъ направлены нити магнита. Положимъ на магнитъ, имеющий форму стержня или подковы. листъ бумаги, или стеклянную пластинку, и станемъ понемногу сыпать на нее железныя опилки. Тогда каждая железная частичка ляжетъ по направлению нитей въ томъ месте, куда она упала и мы получимъ превосходную картину расположения этихъ нитей. Рис. 5 показываетъ, какъ располагаются при этомъ опилки: читатель самъ можетъ очень легко повторить этотъ простой опытъ.

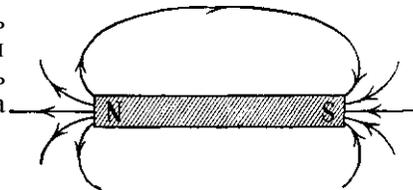


5. Расположение линий силъ, видимое при помощи железныхъ опилокъ.

Нити, стремящаяся къ нитямъ противоположнаго рода, встречаются, соединяются съ ними; къ этому нужно добавить, что магнитныя нити обладаютъ еще стремлениемъ стянуться, подобно эластичному шнуру. Это объясняетъ намъ, почему противоположныя полосы притягиваются. Нити противоположнаго рода соединились, начинается ихъ укорачивание, возможное лишь въ томъ случае, если полосы действительно сближаются. Укорачиваясь нити влекуть за собою полосы, изъ которыхъ оне вышли.

Нити одинаковаго рода, встречаясь, стремятся удалиться другъ отъ друга, если-же это невозможно, то оне удлиняются. Это объясняетъ, почему одинаковыя полосы отталкиваются.

Чемъ обусловлены все эти свойства нитей, мы не знаемъ; объяснений магнитныхъ явлений въ настоящее время не имеется и мы должны довольствоваться обладаниемъ лишь довольно правдоподобной картиной магнитныхъ явлений, заменяющей намъ объяснение и наглядно представляющей намъ механизмъ магнитныхъ явлений, недоступный пока нашему уму.



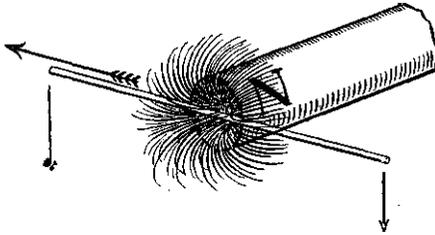
До сихъ поръ мы допускаемъ существование двухъ различныхъ родовъ нитей, идущихъ отъ Севернаго ПОЛЮСА И ^{6.} Замкнутость ^{и нѣтъ} и ихъ направ-

отъ южнаго. Вместо этого мы можемъ допустить существование только одного рода нитей. Мы допустимъ, что нити, выходящая изъ севернаго полюса, имеютъ направление отъ полюса, а нити южнаго полюса — къ полюсу, и что этимъ только и обуславливается разница между нитями севернаго полюса и нитями южнаго. Если мы возьмемъ две нити различныхъ полюсовъ (ср. рис. 6) и сложимъ ихъ вместе, то мы получимъ одну линию, идущую отъ севернаго полюса къ южному. Сообразно съ предыдущимъ мы должны прибавить следующее: нити противоположнаго направления отклоняются другъ отъ друга, тогда какъ нити одинаковаго направления (см. рис. 6) притягиваютъ другъ друга.

Этотъ взглядъ можно распространить еще далее. Мы допустимъ, что все нити образуютъ замкнутые пути, такъ что оне проходятъ и в н у т р и

магнита, и притомъ отъ южнаго полюса къ северному. Сообразно этому взгляду при намагничивании магнитныя нити выходятъ въ пространство изъ севернаго полюса и снова входятъ въ магнитъ чрезъ южный его полюсь.

Принятое нами представление даетъ очень удобное средство для объяснения другихъ явлений. Мы говорили: нити проходятъ внутри магнита отъ южнаго полюса къ северному и вне его опять къ южному полюсу. Если же такая нити встречаются въ пространстве тело, способное намагни-



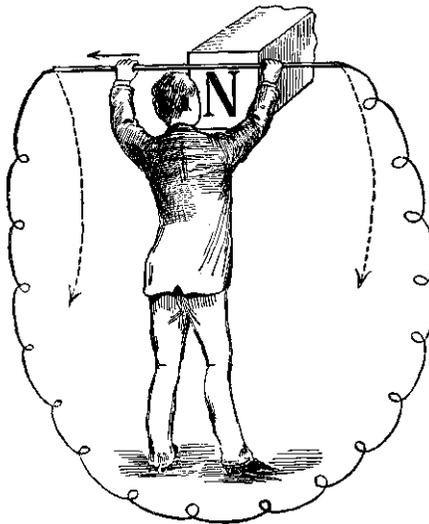
ПОЛОЖИМЪ КОНЦЕ ВОДНИКЪ ПРИ ДВИЖЕНІИ ПОСЛЕДНЯГО ВЪ МАГНИТѢ

чиваться, напр., кусочекъ железа и проходить черезъ него, то тутъ очевидно должно происходить то же самое, что и у магнита, изъ котораго вышли эти нити. Оне входятъ въ одинъ конецъ этого тела, проходятъ его и выступаютъ изъ другого его конца. Со стороны вхожденія нитей мы должны Еметь южный полюсь. а на противу-

7. Возбужденіе тока въ прямолинейномъ проводникѣ. Такъ оно и бываеъ на самомъ деле? такъ какъ

на кусочке железа, поднесенномъ къ северному полюсу, на ближайшемъ конце получается южный полюсь, что вполне соответствуетъ направлению нитей, потому что съ этого конца нити, испускаемая севернымъ полюсомъ, входятъ; на противоположномъ же конце, изъ котораго выходятъ нити, долженъ находиться северный полюсь, какъ оно и есть на самомъ деле. — Магнитныя нити Фарадэи называлъ „линіями силъ“, а пространство, наполненное линиями силъ, —

„магнитнымъ полемъ“. Степень густоты пучка линий служить мерою магнитнаго поля, а именно его напряженности.



направленіе тока? водникъ, движущ

Линии силъ оказываютъ действие не только на железо, но и на другие металлы, хотя не магнитное, а скорее электрическое, такъ какъ подъ ихъ влияніемъ возбуждается токъ въ проводнике, движущемся въ магнитномъ поле. А именно, когда замкнутый проводникъ движется въ магнитномъ поле такъ, что онъ, или часть его, пересекаетъ линии силъ, то въ немъ появляется (индуцируется) токъ, причеъ подъ влияніемъ линий силъ, механическая сила движенья проводника превращается въ электрическую энергию; эта последняя является въ форме электрическаго тока.

Разсмотримъ это явление более подробно. Пусть \vec{v} — скорость движенья проводника, \vec{B} — магнитное поле, \vec{l} — направление тока, то по правилу: На рис. 7 буквою N обозначень

северный полюсь магнита, изъ котораго

выходятъ линии силъ. Будемъ теперь двигать прямую проволоку, которая составляетъ часть замкнутаго проводника, такимъ образомъ въ магнитномъ поле, чтобы линии силъ при этомъ пересекались; тогда въ проводнике появится токъ, который будетъ проходить по замкнутому проводнику въ продолженіе всего того времени, пока продолжается движенье. Что касается до направленія тока, то его легко определить для каждаго даннаго случая по следующему правилу: Возьмемъ обеими руками (рис. 8) прово-

локу, въ которой индуктируется токъ, и обернемся лицомъ къ северному полюсу; если будемъ теперь двигать ее внизъ, то появится наведенный токъ, идущий отъ правой руки къ левой, если-же будемъ двигать ее вверхъ, то получится токъ обратнаго направления.

Если-бы вместо севернаго полюса мы имели южный полюсъ, то мы должны были-бы стать къ нему спиной и тогда те же движения вызывали бы токи техъ же направлений, т. е. движение внизъ — отъ правой руки къ левой, и движение вверхъ отъ левой руки къ правой.

Возьмемъ теперь кольцевой замкнутый проводникъ и повернемъ его передъ севернымъ полюсомъ изъ вертикальнаго положенія въ горизонтальное, держа его обеими руками, какъ показываетъ рис. 9; тогда, если движение происходитъ по направлению оперенной стрелки, верхняя половина проводника движется внизъ, а нижняя — вверхъ. Поэтому въ верхней части сообразно нашему правилу долженъ явиться токъ, имеющий направление маленькой стрелки, а въ нижней — токъ противоположнаго направления. Но оба эти тока въ цепи имеютъ одно и то же направление, и- поэтому въ кольцевомъ проводникѣ получится круговой токъ, имеющий направление, противоположное движению часовой стрелки для наблюдателя, вращающаго проводникъ.

Это вращение замкнутаго проводника въ магнитномъ поле мы можемъ разсматривать несколько иначе. Кольцевой проводникъ въ каждомъ своемъ положеніи охватываетъ своимъ контуромъ некоторое число линий силъ.

Если мы повернемъ его въ какомъ

направленіи, то при этомъ число линий въ его контурѣ, конечно,

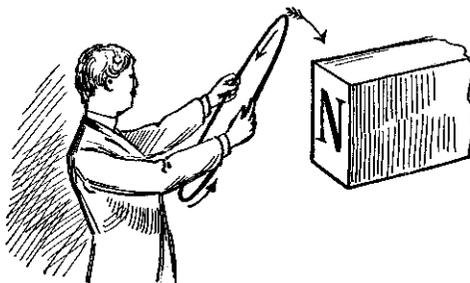
либо увеличится, либо, какъ въ раз-

смотренномъ нами случае, уменьшится. Понятно, что изменение числа линий внутри проводника въ сущности вполне равносильно пересеченію линий силъ движущимся проводникомъ и должно имѣть следствиемъ возникновение тока.

Мы можемъ поэтому сказать вообще: когда число линий силъ, охватываемыхъ контуромъ проводника, увеличивается или уменьшается, въ проводникѣ возбуждается токъ, но только въ томъ случае, если проводникъ замкнутъ.

Этотъ законъ имеетъ силу и тогда, когда проводникъ не движется, но число проходящихъ внутри его линий силъ увеличивается или уменьшается, что, какъ следуетъ изъ предыдущаго, бываетъ тогда, когда магнитъ, образующий поле, меняетъ свою силу и когда, следовательно, изъ его полюсовъ выходитъ большее или меньшее число линий.

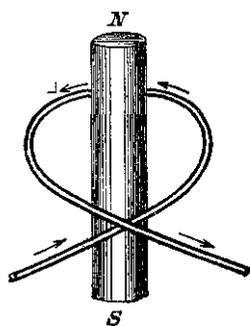
Возникновение электрическаго давления въ проводникѣ, движущемся въ магнитномъ поле, или возбужденіе въ немъ электрическаго тока, когда онъ замкнутъ и разность давленій можетъ выравниваться, представляетъ явленіе обратное намагничиванію электрическимъ токомъ. Когда токъ обходитъ вокругъ (фиг. 10) железнаго стержня, онъ вызываетъ въ немъ появленіе силовыхъ линий или, иными словами, намагничиваетъ его. Направление силовыхъ линий зависитъ отъ направленія тока, и эта зависимость можетъ быть выражена въ формѣ слѣдующаго правила: южный полюсъ появляется на томъ концѣ стержня, съ котораго токъ намъ кажется идущимъ въ направленіи движенья часовой стрелки, а северный — на другомъ концѣ. Возник-



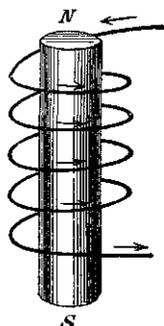
кольцевомъ замкнутомъ проводникѣ.

новение силовых линий отнюдь не обусловлено присутствием железа. Изображенная на фиг. 10, образованная током петля вызвала бы сама по себе в воздухе появление пучка силовых линий, направленных снизу вверх; такая петля, когда по ней проходит ток, действует на магнитную стрелку совершенно также, как магнит, т. е. одной стороной притягивает южный полюс и отталкивает северный, другой же стороной притягивает северный полюс и отталкивает южный. Присутствие железного стержня лишь значительно усиливает возникновение силовых линий, о чем, впрочем, мы еще скажем ниже.

Вместо одной петли можно взять их несколько (как показано на фиг. 11), причем ток будет окружать стержень большее число раз. На фиг. 11 число витков еще мало, на практике применяют сотни, даже тысячи витков. Мы желаем здесь лишь указать на принцип увеличения намагничивающего действия, который сам по себе понятен. Если один виток вызывает возникновение известного числа силовых линий, то при 10 или 100 витках будет возникать в 10 или в 100 раз большее число



10. Намагничивание железа огибающим его током.



11. Усиление намагничивания увеличением числа оборотов.

линий. Однако, это не всегда возможно, так как, при слишком густом расположении магнитных линий, дальнейшее возникновение их затрудняется. Мы не будем входить в подробности и запомним лишь, что с увеличением числа витков увеличивается намагничивание. Намагничивание зависит еще от силы проходящего по виткам тока, а именно увеличение силы тока умножает число возникающих силовых линий, так что при одинаковом числе витков ток большей силы вызывает более сильное намагничивание. Все это коротко мы

возникших силовых линий зависит можем выразить, говоря, что число возникших силовых линий зависит от числа амперь-оборотов, т. е. от такой величины

число витков (оборотов) \times силу тока (в амперах).

Ерме того следует принимать в расчет еще одну величину — характеризующую свойство пути силовых линий, т. е. насколько хорошо или дурно он их проводит. Лучшим проводником магнитных силовых линий является мягкое железо, так что, направляя линии сквозь железо, мы при определенном числе амперь-оборотов возбуждающего тока получим наибольшее число силовых линий. Этим то и обусловлено упомянутое выше увеличение числа силовых линий, при введении в петлю (фиг. 10) железного стержня.

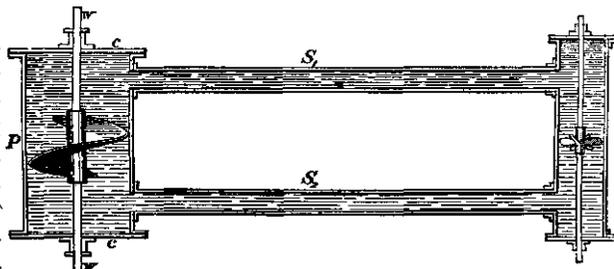
Теперь мы пошлем на время эту область, потому что позднее при рассмотрении электрических машин будем довольно часто к ней возвращаться, да нам и удобнее будет разъяснять законы, применяя их, так сказать, к живому объекту; теперь же перейдем к новым явлениям, понимание которых не легко, но для дальнейшего необходимо. Пусть поэтому читатель вооружится терпением и запасется вниманием и доброй волей; тогда дело наверное пойдет на ладь.

Явления переменныхъ токовъ.

Въ предыдущемъ мы не принимали во внимание направление вращени; винта (фиг. 1), такъ какъ разсматривавшися явления могли одинаково про исходить какъ при одномъ, такъ и при другомъ направлении вращени тока. Обратимся теперь къ явлениямъ, въ которыхъ перемена направлени^ тока, равно какъ изменение его силы, играютъ существенную роль.

Пусть винтъ вращается все время въ одномъ направлении съ одною И тою же скоростью, тогда направление и сила тока, если мы будемъ предпо лагать систему трубъ неизменной, будутъ оставаться одними и теми же Мы получимъ тогда токъ постоянной силы и постояннаго направления. Пуст] теперь винтъ вращается то медленнее, то быстрее, но въ одномъ и томъ ж< направлении, — количество воды, прогоняемой имъ по трубе въ секунду, бу деть то меньше, то больше. Токъ будетъ по прежнему постояннаго направ ления, но непостоянной силы, это будетъ пульсирующий токъ постояннаг(направления. Если же и направления вращени винта будетъ меняться, т(будетъ меняться и направление водяного потока; такимъ образомъ мы ходимъ къ понятию о на правлении тока.

Пусть винтъ, начавъ вращаться въ какомъ-ни будь направлении, посте пенно замедляетъ свой ходъ и наконецъ совсемъ останавливается; затемъ пусть онъ начинаетъ вра^ щаться въ противополо жную сторону, и посте пенно увеличивая ско рость, достигаетъ неко



12. Труба для воды съ указателемъ тока.

торой максимальной скорости; если затемъ онъ снова будетъ уменьшать свок скорость, далее перейдя черезъ нуль и вращаясь въ первоначальномъ направ лении, будетъ снова увеличивать ее, потомъ опять уменьшать и т. д. и если это будетъ повторяться въ правильной последовательности, то и водяной потокъ будетъ, въ свою очередь, двигаться то въ одну, то въ другую сто рону и скорость его будетъ возрастать и убывать. Такой видъ тока мы называемъ переменнымъ токомъ.

Зависимость между силою тока и давлениемъ для этого вида тока не подчиняется закону Ома, но такъ какъ эта зависимость необходима для объ яснения явлений переменнаго тока, то мы должны ее установить. Къ счастью и въ этомъ случае можно провести аналогию между водянымъ и электриче скимъ токами, и, пользуясь этой испытанной картиной, мы въ состоянии бу демъ разобраться въ запутанныхъ явленияхъ переменнаго тока.

Прежде всего изменимъ несколько приборъ, дающий намъ круговой потокъ. Заменяемъ изогнутую часть трубы прямою трубою *Q* (фиг. 12) и установимъ въ ней винтъ, подобный винту въ части *P*, только онъ долженъ быть меньше, возможно легче (пусть онъ будетъ аллюминиевый) и вра щаться съ возможно меньшимъ трениемъ. Пусть нагнетательный винтъ *P* работаетъ и черезъ всю систему проходить токъ; винтъ *Q* будетъ приво диться водянымъ потокомъ во вращение, число его оборотовъ въ секунду бу деть зависеть отъ скорости потока, иными словами, отъ силы тока. Винтъ *Q* служить для насъ указателемъ тока. Такъ какъ сила постояннаго тока зависитъ отъ движущей воду силы, последняя же находится въ зависимости отъ

числа оборотовъ лопастей винта P , то отношение между числами оборотовъ винтовъ P и Q должно оставаться постояннымъ, а такъ какъ оно зависитъ отъ устройства аппарата, то для простоты мы будемъ считать, что числа оборотовъ того и другого винта въ единицу времени одинаковы.

Положимъ, что нагнетательный винтъ, проработавъ некоторое время съ одинаковою скоростью, увеличиваетъ скорость вращения. Онъ производитъ на воду болынее давление и стремится перемещать ее съ болышею скоростью. Изменится ли сейчасъ же скорость водяного потока? Неть. Это обстоятельство наталкиваетъ насъ на нечто новое и важное, для объяснения чего намъ нужно ирипомнить одно положение механики.

Тело, находящееся въ движении, обладаетъ некоторымъ запасомъ энергии. Эту энергию тело можетъ отдавать, если движение его замедляется или прекращается. Такъ ядро несетъ въ себе некоторое количество энергии, благодаря которой оно при ударе разрушаетъ стену. Этотъ запасъ энергии въ движущемся теле, его „живая сила“, темъ болыше, чемъ болыше скорость движущагося тела. Поэтому если хотять привести тело въ движение, ему следуетъ сообщить запасъ энергии, — хотять увеличить скорость его движения, следуетъ увеличить запасъ его энергии, и наоборотъ, для уменьшения скорости этотъ запасъ долженъ быть уменьшень.

Нашъ водяной потокъ представляетъ движущееся тело съ некоторымъ запасомъ энергии. Вследствие трения о трубы онъ теряетъ часть энергии, которая ему снова доставляется нагнетателемъ тока, такъ что при постоянной силе тока приходъ и потеря уравниваются, и водяной потокъ движется съ постоянною скоростью.

Но вотъ нагнетатель тока начинаетъ работать быстрее. Для того, чтобы приходъ и потеря снова уравнились, необходимо, чтобы скорость течения и сила тока увеличились. Но, какъ мы видели, для этого необходимо сообщить движущейся воде некоторое количество энергии, следовательно нагнетатель тока долженъ сперва поработать некоторое время для этой цели и тогда только скорость тока воды увеличится.

Въ течение этого промежутка времени прекращается соответствие во вращении винтовъ: увеличениемъ скорости вращения нагнетательнаго винта тотчасъ не было вызвано соответственное увеличение силы тока, поэтому въ течение некотораго промежутка времени винтъ Q будетъ отставать отъ винта P , и это — покаводе не будетъ сообщенъ надлежащий приростъ запаса энергии.

Когда въ нашемъ водяномъ потоке установится увеличенная сила тока, заставимъ нагнетательный винтъ работать медленнее, — опять должно появиться различие въ ходе обоихъ винтовъ. Водяной Иютокъ течетъ съ болышей скоростью, онъ не можетъ мгновенно уменьшить приобретенную имъ скорость, а долженъ сперва отдать часть своей энергии, что произойдетъ, благодаря тому, что притокъ энергии сделался меньше потери. Очевидно, что избытокъ энергии теряется не сразу, а въ продолжение некотораго времени, — въ это время винтъ Q вращается быстрее винта P . Представимъ себе теперь, что нагнетатель тока испытываетъ равномерныя колебания, то увеличивая постепенно скорость до некотораго высшаго предела, то доводя ее до некотораго низшаго предела. Вследствие этого и сила тока будетъ также колебаться, то прибывая, то убывая, но колебания нагнетателя не будутъ вполне совпадать съ колебаниями силы тока, потому что скорость движения воды будетъ изменяться лишь после доставления ей или отнятия отъ нея энергии движения. Наблюдаемая помощью винта Q колебания силы тока следуютъ за колебаниями винта P , съ некоторымъ запозданиемъ, такъ, напр., можетъ случиться, что наибольшая скорость вращения при P наступаетъ въ конце первой, третьей, пятой и т. д. секундъ, тогда какъ при Q она наблюдается въ тсонце второй, четвертой, шестой и т. д. секундъ.

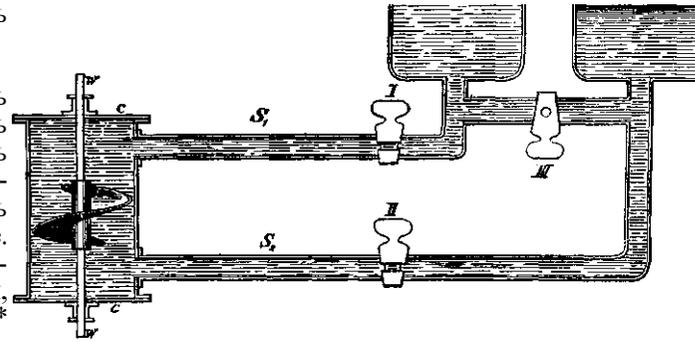
Теперь допустим, что изменение скорости винта P не только колеблет (между некоторым высшим и низким пределами, сохраняя направление вращения, но что оно происходит именно так, как того требует переменный ток, т. е. не только поменяется скорость но и направление вращения. С изменением направления вращения винта P изменится и направление течения воды, однако, как объяснено выше, изменение направления водяного потока будет следовать за изменением направления вращения винта (некоторым запозданием).

Такие правильные переменные движения, при которых перемещается величина через одинаковые промежутки времени, называемые периодами: принимает одни и те же значения или движущиеся тела занимают одни и те же положения, называются периодическими. Наиболее знакомым примером периодического движения может служить движение стрелки часов, большая стрелка которой имеет период в 1 час. Другим хорошо известным примером может служить маятник, который, в некоторый промежуток времени пройдя через ряд положений, возвращается к прежнему и через 3, 5, 7... таких промежутков снова приходит в то же положение. Отдельные значения или положения, которые достигаются в периодическом движении, называются фазами движения.

Такие скачки секундную стрелку, — 60 ее различных положений и будут 60 фазами ее периодического движения.

Для нашего водяного прибора фазами являются различные скорости вращений винтов. Так как скорости вращений, как это указано выше не совпадают, то винт Q в каждый данный момент обладает такс скоростью, какую винт P обладал несколько ранее, Q своими фазами будет следовать за винтом P , но с некоторым запозданием. Он будет проходить через те же фазы, что и винт P , он будет обладать тем же периодом, только ряд его фаз будет как-бы сдвинут относительно фаз винта P . Про такие два периодических движения говорят, что они совершаются с некоторой разностью фаз; простейший пример таких двух движений могут доставить двое часов, стрелки которых совершают свой оборот точь в точь в одно и то же время, но из которых одни поворачиваются больше других. Первые ушли вперед, вторые отстали, — впереди мы имеем упреждение фаз, во вторых — отставание фаз.

Из сказанного вытекает, что водяной переменный ток существенно отличается от постоянного тока тем, что в последнем сила пропорциональна разности давлений, тогда как в переменном токе этого нет, — сила



Из. Водяной поток между сосудами.

фаза- периодического движения. Представим себе делавшую

Для нашего водяного прибора фазами являются различные скорости вращений винтов. Так как скорости вращений, как это указано выше не совпадают, то винт Q в каждый данный момент обладает такс скоростью, какую винт P обладал несколько ранее, Q своими фазами будет следовать за винтом P , но с некоторым запозданием. Он будет проходить через те же фазы, что и винт P , он будет обладать тем же периодом, только ряд его фаз будет как-бы сдвинут относительно фаз винта P . Про такие два периодических движения говорят, что они совершаются с некоторой разностью фаз; простейший пример таких двух движений могут доставить двое часов, стрелки которых совершают свой оборот точь в точь в одно и то же время, но из которых одни поворачиваются больше других. Первые ушли вперед, вторые отстали, — впереди мы имеем упреждение фаз, во вторых — отставание фаз.

Из сказанного вытекает, что водяной переменный ток существенно отличается от постоянного тока тем, что в последнем сила пропорциональна разности давлений, тогда как в переменном токе этого нет, — сила

яя силе тока позднее; причина этого лежитъ въ массе движущейся воды. Существуетъ, какъ это мы сейчасъ увидимъ, причина другого рода, подъ влияниемъ которой изменения силы тока могутъ упреждать изменения давлений. Понятно, что известное сочетание влияний обеихъ этихъ причинъ можетъ имѣть результатомъ совпадение въ измененияхъ давлений и силы тока.

Чтобы уяснить сущность этой второй причины, изменимъ еще несколькоъ устройство нашего прибора. Пусть выходящая изъ помпы *P* трубы оканчиваются (фиг. 13) двумя широкими, вертикально расположенными, открытыми сверху цилиндрами *A* и *B*. Кранами I и II можно разобщать трубы и цилиндры. Промежуточная трубка съ краномъ III соединяетъ цилиндры *A* и *B*. Предположимъ кранъ III закрытымъ.

Насосъ *P* начинаетъ работать и гонитъ воду въ левый цилиндръ *A*. Возникаетъ токъ въ направлении отъ *B* къ *A*, пока избытокъ давления воды въ цилиндре *A* не уравновеситъ давления, производимаго насосомъ. Увеличится давление, производимое насосомъ, количество воды потечетъ отъ *B* къ *A*, такъ что все время, пока будетъ длиться приращение давления, производимаго насосомъ, будетъ происходить течение отъ *B* къ *A*. Какъ только приращение давления, производимаго насосомъ, прекратится и оно будетъ оставаться постояннымъ, — давление столба воды въ цилиндре *A* будетъ уравнивать давление въ насосе и токъ прекратится. Какъ только давление насоса уменьшится, вода потечетъ обратно изъ *A* къ *B* подъ влияниемъ избытка давления въ сосуде *A*. То же самое будетъ происходить, только въ обратную сторону, при работе насоса въ обратномъ направлении: пока давление въ немъ возрастаетъ, вода стремится отъ *A* къ *B*, пока оно убываетъ отъ *B* къ *A*, и это последнее движение будетъ продолжаться до техъ поръ, пока избытокъ давления въ сосуде *A*, не уравниваетъ наибольшаго давления насоса.

Пусть насосъ *P*, вращаясь попеременно то вправо, то влево сперва медленно, постепенно увеличиваетъ скорость вращения, затемъ, уменьшая ее, приостанавливается на моментъ, чтобы начать движение въ другомъ направлении сперва медленно, затемъ все быстрее, пока снова не достигнетъ некоторой предельной скорости, начиная съ этого момента замедлять движение, чтобы снова пройти черезъ положение покоя и повторить те же движения и въ той же последовательности. Давление, производимое насосомъ при этомъ, все время изменяется, проходя въ одинаковые промежутки времени последовательно следующие четыре характерныхъ положения:

при направлении давления насоса			
отъ <i>B</i> къ <i>A</i>		отъ <i>A</i> къ <i>B</i>	
I	II	III	IV
давл. возрастаетъ	убываетъ	давл. возрастаетъ	убываетъ
соответственно чему водяной потокъ идетъ:			
I	II	III	IV
отъ <i>B</i> къ <i>A</i>	отъ <i>A</i> къ <i>B</i>	отъ <i>A</i> къ <i>B</i>	отъ <i>B</i> къ <i>A</i>

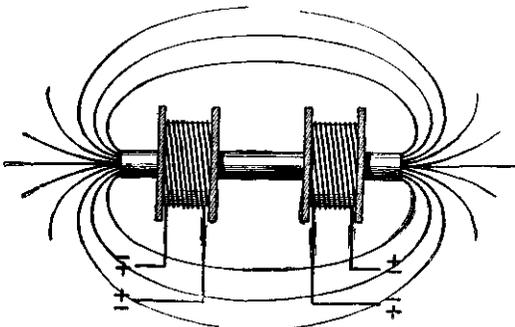
Давление насоса изменять свое направление при переходе отъ II положения къ III, отъ IV къ V и т. д., водяной же потокъ — при переходе отъ I положения къ II, отъ III къ IV и т. д. Изменение направления тока происходитъ до изменения направления давления, т. е. сила тока въ своихъ измененияхъ упреждаетъ изменения давления.

Этому упреждению попрежнему противодействуетъ масса воды, каковое обстоятельство можетъ при определенныхъ условияхъ устранить упреждение и тогда изменения силы тока будутъ следовать непосредственно за изменениями давления.

Обратимъ здѣсь вниманіе еще на одно обстоятельство, которое въ при-
мении къ электричеству даетъ удивительнѣйшія явленія. Представимъ себѣ,
что насосъ уже значительно наполнилъ водою сосудъ *A* и соответственно
опорожнилъ сосудъ *B*, и въ это время закроемъ краны *I* и *II*. Въ цилин-
драхъ *A* и *B* давленіе различно, уравненію его препятствуетъ закрытый
кранъ *III*. Приоткроемъ его слегка, — вода медленно потечетъ изъ *A* въ *B*,
пока не наступитъ положеніе равновесія. Ничего особеннаго мы при этомъ не
заметимъ; но повторимъ опытъ, открывъ на этотъ разъ кранъ *III* совершенно.

Вода съ силой устремится изъ *A* въ *B*; такъ какъ теченіе образуется
весьма быстрое, то, когда давленія въ сосудахъ уравниваются, движеніе воды
еще не прекратится, такъ какъ она не утратитъ разомъ приобретенной ею
энергіи движенія. Когда движеніе воды прекратится, уровень воды въ *B* бу-
детъ выше уровня въ *A*; благодаря этому вода устремится обратно и все,
что только что было сказано, повторится въ обратную сторону, но уже въ
значительно более слабой степенн, такъ что после несколькихъ колебаній
воды въ ту и другую сторону, движеніе окончателно прекратится. Въ
электричестве подобныя явленія
называются колебательными раз-
рядами; съ ними мы встретимся
при обзорѣ удивительныхъ откры-
тій нашего времени.

Мы задержались несколько
на разсмотрѣніи явленій потока
воды, темъ скорее зато читатель
составитъ себѣ наглядное пред-
ставленіе о весьма трудно пони-
маемыхъ явленіяхъ переменнаго
тока. Выше мы говорили, что
токъ, огибающій железный стер-
жень, намагничиваетъ его, иными
словами, вызываетъ появленіе въ



И- Полученіе тока посредствомъ индукціи.

немъ пучка силовыхъ линій. При колебаніяхъ силы тока изменяется и
число линій въ пучкѣ. Затемъ было сказано, что пучекъ силовыхъ линій,
изменяясь въ числѣ линій, возбуждаетъ въ окружающемъ его кольцеобраз-
номъ проводникѣ появленіе электродвижущей силы. Предположимъ, что мы
насадили на железный стержень две катушки (фиг. 14) и пропускаемъ че-
резъ одну изъ нихъ токъ, съ изменяющейся въ ту и другую сторону силою
тока, очевидно, что вызванное колебаніе въ числѣ силовыхъ линій, возбу-
дить въ другой катушкѣ электродвижущую силу или токъ, если последняя
замкнута. При этомъ имѣетъ мѣсто следующее правило: усиленіе тока въ
первой катушкѣ вызываетъ во второй катушкѣ появленіе тока, огибаю-
щаго стержень въ направленіи обратномъ направленію перваго тока, или,
назвавъ для краткости возбуждающій токъ первичнымъ, возбужденный вто-
ричнымъ, мы выскажемъ предыдущее правило такъ: первичный токъ,
при возрастаніи своей силы, вызываетъ вторичный токъ обрат-
наго направленія, при уменьшеніи же своей силы — вызываетъ
вторичный токъ одинаковаго съ нимъ направленія. Явленіе это
носитъ названіе „индукціи“ тока.

Когда первая катушка, представляющая сама проводникъ, обхватываю-
щій стержень, вызываетъ появленіе изменяющагося числа магнитныхъ сило-
выхъ линій, то эти измененія пучка должны, очевидно, оказывать обратное
вліяніе на катушку; — татсимъ образомъ, мы приходимъ къ понятію о са-
моиндукціи, выражающейся въ следующемъ: если сила тока въ катушкѣ уве-
личивается, то, вследствие самоиндукціи, она вызываетъ въ виткахъ той же

катушки появление электродвижущей силы, которая должна иметь направление обратное направлению возбуждающей ток силы; кроме того она должна быть меньше последней, ибо в противном случае возбуждающий ток был бы сменён, индуцированным током обратного направления, последний же в свою очередь заменился бы другим противоположным и т. д., т. е. в катушке никогда не мог бы установиться ток постоянного направления. Так как постоянный ток в оборотах образоваться может, то очевидно, что электродвижущая сила самоиндукции должна быть меньше электродвижущей силы тока, вызывающего самоиндукцию, имея же направление обратное, она уменьшает последнюю.

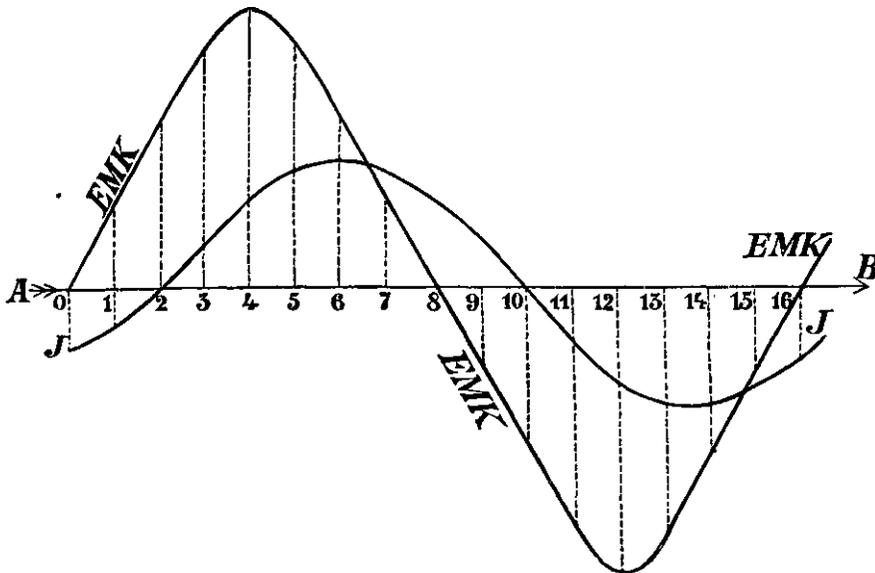
Если в катушке начинать действовать постепенно возрастающая электродвижущая сила, то возникающий при этом электрический ток будет также возрастать, но его возрастание будет постоянно задерживаться явлением самоиндукции; благодаря самоиндукции возрастание тока будет сопровождаться появлением в катушке обратной электродвигательной силы, которая будет уменьшать силу образующегося тока сравнительно с той его величиной, которая должна была бы соответствовать действующей в данный момент в катушке электродвигательной силе. В катушке может установиться ток, сила которого вполне соответствует действующей электродвигательной силе лишь после того, как эта электродвижущая сила останется хотя некоторое время постоянной, а стало быть когда изменение силы тока прекратится и явление самоиндукции исчезнет. Здесь мы встречаем полную аналогию с тем, что имели выше для потока жидкости. Там, как и здесь, при возрастании давления сила тока не могла делаться тотчас соответствующей давлению, чем нарушается закон Ома.

Если после достижения током полной силы, уменьшить электродвижущую силу, то сила тока тоже начнет уменьшаться, но вызываемое этим уменьшение числа силовых линий создаёт в катушке электродвижущую силу самоиндукции одинакового направления с током. К имеющейся налицо электродвижущей силе присоединяется еще другая сила, стремящаяся увеличить силу тока или, вернее сказать, препятствующая ослаблению тока. Сила тока не может вполне следовать за изменением электродвижущей силы, и как раньше она не могла сразу достичь должной величины, так теперь она не в состоянии уменьшиться сразу на соответствующую величину. И в этом случае закон Ома нарушается и сила тока, не поспевая за изменением электродвижущей силы при ее возрастании, не поспевает за нею и при ее убывании. Аналогия с описанными уже явлениями водяного тока оказывается полной, особенно если вспомнить, что усиливающийся ток, согласно вышеизложенным законам магнетизма, должен вызывать появление такого числа силовых линий, которое соответствует его усилению. Возбуждение силовых линий поглощает запас энергии, потому что силовые линии или магнетизм представляет лишь один из видов энергии. Как мы видели выше, увеличение силы жидкого потока так же требовало поглощения энергии для усиления движения воды; мы видим так же образом, что и водяной поток, и электрический ток в катушке должны обладать некоторым запасом энергии зависящим от силы тока. Этот запас должен увеличиваться с увеличением силы тока, и должен накапливаться постепенно; с другой стороны накопленное количество энергии препятствует мгновенному уменьшению силы тока, и допускает лишь постепенное его уменьшение. Вот причина отставания изменений силы тока от соответственных изменений возбуждающего ток давления, имеющего место и для электрического тока.

Разсматривая явления переменного электрического тока, мы видели, что колебания давления вызывают соответственные колебания силы тока, но пер-

вья колебания не совпадаютъ со вторыми, когда переменный токъ проходитъ по катушке съ самоиндукцией:—колебания силы тока, благодаря воздействию самоиндукции, определеннымъ образомъ отстають отъ колебаний напряжения.

Наглядно ходъ явления можно представить следующимъ образомъ. Представимъ себе (рис. 15), что точка движется съ постоянною скоростью по линии AB въ направлении отъ A къ B . Въ какой либо моментъ точка проходить черезъ нуль, черезъ $\frac{2}{100}$ секунды—черезъ 1, еще черезъ $\frac{1}{100}$ секунды—черезъ 2 и т. д. Величину побуждающаго давления, для каждаго момента будемъ изображать перпендикулярами, возстановляемыми въ соответствующихъ точкахъ къ линии AB , при чемъ давления, направленные въ одну сторону, будемъ изображать линиями, идущими вверхъ, давления, направленные въ обратную сторону, — линиями, идущими внизъ. Тогда ходъ изменения давления изобразится волнистой линией EMK . Также точно мы

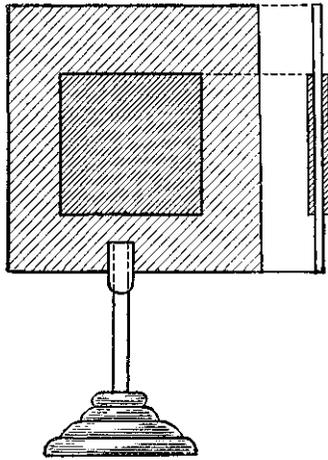


поступимъ и относительно силы тока: изображая величину ея для каждаго момента такъ называемыми въ математике „ординатами“, получимъ другую волнистую линию J . Такъ какъ, вследствие влияния самоиндукции, сила

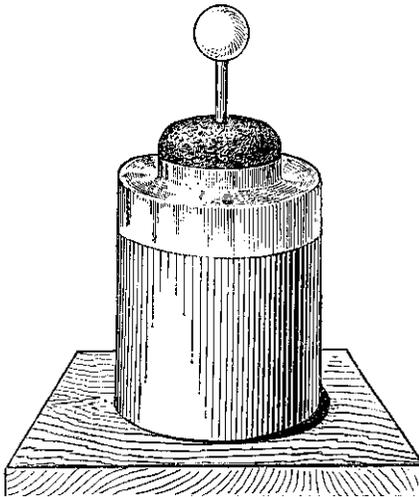
тока все время отстаётъ въ своихъ измененияхъ отъ напряжения, то конечно она проходитъ черезъ нуль позднее последней и позднее достигаетъ своихъ наибольшихъ значений, а потому кривая J идетъ сдвинутой относительно волны напряжения EMK .

15. Сдвигъ фазъ.

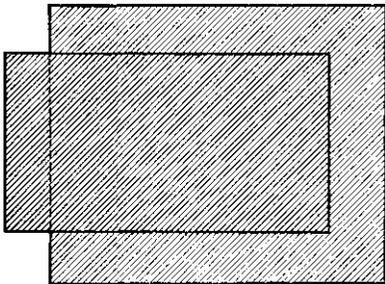
Явления водяного потока (аппаратъ на рис. 13), получившися благодаря присутствию резервуаровъ, имеютъ место и для электрическаго тока. Хранилищемъ электричества при этомъ можетъ служить каждый изолированный проводникъ, только въ случае простаго проводника емкость его, сравнительно съ количествомъ электричества, увлекаемаго токомъ, чрезвычайно мала.



16. Простейшая форма конденсатора.



17 Лейденская банка.



18 Устройство конденсаторной пластины.

Этот положительный заряд, иными словами избыток давления в теле, стремится уравновеситься с отрицательным зарядом и если мы соединим оба тела проволокой, то тотчас произойдет уравнивание давлений, которое проявится в проволоке в виде тока. Система двух тел представляет из себя как-бы приспособление для накопления электрической энергии. Конечно, накопление является весьма несовершенным, ибо емкость системы мала; для того чтобы ее увеличить значительно, следует устроить так, чтобы возможно большие площадки заряжающихся тел были по возможности сближены, потому что при этом емкость обоих тел увеличивается. Чтобы снабдить тело наибольшею поверхностью при одинаковом весе, мы превратим его в лист, и чтобы сближить таких два листа возможно теснее, мы расположим их по обе стороны весьма тонкой пластинки изолятора. Таков принцип электрических конденсаторов. Простейший вид подобного конденсатора состоит из стеклянной пластинки, оклеенной с обеих сторон оловянной фольгой, причем оставляется незаклеенным край пластины, чтобы совершенно изолировать один листик от другого (рис. 16). Этот простой прибор известен под названием Франклинова листа. То же самое мы имеем в так называемых лейденских банках, которые состоят из цилиндрического стеклянного сосуда, оклеенного внутри и снаружи, за исключением лишь верхнего края сосуда, оловянной фольгой (рис. 17). Оба прибора употребляются в тех случаях, когда разность давлений между изолированными проводниками (обкладками) бывает велика, например, около 1000 вольт. Когда работают при меньших разностях давлений, пользуются конденсатором иного устройства, который допускает пользование большими проводящими поверхностями, величиной в несколько квадратных метров, не делая всего прибора слишком громоздким. Для этого переслаивают фольговые листки с изолирующими листами из бумаги, пропитанной для улучшения изоляции парафином, или из слюды. Фольговые листки немного меньше промежуточных листов

изолятора и наложены такимъ образомъ, что оставляютъ съ трехъ сторонъ на изоляторе свободные края, съ четвертой же выступаютъ за изолирующій листъ (рис. 18). При накладывании листовъ устраиваютъ такъ, чтобы у 1, 3, 5 и т. д. листовъ выступающа части приходились по одну сторону, а у листовъ 2, 4, 6 и т. д. по другую, отъ изолирующихъ пластинъ и соединяютъ вместе 1, 3, 5 и т. д. выступающа части и особо 2, 4, 6 и т. д. части: при этомъ нечетные фольговые листки оказываются изолированными отъ четныхъ, и между двумя листками одного ряда будетъ расположенъ листокъ другого ряда (рис. 19). Такимъ путемъ достигается образование большой площади у обоихъ проводниковъ, и близость ихъ другъ къ другу, при обезпеченной изоляции. Если мы соединимъ источникъ тока съ обоими концами такого конденсатора, то произойдутъ такая же явления, какъ при пользовании аппаратомъ, изображеннымъ на рис. 13, а именно: пока давление возрастаетъ, токъ идетъ отъ одной обкладки къ другой, при убывании давления токъ изменяетъ направление. При пользовании переменнымъ токомъ произойдутъ точъ въ точъ те же явления, какъ и при применении аппарата, изображенного на рис. 13, т. е. изменения силы тока будутъ опережать изменения напряжения (давления); ясно, что, вводя въ цепь переменнаго тока конденсаторъ, мы можемъ уничтожить влияние самоиндукции и получить совпадение моментовъ переменнаго направления электровозбудительной силы и направления тока; это потому, что самоиндукция вызываетъ отставание, а конденсаторъ — упреждение тока относительно

электровозбудительной силы.

19. Листовой ил ато C_p р^{тм}чатый конден

Наконецъ конденсаторъ даетъ возможность получить колебательный разрядъ, подобный тому, съ которымъ мы ознакомились при пользовании водянымъ аппаратомъ (рис. 13). Положимъ, что мы зарядили нашъ конденсаторъ и отделили его отъ возбудителя тока. Соединимъ теперь обе обкладки проводникшъ, обладающимъ значительной самоиндукцией. Заряды конденсатора уравниются, т. е. возникнетъ токъ въ соединительномъ проводнике, напримеръ, проволочной катушке съ железнымъ стержнемъ внутри. Если сопротивление катушки достаточно мало, такъ что разрядъ можетъ произойти быстро и сила выравняющаго тока значительна, то этотъ токъ вызоветъ появление некотораго числа силовыхъ линий. Если при дальнейшемъ разряжении сила тока уменьшится настолько, что не будетъ уже въ состоянии вызывать прежняго числа силовыхъ линий, то число ихъ будетъ уменьшаться, и при этомъ (какъ было сказано выше) будетъ возникать добавочный токъ. Если первоначально сила тока была велика и, следовательно, пучекъ силовыхъ линий былъ значителенъ, то, при быстромъ уменьшении первой, добавочный токъ сделаетъ разрядъ более продолжительнымъ, чемъ то необходимо для восстановления равновесия. Какъ въ нашемъ водяномъ аппарате, здесь появится новая разность уровней, такъ что обкладка, на которой первоначально наблюдалось меньшее давление, теперь будетъ испытывать избытокъ давления. Избытокъ давления снова вызоветъ разрядъ, но уже въ противоположную сторону и сказанное явление повторится, какъ и въ водяномъ аппарате, еще несколько разъ. Между гидравлическимъ и электрическимъ аппаратомъ замечается различие лишь въ томъ, что въ последнемъ колебания следуютъ другъ за другомъ несравненно чаще, чемъ въ первомъ.

О томъ значении, которое приобрели электрическия колебания въ последние годы, бы будемъ говорить ниже.

Получение электрического тока.

Гальванические элементы.

Предварительныя понятия. Прежние способы получения тока. Постоянные элементы. Элементъ Даниеля и его видоизменения. Элементъ Грове. Элементъ Бунзена. Элементъ съ хромовой кислотою. Элементы для слабыхъ токовъ. Элементъ Мейдингера. Элементъ Калло. Элементъ Лекланше и его видоизменения. Сухие элементы. Газовые элементы. Термоэлектрические элементы. Соединение элементовъ въ батарееи.



Изь всехъ формъ энергии, которыя мы знаемъ, съ электричествомъ познакомились позже всехъ, и это произошло оттого, что оно не является въ природе въ форме, удобной для применения и не можетъ быть легко получено. Теплоту человекъ знаетъ съ незапамятныхъ временъ, но ему было легко ее получать съ техъ поръ, какъ онъ научился добывать огонь, а вместе съ темъ и искусственный светъ. Механическую силу онъ также зналъ давно въ форме мускульной силы, своей и домашнихъ живот-

ныхъ. Съ практической химией человекъ познакомился очень рано, и даже

сравнительно уже давно — съ некоторыми применениями магнетизма, напр. въ форме компаса. Только сила, проявляющаяся въ форме молнии, сделалась ему жвестной очень недавно, несмотря на то, что молнию онъ виделъ гораздо раньше, чемъ успелъ добыть огонь; кроме того эта форма энергии, въ противоположность всемъ остальнымъ формамъ, применение которыхъ было известно гораздо раньше, чемъ наука исследовала ихъ свойства, сделалась достояниемъ промышленности только благодаря содействию ученыхъ и исследователей. Это редкий случай въ истории культуры, такъ какъ большая часть ея приобретений делалась раньше достояниемъ практики, чемъ науки. Но это не должно насъ удивлять, такъ какъ мы видели, что практика не могла получать электричество въ форме удобной для применений, потому человеку никогда и не приходило въ голову подчинить его своей власти. Теперь намъ кажется очень простымъ деломъ поместить въ соленую воду цинковую и медную пластинки и соединить ихъ проволокою; но если предположить, что человеку приходилось получать такую комбинацию, то неизвестно еще, удавалось ли ему заметить, что проволока при этомъ нагревается. Вероятность этого настолько мала, что мы можемъ утверждать, что этого не было. Вероятность того, что человеку когда либо приходило въ голову обернуть этой соединительной проволокой кусокъ железа такимъ образомъ,

чтобы ток обегал его, не уклоняясь от своего пути и делал его магнитнымъ, еще гораздо меньше. Такъ что, хотя условия возникновения тока просты, темъ не менее случайное совпадение всехъ этихъ условий можно считать почти невероятнымъ. Даже китайцы, — народъ, который сделалъ много изобретений оцупью, не знали ни тока, ни его действий. Действия электричества, получаемаго трениемъ, были известны уже тысячелетия тому назадъ, но неприменимость къ практике этой формы электрической энергии делала то, что эти явления играли роль курьеза, не имея никакого практического значения.

Изъ сказаннаго выше видно, что сведения объ электричестве и его применении могли начать свое развитие только тогда, когда явился надежный способъ получать электрический токъ, и наша новейшая электротехника ведетъ свое начало отъ Вольты, который при помощи перваго прибора для получения тока далъ возможность изучить законы тока и применить эти законы къ практическимъ целямъ.

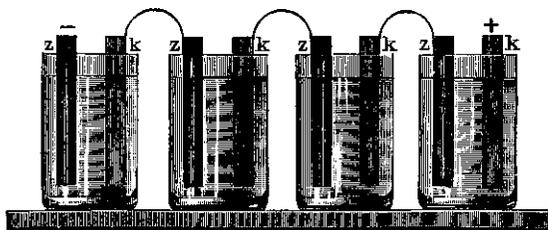
Какъ указано на стр. 8, различныя формы энергии могутъ переходить одна въ другую, и если мы желаемъ получить электрическую энергию, то мы должны превратить въ нее какую нибудь другую подходящую форму. Получение электричества, следовательно, есть ничто иное, какъ превращение энергии изъ одного вида въ другой, а его техника направлена въ тому, чтобы производить это превращение наилучшимъ способомъ.

Первые источники тока были основаны на превращении химической энергии въ электрическую. Мы знаемъ, что ИИри химическихъ соединенияхъ энергия делается свободною и, наоборотъ, при разложении такихъ соединений энергия поглощается. Въ большинстве случаевъ освобождающаяся энергия является въ форме теплоты, а частью, какъ напр. при взрывчатыхъ веществахъ, — въ форме механической энергии. При некоторыхъ условияхъ освобождающаяся энергия принимаетъ форму электрическаго тока, а именно тогда, когда оба соединяющияся вещества проводятъ электричество и расположены такъ, что и вне ихъ токъ можетъ идти отъ одного вещества къ другому.

Проще всего вышолняются эти условия, если погрузить стержень или пластинку изъ какого либо металла въ жидкость, действующую химически на металлъ. Химическая энергия, освобождающаяся при соединении металла съ веществомъ жидкости, имеетъ стремление превратиться въ электрическую. Чтобы это осуществилось, необходимо дать возможность последней пройти вне соединяющихся веществъ, такъ чтобы путь ея былъ зашпутьш. Если мы поместимъ цинковый стержень въ разбавленную серную кислоту, которал действуетъ на него и даетъ сернокислый цинкъ, и соединимъ затемъ конецъ цинка, выступающй изъ жидкости, при помощи проволоки съ этой жидкостью, то мы устроимъ такой замкнутый путь. Въ такой форме, однако, приспособление оказывается недостаточнымъ, такъ какъ при этомъ превращение химической энергии въ электрическую затрудняется некоторыми обстоятельствами, на которыхъ мы не можемъ здесь останавливаться. Но мы можемъ значительную часть химической энергии превратить въ электрическую, если мы погрузимъ въ жидкость кроме цинковой еще другую пластинку какого либо металла, напр., изъ меди, и соединимъ ихъ проволокой. Здесь серная кислота не действуетъ на медь и не выделяетъ вовсе энергии, но темъ не менее, медь играетъ при этомъ двойную роль, такъ какъ она проводитъ токъ изъ проволоки въ жидкость, и кроме того, что более важно, въ связи съ цинковой пластинкой содействуетъ переходу химической энергии въ электрическую.

Прежние способы получения тока. Такая комбинация даетъ намъ простейшее средство получать электрический токъ при помощи химическаго деы-

ствия и вместе съ темъ это есть наиболее старое средство, предложенное Вольтой въ 1800 г. Рис. 20 даетъ понятие о соответственномъ приборе. Цинковая и медная пластинки помещены параллельно другъ другу въ стакане, наполненномъ приблизительно до $\frac{2}{3}$ разбавленной серной кислотой



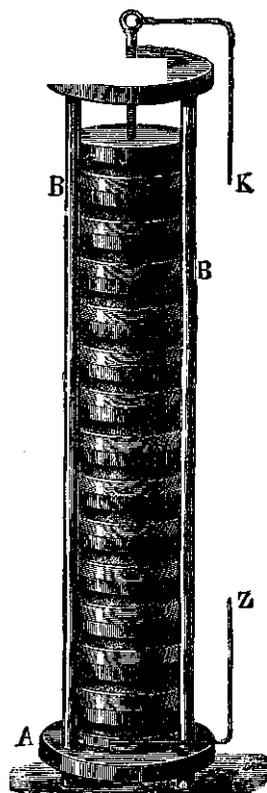
20. Элементы Вольты въ форме банокъ.

(9 частей воды на 1 часть серной кислоты). Если соединить выступающие изъ жидкости концы пластинокъ проволокой, то по этой последней пойдетъ электрический токъ. Въ проволоке токъ направлень отъ меди къ цинку, а въ жидкости отъ цинка къ меди, такъ что онъ проходитъ по замкнутому

пути.

Поэтому мы можемъ сказать, что действие элемента заключается въ томъ, что онъ заставляетъ электричество двигаться по замкнутому пути. Элементъ, следовательно, действуетъ подобно насосу (рис. 1), который прогоняетъ воду по трубе и всасываетъ ее снова изъ другого конца трубы, такъ что вода непрерывно

движется по круговому пути черезъ трубу и насосъ. Вышеописанное приспособление называется „гальваническимъ элементомъ“; отдельные части его точно также получили особья названия, и такъ какъ эти названия применяются и къ другимъ приборамъ, служащимъ для получения электричества, то мы должны на нихъ остановиться. Концы обеихъ металлическихъ пластинокъ, къ которымъ присоединяется соединительная проволока, называются полюсами элемента; полюсъ медной пластинки называется положительнымъ, а цинковой—отрицательнымъ. Токъ следовательно идетъ черезъ проволоку отъ положительнаго полюса къ отрицательному. Когда мы будемъ впоследствии разсматривать другие источники тока, мы будемъ подобнымъ же образомъ называть положительнымъ полюсомъ ту часть, откуда токъ выходитъ и отрицательнымъ ту часть, куда токъ входитъ.



21. ВОЛЬТОВЪ СТОЛБЪ.

Цинковую и медную пластины называютъ „электродами“; это название намъ придется часто употреблять при описании и другихъ приборовъ. Проволока, соединяющая полюсы и образующая внешнюю часть пути тока, носитъ название внешней цепи въ отличие отъ внутренней, составляющей часть пути въ элементе.

Вместе съ описаннымъ элементомъ, имеющимъ форму банки, Вольта предложилъ другую форму, которая часто употреблялась физиками въ начале нашего столетия и теперь еще часто встречается въ физическихъ кабинетахъ ради ея историческаго значенія. Это такъ называемый вольтовъ столбъ, изображенный на рис. 21. На деревянной подставке укреплено три стеклянныхъ стержня, связанныхъ сверху вторымъ деревяннымъ кружкомъ. Между этими стержнями помещены электроды въ виде круглыхъ пластинокъ, положенныхъ одна на другую, и притомъ такъ, что на деревянной подставке лежитъ

цинковая пластинка, на ней суконный кружок, смоченный разбавленной серной Ишслотой, затемъ жедная пластинка, затемъ опять цинковая пластинка, суконный кружокъ, медная пластинка и т. д. Первая цинковая пластинка съ медной образуютъ первый элементъ, вторая пара пластинокъ — второй и т. д. Такъ какъ медная пластинка перваго элемента соприкасается съ цинкомъ втораго, то оба эти элемента, какъ и все остальные, связаны между собою такимъ образомъ, что действие ихъ складывается; говоря о составлении батарей, мы объяснимъ это подробнее. Соприкасающіяся медная и цинковая пластинки могутъ быть для удобства спаяны между собою. Сверху находится медная пластинка, соединяемая съ внешнею цепью либо при помощи нажимающаго на нее винта, либо, подобно нижней цинковой пластинке, при помощи припаянной проволоки. Вместо медныхъ кружковъ можно употреблять серебряные, золотые или платиновые. Физики въ былыя времена часто употребляли все свои сбережения въ серебряныхъ монетахъ для вольтовыхъ столбовъ. Суконные кружки служатъ только для задержания жидкости.

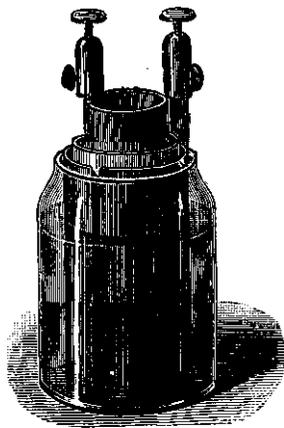
Постоянные элементы. Все старыя элементы имели тотъ недостатокъ, что ихъ действие было непродолжительно. Они въ начале действовали очень сильно въ течение несколькихъ минутъ, но затемъ быстро ослабевали, и это было причиной, почему действия электрическаго тока оставались такъ долго безъ пракческаго применения. Поэтому, напр., и телеграфное дело было немислжмо при употреблении вольтова столба, такъ какъ слишкомъ часто прииплось бы менять ослабевшяе столбы и ихъ чистить. Такъ какъ применение тока получило практическое значение съ изобретениемъ электрическаго телеграфа, то съ этого времени явилась необходимость усовершенствовать способы получения тока и, следовательно, улучшить гальванические элементы. Мы здѣсь опять видимъ, какъ тесно связано развитие электротехники съ техникой получения тока.

Прежде всего удалось сделать небольшое, но важное усовершенствование темъ, что стали амальгамировать цинкъ, т. е., приводя въ соприкосновение съ ртутью, покрывать его слоемъ раствора цинка въ ртути. Кемпъ уже въ 1828 г. показалъ, что такая цинковая амальгама въ элементѣ действуетъ совершенно такъ жѣ, какъ цинкъ, но съ тою разницею, что, когда элементъ не работаетъ, т. е. когда изъ него не получаютъ тока, разбавленная серная кислота не соединяется съ цинкомъ, а въ 1830 г. Старджояъ предложилъ употреблять въ элементахъ вместо цинковыхъ пластинокъ такяе амальгамированныя цинковыя электроды. При этомъ, во-первыхъ, не было неизриводительной траты цинка, а во-вторыхъ, это нововведение вовсе не вело къ ослаблению элемента. Это показалъ Даниэль и несколько летъ спустя, именно въ 1838 г., построилъ свой замечательный элементъ.

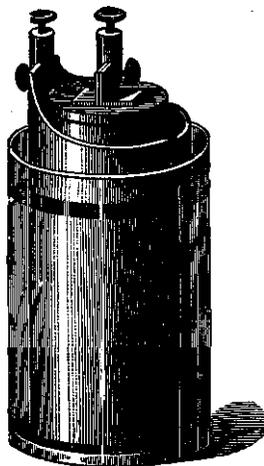
Чтобы объяснить устройство, действие и свойства этого элемента, мы должны воспользоваться выводами одной изъ последующихъ главъ. Мы дальше увидимъ, что токъ при своемъ прохождении разлагаетъ сложныя жидкости. Это происходитъ и въ элементѣ, где токъ проходитъ отъ цинка къ меди чрезъ серную кислоту, разбавленную водой. Здѣсь серная кислота распадается на водородъ и кислотный остатокъ, который тотчасъ же соединяется съ цинкомъ, а водородъ, выделяющяися на медной пластинке, покрываетъ его пузырьками газа, которые не только препятствуютъ хорошему прикосновению меди съ жидкостью, но и вызываютъ въ элементѣ токъ противоположнаго направления. Эти явления, называемыя поляризацией, коиечно значительно ослабляютъ действие элемента. Устранить вредное влияние водорода удалось Даниэлю при помощи гениальнаго приспособления. Цель послѣдняго заключается въ томъ, чтобы заставить освобождающяися водородъ соединяться съ другимъ веществомъ и не давать ему возможности появиться въ свободномъ состоянни. Для этого Даниэль поместилъ цинковый и медный электроды

въ различные жидкости, а именно, первый — въ разбавленную серную кислоту, а второй — въ растворъ меднаго купороса. Медный купоросъ разлагается токомъ, при чемъ медь делается свободною и отлагается на медномъ электроде, а HO , что остается отъ меднаго купороса после выделения изъ него меди, соединяется съ водородомъ, освобождаящимся изъ серной кислоты, вновь образуя серную кислоту. Чтобы обе жидкости не смешивались, Даниэль разделилъ ихъ пористой перегородкой, которая, препятствуя быстрому смешению жидкостей, не задерживаетъ тока, свободно проходящаго по жидкости, заполняющей тонкия поры перегородки.

Элементъ Даниэля изображенъ на рис. 22. Въ стеклянномъ сосуде помещена медная пластинка, согнутая въ цилиндръ; внутри ея находится глиняный цилиндрический сосудъ съ пористыми стенками. Въ глиняномъ цилиндре помещается цинковый цилиндръ. Пространство между стенками стекляннаго сосуда и глинянымъ цилиндромъ наполняется растворомъ меднаго купороса, а пористый сосудъ — разбавленной серной кислотой. Дей-



22. Элементъ Даниэля.



23. Элементъ Грове.



24. Платиновый электродъ элемента Грове.

ствии элемента сопровождается уменьшениемъ содержания меднаго купороса въ растворе, — поэтому необходимо время отъ времени возобновлять его; это проще всего можно сделать, положивъ въ расгворъ несколько куековъ меднаго куйороса, которые, по мере надобности, будутъ растворяться и поддерживать растворъ въ насыщенномъ состояннн.

Элементъ Даниэля имеетъ много видоизмененнй, но все они могутъ быть сведены къ основной формѣ, данной Даниэлемъ. Некоторыя изъ нихъ, которыя отличаются отсутствиемъ пористой перегородки, мы опишемъ ниже, когда будемъ говорить объ элементахъ, дающихъ слабыя токи.

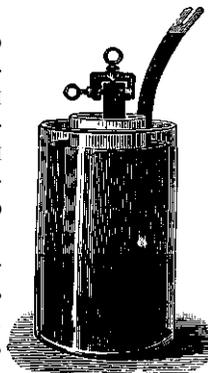
Когда научились устранять недостатки старыхъ элементовъ, то появилось безчисленное множество новыхъ, и какъ десять летъ тому назадъ, каждый добросовестный ялектротехникъ, чтобы быть признаннымъ, изобреталъ хоть одну дуговую лампу, или микрофонъ, такъ тридцать летъ тому назадъ всякий, занимавшнйся электричествомъ, считалъ деломъ чести изобрести новый элементъ. Какъ на курьезъ, укажемъ на то, что и Людвнкъ Бонапартъ, въ послѣдствнн императоръ Наполеонъ III, изобрелъ два новыхъ элемента, обладающихъ некоторою оригинальностью. Конечно, намъ незачемъ здѣсь разсматривать сотни различныхъ видовъ элементовъ, — ихъ можетъ быть существовать и тысячи; мы удовольствуемся темъ, что опишемъ те изъ нихъ, ко-

торые имели значение для развития электротехники или имеют его и до настоящего времени.

Элементъ Грове. Элементъ Даниэля обладает однимъ недостаткомъ. Токъ, проходящий въ немъ, долженъ разлагать медный купоросъ, что нужно для поглощения водорода. Но разложение жидкостей требуетъ некоторой работы со стороны тока, а поэтому некоторая часть электрической энергии, получаемой въ элементе, тратится на разложение меднаго купороса. Это обстоятельство заставило обратиться къ другимъ веществамъ, которыя бы могли окислять водородъ, образуя воду, и англичанинъ Грове предложилъ азотную кислоту, какъ вещество, вполне пригодное для этой цели. Грове не могъ, конечно, употреблять медь въ своемъ элементе, такъ какъ азотная кислота действуетъ на большшество металловъ; пришлось ограничить выборъ золотомъ и платиною; платина более удобна, какъ металлъ более ИИрочнИлий.

Устройствомъ элемента Грове, изобретеннаго въ 1838 году, по своей сущности одинаково съ устройствомъ элемента Даниэля; разница заключается только въ томъ, что медь въ немъ заменена платиной, а растворъ меднаго купороса — азотной кислотой.

Платина вследствие своей дороговизны обыкновенно употребляется въ форме тонкихъ пластинокъ, и для прочности устройства элемента ее сгибаютъ въ форме буквы S и прикрепляютъ къ фарфоровой крышке, прикрывающей глиняный цилиндръ; къ этой крышке платиновый листокъ присоединяется при помощи медныхъ или латунныхъ пластинокъ. При такомъ устройстве можно прочно присоединить къ платиновому электроду зажимъ, не боясь его попортить. Фарфоровая крышка служитъ между прочимъ и для того, чтобы не пропускать изъ глинянаго цилиндра вредные пары азотной кислоты. Описанное приспособление изображено на рис. 24. Цинкъ помещается, какъ и въ элементе Даниэля, въ разбавленной серной кислоте. Азотная кислота отдаетъ своего



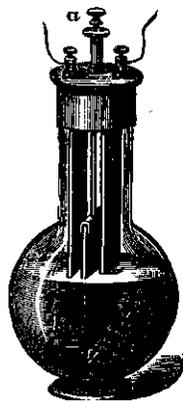
кислорода окислять водородъ, выделяющийся у платинового электрода, и даетъ воду. Вследствие этого она конечно делается слабее и, при некоторой степени разбавления кислоты, действие ея прекращается. Она уступаетъ медному купоросу темъ, что не можетъ такъ легко возобновляться въ элементе, какъ последний, но за то действие элемента Грове, на основании сказаннаго выше, значительно сильнее действия элемента Даниэля. Въ то время какъ электродвижущая сила послѣдняго лишь немногимъ больше 1 вольты, въ элементе Грове она въ среднемъ равна 1,55 вольты.

Элементъ Бунзена. Уже раньше было известно, что уголь можетъ вполне удачно заменять въ элементе платину, и еще Грове пытался пользоваться этимъ веществомъ вместо дорогой платины. Но древесный уголь, который былъ тогда естественной формой углерода, применимой къ подобнымъ целямъ, не годился вследствие своей пористости. Въ это время известный немецкий химикъ Бунзенъ нашелъ средство приготовить особый очень плотный уголь и заменилъ имъ платину въ своемъ элементе. Мы скажемъ ниже о способе приготовления такого угля, теперь же только заметимъ, что столь плотный уголь, или даже еще плотнее, осаждается на нагретыхъ стенкахъ газрвыхъ ретортъ; этотъ последний вполне применимъ для элементовъ, такъ какъ его можно распиливать и шлифовать. Этотъ „побочный продуктъ ретортъ“, какъ увидимъ, представляетъ важный материалъ для электротехники и образуетъ ценный побочный продуктъ газоваго производства.

Элементъ Бунзена похожъ по своему устройству на элементъ Грове, но первоначально (1842 г.) Бунзень поместилъ уголь вне пористаго сосуда, придавъ ему форму цилиндра; это расположение изменилъ Аршеро, который далъ углю призматическую форму и поместилъ его въ пористый сосудъ. Въ томъ и другомъ случае, конечно, уголь погружался въ азотную кислоту, а динкъ — въ разбавленную серную кислоту. Этотъ элементъ въ окончательной своей форме представленъ на рис. 25.

Элементъ Бунзена нашелъ обширное применение. Имъ не только въ лабораторияхъ, но и въ гальванотехнике пользовались очень охотно, несмотря на некоторое неудобство, сопряженное съ его употреблениемъ; последнее заключается въ томъ, что этотъ элементъ выделяетъ неприятные и вредные пары азотной кислоты.

До техъ поръ, пока были вынуждены пользоваться элементомъ въ качестве возбудителя тока, должны были мириться съ этими недостатками, стараясь сделать ихъ безвредными осторожнымъ обращениемъ.



Элементы съ хромовой кислотой. Въ томъ же 1842 году, когда появился элементъ Бунзена, упомянутый недостатокъ этого элемента удалось устранить известному физику Поггендорфу, которому мы многимъ обязаны въ развитии учения объ электричестве; онъ заменилъ азотную кислоту хромовой, которая точно также обладаетъ способностью окислять образующийся водородъ. Но получение чистой хромовой кислоты дорого; поэтому Поггендорфъ употреблялъ растворъ двуххромокислаго кали, къ которому ИЙодливаль серной кислоты. Химическия явления, происходящая въ такой жидкости, довольно сложны; достаточно поэтому только сказать, что серная кислота разлагаетъ двуххромокислое кали и даетъ свободную хромовую кислоту; при действии элемента хромовая кислота теряетъ часть своего кислорода, который соединяется съ водородомъ.

Элементы съ хромовой жидкостью отличаются отъ эле-
 26 элементъ Грене. ментовъ Грове и Бунзена темъ, что не даютъ запаха; они даютъ напряжение на своихъ полюсахъ не меньше элементовъ Грове и Бунзена. Но съ другой стороны действие ихъ не отличается таки-мъ постоянствомъ, какъ у последнихъ, хотя во многихъ случаяхъ этотъ недостатокъ незначителенъ и вполне вознаграждается отсутствиемъ вредныхъ паровъ. Они обладаютъ еще однимъ удобствомъ: въ нихъ можно совсемъ устранить глиняный цилиндръ и поместить цинкъ въ одну жидкость съ углемъ. Это обстоятельство очень важно, такъ какъ оно облегчаетъ „собираение“ элемента и его чистку. Такимъ образомъ употребление хромовой жидкости дало новое направление устройству гальваническихъ элементовъ и мы опишемъ здесь некоторые элементы такой конструкции, получившие практическое применение. Предварительно следуетъ только заметить, что хромовая жидкость действуетъ на цинкъ и тогда, когда элементъ не замкнутъ и поэтому, чтобы не происходило непроизводительной потери цинка, подобные элементы устраиваются такъ, чтобы щипкъ легко можно удалять изъ жидкости во время бездействия элемента.

Подобное приспособление устроилъ въ своемъ элементе Грене въ 1856 г. (рис. 26). Элементъ имеетъ видъ расширяющагося книзу стекляннаго сосуда, снабженнаго деревянной крышшей. Къ последней прикреплены две угольные пластинки, помещенныя параллельно на небольшомъ разстоянии другъ отъ друга, и соединены металлически съ однимъ изъ зажимовъ, находящихся на крышке. Въ центре крышки находится жеталлическая шейка, въ которой скользить вверхъ и внизъ латунный стержень. Къ последнему

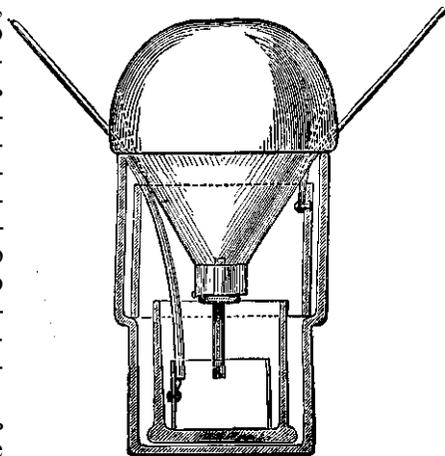
прикреплена цинковая пластинка, которая помещается в пространстве между углями. Металлическая шейка соединена со вторым зажимом и снабжена сверху винтом, которым можно закреплять латунный стержень и цинковую пластинку во всяком положении.

Сосудь наполняется хромовою жидкостью настолько, чтобы поднятый динкь ея не касался. Для того чтобы заставить элементъ действовать, достаточно только опустить стержень на столько, чтобы цинкъ погрузился въ жидкость. Такая конструкция очень удобна, такъ какъ позволяетъ иметь элементъ подъ рукой всегда готовымъ къ действию.

Элементы для слабыхъ токовъ. Мы перейдемъ теперь къ элементамъ, предназначеннымъ для слабыхъ токовъ, нагаедшимъ себе применение въ телеграфномъ деле. Телеграфные техники уже давно стремились получить элементъ, который былъ бы по возможности дешевле, не сложенъ и надеженъ въ употреблении, но какъ ни простъ кажется теперь этотъ вопросъ, много летъ прошло, пока удалось изобрести источникъ тока, вполне пригодный для телеграфнаго дела. Въ начале часто пользовались описаннымъ выше элементомъ Вольта, усовершенствованнымъ Сми, затемъ элементомъ Даниэля. старались усовершенствовать соответственными изменениями прекрасныя качества этого элемента. Такимъ образомъ изъ него получилось множество типовъ элементовъ для слабыхъ токовъ, изъ которыхъ мы здесь опишемъ только важнейшие и наиболее совершенные.

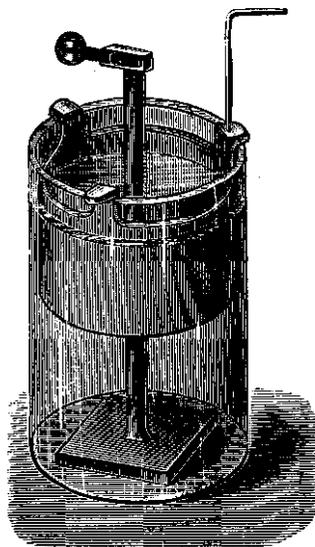
Элементъ Мейдингера. Элементъ Даниэля въ описанной нами форме не совсемъ удобенъ для употреблення въ телеграфной технике, такъ какъ хрупкий пористый сосудъ, необходимость возобновлять растворъ меднаго купороса и т. п. затрудняютъ обращение съ этимъ элементомъ.

Въ 1858 году Мейдингеру, профессору въ Карльсруэ, удалось устранить пористый сосудъ при помощи остроумной идеи. Онъ поместилъ цинковый электродъ надъ меднымъ и окружилъ первый такою жидкостью, которая легче раствора меднаго купороса и можетъ плавать на немъ подобно тому, какъ масло плаваетъ на воде. Такимъ образомъ жидкости могутъ не смешиваться и безъ пористой перегородки. Мы опишемъ здесь новую форму элемента, получившую особенное распространение. Верхняя часть цилиндрическаго стекляннаго сосуда несколько шире, чемъ нижняя его часть; такимъ образомъ въ месте расширения образованъ небольшош уступъ, на которомъ стоитъ цинковый цилиндръ. На дне этого сосуда стоитъ меньшшй стеклянный цилиндрический сосудъ, въ которомъ находится кольцо изъ медной пластинки; къ последнему припаяна изолированная гуттаперчей проволока, выходящая наружу и служащая полюсомъ элемента. На краяхъ большого сосуда помещенъ стеклянный баллонъ особой формы, обращенный горломъ внизъ; при помощи пробки въ него вставлена короткая трубка, нижний конецъ которой опускается немного ниже края меньшаго сосуда. Баллонъ наполняется кусками меднаго купороса, затемъ затыкаютъ его пробкой съ трубкой и помещаютъ въ большшй сосудъ элемента, какъ показывается рис. 27. Еще предъ этимъ элементъ наполняется растворомъ горькой (серномагнезиль-



27. Элементъ Мейдингера.

ной) соли. Эта жидкость вступает на несколько сантиметровъ внутрь баллона, встречаетъ тамъ медный купоросъ и растворяетъ его. Этотъ растворъ опускается въ меньшій сосудъ, покрываетъ собою медную пластинку и доходит до отверстия трубочки. До техъ поръ, Ююка растворъ меднаго



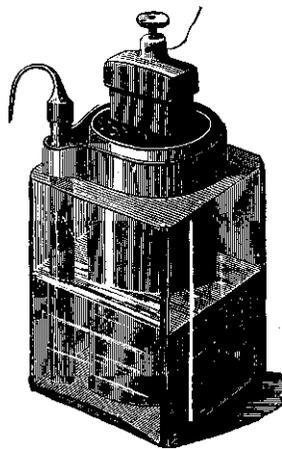
28. Элементъ Калло.

купороса въ сосуде остается насыщеннымъ, соль въ баллоне не растворяется. Но чуть только этотъ растворъ делается слабее, тотчасъ же более плотный насыщенный растворъ начнетъ опускаться по трубочке и замещаться ослабевшимъ, который, поднявшись въ баллонъ, снова насыщается. Такимъ образомъ происходитъ непрерывное и равномерное замещение потраченного купороса.

Образовавшаяся при получении тока серная кислота направляется къ цинку, где и образуется смесь воды съ серной кислотой, растворяющая цинкъ.

Элементъ Мейдингера незаменимъ въ техъ случаяхъ, где требуется непрерывный слабый токъ, такъ какъ онъ въ течение целыхъ месяцевъ даетъ токъ неизменной силы. Мы увидимъ ниже, что такие элементы употребляются при техъ телеграфныхъ аппаратахъ, где передача происходитъ не пропусканиемъ тока, а прерываниями его; здесь элементъ Мейдингера нашелъ себе наиболее важное применение.

Элементъ Калло. Въ 1861 г. Калло предложилъ свой упрощенный элементъ Мейдингера. Въ настоящее время элементъ Калло употребляется въ телеграфномъ деле преимущественно предъ другими элементами, и мы опишемъ здесь ту его модель, которая введена въ германскихъ телеграфныхъ учрежденияхъ. На верхнемъ краю стеклянной



29. Элементъ Лекланше. Старая форма.

банки виситъ при помощи трехъ крючковъ цинковый цилиндръ, достигающий почти до половины высоты банки (рис. 28). На дне банки лежитъ свинцовая пластинка, къ середине которой прикреплена свинцовый же стержень. На дно кладутъ слой кристалловъ меднаго купороса и наполняютъ сосудъ растворомъ цинковаго купороса. Свинцовый электродъ действуетъ также, какъ медный, только несколько слабее. Но это не вредитъ делу, такъ какъ медь при разложении меднаго купороса отлагается на свинце и покрываетъ его собою, такъ что онъ затемъ действуетъ уже, какъ медный электродъ. Благодаря своему большому удельному весу растворъ меднаго купороса остается на дне сосуда, и следуетъ только заботиться о томъ, чтобы онъ не коснулся цинковаго кольца. Само собой ИИонятно, что этотъ элементъ, какъ и вышеописанный, не долженъ подвергаться встряхиваньямъ, чтобы жидкости не смешивались.

Элементъ Лекланше и его видоизменения. Подобно элементу съ цинкомъ и медью, элементъ съ цинкомъ и углемъ претерпелъ различныя видоизменения сообразно съ требованиями телеграфии; одно изъ этихъ видоизменений получило весьма значительное распространение, это — элементъ съ

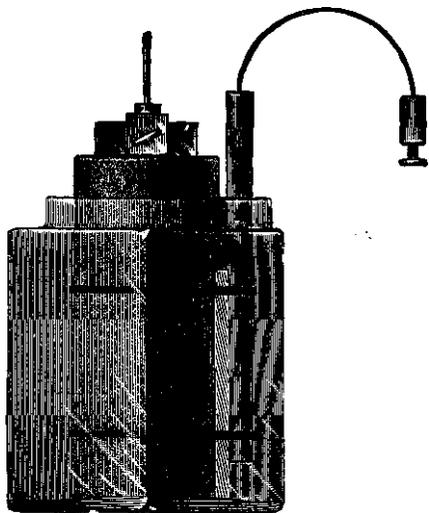
перекисью марганца, изобретенный французом Лекланше в 1868 г. Перекись марганца есть соединенье кислорода с марганцем, которое при известных условиях выделяет часть своего кислорода, и последний может быть употреблен на окисление водорода. Поэтому уже в 1843 г. Де-ла-Ривь предложил употреблять перекись марганца, как „деполяризатор“, т. е. как средство для устранения водорода, вызывающего в элементе поляризацию, но только Лекланше удалось устроить пригодный элемент подобнаго рода. Устройство, которое он дал своему элементу, заключается в следующем. Глиняная банка наполняется смесью перекиси марганца с кусочками угля из газовых реторт, затем туда же помещается прямоугольная призма из угля. Этот уголь служит положительным полюсом и снабжен прилитой свинцовой головкой и зажимным винтом. Смесь в пористом сосуде не доходит на несколько сантиметров до его края, а остающееся сверху свободное пространство заливается варом для того, чтобы смесь не могла выпадать из сосуда и чтобы пористый сосуд с угольной призмой составляли одно нераздельное целое. Пористый цилиндр помещается в четырехугольный стеклянный сосуд, котораго верхний круглый край в одном из углов выгнуть наружу, как это видно из рис. 29. В этом углу помещается цинковый электрод в форме стержня, к которому припаяна проволока.

Четыреугольная форма элементов предпочитается, так как она дает возможность помещать *ЕГБ*, напр., в шкафу, с большой экономией места. Элемент наполняется раствором нашатыря (хлористаго аммония). Процессы при действии его таковы: хлор нашатыря соединяется с цинком и дает хлористый цинк; он играет здесь следовательно такую же роль, какую серная Ишслота в вышеописанных элементах. Аммоний по выделении хлора распадается на аммиак, который растворяется, и на водород. Последний отнимает у перекиси марганца часть его кислорода и дает воду. В этом заключается главный процесс; но на ряду с ним происходят другие явления, которыя затрудняют действие элемента, особенно, когда от него берут сильный ток. Дело заключается в том, что окисление водорода не происходит одинаково правильно при всякой силе тока, так как перекись марганца действует надлежащим образом только в том случае, если водород выделяется медленно и небольшими количествами. Поэтому элемент может действовать с полной своей силой только короткое время, после чего он ослабевает, и тем скорее, чем сильнее ток от него берется. Но не давая тока, он возобновляется вскоре свою силу и поэтому предпочитается всем другим элементам в тех случаях, когда требуется непродолжительный ток с перерывами, напр., в домашней сигнализации, где электрическим звонком обыкновенно пользуются чрез большие интервалы и на короткое время. Это свойство повело к широкому распространению элемента Лекланше и число таких элементов, находящихся в употреблении, можно определить миллионами; нельзя поэтому удивляться, что образовалась обширная область промышленности, занимающаяся специально изготовлением этих элементов.

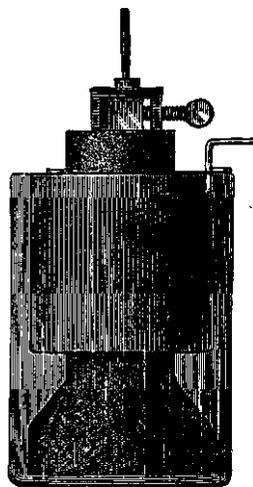
Стараясь избегнуть необходимости употреблять яористый сосуд и смесь из кусочков угля и перекиси марганца; эти последние вещества мелко размалывались, смешивались, и из этой смеси при помощи подходящаго склеивающаго вещества прлготовлялись бруски, которым умеренным эбжиганием придавалась надлежащая твердость. Такими брусками обкладывали с двух сторон угольный стержень, и все это связывали каучуковыми лентами. Приготовленный таким образом угольный электрод помещался в элемент вместо пористаго сосуда со смесью. Это приспособление было еще более упрощено. Из размолотой смеси стали приго-

товлять круглые Ишлиндры, которые совместили въ себе роли деполяризатора, электродаи полюса. Такой элементъ съ цилиндромъ пзъ конгломерата, какъ называютъ смесь изъ угля и перекиси марганца, представленъ на рис. 30. Цилиндръ снабженъ сверху призматическимъ придаткомъ, къ которому ИИрикрепляется зажимъ. Цинковый электродъ связывается съ угольнымъ цилиндромъ каучуковой лентой, а для того, чтобы между ними не было прикосновения, они отделяются деревянной или фарфоровой прокладкой, имеющей форму стержня.

Дальнейшее усовершенствование было предложено Флейшеромъ. Вместо цинковаго стержня онъ употребилъ цилиндръ изъ этого металла и подвесилъ его на краяхъ круглой банки совершенно также, какъ въ элементе Калло. Действующая поверхность цинка отъ этого увеличилась, а сопротивление элемента уменьшилось. Для того, чтобы угольный цилиндръ занималъ въ банке центральное положение и находился-бы повсюду на оди-



30. Элементъ съ цилиндромъ изъ конгломерата.



31. Элементъ Флейшера.

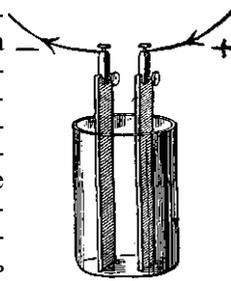
иakovыхъ разстоянйяхъ отъ цинка, ему была дана такая форма, чтобы основаніе его было приблизительно такого-же диаметра, какъ и дно банки. Такимъ образомъ форма угольнаго цилиндра всегда заставляеть его занимать центральное положеніе (рис. 31).

Сухие элементы. Для многихъ целей было желательно ижесть элементъ вполне закрытый, съ которымъ можно было-бы обращаться, какъ со сплошнымъ твердымъ теломъ. Мы здесь останбимся только на одномъ подобномъ случае. Океанскіе пароходы снабжены всевозможными условіяли комфорта, и, менсду прочимъ, образцовою домашней сигнализацией, которая можетъ быть разве только въ больниомъ отеле. Но корабль имеетъ неприятное обыкновение подвергаться качке и иногда очень сильной. Если ломестить на немъ элементы Лекланше, то едва-ли можно было-бы уберечь ихъ отъ качки и не дозволить имъ расплескать всю свою жидкость. Да и не ТОЛЬЕО на море, а и на суше часто встречаются случаи, Ишгда желательнo обладать элементами, которыми можно было-бы пользоваться, какъ сухими твердыми предметами, не требующими ни приливанія испаряющейсѣ воды, нк правильнаго ухода.

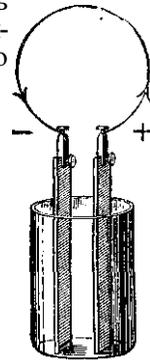
Это вызвало приговление такъ называемыхъ сухихъ элементовъ. Сначала ихъ старались изготовлять примитивнымъ способомъ, наполняя

банки элементов Лекланше опилками, вымоченными в растворе нашатыря, и заливая их сверху варомъ или другимъ подходящимъ веществомъ. Но такие элементы оказались мало пригодными. Обращались затѣмъ и къ другимъ веществамъ, обладающимъ свойствомъ впитывать влагу, но не могли устранить образования газовъ и проистекающихъ отсюда затруднений. Тогда стали желатинировать растворъ прибавкой желатины, клея и другихъ веществъ» которая сообщила элементу твердую консистенцию. Съ большими усилиями удалось наконецъ приготовить такимъ путемъ сухие элементы, которые вместе съ темъ могли отвечать требованиямъ дешевизны. Одинъ изъ первыхъ, кому удалось приготовить вполне пригодны и нашедший себе большое применение элементъ, былъ докторъ Гасснеръ, который наполнял элементы мягкимъ тестомъ, приготовленнымъ изъ смеси нашатыря, окиси цинка, некоторыхъ веществъ, безразличныхъ въ химическомъ отношении, и водою. Элементы заливались смолистою смесью и представляли изъ себя твердое тело. Гасснеръ кроме того совсемъ устранилъ сосудъ, въ которомъ находятся электроды, темъ, что далъ цинковому электроду форму цилиндрическаго сосуда и поместилъ въ него тесто и угольный электродъ.

Но двойная служба, которую несетъ цинковый электродъ, сопряжена съ некоторыми неудобствами. Во-первыхъ, при установке батареи изъ несколькихъ подобныхъ элементовъ приходится иметь въ виду предосторожность, чтобы отдельные элементы не соприкасались, такъ какъ въ противномъ случае одинъ изъ соприкасающихся элементовъ замыкается или, какъ



32. Разложение воды токомъ.



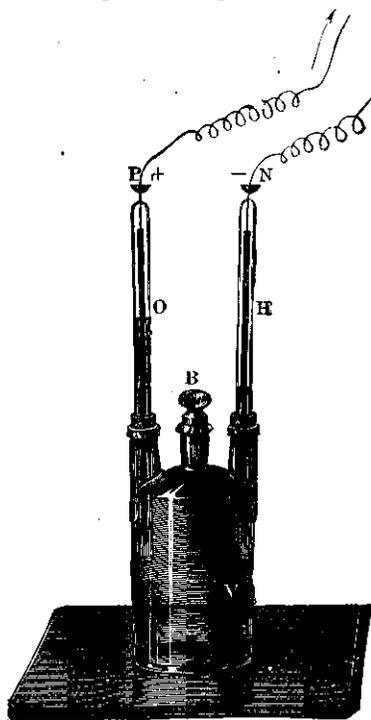
33. Обратный токъ въ приборѣ для разложения воды, образованный появившимися и приставшими къ пластинкамъ пузырьками газа.

говорять, происходитъ „короткое“ замыкание; при этомъ онъ не принимаетъ участия въ общемъ действии батареи и быстро истощается. Кроме того цинковый сосудъ долженъ об- ладать стенками достаточной толщины, такъ какъ цинкъ въ некоторыхъ местахъ можетъ разъедаться сильнее, могутъ образоваться отверстия, чрезъ которыя начнетъ выступать полужидкая масса, и элементъ, конечно, потеряетъ качества „сухого“ элемента. Эти недостатки повели къ тому, что пришлось опять обратиться къ прежнему. т. е. стали опять помещать элементы въ особые сосуды, которые сначала делали стеклянными, а затѣмъ стали делать изъ папье-маше и покрывать лакомъ, такъ какъ стекло не всегда удобно вследствие своей хрупкости.

Сухие элементы представляютъ большія удобства въ домашней сигнализации, где надлежащій уходъ за элементами вообще затруднителенъ, и здѣсь они успели обосноваться довольно прочно. Вследствие этого появился целый рядъ новыхъ сухихъ элементовъ, частью лучшихъ, частью менее удовлетворительныхъ, чѣмъ вышеописанный. Чтобы избежать ошибочныхъ представлений, нужно замѣтить, что сухими эти элементы кажутся только по внѣшности, такъ какъ между электродами всякаго элемента должна находиться жидкость, все равно, будетъ-ли она иметь видъ настоящей жидкости, или будетъ поглощена подходящимъ веществомъ, съ которымъ онъ образуетъ тесто или родъ студки.

Газовая батарея. Уже непосредственно после открытiя Вольты Кор- тийль и Никольсонъ (1800 г.) заметили, что токъ отъ вольтова столба,

пропущенный сквозь воду, разлагает ее. Если поместить две пластинки в подкисленную воду (рис. 32 и 33) и соединить их с достаточно сильным источником тока, напр. с элементом Бунзена, то на одной платиновой пластинке начнут выделяться пузырьки водорода, а на другой — кислорода, и при этом водород всегда появляется на пластинке, соединенной с отрицательным полюсом, т. е. с цинковым, а кислород — на пластинке, соединенной с положительным полюсом. Если же, дав некоторое время продолжаться процессу, соединить платиновые пластинки с прибором, обнаруживающим прохождение тока (с гальванометром), то можно заметить, что обе пластинки на короткое время сами дают ток. Если же мы притом обратим внимание на направление тока, то мы заметим,



34. Газовый элемент Грове.

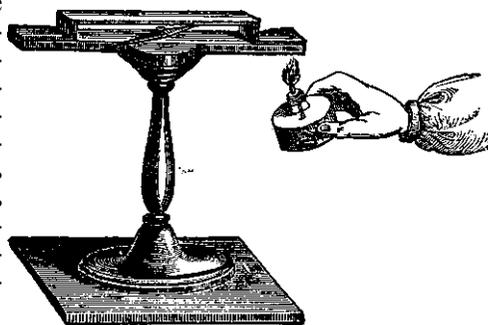
что ток в последнем случае имеет направление, противоположное тому, которое имел ток, разлагавший воду (рис. 33). Так как платиновые пластинки не изменяются при разложении воды, то мы должны приписать это явление пузырькам водорода и кислорода, которые держатся на пластинках. Эти газы сохраняют стремление соединиться снова и дать воду и при процессе соединения вызывают ток. Мы увидим ниже, какие важные применения этого явления существуют в настоящее время. В прошлые времена старались несколько иным способом, чем это теперь делает электротехника, сделать описанное явление применимым к практике и устраивали, так называемые, газовые батареи, в которых цинк и медь заменялись водородом и кислородом. Грове был первый, построивший (1839) такой элемент; последний состоит, как показывает рис. 34, из стеклянной трехгорлой склянки; среднее горлышко закупорено пробкой *B*, а в два остальных вставлены запаянные сверху и открытые снизу стеклянные трубки *O* и *H*. Каждая трубка содержит в себе тонкую

узкую платиновую пластинку, доходящую

почти до ее отверстия и при помощи припаянной платиновой проволоки соединяющуюся сверху с чашечкой, наполненной ртутью, или с зажимом. Склянка наполняется разбавленной серной кислотой, затем, закупорив среднее горлышко, ее переворачивают вверх дном, так что обе трубки наполняются жидкостью. Если ее затем опять перевернуть пробкой вверх, то жидкость останется в трубках, а воздух, вышедший из них, займет верхнюю часть склянки. Если теперь соединить обе платиновые пластинки с каким либо источником тока, то на одной из них начнет выделяться кислород, а на другой — водород, и трубки мало по малу наполнятся этими газами. Нарушив затем соединение с источником тока, мы можем получить ток от платиновых пластинок, — при этом газы понемногу начнут соединяться в воду, и уровень жидкости в трубках начнет соответственно подниматься. Источение газов путем разложения вовсе не служит необходимым условием возникновения тока; точно также мы могли бы ввести в трубку элемента газы, приготовлен-

ные химическимъ путемъ, и действие ихъ осталось бы то же самое. Практическаго значенія этотъ элементъ однако не получилъ.

Термоэлектрический элементъ. На ряду съ описанными снарядами для получения тока, основанными на химическомъ действии, следуетъ поставить некоторые другие способы получения тока, которые, хотя и не получили практическаго значенія, темъ не менее могутъ считаться зачатками новыхъ важныхъ открытій. На первомъ мѣстѣ следуетъ поставить термоэлектрический элементъ, или какъ его называютъ короче, термоэлементъ. Мы говорили во введеніи, что нынѣшній способъ получения тока основанъ на томъ, что теплота горенія угля преобразуется сперва въ паровой машинѣ въ механическую работу, а затемъ при помощи динамомашины — въ электричество. Это двойное преобразование энергии не вполне удовлетворяетъ электротехниковъ, которые предпочитаютъ бы получать токъ, такъ сказать, изъ первыхъ рукъ, т. е. непосредственнымъ преобразованиемъ теплоты въ электрическую энергию. Хотя это желаніе и существуетъ, но средства къ решению такой задачи пока мы не имеемъ; однако мы не лишены надежды на это въ будущемъ, такъ какъ намъ уже известно, что теплота можетъ быть непосредственно превращена въ электрическую энергию. Мы имеемъ даже снарядъ, который осуществляетъ такое превращеніе, правда въ очень ничтожныхъ размерахъ; онъ преобразуетъ лишь ничтожную долю энергии, развиваемой гореніемъ, въ электричество, значительно меньшую чемъ



ДИНАМОМАШИНА, СОЕДИНЕННАЯ СЪ ПАРО-

Термоэлектрический элементъ съ магнитной стрелкой. ТАКИМЪ ПРИСПОСОБЛЕНІЕМЪ ЯВЛЯЕТСЯ ТЕРМОЭЛЕМЕНТЪ.

стрелкой.

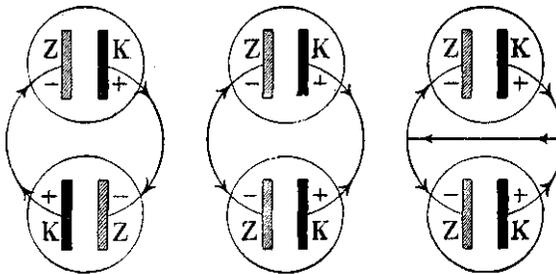
Немецкій физикъ Зебекъ въ 1822 г. замѣтилъ, что нагреваніе мѣста прикосновенія двухъ различныхъ металловъ можетъ возбудить электрический токъ. Проще всего можно обнаружить это явленіе при помощи гирзобора, изображеннаго на рис. 35. На деревянной подставкѣ лежитъ горизонтально стержень изъ висмута или сурьмы; къ обоимъ концамъ его припаяны концы медной пластинки, изогнутой, какъ показывается рисунокъ. Въ свободномъ пространствѣ между обоими металлами помещена на острие маленькая магнитная стрелка: Если поставить приборъ такъ, чтобы подвижная магнитная стрелка совпала съ направлениемъ пластинокъ, и затемъ нагрѣть одинъ изъ двухъ спаевъ, то стрелка отклонится отъ своего первоначальнаго положенія, показывая темъ, что по висмутовому стержню и медной пластинкѣ проходить токъ. Если мы нагрѣемъ другой спай, то стрелка отклонится въ противоположную сторону, откуда можно заключить, что направленіе тока имѣетъ въ приборѣ какое-то строго определенное направленіе. Можно заранее определить для каждой пары какихъ либо металловъ, отъ какого металла въ подобномъ приборѣ будетъ идти токъ черезъ спай. Если мы будемъ нагревать до одинаковой степени оба спая, то никакого тока не получится: необходимо, чтобы существовала разность температуръ въ спаяхъ, которая заставляетъ теплоту переходить отъ мѣста более нагрѣтаго къ болѣе холодному. Возникновеніе тока следовательно обязано своимъ происхожденіемъ тому, что потокъ теплоты частью превращается въ электрический токъ. Поэтому съ одинаковымъ успѣхомъ мы могли бы охлаждать, а не нагревать, одинъ изъ спаевъ; тогда теплота должна переходить отъ

противуположнаго спая къ охлаждаемому, и возбуждаемый токъ долженъ имѣть направление противуположное тому, которое онъ имѣетъ при нагреваніи спая.

Какимъ образомъ происходитъ превращение потока теплоты въ электрический токъ? Хорошо, если бы мы это знали, — тогда, конечно, не было бы труда усовершенствовать способы этого превращенія. Но мы этого не знаемъ; намъ незнакомъ ни механизмъ, ни общіе принципы такого превращенія, а поэтому приходится ждать, пока научныя изслѣдованія не подвигнутся впередъ въ этомъ направленіи.

Термоэлектрический элементъ пытались сделать пригоднымъ къ практикѣ, ло крайней мере для получения слабыхъ токовъ. Для лабораторныхъ целей это было бы очень удобнымъ приспособленіемъ, такъ какъ стоило бы только открыть кранъ газовой горелки и зажечь газъ, чтобы имѣть въ своемъ распоряженіи электрический токъ.

Соединение элементовъ въ батарею. Несколько элементовъ можно соединить такъ, что действия ихъ будутъ слагаться, и такое соединеніе от-



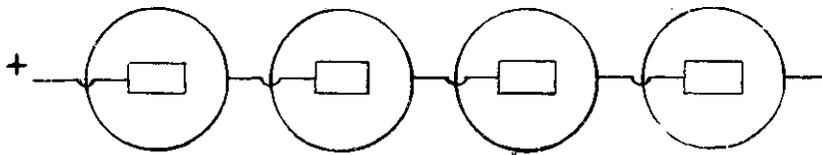
30—38. Различные способы соединенія двухъ элементовъ.

дельныхъ элементовъ называется „гальванической батареей“. Элементы можно соединять въ батареи различными способами, смотря по тому, для какой цели предназначается батарея; въ однихъ случаяхъ целесообразнее одно соединеніе, въ другихъ иное. Мы остановимся несколько на способахъ еое-

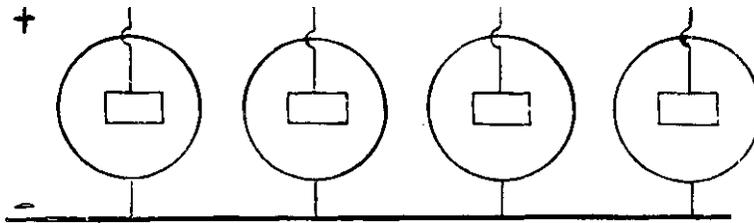
ДИНБНІЯ батарей, такъ какъ въ впоследствии намъ придется сталкиваться съ подобными вопросами. При действии элемента токъ выходитъ изъ положительнаго полюса, проходитъ по соединительнымъ проволокамъ и введеннымъ въ цепь приборамъ и возвращается къ отрицательному полюсу. •Здесь электричество входитъ въ этотъ полюсъ и внутри элемента направляется къ положительному полюсу, причемъ напряженіе его повышается до прежней величины. Такимъ образомъ происходитъ непрерывное круговое теченіе электричества. Что же случится, если мы возьмемъ вместо одного два элемента? Очевидно, мы можемъ ихъ соединить другъ съ другомъ двумя способами: либо такъ, какъ показываетъ рис. 37, т. е. цинкъ нижняго элемента съ цинкомъ верхняго и точно также оба положительныя полюса, либо, какъ на рис. 36, т. е. положительный полюсъ нижняго элемента съ отрицательнымъ верхняго, и положительный полюсъ послѣдняго съ отрицательнымъ нижняго. Въ первомъ случаѣ элементы соединены такъ, что каждый изъ нихъ можетъ дать токъ, противуположный току другого элемента: если элементы одинаковой силы, то тока въ этомъ случаѣ не будетъ, если же действие одного изъ элементовъ слабѣе, чѣмъ другого, то въ цепи получится токъ отъ болѣе сильнаго элемента, но ослабленный противуположнымъ действиемъ другого, болѣе слабаго, элемента. Въ этомъ случаѣ элементы соединены противуположно другъ другу (рис. 38). Совершенно иное происходитъ во второмъ случаѣ. Здесь элементы соединены такъ, что оба они даютъ въ цепи токи одинаковаго направленія, и действия ихъ складываются. Такое соединеніе, при которомъ положительный полюсъ одного элемента соединенъ съ отрицательнымъ полюсомъ другого и т. д., называется последовательнымъ. Хотя мы и видели, что равныя противуположно соединенныя элементы не даютъ тока, во и въ томъ случаѣ мы можемъ отъ нихъ полу-

чить токъ; для этого достаточно только проводникомъ соединить вместе те проволоки, которыя связываютъ одинаковыя полюсы (рис. 38); тогда электричество получить возможность течь отъ большаго давления, т. е. со стороны, где находятся положительныя полюсы элементовъ, къ низшему, — т. е. къ отрицательнымъ полюсамъ. Въ этой формѣ соединеніе элементовъ называется „параллельнымъ". То, что мы сказали относительно двухъ элементовъ, можетъ быть распространено на любое ихъ число. Рис. 39 показываетъ последовательное, рис. 40 — параллельное соединеніе изъ четырехъ элементовъ, и легко видеть, что подобныя соединенія могутъ быть применены къ какому угодно числу элементовъ.

Какая же разниа между этими двумя способами соединенія элементовъ? Для простоты объясненій вспомнимъ наше сравненіе элемента съ водянымъ насосомъ. Если мы соединимъ шесть насосовъ последовательно, т. е. такъ, чтобы все они перекачивали воду въ одну и ту же сторону, то черезъ весь



39. Соединеніе элементовъ въ батарею; последовательное соединеніе.



40. Соединеніе элементовъ въ батарею; параллельное соединеніе.

рядъ этихъ насосовъ будень проходить одинъ и тотъ же потокъ воды. Если каждый изъ насосовъ способенъ въ одну минуту накачать, напр., одианъ куб. метръ воды, то то же самое количество накачаютъ и все шесть насосовъ, такъ какъ каждый изъ нихъ можетъ накачать только то количество воды, которое прошло черезъ иредыдущий насосъ, т. е. 1 куб. метръ. Но если каждый насосъ действуетъ съ такимъ давлениемъ, что можетъ въ минуту Июднять 1 куб. метръ воды на высоту 1 метра, то первый изъ нихъ подыметъ воду на высоту одного метра, второй — еще на одинъ метръ, и т. д., такъ что все шесть насосовъ, действуя совместно, подымутъ 1 куб. метръ воды на высоту шести метровъ. Следовательно, последовательнымъ соединеніемъ насосовъ достигается то, что хотя съ увеличеніемъ числа насосовъ количество протекающей воды и не увеличивается, за то нагнетательное действие насосовъ слагается, такъ что шесть насосовъ могутъ поднять воду въ шесть разъ выше, чемъ одинъ. Соединимъ теперь наши шесть насосовъ другимъ образомъ. Они помещены такъ, что отверстія ихъ, чрезъ которыя всасывается вода, все соединены вместе въ одну общую всасывающую трубу, и вода перекачивается ими также въ трубу, соединенную со всеми ихъ выходными отверстиями. Если теперь каждый насосъ способенъ поднять въ одну минуту 1 куб. метръ на высоту метра, то, конечно, шесть насосовъ накачиваютъ шесть куб. метровъ, но только на высоту одного метра. Следовательно, при параллельномъ соединеніи насосы не могутъ

повышать высоту Июднтия воды, но увеличиваютъ количество протекающей воды и притомъ пробОрциональшьчислу насосовъ.

Сказанное выше мы можемъ прямо применить къ элементамъ. Если мы соединимъ последовательно шесть элементовъ, то противоположные полюсы, соединенные вместе, действуютъ въ одномъ и томъ же направлении, и давление увеличивается съ прибавкой каждаго новаго элемента, такъ что два элемента дадутъ двойную электродвижущую силу сравнительно съ однимъ элементомъ, три элемента — тройную и т. д. Иными словами, при последовательномъ соединении электродвижущия силы отдельныхъ элементовъ с у мируются, такъ что, если соединить последовательно шесть одинаковыхъ элементовъ, то между свободнымъ отрицательнымъ полюсомъ батареи и свободнымъ положительнымъ полюсомъ получится разность потенциаловъ, равная ушестеренной элеТродвижущей силе каждаго элемента. Следовательно при помощи последовательнаго соединения мы можемъ Иювышать напряжение тока.

При параллельномъсоединении элементы совместно вызываютъ токъ въ соединительной проволоке, но не повышаютъ давления; но мы не можемъ безъ оговорокъ сказать, что сила тока будетъ увеличиваться или уменьшаться только въ зависимости отъ числа элементовъ. Чтобы сделать необходимую оговорку, намъ надо вспомнить то, что говорилось во введении. Тамъ было замечено, что сила тока зависитъ не только отъ разности давлений, но и отъ сопротивления. Если соединить шесть элементовъ последовательно, то во всякомъ случае разность давлений увеличивается, но такъ какъ при этомъ токъ долженъ проходить не одинъ, а шесть элементовъ, то при своемъ прохождении черезъ элементы въ нашемъ случае онъ встретитъ сопротивление въ шесть разъ большее, чемъ въ одномъ элементе; а кроме этого внутренняго сопротивления существуетъ еще всегда внешнее, т. е. сопротивление внешней цепи. Если же соединить шесть элементовъ параллельно, то не происходитъ никакого повышения давления сравнительно съ однимъ элементомъ. Но общий ихъ токъ, встречая элементы и распределяясь въ нихъ, находитъ для себя въ батарее путь, въ шесть разъ более широкий, чемъ въ одномъ элементе, и, следовательно, сопротивление въ шесть разъ меньше, чемъ въ одномъ элементе. Поэтому параллельное соединение уменьшаетъ внутреннее сопротивление батареи и сопротивление это темъ меньше, чемъ больше число элементовъ. Зная это, мы можемъ теперь определить, какое влияние оказываетъ способъ соединения элементовъ на силу тока. На основании предыдущаго сила тока зависитъ отъ электродвижущей силы и общаго сопротивления цепи, и следовательно для того, чтобы получить возможно больший токъ, мы должны стараться получать возможно большую электродвижущую силу и какЕЪ можно меньшее сопротивление. Соединяя элементы последовательно, мы увеличиваемъ электродвижущую силу, а вместе съ темъ и внутреннее сопротивление батареи; но при значительномъ внешнемъ сопротивлении сравнительно малое увеличение сопротивления отъ прибавки несколько лишнихъ элементовъ окажется почти неощутимымъ. Такъ что въ этомъ случае, т. е. при большомъ внешнемъ сопротивлении, лучше всего стараться повысить электродвижущую силу. А это достигается при помощи последовательнаго соединения элементовъ.

Возьмемъ теперь малое внешнее сопротивление. Если мы и въ этомъ случае соединимъ наши элементы последовательно, то хотя мы и ИИовысимъ

электродвижущую силу, но вместе съ темъ увеличимъ и внутреннее сопротивление. Кроме того, внутреннее сопротивление будетъ составлять большую часть общаго сопротивления, и намъ никакой пользы не принесетъ увеличение напряжения, такъ какъ параллельно съ нимъ, и почти на столько же, будетъ возрастать общее сопротивление цепи, вследствие чего шесть элементовъ

могутъ вовсе не дать тока более сильнаго, чѣмъ одинъ элементъ. Это обстоятельство делаетъ бесполезнымъ увеличение напряжения и заставляетъ обратиться къ уменьшению сопротивления цепи, а именно — къ параллельному соединению, такъ какъ при такомъ соединении прибавка каждаго лишняго элемента влечетъ за собою заметное уменьшение общаго сопротивления.

Изъ всего этого видно, въ какихъ случаяхъ следуетъ применять то или другое соединеніе, и мы здѣсь приведемъ правило, которымъ следуетъ руководствоваться во всехъ техъ случаяхъ, когда желательнѣе получить отъ батареи возможно большій токъ. При помощи даннаго числа элементовъ мы можемъ получить въ данномъ намъ заранее проводникѣ наибольшій токъ въ томъ случаѣ, когда внутреннее сопротивление батареи равно сопротивленію внешней цепи. Этому не всегда можно достигнуть, соединяя все элементы последовательно или параллельно; иногда приходится употреблять смешанныя соединенія, причемъ все элементы разбиваются на группы, элементы каждой группы соединяются между собой параллельно, а отдѣльныя группы — последовательно. Мы не будемъ здѣсь говорить о томъ, какъ производить расчеты наивыгоднѣйшаго соединенія элементовъ въ каждомъ случаѣ, такъ какъ цель наша заключалась только въ изложеніи принциповъ ихъ соединенія. Намъ еще часто придется возвращаться къ этимъ принципамъ въ послѣдствіи при объясненіи различныхъ электрическихъ снарядовъ, а потому обойти молчаніемъ эту довольно сухую тему было невозможно. Мы увидимъ ниже, что все снаряды для получения тока допускаютъ последовательное или параллельное соединеніе, и что подобныя соединенія Иудвергаются всевозможнымъ комбинаціямъ.

Динамомашина.

Предварительныя замечания. Магнитоэлектрическая машина. Принцип самовозбуждения. Первая динамомашина. Кольцо Пачинотти-Грамма. Железная сердцевина якоря. Динамомашина Грамма. Якорь въ форме барабана. Новыя динамомашины. Машины переменнаго тока. Соединение динамомашинъ.



Первое применение тока, телеграфия, какъ мы видели, очень замечательнымъ образомъ ускорила усовершенствование гальваническаго элемента, но она не оказала никакого влияния на дальнейшее развитие способовъ получения тока. Это понятно почему. После того какъ телеграфия получила въ усовершенствованномъ элементе надежный и удобный источникъ тока, требования ея въ этомъ отношении надолго удовлетворились. Способъ получения тока при помощи машинъ гораздо менее соответствовалъ ея целямъ, чемъ тихая, сравнительно мало требующая ухода, работа элемента, всегда готовога къ услугамъ, тогда какъ Иири машинномъ приспособлении для получения тока не-

обходима движущая сила. Правда, теперь уже начинаютъ телеграфировать и машинами, но это лишь следствие развития электротехники, следствие, которому телеграфия вовсе не была причиной. Къ этому привели некоторыя другия примеценія электричества, въ которыхъ стоимость получения тока играла гораздо большую роль, чемъ въ телеграфии, и которыя нуждались поэтому въ замене элемента какимъ либо другимъ источникомъ тока. На первомъ месте между ними следуетъ поместить уже давно развившуюся гальванотехнику, потребности которой оказали значительное влияние на развитие способовъ получения тока. Затемъ появилось желание, все более и более настоятельное, сделать применимымъ въ жизни электрический светъ, а это оказалось невозможнымъ при помощи элементовъ. Мы увидимъ ниже, какъ постепенно техника совершенствовала средства получения тока, какъ она стремилась къ заранее намеченной цели и какъ, наконецъ, ей удалось достигнуть желаемога. Впоследствии читатель увидитъ также, какъ она воспользовалась добытыми результатами, а пока мы не можемъ отказать отъ того, чтобы не представить читателю краткий обзоръ ея развитія, начиная съ ея скромнаго возникновения.

Въ 1883 г. была электрическая выставка въ Вене. На ней датчане выставили мелоду прочимъ маленький компасъ. Незаметная вещь лежала въ стороне, и большая часть посетителей проходила мимо, совершенно не замечая ея. А по справедливости следовало бы этотъ компасъ поместить въ центре выставки, въ середине ротонды, такъ какъ ведь отъ этого компаса

вся электротехника -получила свое начало. Въ самомъ деле, въ 1810 г. -Эрстедъ первый заметилъ отклонение магнитной стрелки токомъ, и это открытие было искрой Прометеева огня, которую исследователи и изобретатели теперь превратили въ громадное пламя.

Открытие Эрстеда уже несколько месяцевъ спустя после обнаружения привело въ 1820 г. гениальнаго французскаго ученаго Ампера къ открытию механическаго действия двухъ токовъ другъ на друга, которое Амперъ связалъ съ наблюдениями Эрстеда. Почти одновременно съ этимъ, другой, не

известный французский ученый, А р а г о, также подъ влияниемъ открытия Эрстеда, заметилъ другое магнитное влияние тока, а именно притяжение железныхъ опилокъ круговымъ токомъ, и сообщилъ объ этомъ Амперу; Юсследний на основании только что сделаннаго своего открытия заключилъ, что действие можно усилить, наматывая спирально проволоку на стальную иглу. Сделанный въ этомъ направлении опытъ увенчался полнымъ успехомъ и привелъ къ открытию электромагнита. Одннадцатъ летъ спустя гениальный англичанинъ Фарадэй началъ разрабатывать вышеупомянутыя открытия и доказалъ обратимость явлений Ампера и Араго. Амперъ заметилъ механическое действие тока, Араго, — магнитное, а Фарадэй показалъ, что магнетизмъ можетъ вызывать электрическия явления. Этимъ было положено начало электротехни-



41. Вернеръ фонъ Сименсъ.

ки. Правда, успело протн почти сорокъ летъ, ирежде чемъ удалось электротехнике построить себе прочный фундаментъ, но за то благодаря плодотворной неутомимой работе она получила возможность начать строить прочныя непоколебимыя стены великаго строения.

Улге вскоре после открытия Фарадэя изобретатели стали стремиться къ тому, чтобы применить открытыя явления къ получению электричества при помощи энергии движония, и если бы не стали такъ упорно, въ продолжение десятковъ летъ, придерживаться употребленя стальныхъ магнитовъ, а сразу бы применили электромагниты къ тогдашнимъ машинамъ и постарались бы усовершенствовать последня, то:мы давно уже обладали бы динамомашинон, Но это легко сказать теперь, когда мы знаемъ всю историю развития этого

дела. Оглядываясь назад, мы всегда можем решить, как следовало бы в данном случае лучше всего поступать; но едва-ли мы могли бы найти сразу правильную дорогу, пробираясь ..въ густомъ лесу по тропинке безъ проводника и компаса.

Изъ машины съ постояннымъ магнитомъ въ томъ виде, какъ она была построена на основании открытия Фарадэя, мало по малу развилась электромагнитная машина, и наконецъ явился Вернеръ Сименсъ, давший намъ последнее звено въ усовершенствованияхъ этого источника тока въ форме динамоэлектрической машины. Вместе съ нею мы получили окончательный способъ превращения энергии движения въ электричество и могли



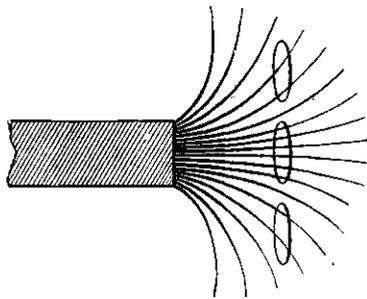
42. Несколько оборотовъ проволоки, соединенныхъ последовательно и образующихъ катушку.

воспользоваться гениальнымъ изобретениемъ Уатта, паровой машиной, для получения тока. Такимъ образомъ однимъ ударомъ были устранены все трудности въ получении сильнаго тока, и техника сильныхъ токовъ, которая до

техъ поръ была едва известна, начала съ этого времени свое развитие, безпримерное въ истории технииш.

ИЮсле открытия Сименсомъ принципа динамомашинъ началась упорная работа изобретателей, паправленная къ техническому совершенствованию этой ыашивы, и въ течение 25 летъ сделано было такъ много, что часто бывало достаточно ыемногихъ летъ, чтобы изобретение, казавшееся совершенствомъ, оказывалось устаревшимъ и заменялось новымъ.

Магнитоэлектрическая машина явилась предшественницей динамоэлектрической машины и по своей сущности подобна последней. ИЮэтому мы начнемъ съ нея и при ея помощи выведемъ некоторые важные принципы динамомашинъ. Во введении мы познакомились съ понятиемъ о линияхъ



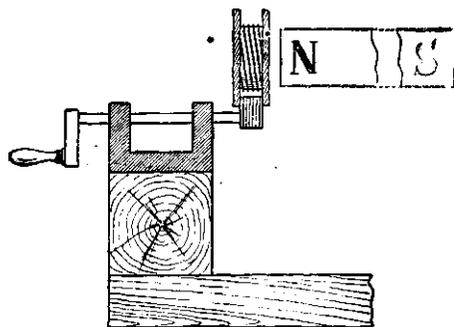
43. Возникновение токовъ въ замкнутомъ проводникѣ при движеніи вблизи магнитнаго полюса.

силъ, выходящихъ изъ магнита, и видели, что въ движущемся замкнутомъ проводнике, пересекающемъ линии силъ, возбуждается токъ, который проходитъ по проводнику, пока происходитъ движение. Мы тамъ же выделили тотъ особенный случай, когда проводникъ заключаетъ въ своемъ контуре определенное число линий, и это число увеличивается или уменьшается. Этотъ случай мы можемъ теперь рассмотреть несколько подробнее, применивъ къ нему то, что мы говорили выше о соединении элементовъ. Рис. 9 показываетъ, какъ изменяется число линий

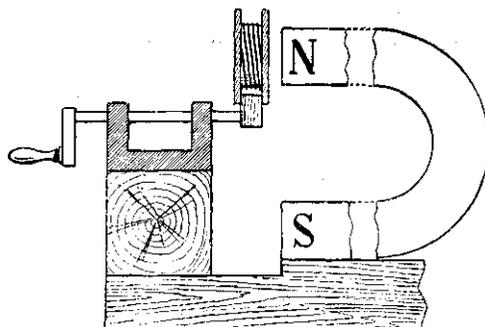
въ КОЛЬЦЕВОМЪ ПРОВОДНИКЕ, ВРАЩАЮЩОМЪСЯ ВЪ магнитномъ Юполе; во время движевия проводника число линий то увеличивается, то уменьшается, и поэтому возникаетъ круговой токъ то одного направления, то противоположнаго. Возьмемъ вместо одного кольца несколько оборотовъ проволоки, т е. несколько колець, соединенныхъ между собой въ форме спирали (рис. 42). На основании сказаннаго выше, если мы такую спираль повернемъ на некоторый уголъ въ магнитномъ поле, напр. такъ, что число линий силъ, проходящихъ сквозь контуръ проводника, уменьшится, то въ каждомъ кольце возникаетъ токъ. Въ этомъ случае все кольца спирали можно сравнить съ элементами, соединенными такъ, что положительный полюсъ каждаго соединень съ отрицательнымъ следующаго и действия отдельныхъ элементовъ, слагаясь повышаютъ ИЮнапряжение тока ; т. е. здесь ироисходитъ то же, что и при последователь-

номъ соединении элементъ. Свободные концы такого спиральнаго проводника можно разсматривать, какъ полюсы некотораго источника тока, и мы можемъ эти полюсы при помощи второй проволоки связать съ внешней цепью. Мы видимъ, такимъ образомъ, что съ увеличениемъ „числа оборотовъ“ должно увеличиваться напряжение тока.

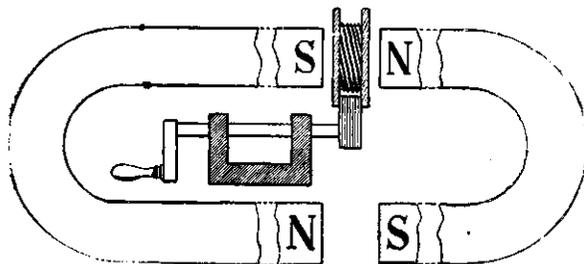
Изменение числа линий, проходящихъ въ контуре проводника, можно производить и другимъ способомъ. Какъ мы видели, пучекъ линий силъ, выходящихъ изъ магнитнаго полюса, стремится разойтись во все стороны: у полюса линии гуще, чемъ вдали отъ него, и кольцо определеннаго диаметра обхватитъ вблизи полюса большее число линий, чемъ на некоторомъ боль-



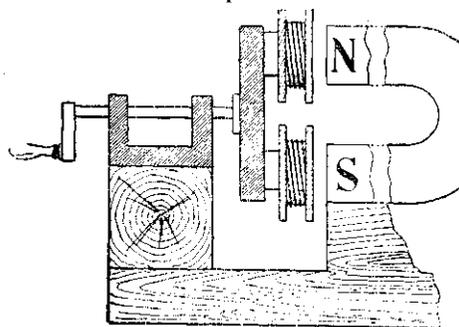
44. Наведение тока движениемъ катушки вблизи магнитнаго полюса.



45. Наведение двухъ токовъ при каждомъ обороте.



46. Сгущение линий силъ между разномными полюсами магнитовъ.



47. Проведение линий силъ чрезъ две катушки при помощи якоря изъ мягкаго же леза.

шемъ разстоянии отъ него. Поэтому, чемъ ближе мы поднесемъ кольцо къ полюсу, темъ больше число линий силъ пройдетъ внутри него, и отсюда мы выводимъ, что при приближении къ полюсу въ кольце долженъ возникать токъ. То же самое произойдетъ, если мы удалимъ кольцо отъ полюса: оба тока, т. е. при приближении и при удалении кольца; будутъ иметь противоположныя направления. Будетъ, конечно, одно и то же, станемъ ли мы двигать кольцо такъ, что оно будетъ приближаться къ полюсу и удаляться отъ него, направляя все время вдоль по оси магнита, или же будемъ его двигать такъ, какъ изображаетъ рис. 43. Теперь мы могли бы уже построить магнитоэлектрическую машину. Мы укрепимъ на оси, какъ доказываетъ рис. 44, плоскую „катушку“, т. е. кольцо, состоящее изъ многихъ оборотовъ проволоки; катушка прикреплена такъ, что при каждомъ обороте рукоятки она проходитъ мимо магнитнаго полюса N. Въ этомъ случае, каждый разъ, когда катушка начнетъ приближаться къ полюсу, въ шзии

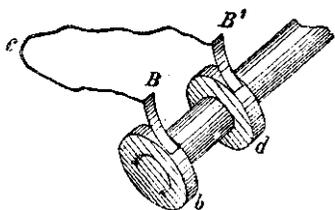
появится ТОЕЪ некотораго направления, а при удалении точно такой же токъ, но противоположный первому. Такимъ образомъ при вращении мы получишь токъ, меняющий свое направление, т. е., такъ называемый „Игеремный" токъ. Вызывающее токъ действие магнита влѣяетъ здесь только на небольшое разстоянн отъ полюса и неощутительно вдали отъ него, такъ что въ катушке токъ появляется вблизи полюса. Чтобы устранить этотъ недостатокъ, усовершенствуемъ несколько устройство такой машины. Возьмемъ вместо прямого магнита подковообразный и поместимъ его полюсы на пути катушки въ точкахъ диаметрально противоположныхъ (рис. 45); тогда токъ будетъ возбуждаться, конечно, не только вблизи севернаго магнита, но и вблизи юлшаго. Однако этимъ путемъ мы не достигнемъ желаемаго улучшения, такъ какъ линии силъ, направляясь отъ одного полюса. къ другому, стремятся идти по кратчайшему разстоянню и почти все пройдутъ мшю катушиш, не попадая внутрь ея. Мы можемъ помочь делу, прибавивъ еще одинъ такой же магнитъ (рис. 46) и расположивъ его такъ, чтобы разноименные полюсы обоихъ магнитовъ были другъ противъ друга. Тогда линии силъ будутъ идти отъ каждаго полюса перваго магнита къ протнвостоящему полюсу втораго, и катушка при "своемъ движеннн будетъ пересекать почти все линии силъ. Но опять является недостатокъ: второй магнитъ затрудняетъ вращение рукоятки. Это препятствие легко обойти при помощи очень простаго приспособления а именно, мы прибавимъ еще одну катушку (рис. 47), такъ что получатся две катушки, находяшяся на одинаковыхъ разстоянняхъ отъ оси вращенн и диаметрально противоположныя; затемъ въ каждую катушку поместимъ по железнаму цилиндрическому стержню и соединимъ эти стержни при помощи железной пластинки съ той стороны катушекъ, которая удалена отъ полюсовъ магнита. Магнитныя линии силъ нахоятся для себя въ железе гораздо более удобный путь, чемъ въ воздухе и стремятся сосредоточиться въ железныхъ сердечникахъ катушки и въ пластинке и по нимъ пройти отъ одного полюса магнита къ другому.

ГИри такомъ устройстве намъ вовсе не нуженъ второй магнитъ, такъ какъ прибавка железа въ катушкахъ заставляетъ линии силъ уклоняться отъ своего естественнаго пути и направляться внутрь катушекъ. Если вращать катушки, то направление линий силъ въ железной сердцевине будетъ мѣяться при канидомъ полуобороте, такъ какъ, если въ данный моментъ которая-нибудь изъ катушекъ находится нротивъ севернаго полюса, то линии силъ входятъ въ нее, когда же она окажется нротивъ южнаго полюса, т. е. сделаетъ полоборота, то ливии силъ будутъ выходить изъ нея. Такимъ образомъ при вращевии линии силъ будутъ пробегать каждую катушку то по одному, ТО по другому наинравленню; при этомъ будетъ возникать токъ, котораго направление будетъ мѣняться при каждомъ полуобороте, т. е. мы получимъ переменный токъ.

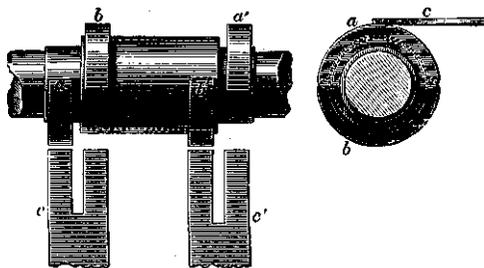
Наша цель при устройстве машины, конечно, не заключалась въ томъ, чтобы возникающий токъ оставался въ катушкахъ; намъ следуетъ еще найти способъ отводить токъ изъ катушекъ во внешнюю цепь. Соединимъ прежде всего одну пару свободныхъ концовъ обмотокъ • нашихъ катушекъ, и притомъ такъ, чтобы катушки были соединены последовательно. Другая пара концовъ будетъ намъ служить полюсами. Теперь следуетъ только решить вопросъ, какъ устроить такое приспособление, при помощи котораго молшо было бы легко получать токъ изъ этихъ полюсовъ. Непосредственно вельзя ихъ соединить съ внешней цепью, такъ какъ при вращевии рукоятки соединительныя проволоки будутъ наматываться на ось машины, а поэтому необходимо сделать такъ, чтобы соединенне полюсовъ съ внешнею цепью было электр ическое, но не механическое. Этого можно достигнуть следуюиИИИмъ образомъ. На оси машины прикрепимъ два изолированныхъ

металлическихъ кольца b и d (рис. 48) и соединимъ каждое изъ Ишхъ съ однимъ изъ полюсовъ катушекъ. По окружности этихъ колець заставиоу при вращении скользить две плоския металлическия пружины B и B' , прикрепленныя къ деревянной колодке. При такомъ приспособлении не происходитъ затруднения отъ вращения оси маишины, но вместе съ темъ токъ можетъ легко проходить изъ кольца въ пружину въ месте прикосновения и идти далее во внешнюю цепь, присоединяемую къ пружинамъ B ИИ B' . Такое приспособление называется „скользящимъ контактомъ“.

Теперь уже выи можемъ при помощи пружины получать изъ машины токъ, возбуждаемый вращениемъ катушекъ, но онъ не похожъ на тотъ постоянный токъ, который даютъ элементы, а представляетъ изъ себя, такъ сказать, отдельные толчки или импульсы, изъ которыхъ каждый имеетъ направление противоположное следующему за нимъ. Такой переменный токъ для многихъ применений не годится, а потому, если ужъ нельзя иметь непрерывнаго тока, то нельзя ли получить токъ прерывистый, но такой, въ которомъ все толчки имели бы одно и то же направление. Изиеививъ немного устройство нашего скользящаго контакта, мы мо кемъ получить та-



48. Скользящий контактъ.

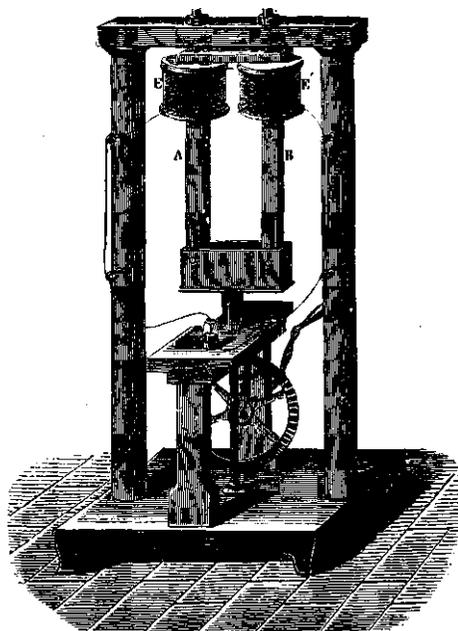


49. Коммутаторъ.

кой токъ; для этого следуетъ лишь устроить такъ, чтобы скользящая пружина переходила съ одного кольца на другое въ тотъ моментъ, когда токъ меняетъ свое направление. Тогда та пружина, по которой проходила выходящая токъ, при следующемъ импульсе тока уже не дастъ противоположнаго входящаго тока, какъ въ случае Иорвоначалаго устройства (рис. 48), но перейдетъ на другое кольцо, т. е. на то, которое въ этотъ моментъ даетъ токъ выходящий; эта пружина следовательно будетъ постоянно получать выходящий токъ, а другая — входящий. Такое устройство пружинъ кажется на первый взглядъ очень сложнымъ; на деле же оно крайне просто (рис. 49). Каждое кольцо состоитъ изъ двухъ полуколець, концы которыхъ отчасти заходятъ другъ за друга, а пружины сделаны настолько широкими, что могутъ скользить по двумъ рядомъ помещеннымъ полукольцамъ. Половины одного и того же кольца помещены на некоторомъ разстоянии друга отъ друга, но соединены между собой металлически; такъ полукольцо a , прикасающееся къ пружине c , соединено съ полукольцомъ a' , по которому скользитъ c' ; точно также соединены между собой B и B' , такъ что при одномъ полуобороте пружина c , касающаяся a , переходитъ на B , а пружина c' переходитъ съ B' на a' . При правильной установке пружины должны переходить съ одного кольца на другое въ тотъ моментъ, когда меняется направление тока, и тогда каждая пружина все время будетъ давать токъ одного и того же направления. Такимъ образомъ, пружины будутъ представлять изъ себя постоянные полюсы, одна — положительный, другая — отрицательный, въ то время какъ полюсы катушекъ даютъ переменный токъ. Подобное приспособление, допускающее механическимъ путемъ превращать переменный

токъ въ токъ одного определеннаго направления, называется коммутаторомъ.

Мы изложили основные принципы, на основании которыхъ были построены первыя машины для получения тока. Пиксии въ 1832 г., годъ спустя после открытiя Фарадея, построилъ первую магнитоэлектрическую машину. Рис. 50 даетъ понятие объ ея устройстве. Магнитъ, состоящий изъ несколькихъ сложенныхъ вместе стальныхъ пластинъ, составляетъ подвижную часть машины, а проволочныя катушки съ железнымъ сердечникомъ закреплены неподвижно. Это изменение нисколько не усложняетъ вышеприведенныя разсужденiя; следуетъ только заметить, что оно нецелееобразно, такъ какъ магнитъ тяжелее, чемъ катушки и ихъ железная сердцевина, а это особенно должно быть неудобно въ более сильной машине, имеющей большiе размеры. Впрочемъ, мы увидимъ ниже, когда



50. Магнитоэлектрическая машина Пиксии.

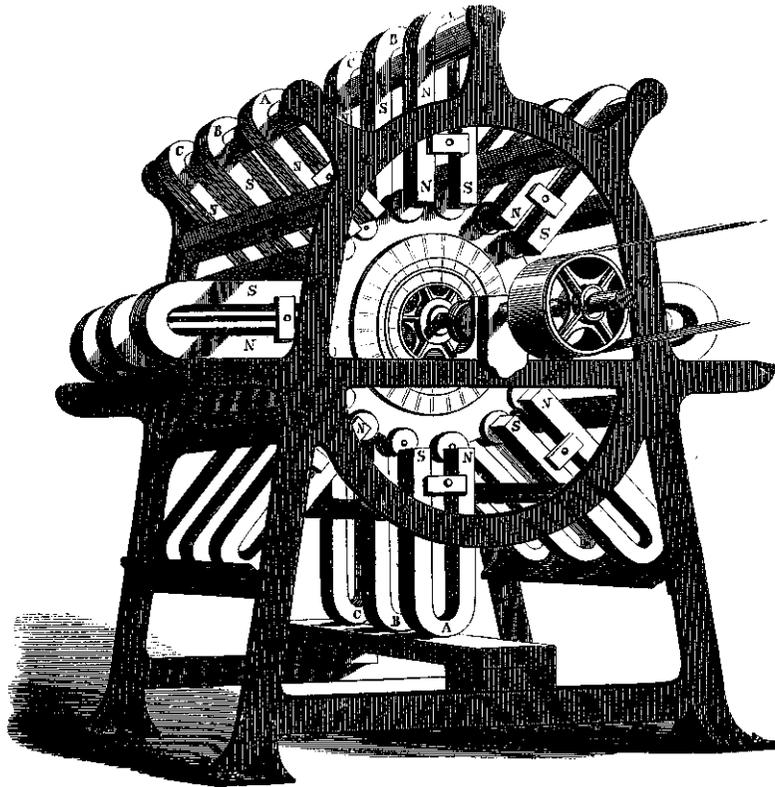
будемъ говорить о машинахъ съ сильнымъ токомъ, что иногда бываетъ выгодно катушки делать неподвижными; ио здесь подобныя выгоды быть не можетъ. Для „выпрямления“ тока, т. е. для придания ему постояннаго направления, подъ магнитомъ устроенъ коммутаторъ, къ которому токъ приводится при помощи скользящихъ контактовъ. На нашемъ рисунке коммутаторъ устраненъ и изображенная ва немъ машина служить для получения переменнаго тока. Остальныя части этого прибора не требуютъ никакого объясненiя.

Машина Пиксии представляетъ изъ себя начало всехъ динамомашинъ въ широкомъ смысле слова, т. е. всехъ машинъ, служащихъ для превращенiя энергии движенiя въ электрическую. Несмотря на всю ея кажущуюся примитивность, ее следуетъ считать родоначальницей целаго громаднаго поколенiя разнообразныхъ машинъ, предназначенныхъ для получения тока.

Нечего и говорить, что машина Пиксии, способная виолне заменить собою гальваническую батарею, возбуждала большiй интересъ въ среде тогдашнихъ физиковъ; и это вовсе не удивительно, такъ какъ никогда не считали приятнымъ работать съ батареями, и понятно, почему желанiе иметь токъ при помощи простаго и удобнаго способа должно было служить важнымъ побудительнымъ средствомъ для изобретателей. Со стороны послѣднихъ прежде всего явилось стремленiе усовершенствовать устройство описанной машины.

Кроме физиковъ, для которыхъ магнитоэлектрическия машины должы были иметь какъ теоретический, такъ и практический интересъ, были и некоторыя техническия учрежденiя, которыя обратили. вниманiе на новый аппаратъ для получения тока; это были, конечноио, некоторыя телеграфныя и гальванотехническия учрежденiя, такъ какъ тогда электротехника ограничивалась только ими. Телеграфныя техники, какъ мы .видели выше, вообще не считали магнитоэлектрическую машину более совершеннымъ аппаратомъ сравнительно съ элементами; но и они должны сознаться, что существуютъ

случаи, где полезно заменить батарею магнитным индуктором. Последний получил таким образом приложение и в телеграфном деле, однако опять не пользовался здесь настолько большим предпочтением, чтобы его применение оказало влияние на развитие машин для получения тока. Совершенно иначе стояло это дело в гальванотехнике, где давно уже была настоятельная потребность получать ток при помощи машин. Обширные мастерские для серебрения, золочения и гальванопластики, как напр. братьев Элкингтон в Бирмингеме и Рюольца в Париже, не могли не считать затруднительным употребление больших гальванических батарей и, так

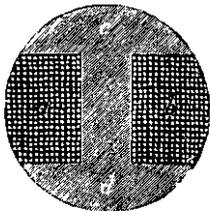


51. Машина Alliance приблизительно в 1/10 натуральной величины.

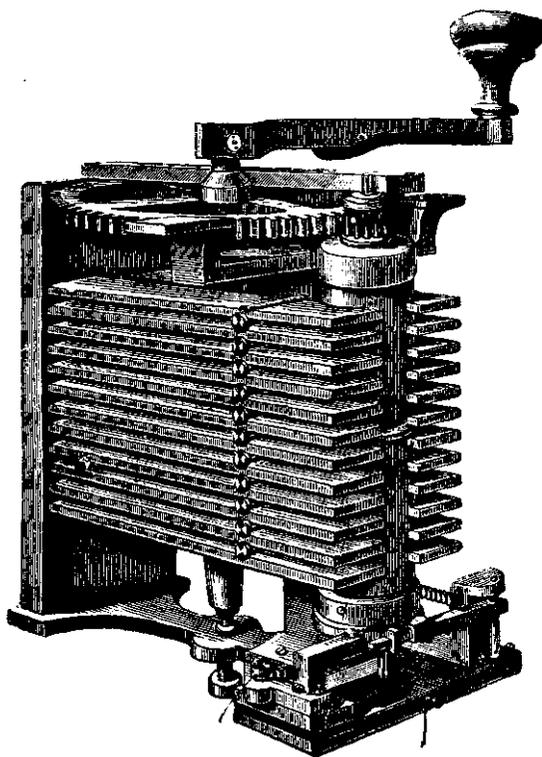
как при ломощ паровых машин легко иметь значительную движущую силу, это должно было вызвать желание соорудать большия машины для получения тока. Таким образом гальванотехника дала значительный толчек развитию динамомашин, и не правы те современчыи электротехники, которые не признают заслуги гальванотехники в этом отношении.

Фирма Кристофль и К^о в Париже первая, и именно уже в 1854г., сделала попытку ввести в употребление магнитоэлектрическую машину. Около этого же времени возникла фабрика для приготовления магнитоэлектрических машин, это—так называемая „Compagnie ГАШапсе“, занимавшаяся преимущественно сооружением магнитоэлектрических машин большого размера. Ея машины имели в свое время значительное распространение и служили между прочим для дуговых ламп на маяках. Сами по себе эти машины имели громадные недостатки. Прежде всего, для них нужны были большие и тяжелые магниты, так как магнитное действие стальных,

магнитовъ сравнительно невелико, и для того, чтобы машина имела достаточную силу, нужно было брать большіе магниты и въ большомъ числе. Вследствие этого машины получали обширные размеры и большой весъ, что конечно увеличивало ихъ цену. Стоитъ только сравнить машину компании Alliance, какую она была въ пятидесятихъ годахъ (рис. 51), съ нынешнею динамомашинной такой же силы, чтобы увидеть, что последняя меньше ея по крайней мере вътрое по всемъ направлениямъ. Но и кроме этого магнитныя машины имели несколько недостатковъ. Такъ, напр., магниты ослабеваютъ очень скоро и притомъ очень значительно; далее, отношение получаемой



52. Якорь Сименса;
поперечный разрезъ.



5Г-/
53. Якорь Сименса;
продольный разрезъ.

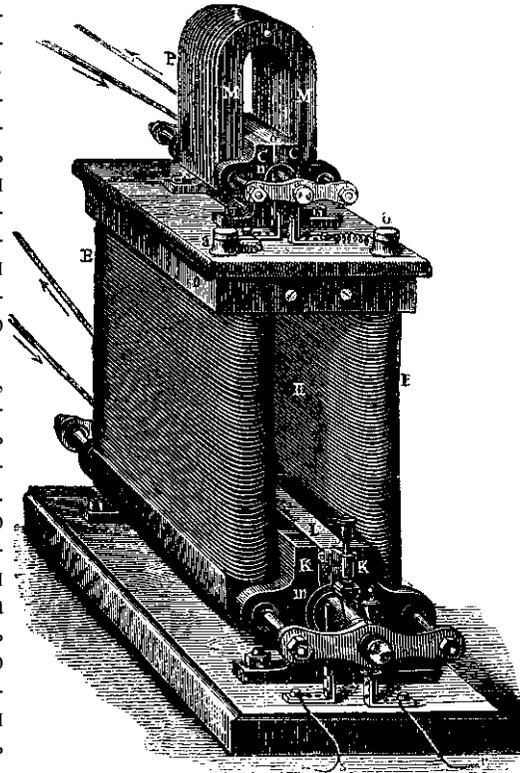
>И- Магнитоэлектрическая машина съ якоремъ Сименса.

электрической энергии къ затрачиваемой механической работѣ въ этой машинѣ вследствие некоторыхъ причинъ очень невыгодно. Эти обстоятельства вызвали попытки усовершенствовать машину, и прежде всего вниманіе изобретателей было обращено на стальные магниты. Въ самомъ деле, почему бы не взять вместо этой громоздкой, ненадежной и вместе съ тѣмъ слабосильной части машины гораздо более удобный электромагнитъ? Эта мысль очень проста, но долго пригальсо ждать, пока удалось ее осуществить, такъ какъ для возбужденія требовалась бы отдельная батарея, а это, конечно, не соответствовало бы цели машины заменить вполне элементы. Однако батарею можно было устранить тѣмъ, что для питанія электромагнитовъ употребить магнитоэлектрическую машину, вращаемую тѣмъ же двигателемъ, который приводитъ въ движеніе и главную машину. Этотъ шагъ сделалъ Г. В и л ь д е въ Манчестере въ 1866 г. Его машина отличалась отъ прежнихъ тѣмъ, что магниты въ ней были заменены электромагнитами; для возбужденія послѣднихъ служила меньшая магнитоэлектрическая машина съ постоянными маг-

нитами, соединенная съ темъ же двигателемъ, который приводилъ въ движение и большую машину. Отсюда оставался только одинъ шагъ къ собственно динамомашине, которая возбуждаетъ электроагннты своимъ собственнымъ токомъ.

Здесь следуетъ упомянуть объ одномъ усовершенствовании, внесенномъ Вернеромъ Сименсомъ въ устройство движущихся катушекъ и ихъ железныхъ сердечниковъ. Эти катушки съ железомъ внутри называются якоремъ или арматурой машины. Первое название есть только обобщение названия того куска железа, который притянутъ магнитомъ; такъ какъ железная сердцевина катушекъ въ вышеописанныхъ машинахъ соединяетъ полюсы ихъ магнитовъ подобно якору, то это название распространилось и на катушки съ ихъ железнымъ сердечникомъ. Название „арматура“, т. е. „вооружение“, было дано англичанами. Оба обозначения употребляются теперь въ переносномъ смысле для той части магнитоэлектрическихъ и динамоэлектрическихъ машинъ, въ которой возбуждается токъ, включая сюда и сердечникъ катушекъ. Этими названиями мы будемъ часто пользоваться впоследствии.

Усовершенствование Сименса, сделанное въ якоре магнитоэлектрической машины, заключалось въ томъ, что онъ прядаль его сердечнику более удобную форму. Этотъ якорь въ форме „двойного Т“, состоитъ изъ железнаго цилиндра, въ которомъ прорезаны съ противоположныхъ сторонъ два продольныхъ желоба (рис. 52). Въ этихъ желобахъ помещается изолированная проволока, которая наматывается по направлению оси цилиндра (рис. 53). Такой якорь вращается между полюсами магнита, которые тесно его



обхваты- 55. Машина Вилде.

хваютъ. Сравнительно съ прежними, этотъ якорь представляетъ большія удобства. Преледе всего очевидно, что цилиндръ, вращающийся вокругъ своей оси, въ механическомъ отношешии выгоднее прежнихъ якорей. По отношешию къ магнитнымъ действиямъ якорь Сименса имеетъ ту выгоду, что онъ проводитъ линии силъ по кратчайшему разстояншию и кроме того даетъ возможность простымъ способомъ увеличить число действующихъ магнитовъ, такъ какъ для этого достаточно только удлинить якорь и прибавить несколько новыхъ магнитовъ. Достоинство его заключается еще и въ томъ, что онъ даетъ равномерный токъ. Рис. 54 ИИоказываетъ, что якорь Сименса представляетъ изъ себя компактное тело, более соответствующее характеру машины, чемъ якоря прежней конструкции, и выгодное темъ, что цилиндръ можетъ быть почти вполне окруженъ полюсами магнита. Это преимущество довольно важно въ большихъ машинахъ.

Вильде, къ которому мы опять возвращаемся, построилъ свою электромагнитную машину (рис. 55), воспользовавшись якоремъ Сименса. Она почти не требуетъ объяснений. Она устроена вроде машины, изображенной на рис. 54, съ тою только разницею, что вместо стальныхъ магнитовъ взяты электромагниты. Возбуждение этого электромагнита производится -второй, меньшей машиной, снабженной стальными магнитами.

Принципъ самовозбуждения. „Таково было положение дела“, говоритъ Вернеръ Сименсъ, рассказывая историю своего открытия, „когда мне пришло въ голову въ 1866 году, что электромагнитная машина, если ее привести въ движение токомъ (т. е. заставить ее действовать, какъ двигатель), должна усилить этотъ токъ, если заставить ее вращаться въ направлении, противоположномъ тому, въ которомъ ее вращаетъ токъ. Собственно говоря, уже Якоби предполагалъ, что въ каждой электромагнитной машине, вращаемой токомъ, долженъ возникнуть токъ противъ уположнаго направления, ослабляющий токъ, вращающий машину; если же заставить машину вращаться въ обратную сторону, то и направление возникающаго наведеннаго тока должно перемениться на противоположное (т. е. онъ долженъ пойти по направлению действующаго тока). Мои предположения не только подтвердились на самомъ деле, но при этомъ оказалось еще, что и въ мягкомъ железе остаточный магнетизмъ достаточенъ для того, чтобы вызвать некоторый очень слабый токъ, который можно затемъ усилить“. Изъ этихъ словъ мы видимъ, что Сименсъ подошелъ къ своему изобретению не чрезъ машину Вильде, а чрезъ действия электрическаго двигателя, обратимость котораго была уже тогда известна. Вместе съ темъ нельзя сказать, что его изобретение не было логическимъ следствиемъ целаго ряда предшествовавшихъ открытий. Въ то время была уже вполне подготовлена почва для этого послѣдняго шага, т. е. для появления собственно динамомашинъ, и даже одновременно и независимо отъ Сименса пришелъ къ тому же изобретению Уитстонъ, обнаруживший его четырнадцатью днями позже, чѣмъ Сименсъ. Мы будемъ и ниже часто встречаться съ подобными явлениями, когда какое либо новое изобретение „назреваетъ“ и почти одновременно осуществляется несколькими исследователями сразу въ разныхъ местахъ; и этому нечего удивляться, такъ какъ эти изобретения являются какъ бы послѣдними членами целаго ряда прежнихъ открытий, какъ бы необходимымъ следствиемъ предшествовавшаго. Поэтому во многихъ случаяхъ бываетъ трудно определить, кому следуетъ приписать первенство въ томъ или другомъ открытии.

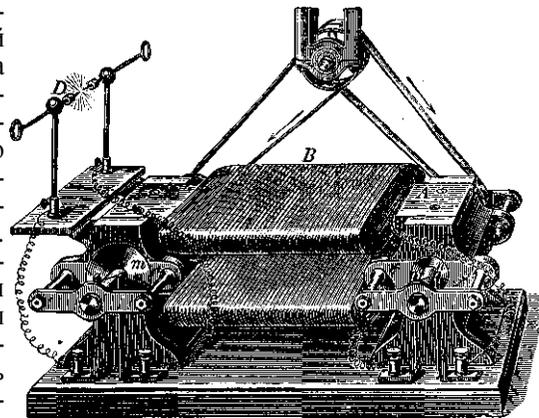
Первая динамомашина. Первая динамомашина, пригодная для получения тока, была построена англичаниномъ Леддомъ въ 1867 г. Но онъ все еще пользовался отдельной машиной для возбуждения электромагнитовъ. Рис. 56 показываетъ устройство этой машины, которая состоитъ изъ двухъ плоскихъ электромагнитовъ, между концами которыхъ вращаются два якоря Сименса. Одинъ изъ якорей даетъ токъ для питания электромагнитовъ, а другой — для внешней цепи. Слабый остаточный магнетизмъ сердечниковъ электромагнитовъ сначала возбуждаетъ очень слабый токъ въ арматуре перваго якоря; этотъ токъ обегаетъ электромагниты и усиливаетъ уже имеющееся въ нихъ магнитное состояние. Вследствие этого усиливается въ свою очередь токъ въ арматуре, а послѣдний еще более увеличиваетъ силу электромагнитовъ и мало по малу такое взаимное усиление идетъ до тѣхъ поръ, пока электромагниты не приобретутъ полной своей 'силы. Тогда можно привести въ движение вторую арматуру и получить отъ нея токъ, который можно употребить для освещенія или другихъ целей.

На фиг. 56 токъ направляется къ двумъ угольнымъ остриямъ, между которыми образуется вольтова дуга.

Кольцо Пачинотти-Грамма. Нетрудно видеть, что можно совершенно устранить одну язь арматуръ въ вышеописанной машинѣ и воспользоваться другой арматурой не толыш для возбужденія электромагнитовъ, но и для получения тока во внешней цепи. Для этого нужно только провести токъ изъ арматуры въ обмотку электромагнита, разсчитавъ все такъ, чтобы послѣдній могъ достичь полной своей силы, и тотъ же токъ направить во внешнюю цепь. Но прж такомъ упрощеніи дела якорь Сжменса оказывается непригоднъшъ. Вотъ что говорить объ этомъ обстоятельстве изобретатель динамомашинъ:

„Великіе планы, которые я уже тогда, при появленіи на свѣтъ этого своего дѣтища, строилъ, какъ это обыкновенно случается при первой радости, оказались однако же недолговечными. Я мечталъ тогда уже объ электрическихъ железныхъ дорогахъ въ Берлинѣ. Но динамо-электрическая машина еще ые была готова и требовала сперва устранения некоторыхъ своихъ детскихъ болезней. Одною изъ послѣднихъ явилось новое явление, заключающееся

въ нагреваніи железа при быстрой переменѣ его магнитной полярности. Частицы железа не могли достаточно быстро поворачиваться при быстрой переменѣ его полярности и это требовало добавочной внутренней работы, которая выражалась нагр еваніемъ железа. Сильныя машины, которыя были построены для получения электрическаго свѣта, должны были вследствие этого непрерывно охлаждаться водою, такъ какъ иначе происходило слишкомъ сильное нагреваніе магнитовъ и проволокъ.”



56. Динамоэлектрическая машина Ледда.

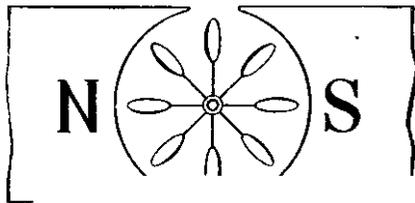
Въ это время на помощъ электротехникѣ пришло новое изобретение, которое дало якорю лучшую форму. Это было кольцо Пачинотти-Грамма, которое не только свободно отъ вышеуказаннаго недостатка, но и обладаетъ еще однимъ важнымъ преимуществомъ, такъ какъ вместо отдельныхъ толчковъ, выпрямляемыхъ коммутаторомъ, даетъ токъ постоянный не только по направленію, но и по силѣ.

Въ 1860 г. д-ръ Пачинотти во Флоренціи построилъ электрический двигатель, котораго кольцеобразный якорь вместо переменныхъ полюсовъ обладалъ полюсами, неподвижными въ пространствѣ. Устройство такого якоря будетъ понятно изъ описанія точно такого же прибора, предложеннаго десять леть спустя Зиновіемъ Теофиломъ Граммомъ, бельгийцемъ по происхожденію. Онъ служилъ въ Compagnie Г Alliance столярнымъ мастеромъ, тамъ познакомился съ электричествомъ и совершенно независимо отъ Пачинотти изобрелъ свой якорь. Исходная точка его заключалась въ томъ, чтобы заставить вращаться внутри проволочной катушки железное кольцо, на которомъ наведены магнитные полюсы и таишмъ путемъ получать равномерный токъ постояннаго направленія. Впослѣдствіи онъ пришелъ къ устройству, предложенному Пачинотти.

Заслуга Грамма вовсе не умаляется темъ, что его идею осуществилъ Пачинотти десятью годами раньше его. Если первенство и принадлежитъ Пачинотти, темъ не менее Граммъ пришелъ къ своей идее самостоя-

тельно и, только благодаря ему, это изобретение получило значение въ электротехнике.

Чтобы понять устройство якоря Грамма, рассмотрим сперва следующее простое приспособление. Въ магнитномъ поле, образуемомъ полюсами *N* и *S* (рис. 57), вращаются восемь замкнутыхъ металлическихъ колець, которыя прикреплены на равныхъ разстояннхъ другъ отъ друга къ оси при помощи спиць. Обозначимъ самое верхнее кольцо № 1 и будемъ ихъ считать по направлению часовой стрелки. Рассмотримъ сперва кольца 1—5. Мы видимъ, что кольцо 1 обхватываетъ наибольшее число линий, такъ какъ его плоскость перпендикулярна къ направлению линий. Кольцо 2 обхватываетъ уже меньшее ихъ число, такъ какъ оно наклонено къ направлению линий, а сквозь кольцо 3 вовсе линий не проходитъ, такъ какъ его плоскость совпадаетъ съ ихъ направлениемъ. Въ кольце 4 число линий опять увеличивается, но, какъ легко заметить, оно вступаютъ въ кольцо уже съ противоположной стороны, такъ какъ кольцо 4 обращено къ полюсу другой своей стороной сравнительно съ кольцомъ 2. Въ кольце 5 линии опять достигаютъ наибольшаго числа, такъ что пятое кольцо обхватываетъ столько же линий, сколько и первое, но входятъ оно съ противоположной стороны кольца.



Круговое движение колець въ магнитномъ поле.

Если мы будемъ вращать ось, къ которой прикреплены кольца, то каждое кольцо станетъ последовательно проходить чрезъ Иоложения колець 1—5, и при этомъ, когда кольцо переходитъ изъ положения 1-го во 2-е и 3-е, то въ немъ возникаетъ токъ, такъ какъ число линий въ

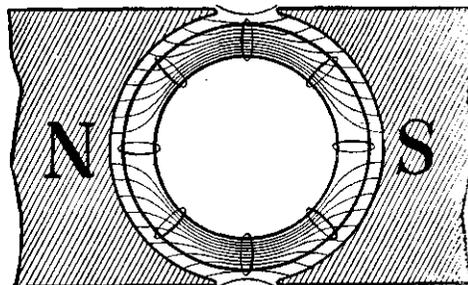
его контуре уменьшается. На

пути отъ ПОЛОЖЕНИЯ 3 до 5 ЧИСЛО ЛИНИЙ опять увеличивается; если бы они входили въ Кольцо съ той же самой стороной, какъ и при 1—3, то въ немъ долженъ былъ бы возникнуть токъ противоположнаго направления; но такъ какъ при этомъ кольцо изменяетъ свое положение относительно севернаго полюса, т. е. поворачивается къ нему другой стороной, то и линии силъ начинаютъ входить съ другой его стороны, и не смотря на то, что число ихъ начинаетъ увеличиваться, токъ въ кольце сохраняетъ то же направление, которое онъ имель въ положеннхъ 1—3. Поэтому во все время движения кольца чрезъ положения 1—5 въ немъ проходитъ токъ постояннаго направления.

Обратимся теперь къ другой половине пути каждаго кольца. Когда кольцо переходитъ къ ИИоложению 5, оно опять обхватываетъ наибольшее число линий силъ. Когда оно переходитъ это положение, число линий въ его контуре начинаетъ уменьшаться. Такъ какъ при этомъ положение кольца относительно севернаго полюса не меняется, то этотъ переходъ отъ возрастания числа линий къ уменьшению обуславливаетъ перемену направления тока. Далее повторяются те явления, которыя мы видели при первомъ полуобороте; въ кольце въ положеннхъ 5, 6, 7 до 1 будетъ проходить токъ постояннаго направления, но этотъ токъ долженъ иметь направление противоположное тому, которое было въ первой половине пути. Въ положении 1 опять меняется направление тока, и далее явление повторяется въ томъ же порядке.

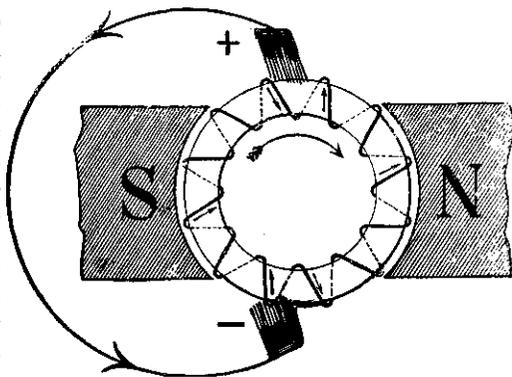
Нашъ приборъ имеетъ только тотъ недостатокъ, что магнитное поле не утилизируется вполне. Для этого мы введемъ одно усовершенствование, которое дастъ намъ возможность Иючти все линии силъ направить сквозь контуръ кольца. Мы наденемъ наши кольца на железное кольцо и придадимъ полюсамъ магнита *N* и *S* такую форму, чтобгл они по возможности

плотно обхватывали наш якорь (рис. 58). Линии сил, идущая от одного полюса къ другому, выбираютъ для себя удобнейшій путь и поэтому проходятъ по железному кольцу, располагаясь при этомъ такъ, какъ показывается рисунокъ. Очевидно, здѣсь будетъ происходить то же самое, что и БЪ случае, представленномъ на рис. 57, т. е. при движении колецъ, число линий силъ, проходящихъ сквозь ихъ контуры, будетъ изменяться, то увеличиваясь, то уменьшаясь. И точно также какъ и раньше, въ двигающихся кольцахъ будутъ возбуждаться токи, и притомъ на одной половине пути эти токи будутъ иметь одно направление, а на другой — противоположное. Линии силъ, идущая въ железномъ кольце, конечно не изменять своего положения, если мы прикрепимъ къ нему те кольца, въ которыхъ возбуждается токъ, и заставимъ самое железное кольцо вращаться.



58. Прохождение линий силъ въ железномъ кольце.

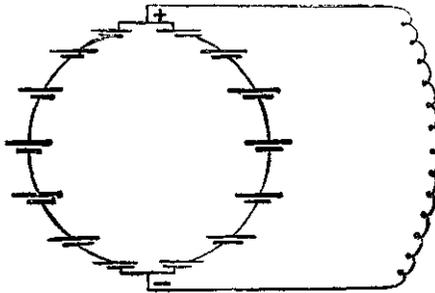
Теперь уже не трудно будетъ понять действие „граммовскаго кольца“. До сихъ поръ мы оставляли наши кольцевые проводники безъ всякаго соединенія другъ съ другомъ; теперь мы ихъ соединимъ следующимъ очень простымъ способомъ. Мы обовьемъ железное кольцо непрерывной проволокой, которой концы соединимъ вместе, и такимъ образомъ получимъ спираль, обвивающую наше кольцо, какъ это показываетъ рис. 59. Пока предположимъ, что проволока обмотки обналсена, т. е. не имеетъ изолирующей оболочки. Для того чтобы токъ изъ обмотки не проходилъ въ железное кольцо, предположимъ, что проволока намотана не прямо на железе, но что подъ нее предварительно надлясенъ слой изолирующаго вещества, который и не позволяетъ току идти иначе, какъ по проволоке. Отдельные обороты спиральной обмотки мы можемъ разсматривать, какъ такая же металлическая кольца, какими мы пользовались раньше; но тогда они не были соединены между собою, теперь же концы каждого изъ нихъ соединены съ соответственными концами соседнихъ колецъ, т. е. несколько самостоятельныхъ колецъ мы заменили въ этомъ случае однимъ непрерывнымъ проводникомъ.



59. Непрерывная обмотка граммовскаго кольца: получение изъ кольца тока.

Какимъ же образомъ следуетъ разсматривать такое соединеніе отдельныхъ оборотовъ проволоки? Чтобы решить этотъ вопросъ, посмотримъ, что будетъ, если мы начнемъ вращать наше кольцо. По предыдущему въ каждомъ обороте спирали появится токъ; эти токи будутъ иметь направленія, указанныя стрелками на рис. 59. Принимая въ расчетъ эти направленія, легко видеть, что обороты въ каждой половине кольца соединены последовательно, но обе половины обмотки кольца соединены противоположно другъ другу. Токи съ обеихъ сторонъ

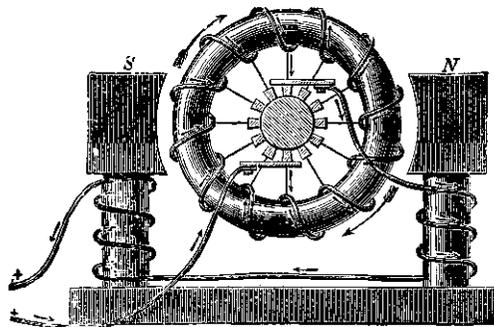
направляются къ верхней точке кольца и тамъ, следовательно, получится положительный полюсъ; подобнымъ же образомъ, въ нижней точке, откуда берутъ свое направление токи, будетъ находиться отрицательный полюсъ. Мы можемъ сравнить нашъ случай съ батареей, составленной изъ двухъ частей, которыя соединены между собой противоположно (рис. 60); каждая часть заключаетъ въ себе одинаковое число элементовъ, соединенныхъ последовательно. Какъ здесь, такъ и въ граммовскомъ кольце нельзя обнаружить тока, но мы его получимъ, если соединимъ проволокой те точки, въ которыхъ соединяются обе батареи; тогда обе части батареи будутъ совместно



60 Соединение оборотовъ въ обмотке граммовскаго кольца; отдельные обороты заменены элементами.

Июсылать свой токъ въ соединительную проволоку. Но какъ устроить Июподобное соединение въ граммовскомъ кольце? ииеть ничего проще; мы укрепимъ два скользящихъ контакта въ виде пружинъ, такъ чтобы они касались верхней и нижней части вращающагося кольца; а такъ какъ по предыдущему мы должны получить изъ этихъ точекъ токъ, то мы легко можемъ отводить его во внешнюю цепь, присоединяя последнюю къ пружинамъ.

Мы видимъ, что последнее приспособление даетъ намъ нечто новое, существенно отличающееся отъ ранние оишсаннаго механическаго изменения направления тока. Хотя и здесь токи въ оборотахъ будутъ изменять свое направление при вращении кольца, во где бы оборотъ при этомъ вращении ни находился, онъ всегда будетъ давать токъ, направленный къ верхней точке кольца. Пружины служатъ здесь ие въ качестве коммутатора, а въ качестве сбирателя тока.

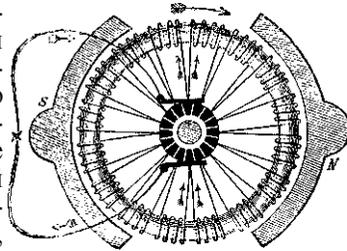


Соединение отдельныхъ оборотовъ обмотки съ секторами коллектора.

пружины скоро перетерли бы проволоку обмотки и испортили бы промежуточную изолировку искрами, которыя всегда здесь получаютъ. Поэтому устраиваютъ ппаче, прибавляя къ кольцу особое Иириспособление, называемое „коллекторомъ" и служащее для отведения тока изъ обмотки. Коллекторъ состоитъ изъ металлическихъ шиатинокъ, прикрепленныхъ къ оси кольца и имеющихъ форму секторовъ цилиндра. Каждая пластинка тщательно изолирована отъ соседнихъ секторовъ и отъ оси кольца. Рис. 62 показываетъ устройство такого приспособления. Если мы соединимъ концы каждаго оборота обмотиш съ одною изъ такихъ металлическихъ пластинокъ (ср. рис. 61) и Июместимъ наши скользящия пружины такъ, чтобы оне постоянно вяходилиси,

Въ описанной выше типической форме граммовскаго кольца намъ остается устранить еще одинъ недостатокъ. Для того, чтобы скользящие контакты могли отводить токъ изъ кольца, проволочная обмотка должна быть обнажена. Но, какъ мы увидимъ ниже, она должна быти, намотана плотно и въ несколько слоевъ, а потому не легко сделати такъ, чтобы верхний слой проволоки оставался обнаженнымъ и вместись темъ чтобы его обороты были отделены другъ отъ друга изолировкой; кроме того, скользящия пружины

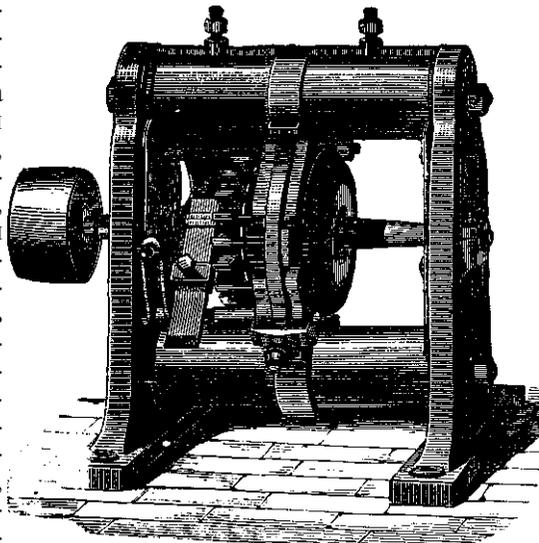
въ соединении съ самымъ верхнимъ и самымъ нижнимъ оборотомъ обмотки, то мы получимъ изъ обеихъ половинъ обмотки токъ, направляющийся къ той пружине, которая соединена съ верхнимъ секторомъ. Токъ будетъ обходить внешнюю цепь и возвращаться въ кольцо чрезъ нижнюю пружину. Мы изменили, следовательно, устройство кольца только темъ, что переместили полюсы его обмотки на ось, во это имеетъ ту выгоду, что вместо легко портящагося кольца, мы можемъ пользоваться для отведения тока приспособлениемъ боле прочнымъ, которому легко придать обтачиваемую гладкую поверхность, не такъ скоро портящуюся скользящими пружинами. Кроме этой есть еще одна выгода. Вместо нашей прежней простой обмотки мы можемъ взять более сложную, состоящую изъ многихъ оборотовъ (ср. рис. 62),



62. Граммовское кольцо, въ которомъ съ каждымъ секторомъ коллектора соединены несколько оборотовъ обмотки.

не увеличивая при этомъ числа пластинокъ коллектора. Правда, въ такомъ случае токъ будетъ отводиться въ каждый моментъ не только изъ самаго верхняго и самаго нижняго оборота, но и изъ соседнихъ оборотовъ; однако это очень мало отзывается на постоянстве тока, если отдельныя части обмотки не широки. Изложение устройства и действия граммовскаго кольца отняло у насъ довольно много времени, и, можетъ быть, сделалось уже утомительнымъ для читателя. Но сократить вышеизложенное невозможно, такъ какъ знание устройства граммовокаго кольца и явлений, происходящихъ въ немъ, необходимо для понимания целаго

обширнаго класса для электрическихъ машинъ. Мы теперь перейдемъ къ описанью динамомашинъ различнаго устройства и къ изложению ихъ развития за последние двадцать летъ, но сперва надо сделать следующее замечание. Для того, чтобы линии силъ получали более рациональнаго направления, мы пользовались железнымъ кольцомъ. Мы можемъ вообразить себе, что оно состоитъ изъ множества отдельныхъ колецъ, расположенныхъ точно также, какъ обороты его обмотки; для простоты понимания мы допустимъ, что кольцо имеетъ внутри пустой каналъ. Въ такихъ отдельныхъ кольцахъ железной сердцевины якоря конечно дол-

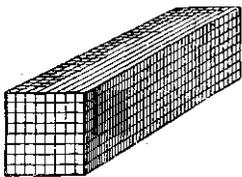


63. Динамомашина Грамма.

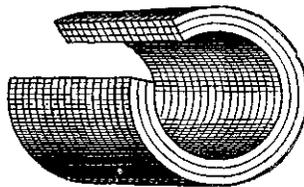
жны возникать токи, циркулирующие внутри железа; такимъ образомъ, не только въ обмотке, но и въ железе якоря существуютъ токи, однако последними мы не можемъ пользоваться, такъ какъ не умеемъ жвзвлечь ихъ изъ железа, а между темъ эти токи требуютъ для своего возбуждения траты энергии двигателя и такъ нагреваютъ железное кольцо, что изолировка его обмотки портится. Разницы въ явлении конечно никакой не получится, если

кольцо не будет иметь внутри канала, а если и будет, то только та, что образование токовъ въ немъ усилится, и увеличатся протекающія отсюда неудобства. Это Июказываетъ, что мы должны отказаться отъ употребленія массивнаго железнаго кольца. Ншке мы покажемъ, какъ молшо обойти это неудобство.

Динамомашина Грамма. Рис. 63 изображаетъ динамомашину Грамма въ той формѣ, которую она имела при своемъ появленіи яа светъ. Две железныя вертикальныя стойки соединены сверху и снизу стержнями двухъ индуктирующихъ электромагнитовъ. Полюсы этихъ электромагнитовъ находятся въ ихъ середине, такъ что каждый изъ электромагнитовъ какъ бы составлень изъ двухъ, одноименные полюсы которыхъ обращены другъ къ другу; молшо разсматривать это устройство иначе, и считать, что две половины, прилегающія къ каждой стойке и соединенныя ею, образуютъ два отдѣльныхъ электромагнита, которые соединены одноименными полюсами сверху ИИИ снизу. Въ техъ местахъ, где образуются полюсы, къ электромагнитамъ присоединены особой формы железныя насадки, которыя входятъ въ пространство между электромагнитами и обхватываютъ почти вполне кольцеобразный якорь машины. Две стойки, связывающія оба электромаг-



64. Кусокъ железа, разбитый на части, чтобы затруднить возникновение токовъ.

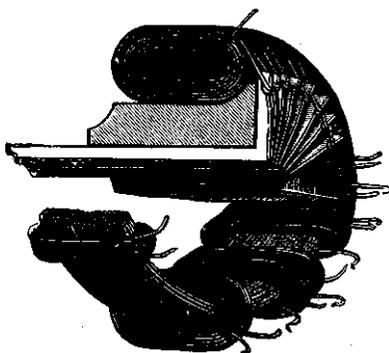


65. Железное кольцо, разбитое на части.

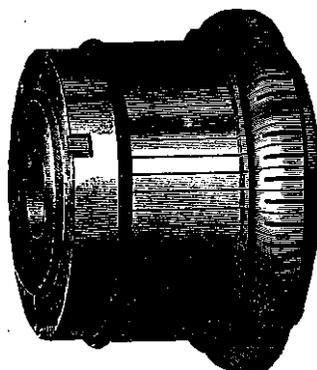
нита и составляющія основу всей машины, служатъ также для того, чтобы держать ось якоря и шкива машины.

Обратимся теперь къ наиболее важнымъ частямъ машины, а именно къ якорю и коллектору. Мы видели, что железный сердечникъ якоря нельзя делать сплошнымъ, такъ какъ въ немъ возникаютъ вредные токи, которые нагреваютъ его и требуютъ непроизводительной затраты энергии. Какъ же избѣлхать появленія такихъ токовъ, не увеличивая затрудненія для прохожденія линий силъ? Токи, возникающіе въ сердечнике якоря, всегда проходятъ, если это имъ позволяетъ место, по такому пути, который какъ бы кольцомъ обхватываетъ линии силъ, а плоскость ихъ пути всегда перпендикулярна къ линиямъ силъ. Если же железный сердечникъ якоря разбить на части такъ, чтобы не разрывались пути линий силъ и вместе съ темъ, чтобы образовались слои или разрывы на пути возникающихъ токовъ, то этимъ можно достигнуть того, что образование вредныхъ токовъ затруднится. Въ самомъ деле, вообразимъ себе кусокъ железа (рис. 64), въ которомъ линии силъ проходятъ съ задней стороны къ передней, и предположимъ, что онъ разбитъ на отдѣльные стержни, какъ показываетъ сетка на ближайшемъ концѣ куска; если отдѣльные стержни изолированы другъ отъ друга, то изолировка не допуститъ току проникнуть изъ одного стержня въ другой, и такимъ образомъ молшо въ значительной мерѣ затруднить возникновение техъ токовъ, которые въ сердечнике якоря обегаютъ вокругъ линий силъ. Нулшо только найти средство наиболее простымъ способомъ разбивать лселезный якорь на части. Это молшо легко сделать, приготовляя его изъ железной проволоки, которую можно намотать въ виде толстаго кольца какой угодно формы. Рис. 65 по казываетъ видъ такого сердечника якоря, часть котораго отрезана, чтобы можно было видеть расположеніе проволокъ. Для изолировки проволокъ другъ

от друга каждый слой заливается лаком, который проникает между отдельными оборотами проволоки и не позволяет им касаться друг друга. Когда кольцо сделано и изолирующий лак застыл, его можно покрывать обмоткой. При этом надо стремиться, чтобы сердечник был хорошо изолирован от оборотов обмотки, так как в противном случае ток из недостаточно хорошо изолированных мест обмотки может находить себе побочные пути, что оказывает вредное влияние. Для этого кольцо обвивают узкою полотняною лентой, так чтобы отдельные обороты ее отчасти заходили друг за друга, а затем пропитывают эту оболочку каким-либо подходящим лаком или смолой. Теперь уже можно навивать обмотку якоря, что составляет конечно довольно кропотливую работу, так как при каждом обороте проволоку надо протягивать сквозь кольцо и укладывать ее на якоре очень аккуратно и плотно. Изображенная на рис. 59 замкнутая проволоочная обмотка состоит из отдельных оборотов, но на деле вместо каждого оборота на кольцо навивают целые катушки, состоящие из многих оборотов (рис. 62). Отдельные катушки соединяются так, что проволока непрерывно обегает



66. Устройство якоря машины Грамма.



67. Коллектор.

железное кольцо и притом в одном и том же направлении; кроме того от мест соединения каждой пары катушек идет проводник к соответственной пластинке коллектора. Увеличение числа оборотов в каждой катушке не изменяет несколько вышеописанных явлений в якоре, но напряжение тока в каждой половине кольца увеличивается, и тем больше, чем больше число оборотов в обмотке (ср. рис. 66).

Приготовленный таким образом якорь насаживается соответственным образом на ось машины. Для этого обыкновенно заранее снабжают железное кольцо с внутренней стороны металлическими шпильками, которые скрепляются с массивным кольцом, насаживаемым на ось машины. Так как важно оставлять по возможности мало пространства между якорем и наконечниками полюсов электромагнитов для того, чтобы пути линий сил были как можно короче, необходимо, чтобы ось проходила как раз в центре якоря и была прочно с ним соединена; если этого не сделать, то обмотка якоря может при вращении машины тереться о поверхность полюсов и обдирать свою изолировку.

Коллектор обыкновенно составляется из отдельных медных, бронзовых или каких-нибудь других металлических пластинок, одинаковой ширины. Отдельные секторы коллектора изолируются друг от друга слюдой, бумагой или другими веществами. Устроенный таким образом коллектор насаживается на ось машины, но конечно надлежащим образом изолируется от нее. Изображение такого коллектора дает рис. 67. Отдель-

ные металлические пластинки, которые съ правой стороны снабжены выступами для соединения съ катушками, прижимаются видимыми впереди гайками къ соответствующимъ выступающимъ справа выступамъ и темъ удерживаются вместе. Наконецъ, каждая пластинка коллектора связывается проводникомъ съ местами соединения отдельныхъ соседнихъ катушекъ якоря.

Для получения тока изъ коллектора служатъ такъ называемыя коллекторныя щетки. Раньше для этой цели употребляли упругия латунныя пластинки, которыя плотно прилегали къ коллектору въ надлежащихъ местахъ. Теперь же делаютъ такія щетки изъ тонкихъ медныхъ проволокъ, которыя образуютъ хотя гибкую, но упругую пластинку. Щетки такого устройства хорошо принаравливаются ко всемъ неровностямъ коллектора и вследствие этого даютъ более ровный токъ, чемъ щетки прежняго устройства.

Въ новейшее время щетки стали изготовлять изъ медной сетки, сплетенной изъ тонкой проволоки. Такія щетки ровнее прилегаютъ къ коллектору и лучше сохраняютъ его отъ стирания; для некоторыхъ же специальныхъ целей применяютъ кусочки угля, скользящие по коллектору; объ этомъ будемъ говорить при разсмотрении электрическихъ моторовъ.

При помощи изолированныхъ проволокъ щетки соединены съ зажимами машины, откуда идетъ токъ во внешнюю цепь. Проволока, идущая къ одному изъ зажимовъ, кроме того образуетъ обмотку электромагнитовъ; мы впоследствии вернемся еще къ такимъ соединениямъ и къ ихъ различнымъ видоизменениямъ. Сперва же разсмотримъ дальнейшее развитие описываемой динамомашини, которая приобрела себе широкое распространение въ практике.

Читатель увидитъ, что динамомашини, несмотря на то, что сущность ея такъ проста, все же ставила большія требованія искусству рабочихъ и конструкторовъ; особенно подвижныя ея части, а именно якорь и коллекторъ, требуютъ чистоты и аккуратности работы. При употреблении машины наибольшая доля вниманія должна быть обращена на коллекторъ; нужно следить, чтобы щетки прилегали къ нему ни слишкомъ сильно, ни очень слабо, чтобы оне были въ порядке и находились на надлежащихъ местахъ. Въ противномъ случае машина даетъ у щетокъ сильныя искры, которыя портятъ коллекторъ.

Въ машинѣ, построенной Граммомъ, трудно следить за щетками вследствие недоступности положенія коллектора; мы увидимъ ниже при описаніи другихъ машинъ, что этотъ недостатокъ устраняется темъ, что коллекторъ помещается на видномъ месте. Но прежде чемъ говорить объ этихъ усовершенствованіяхъ более частнаго характера, намъ нужно упомянуть объ одномъ принципіальномъ измененіи въ машинѣ.

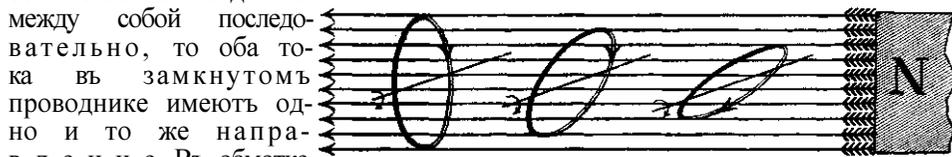
Барабанный якорь. Граммъ опередилъ Сименса темъ, что первый построилъ динамомашину, применимую къ практикѣ. Сименсъ, какъ руководитель фирмы Сименсъ и Гальске, и его инженеры постарались сделать возможныя улучшения въ этой машинѣ, и главный инженеръ фирмы Гефнеръ-Альтенекъ построилъ такъ называемый барабанный якорь, который представляетъ изъ себя видоизменение описаннаго раньше якоря Сименса.

Чтобы понять различіе между конструкціей граммовскаго кольца и якоремъ, предложеннымъ Гефнеромъ, обратимъ вниманіе на то обстоятельство, что на рис. 58, т. е. въ якорѣ Грамма, проволочныя кольца вращаются вокругъ оси, лежащей вне этихъ колецъ. Гефнеръ, для того чтобы полнее пользоваться индукціоннымъ действиемъ, устроилъ такъ, чтобы ось, вокругъ которой вращается проволочное кольцо, проходила чрезъ него, какъ это показывается рис. 68. Такая обмотка навивается уже не на кольцо, а на цилиндръ, или на такъ называемый барабанъ, который изображенъ на рис. 72. Изобретателю нудно было еще решить вопросъ, какимъ образомъ соединять от-

дельные обороты такой обмотки. Въ граммовскомъ кольце, какъ мы видели, соединение оборотовъ чрезвычайно просто, такъ какъ тамъ вся обмотка должна представлять изъ себя одну непрерывную проволочную спираль, покрывающую железное кольцо. Въ барабане же нетъ внутренняго отверстия, и проволока должна обходить по внешней его поверхности. Гефнеръ очень остроумно решилъ этотъ вопросъ. Мы попробуемъ объяснить читателю, какъ онъ это сделалъ, хотя это и будетъ довольно трудно.

Легко видеть, что проволоку можно наматывать непрерывно на барабанъ такъ, чтобы каждый оборотъ съ предшествующимъ образовывалъ некоторый уголъ. Этотъ способъ обмотки хорошо известенъ темъ, кому случалось, напр., наматывать нитки на клубокъ.

Если мы обовьемъ барабанъ такимъ образомъ, чтобы все обороты образовывали равные углы, и соединимъ вместе свободные концы обмотки, то можемъ ли мы получить и изъ такого якоря токъ, какъ изъ граммовскаго кольца? Обративъ внимание на рис. 68, читатель увидитъ, что когда отдельный замкнутый оборотъ обращается въ магнитномъ поле въ какомъ нибудь направлении, то въ части, обращенной къ северному полюсу, возникаетъ токъ противоположный тому, который является въ другой половине проводника, направляющейся къ южному полюсу. Но такъ какъ обе половины соединены



68. Движение проволочнаго кольца въ якорь, имеющемъ форму барабана.

последовательно, то оба тока въ замкнутомъ проводнике имеютъ одно и то же направление.

Въ обмотке, состоящей изъ многихъ оборотовъ, происходитъ то же самое; тамъ половина какого либо оборота, обращенная къ южному полюсу, соединена следовательно съ такою же половиной оборота, обращенной къ северному полюсу, эта последняя — съ южной частью соседняго оборота и т. д.; здесь все полуобороты обмотки соединены последовательно. Но вследствие этого происходитъ то, что въ такой обмотке нетъ такихъ местъ, куда притекалъ бы или отъ которыхъ оттекалъ бы токъ въ обе стороны, какъ это было въ якорь Грамма, т. е. здесь токъ замкнутъ въ самомъ якорь и не можетъ быть отведенъ во внешнюю цепь. Гефнеръ очень просто обошелъ это повидимому очень значительное затруднение темъ, что соединялъ свободные концы проволоки, объявъ ею барабанъ но одинъ, а два раза.

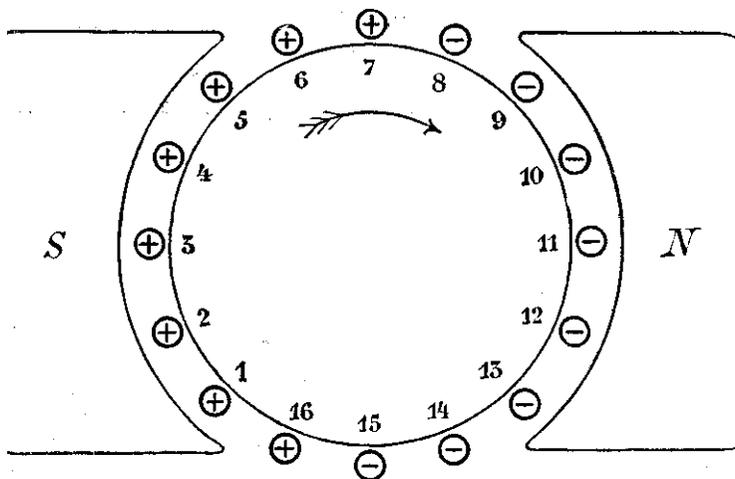
Желая объяснить читателю, какъ происходитъ образование тока въ такой двойной обмотке, мы сталкиваемся со значительными трудностями. Если бы мы захотели изобразить схематически, какъ лежатъ обороты обмотки на барабане въ действительности, то такое изображение оказалось бы такъ запутаннымъ, что читателю стоило бы не мало труда следить за ходомъ отдельныхъ оборотовъ, а темъ более трудно было бы составить себе понятие объ общей картине. Намъ придется поэтому прибегнуть къ некоторому искусственному способу, чтобы дать возможность читателю понять сущность дела; гораздо легче было бы вести объяснение при помощи модели, но такъ какъ въ книгѣ можно помечтать изображения только въ двухъ измеренияхъ, то мы сначала покажемъ схематический чертежъ, изъ котораго можно видеть, какъ меняются места оборотовъ и какое влияние это оказываетъ на образование тока.

Представимъ себе, что на боковой поверхности цилиндра размещается 16 металлическихъ изолированныхъ стержней на одинаковомъ разстоянии

ОДИБЪ отъ другого, какъ показано на рис. 69, дающей видъ спереди. Пусть N северный полюсь и S южный полюсь магнита. Если цилиндръ вращается въ направлении, указанномъ стрелкой, то въ стержняхъ вызывается индукция, и хотя въ нихъ не можетъ возникнуть тока, потому что они не даютъ замкнутого пути для „тока, все же на концахъ у нихъ образуется разность напряжений и каждый изъ ИИИИХъ двляется сямъ по себе нзамкну-

тымъ элементомъ. На основании вышеизложеннаго обращенные къ намъ концы стержней 16 и 1—7 будутъ положительными полюсами, что мы и обозначимъ на чертеже знакомъ (+), концы же 8—15 будутъ отрицательными и ихъ мы обозначимъ знакомъ (—). Противоположные концы стерженьковъ явятся конечно обратными полюсами.

Требуется соединить передние ЕОНЦЫ стерженьковъ съ задними такимъ образомъ, чтобы стержни и соединения представляли изъ себя одйу непрерывную обмотку; кроме того возбужденныя въ отдельныхъ стержняхъ

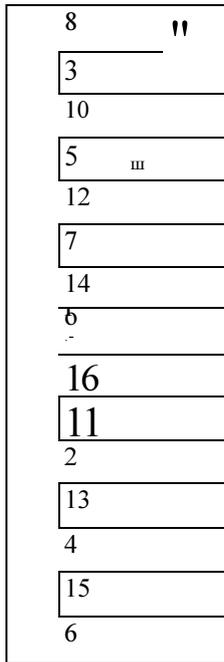


69. Расположение проводовъ въ барабанномъ якоре.

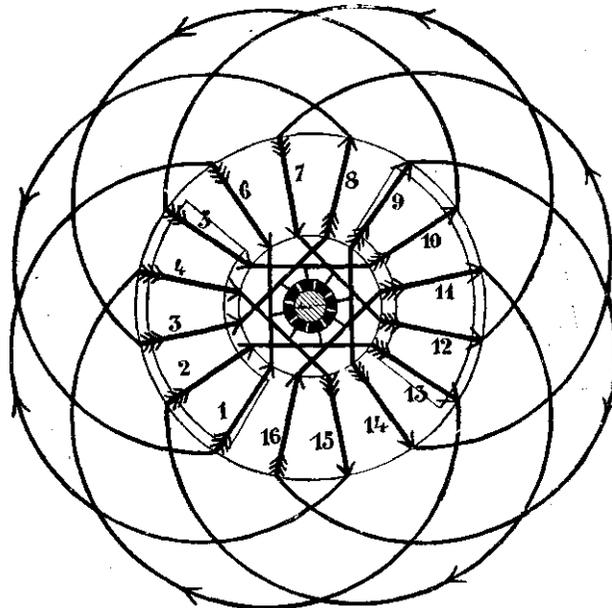
электродвижущая силы должны быть сложены такъ, чтобы въ каждой половинѣ обмотки образовалась своя равнодействующая электровозбудительная сила; проводники одной половины должны быть соединены въ порядке обратномъ соединению ихъ въ другой, чтобы въ обеихъ точкахъ, въ которыхъ обе половины встречаются, образовалась электродвижущая сила позволяющая отводжхъ токъ при помощи описаннаго ранее коллектора. Такъ какъ при вращении якоря, а именно при переходе стержня изъ левой половины въ правую и обратно, направление электродвижущей силы въ немъ меняется, то соединение должно быть сделано такъ, чтобы при вращении барабана и въ той и въ другой половине стержни оставались въ последовательномъ соединении, а обе половины въ противоположномъ, и кроме того чтобы ТОЧЕИ, въ которыхъ обе половиии соединяются (вверху и внизу), не изменяли своего положения въ пространстве. Пользуясь барабаннымъ якоремъ, мы достигаемъ этого следующимъ путемъ. Начавъ съ передняго положительнаго конца стержня 1, переходимъ по нему къ заднему отрицательному, соединяемъ последний съ заднимъ положительнымъ 8-го, отрицательный передний конецъ 8-го соединяемъ съ переднимъ положительнымъ концомъ 8-го и т. д. Это и дальнейшее соединение показаны на рис. 70 и 71, которые даютъ возшщность лучше уяснить себе способъ соединения. Такъ какъ изображения трехъ измерений на бумаге невозможны, перспективное же

изображение могло-бы насъ сбить, то на последнемъ изображении мы воспользовались искусственныхъ приемомъ. 16 стержней выведены изъ ихъ положения на боковой поверхности цилиндра и расположены, подобно стержнямъ зонтика, на плоскости, такъ что концы, лежащие на внутреннемъ круге, будутъ передними, лежащие-же на внешнемъ круге — задними. Конечныя поверхности магнитныхъ полюсовъ, теперь передъ плоскостью чертежа и положение ихъ обозначено двумя кольцевыми секторами, причеиъ северный полюсъ расположенъ правее, южныи — левее.

Изъ схемы 71 читатель видитъ, что последовательность соединения достигнута, равно какъ соединены и обе половины между 1 и 6 съ одной стороны (здесь токи обеихъ половииъ встречаются) и между 9 и 14 съ



70. Порядокъ соединения въ барабанномъ якоре.



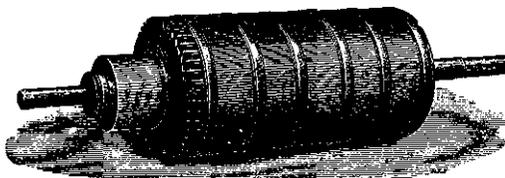
71. Схема соединений въ барабанномъ якоре.

другой (здесь токи обеихъ половииъ расходятся). Симметрия явствуетъ изъ рис. 71, и мы сейчасъ же поймемъ, что если система повернется на $\frac{1}{8}$ оборота, такъ что стержни 6 и 7 съ одной стороны и 14 и 15 съ другой войдутъ въ противоположныя зоны, то электродвижушя силы въ этихъ парахъ переменятся на обратныя, въ остальныхъ же стержняхъ останутся безъ изменения. Встреча токовъ обеихъ половииъ будетъ теперь происходить между 4 и 15, а расхождение ихъ между 7 и 12. Эти две точки занимаютъ теперь, однако, вследствие поворота на $\frac{1}{8}$ окружности прежния положеня, следовательно оне не передвинулись въ пространстве.

Повернется система еще на одну восьмую оборота, все повторится въ тсъ же порядке. Какъ видно, соединение вполне удовлетворяетъ доставленнымъ выше условиямъ. Теперь остается соединить те места обмотки, въ которыхъ последовательно появляются точки встречи и расхождения токовъ; якоря съ соответствующими коллекторными сегментами; это соединение показано на фиг. 71. ИГустъ две неподвижныя щетки ^сасаются коллектора В7-

техъ точкахъ, где происходитъ встреча и расхождение токовъ якоря и пусть соединенный съ якоремъ коллекторъ вращается вместе съ якоремъ, тогда отъ щетокъ можно будетъ брать токъ постоянного направления и постоянной силы.

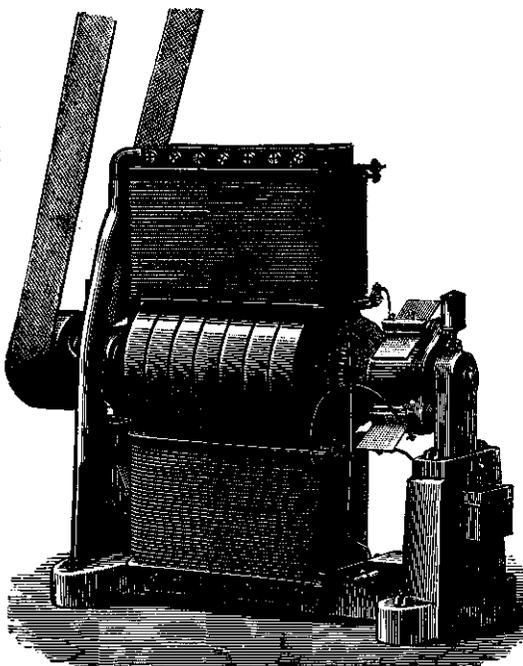
Обмотка барабаннаго якоря не представляетъ той геометрической простоты, которую мы видели въ граммовскомъ кольце, и это дало возмож-



72. Барабанный якорь. дия, чтобы доказать превосходство своей системы. Теперь выясни-

лось, что обе обмотки совершенно равноценны, и только некоторыя исключительныя обстоятельства заставляютъ применять тотъ или другой якорь. Мы увидимъ, что даже фирма Сименсъ и Гальске пользуется кольцевымъ якоремъ при постройке своихъ машинъ.

Сердечникъ барабаннаго якоря не долженъ конечно состоять изъ



73. Машина Сименса и Гальске со стоячими электромагнитами; барабанъ помещенъ въ средней ихъ части.

изъ многихъ железныхъ стержней, которые въ середине имеютъ изгибъ въ форме полукруга; изгибы электромагнитовъ обхватываютъ съ обеихъ сторонъ якорь. Рисунокъ достаточно ясно показываетъ, какъ соединены между собой отдельные стержни электромагнитовъ и гчкъ устроена ихъ обмотка.

ности фирме изобретателя въ продолжение несколькихъ летъ держать въ секрете свой способъ обмотки. Вначалѣ возникъ было споръ, которая изъ конструкцій якоря лучше, причемъ обе противныя партии, какъ это обыкновенно бываетъ, напрягали все уси-

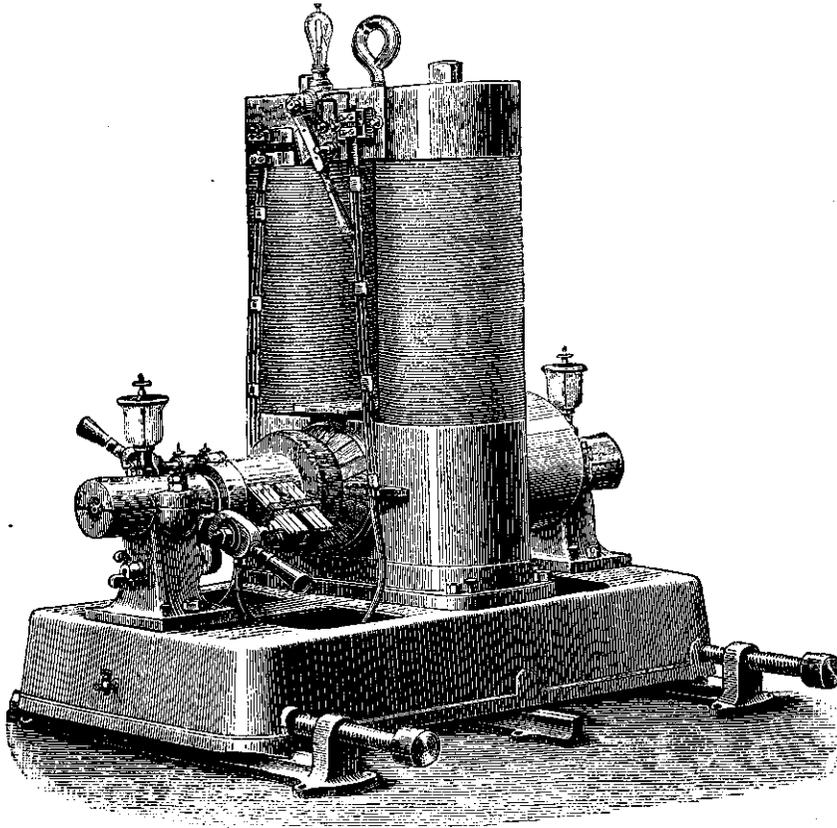
свои, чтобы доказать превосходство

своей системы. Теперь выяснилось, что оба якоря совершенно равноценны, и только некоторыя исключительныя обстоятельства заставляютъ применять тотъ или другой якорь. Мы увидимъ, что даже фирма Сименсъ и Гальске пользуется кольцевымъ якоремъ при постройке своихъ машинъ. Сердечникъ барабаннаго якоря не долженъ конечно состоять изъ сплошнаго железа, и вначалѣ его приготавливали такъ же, какъ и граммовское кольцо. На деревянный стержень навивали железную проволоку до техъ поръ, пока ея слои не придавали сердечнику якоря вадлежащие размеры. Теперь применяютъ иной способъ; железный сердечникъ якоря делаютъ изъ тонкихъ железныхъ пластинокъ, разделенныхъ другъ отъ друга бумажными кружками. Эти пластинки имеютъ круглую форму и въ центре снабжены отверстиемъ, куда продевается ось машины. Крайние более толстые железные

диски скрепляются винтами, которые связываютъ собою все пластины якоря въ одно целое. Такой способъ приготовления барабана первый ввелъ американецъ Вестонъ.

Первая динамомашина съ барабаннымъ якоремъ, построенная фирмою Сименсъ и Гальске, представлена на рис. 73. Сердечники электромагнитовъ состоятъ

Въ начале 80-хъ годовъ Эдисонъ построилъ машину, которая представляетъ важныя преимущества какъ въ механическомъ, такъ и въ электрическомъ отношеніяхъ. Изображенная на рис. 74 машина Эдисона прежней конструкции отличается нижнимъ положеніемъ якоря, что даетъ возможность укрепить его очень прочно. На массивныхъ основаніяхъ стоятъ электромагниты въ виде вертикальныхъ колоннъ, соединенныхъ сверху связью изъ толстаго железа. Сравнительно съ машинами прежней конструкции американская динамомашина обладаетъ электромагнитами значительно болыпей массы, а это обстоятельство играетъ важную роль въ Июстройке динамо-

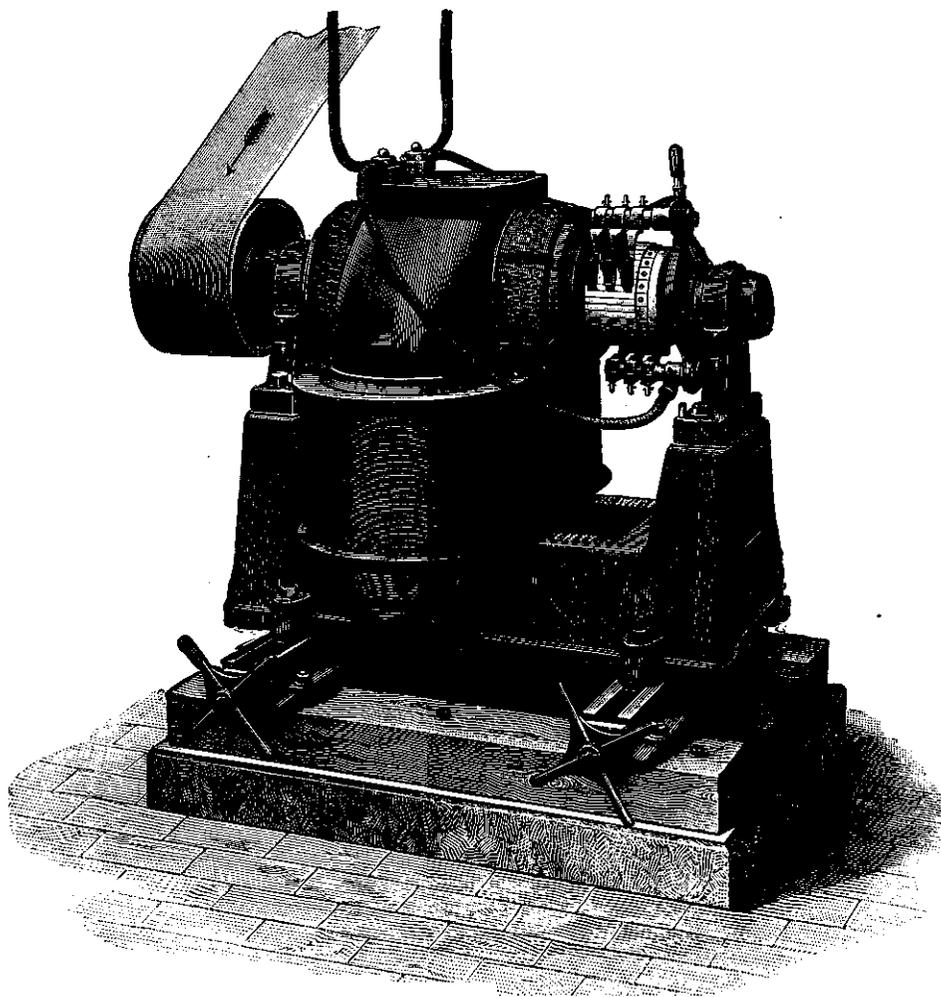


74. Машина Эдисона съ нижнимъ расположеніемъ якоря.

машинъ. Мы уже раньше часто видели, что магнитныя линии гораздо легче проходятъ сквозь железо, чѣмъ сквозь немагнитныя вещества (воздухъ, или немагнитные металлы). Чѣмъ удобнее устроены круговой путь, по которому проходятъ линии силъ, тѣмъ болынее число линий будетъ возбуждать токъ, пробѣгающій по обмотке электромагнитовъ, и тѣмъ сильнее будетъ магнитное поле и его индуктирующее действие.

Улучшеніе пути линий силъ достигается тѣмъ, что по возможности уменьшаютъ такія пространства, где линиямъ приходится проходить вне железа, и кроме того делаютъ сеченіе пути, по которому оне проходятъ, возможно болыпимъ. Что касается перваго условия, то, какъ мы видели, линии силъ тольщъ въ двухъ мѣстахъ проходятъ не чрезъ железо, а именно тамъ, где оне входятъ изъ одного Юлюса электромагнита и проникаютъ.

въ якорь, и съ противоположной стороны якоря, где она снова проходить въ электромагнитъ; для выполнения этого условия необходимо делать разстояние между железомъ якоря и наконечниками полюсовъ электромагнитовъ какъ можно уже. Эдисонъ такъ аккуратно устроилъ свой барабанный якорь, что слой воздуха между нимъ и электромагнитами получился чрезвычайно узкий. Кроме того слой обмотки на якоре онъ сделалъ очень тонкимъ, что было для него возможно, такъ какъ цель его заключалась въ томъ, чтобы

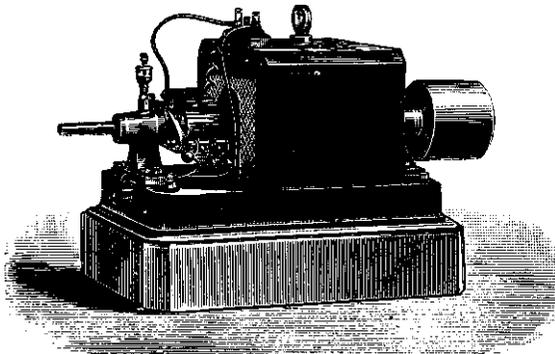


75. Динамомашинa съ верхнимъ расположениемъ якоря (Сименсъ и Гальске).

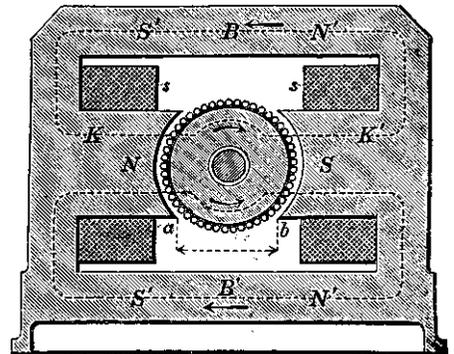
достигнуть желаемого напряжения усилениемъ магнитнаго поля, а не увеличимъ числа оборотовъ обмотки.

Новыя динамомашины. Здесь не место распространяться о томъ, насколько Эдисону въ его усовершенствованияхъ помогли его предшественники и въ американскихъ электротехниковъ, но необходимо заметить, что принципы, положенные въ основу устройства его машинъ, получили широкое распространение, особенно после того, какъ они были разработаны двумя английскими учеными, братьями Гопкинсонъ. Основное положение: какъ можно более железа и какъ можно меньше меди, сделалось правиломъ при постройке

динамомашинъ; всеми силами стремились въ такой конструкции машинъ, при которой линии силъ могли бы получать возможно более широкий и короткий путь. Въ прежнее время для сердечниковъ электромагнитовъ употребляли главнѣйшъ образомъ железо, такъ какъ оно обладаетъ наибольшею способностью намагничиваться, теперь же пришли къ тому, что стали пользоваться для этой цели чугуномъ, который вовсе не такъ хорошо проводитъ линии силъ, какъ железо, но за то позволяетъ отливать сразу и стержни электромагнитовъ и ихъ основания и Иемъ устраивать утомительную работу пригонки и соединенія отдельныхъ частей. Меньшая магнитная проводимость чугуна можетъ быть вознаграждена большими размерами сечения электромагнитовъ и меньшимъ расходомъ на проволоку. Мы часто видимъ теперь динамомашины съ короткими и широкими электромагнитами. Формы ихъ разнообразны и зависятъ отъ того, какимъ путемъ старались осуществить въ данной машине только что указанные прищшы. Мы приведемъ здесь несколько наиболее известныхъ и характерныхъ типовъ такяыхъ машинъ.



76. Машина Ламейера.



77. Схема машины Ламейера.

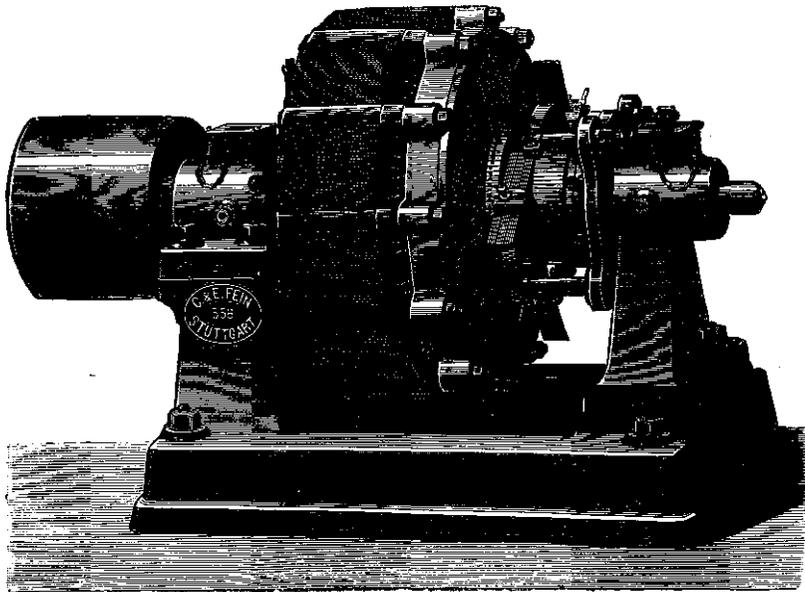
Граммъ и фирма Сименсъ и Гальске вскоре и почти одновременно предложили свои машины, которая представляютъ изъ себя перевернутую машину Эдисона. Рис. 75 показываетъ форму выполнения ея немецкой фирмой. Какъ и у Эдисона, якорь помещенъ между концами чугуннаго электромагнита, но здесь магнитъ обращенъ своими полюсами не внизъ, а вверхъ, и его стержни образуютъ съ основаниемъ машины, которое вместе съ темъ связываетъ обе Июловины электромагнита, одно сплошное целое.

Такимъ образомъ найдены были условия наиболее выгоднаго получения линий силъ; теперь следовало стремиться къ тому, чтобы пользоваться ими наиболее рационально. Желательно, чтобы по возможности все линии проходили сквозь якорь и принимали участие въ возбужденіи тока, такъ какъ все те линии, которыя проходятъ отъ одного полюса къ другому вне якоря, не принимаютъ никакого участія въ работѣ и пропадаютъ безъ всякой пользы.

В. Ламейръ Иизотому поместилъ электромагниты въ своей машине, рис. 76 и 77, такъ, чтобы они были расположены другъ противъ друга, и чтобы направления ихъ осей совпадали. При такомъ устройстве соседнія съ полюсами части, изъ которыхъ линии силъ въ другихъ машинахъ могутъ легко выходить изъ электромагнита въ воздухъ, здесь по возможности удалены другъ отъ друга, и самымъ удобнымъ путемъ для линий сжль очевидно является якорь. Магниты Ламейера изготовляются въ электротехническихъ мастерскихъ въ Ахене и отличаются хорошими качествами. Эта машина состоитъ изъ толстой широкой железной рамы, къ вертикальнымъ стенкамъ И оторой

прикреплены стержни электромагнитовъ. Между последними находится промежутокъ барабаннаго якоря. Сравнительно короткия обмотки электромагнитовъ помещаются на свои места прежде, чѣмъ установленъ якорь, причѣмъ ихъ вводятъ внутрь рамы и насаживаютъ на стержни. Все железныя части машины образуютъ четырехугольный ящикъ, закрытый съ двухъ сторонъ металлической сеткой. Такимъ образомъ якорь вполне заключенъ внутри машины, что при употреблении машины имеетъ свои выгоды.

Иная конструкция, наравленная къ той же самой цели, — это такъ называемая машина съ внутренними полюсами. Она снабжена граммовскимъ кольцомъ но отличается отъ выше описанныхъ тѣмъ, что полюсы ея электромагнитовъ помещены не со стороны внешней поверхности кольца, но заключены во внутреннемъ его пространстве. Следуетъ заметить однако же, что



78. Машина съ внутренними полюсами.

такое расположение электромагнитовъ не представляетъ единственной цели, преследуемой при устройстве подобныхъ машинъ; существуетъ еще одно удобство такого рода конструкции, о которомъ мы скажемъ здѣсь несколько словъ.

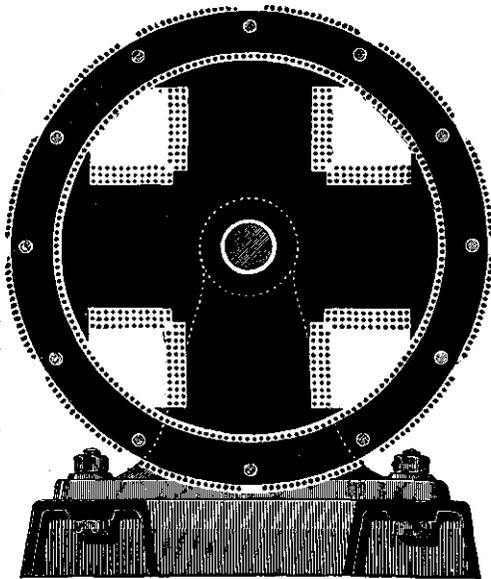
Дело въ томъ, что прежнія динамомашинны требовали значительной скорости вращения, и это составляло одинъ изъ ихъ недостатковъ. Необходимость быстрога вращения проистекала изъ того, что со скоростью вращения увеличивается электродвижущая сила машины. Того же самаго можно достигнуть увеличениемъ числа витковъ обмотки, но вместе съ тѣмъ должны соответственно возрасти стоимость машины и потери энергии въ ней; поэтому казалось гораздо более пригоднымъ увеличить скорость вращения якоря, что въ сущности ничего не стоитъ, такъ какъ для этого нужно только увеличить отношение между диаметрами шкивовъ двигателя и динамомашинны. Но большая скорость вращения имеетъ свои невыгоды и после того какъ были уже решены многіе другіе вопросы, касающіеся конструкции динамомашинъ, обратились къ устраненію и этого недостатка. Цель увеличения скорости вращения заключается въ сущности въ томъ, чтобы увеличить скорость поступательнаго движенія оборотовъ обмотки якоря въ магнитномъ поле, такъ

как электродвижущая сила зависит собственно от скорости поступательного движения оборотов обмотки. Для увеличения этой скорости ИГ мы можем прибегнуть к другому средству и вместо того, чтобы увеличивать быстроту вращения якоря, можем употреблять кольцо большого диаметра. Однако в таком случае пришлось бы слишком далеко друг от друга поместить магнитные полюсы, что сделало бы нашу машину громоздкой. Но ведь, увеличив достаточно размеры кольца, можно воспользоваться свободным пространством внутри него и Июместить туда электромагнит, придав ему форму расположенного по диаметру прямого стержня. Вместо двух, в этом случае можно устроить ИИ несколько полюсов; при этом в кольце вместо двух противоположных токов будут возбуждаться четыре, шесть ИИ более в зависимости от числа полюсов. Мы можем получить эти

токи, соединив их соответственным образом параллельно. Вместо половины силы всего тока, как в граммовском кольце, здесь каждый оборот будет заключать в себе только четверть, одну шестую и т. д. общей силы тока машины. Вследствие этого проволоку в таких машинах можно брать гораздо тоньше, чем при двух полюсах.

Подобная машина с внутренними полюсами представлена на рис. 78. Ея устройство видно на рис. 79. Внутри ея заключены четыре стержня электромагнитов, которые неиюдвижно соединены с основанием машины. В месте соединения электромагнитов находится отверстие, сквозь которое проходит вал якоря. Последний болтами привинчен к металлическому колесу со спицами, насаженному на вал машины. От отдельных катушек обмотки якоря типа Грамма идут ответвления к секторам коллектора; все остальные части не пуждаются в оищении, так как они не отличаются от соответственных частей в преждеописанных машинах.

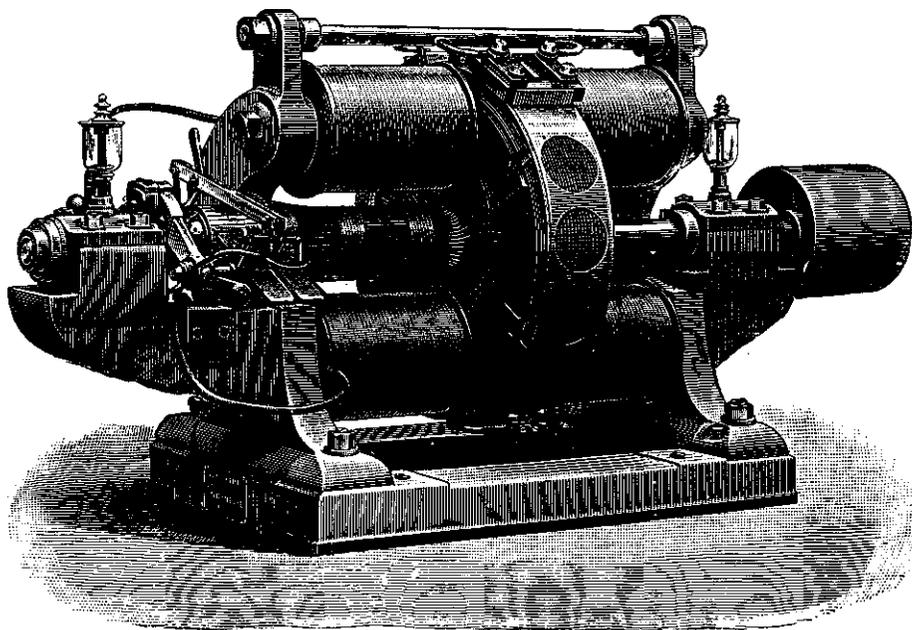
Эти машины с внутренними полюсами соединяют в себе таким образом удобства, протекающая от меньшаго числа оборотов и от удобнаго положения электромагнитов. Но она допускают еще одно упрощение, заключающееся в устранении отдельнаго коллектора, хотя это возможно только в больших машинах. В гигантских машинах, которая уиютребляются на берлинских центральных станциях, обмотка расположна на якоре тодько в один слой; сверх того она состоит ые из проволоки, а из толстых медных стержней, которые обвивают непрерывной цепью кольцо якоря. Каждый стержень изолирован от соседняго и от жереза якоря, а верхняя их поверхность, т. е. лежащая на внешней поверхности кольца, оставлена без изолировки. Устроенный таким образом якорь обтачивается. Ток собирается ИИри ионости шеток, прикасающихся прямо к обмотке такого якоря, как мы это видели на схематическом рис. 59. Таким образом отдельный коллектор здесь устраниен, так как сама обмотка играет роль коллекторных секторов.



79. Схэма машины с внутренними полюсами.

Описывая подобнаго рода машину, мы забежали несколько вперед, так как сначала следовало бы познакомиться съ некоторыми другими видоизменениями граммовской динамомашины.

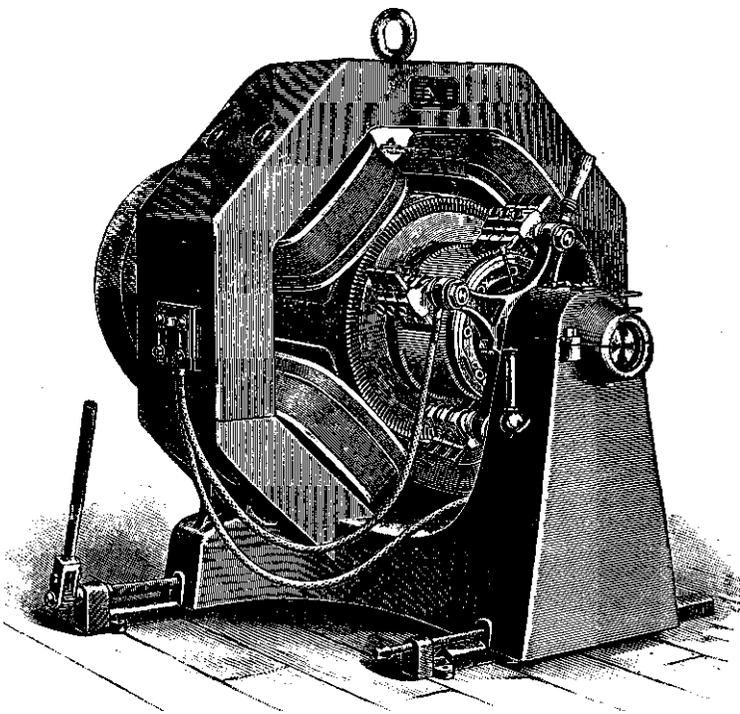
Какъ мы видели, якорь Грамма представляетъ собой короткий полый барабанъ. С. Шуккертъ въ Нюрнберге извиеяилъ эту форму, превративъ барабанъ въ плоское кольцо, и такимъ образомъ получилась машина съ плоскимъ кольцомъ (ряс. 80). По своему устройству машина Шуккерта похожа на граммовскую; разница заключается въ сущности только въ томъ, что коллекторъ помещенъ целесообразнее, такъ какъ находится на доступномъ месте. Но легко видеть, что у Шуккерта, какъ и въ старой машине Грамма, путь магнитныхъ линии силъ довольно длинный. При этомъ играетъ роль еще то обстоятельство, что остовъ машины состоитъ изъ несколькихъ отдельныхъ частей и места соединений ихъ, даже при аккуратной пригонке,



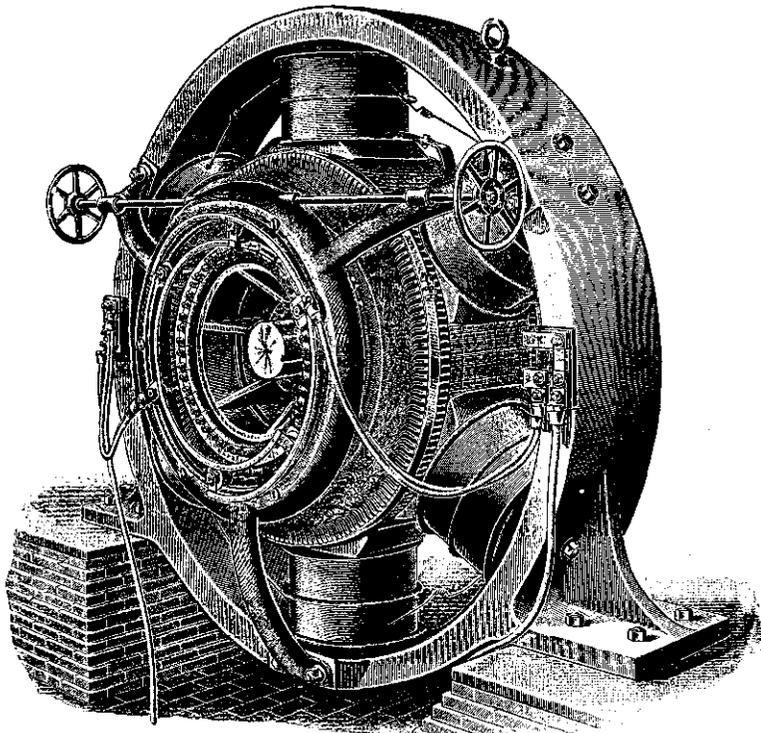
80. Машина Шуккерта съ плоскимъ кольцомъ.

представляетъ значительное сопротивление для линий силъ; во всякомъ случае это сопротивление будетъ больше, чемъ въ техъ машинахъ, въ которыхъ электромагниты сделаны изъ одной металлической части. Следовательно относительно устройства электромагнитовъ машина Шуккерта не представляетъ совершенства; однако же вследствие своихъ многихъ отличныхъ качествъ эта машина получила чрезвычайно большое распространение и известность.

Для большей производительности теперь применяются преимущественно многополюсныя динамомашинны, въ которыхъ обмотка якоря при одномъ обороте яроходитъ мимо четырехъ, шести и более попеременно устоявленныхъ полюсовъ. Въ многополюсной машине получается столько же яарь полюсовъ, нзъ которыхъ берется токъ, сколько въ яен электромагнатовъ. Въ якоре нростой двухъяюсной машинны Грамма въ обеихъ ноловннахъ возникаютъ два тока, текущихъ къ щеткамъ. Если мы возьмемъ несколько магнитныхъ полюсовъ, конечно въ четномъ числе, то въ каждой частн кольца, протявулежащей полюсу, возбуждается токъ, ваправляющийся къ месту, изъ



81. Четырехполюсная динамомашина.



82. Большая шестиполюсная динамомашина.

которого онъ можетъ быть отведенъ во внешнюю цепь, т. е. къ точке, лежащей между этимъ полюсомъ и соседнимъ. Отсюда видно, что такихъ местъ, откуда можно получить токъ, будетъ столько, сколько магнитныхъ полюсовъ. Поэтому и на коллекторе мы должны поместить столько щетокъ, сколько полюсовъ у электромагнитовъ. Чтобы соединить получающіеся изъ машины токи, все щетки положительныхъ полюсовъ связываются вместе, т. е. соединяются параллельно. Точно также поступаютъ и съ отрицательными щетками. Въ большей части случаевъ, а именно во всехъ небольшихъ машинахъ, такое соединение производятъ въ самомъ кольце и связываютъ между собою те места соединений обмотки, которыя образуютъ одни и те же полюсы. Тогда токъ можно получить при помощи только двухъ щетокъ.

Мы даемъ здесь изображение двухъ такихъ многополюсныхъ динамомашинъ. Одна, рис. 81, представляетъ четырехполюсную динамомашину наиболее распространеннаго теперь типа.

Легко понять, что эта машина является распространениемъ принципа, примененнаго въ машине Ламейера, на четыре полюса. Въ немецкихъ ма-Ипинахъ обыкновенно выливаютъ изъ одного куска крепкое внешнее кольцо, заключающее въ себе магнитное ядро; разрезывание кольца, показанное на рис. 81, доставляетъ ту выгоду, что, пользуясь имъ, легче вынуть якорь. Кроме того въ малыхъ четырехполюсныхъ машинахъ мы пользуемся обыкновенно двумя щетками, перенося связи для параллельнаго соединения въ коллекторы.

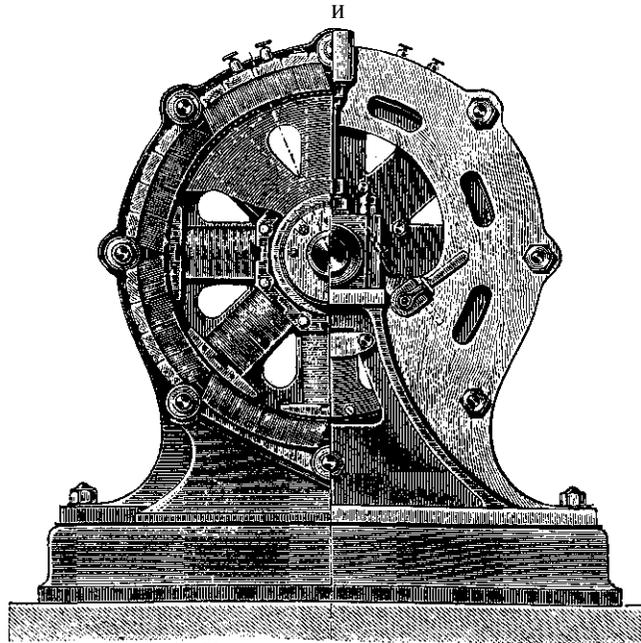
Распространение принципа устройства четырехполюсныхъ машинъ на шести и многополюсные возможно. Легко понять устройство большой прекрасной шестиполусной машины, изображенной на рис. 82. Последняя назначена для центральной электрической станции и можетъ питать 2000 и более калильныхъ лампъ.

Машины переменнаго тока.—До сихъ поръ мы описывали динамъ машины, которыя при помощи коммутатора или еоединения Пачинотти-Грамма даютъ токъ постояннаго направления. Но уже давно было известно, что для некоторыхъ целей, а главнымъ образомъ для дуговыхъ лампъ, можно пользоваться невыпрямленнымъ, первоначальнымъ токомъ неремннаго направления, при чемъ конструкция машины уиирощается, такъ какъ коллекторъ делается лишнимъ. Такимъ образомъ явилась магнито-электрическая машина переменнаго тока фирмы „Compagnie ГAlliance", которая представляла собой такую же машину, какъ и для постояннаго тока, но съ тою разницей, что коллекторъ заменялся двумя кольцами, по которымъ скользили пружины. Такая машина вначале нашла себе применение только при освещении, потому что для этой цели годится не только постоянный, но и переменный токъ; затемъ наступилъ периодъ, когда въ некоторыхъ случаяхъ она получила даже перевесъ надъ машиной постояннаго тока и наконецъ наступилъ третій периодъ въ развитии применений переменнаго тока, когда былъ изобретенъ трансформаторъ, благодаря которому машина переменнаго тока по своему значению сравнялась съ динамомашинной по стояннаго тока. Если мы начнемъ съ первой машины переменнаго тока „Compagnie ГAlliance", то всю историю развития машинъ этого рода мы можемъ разделить на два периода: въ первомъ мы встречаемъ тольш случайныя применения переменыаго тока, во второмъ же—машины такого типа уже становятся на ряду съ машинами постояннаго тока. Съ точки зрения такой разницы въ практическомъ значении переменнаго тока, мы различаемъ старья и новья машины переменнаго тока; следуетъ однако заметить, что последня произошли изъ первыхъ, и что развитие машины заключалось въ постепенномъ усоверБиенствовании старыхъ образцовъ.

Системы переменного тока вступили в новую фазу развития благодаря применению многофазных переменных токов. Говорить о них подробно мы сейчас еще не будем, откладывая это до главы: Электрическая передача энергии.

Первою побудительною причиною, вызвавшей сооружение машин переменного тока, послужило изобретение Яблочковымъ его „электрической свечи“, которая явилась однимъ изъ решений вопроса о „распределении электрическаго света“; подробнее объ этомъ вопросе будетъ сказано ниже, когда мы будемъ говорить о дуговыхъ лампахъ. Свечи Яблочкова вызвали необходимость пользоваться переменнымъ токомъ, а потому къ Грамму начали поступать заказы на машины переменного тока. Этотъ изобретатель построилъ для удовлетворения требований очень остроумную машину. Она изображена на рис. 83

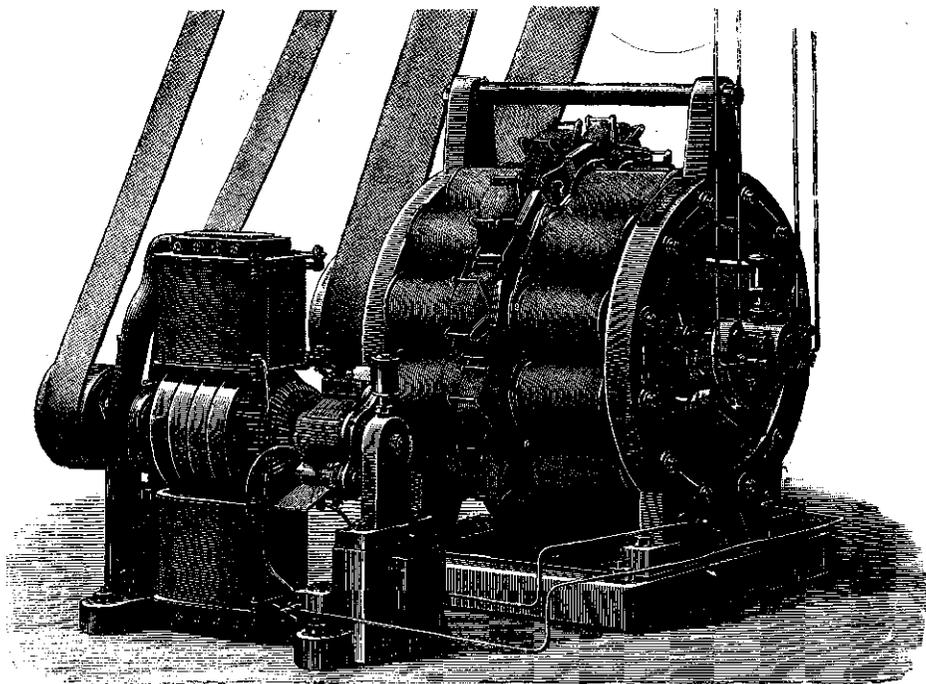
и напоминаетъ своимъ устройствомъ машины съ внутренними полюсами, такъ какъ и въ ней электромагниты расположены въ виде спицъ въ колесе и помещены внутри кольцеобразной арматуры. Различие въ конструкции заключается въ томъ, что въ граммовской машине переменнаго тока якорь неподвиженъ, а движется электромагниты. Кроме того якорь, хотя и похожъ по внешности на граммовское кольцо, но устроенъ совершенно иначе. Если въ машине съ внутренними полюсами арматуру сделать неподвижною и заставить вращаться электромагниты, то полу-



83. Машина переменнаго тока Грамма.

чимъ въ обмотке якоря переменные токи. Если взять вместо двухъ электромагнитныхъ полюсовъ четыре, шесть и более, расположивъ ихъ такъ, чтобы северные и южные полюсы чередовались, то въ образовании переменнаго тока ничто не изменится, такъ какъ въ каждой катушке при прохождении мимо каждаго полюса будетъ меняться направление линий силъ, а следовательно и направление тока. Граммъ поместилъ катушки якоря на железномъ кольце и заставилъ электромагниты вращаться внутри такого якоря. Отдельныя катушки онъ связалъ между собой такъ, чтобы все те катушки, которыя въ данный моментъ подвергаются одинаковому действию электромагнитовъ, были соединены последовательно. Онъ разбивалъ такимъ образомъ все катушки на несколько группъ и каждую группу употреблялъ для доставления тока въ особую самостоятельную цепь. — Возбуждающие токъ электромагниты необходимо питать токомъ постояннаго направления, такъ какъ переменный токъ не можетъ вызвать въ нихъ неизменной полярности. Поэтому, кроме машины переменнаго тока необходимо иметь маленькую машину постояннаго тока, отъ которой токъ проводится въ электромагниты при помощи скользящихъ контактовъ.

Вскоре после Грамма фирма Сименса и Гальске предложила свою машину переменного тока, которая существенно отличается от вышеописанной. Переменный ток потребовался для фирмы Сименса и Гальске не оттого, что такой ток требовали для своего горения их дуговые лампы, — причина заключалась совсем в другом. Мы видели выше, что машину переменного тока легко заставить питать несколько отдельных цепей, совершенно независимых друг от друга. Это составляет в некоторых случаях большое удобство, которое в то время было еще недостижимо помощью машин постоянного тока. Теперь, с развитием техники, эта способность перестала быть свойством одних машин переменного тока. Берлинская фирма кроме этого имела еще и другое основание для употреб-

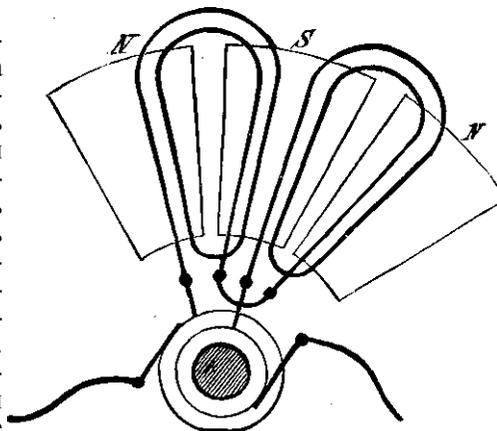


84. Машина переменного тока Сименса и Гальске; рядом машина постоянного тока для возбуждения электромагнитов.

ления переменного тока, и это основание заключается в следующем. При освещении дуговыми лампами во многих случаях бывает удобно включать в одну цепь последовательно несколько ламп. Но тогда напряжение тока следует увеличивать в зависимости от числа дуговых ламп, как увидим ниже. Машина постоянного тока с барабанным якорем в той форме, в какой она предложена фирмой Сименс и Гальске, не вполне пригодна для получения тока высокого напряжения, так как на боковой поверхности барабана, где перекрещиваются проволоки обмотки, тесно друг около друга лежат проводники, которые требуют очень тщательной изоляции в случае высокого напряжения. Теперь строить машины и с барабанным якорем для тока высокого напряжения, но десять или двенадцать лет тому назад сомневался в возможности устроить такую машину; по этой-то причине Сименс и Гальске обратились к другой системе машин для получения высоких напряжений и выбрали для этой цели машину переменного тока. Американские электротехники достигли таких и даже еще

высшихъ напряженийъ съ постояннымъ токомъ, но только при помощи машинъ въ коммутаторными коллекторами, которые не привились въ Европе. По традициямъ фирмы Сименса и Гальске, если Граммъ делалъ шагъ впередь, то она считала своимъ долгомъ сделать что либо еще лучшее, и такимъ образомъ появилась машина переменнаго тока безъ железа въ катушкахъ якоря. Мы выяснили уже раньше, что при быстрой перемене полюсовъ въ железномъ сердечнике катушки является потеря энергии и нагревание, которыя легко устранить, еоли не помещать вовсе железа въ катушкахъ. Но тогда линии силы встречаются менее удобный путь. Чтобы насколько возможно устранить этотъ недостатокъ, следуетъ по возможности укоротить путь линий силы въ воздухе, сделать катушки по возможности короткими. Для получения высокаго напряжения надо было приготовить катушки изъ длинной проволоки, такъ какъ напряжение зависитъ отъ длины обмотки. Посмотримъ, какъ выполнили эти условия Сименсъ и Гальске.

Две системы прямыхъ электромагнитовъ (рис. 84) укреплены на чугунныхъ кольцахъ и еоответственнымъ образомъ связаны въ одно прочное целое. Въ каждой системе положительные и отрицательные полюсы электромагнитовъ чередуются и обращенные другъ къ другу полюсы той и другой системы противоположны, такъ что каждый северный полюсъ одной системы обращенъ къ южному другой. Въ узкомъ промежуточномъ пространстве между ними получается сильное магнитное поле, имеющее противоположныя направления у



85. Соединение катушекъ въ машинѣ переменнаго тока Сименса и Гальске.

каждыхъ двухъ соседнихъ электромагнитовъ. Между магнитами вращается система плоскихъ катушекъ, число которыхъ равно числу магнитныхъ полей. При такомъ устройствѣ катушки движутся перпендикулярно къ направлению линий силы и пересекаютъ ихъ при наиболее благоприятныхъ условияхъ для индукции. Какъ показывается схематический рис. 85, соседняя катушки соединены между собой последовательно. Размеры катушекъ определяются такъ, что когда одна половина катушки движется въ какомъ либо месте одного магнитнаго поля, другая находится въ соответственномъ месте соседняго поля; направление двухъ соседнихъ полей противоположно, а потому и въ обеихъ половинахъ каждой катушки появляются токи, направления которыхъ противоположны; но вследствие того, что обе половины соединены между собой, въ целой катушке получается круговой токъ повсюду одинаковаго направления. Изъ рис. 85 легко видеть, какъ каждая две соседняя катушки соединены между собой.

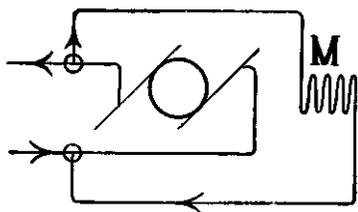
Можно вполне произвольно соединять либо все катушки въ одну общую цепь, либо разбить ихъ на группы и изъ каждой такой группы получать самостоятельный токъ. Последний способъ соединения часто употреблялся Сименсомъ и Гальске и для этой цели только одни положительные или одни отрицательные полюсы группъ снабжались отдельными скользящими контактами, а все противоположные полюсы связывались вместе и соединялись съ однимъ общимъ контактомъ.

Для возбуждения электромагнитовъ служить машина постояннаго тока, которая на рис. 84 изображена рядомъ съ машиной переменнаго тока.

Машина переменного тока Сименса и Гальске нашла себе обширное применение, так как, наряду с хорошей утилизацией движущей силы, она отличается надежностью в работе; ею часто пользовались при больших установках электрического освещения в соединении с дифференциальными лампами Гефнер - Альтенка.

Ныне Сименс и Гальске уже не пользуются более таким расположением. В Англии же оно в употреблении и до настоящего времени, именно в больших машинах для переменного тока де Феранти, построенных, однако, с применением многих усовершенствований при постройке. После Сименса и Гальске занялась постройкой машин переменного тока венгерская фирма Ганц и К° в Будапеште.

Вскоре машина переменного тока получила новое значение благодаря легкости трансформации переменного тока. Мы увидим, что переменный ток имеет преимущество перед постоянным током в том отношении, что он позволяет при помощи простого снаряда, не имеющего подвижных частей, преобразовывать токи высокого напряжения в токи низкого напряжения и наоборот. Эта замечательная способность превращения была использована впервые Голардом в 1883 г. и усовершенствована Ганцом и К°.



86. Последовательное соединенив.



87. Соединение ответвлением.

Новое значение машины переменного тока, начавшей было уже исчезать из техники, дало конструкторам динамомашин толчок и приковало к ней их внимание, что вызвало появление многочисленных новых типов. Мы не коснемся их теперь, ибо при рассмотрении электрических двигателей и вопроса о передаче энергии это будет удобнее; по той же причине мы не коснемся многофазного переменного тока, значение которого может быть познано лишь из его применений.

Соединения в динамомашинах. Обмотки электромагнитов в динамомашине получают ток из якоря той же машины. Соединение якорей с обмоткой электромагнитов можно выполнять разными способами, и тот или другой способ применяется, смотря потому, для какой цели предназначается машина.

Простейшее соединение, предложенное Сименсом, состоит в том, что ток, прежде чем выйти из машины во внешнюю цепь, обходит вокруг электромагнитов и возбуждает их. Для получения такого соединения надо присоединить один конец обмотки электромагнита к одной из щеток коллектора, напр. к отрицательной (см. рис. 86), другой конец обмотки электромагнита и другая щетка (полож.) соединяются с внешней цепью. Таким образом отрицательный полюс машины получается на свободном конце обмотки электромагнитов, а положительный — на щетке, соединенной с внешней цепью.

При таком соединении очевидно весь ток, какой дает машина, проходит через электромагниты; этот способ назван „последовательным соединением“ в противоположность другому способу, где возбуждение производится ответвлением от главной цепи. Машины такого типа, называются машинами с последовательным возбуждением.

При другомъ способе соединения употребляютъ для возбуждения не весь токъ машины, но устриваютъ отъ главнаго тока ответвление, которое обвивается вокругъ электромагнитовъ, Такой способъ предложилъ второй изобретатель динамомашинъ, Витстонъ, который и применилъ его къ своей машине. При этомъ соединении (рис. 87) щетки бывають соединены непосредственно съ внешнею цепью, въ которую идетъ токъ изъ якоря. Концы обмотки электромагнита соединяются съ ветвями внешней цепи, такъ что токъ изъ последней въ месте, где присоединено ответвление, разветвляется и частью проходитъ во внешнюю цепь, а частью направляется въ обмотку электромагнитовъ. Последний способъ называется „соединение ответвлениемъ“, а динамомашину съ такимъ соединениемъ называются машинами съ ответвлениемъ (шунтъ-машины).

Въ чемъ же заключается разница между такими соединениями? Предположимъ сперва, что въ машине съ последовательнымъ соединениемъ полюсы соединены толстой короткой проволокой; такимъ образомъ внешнее сопротивление будетъ мало и общее сопротивление цепи, т. е. внешней проволоки, обмотки электромагнита и якоря получить наименьшее значение; въ этомъ случае конечно сила тока достигнетъ наибольшей величины. Такъ какъ электромагниты возбуждаются главнымъ токомъ, то и по ихъ обмотке пройдетъ въ этомъ случае максимальный токъ; вследствие этого и ихъ магнитное состояние при такомъ „короткомъ замыкании“ ма-

$P \ll$
 //*

шины достигнетъ наибольшей напряженности, цотому что магнитное состояние электромагнита зависитъ отъ силы тока въ обмотке якоря.

**

* *

ИЛХААЛЛХЛА-и

88- Ответвление у провода.

Отъ степени намагничивания электромагнитовъ зависитъ, кроме того, электровозбудительная сила машины, а поэтому, какъ легко видеть, короткое замыкание въ машине съ последовательнымъ соединениемъ ведетъ къ наиболее напряженной деятельности такой машины. Если теперь предположить, что внешнее сопротивление начинаетъ возрастать, то вместе съ темъ и сила тока, а также магнитное состояние и электровозбудительная сила машины начнутъ убывать.

Въ машине съ ответвлениемъ такое явление происходитъ какъ разъ наоборотъ. Для того, чтобы объяснить это, покажемъ яа рис. 88, какимъ образомъ сила тока въ ответвлении зависитъ отъ сопротивления главнаго проводника. Пусть къ проводнику $P N$, по которому проходитъ токъ, присоединено ответвление въ точкахъ a и B . Сила тока въ ответвлении по закону Ома должна зависеть отъ сопротивления ответвления и отъ разности потенциаловъ въ точкахъ a и B . Но эта разность съ своей стороны зависитъ отъ силы тока въ главномъ проводнике и отъ сопротивления тсука проволоки ab .

Чемъ больше сопротивление части aB при неизменной силе тока въ главномъ проводнике, темъ больше должна быть разность потенциаловъ въ точкахъ a и B и темъ больше должна быть сила тока въ ответвлении; отсюда ясно, что сила тока въ ответвлении увеличивается ири возрастании сопротивления куска $a B$ и уменьшается съ уменьшениемъ этого сопротивления, но при условии, чтобы сила тока въ главномъ проводнике оставалась неизменной.

Применимъ теаерь сказанное къ машине съ ответвлениемъ. Разность потенциаловъ на концахъ обмотки электромагнита, по сказанному выше, зависитъ отъ величины внешнего сопротивления: она увеличивается и уменьшается въ зависимости отъ последняго. Если въ такой машине произвестн короткое замыкание, то между точками, въ которымъ присоединены коицы обмотки электромагнитовъ, сопротивление делается ничтожнымъ, а это по-

влечет за собою значительное уменьшение разности потенциалов. Вследствие этого ответственный ток, циркулирующий по электромагниту, делается ничтожно малым, так что почти перестанет их возбуждать, а это, конечно, повлечет за собою то, что магниты перестанут индуцировать ток на якоре. Таким образом мы видим, что короткое замыкание в машине с ответвлением уничтожает в ней ток, т. е. происходит явление, противоположное тому, какое мы видели в машине с последовательным возбуждением.

Но есть еще одно различие в обоих способах соединения. При некоторых применениях тока может случиться, что тот снаряд, чрез который пропускается ток, сам стремится образовать ток противоположного направления; с этими случаями мы познакомимся, когда будем говорить об аккумуляторах, но они бывают и при некоторых других применениях тока.

Пока электровозбудительная сила такого противоположного тока меньше, чем у динамомашин, последняя будет давать ток в надлежащем направлении. Но если остановить действие машины или уменьшить скорость ее вращения, вследствие чего ее электровозбудительная сила, зависящая от скорости вращения, делается меньше, чем у противоположного тока, то последний пересилит ток, идущий от машины, и результатом будет то, что по машине пойдет противоположный ток. Къ чему же это поведет? Возьмем сперва машину с последовательным соединением.* Сначала машина доставляет ток, направление которого обозначено стрелкой. Как только пересилит противоположный ток, направление тока в цепи переменится. Это поведет къ тому, что и в электромагнитах ток пойдет по противоположному направлению и их полюсы переменятся; это в свою очередь заставит машину давать ток, направление которого противоположно первоначальному. Таким образом изменятся полюсы не только у магнитов, но и у машин, что может иметь очень нежелательные последствия.

Но что произойдет в этом случае у машины с ответвлением? Пусть ток идет из нея во внешнюю цепь и в обмотку электромагнитов по направлению стрелки. Если в этом случае в машину пройдет ток противоположного направления, то в магнитах направление тока не переменится, так как тот конец обмотки электромагнитов, который соединен с положительным полюсом машины, окажется соединенным тоже с положительным полюсом противоположного тока; поэтому, хотя во внешней цепи и переменится направление тока, в ответвлении его направление останется прежним. В якоре ток переменит направление при прохождении противоположного тока, но это не будет влиять на полярность магнитов. Машина с ответвлением не меняет, следовательно, своих полюсов при прохождении тока противоположного направления.

Мы видели выше, что электровозбудительная сила динамомашин изменяется в зависимости от внешнего сопротивления; в машинах с последовательным возбуждением она увеличивается с уменьшением внешнего сопротивления, а в машине с ответвлением — с его увеличением. В наших интересах поддерживать напряжение тока в проводах на неизменной высоте, так как в большей части случаев, где применяется ток, требуется постоянное его напряжение, и если бы у нас не имелось средств регулировать напряжение тока, то приходилось бы сохранять в цепи постоянное сопротивление. Проще всего, конечно, было бы ввести в главный провод добавочное сопротивление, которое можно было бы менять по произволу. Если бы при таком устройстве изменялось

сопротивление снарядовъ, введенныхъ во внешнюю цепь, то при помощи такого же изменения, но въ противоположномъ смысле, въ добавочномъ сопротивлении, мы могли бы удержать общее сопротивление цепи на прежней величине. Но такое средство следуетъ считать самымъ худымъ, потому что, какъ мы увидимъ ниже, каждое сопротивление поглощаетъ часть энергии и паровая машина, вращающая нашу динамомашину, при такомъ способе должна тратить бесполезно часть своей работы на преодоление добавочнаго регулирующаго сопротивления.

Къ счастью, у насъ имеется другое средство удерживать напряжение въ проводахъ на постоянной высоте. Предположимъ, что въ проводахъ, идущихъ къ приборамъ, сопротивление которыхъ меняется, не превосходить потери напряжения; въ такомъ случае намъ надобно только удерживать постояннымъ напряжение на полюсахъ машины. Это можно выполнить, хотя и приблизительно, но вполне удовлетворительно для нашихъ целей. Когда изменяется сопротивление внешней цепи, которая считается, начиная съ зажимовъ машины, то для того, чтобы напряжение на полюсахъ оставалось постояннымъ, необходимо, чтобы соответственно изменялась и сила тока. Если же последняя меняется во внешней части цепи, то она должна измениться и во внутренней ея части, т. е. въ якоре машины; но здесь сопротивление остается постояннымъ, а поэтому должна меняться и третья величина, т. е. электровозбудительная сила въ якоре.

Этого изменения электровозбудительной силы мы можемъ достигать, заставивъ машину вращаться быстрее или ушшвая магнитное состояние магнитовъ. Первый способъ

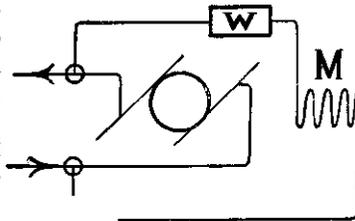
а) регулирование машины съ ответ-

уже потому неудобенъ, что регулировка паровой машины въ зависимости отъ получаемой силы тока затруднительна. Поэтому въ большинствѣ случаевъ для поддержания постоянного напряжения на зажимахъ машины пользуются изменениемъ магнитнаго состояния электромагнитовъ.

Для этой дѣли пригодны два способа: либо мы можемъ устроить обмотку электромагнитовъ такъ, чтобы можно было по произволу выключать или включать часть ея оборотовъ, или же, не меняя числа действующихъ оборотовъ обмотки, можемъ менять силу тока, который циркулируетъ по этой обмотке. Последний способъ пользуется наибольшимъ распространениемъ, а потому мы и рассмотримъ его подробнее. Что касается до перваго способа, то онъ находитъ себе применение преимущественно въ электродвигателяхъ, а для динамомашинъ его вовсе не применяютъ за исключениемъ очень редкихъ случаевъ.

Какимъ же образомъ мы должны поступать, чтобы изменять силу тока въ обмотке электромагнитовъ? Въ машинахъ съ ответвлениемъ это сделать очень легко: къ ответвлению присоединяютъ переменное сопротивление, которое рукой или при помощи автоматическаго приспособления можно изменять такъ, чтобы напряжение на зажимахъ динамомашины оставалось постояннымъ. Такая переменная сопротивления мы опишемъ ниже.

Если мы вообразимъ теперь, что въ обмотку электромагнитовъ машины съ ответвлениемъ включено такое переменное сопротивление W , то, конечно, мы получимъ возможность изменять токъ въ обмотке магнитовъ и должны будемъ только наблюдать за приборомъ, показывающимъ напряжение на зажимахъ, чтобы видеть, въ какомъ смысле следуетъ изменять регулирующее сопротивление. Какъ только напряжение отклонится отъ своей нормальной величины, достаточно изменить сопротивление W и желаемое напряжение возстановится (рис. 89).

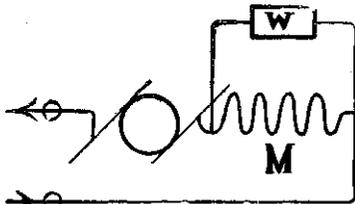


влениемъ.

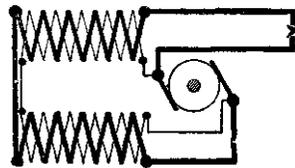
При употреблении машинъ съ последовательнымъ соединениемъ мы не можемъ пользоваться этимъ способомъ непосредственно, тацъ какъ обмотка электромагнитовъ въ такихъ машинахъ составляетъ продолжение главной цепи, а потому, если мы включимъ въ обмотку лишнее сопротивление, то вместе съ темъ мы увеличимъ общее сопротивление цепи, что, какъ мы видели, ослабить действие машины.

Но несмотря на это, и въ машине съ последовательнымъ соединениемъ мы можемъ пользоваться регулирующимъ реостатомъ. Для этого мы пустимъ не весь токъ въ обмотку электромагнитовъ, а отведемъ часть его мимо въ виде ответвления. Если мы будемъ изменять сопротивление этого ответвления, въ которомъ будетъ проходить лишь небольшая доля всего тока, то этимъ мы можемъ изменять силу тока въ электромагнитахъ, а следовательно и ихъ магнитное состояние.

Для этой цели (рис. 90) концы обмотки электромагнита M соединяются проводникомъ, въ который включаютъ переменное сопротивление. е. реостатъ W . Главный токъ разветвится и часть его пройдетъ по обмотке электромагнита, а другая — по ответвлению, содержащему въ себе переменное сопротивление. Чемъ больше будетъ сопротивление W , темъ меньше будетъ токъ въ этомъ ответвлении, но темъ больше въ электромагнитахъ, и это конечно поведетъ



90. Регулирование машины съ последовательнымъ соединениемъ.



91. Соединение для машинъ постоянного напряжения.

къ тому, что действие последи, нихъ усилится. Такимъ образомъ мы можемъ получить средство поддерживать постояннымъ напряжениемъ на зажимахъ.

Все эти приспособления представляютъ только тотъ недостатокъ, что регулировка должна производиться механически, будемъ ли мы регулировать рукою или автоматически при помощи тока. Электротехники должны были найти средство производить эту регулировку электрическимъ путемъ и притомъ вполне автоматически, такъ, чтобы сама динамомашинка безъ всякаго внешнего пособия поддерживала напряжение постояннымъ.

Марсель Депре первый предложилъ такой способъ, который былъ вскоре упрощенъ и усовершенствованъ и теперь употребляется очень часто.

Мы видели, что электровозбудительная сила съ уменьшениемъ внешнего сопротивления въ машинахъ съ последовательнымъ соединениемъ увеличивается, а въ машинахъ съ ответвлениемъ уменьшается. Не трудно было напасть на мысль, что, скомбинировавъ въ одной машинке оба способа соединения, можно достигнуть того, что изменения, происходящая въ той или другой обмотке электромагнитовъ отъ переменъ во внешнемъ сопротивлении, будутъ настолько уравновешивать другъ друга, что напряжение на полюсахъ будетъ сохранять постоянную величину. Такое двойное соединение устроить легко. Магниты снабжаются двумя обмотками (рис. 91), изъ которыхъ одна представляетъ собою ответвление, а другая есть ничто иное, какъ обмотка для последовательнаго соединения. Если обмотки рассчитаны хорошо, то при большомъ внешнемъ сопротивлении электромагниты будутъ возбуждаться главнымъ образомъ только ответвлениемъ; если внешнее сопротивление уменьшится, то и вторая обмотка начнетъ возбуждать электромагниты и притомъ

въ такой мере, что электровозбудительная сила повысится и снова получить прежнюю постоянную величину.

Въ такой машине „съ постояннымъ напряжениемъ" прежде всего ответвление вызываетъ некоторое индуктирующее действие. Такъ какъ напряжение на зажимахъ остается постояннымъ, то въ ответвлении проходитъ токъ постоянной силы и его намагничивающее действие остается конечно постояннымъ. Но такъ какъ при возрастании силы тока и постоянномъ напряжении на зажимахъ должна возрасть электровозбудительная сила машины, то должно увеличиваться и индуктирующее действие магнитовъ; это производитъ последовательная обмотка, которая при усилении тока сильнее возбуждаетъ электромагниты.

Совершеннаго постоянства напряжения такимъ способомъ достигнуть нельзя, а поэтому и въ такихъ машинахъ въ ответвление вводятъ небольшой реостатъ, съ действиемъ котораго мы познакомились уже выше.

Вследствие своей сложной обмотки такая машина называется „компаундъ" или машинами со смешаннымъ соединениемъ: иногда ихъ называютъ машинами „со смешанной обмоткой".

Вторичные источники тока.

Трансформаторы.

Введение. Изменение напряжения. Цель подобного изменения. Развитие трансформаторовъ. Трансформаторъ Голлара и Джиббса. Трансформаторъ фирмы Ганца и К°. Различные типы трансформаторовъ. Расположение и установка трансформаторовъ. Трансформаторы постоянного тока.

Аккумуляторы.

Запасание электрической энергии. Развитие аккумуляторовъ. Аккумуляторъ Фора. Аккумуляторъ „Electrical Power Storage C°." Явления, происходящая въ аккумуляторахъ. Различные конструкции аккумуляторовъ. Заряжание и разряжание аккумуляторовъ.



Мы займемся теперь такими приборами, которые молшо разсматривать, какъ источники тока потому, что отъ нихъ можно получить токъ, но которые отличаются отъ вышеописанныхъ приборовъ темъ, что они превращаютъ въ электричество не другой какой либо родъ энергии, а ТО же самое электричество. Можеть быть читатель спросить, какое значение можеть иметь такое превращение, где въ результате является тотъ родъ энергии, который былъ и первоначально. Правда, въ результате получается то же, что было и въ начале, но за то бываетъ различна форма, въ какой эта

энергия бываетъ въ начале и какую она принимаетъ после преобразования; съ этой точки зрения мы имеемъ право говорить о преобразовании электрической энергии. Такие приборы носятъ название вторичныхъ источниковъ тока; это название обозначаетъ, что они отдають намъ электрическую энергию, которая раньше была сообщена имъ первичнымъ источникомъ.

Съ другой точки зрения мы можемъ отнести эти приборы къ проводамъ электричества, т. е. равсматривать ихъ, какъ средства для перенесения электрической энергии. Какъ обыкновенный проводъ переносить электричество съ одного места въ другое, такъ и аккумуляторъ переносить его съ одного момента времени на другой, а трансформаторъ— съ одной степени напряжения на другую, высшую или низшую. Такая точка зрения несколько философская, а потому мы лучше обратимся къ технической классификации этихъ приборовъ.

Пожалуй, не лишнее будетъ, если мы попробуемъ объяснить действие вторичныхъ источниковъ тока, о которыхъ собираемся говорить, при помощи аналогии съ движениемъ воды. Читатель знаетъ, что при помощи невысокаго падения воды можно поднять воду на значительную высоту. Если мы поставимъ мельничное колесо накачивать воду при помощи насоса, то послед-

ний можетъ поднять ея напр. въ десять разъ выше того уровня, съ котораго она падаетъ и приводитъ въ действие мельничное колесо. Какъ известно, многие изобретатели пользовались этимъ, чтобы устроить *perpetuum mobile*, причесть воду, поднятую мельничнымъ колесомъ, они заставляли падать на десять одинаковыхъ колесъ, изъ которыхъ одно было то, которое поднимало воду. Но понимающие дело техники утверждали, что это недостижимо, такъ какъ поднятое въ десять разъ выше количество воды въ самомъ благоприятномъ случае можетъ составить лишь одну десятую долю того количества, какое приводило въ движение колесо съ насосомъ, на самомъ же деле оно и этой доли ея количества не достигнетъ вследствие различныхъ потерь, которыя устранить невозможно.

То, что мы можемъ сделать съ водянымъ потокомъ, оказывается возможнымъ применить и къ электрическому, т. е. и въ последнемъ случае мы можемъ преобразовать небольшое его падение, небольшую разность напряжений, въ более значительную, однако съ темъ ограничениемъ, что и здесь уменьшится поднятое количество, т. е. иными словами, уменьшится сила тока, но такъ, что произведение изъ напряжения на силу тока останется постояннымъ, если не считать потерь, происходящихъ при этомъ преобразовании; на деле это произведение всегда уменыпается на долю, которая соответствуетъ потерямъ.

Мы можемъ при помощи нашего мельничнаго колеса преобразовывать также и высокия давления въ низкия, причесть количество воды увеличивается во столько разъ, во сколько уменьшится давление; подобный же процессъ применяютъ электротехники и къ электричеству.

Наше мельничное колесо съ нагнетательнымъ насосомъ мы можемъ приспособить такъ, чтобы оно накачивало воду въ водоемъ, и, если когда нибудь случится, что вода въ шлюзе изсякнетъ, мы можемъ воспользоваться собраннымъ количествомъ воды въ водоеме для работы мельшцы. Во всякомъ случае существуетъ возможность отнять на время движение у воды, собрать ее и затемъ когда-нибудь снова воспользоваться ея энергией. Тоже самое делаютъ электротехники съ электричествомъ, но къ сожалению ихъ способы мало рациональны. Въ некоторыхъ отошенияхъ электричество ведетъ себя очень странно. Когда оно протекаетъ въ форме тока, достаточно очень тонкой проволоки, чтобы оно оказывало значительныя действия; но когда находится въ покое, оно требуетъ для себя громаднаго помещения. Въ этомъ случае оно отказывается ИИроникнуть внутрь проводника, чрезъ который оно такъ охотно проходитъ, когда находится въ движении, и ограничивается единственно внешней его поверхностью. Изъ того что электричество для своего скопления требуетъ такого громаднаго места, казалось бы, что следуетъ отказаться отъ мысли сохранять его въ покойномъ состоянии. Къ счастью мы умеемъ превращать его въ другую форму энергии, которая отличается темъ, что для своего помещения требуетъ очень мало места и жзъ которой мы можемъ очень легко получить его обратно. Для этого процесса къ сожалению намъ уже не годится аналогия съ потокомъ воды и мы должны отказаться здесь отъ всякихъ сравнений.

Благодаря применению вторичныхъ источниковъ тока электротехника значительно развилась за последняя десять летъ и мы можемъ надеяться, что въ этомъ направлении воследуютъ еще солидныя усовершенствования, разъ въ самомъ начале уже получены такие блестящие результаты.

Прежде чемъ перейти къ дальнейшему изложению разсматриваемаго предмета, мы должны познакомить читателя съ однимъ основнымъ положениемъ учения объ электричестве; это такъ называемый законъ Джоуля¹,

¹ Названный по имени установившаго этотъ законъ англійскаго физика Joule (Джоуля).

который дает возможность определять количество электрической энергии. Когда мы пропускаем электрический ток по проводнику, то он при этом переходит в другие формы энергии: либо в теплоту, либо в механическую энергию, либо в химическую энергию и т. п. Эти превращения энергии могут происходить в разных частях проводника, а также может случиться, что в одной и той же части проводника электрическая энергия превращается в несколько других форм сразу. Если мы захотим узнать, сколько электрической энергии превратится в другой вид в какой-нибудь определенной части проводника при прохождении по нему тока, то мы можем узнать это, измерив разность потенциалов на концах этой части проводника, силу тока в нем и время, в течение которого происходило превращение. Количество энергии тока, которое преобразуется в другую форму в куске проводника, равно произведению:

Разность потенциалов на его концах \times сила тока в нем \times время перехода,

это произведение нужно помножить еще на число, которое зависит от выбора единиц, служащих для измерения работы и энергии.

Так, напр., если мы пропустим ток через электродвигатель, с которым мы познакомимся ниже, то он будет двигаться и производить механическую работу. Если захотим узнать, сколько мы потратили энергии для работы двигателя, то должны будем измерить разность потенциалов на зажимах двигателя и силу тока, проходящего сквозь двигатель, и помножить произведение этих двух величин на время, в продолжение которого работала двигатель.

Подобным же образом мы можем узнать, сколько энергии отнял сам провод у тока и превратил его в другую форму, а именно в теплоту.

Написанное выше выражение дает нам величину работы, совершаемой током в участке цепи. Работу, совершаемую механич. двигателем, мы можем узнать, зная производительность или мощность двигателя, определяемую количеством работы, совершаемой в каждую единицу времени, и умножая ее на время, в течение которого работа совершалась. Мощность механических двигателей выражают в „лошадиных силах“.

Также поступают и при измерении работы электрического тока; первые два члена нашего выражения для электрической энергии (разность потенциалов \times сила тока) выражают собой электрическую мощность, работу тока в единицу времени, т. е. в секунду. Этой величиной мы и будем мерить электрическую энергию в единицу времени, а умножая ее на время, мы получим полную работу, совершенную током, в этот прожегток времени. Если сравнить какое-нибудь количество энергии в форме механической работы с таким же количеством энергии, но в форме электрического тока, и выразить первое в лошадиных силах, X число секунд, а второе в вольтах-амперах X число секунд, то окажется, что одна лошадиная сила в секунду = 736 вольт - амперам в секунду, если же мы возьмем только мощность, то получим, что

$$1 \text{ лошадиная сила} = 736 \text{ вольт-амперам.}$$

Мощность равная 1 вольт-амперу, служащая единицей мощности, получила название „Уатт'а“, так что мощность тока в настоящее время принято выражать в уаттах.

Подобные соотношения существуют и для других форм энергии, а потому в каждом случае мы можем определить, какому количеству энергии той или другой формы соответствует данное количество электрической энергии, выраженное при помощи напряжения, силы тока и времени, т. е. в вольтах, амперах и секундах. На основании известного основного поло-

жения физики, при каждомъ превращении энергии изъ даннаго ея количества въ одной формѣ всегда получается то же количество энергии въ другой формѣ, такъ что, умея измерять электрическую энергию, мы всегда можемъ определить, какое количество энергии въ какой-либо другой формѣ необходимо затратить для получения желаемаго количества электрической энергии и, наоборотъ, сколько энергии какого-либо другого рода мы можемъ получить изъ электрическаго тока данной силы и даннаго напряжения.

Трансформаторы.

Разсматривая выше явления индукции, мы видели, что катушка, насаженная на железный стержень, при прохождении черезъ нее переменнаго тока, вызываетъ во второй катушке, сидящей на томъ же стержне, то же появление переменнаго тока. Вызванный первой катушкой потокъ силовыхъ линий, изменяясь въ числѣ линий, его составляющихъ, вызываетъ въ каждомъ оборотѣ второй катушки появление некоторой электродвижущей силы, причѣмъ электродвижущія силы отдельныхъ оборотовъ суммируются въ одну равнодействующую, потому что обороты проволоки соединены последовательно. Увеличивая число оборотовъ, мы темъ самымъ увеличиваемъ напряжение вторичнаго тока, и такимъ образомъ можемъ достигнуть во второй катушке любого напряжения. Переносъ, при помощи индукции между двумя катушками, электрическую энергию съ одной изъ нихъ на другую, мы можемъ вызвать во вторичной катушке напряжения равное, болѣе или меньшее напряжения тока, вводимаго въ первичную катушку.

Что же можно сказать о силѣ тока въ обеихъ катушкахъ? Если во вторичной катушке возбуждается напряжение болѣе, чѣмъ въ первичной, то сила тока не можетъ быть одинаковой съ силой тока въ послѣдней, потому что тогда, какъ показываетъ расчетъ, основанный на законѣ Джоуля, во вторичной катушке должно было бы получаться энергии болѣе, чѣмъ расходуется ея въ первичной катушке, что невозможно. Вызванное во вторичной катушке повышение напряжения должно компенсироваться такимъ уменьшениемъ силы тока, чтобы произведение напиряжения на силу тока не превышало такого же произведенія для первичной обмотки.

Если бы мы могли создать идеальныя условия, при которыхъ не происходило бы совсемъ потери энергии тока, то напр. 100 амперовъ при 100 вольтахъ въ первичной катушке давали бы во вторичной 10 амперовъ при 1000 вольтахъ. Такъ какъ однако всякое превращение всегда сопровождается потерями, то мы получимъ либо меньше 1000 вольтъ, либо меньше 10 амперовъ. Въ новейшихъ трансформаторахъ потеря сведена до небольшого процента, но все же она существуетъ.

Мы можемъ превращать токи низкаго напряжения въ токи высокаго напряжения и наоборотъ. Читатель легко убедится въ этомъ, вспомнивъ, что, устанавливая количество оборотовъ во вторичной катушке, мы получаемъ равнодействующую напряжений любой величины. Но при этомъ всегда произведение силы тока на напряжение должно быть однимъ и темъ же для обеихъ катушекъ, если только не принимать во вниманіе неизбежныхъ потерь; поэтому съ уменьшениемъ напряжения во вторичной катушке сила тока въ ней должна сделаться болѣе силы тока въ первичной катушке.

То же самое будетъ иметь место и въ слѣдующемъ случаѣ.

Положимъ, что токъ съ высокимъ напряжениемъ и съ небольшою силою введенъ въ электродвигатель. Произведение изъ силы тока на его напряжение на зажимахъ двигателя покажетъ количество энергии, которое ежесекундно потребляетъ двигатель на механическую работу. Часть этой энергии идетъ на потери, заключающіяся въ трении, нагреваніи проволокъ двигателя и т. д.,

большая же часть превращается в работу. Предположим теперь, что наш двигатель вращает динамомашину, которая дает ток невысокого напряжения, и что упомянутых потерь энергии не происходит. Так как при этом ток высокого напряжения превращается в ток низкого напряжения, то сила преобразованного тока должна получиться больше во столько раз, во сколько уменьшилось его напряжение, чтобы в обоих случаях количество электрической энергии оставалось постоянным.

Катую же пользу мы можем извлечь из таких ИИреобразований? Мы увидим ниже, что таким путем мы можем получать высокие напряжения удобнее, чем непосредственными способами. Но здесь дело не в этом. Здесь нам надо рассмотреть, какую пользу могут принести эти процессы при передаче электрической энергии, и относительно этой-то стороны дела нам нужно сказать теперь несколько слов.

Применение электрического тока к промышленным и к другим целям, повидимому, дает возможность устраивать для многих мест один общий источник тока вместо того, чтобы помещать отдельные его источники в каждом из тех мест, где он требуется. Положим, что в каком-либо городе некоторые из домохозяев захотели ввести у себя электрическое освещение. В девяносто девяти случаях из ста они сделают это только в том случае, если у них существует возможность соединить свои дома с общей электрической станцией, и это понятно, так как устраивать свою собственную установку и дорого, и затруднительно. Но их дома могут быть разбросаны на значительной площади: в таком случае току пришлось бы проходить большие расстояния, а если главный источник тока находится еще где нибудь в стороне, то эти расстояния будут еще больше. Представим себе, например, что вблизи города, но все же на расстоянии нескольких километров, находится место, где можно очень удобно сделать водяную запруду. Что может быть проще мысли воспользоваться этой водой в качестве дешевой движущей силы и применить ее для электрического освещения? Но осуществлению этой мысли мешает одно обстоятельство; если мы желаем пользоваться на месте потребления током невысокого напряжения, то должна быть значительна общая сила тока, который проводится к этим местам. Для сильных же токов требуются толстые провода и притом тем толще, чем больше их длина, так как потери, которые никогда не должны превышать некоторого определенного предела, увеличиваются с длиной провода и должны быть уменьшены до желаемой степени соответственным увеличением поперечного сечения. Это обходится дорого, так как провода делают из меди и должны быть старательно покрыты изолировкой; медь же не дешева, а потому при некотором расстоянии мест потребления тока от центрального его источника, для пользования током невысокого напряжения провода делаются уже настолько дорогими, что погашение капитала, употребленного на их устройство, поглощает все доходы от предприятия.

Поэтому при употреблении невысокого напряжения приходится ограничиваться очень небольшими участками, так как в этом случае место потребления тока не может находиться дальше двух километров от источника тока. Чтобы расширить этот предел, необходимо пользоваться током меньшей силы, но с более высоким напряжением, так как для слабого тока можно брать провода тоньше, чем для сильного. Но и тут мы сталкиваемся с одним препятствием; высокие напряжения не соответствуют устройству наших ламп накаливания, а сверх того они не безопасны, так что, хотя теоретически мы имеем полную возможность уменьшать силу тока до желаемого минимума и соответственно увеличивать напряжение, т. е., хотя мы и можем, говоря словами одного французского писа-

теля—„проводить тысячу лошадиныхъ силъ сквозь замочную скважину“,— т. е. можемъ передавать ихъ по такой тонкой проволоке, которая въ состоянiи пройти сквозь замочную скважину, темъ не менее на практикѣ мы ограничены въ этомъ отношенiи очень узкими пределами; въ самомъ деле, едва ли кто нибудь добровольно согласится, чтобы къ нему въ домъ провели проволоку, которая очень легко можетъ убить его.

На основанiи того, что мы говорили о преобразованiи тока, легко видеть, что упомянутое препятствiе не трудно устранить. Мы проведемъ токъ высокаго напряженiя по тонкимъ проводамъ къ месту его потребленiя; здесь преобразуемъ его напряженiе къ более низкое и безопасное, а затемъ уже по толстымъ, но короткимъ проводамъ направимъ его въ разныя места потребленiя. Вопросъ заключается только въ томъ, какимъ образомъ лучше всего осуществить это Игреброобразование.

Для этой цели мы могли бы воспользоваться последнимъ изъ приведенныхъ выше приемовъ; мы могли бы заставить токъ высокаго напряженiя вращать электродвигатель и пользоваться работою послѣдняго для вращенiя динамомашинъ. Этотъ способъ получили теперь примененiе, но противъ него можно возразить, что приходится присматривать не только за машинами, доставляющимъ токъ, но и за этими преобразователями тока, а сверхъ того такой способъ сопряженъ съ неоднократными превращенiями энергiи, а именно электрическаго тока въ движенiе и обратно, что очень невыгодно.

Первый изъ указанныхъ выше приемовъ гораздо лучше, хотя онъ и применимъ лишь къ переменнымъ токамъ. Но это ограниченiе не составляетъ препятствiя, потому что въ настоящее время мы умеемъ добывать свѣтъ и движущую энергiю такъ же хорошо при помощи переменнаго тока, какъ и помощьюъ тока постояннаго направленiя.

Обратимся теперь къ трансформатору.

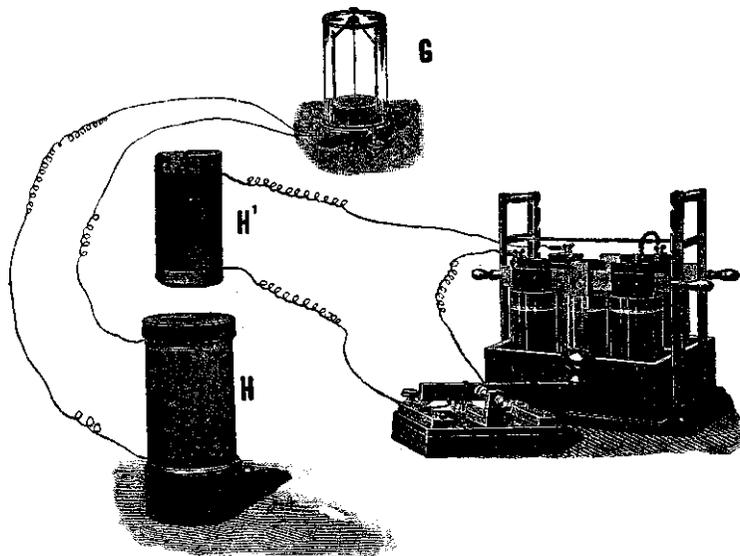
Развитие трансформаторовъ.

Приборы для преобразованiя тока, принципъ которыхъ мы изложили выше, носятъ теперь названiе трансформаторовъ, но такъ называютъ только те приборы, которыя служатъ для преобразованiя сильныхъ токовъ и употребляются при распределенiи тока. Приборы, употребляющиеся для слабыхъ токовъ, были известны уже пятьдесятъ лѣтъ тому назадъ иодъ названiемъ „индукционныхъ аппаратовъ“ или „индукционныхъ катушекъ“; они собственно и положили основанiе промышленнымъ трансформаторамъ, такъ и послѣдние представляютъ собою индукционные аппараты, но только въ особой формѣ, которую они получили въ зависимости отъ специальнаго ихъ назначенiя.

Если мы сравнимъ индукционный аппаратъ, шшмая его въ широкомъ смыслѣ, т. е., включая сюда и трансформаторы, съ машиной переменнаго или постояннаго тока, то найдемъ, что они имеютъ между собой сходство въ томъ отношенiи, что какъ тамъ, такъ и здѣсь токи возбуждаются въ катушкахъ вследствие измененiя числа линий силъ. Но въ машинахъ какъ переменнаго, такъ и постояннаго тока число линий силъ въ катушкахъ меняется только вследствие движенiя послѣднихъ, магнитное же поле между полюсами электромагнитовъ остается неизменнымъ, т. е. здѣсь число линий силъ, проходящихъ сквозь контуръ катушки, зависитъ не отъ измененiя напряженiя магнитнаго поля, а отъ того, что катушка при своемъ движенiи проходитъ различныя части поля. Въ индукционныхъ аппаратахъ, наоборотъ, индукционная катушка не меняетъ своего положенiя относительно магнита, возбужденiе же тока происходитъ отъ того, что меняются въ числѣ и направленiи линии силъ.

Отсутствие подвижных частей в трансформаторе представляет большое практическое значение. Трансформаторы могут быть помещены где нибудь в доме в безопасном месте и там они могут стоять спокойно и почти без всякого ухода, хотя и не особенно тихо, так как работа трансформаторов сопровождается довольно неприятным шумом. Но последнее неудобство вполне окупается теми выгодами, которые заключаются в неподвижности частей трансформаторов, что делает почти совершенно ненужным уход за ними.

Первый индукционный аппарат появился одновременно с открытием индукции и был построен Фарадеем, открывшим самое явление. Рис. 92 показывает устройство этого прибора. Если по обмотке катушки C пропустить ток, сообщив ее с гальванической батареей, то в то же



92. Индукционная катушка-

время, в пространстве, окружающем катушку, возникнут линии сил, которые достигнут другой катушки H и отчасти пройдут внутри оборотов ее обмотки. Это возникновение и увеличение числа линий сил вызовет в катушке B ток, который может быть обнаружен гальванометром G . Если мы прервем ток, то линии сил исчезнут и уменьшение их числа опять вызовет ток в катушке H , но уже противоположного направления. Для того, чтобы как можно полнее утилизировать возникающие линии сил для возбуждения тока, следует сделать нижнюю катушку настолько широкой, чтобы в ней могла свободно поместиться верхняя катушка. Если мы поместим в катушку H' железный стержень, но не сплошной, а состоящий, например, из пучка железной проволоки, то этим мы улучшим путь для линий сил и достигнем более сильного действия катушек.

Этот прибор Фарадея имеет целью только передавать электрическую энергию при помощи индукции; при своих опытах этот ученый вовсе не имел в виду преобразовывать напряжение тока. Румкорф первый сделал попытку соединить передачу с изменением напряжения и, следовательно, ему мы обязаны открытием способа трансформации тока. Нужно, впрочем, заметить, что изобретение Румкорфа вовсе не имело целью дать практический способ изменять напряжение тока; кроме того, не Румкорф.

а американский электротехник Пэдждь первый применил индукционный аппарат для повышения напряжения: это было вскоре после открытия Фарадеем индукции, а именно в 1836 г. Открытие Пэджа прошло незамеченным и только Румкорфу удалось обратить внимание физиков на удивительную способность индукционного аппарата давать токи очень высокого напряжения.

Въ 1848 г. онъ устроилъ свои первые индукционные аппараты для высокиихъ напряжений, назначениемъ которыхъ было давать искры. Такимъ образомъ былъ изобретенъ приборъ, который могъ преобразовывать низкия напряжения въ высокия и даже въ чрезмерно высокия. Румкорфъ достигъ этого, сделавъ очень большимъ число оборотовъ во вторичной катушке, т. е. въ той, въ которой получался индуктированный токъ; для этого онъ долженъ былъ не только брать очень тонкую проволоку, чтобы обмотка имела достаточно большое число оборотовъ, но и принимать особия предосторожности, чтобы токъ, обладая очень высокимъ напряжениемъ, не могъ пробить себе побочныхъ путей между отдельными оборотами обмотки. Такимъ образомъ осуществление идеи увеличивать напряжение тока увеличениемъ числа оборотовъ обмотки требовало немалыхъ усилий со стороны механика; въ преодолении этихъ-то затруднений и заключается главнымъ образомъ значение изобретения Румкорфа. Следуетъ заметить, что для индукционныхъ катушекъ Румкорфа употребляють 10, а въ последнее время даже 60 километровъ тонкой, какъ волосъ, проволоки, которая тщательно изолируется шелкомъ, очень аккуратно навивается на катушку и затемъ еще заливается какимъ нибудь затвердевающимъ изоляторомъ; изъ этого видно, что изобретение индукционной катушки стоило большого труда и что Румкорфъ вполне заслужилъ премию Вольты въ 50000 фр., которую присудилъ ему Наполеонъ III.

Въ продолжение тридцати летъ приборъ Румкорфа представлялъ только научное значение. Въ 1878 г. Яблочкову пришла мысль воспользоваться имъ для электрическаго освещения, но не такимъ способомъ, какъ теперь применяются трансформаторы; изобретение Яблочкова скорее можно считать попыткою разрешить вопросъ о дроблении электрическаго света. Для этой цели изобретатель устроилъ электрическую лампу, въ которой кусочекъ каолина накаливался до-бела искрами индукционной катушки и давалъ светъ. Чтобы получить напряжение, необходимое для появления искръ, каждая лампа снабжалась маленькой катушкой Румкорфа и целый рядъ такихъ приооровъ вводился въ цепь, по которой проходилъ переменный токъ.

Подобнымъ же образомъ старались применить къ электрическому освещению индукционную катушку и другие изобретатели, какъ, напр., Э. Г. Гордонъ, который пытался применить ее къ лампе накаливания, заставляя индукционную искру проскакивать между платиновыми остриями и накаливать ихъ до-бела.

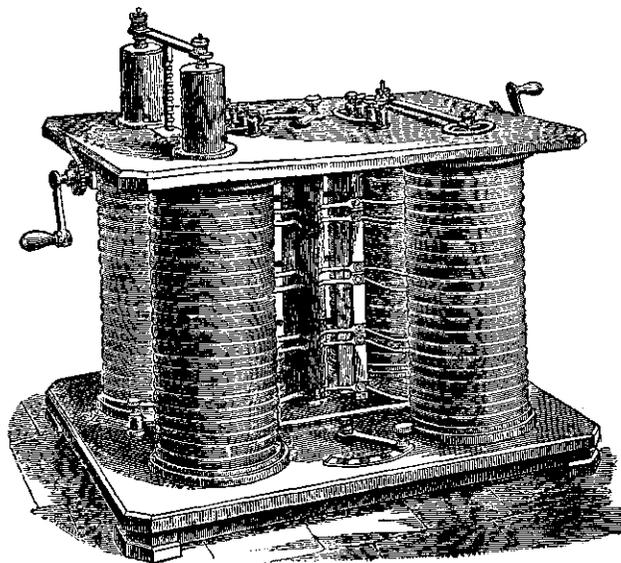
Въ этихъ попыткахъ, какъ мы видимъ, индукционный приборъ служить необходимымъ средствомъ для получения искръ. Главная цель применения переменныхъ токовъ, — сохранить расходы на провода, — здесь не преследовалось вовсе. Американецъ Ф у л л е р ъ гораздо ближе подошелъ къ настоящему положению дела, пользуясь индукционными аппаратами для того, чтобы сделать совершенно независимыми другъ отъ друга дуговья лампы, включенныя въ одну цепь. Этотъ вопросъ несколько летъ спустя былъ решенъ гораздо проще и лучше; но тогда приспособление этого изобретателя представляло довольно большое значение и интересъ.

Трансформаторъ Голарда и Гиббса. — Упомянутые выше изобретатели стремились къ тому, чтобы либо получать высокия напряжения

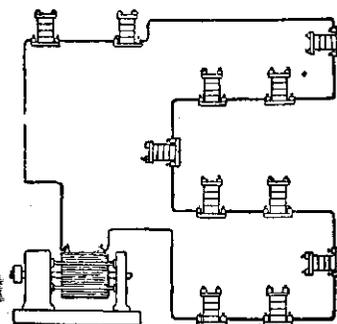
либо при помощи индукционных аппаратов устраивать ответвления от главного провода. Экономических целей, связанных с употреблением трансформаторов, они при этом не преследовали. Голард первый обратил внимание и на эту сторону дела, которую по справедливости следует считать наиболее важною, и ему техника обязана тем, что трансформаторная система получила практическое осуществление.

Для осуществления своего изобретения Голард вошел в компанию с башпромъ Гибсомъ, поэтому изобретение называется системой Голарда и Гиббса. На Туринской выставке в 1884 году они впервые демонстрировали свое изобретение, освещая часть выставки при помощи проводника длиною в 80 км. изъ бронзовой проволоки, толщиной в 4 мм.

Вторичный генераторъ Голарда и Гиббса состоит изъ вертикальных индукционных катушекъ (рис. 93), которыя въ количестве 4-хъ, 8-и и т. д. укрепляются на общей деревянной подставке и при помощи соот-



93. Вторичный генераторъ Голарда и Гиббса.



ветственного приспособления могутъ соединяться другъ съ другомъ различными способами, чѣмъ достигалось изменение напряжений. Подобнымъ же образомъ и первичныя обмотки катушекъ могутъ

94. Включение въ цепь вторичныхъ генераторовъ.

вводиться по одиночке или соединяться по нескольку. Для регулировки напряжения железные сердечники катушекъ устроены такъ, что ихъ можно опускать более или менее глубоко въ катушки. Различное положение железа въ катушкахъ изменяетъ индукционное действие, а вместе съ темъ и электровозбудительную силу во вторичныхъ катушкахъ.

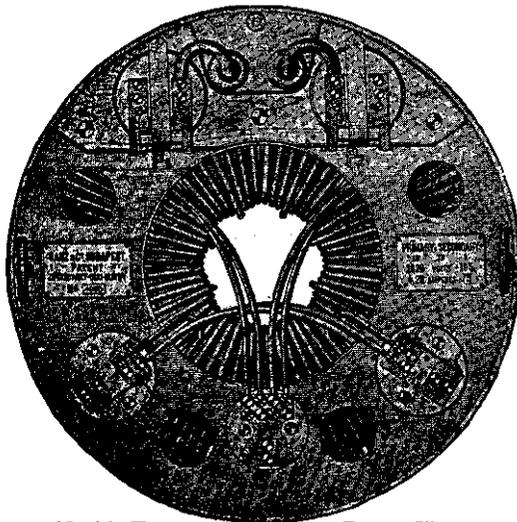
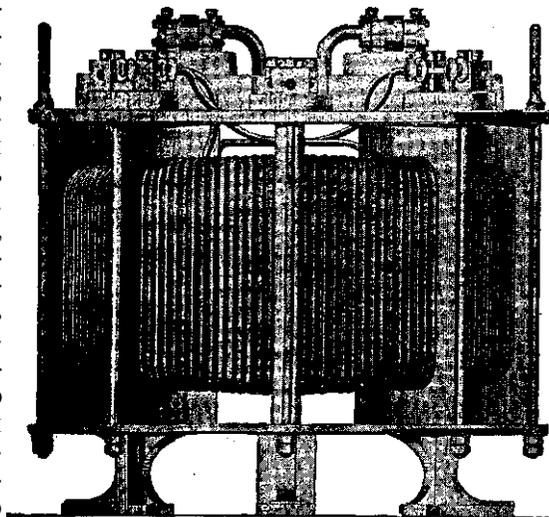
Такие вторичные генераторы ставятся въ местахъ потребления тока и включаются последовательно въ цепь, по которой проходитъ переменный токъ, какъ это показываетъ схематически рисунокъ 94. Эти трансформаторы отличаются отъ предшествовавшихъ темъ, что они были построены съ целью понизить стоимость проводовъ и превращать высокое напряжение тока въ более низкое. Высокия напряжения и последовательныя

яачальный пунктъ развития нашихъ нынешнихъ системъ переменнаго тока, особенно, если мы поставимъ на первый планъ экономическую сторону вопроса.

Трансформаторы Ганца и К°.—Дальнейшей разработкой трансформаторной системы мы обязаны фирме Ганца и К°. Чтобы выяснить, въ чемъ заключается ихъ заслуга, намъ следуетъ обратить внимание на те недостатки, какие представляла система Голарда и Гиббсена. Прежде всего мы видимъ, что индукционные катушки этой системы имели видъ вертикальныхъ столбовъ. Вследствие этого линии силъ, которыя образуются первичной катушкой, идутъ черезъ воздухъ отъ севернаго полюса къ южному и при этомъ, конечно, проходятъ длинный и неудобный путь. Говоря уже о динамомашинахъ, мы видели, что необходимо заполнять железомъ те пространства, по которымъ проходятъ линии силъ и делать промежутки, где имъ приходится проходить по воздуху, какъ можно короче. Длинный путь линий силъ въ воздухе въ голардовскомъ аппарате влечетъ за собой между прочимъ и то, что эти линии стараются найти для себя кратчайшие пути, причемъ оне могутъ миновать часть оборотовъ вторичной катушки и такимъ образомъ пройти, не оказавъ вовсе индукціоннаго действия.

Этотъ недостатокъ устранили электротехники фирмы Ганцъ и К°, снабдивъ свой трансформаторъ железнымъ сердечникомъ въ форме кольца, такъ что линиямъ силъ приходилось пробегать только въ железе. Кроме того вторичная и первичная обмотки расположены такъ, чтобы потери при преобразовании тока были наименьшей величины. Этотъ усовершенствованный трансформаторъ можно разсматривать,

какъ приборъ для передачи электрической энергии изъ одной цепи въ другую, причемъ при этой передаче происходитъ изменение высокаго напряжения въ более низкое. Отношение между напряжениями, т. е., отношение напряжения въ первичной катушке къ напряжению во вторичной, остается постояннымъ, такъ что, если напряжение главнаго тока будетъ поддерживаться юпределенной постоянной величины, то и во вторичномъ проводе оно не будетъ изменять своей величины независимо отъ силы тока. Это обстоя-



95 и 96, Новый трансформаторъ Ганца и К°.

тельство очень важно в практическом отношении при употреблении трансформаторовъ. Если, напр., какой либо трансформаторъ служить для питания 50 лампъ накаливания, то ведь одновременно могутъ гореть и не все 50 лампъ, а 2, 20 и такъ далее; такимъ образомъ отъ трансформатора могутъ требоваться очень различныя колдчества энергии, но всегда при условии, чтобы напряжение тока оставалось неизменнымъ, такъ какъ лампы накаливания, какъ мы увидимъ ниже, всегда требуютъ тока определенного напряжения.

Разсмотримъ эти явления несколько подробнее. Какъ уже выше сказано, электрическая энергия, передающаяся отъ первичной обмотки вторичной, не увеличивается; изменяются только множители: напряжение и сила тока. Отношение напряженийъ въ первичной и вторичной обмоткахъ зависитъ только отъ отношения числа оборотовъ и остается постояннымъ, если это последнее отношение остается постояннымъ. Если въ первичной обмотке напряжение не изменится, то и во вторичной обмотке оно остается постояннымъ, меняются лишь силы токовъ.

При идеальныхъ условияхъ, количество энергии, получаемой въ цепи вторичной обмотки, должно быть точно равно количеству энергии, поглощаемой въ первичной, такъ что вместе съ увеличениемъ первой должна увеличиваться вторая и обратно, оставаясь все время ей равной. При постоянстве напряженийъ въ обеихъ катушкахъ, увеличение силы тока, потребляемаго отъ вторичной катушки, должно сопровождаться увеличениемъ силы тока, проходящаго сквозь первичную, уменьшение силы вторичнаго тока должно сопровождаться уменьшениемъ силы первичнаго тока, и когда сила вторичнаго тока равна нулю, т. е., когда вторичная обмотка трансформатора не замкнута, въ первичной его обмотке токъ тоже долженъ былъ бы равняться нулю, такъ какъ при этомъ поглощаемая энергия должна равняться нулю, какъ въ той, такъ и въ другой обмотке.

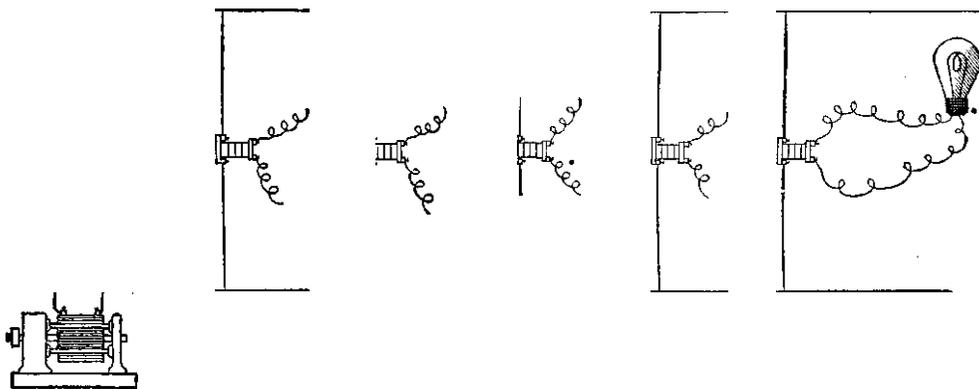
Однако, идеальныхъ условий осуществить не удастся. Въ действительности трансформаторъ отдаетъ меньшее количество энергии, чѣмъ получаетъ. Первичный токъ теряетъ часть своей энергии на нагревание проволоки, неизбежное при прохождении тока по проводнику, другую часть — на нагревание железа, вызываемое непрерывнымъ перемагничиваниемъ железнаго сердечника. Вследствие этого и при незамкнутой вторичной обмотке черезъ обороты первичной обмотки проходитъ токъ, правда очень слабый, такъ что трансформаторъ, соединяемый съ сетью проводниковъ, и при разомкнутой вторичной цепи все-же поглощаетъ энергию.

Чтобы поддерживать на вторичной обмотке каждого трансформатора определенное напряжение, что необходимо для новейшихъ электрическихъ приемниковъ, намъ нужно лишь поддерживать на определенной высоте напряжение первичнаго тока, чего мы и достигаемъ, соединяя трансформаторы не последовательно, какъ это делали Голардъ и Гиббсъ (фиг. 94), а включая ихъ параллелью въ цепь первичныхъ проводовъ и поддерживая въ послѣднихъ напряжение на постоянной высоте. Такого рода соединеніе изображено на фиг. 97, отличие котораго отъ изображеннаго на фиг. 94 бросается въ глаза.

Фирма Ганцъ и Ко придала своимъ трансформаторамъ две различныхъ формы. Трансформаторы перваго рода делаются такого же вида, какъ граммовское кольцо, на которомъ навиты попеременно части первичной и вторичной обмотки. Трансформаторы этого типа носятъ название трансформаторовъ съ сердечникомъ, такъ какъ въ нихъ линии силъ проходятъ внутри железа, покрытаго обмоткой. Это устройство можно преобразовать, придавъ обмоткамъ форму плоскихъ катушекъ и загнувъ концы железнаго сердечника Ига внешнюю поверхность катушки, такъ что послѣднія окружаются железъ

Июй оболочкой. Такимъ путемъ получается второй типъ трансформаторовъ съ оболочкой.

Фирма Ганцъ и К° первоначально приняла для своихъ трансформаторовъ второй типъ (съ оболочкой). Но она уже давно перешла къ типу трансформаторовъ съ внутреннимъ сердечникомъ. Рис. 95 и 96 изображаютъ внешний видъ такого трансформатора. Сердечникъ состоитъ изъ листового железа, отдельные слои котораго изолированы другъ отъ друга прокладкой; на немъ навита сначала обмотка изъ тонкой проволоки, а сверху наложена толстая проволока вторичной обмотки. Обе обмотки равномерно распределены на поверхности сердечника и тщательно изолированы другъ отъ друга и отъ железа. Устроенный такимъ образомъ аппаратъ закрепляется въ расположеннымъ по радиусамъ деревянныхъ стойкахъ и зажимается между двумя круглыми железными пластинами. Деревянные стойки служатъ для того, чтобы изолировать приборъ отъ его подставки. На верхней пластине находягся зажимы для первичнаго и вторичнаго токовъ, а также свинцовые предохранители, о которыхъ мы будемъ говорить въ следующей главе.



97. Параллельное включение трансформаторовъ.

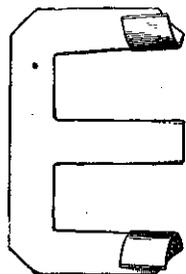
Результатомъ изобретений и приборовъ, предложенныхъ фирмою Ганца и К° въ области применений переменнаго тока, было то, что электротехники обратили серьезное вниманiе на этотъ новый способъ распределения тока и благодаря этому стали быстро появляться новые типы трансформаторовъ. Въ Америке общество Вестингхауза перъе взялось энергично за введение этой системы, пользуясь изобретениемъ Голарда, привилегии котораго оно приобрело. Привялегии Ганца и К° купила американская Эдисоновская компания, но не для того, чтобы ихъ эксплуатировать, — для нея это было простейшимъ средствомъ устранить опаснаго конкурента для своей системы постоянного тока.

Несколько позже ея преемница, большая „General Electric Company“, исправила сделанный промахъ и усердно занялась применениемъ и усовершенствованиемъ трансформаторовъ.

Для компании Вестингхауза электротехникъ этого общества Стэнли построилъ трансформаторъ, состоящий изъ двухъ плоскихъ катушекъ, изображенный на рцс. 98—101. Сердечникъ этого трансформатора состоитъ изъ тонкихъ железныхъ пластинокъ, вырезанныхъ въ форме буквы Е и вставленныхъ въ катушку попеременно то оь одной, то съ другой стороны. Краиние кощы горизонтальныхъ сторонъ пластинокъ снабжены придатками, тсоторые сначала отгибаются въ стороны, какъ это видно слева на рис. 98. Средний горизонтальный выступъ Е помещають внутрь катушки и затемъ выпрямяють придатки такъ, чтобы обе части катушки обхватывались желе-

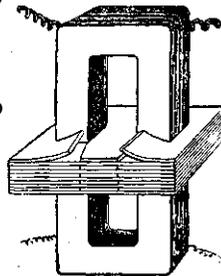
зомъ со всехъ сторонъ (рис. 99). Следующая пластинка вставляется съ противоположной стороны и такимъ образомъ заполняется железомъ все пространство внутри катушки, причемъ между каждыми соседними пластинками помещается изолирующий слой изъ бумаги (рис. 100). Окончательно железная оболочка катушекъ помещается между железными рамами, которая стягиваются железными болтами и скрепляютъ собою систему железныхъ пластинокъ (рис. 101). Изготовление железнаго ядра изъ отдельныхъ железныхъ листовъ, хотя и видоизмененное, употребляется почти повсеместно для современныхъ трансформаторовъ. О позднейшихъ конструкцияхъ трансформаторовъ будемъ говорить ниже.

Расположение и установка трансформаторовъ. — Расположение трансформаторовъ для освещения можетъ быть выполнено весьма различными способами. Главнымъ образомъ применяются две системы; по первой изъ нихъ каждый трансформаторъ предназначается для ограниченного числа



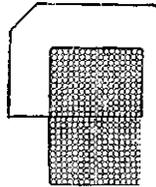
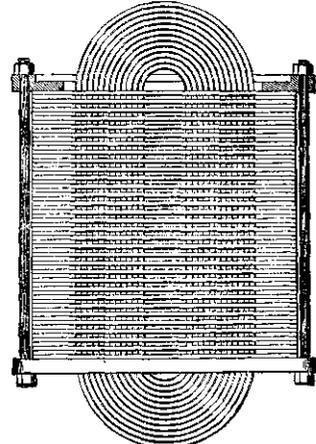
98 и 99. Пластика для сердечника трансформатора.

лампъ, такъ что приходится употреблять значительное число небольшихъ трансформаторовъ.



Ноо и юп. Трансформаторъ компании Вестинггауза.

При



другой системе, наоборотъ, употребляютъ небольшое число большихъ трансформаторовъ, изъ которыхъ каждый служитъ для значительнаго количества лампъ; такимъ образомъ, въ сущности говоря, образуются центральныя станции второго порядка, которыя получаютъ токъ изъ главной станции, преобразовываютъ его и затемъ распределяютъ во все стороны. По последней системе отъ правильной работы трансформатора зависитъ, очевидно, большое число лампъ и какая либо порча въ трансформаторе отзывается въ этошъ случае гораздо ощутительнее на освещение, чемъ при другой системе. Но съ другой стороны присмотръ за немногими большими трансформаторами легче, чемъ за многими небольшими, да и расходы въ этомъ случае могутъ быть значительно меньше.

Трансформаторы постоянного тока. — Какъ мы уже видели раньше, существуетъ возможность заставить токъ высокаго напряжения вращать электродвигатель и пользоваться последнимъ для вращения динамомашины, дающей токъ низкаго напряжения. Но такой способъ трансформации не имеетъ техъ преимуществъ, какая даетъ переменный токъ и которая заключается въ томъ, что трансформаторы не имеютъ вовсе подвижныхъ частей. Съ другой стороны, и за трансформацией постоянного тока следуетъ признать некоторыя преимущества, какихъ нетъ у другихъ системъ. Мы увидимъ ниже, что въ

Ламейеръ устранилъ это затруднение простымъ способомъ. Сначала мы разсмотримъ, какъ онъ соединить двигатель и динамомашину въ одинъ приборъ. Для этой цели онъ снабдилъ барабанъ якоря двумя обмотками (рис. 102), изъ которыхъ одна состоитъ изъ тонкой проволоки, а другая изъ толстой, и каждую обмотку соединилъ съ особымъ коллекторомъ. Если пустить токъ по тонкой обмотке, то машина будетъ действовать, какъ двигатель. Но вследствие вращения барабана въ толстой его обмотке возбуждается токъ, который въ начале бываетъ очень слабый, но по мере того, какъ онъ постепенно возбуждаетъ электромагниты, его сила постепенно увеличивается до некотораго предела., Рядомъ съ большими электромагнитами, катушки которыхъ представляютъ ответвление главнаго тока, находятся меньшие, возбуждаемые главнымъ токомъ динамомашинны. Эти магниты индуцируютъ токъ ТОЛЬКО въ толстой обмотке якоря и, въ случае усиления тока, обусловливаютъ добавочное напряжение, которое пополняетъ потерю, дросходящую отъ замедления вращения двигателя вследствие увеличения нагрузки. Кроме того, что въ „умформере" Ламейера двигатель и динамомашинна невысокаго напряжения соединены въ одну машинну; этотъ приборъ представляетъ еще ту выгоду, что его размеры почти БЕ отличаются отъ размеровъ одной динамомашинны той же силы безъ двигателя, что, конечно, заметно уменьшаетъ его цену. Кроме того, конечно, и уходъ за одной машинной легче, чѣмъ за двумя. Изобретатель указываетъ еще на некоторыя преимущества своей машинны; изъ нихъ мы упомянемъ только о томъ, что потери въ его приборѣ при преобразованнн тока меньше, чѣмъ въ другихъ трансформаторахъ постояннаго тока, въ которыхъ двигатель и динамомашинна отделены другъ отъ друга.

Мы не будемъ теперь входить въ подробности объ умформерахъ, потому что это будетъ безусловно уместнее въ дальнейшей главѣ о „передаче энергнн".

Аккумуляторы.

Количество развиваемой электрической энергнн и размеры ея потребления очень редко бываютъ равны другъ другу. Если перевесить добыванне, то излишекъ при отсутствнн средствъ собирать и сохранять его,, пропадетъ даромъ. Возможность запастъ электричество оказывается въ некоторыхъ случаяхъ очень полезной, такъ какъ можетъ случиться, что потребление превыситъ добыванне, и тогда можно будетъ пополнять недостатокъ изъ собраннаго запаса. Здесь очень важно имѣть въ виду также тотъ случай, когда электрическая энергнн потребляется не въ томъ месте, где происходитъ ея добыванне; въ этомъ случае необходимо обладать средствомъ собирать получаемую энергнн, перевозить ее въ место потребления и тамъ уже пользоваться ею.

Несколько примеровъ могутъ пояснить, какое важное для насъ значенне имѣетъ возможность запастъ энергнн. Наши часы требуютъ для своей работы некотораго запаса механической энергнн. Мы не можемъ постоянно сообщать часамъ эту энергнн для поддержания ихъ хода, такъ какъ тогда въ продолженне всехъ двадцати четырехъ часовъ надо было бы только темъ ж заниматься, что каждую секунду понемногу подталкивать часы, что, конечно, было бы совершенно невысннма. Но намъ и незачѣмъ поступать такъ, — мы заводимъ свои часы, напримѣръ, съ вечера и сообщаемъ при этомъ ихъ пружинѣ дзвестный запасъ механической энергнн, который поддерживаетъ ходъ часовъ въ продолженне целыхъ сутокъ. Далее, если бы мы желали ездить, а не умѣли бы пользоваться для этого накопленной энергнн, то намъ пришлось бы ограничиваться, напр., темъ, что приводили бы въ

движение экипажъ, соединяя его длиннымъ приводомъ съ какимъ-либо источникомъ энергии, напримеръ, съ мельничнымъ колесомъ. Такой мало применимый на практике сиисосбъ, къ счастью, ненадобенъ, такъ какъ въ мускулахъ лошадей мы имеемъ склады или запасы энергии, изъ которыхъ мы получаемъ необходимую силу для приведения въ движение нашихъ экипажей. Относительно теплоты можно сказать, что въ этомъ случае запасание энергии еще более важно; безъ него намъ пришлось бы зимою греться воспоминаниемъ о летнемъ солнце, что, конечно, было бы слишкомъ недостаточнымъ согревающимъ средствомъ.

Къ счастью солнце само заботится о томъ, чтобы драгоценное тепло, которое оно посылаетъ, не пропадало даромъ, и устраиваетъ въ растенияхъ обильные склады теплоты, которыми мы можемъ пользоваться, когда намъ угодно. Когда мы греемся у камина, въ которомъ горитъ каменный уголь, то въ сущности насъ согреваютъ солнечные лучи, которые освещали землю много тысячъ летъ тому назадъ. Не будь такого запасания энергии, намъ конечно, пришлось бы мерзнуть; это сказано, впрочемъ, не верно, такъ какъ безъ запасания энергии мы вовсе и не существовали бы. Запасание энергии составляетъ необходимое условие существования органическаго мира; въ немъ оно проявляется въ тысяче различныхъ формъ.

Если обратимся теперь въ энергии къ форме электричества, то заметимъ, что въ болыпинстве случаевъ она потребляется въ такомъ количестве, въ какомъ добывается. При электрическомъ освещении токъ непосредственно направляется въ лампы и, когда мапшна не работаетъ, у васъ нетъ никакого средства заставить лампы продолжать гореть; въ этомъ отношении газовое освещение представляетъ преимущество; въ последнемъ случае нетъ никакой необходимости добывать столько газа, сколько его потребляется въ данный моментъ, — нужно только наполнить газометръ, который питаетъ газовые рожки. Потребление газа можетъ увеличиваться и уменьшаться отъ одного часа къ другому, не требуя вовсе изменения количества добываемаго газа, такъ какъ газометръ самъ пополняетъ болыний расходъ темъ остаткомъ, который получается пря меныпемъ расходе въ другое время. Понятно, можно было бы и для электрической энергии придумать подобное же промежуточное состояние между добываниемъ и потреблениемъ.

Мы знаемъ уже очень давно одно средство скоплять электричество; его даетъ намъ лейденская банка. Но для техническихъ целей такой способъ неприменимъ, такъ какъ количество энергии, которое можетъ заключить въ себе лейденская банка, настолько ничтожно, что непригодно для практическихъ применений.

Къ счастью, у насъ есть еще другой способъ запастъ электричество, способъ, который въ настоящее время уже получилъ некоторое распространение и развитие въ технике. Следуетъ заметить, что во всякомъ случае приходится отказаться отъ мысли скоплять и сохранять электричество, не превращая его въ другую форму энергии; вместо этого приходится запастъ химическую энергию, но при такихъ условияхъ, при которыхъ она легче всего можетъ перейти въ электричество.

Съ широкой точки зрения каждый гальванический элементъ представляетъ собой запасъ электрической энергии. Цинкъ, который соединяется въ немъ съ какимъ-либо другимъ веществомъ и даетъ токъ, заключаетъ въ себе некоторый запасъ энергии, выражающийся въ его стремлении соединиться съ другимъ веществомъ. Первоначально этотъ цинкъ заключался въ цинковой руде въ соединении съ различными-веществами; со.единившись съ яими, онъ потерялъ свой запасъ энергии. При лучевии цинка изъ руды онъ былъ отделенъ насильно отъ этихъ веществъ, прц этомъ спова ириобрелъ утраченную энергию и получилъ стремление соединиться съ другими веществами.

Когда мы помещаемъ цинкъ въ элементъ, онъ встречается тамъ такая вещества, съ которыми охотно соединяется и при этомъ слова теряетъ свой запасъ энергии, которая делается свободною и выделяется въ форме электричества.

Запасание электрической энергии обыкновенно* понимаютъ въ более узкомъ смысле и относятъ сюда только тотъ случай, когда употребляется токъ для разложения химическихъ веществъ, т. е. когда электрическая энергия превращается въ химическую и можетъ сохраняться въ такой форме, а затемъ снова легко переходить обратно въ электрический токъ. Это ограничение выяснится ниже при описании развития способовъ запасать электричество; но, во всякомъ случае, оно не необходимо и, по всей вероятности, исчезнетъ при дальнейшемъ развитии электротехники.

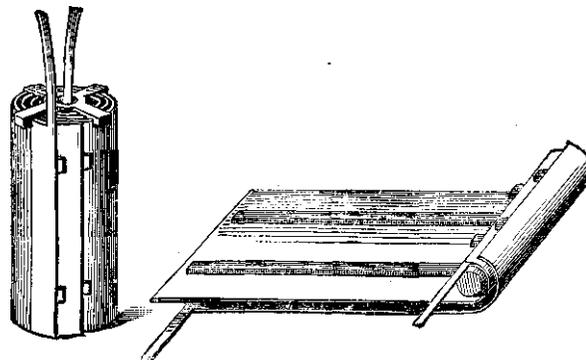
Развитие аккумуляторовъ.

Способъ, какой применяется въ настоящее время для запасавия электричества, мы объяснимъ, приведя исторический ходъ развития изобретения аккумуляторовъ. Уже вскоре после того, какъ Вольта изобрелъ гальваническую батарею (1800 г.), а именно въ 1801 г. Готтро заметилъ, что два одинаковыхъ электрода, погруженные въ подкисленную воду и находившиеся въ соединении съ полюсами вольтова столба, способны давать токъ въ течение короткаго времени, если ихъ разъединить отъ вольтова столба и замкнуть проволокой. Эржанъ показалъ, что положительнымъ полюсомъ такого вторичнаго источника тока делается тотъ электродъ, котораго былъ соединенъ съ положительнымъ же полюсомъ столба. Риттеръ; заметивший то же самое явление, устроилъ въ 1802 г. вольтовъ столбъ, состоявший только изъ медныхъ пластинокъ и действовавший, когда его предварительно соединяли на некоторое время съ настоящимъ вольтовымъ столбомъ (изъ цинка и меди). Такой столбъ давалъ кратковременный токъ и при помощи послѣдняго можно было получать те же действия, какъ и отъ настоящаго вольтова столба. Риттеръ вѣдательно изучалъ свойства такого прибора и устраивалъ его изъ различныхъ металловъ, чтобы выяснитъ ихъ роль. Въ 1826 г. Нобили шжазаль, что при помощи тока можно получить въ металлической свинцовой пластинке слой перекиси свинца, а Шенбейнъ въ 1837 г. заметилъ, что такая пластинка можно употреблять для получения тока.

Эти изследования показали, что токомъ возможно изменять поверхности металлическихъ пластинокъ такимъ образомъ, что оне сами делаютя способными давать токъ въ течение некотораго короткаго времени. О возможности скоплять электричество тогда не знали, но во всякомъ случае было очевидно, что это явление имеетъ связь съ „поляризациею“ элементовъ (см. стр. 33) и что оба эти явления сводятся къ разложению воды токомъ и къ скопленю одного или обоихъ газовъ на электродахъ. Такое объяснение далъ Вольта уже въ 1805 г., но оно не было всеми признано за истинное и не лризнавалось таковымъ около сорока леть. Еще не былъ решенъ этотъ вопросъ, когда Грове далъ уже применение явлению поляризации къ устройству своей газовой батареи, которая была описана у насъ выше. Газовый элементъ безъ сомнѣния можно разсматривать, какъ первый аккумуляторъ, хотя онъ отличается въ некоторыхъ отношеняхъ отъ нынешнихъ аккумуляторовъ.

Аккумуляторы, понимаемые въ узкомъ смысле слова, не собираютъ газозъ, получающихся при разложении воды; выделившиеся газы вступаютъ въ химическия соединения съ веществомъ электродовъ и эти соединения, не одинаковыя по составу на положительномъ и отрицательномъ электродахъ, дей-

ствують, какъ разнородные электроды гальваническаго элемента. Уже Грове замечилъ, что пластишш, покрытыя Бекоторыми металлическими окислами, действуютъ лучше чистыхъ платиновыхъ пластинокъ; Витстонъ и Сименсъ пользовались въ своихъ опытахъ окисью свинца и въ этомъ отношении были близки къ изобретению нынѣшнихъ свинцовыхъ аккумуляторовъ, которые получили свое начало съ открытиемъ Плантэ въ 1859 году. Этотъ известный французскій физикъ показалъ, что свинецъ пригоднее всехъ другихъ веществъ для вторичныхъ элементовъ. Такъ называютъ те элементы, которые, подобно газовой батарее Грове, способны давать токъ, если ихъ зарядить, пропуская черезъ нихъ токъ отъ какаго либо источника тока.

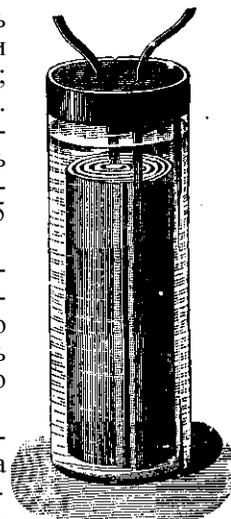


103 и 104. Устройство аккумулятора Плантэ изъ свинцовыхъ пластинъ.

Изследования Якоби побудили Плантэ заняться вторичными элементами съ целью сделать ихъ применимыми въ телеграфномъ деле; въ этомъ отношении онъ достигъ замечныхъ, а для того времени и чрезвычайно важныхъ улучшений въ элементѣ, замѣстивъ платиновые, электроды газоваго элемента Грове свинцовыми. Плантэ построилъ свой вторичный элементъ изъ свинцовыхъ пластинокъ; этотъ элементъ доставляетъ сильный и продолжительный токъ. Онъ состоитъ изъ двухъ одинаковыхъ свинцовыхъ листовъ, положенныхъ другъ на друга и навитыхъ на деревянный цилиндръ (рис. 103 и 104); листы отделены другъ отъ друга суконной прокладкой. Для пропуска тока къ каждому листу припаяна свинцовая пластинка. Устроенный такимъ образомъ приборъ помещается въ сосудъ съ подкисленной водой и соединяется съ батареей изъ элементовъ Бунзена (рис. 105 ж 106).

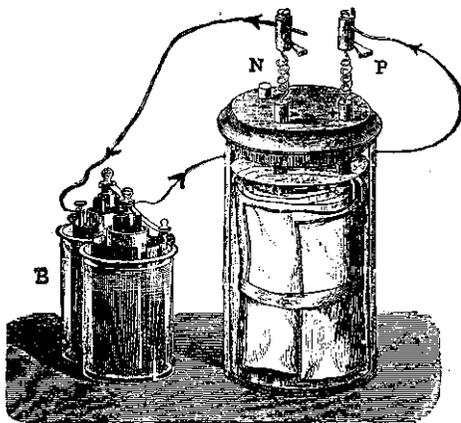
Если по истечении некотораго времени разъединить аккумуляторъ съ батареей, то отъ него можно получить довольно -сильный токъ, сохраняющий постоянную силу въ течение некотораго времени; кроме того, онъ можетъ сохранять свой зарядъ долгое время, если его не разряжать сейчасъ же после заряжания.

Разсмотримъ теперь процессы, происходящие въ элементѣ Плантэ при его заряджени и разряжени. На томъ электроде, который бываетъ соединенъ съ положительнымъ Июлюсомъ бунзеновской батареи, выделяется кислородъ, соединяющийся со свинцомъ электрода и образующий на его поверхности слой перекиси свинца. На отрицательномъ полюсе выделяется водородъ, прежде всего раскисляющий окись свинца, которая можетъ овататься на электроде, въ меаллическй свинецъ; если же нетъ окиси, то газъ либо выделяется изъ элемента, либо пристаетъ къ электроду. После разъединения вторичнаго элемента съ батареей, въ первомъ оказываются уже не одинаковые электроды, какъ и въ гальваническомъ элементѣ. Если соединить его по-



105. Аккумуляторъ Плантэ.

люсы проволокой, то кислород, находящийся на окисленной пластинке, начнет соединяться с водородом противоположной пластинки, а если его не окажется, то со свинцом этой пластинки и это будет происходить до тех пор, пока обе пластинки не достигнут приблизительно одинаковой степени окисления. Освобождающаяся при этом химическом процессе энергия проявляется в форме электрического тока. Следует заметить, что это выравнивание различных степеней окисления обеих пластинок происходит безпрепятственно только тогда, когда одновременно с этим может производиться работа тока. Является вопрос, почему Ишлородь перекиси свинца не переходит на другой электрод в разомкнутом элементе и не окисляет его. Чтобы выяснить это, рассмотрим явления, происходящая в элементе под действием тока. На рис. 106 изображен вторичный элемент, соединенный с батареей Вунзена; ток этой батареи *V* идет к пластинке *P* вторичного элемента и выходит из *N*. На



106. Направление тока при зарядении вторичного элемента.

электроре *P* выделяется кислород и образуется перекись свинца, а на *N* получается водород. Если отделить теперь вторичный элемент от батареи и замкнуть его проволокой, то та свинцовая пластинка, которая была соединена с положительным полюсом батареи, делается тоже положительным полюсом вторичного элемента. Таким образом ток проходит теперь в обратном направлении. При его прохождении через жидкость элемента последняя разлагается, как это происходит всегда при прохождении тока сквозь жидкий проводник, независимо от того, идет ли ток извне или возбуждается в самом приборе, где находится жидкость. Вследствие пере-

мены направления тока на той пластинке, где раньше выделялся Ишлородь, теперь получится водород, который в момент своего образования начнет энергично соединяться с Ишлородом. То же самое происходит на другой пластинке, где выделяющийся кислород окисляет водород или свинец. Отсюда ясно, что ток сильно способствует своему собственному возникновению и значительно ускоряет выравнивание степеней окисления пластинок. Правда это выравнивание степеней окисления происходит и в разомкнутом элементе, но несравненно медленнее, чем в замкнутом.

Во вторичном элементе, явления в действительности вовсе не так просты, как это мы изложили выше, так как в них происходят различные второстепенные действия, в которых важную роль играет имеющаяся на лицо серная кислота. Прейде чем заниматься этим вопросом, dokonчим начатое описание аккумулятора Плантэ.

Приборъ Плантэ представляет тот недостаток, что мала его способность заряжаться или, как говорят, его емкость. Чтобы увеличить емкость, Плантэ разряжал заряженный элемент и затем опять пропускал через него ток, но по противоположному направлению. Этот процесс, называемый формировкой пластинок, повторялся несколько раз и имел целью увеличить слой окислов на обеих пластинках последовательными окислениями и раскислениями электродов.

В то время, когда Плантэ предложил свой вторичный элемент

(1860 г.), это изобретение вызвало мало интереса в технике. Но когда изобретение динамомшины дало возможность удешевить добывание сильных токовъ, вторичный элементъ получилъ большое значение, и Плантэ нашель нужнымъ снова указать въ 1889 г. на свое изобретение, которое онъ между темъ усовершенствовалъ применениемъ описаннаго выше процесса формирования. Два года спустя Камилль Форъ ввелъ въ аккумуляторъ еще одно важное усовершенствование и со времени этого изобретения аккумуляторы стали входить въ употребление сначала медленно и съ значительными препятствиями, а затемъ все въ большихъ и большихъ размерахъ.

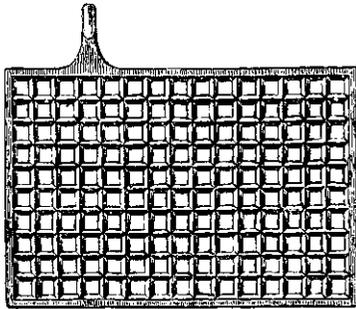
Аккумуляторъ Фора. — Форъ, какъ и Плантэ, былъ французъ по происхождению. Своимъ техническимъ образованиемъ онъ обязанъ въ значительной мере самому себе, такъ какъ уже въ ранней молодости онъ былъ вынужденъ самъ зарабатывать себе деньги въ качестве чертежника и техника. Позже онъ поступилъ химикомъ на одинъ английский пороховш заводъ и тогда то вместе съ другими идеями онъ разработалъ и изобретение своего аккумулятора. Возвратившись съ Парижской Выставки 1878 г., онъ занялся специально своимъ изобретениемъ; вскоре ему удалось приготовить губчатый свинецъ, который значительно облегчаетъ процессъ формирования электродовъ аккумулятора. Для этой цели онъ покрывалъ свинцовую пластинку сурикомъ или другимъ окисломъ свинца. При заряджени слои этого вещества на одной изъ пластинокъ превращается въ перекись, тогда какъ на другой получается вследствие раскисления низшая степень окисла. При этомъ процессе на обеихъ пластинкахъ получаютъ слои окисловъ съ пористымъ строениемъ, которое способствуетъ скопленю выделяющихся газовъ на электродахъ. Этимъ очень значительно облегчается процессъ окисления и раскисления, благодаря чему аккумуляторъ Фора не только можетъ быть зарядженъ скорее до полной своей емкости, но и зарядъ его бываетъ вообще значительно больше, чемъ въ аккумуляторе Плантэ.

Аккумуляторъ Фора состоитъ изъ параллельныхъ свинцовыхъ пластинокъ, помещенныхъ близко одна отъ другой и соединенныхъ черезъ одну, такъ что каждый электродъ одного знака помещенъ между двумя электродами противоположнаго знака, за исключениемъ крайнихъ пластинокъ, - одна изъ которыхъ положительна, а другая отрицательна. Чтобы масса, покрывающая свинецъ, не отваливалась, пластинки покрывались какой либо тканью.

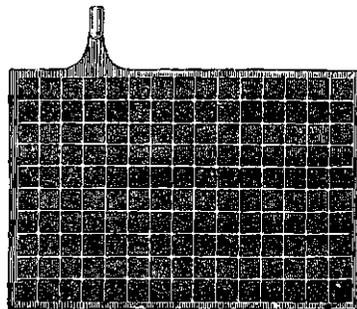
Аккумуляторы Фора сразу обратили на себя внимание электротехниковъ, такъ какъ они могли запасать значительное сравнительно со своимъ весомъ и размерами количество энергии.

Какъ обыкновенно бываетъ съ новыми изобретениями, о которыхъ много говорить, значение изобретения аккумуляторовъ оказалось слишкомъ преувеличеннымъ. Его сразу стали считать уже созревшимъ и законченнымъ, тогда какъ на это могло потребоваться несколько десятковъ летъ.. Мечтали уже о томъ, что вскоре электричество будетъ продаваться, какъ керосинъ, въ мелочныхъ лавкахъ, что экипажи, железнодорожныя поезда и т. п. будутъ приводиться въ движение запасомъ электричества, скопленного въ аккумуляторахъ, что керосиновыя лампы будутъ заменены электрическими, причемъ резервуаръ для керосина будетъ замененъ аккумуляторомъ, — словомъ, выдумывались тысячи различныхъ применений, которыя все были бы превосходны, если бы только аккумуляторъ былъ въ состоянии выполнить все то, что разчитывали получить отъ него. Въ действительности развитие этихъ применений проишло далеко не такъ быстро и вероятно аккумуляторы не получили бы вообще такъ скоро применения на практике, если бы английская фирма „Electrical Power Storage Company“, которая эксплуатировала привилегии Фора, не затратила много труда и де-

негь на то, чтобы сделать аккумуляторы надежнымъ и производительнымъ приборомъ. Въ первой половине восьмидесятыхъ годовъ интересъ къ аккумуляторамъ сильно ослабелъ и только со второй половины этого десятилетия они начали находить себе применение въ практикѣ, сначала медленно, а затѣхъ все скорѣе и скорѣе. Такимъ образомъ въ этомъ отношеніи главную заслугу следуетъ приписать фирмѣ Electrical Power Storage Company..



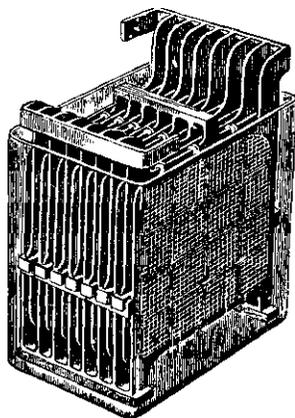
107. Решетка Фолькмара.



108. Готовая пластинка Фора-Селлона-Фольшара.

П

Аккумуляторъ Electrical Power Company. Аккумуляторы этой фирмы были выработаны соединенными усилиями Фолькмара, Селлона и Фора. Фолькмаръ, немецкій банкиръ, вошелъ въ компанію съ Селлономъ для усовершенствования аккумуляторовъ и вскоре предложилъ очень важное нововведение въ ихъ конструкции. Въ старыхъ аккумуляторахъ Фора связь слоя оишла со свинцовою пластинкою была не удовлетворительна ни въ механи-



109. Аккумуляторъ Electrical Power Storage C°.

ческомъ, ни въ электрическомъ отношеніяхъ. Чтобы устранить этотъ недостатокъ, Фолькмаръ вместо того, чтобы покрывать свинцовыя пластинки окислами, устроилъ электроды въ формѣ решетокъ и отверстия въ нихъ набивалъ губчатымъ свинцомъ. Рис. 107 и 108 показываютъ внешний видъ такихъ решетокъ и ихъ разрезъ. На такой решетке активная масса уже не просто прищпала къ свинцу, а держалась плотно въ ячейкахъ решетки, что позволяло не обертывать электроды матеріей, которая увеличивала внутреннее сопротивление элемента. Кроме того и электрическое соединеніе между массой и свинцомъ получалось гораздо более надежное, чѣмъ въ прежнихъ аккумуляторахъ.

Расположеніе электродовъ въ аккумуляторныхъ банкахъ показываетъ рис. 109. Положительные и отрицательные электроды располагаются попеременно, очень близко другъ отъ друга; соответственныя пластинки соединены вместе при помощи припаянныхъ свинцовыхъ полосокъ. Вся система электродовъ помещается въ стеклянномъ сосуде, если аккумуляторъ не предназначенъ для перевозки.

Въ настоящее время при пользованіи аккумуляторами для приведенія въ движеніе экипажей пользуются гутаперчевыми ящиками, вставляемыми по несколько штукъ въ крепкій деревянный ящикъ, а въ переносныхъ батареяхъ для освещенія вагоновъ, применяются ящики изъ целлулоида; объ этомъ будемъ говорить далѣе.

Явления, происходящая в аккумуляторахъ. Прежде чемъ идти дальше, намъ следуетъ сказать несколько словъ о происходящихъ в аккумуляторахъ процессахъ, которые не такъ просты, какъ мы описали ихъ, говоря объ аккумуляторахъ Плантэ. Прежде всего следуетъ заметить, что при заряджени аккумулятора удельный весъ его жидкости увеличивается, а при разряджени уменьшается. Если поместить въ аккумуляторную банку ареометръ, то легко заметить эти изменения въ течени заряджени и разряджени. Это явление можно объяснить только темъ, что серная кислота жидкости при разряджени соединяется съ окислами свинца и образуетъ съ ними на электродахъ серноокислый свинецъ. Процессы въ аккумуляторахъ въ подробностяхъ не вполне выяснены, но въ общихъ чертахъ они заключаются въ следующемъ: сформированная, но еще не заряженная масса положительной пластинки содержитъ окись свинца и серноокислый свинецъ (Pb_8O_{10}), а отрицательной — окись свинца (PbO). При заряджени серноокислый свинецъ превращается въ перекись свинца (PbO_2), а освобожденная серная кислота переходитъ въ растворъ; на отрицательномъ электроде окись свинца раскисляется въ свинецъ, а водородъ собирается въ пористой его массе. При разряде явления идутъ въ обратную сторону, т. е. серная кислота изъ жидкости переходитъ на положительный электродъ и опять образуетъ серно-кислый свинецъ, тогда какъ водородъ и свинецъ на отрицательной пластинке окисляются, первый — въ воду, а второй — въ окись свинца.

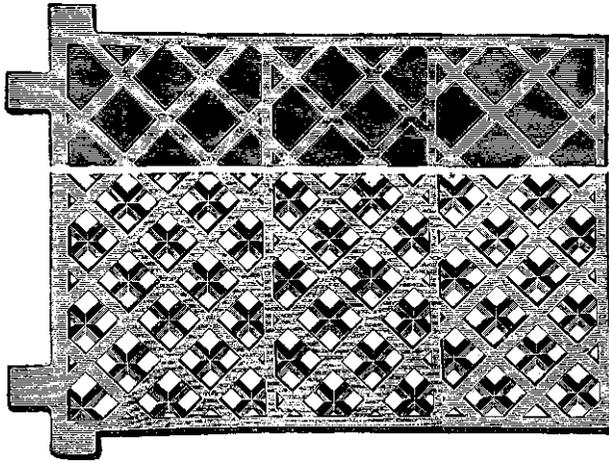
Изменения удельнаго веса жидкости даютъ хорошее средство следить за заряджениемъ и разряджениемъ аккумуляторовъ; для этой цели можно пользоваться ареометромъ, который своимъ положениемъ въ жидкости можетъ указывать ходъ заряджени и разряджени.

Когда аккумуляторъ получить полный свой зарядъ, токъ уже не можетъ выполнять работы на электродахъ и вследствие разложения жидкости начинается выделение изъ элементовъ водорода и кислорода. Жидкость при этомъ получаетъ молочный видъ вследствие выделения безчисленнаго множества пузырьковъ газа и начинаетъ какъ бы кипеть. После этого вся работа тока тратится напрасно на образование газовъ, выделяющихся изъ аккумулятора, а потому заряджени тогда следуетъ прекращать.

При разряджени аккумуляторы не слѣдуетъ разряджать далее некотораго предела, такъ какъ въ противномъ случае на положительныхъ пластинкахъ образуется слишкомъ много серноокислаго свинца и действие аккумулятора значительно ослабеваетъ. Кроме того, вследствие образования большого количества серноокислаго свинца поверхности пластинокъ будутъ облупливаться. Отпавшие кусочки могутъ застревать между пластинками аккумулятора и соединять его разноименные электроды; это, конечно, поведетъ къ тому, что аккумуляторъ начнетъ разряджаться внутри самого себя и часть его заряда пропадетъ безъ пользы.

Аккумуляторы другихъ конструкций. — Нечего и говорить, что число различныхъ типовъ аккумуляторовъ разрослось въ настоящее время до несколькихъ сотенъ и мы вышли бы далеко изъ пределовъ нашей книги, если бы стали даже поверхностно описывать различныя видоизменения основныхъ типовъ аккумуляторовъ. Намъ надо ограничиться только характерными и наиболее распространенными типами и воспользоваться ими для объяснения явлений, происходящихъ въ аккумуляторе, и принциповъ его устройства. Поэтому мы не можемъ, напр., касаться такихъ аккумуляторовъ, въ которыхъ для химическаго действия употребляются не свинецъ, а другие металлы. Укажемъ только, что пытались пользоваться для запасания электрической энергии цинкомъ и медью, а также и другими веществами, но такие аккумуляторы пока не получили большого применения въ технике вследствие сравнительно

слабого действия. Нет возможности утверждать, однако, что и в будущем такие аккумуляторы не окажутся лучше свинцовых, но для достижения этого необходимо найти такие вещества, которые были бы пригодны для запасаения электрической энергии в такой же степени, как и свинец.



110. Свинцовые пластинки Коррена*.

Эти недостатки уменьшены в аккумуляторных пластинках Коррена; свинцовая основа у него составляется из двух решеток с прямоугольными отверстиями так, чтобы точки перекрещивания полос одной решетки совпадали с серединами отверстий другой решетки; далее, в этих точках, в которых

Упомянуты выше свинцовые решетки Фолькмара и Селлона имеют тот недостаток, что отдельные кусочки массы в петлях легко разрыхляются и выпадают. Масса, окисляясь, увеличивается в объеме, при становлении же объем ее уменьшается, отсюда происходит изменение формы вставленных кусочков, ослабляющее сперва соединение массы со свинцовой основой, а затем вызывающее и выпадение кусочков.

полосы перекрещиваются, они связываются вместе посредством небольших стерженьков. Таким образом Коррен получает сложную решетку, которая

надежно удерживает массу и допускает между рядами полностью хорошее ирирование.

заполняющую массу и свинцовым остовом (рис. 110).

Поллак, которого аккумуляторы строят „Frankfurter Akkumulatorenfabrik“ в Франкфурте на Майне, употребляет для поддержки массы такую свинцовую пластину, которая снабжена

на обеих густо насаженными цапфами.
in. Схематическое изображение свинцовых пластин Поллака.

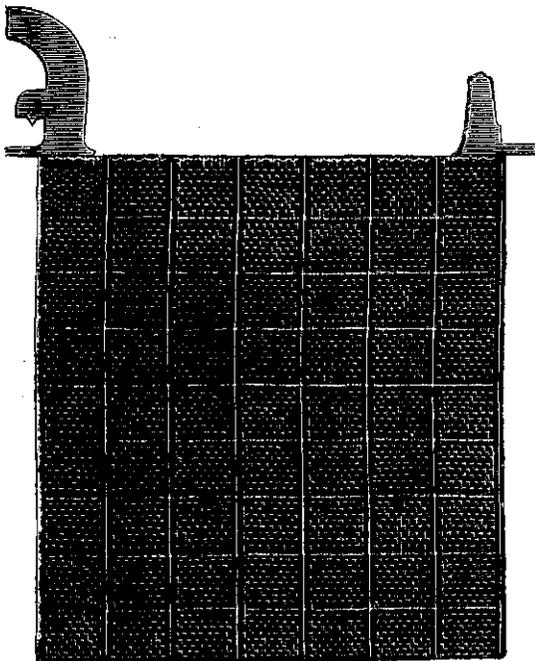
Последняя служить не только для удержания массы, но одновременно ж для лучшей внутренней связи между свинцовым остовом и массой. Ирирование этих пластинок, схематически показанных на рис. 111, производится таким образом, что толстые свинцовые плиты раскатываются в ленты требуемой ширины. Прокатный вал имеет много соответствующих углублений, в которые вдавливаются свинец при прокатке и таким образом цапфы и скрепляющие ребра получаются уже во время самой прокатки. Полученные длинные свинцовые ленты разрезаются затем на Еуски.

соответствующие отдельнымъ аккумуляторнымъ пластинамъ (рис. 112). Углубления между цапфами заполняются пористой свинцовой массой, составъ которой составляетъ изобретение Поллака, и готовыя пластины являются такимъ образомъ съ гладкими поверхностями. Два готовыхъ аккумуляторныхъ элемента Поллака, соединенные въ одну батарею, показаны на рис. 113. Одноименныя пластинки каждого элемента соединены свинцовой полосой. Эта полоса идетъ отъ поллационныхъ пластинъ одного элемента къ отрицательнымъ другого и, такимъ образомъ, соединяетъ аккумуляторные элементы последовательно.

Теперь мы перейдемъ къ одному аккумулятору, получившему за последнее время чрезвычайно большое распространение, а именно къ аккумулятору братьевъ Тюдоръ изъ Люксембурга, которые долгое время работали надъ усовершенствованиемъ своего аккумулятора. Заводское производство этихъ аккумуляторовъ взяла на себя фирма Мюллера и Эйнбека въ Гагене, въ Вестфалии, и это предприятие оказалось успешнымъ, такъ какъ, благодаря своимъ хорошимъ качествамъ, эти аккумуляторы находятъ себе все болыпе и болыпе спроса. Способъ Тюдора состоитъ въ томъ, что аккумуляторъ сначала, почти *ex* продолжение 2½ месяцевъ, формируется по способу Плантэ, такъ что образуется внутреннш, соединенный со свинцомъ слой перекиси свинца, на который затемъ наносится сурикъ. Затемъ пластинж снова подвергаются действию тока, чтобы превратить сурикъ въ перекись. Этотъ последний процессъ длится около 14 дней, такъ что положительная пластина Тюдора готовится въ общемъ въ течение четверти года. Активную массу прикрепляютъ въ этихъ пластинахъ къ слою перекиси, ириготовленному по способу Плантэ; такимъ образомъ активная масса и свинцовая сердцевина соединены надежно.

Свинцовыя пластины ГагенскойИ фабрики имеютъ глубоко врезанныя, суживающияся внутрь параллельныя бороздки (рис. 114), которыя служатъ не только для принятия массы Фора, но одновременно увеличиваютъ и поверхность пластинъ. Эта форма употребляется только для положительныхъ пластинъ. Отрицательная пластина ИИредставляетъ собою решетку, петли которой заполняютъ активной массой.

Чтобы дать читателю понятие о приготовлении аккумуляторовъ заводскимъ нутемъ, мы здесь опишемъ вкратце, какъ оно производится на заводе въ Гагене. Пластинки электродовъ отливаются въ железныхъ формахъ; затемъ ихъ чистятъ и набиваютъ или обмазываютъ массой. Отрицательныя пластинки обмазываются смесью изъ сурика со свинцевымъ глетомъ, которая смачивается разбавленной серной кислотой до придания

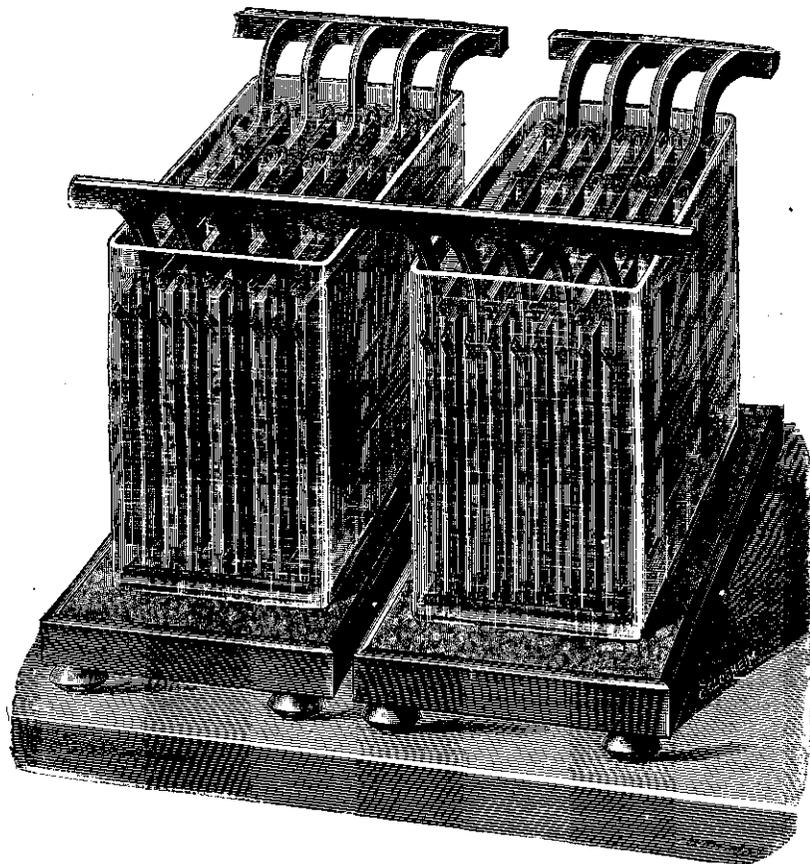


112. Свинцовый остовъ пластинъ Поллана.

ей консистенции теста. Намазывание ИИ производится при помощи небольшой лопатки.

Положительная пластинки формуется; для этой цели их располагают в большом числе в формовочных ваннах, где они подвергаются непрерывному действию тока в течение нескольких месяцев. Отрицательные пластинки не требуют предварительного формования, так как они и без того оказываются сформованными при первом заряде батареи, которое требует 30—40 часов.

Приготовленные таким образом электроды упаковываются и посылаются по назначению, причем положительные пластинки посылаются уже



113. Готовые аккумуляторы.

заряженными, а отрицательные — незаряженными. Для первых заряде необходимо, так как иначе при погружении в серную кислоту они покрываются сернокислым свинцом; отрицательные пластинки посылаются незаряженными вследствие того, что при заряде они насыщаются водородом, который отнимает из воздуха кислород, окисляется и нагревает пластинку; то же происходит и с мелкими частичками металлического свинца, которая выделяется при заряде. На месте назначения электроды собираются в элементы и соответственные пластинки соединяются между собой припаянными свинцовыми полосками.

Стеклянные банки аккумуляторов ставятся на деревянных подстав-

кахъ, покрытыхъ предварительно стекляннѣмъ порошищѣ или какимъ либо другимъ подходящимъ веществомъ.

Установка аккумуляторовъ обыкновенно производится въ специально для нихъ устроенныхъ закрытыхъ помещенияхъ, такъ какъ они даютъ газы, которые неприятны и вредны. Эти газы образуютъ между прочимъ взрывчатая смеси, такъ что, во избежание возможности взрыва, помещение для аккумуляторовъ должно быть снабжено хорошей вентиляцией. Аккумуляторы обыкновенно устанавливаются или на каменномъ фундаменте, или на прочномъ деревянномъ основании. Для правильной работы батареи, ее следуетъ по временамъ осматривать; поэтому она должна быть установлена такъ, чтобы осмотръ можно было производить безъ затруднений.

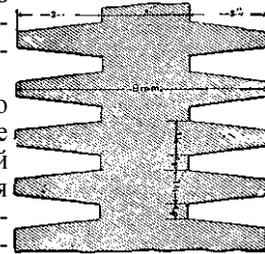
Часто въ батарее оказываются расположенными рядомъ такие аккумуляторы, которые въ цепи отделены целымъ рядомъ элементовъ и потому обладаютъ значительной разностью потенциаловъ одинъ относительно другого; ихъ стенки, точно также, какъ и подставка, на которой они стоятъ, могутъ быть сырыми и проводить электричество; понятно, что въ такомъ случае токъ можетъ найти себе побочный путь внутри самой батареи. Поэтому аккумуляторы ставятъ всегда на маленькия фарфоровыя подставки, которыя прерываютъ для тока изъ аккумулятора всякое сообщеніе съ окружающими предметами (см. сказанное объ изоляторахъ въ следующей главѣ).

Такъ какъ напряжение батареи уменьшается по мере расхода ея заряда, то постоянное напряжение тока въ цепи необходимо поддерживать прибавкой къ батарее новыхъ аккумуляторовъ. Каждая батарея поэтому содержитъ несколькими аккумуляторами больше того, сколько ихъ требуется при полномъ зарядѣ; эти добавочные аккумуляторы соединяются съ соответственнымъ включателемъ, при помощи котораго можно включать ихъ въ цепь постепенно, по мере истощения заряда главной батареи. Батареи аккумуляторовъ, впрочемъ, требуютъ еще некоторыхъ приспособлений при своей работѣ, но мы опишемъ ихъ, какъ и вышеупомянутый включатель, когда будемъ говорить объ установкахъ электрическаго освѣщенія.

Въ качестве электролита, — т. е. жидкости въ аккумуляторахъ, употребляется обыкновенно разбавленная серная кислота, Ишторая должна быть чиста и свободна отъ постороннихъ примесей, такъ какъ послѣднія изменяютъ процессъ электролиза и ухудшаютъ дѣйствіе батареи.

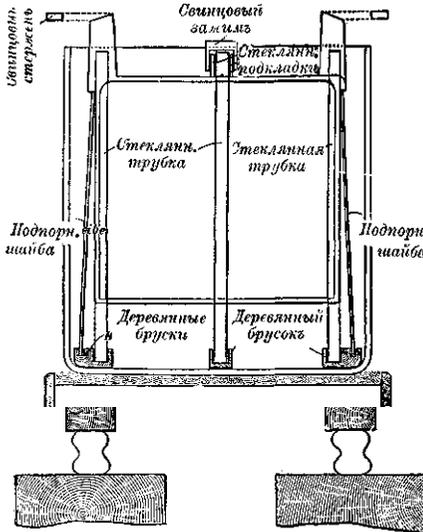
Заряженіе и разряженіе аккумуляторовъ. — Когда две аккумуляторныя пластинки начинаютъ заряжаться, между ними возникаетъ некоторая электровозбудительная сила, производящая токъ, направление котораго противоположно заряжающему току. Если окажется, что разность напряженій на полюсахъ аккумулятора, обусловленная заряжающимъ токомъ, равна электровозбудительной силѣ аккумулятора, то чрезъ послѣдній вовсе не будетъ проходить тока. Отсюда ясно, что заряженіе можетъ происходить только тогда, когда напряжение заряжающаго тока выше электровозбудительной силы аккумулятора. Эта электровозбудительная сила возрастаетъ по мере заряженія, а потому, если желаютъ, чтобы сила заряжающаго тока была постоянна, то необходимо при этомъ соответственно повышать электровозбудительную силу заряжающей динамомашины.

Электровозбудительная сила аккумулятора при заряженіи возрастаетъ отъ 2,05 до 2,7 вольтовъ, а при концѣ разряда падаетъ до 1,9—1,8 вольта. Если продолжать разряженіе дальше, то электровозбудительная сила падаетъ,

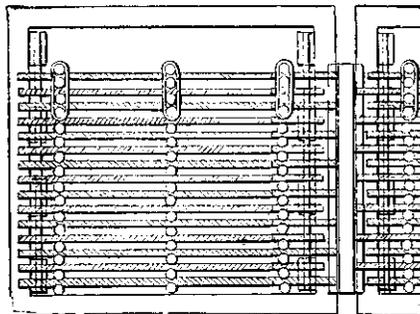


114. Продольный разрезъ черезъ положительную свинцовую пластинку Гатенской Фабрики.

очень быстро. Обыкновенно оставляют некоторый заряд в аккумуляторе, не разряжая его до конца, так как Июльное разряжение вредно для него. Можно думать, что хорошо по возможности повысить напряжение, а, следовательно", и силу заряжающего тока, и темь умяыпить время зарядения. Но ускорение зарядения вредить аккумуляторамъ; если употреблять слишкомъ сильныя токи, то образуются вредныя химическия соединения и процесш сильно затрудняются. То же самое происходит и при разряде; и



а. Боковая видъ въ разрезе.



в. Видъ сверху.

115. Устройство аккумулятора Гагенской фабрики.

здесь следует брать от аккумулятора по возможности слабые токи, — примерно около 1 ампера на каждый квадратный сантиметр поверхности положительной пластинки одного аккумуляторнаго элемента, — так как быстрое разряжение слишкомъ сьяльнымъ токомъ сопровождается такими же вредными последствиями, какъ и быстрое зарядение.

Узкие пределы, которыми ограничена сила тока, получаемая от аккумуляторовъ безъ вреда для нихъ, часто ведетъ къ практическимъ затруднениямъ. Такъ, напр., аккумуляторы применялись для движения вагоновъ электрическихъ железныхъ дорогъ; при подъемахъ на пути и при начале движения вагона требуется со стороны двигателя большя сила, чемъ при движении на ровномъ пути, и, конечно, въ этихъ случаяхъ от аккумуляторовъ требовалась большя сила тока, которая быстро портила ихъ. Подобныя обстоятельства заставили техниковъ изыскивать способы устраивать такие аккумуляторы, которые могли бы разряжаться быстро и въ этомъ направлении сделаны уже некоторыя заметныя успехи.

Такъ какъ уже заранее определяется, какими электродами, отрицательными или положительными, должны быть аккумуляторныя пластинки, то никогда не следуетъ пропускать токъ чрезъ аккумуляторы не въ надлежащемъ направлении. Если переменить полюсъ пластинокъ, то это, во-первыхъ, можетъ вредно отозваться на действии батареи, а, во-вторыхъ, сильно затруднить формование. Такъ какъ не всегда можно сразу определить полюсы батареи или машины, то для этой цели пользуются либо особымъ приборомъ, либо реактивной бумагой. Способъ определения бумагой основанъ на разложении веществъ токомъ. Она ИИропитана какимъ либо подходящимъ веществомъ; если ее слегка смочить и приложить къ оконечностямъ проволоки, идущихъ отъкакого-либо источника тока, то на месте прикосновения съ проволокою, соединенной съ отрицательнымъ полюсомъ, появляется красное пятно. Въ заключение скажемъ несколько словъ объ отдаче аккумуляторовъ. Изъ сказаынаго выше видно, что ИИзь аккумулятора Июлучается ые все за-

траченное количество электрической энергии; следовательно, при употреблении аккумуляторовъ токъ делается дороже, чемъ при непосредственномъ получении его отъ машинъ. Но при правильномъ заряде и разряде аккумуляторовъ можно свести эту потерю до Ю%, такъ что отдача аккумулятора можетъ быть доведена до 90%. При обыкновенныхъ условияхъ пользования аккумуляторами, когда не слѣдуетъ съ надлежащей аккуратностью за обращениемъ съ аккумуляторами, отдача понижается до 80% и ниже. Если принять въ расчетъ стоимость ухода за батареей и ея содержание, а также погашение расходовъ на ея приобретение и установку, то окажется, что токъ отъ аккумуляторовъ обходится приблизительно въ $I_{у2}$ раза дороже, чемъ непосредственно отъ машинъ. Поэтому на установкахъ электрическаго освещения аккумуляторами обыкновенно пользуются только въ то время, когда горитъ наименьшее число лампъ, напр., днемъ, а при большомъ числѣ горящихъ лампъ токъ берутъ изъ машишы. Какъ на одну изъ выгодъ употребления аккумуляторовъ, нельзя не обратить вниманіе на то, что они иредставляютъ собою всегда готовый къ услугамъ запасъ электрической энергии и могутъ дать токъ въ любой моментъ. Это обстоятельство можетъ часто оказывать большія услуги и при употреблении машинъ; напр., при внезапной порче машины можно ввести въ цепь вместо нея аккумуляторы и такимъ образомъ воспользоваться запасенной заранее энергией. Эти удобства и служатъ одной изъ главныхъ причинъ, благодаря которой аккумуляторы получили распространение въ технишкѣ.

Провода.

Проводка электрической энергии. Изоляция. Голые провода. Изоляторы. Прокладка. Соединения. Столбы. Проводка воздушных линий. Прокладка подземных линий. Изолированные провода. Цель и способы изоляции. Обмотка и оплетка проводов. Изолирование гуттаперчей и каучуком. Свинцовые кабели. Предохранительная броня кабелей.



К в самым замечательным свойствам электричества принадлежит его способность проходить с необыкновенною легкостью по проводам на далекия расстояния; что касается до передачи на расстояние, то электричество в этом отношении далеко оставляет за собою все остальные формы энергии, как по дальности расстояний, на которыя оно может быть передаваемо, так и по простоте и надежности приспособлений, служащих для этой дели. Мы можем проводить на расстояния и другия формы энергии, напр., механическую энергию при помощи ременной передачи, или

на более значительныя расстояния при помощи сжатого воздуха или воды, находящейся под большим давлением, причем воздух и вода проводятся к месту потребления по трубам; но эти способы передачи энергии значительно уступают передаче электричества по проводам вследствие значительных потерь энергии при передаче и дороговизны устройства. Тепло мы тоже умеем проводить на небольшие расстояния при помощи труб, проводящих пар или нагретый воздух, и существуют для этого способы еще менее совершенныя, чем для передачи механической энергии. Лучеиспускание в форме тепловых и световых лучей, которое тоже представляет передачу энергии, несмотря на то, что оно проходит неизмеримыя пространства с быстротой, равной скорости распространения электричества, вовсе не имеет технического применения; — единственное прак-

тическое приложение, сделанное в этом направлении, принадлежит, как говорит предание, Архимеду, который со стены Сиракуз зажег неприятельский флот при помощи вогнутого зеркала.

Кроме скорости распространения и дальности расстояний, на которыя можно передавать электричество, эта форма энергии представляет еще другие преимущества при передаче, которыя и при коротких расстояниях дают перевес электричеству над другими формами энергии. Ток идет по проволоке и для него вполне безразличны те повороты и изгибы, которые она делает. Сама же проволока представляет лучшее средство для передачи энергии: ее легко согнуть, просунуть в небольшое отверстие в стене, в канал со всевозможными изгибами; ее способность гнуться

дозволяеть присоединить ее къ приспособлениямъ, находящимся въ движеніи, а такъ какъ для тока неть необходимости, чтобы части его пути находились въ прочномъ механическомъ сцепленіи, а необходимо тольшх хорошее ихъ соприкосновение, то является еще то удобство, что токъ можно легко передавать, напр., движущемуся вагону или вращающимся частямъ машинъ.

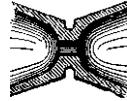
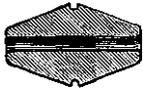
Мы пропустимъ другая удобства, которья представляетъ передача электричества по проводамъ, и остановимся только на одномъ обстоятельстве, которое тесно связано съ чрезвычайною легкостью, съ какой электрический токъ проходить по проводу, а именно на дробление тока. Электрическую энергию, получаемую въ какомъ либо центральномъ пункте, можно распределять въ произвольныхъ отношеніяхъ между побочными ветвями главныхъ проводовъ и такимъ образомъ можно снабжать токомъ изъ одного центрального источника сколько угодно пунктовъ, лежащихъ въ разнѣхъ местахъ. Въ некоторой степени то же достигается при проводе газа и этотъ случай можетъ разсматриваться, какъ некотораго рода переносъ энергии; но газъ можно распределять сравнительно съ электричествомъ на весьма незначительныхъ участкахъ и разстоянія, на какія можно проводить его, ничтожны въ сравненіи съ теми разстояніями чрезъ какія молшо передавать электричество. Можно предполагать, что недалеко уже то время, когда страны, богатя естественными источниками силы въ форме водопадовъ, какъ напр. Швейцарія, покроятся целыми сетями проводовъ, идущихъ отъ этихъ источниковъ и доставляющихъ городамъ электричество для освещенія, механической работы и проч. Электричество делаетъ вполне возможнымъ такую передачу и распределение энергии и въ этомъ отношеніи оно не имеетъ себе соперника между всеми остальными силами природы.

Изолящя. — Необыкновенная легкость, съ которой можно передавать токъ по проводамъ, представляетъ одно неудобство, заключающееся въ томъ, что токъ также легко пользуется всякимъ побочнымъ путемъ въ своемъ распространеніи, и потому не всегда направляется по тому пути, который желателенъ для насъ. Вследствие этого, всегда необходимо принимать предосторожности, чтобы токъ не могъ сойти съ назначеннаго для него пути, и этотъ вопросъ составляетъ одну изъ важныхъ задачъ установки проводовъ электричества.

Электрическая энергия можетъ распространяться двоякимъ образомъ: лучеиспусканіемъ и по проводникамъ, т. е., точно также, какъ и теплота. Что касается до перваго способа распространения, который былъ открытъ несколько леть тому назадъ проф. Герцомъ, то мы не станемъ останавливаться здесь на немъ, такъ какъ у него неть техническихъ примененій, если не считать такихъ приложений, какъ напр. телеграфированіе безъ проводовъ, о чемъ будетъ сказано ниже. Для насъ здесь несравненно важнее второй способъ распространения электричества, а именно по проводамъ въ форме тока. Какъ известно, чрезъ одни вещества токъ проходить сравнительно очень легко, а въ другихъ почти вовсе не можетъ распространяться. Вещества перваго рода называются проводниками, а втораго — непроводниками. Если мы желаемъ устроить определенный путь для прохожденія тока, то намъ надобно сделать этотъ путь изъ проводящаго вещества съ темъ условіемъ, чтобы проводникъ былъ окруженъ непроводящимъ веществомъ. По аналогіи тока со струей воды мы можемъ сказать, что проводникъ въ этомъ случае играетъ такую же роль, какъ каналъ водопроводной трубы, а окружающий его непроводникъ можно сравнить со стенками этой трубы, непроницаемыми для воды. Вещества, не проводящя электричества, называются также изоляторами, а изолировать проводникъ — значитъ окружить его изолирующимъ веществомъ такъ, чтобы токъ могъ распространяться только по проводнику, не уклоняясь отъ него въ сторону. Изолято-

рами въ узкомъ смысле слова называются некоторыя специальныя приспособления, служащая для изолирования; о нихъ мы будемъ говорить ниже.

Воздухъ представляетъ собою очень хороший изоляторъ. Изъ проволоки, окруженной со всехъ сторонъ воздухомъ, токъ никуда не можетъ уйти. Но это весьма благоприятное свойство воздуха вовсе не соответствуетъ его механическимъ свойствамъ, такъ какъ онъ не въ состояннн поддерживать проволоку, а потому ее приходится поддерживать въ воздухе какимъ либо подпорками, а это, конечно, усложняетъ задачу изолирования. Смотря по тому, во сколькихъ местахъ проводъ соприкасается съ другими телами, куда токъ могъ бы уйти, намъ приходится прибегать къ двумъ различнымъ способамъ изолировки. Напримерь, телеграфныя провода висятъ въ воздухе и поддерживаются столбами, помещенными на разстоянняхъ около 80 метровъ другъ отъ друга. Въ этомъ случае надо заботиться только о томъ, чтобы проволока была хорошо изолирована въ местахъ прикосновения со столбами. Наоборотъ, когда приходится обматывать, напр., железный стержень электромагнита, причемъ проволока соприкасается по всей своей длине съ проводящимъ веществомъ и отдельные ея обороты касаются другъ друга, то приходится прибегать къ другому способу изолирования; въ этихъ случаяхъ приходится окружать проволоку по всей длине слоемъ изолирующаго



116. Изоляторъ Кука.

117. Изоляторъ Вокера.

вещества. Въ первомъ случае, какъ уже сказано, изолируются только места прикосновения проволоки съ подпорками, а во второмъ — вся проволока окружается слоемъ непроводящаго вещества; въ зависимости отъ способа изоляции, провода делятся на голые и изолированныя.

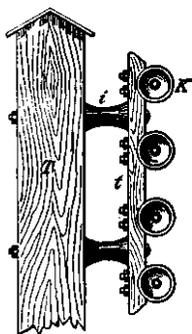
Голые провода.

Изоляторы. — Гаусъ и Веберъ, при устройстве линии для своего перваго телеграфнаго аппарата, протянули проволоку по крышамъ домовъ, прикрѣпивъ ее къ деревяннымъ шестамъ. Но вскоре уже они заметили, что при дожде мокрыя шесты даютъ возможность току уходить изъ проволоки, и чѣмъ длиннее линия, тѣмъ больше токъ находитъ себе побочныхъ путей и тѣмъ слабѣе остается та его часть, которая достигаетъ конца линии. Это вызвало необходимость изолировать проволоку отъ шестовъ въ местахъ прикрѣпления. Сначала приспособления для изолировки были очень примитивны. Въ первыхъ телеграфныхъ линияхъ проволоки помещались въ прорезахъ, пропиленныхъ наискось въ телеграфныхъ столбахъ, или прямо прикрѣплялись къ столбамъ, причемъ роль изолятора играла прокладка изъ войлока, промасленнаго полотна и т. п., если же и это не помогало, то обвертывали проволоку въ местахъ прикрѣпления просмоленной полотняной тесьмой или каучуковой лентой. Но, конечно, это помогало очень мало, такъ какъ, хотя токъ и не могъ проходить сквозь изолировку, все же для него могло образоваться нечто въ родѣ мостика по ея поверхности, благодаря слою влажности, покрывающей изолировку. Вследствие этого вместо обвертывающей проволоку тесьмы стали употреблять трубочки, сделанныя изъ стекла, фарфора или глжны. Ими пользовались Витстонъ и Кукъ, построившнне первую въ Англии телеграфную линию, для которой они сначала

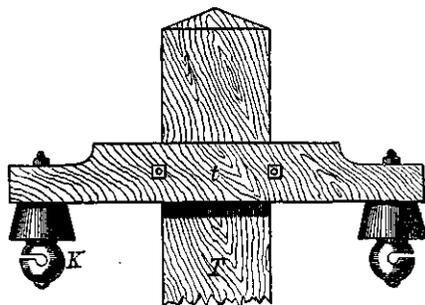
устроили подземную проводку, а затемъ перешли къ воздушной; они упо-

требляли изоляторы в форме трубок из глазированной глины, которые изображены на рис. 116. Но и такие изоляторы, покрываясь влагой, позволяли току уходить из проволоки. Несколько более удовлетворительными оказались изоляторы Вокера, изображенные на рис. 117 и 118; они также были сделаны из глазированной глины. Им придана такая форма, что дождю прегражден доступ к месту соединения с проволокой; все же она не может устранить влияния росы и сырости воздуха.

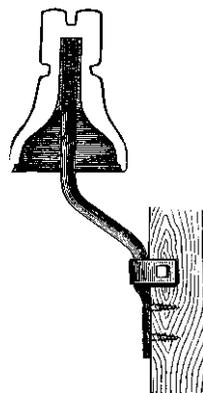
Когда стало ясно, что необходимо часть поверхности изолятора сделать недоступною для всякого влияния влажности, чтобы местом прикрепления проволоки и столбом было совершенно защищенное пространство, телеграфные техники стали устраивать для изоляторов нечто в роде крышечек. Примерь такого приспособления представляет изолятор Кларка, изображенный на рис. 119. Основание изолятора, сделанного из фаянса, прикреплено снизу к горизонтальной деревянной перекладине, привинченной к столбу, и защищается от сырости небольшою жестяною икрыпкой. Но и на этом изоляторе могут сгущаться из воздуха водяные пары и портить изоляцию.



118. Укрепление изоляторов Вокера.



119. Изолятор Кларка.



120. Превный колоколообразный изолятор.

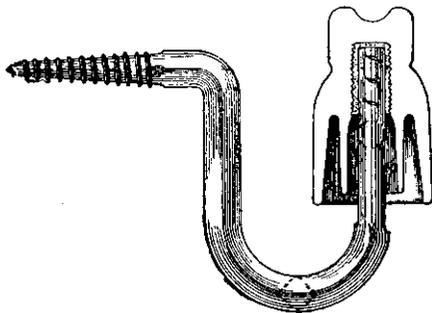
Въ конце сороковых годов придумали устраивать крышечку под темъ местомъ, где прикрепляется проволока. Такимъ образомъ получился колоколообразный изоляторъ, существующий и ныне въ усовершенствованномъ виде. Такой изоляторъ предложилъ Вернеръ Сименсъ въ 1848 г.; когда въ Пруссии въ 1852 г. отказались отъ подземной проводки вследствие некоторыхъ недостатковъ и перешли къ воздушной, то применили такие колоколообразные изоляторы изъ фарфора. Ихъ форма представлена на рис. 120; железный стержень, соединяющий изоляторъ со столбомъ, вставленъ въ верхнюю часть внутренняго пространства колокола при помощи серы; проводъ помещается въ желобке снаружи изолятора и привязывается къ нему проволокой.

Такие изоляторы со временемъ получили всеобщее распространение, причемъ часто меняли только ихъ форму, размеры и материалъ. Въ Англии употребляли глазированную обожженную глину; въ Америке и теперь употребляютъ стеклянные изоляторы, тогда какъ въ Европе этимъ материаломъ пользовались только сравнительно короткое время.

Колоколообразный изоляторъ представляетъ двойное преимущество; онъ простъ по устройству и надеженъ какъ въ механическомъ, такъ и въ электрическомъ отношеніяхъ. Но и въ такомъ ординарномъ изоляторе все же токъ находитъ себе побочные пути, такъ какъ и внутри колокола можетъ

скошиться влага и набиваться пыль, что сильно ослабляет изоляцию. Это заставило делать защищенную поверхность изолятора какъ можно больше и появились очень глубокие стаканчики съ двойными стенками (рис. 121), въ которыхъ обменъ воздуха затруднень; вследствие этого на внутренней • поверхности изолятора же можетъ отлагаться большое количество влаги.

Такой двухюпочный изоляторъ предложилъ первый разъ Рикардо еще въ 1848 году. После него въ Англии Кларкъ устроилъ подобный же изоляторъ, на который была взята привилегия въ 1856 г., и, наконецъ, Шовэнъ, начальникъ прусскаго телеграфнаго управления, ввелъ двухюпочные изоляторы на прусскихъ телеграфныхъ линияхъ. Несколько летъ спустя эти изоляторы нашли себе применение во всей Европе и получили всеобщее распространение. Въ Америке, какъ замечено выше, употребляются простые колоколообразные изоляторы, навинчиваемые на деревянные колышки, которые въ свою очередь насаживаются на перекладину, прибиваемую къ столбу; подобный простой способъ изолирования возможенъ только благодаря тамошнему сухому климату, а въ нашихъ странахъ онъ былъ бы недостаточень.



121. Двухюпочный изоляторъ въ продольномъ разрезе.

Изоляторамъ придаютъ различныя формы. Почти каждое телеграфное или железнодорожное учреждение пользуется своими образцами, отличающимися по размерамъ и по внешнему виду, но въ принципе все они одинаковы.

Провода. — Теперь мы перейдемъ къ самимъ проводамъ, въ которыхъ пропускается токъ. При воздушной проводке обыкновенно употребляютъ простую проволоку; ея поперечное сечение зависитъ какъ отъ силы идущаго по ней тока, такъ и отъ сопротивления, какимъ должна обладать линия. Но,

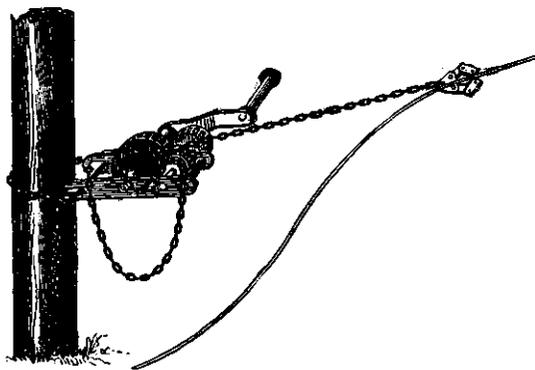
кроме этого, на выборъ провода оказываютъ значительное влияние и механическия условия проводки, а въ зависимости отъ нихъ меняются какъ размеры, такъ и материалъ провода.

Обратимся сперва къ самымъ старымъ и общеупотребительнымъ воздушнымъ проводамъ, какими являются телеграфныя линии. Сначала для нихъ пользовались железною проволокою, покрытою цинкомъ для предохранения отъ ржавчины; вскоре однако-же стали употреблять медную проволоку, которая проводитъ токъ лучше железной, а потому можетъ быть меньшаго диаметра и вдобавокъ не ржавеетъ. Но, съ другой стороны, медная проволока оказалась невыгодною, во-первыхъ потому, что она больше железной соблазняла любителей чужой способности и ее часто крали со столбовъ, а, во-вторыхъ, вследствие своей способности сильно вытягиваться. Эти причины заставили опять вернуться къ цинкованнымъ железнымъ проволокамъ, которыя употребляются и теперь на телеграфныхъ линияхъ повсюду за немногими исключениями; наряду съ нею, впрочемъ, пользуются и стальною проволокою, а именно тамъ, где проводъ приходится протягивать на большаго расстояния безъ столбовъ, акъ, напр., черезъ ущелья, овраги, реки и т. п. Въ последнее время стали употреблять проволоки изъ сплавовъ меди съ фосфоромъ, кремниемъ и хромомъ. Эти сплавы по проводимости мало отличаются отъ меди, но обладаютъ гораздо большею прочностью, по которой они приближаются къ стали. Проволоки изъ этихъ материаловъ получили применение въ телефонныхъ линияхъ, частью потому, что оне по своей легкости более удобны для проводки внутри городовъ, частью же оттого, что

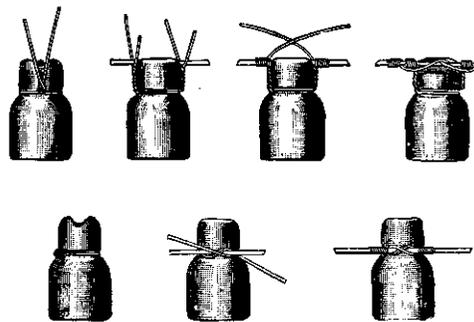
при больших расстояниях, как, напр., на линиях Берлин-Кельн, Москва—Петербург, железо и сталь непригодны для передачи телефонных токов; но об этом мы еще будем говорить ниже в главе о телефонах.

Новейшим материалом для воздушных проводов является алюминий, незначительный удельный вес которого и сравнительно большая проводимость допускают на телеграфных столбах прокладку довольно толстых и годных для сильных токов проводников. Преимущество более легкой нагрузки столбов делает алюминий при изготовлении электрических проводов конкурентом меди, которая будет в состоянии бороться с ним лишь до тех пор, пока стоимость алюминия не перейдет кнзу известной границы; это уже почти и достигнуто, так что, если стоимость алюминия еще понизится, то новый металл вытеснит медь из электрических сетей.

Сращивание проводов. — Так как невозможно устроить всю линию из одной непрерывной проволоки, то приходится сращивать отдельные ея



124. Воротъ для натягиванія телеграфнаго провода.



125. Прикрепленіе проволоки къ изоляторамъ.

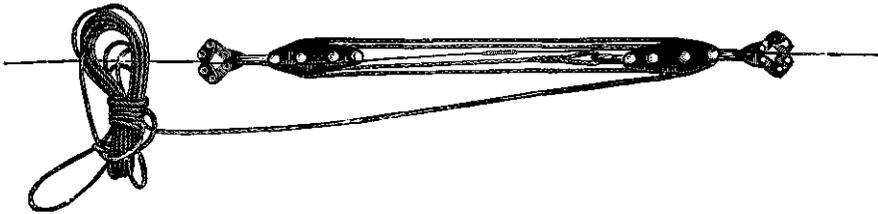
куски; при этомъ надо обращать вниманіе на то, чтобы эти сращиванія были надежными какъ въ электрическомъ, такъ и въ механическомъ отношеніяхъ.

Въ первыхъ телеграфныхъ линияхъ употребляли соединительныя муфты, т. е. кусочки латуни со сквознымъ отверстіемъ; концы проволоки продевались съ противуположныхъ концовъ въ это отверстіе, прочно закреплялись и припаивались. Но при такомъ способе, при раскачиваніи проволоки ветромъ, соединеніе расшатывалось и легко происходили надломы и разрывы проводника, а потому стали прибегать къ непосредственному связыванію концовъ проволоки; на рис. 122 показано, какъ выполняется этотъ способъ сращиванія. Скрученныя концы проволоки вдобавокъ спаиваются, такъ что получается очень надежное электрическое соединеніе. Теперь употребляютъ еще усовершенствованный способъ сращиванія проволоки, названный английскимъ способомъ, показанный на рис. 123.

Столбы. — Провода должны прокладываться на известной высоте надъ землею; для этого ихъ прикрепляютъ къ столбамъ, размещеннымъ на равныхъ расстоянїяхъ другъ отъ друга. Если путь свободенъ, т. е. идетъ, напр., вдоль шоссе, полотна железной дороги или по полямъ, то на опреде-

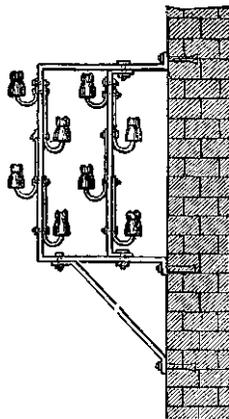
ленныхъ разстоянняхъ ставятся столбы съ изоляторами, къ которымъ и прикрепляются проволоки.

Большую часть эти столбы бываютъ изъ дерева, причемъ употребляются различныя породы, главнымъ же образомъ сосна и ель. Столбы подвергаются влиянню сырости, которая способствуетъ гниению, а потому для удлинения времени ихъ службы часто употребляютъ различныя предохранительныя средства, заключающияся, напр., въ томъ, что столбы предварительно пропитываются растворомъ меднаго купороса или дегтемъ. Для того, чтобы пропитать столбъ растворомъ меднаго купороса, имъ пропитываютъ нижний



ИЖ Тиски для натягивания проволоки.

конецъ столба; растворъ постепенно всасывается каналами въ стволе дерева и наконецъ выступаетъ съ узкаго верхняго его конца; затемъ столбъ сушится, причемъ медный купоросъ остается въ немъ. При пропитывании дегтемъ, столбы, высушенные предварительно искусственнымъ способомъ, помещаются въ большой котель, который можетъ герметически закрываться; этотъ котель наполняютъ горячимъ дегтемъ и затемъ при помощи насоса выкачиваютъ воздухъ изъ пустоты, находящихя въ дереве, после чего повышаютъ давление въ котле до несколькихъ атмосферъ. При этомъ горячая жидкость, въ которой лежатъ столбы, вдавливаются въ поры дерева и заполняютъ ихъ. Действие такого пропитывания заключается въ томъ, что вещества, вводимыя въ дерево, уничтожаютъ микроорганизмы, которые вызываютъ гниение.



Въ более редкихъ случаяхъ, вместо деревянныхъ столбовъ, употребляются железные; если исключить случайныя ихъ применения, то окажутся, что такие столбы употребляются главнымъ образомъ при проводкахъ по улицамъ городовъ; это объясняется темъ, что въ этомъ случае бываетъ желательна более легкая и изящная форма столбовъ.

Прокладка воздушныхъ линий.—Приготовленные столбы прежде всего снабжаются изоляторами, которые И27. стенныя поддержки. привинчиваются такъ, чтобы конецъ стержня, железнаго снабженный винтомъ, былъ горизонталенъ. Затемъ столбы вкапываются въ землю на $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$ своей длины, и, если нужно, укрепляются наклонными подпорками. Затемъ начинаютъ протягивать проволоку. Ею разматываютъ вдоль прокладываемой линии и последовательно закрепляютъ на каждомъ стоибе. Для того, чтобы при этомъ вытягивать проволоку, пользуются небольшимъ воротожъ, прикрепленнымъ къ ближайшему столбу (рис. 124). На конце цепи, навитой на барабане ворота, находится тиски, которыми захватывается натягиваемая проволока. Вытягивание проволоки производится прежде всего съ целью выпрямить ея изгибы, а кроме того оно необходимо для того, чтобы проволока не сильно провисла между столбами. Если телеграфная линия идетъ по прямому на-

правлению, то проволока располагается в прорези головки изолятора; если же у одного из столбов линия образует угол, то проволоку кладут на шейку изолятора так, чтобы последний оказался внутри угла, образуемого линией. Как известно, горизонтально натянутая проволока никогда не образует прямой линии, — всегда получается кривая линия, изгибающаяся книзу. Расстояние от точки прикрепления проволоки до положения ее средней точки, считаемое по вертикальной линии, называется провесом проволоки; существуют правила, которые определяют для каждого данного случая величину этого провеса. Провес натягиваемой проволоки регулируют при помощи ворота, а затем проволоку прикрепляют к изолятору того столба, который находится перед воротом. Точно также протягивают проволоку между двумя следующими столбами и т. д. Для прикрепления проволоки к изоляторам служит более тонкая оцинкованная железная проволока; рис. 125 показывает, как производят это скрепление.

При коротких линиях, где столбы можно ставить на небольших расстояниях друг от друга, вместо ворота можно пользоваться более простым инструментом, а именно системой блоков, снабженной с одного конца тисками для захватывания проволоки, а с другой кольцом или крюком, при помощи которого блоки привязываются к какому либо неподвижному предмету. На рис. 126 блоки снабжены тисками с обоих концов и предназначаются для сближения двух концов проволоки. В тех случаях, когда провода идут вдоль стен зданий, для прикрепления проводов часто пользуются кронштейнами, в роде изображенного на рис. 127

Изолированные провода.

Цель и способы изолирования. — В тех случаях, когда провод проходит не в воздухе и по всей своей длине прикасается к твердому телу, необходимо покрывать его оболочкой из непроводящего вещества. Проволока таким образом предохраняется от непосредственного прикосновения с проводящими телами и у электрического тока отнимается всякая возможность находить себе побочные пути. Покрывание проволоки изолирующей оболочкой, конечно, значительно повышает ее стоимость, но это представляет единственное средство не позволить току уходить с назначенного для него пути.

Покрывание проводов изоляцией выполняется очень разнообразными средствами в зависимости от механических и электрических условий. Прежде всего важен вопрос, подвергается ли провод сырости. Если он не подвергается сырости и, кроме того, предназначен для невысоких напряжений, напр., в 100 или 200 вольт, то достаточно тонкий слой, состоящий в простейшем случае из навитых на проволоку ниток. Небольшая толщина изолирующего слоя важна в тех случаях, когда проволока предназначена для навивания на катушки, где роль изоляции заключается в том, чтобы отдельные обороты проволоки не касались друг друга. Иногда бывает нужно делать катушки из очень большого числа оборотов проволоки и для того, чтобы они не занимали очень много места, слой изоляции не должен превышать одной десятой и даже одной двадцатой части диаметра самой проволоки. В таких случаях изоляция должна быть весьма значительной толщины и вместе с тем надежной, а потому со стороны заводчика требуется много искусства и старания, чтобы вполне удовлетворить этим требованиям.

Если проволока подвергается сырости, то нужно еще принимать предосторожности, чтобы вода не проникла в изолирующий слой; в изоляции могут быть маленькие поры и каналы, в которые может проникнуть вода

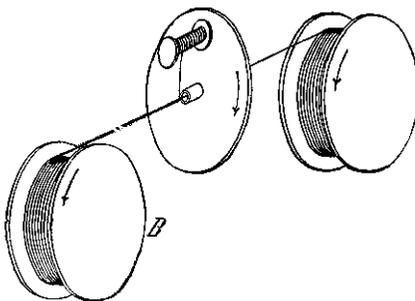
вследствие капиллярного действия и дойти таким образом до проволоки, а при этом для тока образуются побочные пути внаружу и сумма многих таких каналцев, распределенных по всей длине провода, может образовать значительное ответвление тока по нежелательному побочному пути.

Въ такихъ случаяхъ, надо обращать главное внимание на то, чтобы не дать возможности воде проникнуть въ изолировку, т. е., сделать слой изолирующего вещества непроницаемымъ для воды. При этомъ, конечно, изолировка устраивается неодинаково тщательно въ зависимости отъ того, предназначается ли проводъ для прокладки въ жилыхъ



128. Обматывание проволоки ниткой.

помещенныхъ, где вообще на стенахъ не бываетъ много сырости, въ подвалахъ съ более сырыми стенами, въ земле, или, наконецъ, прямо въ воде. Чемъ больше опасности со стороны сырости и воды, темъ старательнее, конечно, должна быть сделана изолировка. После влажности следуетъ принимать въ расчетъ механическия условия проводки, которыя могутъ оказывать влияние на состоянiе изолирующей оболочки. При прокладке телеграфнаго или осветительнаго кабеля въ земле или въ воде, съ нимъ приходится обращаться довольно не деликатно и лежать ему приходится часто на острыхъ камняхъ; поэтому проводъ покрывается несколькими оболочками, изъ которыхъ наружныя предназначаются для защиты внутреннихъ. Подобнымъ же образомъ защищаютъ отъ механическихъ поврежденiй изолировку проволоки, которыя проводятся въ дома для электрическаго освещенiя. Ихъ проводятъ вдоль стень, где оне легко могутъ подвергаться поврежденiямъ, папр. отъ обметанiя паутины половой щеткой, а между темъ поврежденiе изолировки можетъ произвести даже пожаръ. Поэтому, прово-



129. Принципъ ооматывающихъ машинъ.

лока должна быть защищена прочными оболочками, которыя хотя и придаютъ ей некрасивый видъ, но за то делаютъ ее надежною. Этого краткiй обзоръ достаточно, чтобы показать читателю сколько всякихъ условий надо принимать въ расчетъ при изготовленiи изолированныхъ проводовъ, а теперь мы перейдемъ къ описанiю подробностей ихъ приготавленiя.

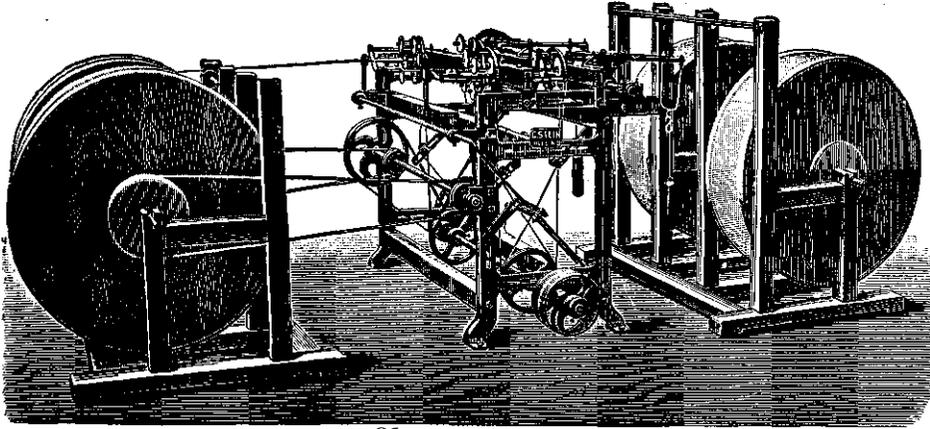
Обматывание проводовъ.—Самый простой способъ покрыванiя проволоки изолировкой состоитъ въ томъ, что оне плотно обматываются ниткой (рис. 128).

Такимъ образомъ на проволоке получается плотно прилегающий слой изолировки, который при хорошемъ изготовленiи не долженъ расходитьсЯ при сгибании проволоки.

Для получения такого рода обмотки можно заставить нитку навиваться на проволоку, вращая последнюю вокругъ своей оси, но гораздо удобнее делать такъ, какъ поступаютъ обыишвенно, а именно наматывать нитку на проволоку. Для этой цели вокругъ проволоки заставляютъ обегать катушку, на которой намотана нитка и вместе съ темъ постепенно продвигаютъ впередъ проволоку по мере обматыванiя; это достигается темъ, что проволока постепенно сматывается съ одной катушки (А) и наматывается на другую (В) (рис. 129). Катушка съ ниткой насажена на дискъ съ отверстиемъ въ центре, сквозь которое проходитъ проволока. Это составляетъ принципъ, принятый вообще въ машинахъ для обматыванiя проволоки, сами же машины бываютъ очень разнообразны. Мы здесь опишемъ несколько машинъ фирмы Штейна

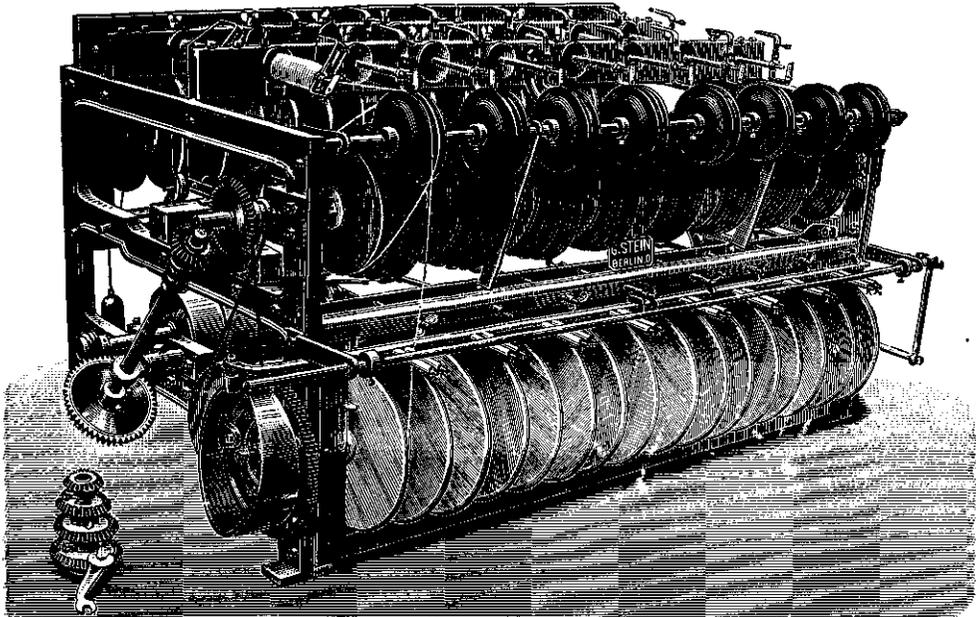
въ Берлине, которая занимается специальной постройкой машинъ для изолирования проволокъ.

Рис. 130 изображаетъ машину для обматывания толстыхъ проводовъ. Съ обеихъ сторонъ находятся барабаны, на которые навита проволока; на



130. Обматывающая машина.

барабанахъ, находящихся справа, навита голая проволока, которая постепенно перематывается на левые барабаны, приводимые въ движение безконечнымъ ремнемъ. Проволока проходитъ внутри стоящей между теми и

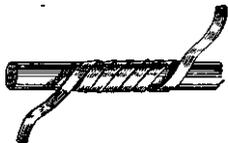


131. Машина для одновременнаго обматыванія 8-ми тоннъхъ проволокъ.

другими барабанами машины, которая сразу обматываетъ две проволоки и притомъ двумя слоями, располагаемыми одинъ на другомъ; для этого проволока проводится сперва мимо одной обвивающей катушки, а затемъ мимо второй; эти катушки вращаются въ Ииротивуположныхъ направленихъ, такъ

что нижняя и верхняя обмотки перекрещиваются, чем достигается большая прочность изолирующей оболочки.

Несколько иное устройство представляет машина, изображенная на рис. 131 и служащая для одновременного обматывания восьми тонких проволок. В этой машине проволока проходит внутри самой вращающейся катушки, а не вне ее; нитка же наматывается на проволоку вращающимся стерженьком, насаженным под прямым углом на ось, которая проходит внутри катушки.



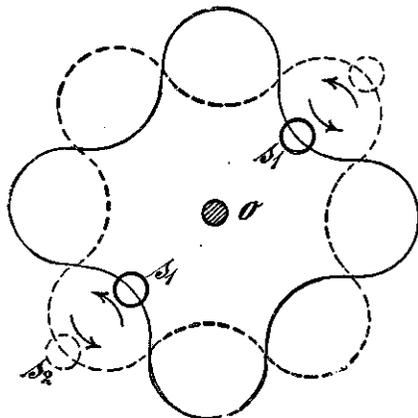
132. Обматывание проволоки лентой.



133. Оплетенный провод.

Для обматывания проводов употребляются не только нитки, но в некоторых случаях и ленты из ткани, пропитанной изолирующими и непроницаемыми для воды веществами. Такая обмотка (рис. 132) представляет то преимущество, что края витков ленты могут заходить один на другой, отчего получается оболочка надежнее нитяной, но, с другой стороны, поверхность провода, обвитого лентой, получается более неровной, чем при нитяной изолировке.

Ею пользуются там, где проволоки располагаются не очень тесно, но проводятся на значительных расстояниях, — например провода в домах.



134. Принцип машины для оплетания проводов.

Обмотка лентой представляет еще тот недостаток, что оболочка легко развывается на концах провода или около обнаженных мест на проволоке; этот недостаток впрочем свойственен всякой навитой на проволоку изолировке; чтобы его устранить, навивают на провод две ленты по противоположным направлениям и эти ленты между собой, благодаря чему получается гораздо более надежная оболочка. Рис. 133 изображает оплетенный кусок провода с несколькими слоями изолировки.

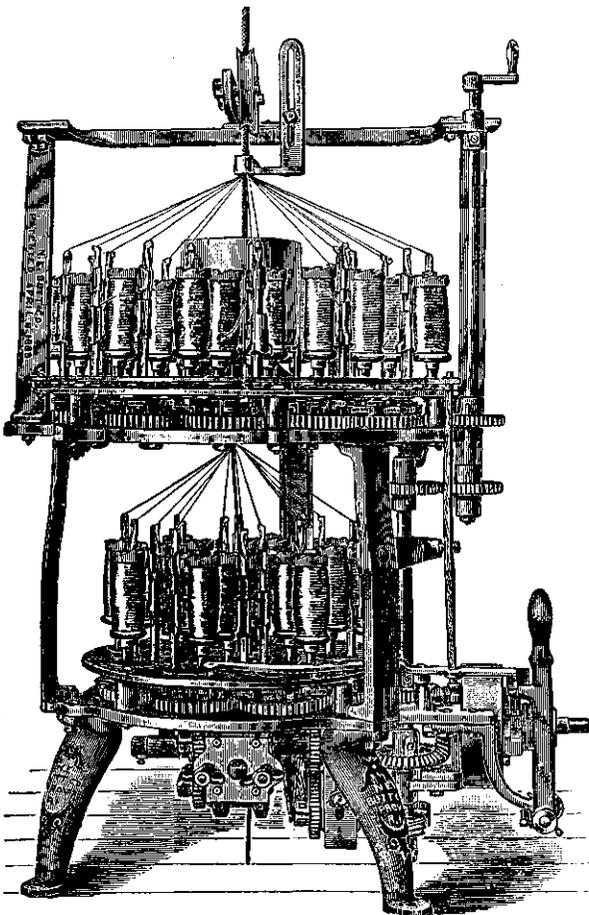
Машина, оплетающая провода таким образом, конечно, должна выполнять двойную работу, т. е., обвивать проволоку и, кроме того, переплетать нитки или ленты, служащая для изолировки.

Поэтому катушкам, оплетающим провод, необходимо сообщить такое движение, чтобы они, во-первых, двигались по противоположным направлениям вокруг провода и, во-вторых, чтобы при этом их нитки переплетались между собой. В такой машине катушки движутся, как изображено на рис. 134; здесь силовой линией обозначен путь катушек которые движутся вокруг проволоки *o* по направлению стрелки, другая же катушка движется по противоположному направлению, направляясь по кривой, обозначенной пунктиром. Легко понять, что каждый раз, как две каких-либо катушки проходят одна мимо другой, их нитки перекрещиваются; кроме того катушки располагаются так, что нитка каждой катушки помещается попеременно то

подъ ниткой встречныхъ катушекъ, то надъ нею, такъ что на проволоке получается непрерывная оболочка изъ нитяной сетки. Для полноты машины необходимо, конечно, устроить такъ, чтобы катушки двигались равномерно и съ одинаковыми скоростями въ надлежащихъ направленияхъ. Это вовсе не составляетъ трудной задачи для механическаго выполнения, такъ какъ достаточно устроить прорезы въ доске и заставить оси катушекъ двигаться по этимъ прорезамъ при помощи системы зубчатыхъ колесъ. Мы не будемъ приводить здесь подробностей устройства таишхъ машинъ, а ограничимся темъ, что для пояснения сказаннаго приведемъ изображение одной изъ американскихъ машинъ для оплетки проводовъ, у которой имеются две системы катушекъ. оплетающихъ проволоку двойнымъ слоємъ изолировки (рис. 135).

Для обмотки и оплетки проводовъ употребляются разнообразныя материалы, какъ-то: шелкъ, хлопчатобужныя нитки, джугъ, пенькиа и т. д. Большия кабели, кроме изолировки, обвиваются еще въ добавокъ оцинкованной железной проволокой или железной лентой, что, понятно, служить не для изоляциии, а для того чтобы придать проводу большую прочность противъ механическихъ поврежденнй. Машины, служащия для этой последней цели, по принципу не отличаются отъ вышеописанныхъ; оне должны только быть более прочными и сильными, такъ какъ и материалъ для обматывания, т. е. железная проволока и лента, не столь МЯГОКЪ, Какъ Шелкъ ИЛИ хлопчатая бумага.

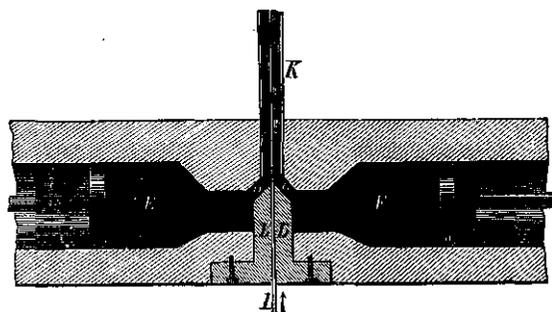
Материаломъ для обмотки очень тонкихъ проволокъ служатъ тонкия шелкЕОВЫЯ нитки, которыя даютъ возможность получать хотя и тонкнй, но очень надежный изолирующнй слой. Следуетъ заметить, что въ электротехнике ИИногда приходится пользоваться медной проволокой въ одну двадцатую миллиметра диаметромъ; тонкую и вместе съ темъ надежную оболочку на таИиой проволоке можно сделать только изъ шелка. Для более толстыхъ проволокъ, диаметры которыхъ ИИереходитъ за 0,5 миллим., можно пользоваться хлопчатой бумагой, которая однако же отличается невыгодною способностью Бпитывать влагу. Чтобы устранить это неудобство и сделать изолировку ледоступной для влаги, ее прииштывакть воскомъ, если это допускаетъ на-



ИЯВ. Машина для оплетания проволокъ двумя оболочками.

значение провода, напр. если онъ предназначенъ для проводки въ сравнительно сухихъ местахъ. Для этой цели употребляютъ чистый желтый пчелиный воскъ, такъ какъ онъ очень хорошо противустоитъ действию воздуха. Очень часто, впрочемъ, вместо него пользуются более дешевымъ землянымъ воскомъ, озокеритомъ, — твердымъ углеводородомъ, — который добывается главнымъ образомъ, въ Галиции; озокеритъ представляетъ собою превосходный изолирующій материалъ, но онъ легко крошится и выпадаетъ изъ изолировки проволоки, которая такимъ образомъ делается доступною для влаги. Кроме этихъ веществъ, для пропитывания изолировки служатъ некоторыя другия, какъ, напр., парафинъ, асфальтъ, деготь и проч.

Особенно старательно должна быть выполнена изолирующая оболочка проволоки, идущихъ на устройство динамомашинъ. Недостатокъ въ изолировке можетъ легко повести къ побочному сообщению, если при этомъ въ обмотке приходятъ въ соприкосновение проволоки съ большою разностью напряжений; въ этомъ случае токъ направляется по получившемуся побочному пути и можетъ вызвать такое нагревание, отъ котораго обмотка въ очень скоромъ времени приходитъ въ негодность.



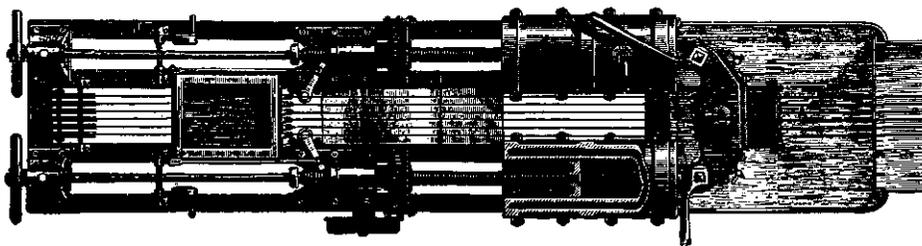
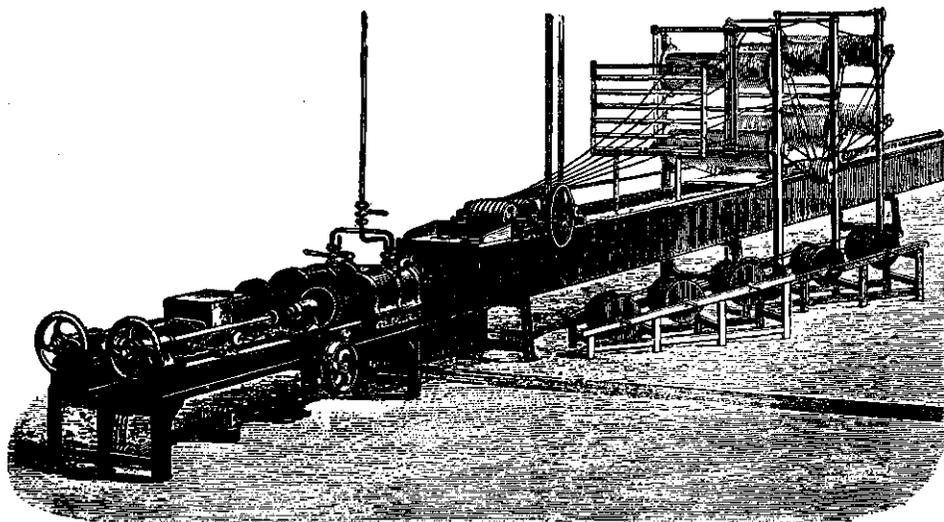
136- Принципъ машины для покрыванія гуттаперчей.

изъ такихъ веществъ служить гуттаперча, которая отъ нагреванія размягчается и делается весьма пластичной; въ такомъ состояннн изъ нея очень легко выдѣлать прессованнмъ прочную оболочку для проволоки. Рис. 136 показываетъ принципъ устройства прессовъ для этой цели. Буквами *E* и *F* обозначены два цилиндра, наполненные гуттаперчей; въ этихъ цилиндрахъ находятся поршни, которые вдавливаютъ гуттаперчу въ трубу *K*. Подъ отверстнмъ трубиш *K* находится насадка *L* со сквознымъ отверстнмъ, въ которое проходитъ проволока *J*. По мере того, какъ гуттаперча вдавливается въ трубку, проволока медленно движется вдоль оси этой трубки и выходитъ изъ нея уже съ гуттаперчевою оболочкой; передъ вступленнмъ въ каналъ *L* проволока обмазывается липкой, похожей на деготь массой, — составомъ Чаттертона, — для того, чтобы лучше прилепалась къ ней гуттаперча. По принципу этотъ способъ очень простъ, но при выполненнн онъ затруднителенъ тѣмъ, что предварительная обработка гуттаперчи требуетъ большаго старанн, такъ какъ въ продажѣ въ ней часто встречаются подмеси, Ишторыя, хотя и делаютъ ее более дешевою, но зато понижаютъ достоинство материала; отъ проволоки, покрытой плохой гуттаперчей, нельзя требовать надежности, а въ некоторыхъ случаяхъ, какъ, напр., для большнхъ подводныхъ кабелей, даже невозможно брать гуттаперчу плохого качества, такъ какъ при порчѣ такого кабеля соблазнительная дешевизна его изготовленн можетъ повлечь за собою очень дорогое ИИИИравленн. Гуттаперча представляетъ изъ себя сгущенный сокъ различныхъ деревьевъ, которыя растутъ въ Сингапурѣ, на островѣ Борнео и Малакке. Продуктъ

Изолирование гуттаперчей и каучукомъ. Оплетка проволоки въ соединенн съ хорошимъ пропитываемымъ недостаточно защищаетъ проводъ отъ сырости, если она велика. Если влажность перейдетъ за известный пределъ, то такие способы изолированн делаютъ недостаточными и проволоку приходится покрывать оболочкой изъ вполне непроницаемаго для воды изо-

лирующаго вещества. Однимъ

отъ различныхъ деревъ оказывается различнымъ и потому смещениемъ разныхъ сортовъ фабриканты могутъ составлять материалъ требуемаго качества. На в.оздухе гуттаперча окисляется и сохнетъ, а въ воде она не изменяется и можетъ сохраняться неопределенно долгое время. По этой причине она мало пригодна для техъ проводовъ, которые должны находиться въ воздухе, если она ничемъ не защищена отъ его действия; но для подводныхъ кабелей и для такихъ проводовъ, которые должны находиться въ сырыхъ местахъ, напримеръ, въ земле, она представляетъ прекрасный материалъ для



137. Машина для покрыванія гуттаперчей.

изоляции. Гуттаперча обладаетъ высокой изолирующей способностью и это качество, въ соединении съ ея пластичностью въ нагретомъ состоянii, придало ей большое значенiе въ электротехникѣ.

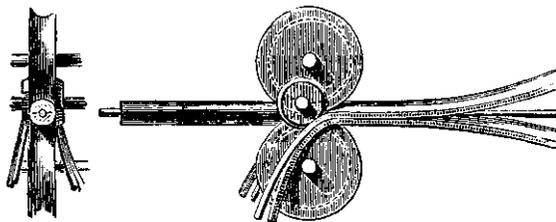
Прежде чѣмъ покрывать проволоку, гуттаперчу старательно очищаютъ и обрабатываютъ въ машинѣ, которая перемешиваетъ ее и придаетъ ей однородность. Затемъ ее разрезаютъ и непосредственно предъ употребленiемъ снова помещаютъ въ перемешивающую машину, а потомъ нагреваютъ, чтобы размягчить ее и сообщить ей пластичность, и уже после этого закладываютъ въ цилиндры машины, принципъ которой указанъ выше. Перспективный видъ такой машины для покрыванія гуттаперчей показанъ на рис. 137. Въ ней тесто изъ гуттаперчи, поддерживаемое въ размягченномъ состоянii перегретымъ паромъ, вдавливается двумя поршнями въ особый ящикъ; въ него слева вступаютъ проволоки, которые справа выходятъ уже покрытыя гуттаперчей. Каждый изъ двухъ цилиндровъ можетъ быть разоб-

щень отъ ящика помощью крана; благодаря этому, является возможность наполнять массой одинъ изъ цилиндровъ, въ то время какъ другой цилиндръ продолжаетъ работать, и такимъ образомъ устраняются перерывы въ работе машины.

Гирволоки изъ машины проходятъ чрезъ ванну съ водой, где охлаждаются и отвердеваютъ ихъ гуттаперчевыя оболочки, а затемъ наматываются на катушки. Голая проволока тоже намотана на катушки, которыя расположены въ стороне отъ машины. Предъ вступлениемъ въ ящикъ съ гуттаперчей, проволоки проходятъ чрезъ особый ящикъ съ составомъ Чаттертона. Машина покрываетъ сразу шесть проволокъ.

Точно такимъ же способомъ покрываются провода вторымъ и третьимъ слоемъ гуттаперчи, если это требуется для лучшаго изолирования.

Другимъ материаломъ для покрытия провода служатъ каучукъ, который также непроницаемъ для воды. Способъ покрытия, применяемый для гуттаперчи, не пригоденъ для каучука, такъ какъ последний, хотя и размягчается отъ нагревания, но не затвердеваетъ затемъ, какъ гуттаперча, въ твердую и гибкую массу. Поэтому съ каучукомъ поступаютъ иначе,



138. Машина для покрытия проводовъ оболочкой изъ каучука.

причемъ пользуются его замечательной способностью склеиваться подъ большимъ давлениемъ.

Предъ употреблениемъ въ дело каучукъ обыкновенно вулканизуется, т. е., его смешиваютъ при надлежащемъ подогревании съ серой, которая вступаетъ съ нимъ въ химическое соединение. Вулканизированный

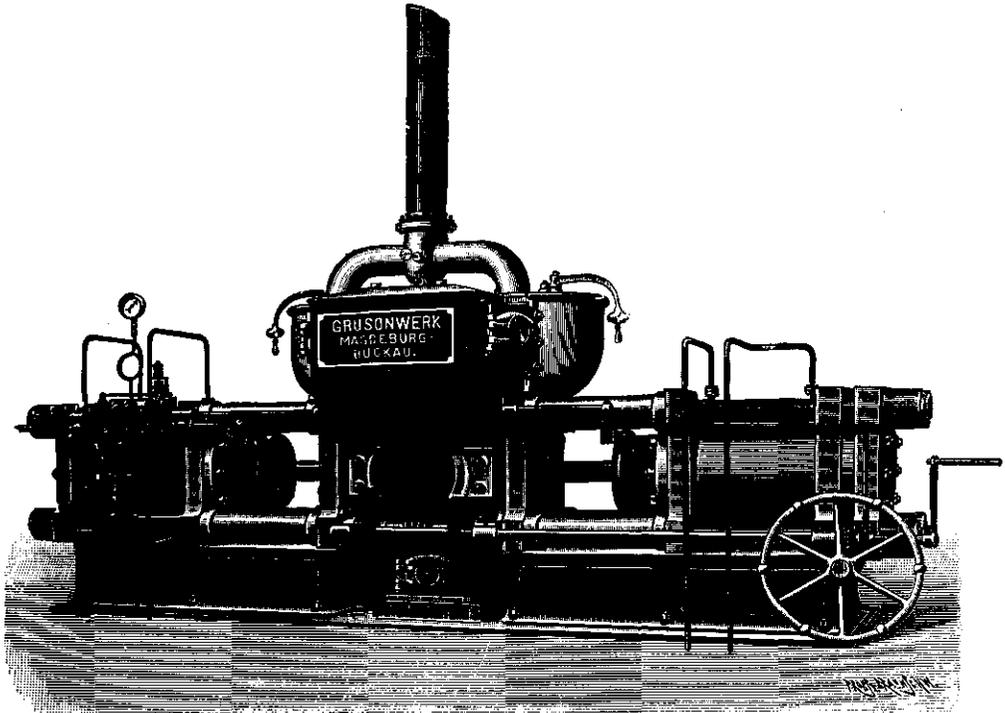
каучукъ гораздо лучше противостоитъ окисляющему влиянию воздуха, действию воды и нагревания, чѣмъ сырой.

Для покрытия проволокъ этимъ веществомъ первоначально прямо оплетали ихъ каучуковой лентой. Другой способъ предложили братья Сименсъ въ Лондонѣ; они пропускаютъ чрезъ особый приборъ проволоку, прикрытую сверху и снизу каучуковой лентой (рис. 138). Приборъ этотъ состоитъ изъ двухъ сжимающихъ проволоку металлическихъ колесъ и двухъ другихъ колесиковъ съ острыми краями, которые обрезаютъ лишние края лентъ. Подъ большимъ давлениемъ свежесрезанные края лентъ прочно склеиваются и изъ машины проволока выходитъ уже со сплошной каучуковой оболочкой.

Применение каучука сопряжено со значительными затруднениями, вследствие чего въ большинствѣ случаевъ пользуются гуттаперчевой изолировкой. Лучшими проводами съ каучуковой оболочкой считаются провода Гукера (въ Англии), который предварительно оплетаетъ проволоку по противоположнымъ направлениямъ двумя слоями ленты изъ невулканизированнаго каучука, затемъ лентой изъ каучука, содержащаго окись цинка, поверхъ этого оболочкой изъ вулканизированнаго каучука и, наконецъ, полотняной лентой.

Свинцовые кабели. — Покрытые гуттаперчей впровода превосходны, но только до техъ поръ, пока не испортится ихъ оболочка; на воздухе она можетъ высохнуть и сделаться хрупкой, а въ водѣ ее портятъ животныя; въ томъ и другомъ случаѣ нарушается надежность изоляции. Эти обстоятельства заставляютъ покрывать гуттаперчевый слой предохранительной оболочкой; лучшимъ материаломъ въ этомъ отношеніи является свинецъ, кото-

рый употребляется уже целых два тысячелетия для водопроводных трубъ и всегда считался наиболее пригоднымъ материалоимъ для этой цели, благодаря ничтожному действию на него воды. Вследствие своей неизменяемости въ воде и гибкости свинецъ нашель себе обширное применение не только для водопроводныхъ трубъ, но и для предохранения изолированныхъ проводовъ. Оболочка изъ свинца представляетъ еще ту выгоду, что въ больпинстве случаевъ можно обходиться даже безъ гуттаперчевой оболочки, такъ какъ самъ свинецъ служитъ иреkrаснымъ средствомъ, предохраняющимъ проводъ отъ воды и сырости. Чтобы покрыть свинцовой оболочкой проводъ,

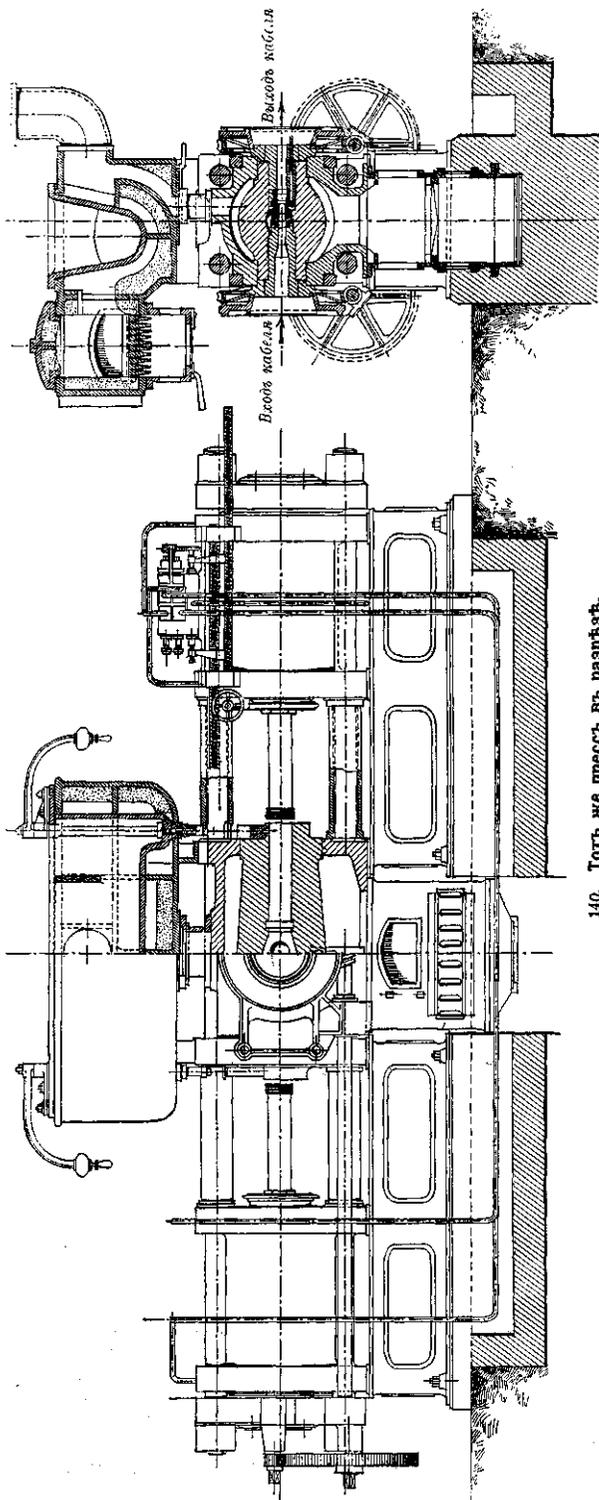


139. Прессъ для приготовления свинцовыхъ кабелей.

изолированный какимъ-либо веществомъ, его продевали сквозь свинцовыя трубы длиною въ 50 — 60 метровъ и после этого спаивали отдельные куски трубъ. Чтобы свинецъ плотно прилегалъ къ проводу, на приготовленномъ уже кабеле, трубки слегка вытягивали.

Но такого рода свинцовые кабели оказались неудовлетворительными. Кроме затруднений, являющихся при продевании изолированного проводника чрезъ трубы и при спаивании отдельныхъ трубъ, этотъ способъ имеетъ еще много другихъ недостатковъ. Однимъ изъ важнейшихъ недостатковъ приготовленного такимъ путемъ кабеля было то, что жежду свинцовой оболочкой и проводомъ и въ самой изолировке последняго оставалась влажность, которал со временемъ могла нарушить изоляцію и сделать кабель негоднымъ.

Эти недостатки устраниль д-ръ Борельвместе съ Берту, въ Кортельо, въ Швейцарии; они предложили покрывать провода свинцомъ такимъ же способомъ, какой применяется и для гуттаперчи. Этотъ способъ не только даетъ полное прилегание оболочки къ проводу, но и устраряетъ необходимость спаивать отдельные части оболочки.



140. Тот же пресс в разрезе.

Фирма Берту, Борель и К°, которая первая занялась выделкой такого рода кабелей, поступала следующим образом. Провод, покрытый изоляцией, поступал сперва в расплавленный пропитывающий состав при 180° Ц. При этом нагреванием выгонялся из оболочки провода воздух и удалялась влага. Прямо отсюда еще горячий провод переходил непосредственно в пресс, по устройству совершенно подобный в принципе тому, какой изображен на рис. 136, но, конечно, отличающийся значительно большей силой, так как здесь надо вдавливать в трубку *K* не гуттаперчу, а свинец.

На фиг. 139 мы даем изображение свинцового прессы, которым пользуется „Prusonwerk“ в Магдебурге для производства свинцовых кабелей; фиг. 140 изображает разрез прессы. Как явствует из чертежа, машина состоит из двух расположенных горизонтально, противоположащих друг другу, сильных гидравлических прессов; их цилиндры отлиты из стали и имеют внутренний диаметр в 500 мм. и рассчитаны на наибольшее давление в 500000 клг.; в них движутся поршни из литого железа, с наибольшим ходом в 600 мм., к каждому из них прикреплено по песту из твердой стали, 140 мм. в диаметре. Эти песты

входять одинъ справа, другой слева въ отверстия, выложенныя твердою сталью, расположеннаго по середине машины приемника и вдавливаютъ при своемъ движении свинець въ матрицу.

При каждомъ движеніи впередъ поршня продавливается свинцу 170 клг. После продавливания этого количества свинца, начинается обратное движеніе поршня и песта и возмещения свинца жидкимъ, притекающимъ непосредственно изъ расположеннаго надъ приемникомъ и снабженнаго топкой котла.

Прелшіе кабели обладали еще темъ недостаткомъ, что въ свинцовой оболочке попадались часто микроскопическія отверстия, которыя позволяли воде проникать внутрь кабеля. Чтобы устранить эти отверстия, необходимо брать очень чистый свинець, такъ какъ они появляются главнымъ образомъ благодаря некоторымъ механическимъ примесямъ въ свинець, идущемъ на изготовленіе трубъ, какъ, напр., песчинкамъ и т. п. Швейцарская фирма устраняетъ вредное влияние этихъ отверстій темъ, что покрываетъ свои кабели двойнымъ слоемъ свинцовой оболочки; при этомъ, если и окажется, что въ обеихъ оболочкахъ будутъ отверстия, то почти невозможно допустить, что они придутся какъ разъ другъ противъ друга и образуютъ одинъ общий каналъ, открывающій доступъ воде внутрь кабеля. Чтобы еще более защитить кабель, эта фирма предъ покрытиемъ кабеля второй оболочкой обматываетъ его составомъ Чаттертона.

Предохранительная броня кабелей.—Кроме изолировки и оболочекъ, предохраняющихъ отъ влажности, проводъ часто требуетъ еще защиты отъ механическихъ и химическихъ влияній. При проводкахъ для электрическаго освещенія внутри домовъ вполне достаточно защищать провода деревянными рейками, о которыхъ мы будемъ еще говорить ниже; провода для домашнихъ электрическихъ звонковъ и телефоновъ вообще можно даже вовсе не защищать, но подземные провода и подводные кабели требуютъ очень старательнаго предохраненія отъ поврежденій.

Обыкновенно подводные кабели поверхъ гуттаперчевой оболочки оплетаются въ несколько слоевъ пенькой, которая пропитывается дегтемъ или другимъ подобнымъ веществомъ. Если въ кабеле проходить не одна, а несколько изолированныхъ другъ отъ друга проволокъ или жилъ, какъ это бываетъ часто въ телеграфныхъ кабеляхъ, то оне скручиваются вместе на подобіе каната. Поверхъ пеньковыхъ оболочекъ кабель обвивается слоемъ изъ 7—10 железныхъ проволокъ, которыя образуютъ его броню. Описаннымъ способомъ поступаютъ въ простейшихъ случаяхъ, но этого часто бываетъ недостаточно. Мы увидимъ ниже при описаніи некоторыхъ телеграфныхъ кабелей для подземной и подводной проводки и техъ кабелей, которыя служатъ для сильныхъ токовъ, что тамъ поверхъ пеньковой оболочки навиваютъ сперва тонкую металлическую ленту, затемъ опять обвиваютъ пенькой, поверхъ которой накладываютъ броню изъ железныхъ проволокъ, и наконецъ все это покрываютъ просмоленной пенькой. Изъ этого можно понять, насколько высока должна быть цена подобнаго кабеля, особенно, если принять въ расчетъ ту аккуратность, съ какою онъ долженъ быть приготовленъ, такъ какъ на всемъ его протяженіи не должно быть ни одного поврежденія и ни одного изъяна.

Что касается до прочихъ вопросовъ проводки, т. е., до того, какъ сращиваются одни провода съ другими, какъ приращиваются ответвленія и т. д., то мы отнесемъ ихъ къ следующимъ главамъ и будемъ говорить о нихъ въ связи съ описаніемъ различныхъ примененій электрическаго тока. Тамъ же будетъ сказано и о томъ, для какихъ целейъ служатъ те разнообразныя сорта проводовъ, о которыхъ мы говорили выше.

Электрическое освещение.

Тепловыя действия электрическаго тока. Дуговыя лампы. Вольтова дуга. Прежние регуляторы. Дробление электрическаго света. Электрическия свечи. Дифференциальныя лампы. Лампы съ электромагнитнымъ спусковымъ приспособлениемъ. Лампы съ непосредственной регулировкой. Дуговыя лампы съ одностороннимъ движениемъ. Дуговыя лампы для параллельнаго соединения. Внешний видъ дуговыхъ лампъ. Подвешивание и установка дуговыхъ лампъ. Выделка углей для вольтовой дуги. Лампы накаливания. История развития лампъ накаливания. Приготовление угольной нити. Закрепление нити. Стекланный-копачекъ. Выкачивание воздуха. Окончательное приготовление лампъ. Патроны. Колпаки и абжуры. Отдача лампъ накаливания и продолжительность ихъ службы.



тепловыя действия электрическаго тока. — Мы обращаемся теперь къ одной изъ отраслей применения электрическаго тока, которая теперь уже достигла обширнаго распространения и быстро проникаетъ во многия другия отрасли промышленности, даже въ такія, у которыхъ, повидимому, не можетъ быть ничего общаго съ электричествомъ. На этомъ пути электричество еще не остановилось, — наоборотъ, оно продолжаетъ расширять свои пладания во все стороны съ возрастающей быстротой и нетъ сомнения, что, во устраниении некоторыхъ недостатковъ и несовершенствъ въ способахъ

получения тока, электричество проникнетъ во все безъ исключения отрасли промышленности. Но о томъ, чего можно ожидать въ будущемъ, мы поговоримъ въ последней главѣ, а теперь мы займемся темъ, что уже сделано. Электричество само по себе для насъ не применимо; мы не можемъ пользоваться имъ непосредственно, подобно тому, какъ согреваемся теплотой, видимъ благодаря свету и т. д. Мы можемъ пользоваться только действиями и проявлениями электрическаго тока, при которыхъ электричество переходитъ въ другия формы энергии. Это обстоятельство сообщаетъ электричеству въ отношении его применений особый характеръ: оно служитъ для насъ, какъ промежуточная форма въ ряду преобразований энергии, т. е. мы стараемся его получить только для того, чтобы тотчасъ же превратить въ какую либо другую форму энергии. Такимъ образомъ, на первый взглядъ, электричество само по себе играетъ, можно сказать, только второстепенную роль, но при ближайшемъ разсмотрении оказывается, что применение такой промежуточной формы энергии составляетъ важный шагъ впередъ.

Электричество съ легкостью превращается во всякую другую форму энергии, и вместе съ темъ оно передается и дробится легче всехъ прочихъ формъ энергии. Электричество, еледовательно, можетъ дать намъ все формы энергии и притомъ въ самомъ удобномъ для насъ виде, что сообщаетъ ему характеръ универсальности, которая придаетъ ему

громадное для насъ значение. Это и следуетъ принимать въ расчетъ при оценке значения электричества въ технике и не следуетъ ставить ему въ вину то, что до сихъ поръ мы сумели утилизовать его въ технике лишь въ очень малыхъ размерахъ, вследствие некоторыхъ несовершенствъ въ способахъ его получения. Придетъ время, когда эти недостатки устранятся и тогда наступитъ полное господство электричества, если только не будетъ открыта какая либо новая, более удобная форма энергии, которая намъ пока неизвестна.

Итакъ, мы добываемъ электрическую энергию для того, чтобы пользоваться ея преобразованиями. Намъ теперь интересуется главнымъ образомъ преобразование электрической энергии въ теплоту; это превращение следуетъ поставить на первомъ месте, такъ какъ оно, во-первыхъ, одно изъ наиболее простыхъ, а, во-вторыхъ, потому что побочнымъ продуктомъ выделения теплоты является светъ, а это составляетъ самое распространенное применение электричества. Следуетъ, однако, заметить, что, такъ какъ светъ является только результатомъ нагревания, то очень значительная часть электрической энергии превращается въ теплоту, совершенно бесполезную въ томъ случае, если мы желаемъ пользоваться только освещениемъ. Но пока нетъ никакой возможности получить светъ иначе, т. е., получать светъ безъ бесполезной для насъ теплоты.

Количество теплоты, которое образуется въ проводнике некоторой длины въ течение известнаго промежутка времени, зависитъ отъ силы тока и сопротивленія проводника; оно пропорционально квадрату силы тока и первой степени сопротивленія, т. е., пропорционально произведению $J^2 R$, если J —сила тока, а R — сопротивленіе. Эта зависимость отъ сопротивленія представляетъ для насъ большое значение, такъ какъ при ея помощи мы имеемъ средство концентрировать развитие и выделение теплоты въ любомъ месте проводника. Въ самомъ деле, положимъ, что у насъ есть длинный проводникъ, обладающій большимъ поперечнымъ сечениемъ и, следовательно, небольшимъ сопротивленіемъ, и съ нимъ соединенъ последовательно короткий проводникъ съ большимъ сопротивленіемъ. Токъ, проходя по обоимъ проводникамъ, обращается въ теплоту, но въ толстомъ проводнике онъ встречаетъ меньшее сопротивленіе, а потому теплота выделяется въ небольшомъ количестве; наоборотъ, въ части цепи съ большимъ сопротивленіемъ, т. е., въ тонкомъ проводнике, выделение теплоты можетъ происходить въ такихъ размерахъ, что проводникъ накалится. Примеромъ этого можетъ служить лампа накаливанія.

На такомъ концентрировании выделения теплоты основаны все применения превращения электрической энергии въ теплоту и ниже мы увидимъ, что во всехъ случаяхъ, когда желаютъ сконцентрировать въ какомъ либо месте цепи тепловое действие тока, влияют на сопротивленіе цепи въ этомъ месте.

Теперь мы займемся теми случаями, когда стараются получать возможно большое количество теплоты для того, чтобы вызвать не только нагреваніе, но и накалываніе и получить светъ.

Дуговья лажпы.

Вольтова дуга. Если взять две проволоки, сообщить ихъ съ достаточно сильнымъ источникомъ тока и соединить ихъ концы вместе, а затемъ немного раздвинуть ихъ, чтобы разстояние между ними сделалось равнымъ несколькимъ миллиметрамъ, то это не прекратитъ прохождения тока, который будетъ продолжать течь междукондами проволокъ; вместе съ темъ, въ пространствѣ между концами проводниковъ получится нечто въ роде маленькаго

пламени съ яркимъ светомъ. Этотъ случай прохождения электричества не следуетъ смешивать съ электрическими искрами, которыя тоже можно разсматривать, какъ проходение тока чрезъ воздухъ, но оне требуютъ для своего появления напряжения гораздо выше того, какое необходимо для описаннаго явления. Здѣсь проходение тока совершается не чрезъ воздухъ, а чрезъ проводящия пары, которые появляются вследствие испарения металла проволокъ на концахъ и которые образуютъ собою проводникъ между разведенными концами. Когда мы раздвигаемъ концы проволокъ, то предъ самымъ моментомъ ихъ окончательнаго разъединения существуетъ еще несколько точекъ соприкосновения, чрезъ которыя продолжаетъ проходить токъ; въ этомъ месте сопротивление, конечно, имеетъ вполне определенную вели-



И4И. Накаленные угольные стержни въ вольтовой дуге.

чину и притомъ большую, таЕъ какъ путь прохождения тока въ моментъ размыканія делается очень узкимъ. Вследствие этого происходитъ сильное нагревание металла, который даже испаряется; эти-то пары и помогаютъ току проходить въ то время, когда концы проволокъ разъединены. Но металлические пары проводятъ электричество гораздо хуже твердаго металла, а потому токъ въ ихъ среде встречаетъ значительное сопротивление; онъ развиваетъ поэтому въ промежутке между концами проволокъ большое количество теплоты и настолько повышаетъ температуру, что испарение металла на границе съ парами продолжается непрерывно.

Явление получается красивее и ярче, если вместо металлическихъ проволокъ взять два заостренные угольные стержня, привести ихъ острия въ соприкосновение, а заиёмъ раз-

двинуть на небольшое разстояние. Тогда получается какъ бы потокъ Ма-Мет, Ишторый возникаетъ у одного угля, расширяется къ середине своего пути и, снова сузившись, оканчивается на острие другого угольнаго стержня. Несмотря на незначительную длину этого пламени (пламя свечи въ сравнении съ нимъ громадно), оно испускаетъ ослепительный светъ. Такая сильная яркость света объясняется очень просто. Воздухъ и пары, находящияся между углями, нагреваются очень сильно и накаливаются; въ накаленномъ состояннии они испускаютъ сравнительно очень мало света, гораздо меньше накаленнаго твердаго тела или жидкости, но въ описываемомъ явлении накаливается не только газъ, но и концы углей, и накаленный до бела уголь собственно и испускаетъ тотъ сильный светъ, какой наблюдается при этомъ. Иири этомъ явлении развивается чрезвычайно высокая температура; она представляетъ наивысшую температуру, какую мы умеемъ только Итолучать; при ней плавятся и исаряются все тела.

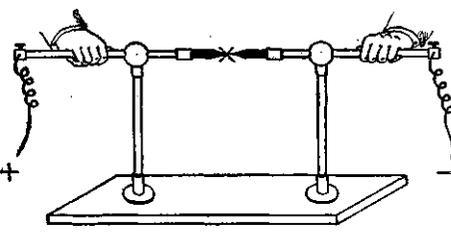
Пламя между концами углей называютъ обыкновенно вольтовой флю-гот по имени Вольты; дугою его называли вследствие того, что оно имеетъ

обыкновенно изогнутую дугообразную форму. Рис. 141 изображает концы углей в вольтовой дуге; как видно из него, острие угля, соединенного с положительным полюсом, несколько сгладилось; это происходит всегда при горении дуги. Кроме того, можно заметить, что положительный уголь бывает накален более отрицательного; замечательно еще то, что положительный уголь сгорает скорее отрицательного, а именно почти вдвое быстрее.

Так		как		разсматри-
вать		вольтову	дугу	нево-
оруженнымъ		глазомъ		почти
невозможно,		то		обыкновен-
но	на	нее	смотреть	чрезъ
темное		стекло,	а	луч-
ше		проектировать		изобра-
жение	дуги	на	экранъ	при
помощи		собирательной		че-
чевицы,		какъ	это	показы-
васть рис. 142.				воль-



Честъ
товою дуги принадлежить
Василию Петрову, профес- 142. Проектирование вольтовой дуги на экране.
сруу физики въ Медико-
Хирургической Академии въ С.-Петербурге, что видно изъ его книги „0 гальвани-вольтовскихъ опытахъ“, отпечатанныхъ въ СПб. въ 1803 г. Въ 1810 году то же открытие сделалъ Деви. Оба они получили вольтову дугу, подъзвывая большой батареей элементовъ, между концами двухъ стерженьковъ изъ древеснаго угля. Такой уголь сгораетъ очень быстро, а потому мало пригоденъ для получения вольтовой дуги; несколько десятковъ леть спустя стали применять для этой цели уголь, осаждающийся на стенкахъ газовыхъ ретортъ. У накаленныхъ стенокъ газовыхъ ретортъ разлагается выделяющийся светильный газъ и углеродъ, входящий въ его составъ, осаждаются на стенке, образуя прочный плотный слой. Этотъ слой часто достигаетъ значительной толщины, такъ что изъ него легко выпилить угольные стержни для элементовъ. Такой уголь пригоденъ также и для получения вольтовой дуги, такъ какъ онъ хорошо проводитъ токъ и очень трудно горитъ; но все же безъ соответственной обработки онъ не даетъ ровнаго белаго света и, кроме



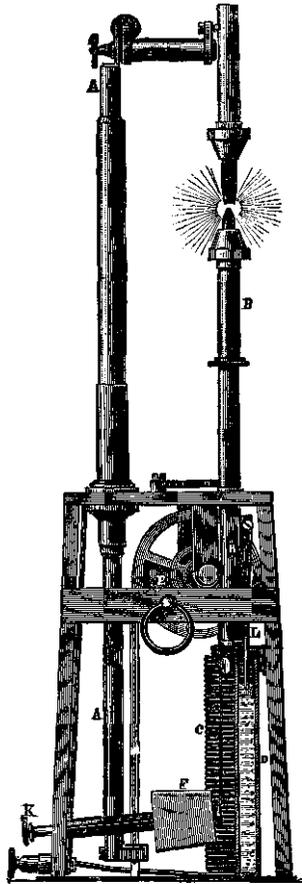
143. Самый простой ручной регуляторъ.

того, изъ отбитыхъ отъ стенокъ кусковъ трудно выпилить длинные угольные стержни. Ихъ недостатокъ заключается еще и въ томъ, что они дороги. Бунзень, какъ уже было упомянуто выше, предложилъ вместо ретортнаго угля готовить для элементовъ искусственный плотный уголь; темъ же самымъ способомъ изготовляютъ и угольные стержни для вольтовой дуги. 0 техъ приемахъ, которыми пользуются при производстве такого угля, мы будемъ говорить ниже.

Въ вольтовой дуге угли сгораютъ, а потому расстояние между ними увеличивается и, наконецъ, достигаетъ такой величины, что токъ теряетъ возможность проходить между концами углей; уже при незначительномъ увеличении расстояния дуга делается беспокойною, светъ, первоначально белый, получаетъ голубоватый оттенокъ и начинаетъ мигать. Такимъ образомъ

ясно, что для поддержания правильного горения вольтовой дуги необходимо сохранять неизменнымъ разстояние между концами углей. Это приводит насъ къ разсмотрению техъ приспособлений, которыя служатъ при пользовании светомъ вольтовой дуги на практикѣ.

Прежние регуляторы. — Простейшее приспособление, служащее для удержания концовъ углей на неизменномъ разстоянии, состоитъ изъ механизма, который дозволяетъ сближать и раздвигать угли прямо рукой. Такое примитивное приспособление изображено на рис. 143. Оно состоитъ изъ двухъ горизонтальныхъ металлическихъ стержней, которые могутъ сколь-



144. Лампа Жаспара.

зить въ отверстіяхъ вертикальныхъ стоекъ изъ непроводника. Къ внешнимъ концамъ стержней присоединяются проволоки, идущія отъ какого-либо источника тока, а внутренние концы снабжены угольными палочками. Сдвигая и раздвигая понемногу угли, можно регулировать дугу.

Если желательнo поддерживать дугу долгое время, то регулировка рукою, конечно, оказывается неудобною. Однако и теперь, когда мы обладаемъ прекрасными механизмами для регулировки, бываютъ иногда случаи, когда пользуются ручными регуляторами, а именно въ техъ случаяхъ, когда нужно получать светъ на короткое время, какъ, напр., на театральнoхъ сценахъ.

Для механической регулировки можетъ служить часовой механизмъ. Самъ по себе часовой механизмъ для этой цели мало пригоденъ, такъ какъ при правильной регулировке его движение должно точно согласоваться со скоростью горения углей, иначе, несмотря на работу механизма, концы углей все же будутъ постепенно сближаться или удаляться. Рационально устроенный часовой механизмъ долженъ действовать только тогда, когда разстояние между углями делается меньше или больше надлежащаго; если же разстояние нормально, то онъ долженъ прекращать свою работу. Въ этомъ заключается роль механизма самодействующаго регулятора.

Для яснаго пониманія приспособлений, служащихъ для такой цели, намъ нужно разсмотреть, какую роль играютъ въ вольтовой дуге величины напряжения, сопротивленія и силы тока.

Установлено, что напряжение въ вольтовой дуге, т. е., между остриями углей, зависитъ отъ разстоянія концовъ угольныхъ стержней; но при неизменномъ разстояннн напряжение не изменяется при измененнн силы тока, какъ это происходитъ въ твердыхъ проводникахъ и какъ, казалось бы, должно происходить и въ вольтовой дуге; оно сохраняетъ постоянную величину при всякой силе тока. Это не согласуется съ закономъ Ома, если не ИИринять (какъ оно въ действительности и происходитъ), что сопротивление дуги дменяется при возрастаннн силы тока и что это обстоятельство поддерживаетъ то соотношеннн между напряженннмъ, сопротивленннмъ и силой тока, какое выражается этимъ закономъ. Мы можемъ поэтому поддерживать неизменнымъ разстояние между углями, удерживая постояннымъ напряженнн, т. е., можемъ устроить такъ, что какъ только разстояние между углями уве-

личится и повысится напряжение, регулирующий часовой механизм начнет действовать и приведет снова угли к настоящему разстоянию. Мы увидимъ, что можно заставить совершать эту работу тотъ же токъ, какой служить для получения дуги, т. е., заставить его пускать въ ходъ или останавливать часовой механизмъ.

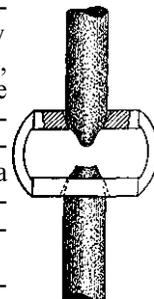
Впрочемъ, можно достигнуть регулирования дуги и безъ часового механизма. Простейший призеръ регулятора такого рода представляетъ лампа Жаспара, изображенная на рис. 144. Къ нижней части стержня, держащаго верхний уголь, привязанъ шнурокъ, который перекинуть чрезъ колесо и закрепленъ на его ободѣ, такъ что при движении внизъ этого стержня колесо начинаетъ вращаться. На оси послѣдняго насажено второе колесико, на ободѣ котораго находится такой-же шнурокъ, прикрепленный къ нижней части нижняго стержня-угледержателя. Вследствие такого устройства, при надлежащемъ положеніи шнурковъ на колесахъ, движения обоихъ стержней могутъ быть связаны такъ, что, когда верхний стержень движется вверхъ, нижний движется внизъ и наоборотъ. Нижняя часть стержня, держащаго нижний уголь, сделана изъ железа и погружена въ катушку, по которой проходитъ токъ. Эта катушка при прохождении тока стремится втянуть въ себя железо; этимъ и воспользовался изобретатель при устройстве своей лампы. Когда токъ не проходитъ, верхний уголь, вследствие тяжести стержня, опускается до соприкосновения съ нижнимъ углемъ. Если теперь пустякъ токъ, то его сила при соприкасающихся угляхъ будетъ наибольшая и катушка втянетъ въ себя съ наибольшей силой железный конецъ нижняго стержня; при этомъ нижний уголь подвинется внизъ, его движение при помощи шнурковъ передастся верхнему углю, который поднимется, и концы углей разойдутся. При этомъ появится вольтова дуга. При расхождении углей сопротивление въ дуге увеличивается, а вместе съ темъ уменьшается сила тока и втягивающее действие катушки; это можетъ продолжаться до техъ поръ, пока весь верхняго стержня не уравновеситъ втягивающаго действия катушки; тогда расхождение углей остановится. После этого лампа горитъ устойчиво до техъ поръ, пока не обгорятъ угли и сила тока не уменьшится настолько, что верхний стержень не преодолеетъ своей тяжестью втягивающее действие катушки и не опустится вследствие этого; тогда угли сблизятся, сила тока повысится и снова наступитъ равновесіе между втягивающей силой катушки и весомъ стержня, т. е., разстояніе между углями снова достигнетъ нормальной величины.

Въ разсматриваемомъ регуляторе необходимо еще одно приспособленіе для того, чтобы движение углей происходило плавно и медленно, а иначе стержни будутъ непрерывно колебаться около положеній своего равновесія и горение лампы будетъ неровнымъ. Плавность движения углей достигается темъ, что рядомъ съ катушкой располагаютъ длинный узкій цилиндръ, наполненный глицериномъ. Внутри цилиндра ходитъ небольшой поршень, погруженный въ глицеринъ и соединенный тонкимъ стержнемъ съ нижнимъ угледержателемъ; въ поршне сделано несколько узкихъ отверстій, такъ что

онъ можетъ двигаться въ массе глицерина, но только медленно, въ зависимости отъ скорости, съ какой глицеринъ можетъ переходить сквозь его отверстія съ одной его стороны на другую. Это приспособленіе служить следовательно тормазомъ для движения углей. Такие глицериновые тормазы устраиваются также въ дуговыхъ лампахъ и другихъ системъ. Следуетъ, однако, заметить, что они представляютъ собою приспособленіе, довольно легко портящееся, а потому почти не применяются въ современныхъ дуговыхъ лампахъ. Еще одно приспособленіе въ лампе Жаспара заключается въ томъ, что тяжесть стержня, держащаго верхний уголь, отчасти уравновешивается противовесомъ (F), прикрепленнымъ къ рычагу и соединеннымъ

этого, сопротивление этой лампы увеличивается и сила тока въ цепи падаетъ. Регулирующіе механизмы обеихъ лампъ начинаютъ работать и приводятъ силу тока къ прежней величине. При этомъ, конечно, сопротивление всей цепи делается прежнимъ, но будетъ ли оно также распределено между лампами, какъ прежде? Нѣтъ, такъ какъ одна изъ лампъ предъ регулированиемъ обладала еще нормальнымъ разстояніемъ между углями, тогда какъ у другой это разстояніе перешло нормальный предель, а потому после регулировки разстоянія углей въ той и другой лампе не могутъ оказаться нормальными и оне начнутъ горѣть уже неровно. Мы видимъ такимъ образомъ, что, хотя механизмъ лампъ и можетъ поддерживать сопротивление всей цепи на постоянной величине, но не въ состояннн распределять сопротивление въ самихъ лампахъ такъ, чтобы оно оставалось въ нихъ одинаковымъ. Отъ этого и происходитъ то, что въ одной изъ лампъ разстояніе между углями делается слишкомъ малымъ и лампа начинаетъ горѣть тускло, тогда какъ въ другой это разстояніе переходитъ за нормальный предель и дуга делается слишкомъ длинной.

Это обстоятельство не позволяетъ включать последовательно такая лампы, которыя поддерживаютъ постоянной силу тока; такое включение возможно только въ томъ случае, когда механизмъ регулируетъ не силу тока, а разстояніе между концами углей или напряжение или, наконецъ, сопротивление вольтовой дуги. Въ такомъ случае во всехъ включенныхъ лампахъ будутъ одинаковыя дуги, а такъ какъ сила тока повсюду въ цепи должна быть одинаковою, то и количество энергии, поглощаемое каждой лампой, будетъ одинаковымъ.



Изъ трехъ перечисленныхъ средствъ, дающихъ возможность регулировать последовательно включенныя лампы, са- 147
присш>со-

МЫМЪ ПрОСТЫМЪ КАЖЕТСЯ ПЕРВОЕ, Т. Е., СОХранЕНИЕ НЕИЗМен- бленннзъдвухъ
наго разстоянія между концами углей, и самымъ труд- хр^нения^{дн} неиз-
нымъ второе. Казалось бы, что проще всего можно сохра-
нять разстояніе при помощи двухъ колець изъ огнеупорнаго унши.
вещества, надетьхъ на угли и удерживающихъ ихъ концы на
определенномъ разстояннн (рис. 147). Но дело въ томъ, что весьма трудно
найти такое вещество, которое бы не изменялось при громадной темпера-
туре вольтовой дуги; кроме того, нельзя поручиться, что концы углей
будутъ вполне правильно продвигаться въ отверстие колець, т. е., не бу-
дутъ ни застревать, ни высовываться слишкомъ далеко. Наконецъ, такое
приспособление отнимаетъ много света и тепла у дуги, чемъ значительно
уменьшается сила света у лампы.

Какъ увидимъ сейчасъ, нашли очень простой способъ поддерживать не-
изменнымъ разстояніе между концами углей, устранивъ при этомъ
вполне движение угольныхъ стержней. Это изобретение было пер-
вымъ решениемъ задачи о дробленнн электрическаго света.

Электрическая свеча. Если поставить два угля не другъ противъ
друга, какъ въ регуляторахъ, а параллельно, и устроить такъ, чтобы дуга
могла образоваться только между ихъ свободными концами, то мы полу-
чимъ приспособление, въ которомъ сохраняется разстояніе между концами
углей и вместе съ темъ устранено ихъ движение. Какъ ни простою ка-
жется идея такого приспособления, темъ не менее его выполнение въ рацио-
нальной форме стоило большаго труда. Изобретение такой электрической
свечи принадлежитъ известному русскому электротехнику Яблочкову,
который, такимъ образомъ, первый далъ возможность включать источники
света последовательно въ общую цепь.

Свеча Яблочкова состоит из двух угольных стержней (рис. 148), расположенных параллельно и разведенных гипсовой пластинкой. Последняя играет двойную роль, так как служит и для скрепления углей между собой и для изолировки, не позволяя вольтовой дуге образовываться между углями нигде, кроме верхних их концов. По мере того, как сверху угли обгорают, гипсовая пластинка плавится и испаряется, так что на конце свечи оконечности углей всегда выступают на несколько миллиметров поверх гипсовой изолировки.

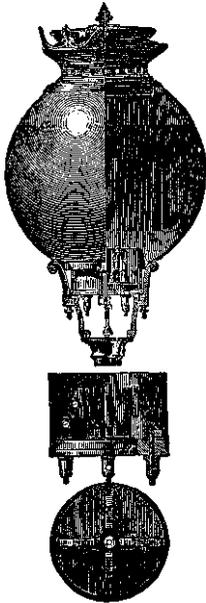
Для того, чтобы получать дугу, на конде свечи угольные острия соединены „запаломъ“, т. е., небольшим стерженьком из дурнопроводящаго материала, состоящаго из угольнаго порошка, смешаннаго съ какимъ либо клешмъ веществомъ. Когда пропускается токъ въ свечу, запаль сгорает и получается вольтова дуга.

Изобретение Яблочкова возбудило общее внимание къ себе и наделало много шума въ 1877 г., когда была устроена въ первый разъ установка для уличнаго освещенія на Avenue de l'Opera въ Париже. Всемирная выставка, открывшаяся въ следующемъ за темъ году, дала возможность многимъ электротехникамъ и предпринимателямъ познакомиться съ этимъ способомъ освещенія; можно сказать, что только съ этого времени действительно наступилъ периодъ развитія техническихъ примененій сильныхъ токовъ.

Теперь свечи Яблочкова уже устарели и почти вышли изъ употребленія. Причина этому заключается въ некоторыхъ свойственныхъ имъ недостаткахъ. Прежде всего следуетъ заметить, что оне требуютъ исключительно переменнаго тока, такъ какъ скорость сгорания положительнаго и отрицательнаго углей неодинакова и при постоянномъ токе необходимо было бы положительный уголь делать толще, чтобы сравнять скорости укорачиванія углей при горенія. Достигнуть одинаковой скорости горенія при помощи неодинаковыхъ размеровъ угольных стержней очень трудно, такъ какъ и при правильномъ расчете ихъ размеровъ невозможно предвидеть все обстоятельства, ускоряющія или замедляющія гореніе.

Яблочковъ поэтому пользовался для своихъ свечей переменнымъ токомъ, при которомъ полярность углей быстро меняется и этимъ достигалась одинаковая скорость горенія. Необходимость иметь переменный токъ, какъ мы видели выше, вызвала появленіе машины переменнаго тока Грамма; въ те времена машины переменнаго тока считали менее совершенными сравнительно съ машинами постояннаго тока, такъ какъ оне требовали особыхъ машинъ для возбужденія электромагнитовъ, а потому, хотя и не справедливо, ставили въ вину свечамъ то, что оне требуютъ переменнаго тока. Гораздо существеннее тотъ ихъ недостатокъ, что оне горятъ очень быстро, такъ что свеча средней величины сгораетъ почти въ два часа. Для восьмичасоваго горенія, приходилось помещать въ лампу по четыре свечи и устраивать самодействующій коммутаторъ для того, чтобы зажигать новую свечу взаменъ сгоревшей. Наконецъ существеннымъ недостаткомъ этой системы служить еще то обстоятельство, что въ случае, если погаснетъ одна изъ свечей, токъ прервется вполне и погаснутъ все остальные свечи, находящіяся въ той же цепи.

Дифференциальная лампа. Вскоре после Яблочкова Гейфнеръ-Альтернеку удалось построить такой регуляторъ, въ которомъ угли сближаются

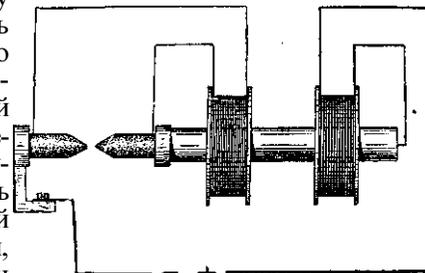


148. Свеча Яблочкова.

одинъ съ другимъ соответственно сгоранию, причеиъ каждая лампа горитт независимо отъ другихъ. Достигають этого, давая возможность лампе регулироваться всегда на одинаковое сопротивление вольтовой дуги. Если при такихъ лампахъ сила тока динамомашины поддерживается по стоянной, то въ каждой лампе будетъ также постоянно напряжение у вольтовой дуги и постоянно разстояние между концами углей.

Для этой цели лампа устраивается такимъ образомъ, что при увеличении напряжения угли стремятся сблизиться, а при увеличении силы тока — разойтись. Какъ это можетъ быть достигнуто, мы пояснимъ на следующемъ простомъ механизме, съ которымъ мы встретимся опять ниже въ усовершенствованной формѣ.

Одинъ уголь, рис. 149, закреплень неподвижно, а другой насаженъ на железномъ стержне. Около этого стержня расположены две катушки, изъ которыхъ задняя обмотана толстой проволокой. По этой катушке проходитъ главный токъ, т. е., тотъ, который производитъ вольтову дугу; для этой цели одинъ конешъ катушки соединень съ положительнымъ полюсомъ генератора тока, а другой — съ железнымъ стержнемъ. Такимъ образомъ токъ идетъ чрезъ катушку къ подвижному углю, оттуда чрезъ вольтову дугу въ неподвижный уголь и изъ послѣдняго въ генераторъ. Передняя катушка обмотана большимъ числомъ слоевъ тонкой проволоки; одинъ конешъ ея обмотки соединень съ подвижнымъ углемъ, а другой съ неподвижнымъ. Теперь, чемъ больше будетъ напряжение у вольтовой дуги, т. е., между концами углей или, что одно и то же, на концахъ обмотки второй катушки, темъ сильнее будетъ токъ, проходящій по этой катушке. Мы



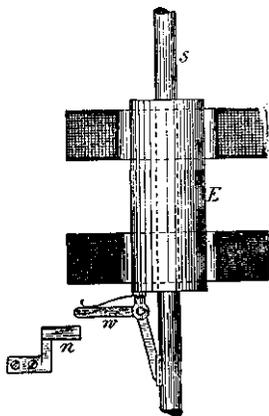
149. Принципъ дифференциальной лампы.

уже говорили выше, что катушка, по которой проходитъ токъ, стремится втянуть въ себя вставленный въ нее подвижной железный стержень. Такимъ образомъ задняя катушка, введенная въ главную цепь, будетъ стремиться двигать стержень направо, а катушка, введенная въ ответвление, налево.

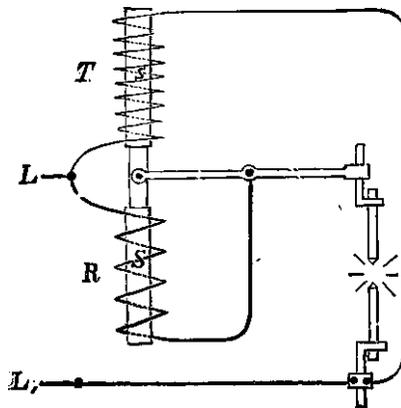
Представимъ себе, что угли соприкасаются, и пропустимъ чрезъ нихъ токъ. Такъ какъ между угольными остриями въ этотъ моментъ имеется только ничтожное сопротивление и, следовательно, нетъ почти никакого напряжения, то токъ въ катушке ответвления приблизительно равенъ нулю, а потому она не действуетъ на железный сердечникъ и катушка въ главной цепи тянетъ его направо. Вследствие этого угли расходятся, появляется вольтова дуга и напряжение у послѣдней начинаетъ возрастать съ увеличениемъ разстояния, между концами углей. При этомъ усиливается действие катушки въ ответвлении и, наконецъ, наступаетъ такой моментъ, когда действия атихъ катушекъ сравняются. Тогда катушка въ главной цепи не можетъ оттягивать железный стержень далее направо и послѣдний остается неподвижнымъ. Но скоро разстояние между углами увеличивается отъ обгорания и напряжение у вольтовой дуги возрастаетъ вместе съ усилениемъ действия катушки въ ответвлении, которое теперь пересиливаетъ действие катушки въ главной цепи и потому оттягиваетъ железный стержень влево до техъ поръ, пока напряжение не упадетъ до равенства действий обеихъ катушекъ.

Это применение двухъ катушекъ, одной въ главной цепи и другой въ ответвлении, действия которыхъ на железный стержень противоположны, дало поводъ назвать лампу дифференциальной. Если силу тока можно при-

нимать за постоянную, то идействие катушки въ главной цепи будетъ постоянно, т. е., она будетъ развивать постоянное противодействие и можетъ быть заменена грузомъ. Но если сила тока изменяется, то будетъ изменяться также и положение концовъ углей, при которомъ устанавливается равновесіе между действиемъ обеихъ катушекъ; такъ какъ у катушекъ действие возрастаетъ вместе съ силой тока въ ихъ обмоткахъ (у катушки въ главной цепи это будетъ сила главнаго тока, а у другой — величина, пропорциональная напряжению у вольтовой дуги), то наша лампа будетъ всегда регулироваться такъ, что сила главнаго тока и напряжение при равновесіи будутъ находиться въ постоянномъ отношеніи. Далее, такъ какъ отношение наинпряжения къ силе тока по закону Ома равно сопротивленію провода, напряжение и сила тока въ которомъ разсматриваются (здесь вольтова дуга), то это постоянное отношеніе равнозначно определенному сопротивленію, на какое устанавливаетъ вольтову дугу совокупное действие обеихъ катушекъ.



150. Принципъ электромагнитнаго спусковаго приспособленія.



151. Принципъ дифференціальной лампы Гефнера-Альтенека.

Если заменить катушку въ главной цепи грузомъ, то въ вольтовой дуге не было бы постояннаго сопротивленія, а достигалось бы только постоянное напряженіе у нея. Этимъ способомъ регулирования можно пользоваться при последовательномъ соединеніи лампъ, но онъ бываетъ пржгоденъ только при известныхъ условіяхъ; вообще же следуетъ предпочитать регулирование на постоянное сопротивленіе, т. е., применять катушку въ главной цепи. У этой катушки есть еще другая не маловажная цель: она раздвигаетъ угли при начале образованія вольтовой дуги.

Дифференціальныя лампы съ электромагнитнымъ спусковымъ приспособленіемъ. Познакомившись съ основаніями устройства дифференціальныхъ лампъ, намъ легко будетъ понять устройство различныхъ ихъ видовъ. Прежде всего, въ конструктивномъ отношеніи можно разделить ихъ на две группы: въ первой угледержатели двигаются двумя катушками по всей длинѣ ихъ пути, а во второй действие катушекъ ограничивается только короткими движеніями угледержателей, только регулирующимъ движеніемъ, тогда какъ сдвиганіе производится темъ, что стержень разобщается отъ регулирующаго механизма и опускается вследствие своего "веса", а затемъ, когда концы углей окажутся снова на томъ разстояніи, на какое производится регулированіе, стержень снова приходитъ въ прочное соединеніе съ регулирующимъ механизмомъ.

Примеромъ первой группы служить схематическое изображеніе лампы на рис. 149. Дадимъ подобное же изображеніе для второй группы. Корот-

кий железный сердечник *E*, рис. 150, который удерживается на весу противовесомъ, двигается вверхъ и внизъ двумя катушками. Онъ сделанъ полымъ, и черезъ него проходить съ легкимъ трениемъ угледержатель верхняго угля *s*. Подъ сердечникомъ расположенъ кольчатый рычагъ *w*, нижнее ИИлечо котораго прижимается пружиной къ угледержателю и темъ связываетъ его съ железнымъ сердечникомъ; легко видеть, что при этомъ описанное выше регулирование на постоянное сопротивление можетъ происходить. Чемъ больше угли обгораютъ, темъ нюке долженъ падать сердечникъ, чтобы поддерживать вольтову дугу при постоянномъ сопротивлении. Въ конце кондовъ онъ опустится настолько, что верхнее плечо коленчатаго рычага *w* упрется въ стопоръ *л*; если затемъ сердечникъ опустится еще немного, то коленчатый рычагъ будетъ отжать отъ угледержателя, и последний можетъ свободно падать — онъ разобьется. Вследствие этого вольтова дуга делается короче, напряжение понижается, и железный сердечникъ оттягивается кверху катушкой, введенной въ главную депь. Верхнее плечо коленчатаго рычага отходитъ отъ стопора, а другое его плечо опять прижимается къ угледержателю, и последний снова сцепляется съ сердечникомъ. Такое сдѣйствие было бы сравнительно несовершенно; описано оно здесь только для того, чтобы показать на простомъ примере, какъ действуетъ лампа съ разобщиениемъ.

Какъ видимъ, лампы съ разобщиениемъ представляютъ более сложные механизмы, и намъ следовало бы разсматривать ихъ после лампы другой группы. Однако уже первая дифференциальная лампа принадлежала къ этой группе лампъ съ разобщиениемъ, ИИ мы начнемъ со второй

группы, чтобы придерживаться принятому нами историческому пути изложения.

Эта первая примененная на практике дуговая лампа, при посредстве которой сделалось возможнымъ дробление электрическаго света, была изобретена Гефнеромъ-Альтенкомъ въ 1878 г. и применена первый разъ въ 1879 г. для освещенія пассажа въ Берлине во время берлинской промышленной выставки; это была первая установка, где одновременно действовали отъ одной машины несколько дуговыхъ лампъ.

Устройство лампы Гефнеръ-Альтенка мало отличается отъ общей формы, которую мы описали выше. Читатель можетъ видеть на рис. 153, что железный сердечникъ, двигаемый обеими катушками, соединяется съ верхнимъ угледержателемъ рычагомъ. Катушки соединены въ цепи такимъ же способомъ, какъ и ва рис. 149.

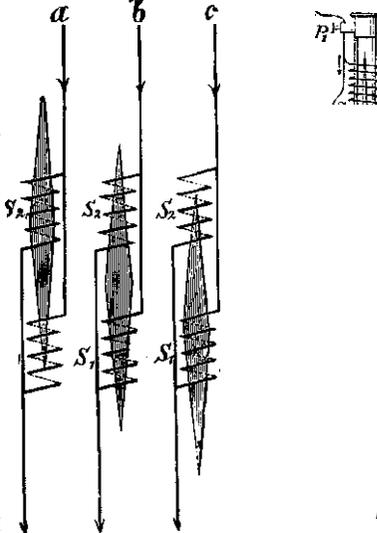
Посмотримъ теперь, какъ сообщается съ рычагомъ угледержатель. Верхний уголь вставляеть въ зубчатую рейку (рис. 154), которая сцѣшется съ

шестерней храпового колеса. Ось у обоих этих колесъ общая и закреплена на рычаге при помощи коленчатой ИИодвески. Пока храповое колесо свободно, можетъ свободно двигаться и зубчатая рейка; при вращении шестерни и храпового колеса она можетъ двигаться вверхъ и внизъ. Но за храповое колесо задеваетъ стопоръ, который при вращении колеса приходитъ въ качательное цвижение, а такъ какъ къ стопору прикреплень маятникъ, то у колеса, а следовательно и у зубчатой рейки движение можетъ быть только весьма замедленное; благодаря этому ири разобщении достигается медленное скольжение внизъ зубчатой рейки. Но если маятникъ задерживается какимъ-либо приспособлениемъ, то храповое колесо вращаться не можетъ и рейка остается безъ движения; при этомъ она скреплена съ колесомъ, а следовательно съ рычагомъ и железнымъ сердечникомъ. Маятникъ тормозится рычагомъ, который отходить отъ него ири определенномъ самомъ нижнемъ положении, и при этомъ получаютъ свободу двигаться маятникъ и вместе съ нимъ зубчатая рейка.

Итакъ лампа действуетъ следующимъ образомъ: — положимъ, сначала лампа находится въ бездействии, безъ тока. Подъ действиемъ веса угледержателя железный сердечникъ бываетъ поднять въ верхнюю катушку. Механизмъ, подвешенный на другомъ плече рычага, бываетъ опущенъ внизъ и притомъ настолько, что тормозной рычагъ отходить отъ маятника; рейка вследствие этого можетъ свободно опускаться. Она опускается до техъ поръ, пока верхний уголь не упрется въ нижний, и такимъ образомъ оба острия соприкоснутся. Пололшмъ, теперь пропустили въ лампу токъ. Верхняя катушка, введенная въ ответвление, вследствие незначительнаго сопротивления между концами углей получаетъ очень мало тока, действие катушки въ главной цепи пересиливаетъ, и железный сердечникъ оттягивается книзу, а храповое колесо поднимается къверху. При известномъ положении маятникъ упирается въ стопорный рычагъ, зубчатое колесо сообщается съ зубчатой рейкой, и последняя поднимается вместе съ колесомъ. Верхний уголь отходить отъ нишняго, появляется вольтова дуга, и она растягивается до техъ поръ, пока токъ въ катушке ответвления не возрастетъ настолько, что ея действие сравняется съ действиемъ катушки въ главной цепи. Теперь последняя катушка не можетъ больше удлинять вольтовой дуги. Угли обгораютъ, и вольтова дуга удлиняется; вследствие этого токъ въ катушке ответвления возрастаетъ, последняя начинаетъ действовать сильнее нижней ИИ втягиваетъ глубже въ себя сердечникъ. Такимъ образомъ угли начинаютъ спова сблшкаться и притомъ до техъ поръ, пока не установится опять равновесие между действиями катушекъ. Железный сердечникъ все больше вдвигается въ верхнюю катушку, а механизмъ, подвешенный на другомъ ИИлече рычага, опускается, пока не достигнетъ самой нижней точки. Здесь происходитъ разобщение зубчатой рейиш, и последняя свободно опускается внизъ; при этомъ вольтова дуга уменьшается, катушка ответвления получаетъ меньше тока, чемъ нужно для равновесия, и нижняя катушка оттягиваетъ сердечникъ книзу, пока не установится опять нормальное сопротивление. Итакъ механизмъ движется на небольшомъ пространстве около точки разобщения; зубчатое колесо опускается на некоторую долю миллиметра ниже этой точки и при этомъ освобождаетъ рейку; последняя понижается на очень небольшую длину, колесо снова возвращается на точку разобщения и рейка опять приходитъ въ сообщение съ нимъ. Такимъ образомъ маятникъ приходитъ въ движение чрезъ правильные промежутки времени, и рейка каждый разъ опускается на ИИебольшую длину.

Дифференциальная лампы съ непосредственной регулировкой. — Самая иростая дифференциальная лампа представлена на рис. 151, и читатель въ праве спросить, зачемъ применяютъ сложное устройство съ электро-

магнитным спусковым приспособлением, когда можно достячь более простым способом непосредственно передвижения углей двумя катушками. Причину этого следует искать в том обстоятельстве, что действие катушки на железный сердечник зависит не только от катушки, т. е. от числа витков и силы проходящего тока, но и от положения сердечника. Это действие делается тем слабее, чем ближе середина сердечника приближается к середине катушки. Вследствие этого отношение действий двух катушек на рис. 151 было бы не одинаково при нахождении середины стержня один раз в катушке главной цепи, а другой раз в катушке ответвления, и таким образом сопротивление в вольтовой дуге, достигаемое регулированием, увеличивалось бы по мере сгорания углей. Изменяемость действия катушки на втягиваемый железный сердечник устранили простым способом в 1880 г. Крицик, бывший тогда австрийским телеграфистом в Пильзене. Вместо цилиндрической формы он предложил сердечнику форму двойного конуса, так что его сердечник заостряется к обоим концам от середины, где сечение наибольшее. Действие катушки на такой сердечник остается приблизительно постоянным для всяких положений последнего, так что при помощи такого приспособления Крицику удалось устроить лампу, которая представляет собою без сомнения самую простую из всех дуговых ламп. Удалось ему найти и финансовую помощь для того, чтобы дать своей лампе практическое применение. Таким образом появилась лампа Крицика-Питте (Питте — имя его компаньона), которая называется также по месту своего происхождения пильзенской лампой. Дальнейших объяснений эта



« 155. Сердечник лампы

ных положений относительно двух катушек.

156. Превьющая форма лампы Крицика.

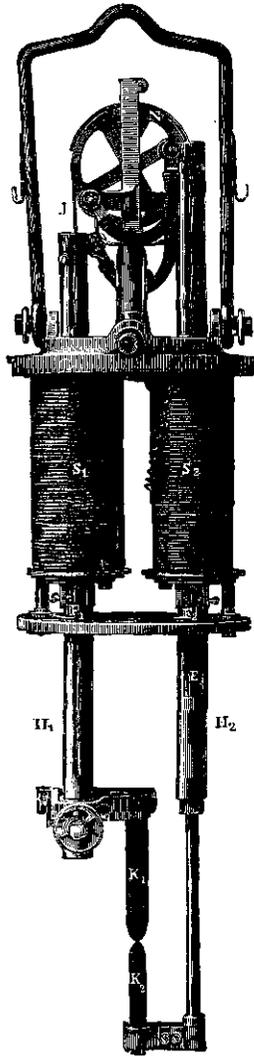
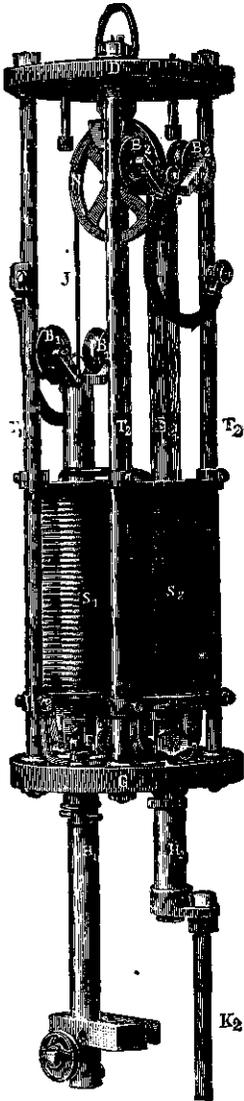
сказано о рис. 156. менение

ламп не требует; основание ее устройства достаточно выяснено тем, что было 151; единственное заключается в особой форме сердечника, который представлен на рис. 155. Здесь мы видим сердечник в трех различных положениях относительно двух втягивающих катушек; во всех трех положениях он находится в равновесии в зависимости от влияния сил токов в обеих катушках на положение равновесия; действие катушки делается независимым от положения сердечника, что конечно справедливо не в точности, но достаточно близко в практических пределах. Устройство лампы, представленное на рис. 156, понятно без всяких дальнейших объяснений. Железный сердечник в заочень в латунную трубку, скользящую между двумя роликами *гг*. К шогг прикреплена верхняя уголь *А*. Верхняя катушка *s* — есть катушка главной цепи, а нижняя *s₁* — катушка ответвления.

В этой форме у лампы один недостаток: она слишком длинна, что во многих случаях оказывается неудобным. Поэтому, когда выделкой этих ламп стала заниматься нюрнбергская фирма Шуккерта, она изменила ее устройство, разрезав сердечник в середине и соединив обе половины шнуром, перекинутым через блок, так что обе Юловпшш ока-

зываются висящими рядомъ, и катушки не стоятъ одна надъ другою. Это новое устройство показано на рис. 157 и 158.

§1 катушка главной цепи, 8% катушка ответвления. Латунная трубка, пропущенная сквозь катушку ответвления, показана на чертеже въ разрезе, позволяющемъ видеть конический железный сердечникъ. Такой же сердечникъ



157 и 158 Лампа Кришка; новая форма Шуккерта.

имеется и въ трубке, пропущенной сквозь §1. Токъ подводится къ углю по проводящимъ шпуркамъ, прикрепленнымъ къ верхш7И концамъ латунныхъ трубокъ. Къ трубкамъ прикреплены угледержатели, такъ что оба угля, какъ это легко понять, приходятъ въ движение при регулировании. Далее, благодаря различнымъ размерамъ углей, ИИижний сгораетъ почти такъ же быстро, какъ и верхний, что даетъ возможность сохранять светящуюся точку почти неподвижной, тогда какъ въ обеихъ ранее описанныхъ лампахъ она все время Июнижается.

Дуговые лампы съ одностороннимъ движениемъ.— Въ дифференциальныхъ лампахъ, какъ можно видеть въ несколькихъ главныхъ типахъ, уголь подшшается и опускается. Самымъ заметнымъ образомъ это двойное движение происходитъ въ лампе КриИИика, тогда какъ въ лампахъ со спусковымъ приишсоболениемъ подиимание и оиускание совершается на весьма ограниченномъ пространстве. Очень многия новыя лашиы действуютъ исключительно только опускаиениемъ угля для сблнжения углей по мере пхъ сгорания. Однако и въ зтихъ лампахъ необходимо для образования вольтовой дуги, чтобы угли, находящиеся въ самомъ начале въ соприкасании, яеьного разошлись одинъ отъ другого, т.-е. у всехъ

лампъ должно быть начальное

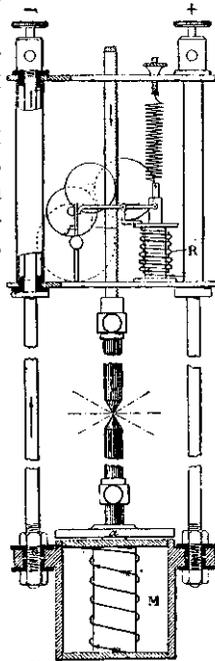
поднимание угля. Оно можетъ происходить, какъ действительное подишмабие для верхнихъ углей или отягивание вишзъ для нижнихъ или, иаконецъ, какъ то и другое вместе, когда въ движении участвуютъ оба угля. Такъ какъ это представляеть второстепеншше значение въ устройстве ламигт, разсматриваемой категории, то намъ нетъ надобности подразделять нхъ съ этож точки зрешя темъ более, что удобнымъ основаниемъ для подразделсиия является сиисобъ, какпмъ ИИрБИИзводится подталишвание или сблшкеиые углеии;

поэтому мы подразделим лампы с односторонним движением на такие, в которых угледержатель падает и задерживается, и на такие, в которых он действительно подталкивается.

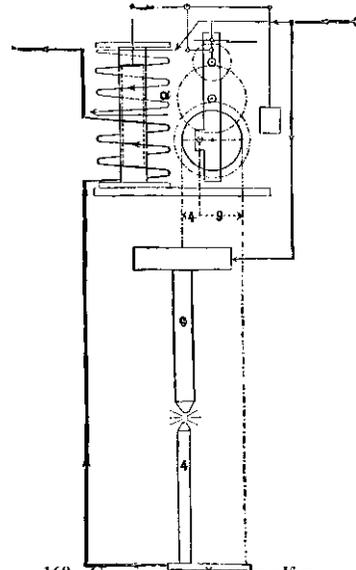
В лампах с односторонним движением не производится никакого движения вверх, за исключением только движения для начального образования вольтовой дуги; сближение углей в одних лампах начинается тогда, когда напряжение на углях, вследствие увеличения дуги, превышает некоторый предел в других тогда, когда сила тока, вследствие той же причины, станет меньше некоторой определенной величины. Поэтому как в тех, так и в других из этих ламп требуется только одна регулирующая катушка, которая в первой категории вводится в цепь, катушка отключения, а во второй—в главную цепь.

•Сначала рассмотрим лампы первого рода, лампы с ответвлением.

Простой и типичный пример подобных ламп представляет нам лампа Селлона (рис. 159). Верхний уголь прикреплен к зубчатой рейке, которая сцепляется с ведущим колесом и при своем опускании приводит его в движение. При посредстве передаточных колес это движение передается быстро вращающейся крылатке *f*, которая позволяет зубчатой рейке опускаться только с большою медленностью. В футляре, в котором заключен часовой механизм, находится маленькая катушка *R*, обмотанная тонкой проволокой и введенная в ответвление от вольтовой дуги. В нее опускается маленький сердечник, подвешенный вертикально на пружине. Чем больше будет напряжение у вольтовой дуги, тем сильнее будет действовать катушка на сердечник и тем глубже она втянет его в себя, преодолевая возрастающее противодействие пружины. Но с сердечником соединяется одно плечо маленького рычага, другое плечо которого задерживает крылатку до тех пор, пока при опускании сердечника оно не изогнется настолько, что крылатка освободится. Теперь легко понять действие частей лампы. Образуется вольтова дуга; сердечник, правда, уже втягивается в катушку, но не настолько, чтобы освободилась крылатка. Вольтова дуга удлиняется, и напряжение возрастает, сердечник входит в катушку еще глубже и, наконец, наступает такой момент, когда крылатка освобождается. При этом зубчатая рейка получает возможность опускаться. Вследствие этого напряжение у вольтовой дуги падает, сердечник действием пружины опять поднимается из катушки, и крылатка снова застопоривается плечом рычага. Таким образом зубчатая рейка освобождается на короткое время



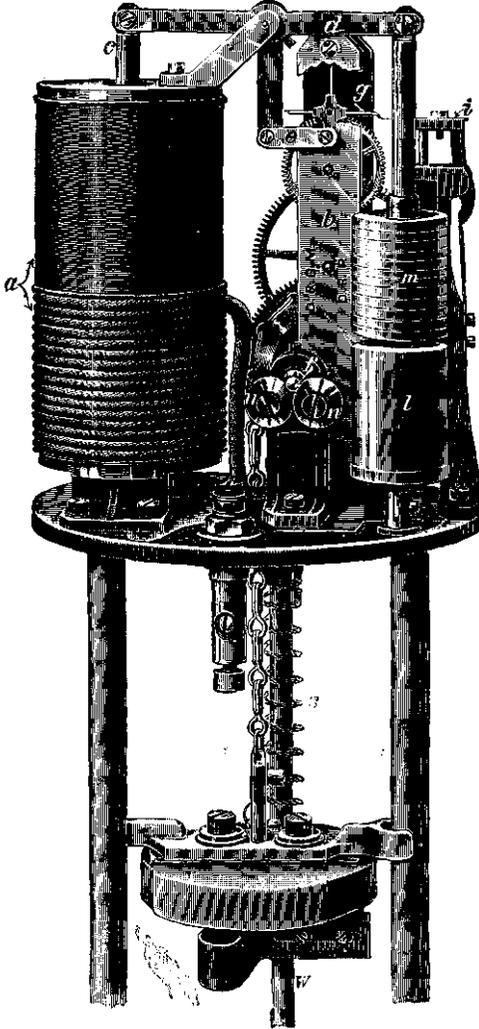
159. Лампа Селлона.



160. Схема дуговой лампы Керстинга и Матисена в Лейпциге.

времени и опускается соответственно обгоранию углей на некоторую длину миллиметра.

Но как возникает вольтова дуга в самом начале? Нижний уголь прикрепляется к стержню, который может быть оттянут вниз на несколько миллиметров. Для этой цели стержень опущен своим нижним концом во внутрь пустотелого сердечника и задерживается в своем



ИВ. Дуговая лампа Кертинга и Маттисена в лейпциге.

или меньшего втяжения сердечника *c*, перемещения которого передаются системе *B* через посредство рычага *d* и тягового стержня *e*. Самое нижнее колесо системы соединено с валом, через который перекинута цепь. На верхнем конце цепи висит верхний угледержатель, на нижнем ее конце — нижний, так что, когда большее колесо системы поворачивается в одну сторону, концы углей сближаются, а когда оно поворачивается в другую — концы углей расходятся.

Пока пружинка *δ* опирается в упор *z*, система колес *B* не может

верхнем положении пружины. Ток, выходящий из нижнего угля, пробегает по проволоочной обмотке около упомянутого сердечника и делает его электромагнитом. Над верхним полюсом этого магнита *M* прикреплен железный якорь *a*, который притягивается к нему в то мгновение, когда пропускается через угли ток, проходящий и через электромагнит; он в свою очередь оттягивает нижний угледержатель книзу и задерживает его в этом положении. Вследствие этого движения нижний уголь отходит от верхнего на несколько миллиметров, давая возможность образоваться вольтовой дуге.

Прикрепление разъединяющего угольные стержни электромагнита к нижнему углю имеет тот недостаток, что, имея несколько сантиметров в диаметре, он отбрасывает от себя тень. Кроме того лампа эта страдает тем недостатком, что светящаяся точка в ней не остается на месте, а постепенно опускается по мере сгорания углей. Мы опишем еще лампу Кертинга и Маттисена в Лейпциге, показанную на рис. 160 и 161. В этой дуговой лампе регулируется постоянно сопротивление вольтовой дуги. Регулирующий механизм состоит из двойной катушки *a*, соединенной с системой зубчатых колес *b*. Вся система может поворачиваться вокруг не-

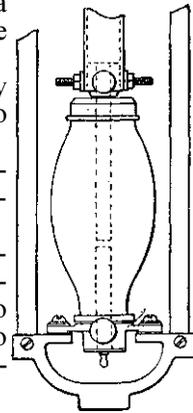
подвижной оси *f* и отклоняется вправо и влево под влиянием большого

получить еамостоятельнаго вращения и следует лишь за движениями сердечника *c*. Если при возникновении тока угли соприкасаются, то по катушке съ толстой проволокой (введенной въ главную цепь) проходит сильный токъ. Железный сердечникъ *c* оттягивается внизъ, заставляя этимъ рычагъ *B* съ системой колесъ отклониться вправо; отъ этого колеса системы несколько повернутся, цепь переместится. угли разойдутся, и образуется вольтова дуга. Постепенно вольтова дуга удлиняется, напряжение между концами углей возрастаетъ, и по верхней катушке съ тонкой проволокой (катушке отведвляя) проходит более сильный токъ. Сердечникъ *c* оттягивается вверхъ, вследствие чего рычагъ *B* отклоняется влево. Система колесъ поворачивается въ другую сторону, вследствие чего угли сближаются. Но скоро наступаетъ такой моментъ, когда система колесъ перестаетъ быть связанной съ рычагомъ; произойдетъ это, когда система настолько отклонится влево, что крылатка *d* освободится отъ опорнаго язычка *g*, благодаря чему прекращается задерживание вращения системы. Верхний угледержатель, благодаря перевесу, опускается, пока въ ближайший моментъ следующая лопасть крылатки не упрется въ язычекъ *и*.

Для смягчения регулирующихъ движений къ рычагу *d* приспособленъ воздушный тормозъ *I*, допускающий только медленные движения.

На поршень воздушнаго тормоза *I* надеваются тяжелыя пластинки *m*, отъ веса которыхъ зависитъ регулируемая длина вольтовой дуги.

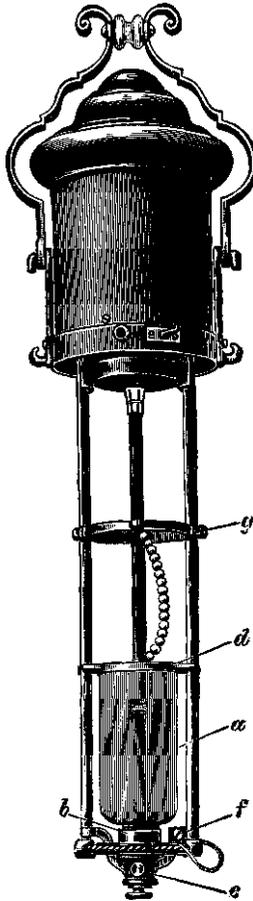
Лампы съ закрытой дугой. — Постепенное расходование углей въ дуговыхъ лампахъ обусловливается испарениемъ угля. Легко понять, что доведенный до белаго каления угольный паръ, смешиваясь съ окружающимъ его воздухомъ, окисляется кислородомъ последняго, т.е. сгораетъ, и темъ вызываетъ постепенный расходъ угля. Въ виду этого у многихъ являлась мысль заключать вольтову И62. Дуговая латпа



дугу въ лишенную кислорода атмосферу, которая не могла способъ ^bзанрывания бы поглощать угольный паръ и раскаленные частички угля; дуги. практическое осуществление этой идеи, казалось, встречало непреодолимыя трудности, ибо все считали необходимымъ заключить всю лампу въ прозрачный колпакъ, выкачавъ изъ него воздухъ или наполнивъ его какимъ-нибудь нейтральнымъ газомъ. Такое устройство, какъ легко понять, не могло дать желаемой выгоды. Практичный американецъ Джандусъ, иривильно взглянувипий на дело, преодолель трудности поразительно просто. Онъ помѣстилъ подь колпакъ не всю лампу, а только вольтову дугу. Вы-Июлнение этого кажется весьма затруднительнымъ, если принять ,во внимание желательную подвижность хотя бы одного верхняго угля, на самомъ же деле нетъ ничего проще этого достигнуть, какъ намъ и показываетъ рис. 162. Нижний ^голь иомещается въ слегка выпукломъ стеклянномъ сосуде, нижний конецъ котораго герметически закрытъ. Верхний, открытый конецъ закрывается крышкой съ центральнымъ отверстиемъ, сквозь которое пропускается верхний уголь. Остается однако зазоръ между верхнимъ углемъ и краями отверстия, но этотъ доступъ во внутрь сосуда не вредить делу, какъ мы это сейчасъ увидимъ.

При возникновении вольтовой дуги кислородъ, имеющийся въ сосуде, прежде всего дастъ въ соединении съ углемъ угольную кислоту, которая въ смеси съ азотомъ воздуха образуетъ внутри сосуда нейтральную атмосферу. Черезъ имеющийся зазоръ, правда, происходитъ обменъ нейтральнаго газа съ наружнымъ воздухомъ, но, благодаря узости этого зазора, настолько

медленно и въ столь незначительномъ размере, что притокъ кислорода къ вольтовой дуге едва ощутимъ. Здесь вольтова дува горитъ уже действительно все время въ нейтральной атмосфере. При этомъ наблюдаются явления, отличающіяся отъ таковыхъ при свободно горящей вольтовой дуге. Прежде всего концы углей не принимаютъ при сгорании характернаго вида, показаннаго на рис. 143, но сгораютъ почти совершенно параллельными слоями. Кратеръ верхняго угля превращается здесь въ незначительную вогнутость, остріе же нижняго угля — лишь въ легкую возвышенность. Закрытую воль-



тову дугу можно сдѣлать въ 4 или 5 разъ длиннее свободной вольтовой дуги, и темъ не менее она продолжаетъ гореть спокойно. Этимъ обстоятельствомъ пользуются, потому что оно приноситъ, во-первыхъ, ту выгоду, что, повысивъ напряжение до 80 вольтъ, вместо 40—45 вольтъ не мигающей свободной дуги, позволяеть темъ самымъ ослабить силу тока почти вдвое; во-вторыхъ, благодаря большому раздвижению углей, достигается менее затруднительный выходъ для световыхъ лучей и более равномерное распределение интенсивности света. Къ этому присоединяется еще значительная выгода, вызываемая более экономичнымъ сгораниемъ углей, благодаря тому, что они не подвергаются действию кислорода; такъ что пара углей, сгорающая при свободной дуге въ течение 10—12 часовъ, при закрытой дуге горитъ до 200 часовъ, т.-е. продолжительность горения въ последнемъ случае равна столышмъ неделямъ, сколышмъ днямъ она соответствуетъ въ первомъ случае. Говоря о выгодахъ этой лампы, нельзя не упомянуть и о ея недостаткахъ. Во-первыхъ, она не такъ экономична, какъ лампа со свободной дугой, — относительная производительность ея достигаетъ лишь $\frac{3}{4}$ производительности последней; во-вторыхъ, светъ ея не такъ чистъ и спокоенъ, какъ у лампы со свободной дугой. Имеется, однако, масса случаевъ, когда эти недостатки отступаютъ на второй планъ передъ выгодою продолжительности горения, напримеръ, когда дело касается освещенія рабочихъ площадей, верфей, гаваней и т. д., где качество света не имеетъ решающаго значенія, но где требуется непрерывное освещеніе съ вечера до утра, безъ возобновленія углей.

Въ Соединенныхъ

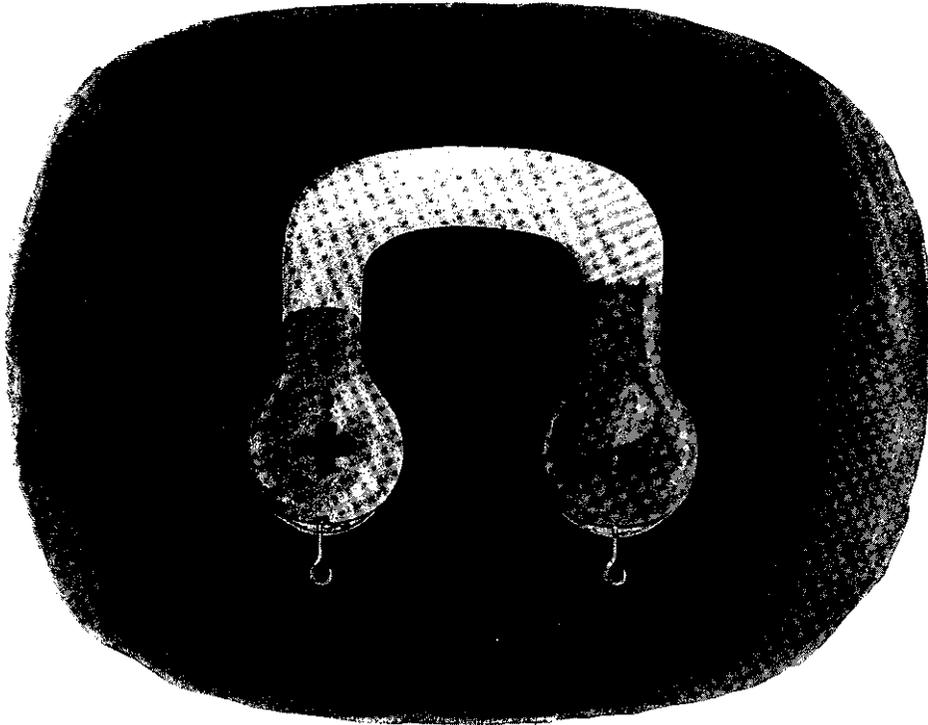
Штатахъ, где вследствие вы-

Ибз лампа съ закрытой ду- сокой заработной платы очень строго относятся къ
гой Кертинга и Матисена
въ лейпциге.

увеличешо числа рабочихъ рукъ и не ценятъ оооенно
электрической энергии, лампа съ закрытой дугой быстро
получила права гражданства (практическое осуществленіе она получила въ 1894
году) и достигла широкаго распространенія; въ Германіи тоже оценили про-
должительность ея горенія, и гермаискія фабрики дуговыхъ лампъ занялись
уже ИИроизводствомъ лампъ съ закрытой дугой. На рис. 163 изображена такая
лампа фирмы „Кертингъ и Матисень“. Больше разьяснять намъ кажется
нечего. Прибавимъ лишь одно замечаніе: лампы съ закрытой дугой очень
чувствительны къ доброкачественности углей, если отъ нихъ желаютъ полу-
чать чистый и ровный светъ; американцы до сихъ поръ пользуются для
своихъ лампъ немецкимъ и австрийскимъ углемъ, ибо ихъ местный продуктъ
не годится для этихъ лампъ.

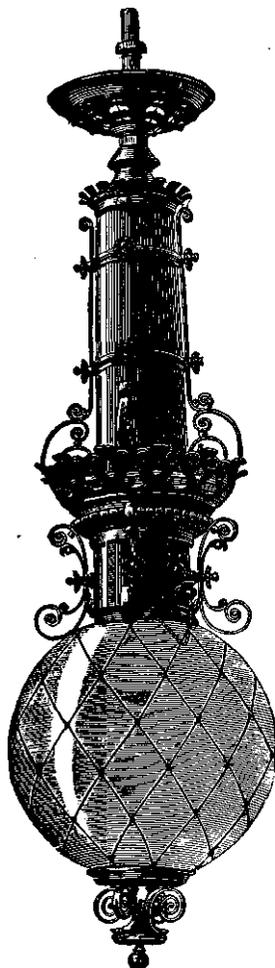
Ртутная лампа Аронса. — Мы считаемъ необходимымъ упомянуть еще объ одномъ виде дуговой, лампы, совершенно отличномъ отъ описанныхъ до сихъ поръ. Эта лампа не имеетъ ни регулирующаго механизма, ни угольныхъ электродовъ; въ ней вольтова дуга возникаетъ между двумя ртутными столбиками. Эта замечательная лампа изобретена д-мъ Аронсомъ; мы посвятимъ ей несколько словъ, хотя она до сихъ поръ не приобрела практическаго значенія.

Представленная на рис. 164 лампа состоитъ изъ U-образно согнутой трубки, концы которой несколько расширены и закрыты. Въ оба доньшка впаяны платиновыя проволоки, проводящія токъ въ находящуюся внутри трубки ртуть. Въ стеклянномъ сосуде находится столько ртути, что ею



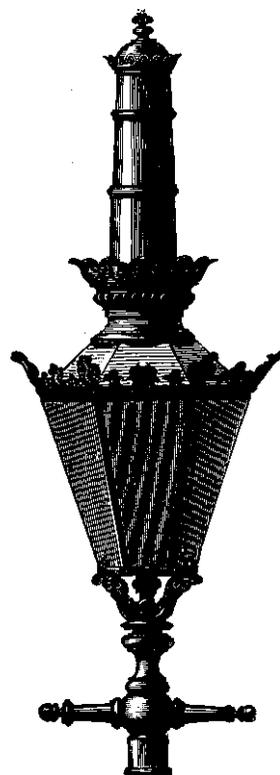
164. Лампа Аронса.

почти заполняются ооа колена трубки, если ее обернуть концами внизъ. При помощи ртутнаго насоса, съ которымъ читатель познакомится ближе при описании производства калильныхъ лампъ, изъ сосуда выкачивается воздухъ. Если соединить платиновыя провода съ полюсами генератора тока и встряхнуть лампу, чтобы получить на мгновение, благодаря соприкосновению ртутныхъ столбиковъ, замкнутую цепь, то между ртутными поверхностями образуется вольтова дуга, заиолняющая все свободное пространство въ стеклянномъ сосуде. Получившаяся дуга не имеетъ той интенсивности блеска, которою обладаетъ дуга между угольными остриями, она даетъ матовый молочный светъ, подобный свету млечнаго пути, тольш немного более сильный, почти равномерный ва протяжеиии около $\frac{2}{3}$ всей длины, считая отъ положительнаго полюса, и Игереходящий около отрицательнаго полюса въ рядъ светлыхъ и темныхъ полосокъ, безпокойпо меняющихъ свое положееи надъ отрицательною поверхностью ртути. Если внимательно присмотреться



165. Паружный футляръ для дуговыхъ лампъ.

166. Лампа съ футляромъ и копкакомъ.



167. Фонарь для дуговой лампы.

къ обѣимъ поверхностямъ ртути, то можно замѣтить, что положительная поверхность остается гладкой, отрицательная же, подобно кигощей жидкости, покрыта рядомъ мелкихъ, быстро сменяющихся волнъ.

Въ вольтовой дугѣ, между угольными электродами, положительный электродъ испаряется на своей поверхности, причемъ этотъ паръ переносится къ отрицательному электроду и осаждается на немъ. Благодаря такому же явлению ртуть леваго конца переходитъ постепенно въ правый. Когда последний заполнится до верху ртутью, то она въ видѣ капель переливается черезъ колено обратно въ левый конецъ; вследствие этого убыль испарившейся ртути положительнаго электрода сама собою восполняется, такъ что оба электрода возобновляются сами собою, причемъ электродный материалъ не расходуется.

Температура вольтовой дуги очень высока, такъ что платина въ средней ея части плавится; темъ не менее стеклянный сосудъ не нагревается чрез-

мерно, не больше чемъ, напримеръ, въ большихъ калильныхъ лампахъ. Напряжение между электродами меньше, чемъ въ вольтовой дуге между углями; для очень короткой дуги ртутной лампы оно круглымъ счетомъ равно 21 вольту, увеличиваясь для каждыхъ 20 см. длины дуги на 13,3 вольта, такъ что напряжению въ 40—50 вольтъ будетъ соответствовать длина дуги въ 30—40 см.

Благодаря этому можно растягивать длину дуги ртутной лампы, не достигая опаснаго напряжения. Наибольшья длина дуги, достигавшаяся д-мъ Аронсомъ, равняла^ь $\frac{3}{4}$ метра.

Что касается мощности лампы, т.-е. отношения между сялоу света и затратой электрической энергии, то пока по этому вопросу недостаеь еще точныхъ данныхъ. Нельзя пройти молчаниемъ следующий недостатокъ ртутной лампы; ея светъ богатъ синими и зелеными лучами, но беденъ красными лучами, такъ что все красные цвета кажутся мутновато-коричневыми.

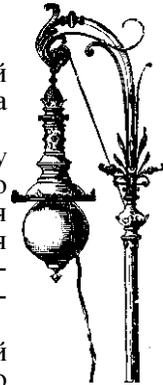
Закрытие и подвешивание дуговыхъ лампъ.—Нежный механизмъ дуговыхъ лампъ требуетъ прикрытiя, безъ чего лампы скоро портятся бы отъ пыли, сырости и механическихъ влияний. Поэтому регулирующий механизмъ прикрываютъ футляромъ изъ листового железа, который легко можно сьимать для осмотра лампы. На рис. 165 и 166 показаны такие футляры для дифференциальной лампы Сименса и Гальске.

Такъ какъ светъ неприкрытой дуговой лампы оказывается слишкомъ яркимъ, то въ большинствѣ случаевъ вольтову дугу закрываютъ еще въ стеклянный колпакъ, который прежде делали изъ матоваго стекла, а теперь для этого берутъ обыкновенно опаловое стекло, т.-е. стеклянную массу, которая делается полупрозрачной примешиваниемъ непрозрачныхъ составныхъ частей. Такое полупрозрачное стекло рассеиваетъ светъ вольтовой дуги, такъ что онъ кажется исходящимъ не изъ одной яркой точки, а изъ большой поверхности.

Для освещенiя свободныхъ площадей требуется светъ, безпрепятственно распространяющийся во все стороны, и тогда применяютъ фонарь, какъ на рис. 167, который ставится наверху желзнаго столба.

Прилагалось много старанiя придать фонарю дуговой лампы красивую для глазъ форму, и художники создали много требуемыхъ формъ, но до сихъ поръ не удалось придать этимъ фонарямъ действительно художественную форму, и дуговая лампа все еще сохраняетъ свой неизящный видъ. Цилиндрический футляръ, въ которомъ помещается регулирующий механизмъ, не позволяетъ свободно распоряжаться формой, а потому въ большинствѣ случаевъ приходится довольствоваться темъ, что около этой „трубы“ делаютъ какое-нибудь прикрашенное прикрытiе и темъ несколько скрываютъ ея некрасивую форму.

Дуговую лампу приходится отъ времени до времени снабжать новыми углями; если она подвешивается неподвижно, то приходится подниматься къ ней по лестнице, что не всегда возможно. Поэтому лучше всего подвешивать ее такъ, чтобы можно было опускать ее и заправлять съ земли. Обыкновенно подвешиваютъ лампу на тонкомъ проволочномъ канатѣ, который проходитъ черезъ расположенный сверху блокъ:

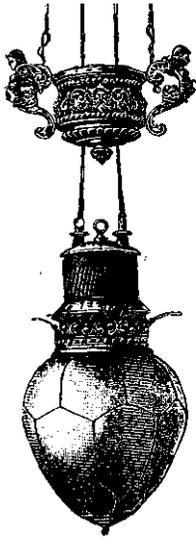


168. фонарный столбъ съ подъемомъ для дуговой лампы.

тогда для поднимания и опускания лампы служить подъешший воротъ. Свободные концы проводовъ берутъ такой длины, чтобы они доставали до лампы при ея поднимании. Примеръ этого представлень на рис. 168, где изображень фонарный столбъ для уличнаго освещения. У такого художественно отделаннаго столба воротъ для подъема лампы располагается въ его нижнемъ концѣ. Проволочный канатъ проходить по пустотелому столбу кверху чрезъ блокъ, укрепленный на кронштейне столба. Проводъ выходитъ изъ столба сбоку; легко видеть, что лампу можно спускать до желеажой высоты.



Мы приводимъ рисунокъ этого столба въ виде примера, потому что здесь проявляется недостатокъ художественности такого способа проводки тока въ противоположность изяществу столба. Тамъ, где приходится заботиться главнымъ образомъ о дешевизне въ соединении съ надежностью, какъ напр. на фабрике, этотъ недостатокъ не представляеть большого значения. Но тамъ, где надо принимать въ соображение художественно скомбинированную совокупность. неэластичные проводы, некрасиво висящие, паходятся въ эстетическомъ противоречии съ целымъ.



водкой тока
подвесный шнуръ

Поэтому для проводки тока пытались пользоваться поддерживающимъ проволочнымъ канатомъ, для чего потребовалось два такихъ каната. Отсюда было уже недалеко до того, чтобы переишнуть чрезъ металлические блоки оба каната, сделанные изъ медныхъ проволокъ, и такъ соединить ихъ съ лампой, чтобы противовесъ поддерживалъ лампу въ равновесии на какой угодно высоте, какъ мы можемъ видеть это на нашихъ подъемныхъ керосиновыхъ лампахъ. Оба блока соединяются чрезъ свои оси съ неподвюкными проводами и такимъ образомъ служатъ для проводки тока въ медные канаты и дальте въ лампу. Такое подвешивание показано на рис. 169.

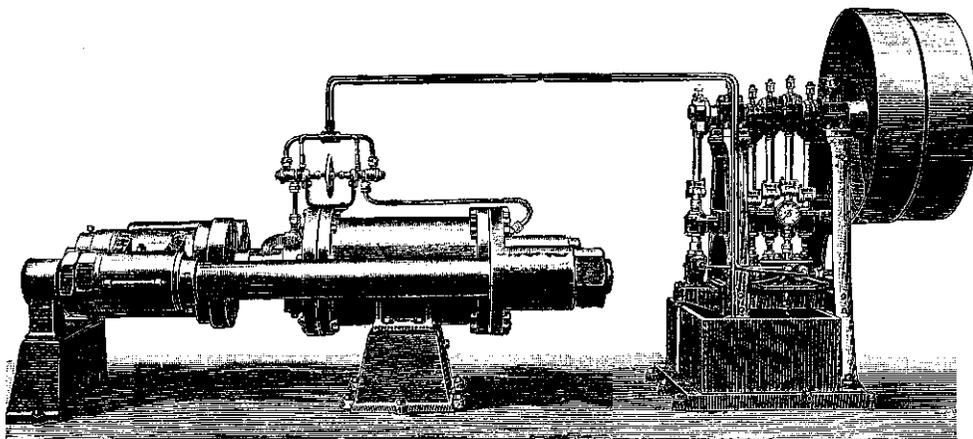
Выделка углей для дуговыхъ лампъ. — Въ те времена, когда электрический светъ былъ редкостью и служилъ только для случайныхъ демонстрирований, угольные палочки, какія употребляются въ дуговыхъ лампахъ, вырезались изъ ретортнаго угля. Но этотъ материалъ доставляетъ только короткия палочки, такъ какъ онъ получается въ виде тонкихъ неправильныхъ пластинъ; кроме того его трудно обрабатывать, и онъ содержитъ примеси, которыя делаютъ горение неровнымъ. Впоследствии спросъ на этотъ материалъ быстро возросъ (теперь горитъ ежедневно более миллиона дуговыхъ лампъ), а потому ретортнаго угля ыс стало хватать, такъ какъ куски, изъ которыхъ можно прямо вырезать палочки, приходится отбирать изъ продукта газовыхъ ретортъ, причемъ много теряется на отбросъ. Поэтому явилась необходимость готовить массу для углей искусственно и формовать ихъ изъ нея. Вследствие этого шзникло приготовление искусственныхъ электрическихъ углей, изобретенное этимъ способомъ почти исключительно и получаютъ теперь для дуговыхъ лампъ. Смолотый ретортный графитъ, составляющй аое вещество для приготовления углей, при помощи надлежащихъ примесеи обращается въ пластичную массу, изъ которой механически формуются и^глыя палочииш. При помощи накаливания придають мягкимъ

•^очишмъ таердость и прочность.

братъ ^{ЕВг} \ ^{но^}акомиться съ производствомъ такихъ углей, выберемъ заводъ въ Сименсовъ и К° въ Шарлоттенбурге. Названный заводъ, самый

старый и самый большой по этой отрасли промышленности, приобрелъ себе известность введеніемъ въ употребленіе углей съ фитилемъ, которые онъ первый началъ выдѣлывать. Онъ производитъ ежегодно около 600000 килограммовъ углей для дуговыхъ лампъ, которые расходятся во все части света.

Главную составную частью углей служитъ ретортный уголь, который, какъ было раньше сказано, выделяется изъ светильнаго газа на раскаленныхъ стенкахъ газовыхъ ретортъ. Этотъ продуктъ совсемъ не однороденъ, и его приходится тщательно сортировать, чтобы выбрать для выделки углей только годные, не загрязненные куски. Ихъ сначала чистятъ въ ручную, а затемъ механически обрабатываютъ въ крупный йоршонокъ; далее на мельнице особаго устройства мелютъ его въ мелкую муку, которую, после прибавки сажи и газовой смолы, перерабатываютъ на особой магаине въ довольно пластичную массу. Затемъ это вещество обрабатывается месильной машиной и образуетъ тогда однородную, мало вязкую при обыкновенномъ давленіи массу, которая становится пластичной только при большомъ давленіи.



170. Прессъ для углей дуговыхъ лампъ.

Изъ этого материала и отпрессовываются угольные палочки; первоначально этотъ продуктъ производился при сравнительно небольшомъ давленіи, а теперь для формованія углей требуется прессованіе въ несколько сотенъ атмосферъ. Такое высокое давленіе лучше всего можно получить при помощи гидравлическаго пресси, который сдавливаніемъ придаетъ массе пластичность и выдавливаетъ ее изъ выпускнаго отверстия въ видѣ круглой колбасы. Такой механизмъ изображенъ на рис. 170; это прессъ для углей вместе съ насосомъ для развитія давленія.

Прессъ состоитъ изъ двухъ цилиндровъ, изъ которыхъ большій, расположенный направо, водяной цилиндръ, служитъ для движенія пресси поршня давленіемъ воды, а другой принимаетъ спрессируемую массу, которая прессируется поршнемъ, двигающимся въ цилиндрѣ назадъ и впередъ, выпрессовывается на другомъ концѣ изъ мунштука въ видѣ круглой колбасы. Этотъ массивный цилиндръ поддерживается двумя толстыми стержнями, связывающими оба цилиндра, и можетъ поворачиваться около задняго, когда нужно ввести въ него массу. Противовѣсъ, который на рисункѣ представляется, какъ второй цилиндръ, находящийся позади массивнаго цилиндра, даетъ возможность поднимать безъ большаго усилія массивный цилиндръ за имеющуюся на передней сторонѣ ручку и поворачивать его.

Вода, нагнетаемая насосомъ, можетъ попадать при помощи золотниковаго привода сьереди и сзади поршня водяного цилиндра, и вследствие этого прес-совой поршень двигается впередъ и назадъ.

Для выдавливания массы въ палочкн массовый цилиндръ наполняется вышеупомянутой смесью. Для этой цели изъ массы сначала выдѣлываютъ толстый цилиндръ, который точно приходится по диаметру цилиндра прессы, чтобы :Ю возможности устранить доступъ въ цилиндръ воздуха, который могъ бы оказывать вредное действие.

Для выделки этихъ цилиндровъ изъ массы служитъ изображенная на рис. 171 штамповальная машина, которая состоитъ изъ формы, образуемой двумя полуцилиндрами, и изъ толчеи, которая приводится въ движение наподобие фрикционнаго молота. Массу кладутъ въ форму постепенно и въ небольшомъ количестве, плотно утрамбовывая ее толчей; затемъ форму открываютъ и вынимаютъ угольный цилиндръ, который вкладываютъ въ цилиндръ прессы.

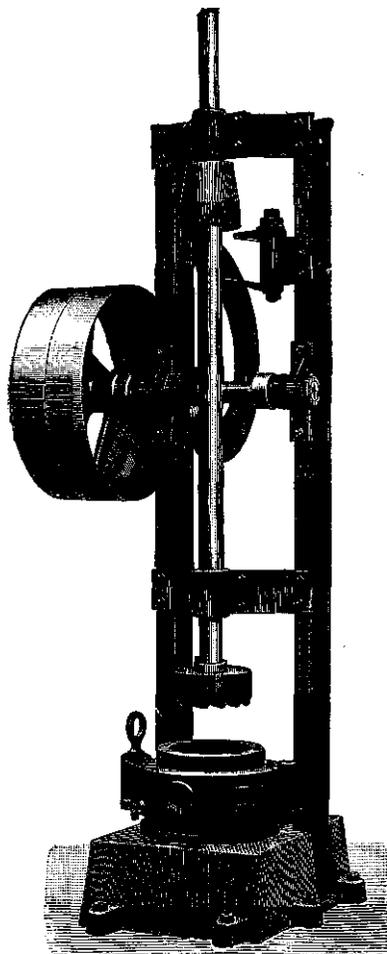
Поставивъ массовый цилиндръ передъ прессомъ, приводятъ въ действие насосъ; прессовой поршень выдвигается, входитъ въ массовый цилиндръ и выдавливаетъ изъ круглаго отверстия массу, делающуюся при известномъ давлении несколько влажной, такъ что она выходитъ въ виде длиннаго Иирямого стержня. Какъ только последний достигнетъ надлежащей длины, около одного метра, его отламываютъ и откатываютъ по наклонной доске стола, который надо поставить себе стоящимъ слева отъ прессы, къ другимъ уже готовымъ угольнымъ палочкамъ.

Выдавливание угольныхъ палочекъ продолжается непрерывно до техъ поръ, пока не будетъ выдавленъ весь вложенный цилиндръ, а затемъ массовый цилиндръ вычищается и заполняется снова.

Собранная палочка разрезается тонкимъ длиннымъ ножомъ на куски желаемого размера, связываются въ пучки въ определенномъ числѣ и кладутся въ угольномъ порошокѣ въ печи для обжигания. Последнее имеетъ целью придать углямъ необходимую твердость: газовая смола массы

разлагается при калильномъ лире, ея углеводороды распадаются на водородъ и углеродъ, изъ которыхъ первый выделяется, а второй осаждается въ виде графитобразной массы и связываетъ между собой мелкия частицы ретортнаго графита.

Обжигание производится въ кольцеобразной печи со множествомъ камеръ, которыя бываютъ въ действии попеременно, одна за другой, такъ что первыя въ ряду наполняются пачками углей, следующие уже нагреваются, дальнешия бываютъ въ полномъ жару, а послѣдняя оставляются остывать или уже распадаются. РИагревание производится газомъ.



171. Машина для предварительнаго штампования.

По окончании обжигания углей их вышмают, распаковывают и сначала испытывают, не изогнулись ли они; для этого позволяют им катиться по наклонной железной плите. Если какая-либо палочка оказывается очень сильно изогнутой, то она не может катиться и тем сразу обнаруживает свой недостаток. При незначительном искривлении она не теряет способности катиться, но на конце плиты ей приходится проходить еще чрез пробное отверстие, которое образует железная линейка, расположенная параллельно плите. Щель между плитой и нижней кромкой линейки делается как раз такой ширины, какой должен быть диаметр у угольных палочек, а так как у кривой палочки концы или середина должны несколько переходить за этот размер, то она не может прокатиться чрез отверстие и задержится линейкой; ее отбрасывают и подвергают снова перемальванию.

Палочки, выдержавшие испытание, опиливаются на шлифовальном камне плоско с нижнего конца и на конус с верхнего, после чего они готовы для употребления. Они запаковываются в пачки по счету и затем рассылаются по местам назначения.

Нам остается теперь описать еще, как выделяются угли с фитилем. Они представляют собою угольные палочки с более мягким центральным сердечником или фитилем, как чаще выражаются. Этим имеют в виду сделать обгорание углей равномерным во все стороны и устранить вредное перебегание вольтовой дуги с одной стороны на другую, имеющее место при неравномерном обгорании. Выделка углей бывает такая же, какую мы уже описали, БО только палочка при выдавливании снабжается центральным отверстием, которое получается при помощи центрального шпеленка, вставленного в отверстие мундштука прессы.

„Фитиль“ вставляется после обжигания. Для этого служит небольшой ручной пресс; в его выпускное отверстие вставляется трубкообразный уголь и вращением колеса наполняется массой фитиля пока последняя не выступит на другом конце. Затем уголь поступает в сушильню, где нагреванием удаляются из фитиля влажные составные части; по выходе из сушильщи угли готовы для употребления.

Способы производства углей для дуговых ламп на всех заводах одинаковы с описанным здесь; различия заключаются не столько в способе выделки, сколько в выборе и приготовлении материала и его обработке прессом и при обжигании. Эти особенности выработаны самими заводами и, конечно, удерживаются ими в секрете.

Калильные лампы.

Очерк развития ламп накаливания. — Тепловое действие тока дает второй способ получения света электрическим путем, а именно — нагреванием твердого тела при помощи тока до каления. Мысль таким способом пользоваться электрическим током для освещения появилась еще в 1838 г., когда Жобарь в Брюсселе предложил доводить током до каления и свечения тонкую угольную палочку в безвоздушном пространстве. Первый осуществил эту мысль его ученик, горный инженер де-Шанжи, который устроил такую лампу накаливания с палочкой из ретортного угля (другого тогда еще не знали). Это было в начале сороковых годов. Еще раньше Грове (в 1840 г.) устроил ужс лампу накаливания, в которой накаливаемым телом служила платиновая проволока; ее можно считать за нервую лампу накаливания. В 184-5 г. выступили Штарр и Кинг, которые кроме платиновой проволоки приюещили также палочки из ретортного угля. В 1859 г. ИИроф. Фермер осветил, как он сам утверждает,

свой домъ въ Ньюпорте 42 лампами накаливания и такимъ образомъ устроилъ первую домашнюю установку электрическаго освещения. Приблизительно въ это же время (въ 1858 г.) де-Шанжи снова принялся за свои исследования и иолучилъ привилегию на свою платиновую лампу накаливания. По докладу его учителя Жобара французская Академия назначила комиссию подъ председательствомъ Депрэ для испытанія изобретения. Но такъ какъ де-Шанжи не хотель сообщить подробныхъ сведений о лампе, потому что ему не была еще выдана привилегия, то Депрэ объявилъ, что де-Шанжи, откачываясь съ корыстными целями отъ обнаруженія своего изобретения, лишается права на званіе ученаго, и Академия прекратила дальнейшій сношенія съ нимъ. Де-Шанжи вследствие такого суроваго приговора отказался отъ всего дела, и только 20 леть спустя ему удалось доказать, что онъ былъ на верной дороге.

Надо впрочемъ заметить, что лампы накаливания могли развиваться только медленно, если бы даже и продолжались начатые исследования. Для ихъ роста недоставало источника жизни всякихъ изобретевій, уверенности въ практической применимости и выгоде. Пока имелись въ распоряженіи только гальванические элементы, лампами накаливания, какъ и дуговыми лампами, можно было пользоваться только для научнаго демонстрированія или, въ исключительныхъ случаяхъ, въ виде курьеза. Съ изобретениемъ и распространениемъ динамомашишъ изобретатели получили новый толчекъ совершенствовать освещение накаливаниемъ для пракческаго применения, иричемъ на первомъ месте стояла задача о дробленіи элетрическаго света, которая заставляла электротехниковъ пуститься по старой дороге для достиженія искомой цели.

Въ 1873 г. пытался устроить лампы накаливания русский изобретатель Лодыгинъ, причемъ къ нему присоединились для этихъ исследований два другихъ нашихъ соотечественника Коннъ и Булыгинъ.

Все эти изследованія не привели однако къ новымъ практическимъ результатамъ. Впрочемъ они доказали, что уголь — самое подходящее вещество для накаливания, а применение этого вещества естественно привело къ тому, что накаливаемое тело стали помещать въ безвоздушномъ пространстве для устранения перегоранія. Въ этомъ и заключаются основныя особенности современныхъ лампъ накаливания, а потому описываемую работу изобретателей следуетъ признать за имеющую основное значеніе. За нею последовало приспособленіе лампъ накаливания къ практическому применению. Не следуетъ ставить слишкомъ низко и эту заключительную работу; надо только признать, что освещение накаливаниемъ изобретено уже давно и благодаря прежнимъ изобретениямъ оно стало быстро распространяться съ коьца семидесятыхъ годовъ. Теперь разсмотримъ вкратце, какъ развивалась эта вторая часть изобретения, приспособленіе лампъ накаливания для пракческаго пользования.

Полученіе слабыхъ источниковъ света при помощи дуговыхъ дугъ оказалось невозможнымъ. Поэтому ухватились за накаливаніе токомъ твердыхъ проводниковъ и пытались получить такимъ образомъ требующіяся небольшія электрическія лампы. Въ конце семидесятыхъ годовъ за это дело принялись съ несколькихъ сторонъ въ Америке и Англии. Оно приобрело большую популярность и слухъ, что кто-либо стремится достигнуть дробленія электрическаго света чрезъ освещение накаливаниемъ, побуждалъ заняться темъ же второго изследователя, третьяго и т. д. Такъ какъ эту задачу пытались разрешить несколькими путями, то трудно сказать, кто вступилъ первый на верный путь. Если читатель захочетъ отнять отъ картины все неудачное, то мы можемъ сказать на это, что на охоте за зверемъ пускается большое число хорошихъ собакъ, причемъ следъ находить то та, то другая собака и, руководствуясь этимъ, вся стая мчится дальше. Чтобы

понять ходъ изобретений, надо прежде всего заметить, что сначала за накаливаемое тело брали металлическия проволоки, прежде всего изъ платины, потомъ изъ иридия и другихъ редкихъ металловъ. Естественно, что прежде всего ухватились за металлъ, которому легко можно придавать форму тонкаго проводника. Но при изслѣдованіяхъ оказалось, что ни одинъ изъ металловъ не выдерживаетъ продолжительное время высокой температуры и всегда представляется ненадежнымъ вследствие своей способности расплавляться. Такимъ образомъ изъ числа пригодныхъ проводниковъ оставался только уголь, который применяли и прежние изобретатели. Такъ какъ у накаливаемого тела должно быть сравнительно малое поперечное сечение, то явился вопросъ, какъ получить изъ угля такой проводникъ; нечего было и думать вырезатьъ его изъ ретортнаго угля, этого хрупкаго и непрочнаго материала. Простой способъ готовитьъ такие угольные проводники нашли два американскихъ электротехника, Соoyerъ и Манъ. Они вырезали изъ бумажнаго картона маленькія дуги и обугливали ихъ въ печи въ графитовомъ порошокѣ. Это было въ началѣ 1878 г.

Съ подобными угольными дугами, заключенными въ стеклянныя колпачки, устроили они первые лампы накаливанія, которыя сначала были не долговечны. Вскоре узнали, что долговечность значительно увеличивается, если сдѣлать стеклянныя колпачки безвоздушными, что впрочемъ уже давно знали европейскіе изобретатели.

Известный американскій изобретатель Гирамъ Максимъ объяснилъ это увеличеніе долговечности отсутствіемъ окисленія, которое не можетъ происходить вследствие отсутствія воздуха въ стеклянномъ колпачкѣ; отсюда онъ заключилъ, что достигли бы такого же хорошаго результата, наполнивъ сдѣланный сначала безвоздушнымъ стеклянный колпачекъ неокисляющимъ газомъ. Онъ взялъ для этого светилышій газъ и замѣтилъ къ своему изумленію, что угольная дуга не утоньшается, а, наоборотъ, дѣлается толще; это онъ вполнѣ основательно объяснилъ тѣмъ, что накаленное тело разлагаетъ углеводородъ и освобождающійся углеродъ осаждается на накалешію угольную дугу подобно осадкамъ въ газовыхъ ретортахъ. Такимъ образомъ появился одинъ изъ процессовъ приготовления лампъ накаливанія, который представляетъ большое значеніе въ ихъ выделкѣ, какъ увидимъ ниже.

Осенью 1879 г. неожиданно выдвинулся въ этой области изобретений Томасъ Эдисонъ и закончилъ практическую выработку лампы накаливанія. До этого времени Эдисонъ придерживался металлическихъ проволокъ въ качествѣ накаливаемого тела, но когда онъ увидѣлъ результаты изобретений Соойера и Мана, то вступилъ на вервую дорогу и, благодаря своей выдающейся технической гениальности, какой онъ обладаетъ вместе съ изобретательской талантливостью, ему удалось въ несколько недель привести ламау накаливанія въ полную пригодность для пракческаго примѣненія. Сначала онъ замѣнилъ ломкій бумажный уголекъ лучшимъ, приготовляемымъ изъ обугленныхъ бамбуковыхъ волокоиъ, и вместе съ тѣмъ нашель, что накаливаемому телу следуетъ придавать возможно большое сопротивленіе, чтобы, возвышая напряженіе у этого тела, уменьшить силу тока, необходимую для накаливанія.

Въ томъ же году Эдисону удалось устроить первую практическую установку освѣщенія накаливаніемъ (а именно на пароходѣ Колумбія съ 115 лампами накаливанія), и после этого подобныя установки стали быстро распространяться.

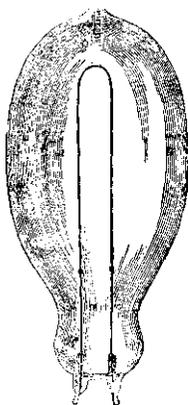
Достоинно сожаленія, что несомненно важнымъ участіемъ Эдисона въ практической выработкѣ лампы накаливанія пользуются для непристойной рекламы, выставляя его, какъ изобретателя этой лампы. Еще раные, чемъ

Эдисон приступил к своей изобретательской работе, его компаньоны разглашали, что он работает над изобретением, которое скоро вытеснит газовое освещение; этим они достигли желаемого, а именно быстрого падения курса акций газовых обществ. Это часто повторялось ИИ при дальнейших Эдисоновских изобретениях (надо только вспомнить о преувеличенных рекламных о фонографе несколько лет тому назад) и вероятно не к выгоде для Эдисона, для которого эти авторы реклам являются подрывателями его славы.

Применение калильных ламп обуславливает необходимым образом параллельное соединение для распределения электрического света. Если бы ИИри большом числе одновременно горящих ламп пожелали применять Иисследовательное соединение, то уже при умеренном числе источни-

ков света напряжение достигло бы значительной высоты. Кроме того, вследствие порчи одной лампы гасли бы все остальные. Затем все время следовало бы поддерживать очень точно силу тока, что представляло бы затруднения гораздо большие, чем получение постоянного напряжения, требующегося для параллельного соединения. Если применять последнее, то напряжение постоянно остается совершенно безопасной величиной и сила тока регулируется совершенно сама собою, так как при введении в цепь лампы к ней прямо начинает притекать ток в требуемой мере. Иметь дело с токами большой силы не представляет никакого затруднения, так как при этом приходится брать только провод соответствующей толщины.

В Европе освещение накаливанием достигло своего полного развития далеко не сразу. Были рады даже трудно достижимому дроблению света дуговыми лампами и не сразу явилось расположение перейти к новым лампам. В Европе начали интересоваться лампами накаливания с 1880 г., а познакомились с ними вполне только тогда, когда Эдисон доказал на деле их преимущества на Электрической Выставке в Париже (в 1881 г.). С этого времени освещение накаливанием стало быстро распространяться.



172.
Лампа накаливания.

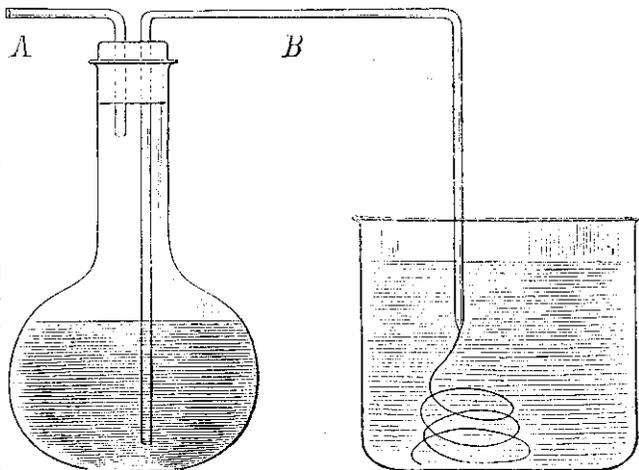
Составные части калильной лампы. — Лампа накаливания испускает свой свет из накаливаемой током угольной нити. Чтобы Ииследняя не перегорала и по второй причине, которая будет указана ниже, угольная нить должна накаливаться в безвоздушном пространстве. Этого достигают, заключая ее в герметически закрытый стеклянный колпачек. Так как ток не может проходить через стекло в уголь, то через стенки стекла ИИрходитсЯ пропускать две проволоки. Таким образом у лампы накаливания оказываются три главные части: угольная нить, замкнутый шарик или колпачек и проволоки. Устройство этих трех частей очень просто.

В дно стеклянного колпачка (рис. 172) впаиваются две параллельные проволоки из платины, которые остаются изолированными одна от другой и своими верхними концами входят в колпачек, а нижними выходят в выаружу. К внутренним концам прикрепляется угольная нить, которая для этой цели сгибается в дугу. С наружными концами ИИрволоков соединяются провода. Из колпачка приходится выкачивать воздух после укрепления нити на место. Для получения этой пустоты выкачивается воздух из готовой лампы; для этой цели сверху у лампы имеется стеклянная трубка, через которую и выкачивается воздух. По получении пустоты трубка запаивается, отчего на лампе остается маленький конус, какой можно заметить сверху на каждой лампе накаливания.

Готовую лампу съ выступающими платиновыми ирволоками можно было бы ввести въ цейиъ тока, но это было бы непрактично, потому что короткия ароволоки ломались бы, и тогда лампы делалнсь бы негодными къ употреблению. Поэтому лампа снабжается снизу еще одьой иринадлежностью съ прочными контактами, которые находятся въ соединении съ нлатишовыми проволоками и защищают ихъ отъ поломки. Итакъ у лампы накаливания оказывается еще одна составная часть, наделка, о которой мы будемъ говорить впоследствии. Прежде всего познакомимся Июдробнее съ выделкой трехъ иервыхъ частей.

Выделка угольныхъ нитей. — Угольные нити лампъ ыакаливаеия выдelvesались сначала изъ бамбуковыхъ волоконъ, которыя до своему строению сохраняють известную упругость и Июсле обугливания. Для этой дели дерево раскальвалось на палочки надлежащей толщины; когда желали получить круглую нить, палочки закругляли, пропуская чрезъ волочиьни. Такая обработка сильно удорожала выделку угольныхъ нитеии, тогда какъ

падающая цена лампъ накаливания (понижившаяся въ течение десяти летъ почти до одной десятой) настоятельно требовала возможной экономии въ выделке. Поэтому пришлось подыскать другой подходящий материалъ для выделки угольныхъ нитей; сделано было множество исследований и ИИредолшннй съ этой целью. Въ настоящее время эти ыити выдelvesаются чаще всего изъ пластичнаго, обугли-



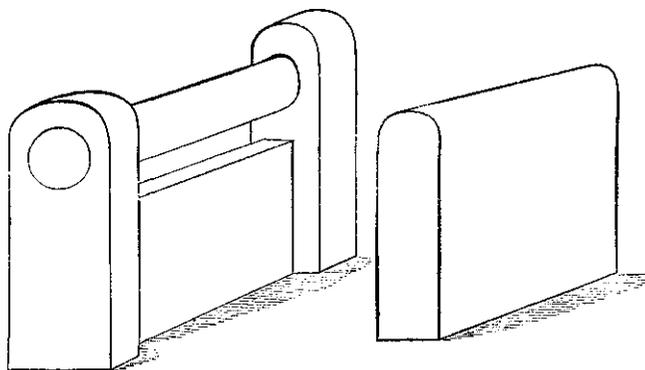
173. Стеклянная колба съ выбрызгивающимъ приспособлениемъ.

Для примера опишемъ способъ, применяемый на заводе Сименса¹ и Гальске. Въ горячий хлорно-цинковый растворъ вводится хлопокъ; по растворении последняго жидкость сливается въ стеклянныя колбы и здесь сгущають ее, подь действиемъ разрезающаго воздушнаго ыасоса, до консистенции сиропа. Колбы затемъ закупориваются пробками, сквозь которыя проходятъ две трубки: короткая *A* и длинная, доходящая до дна, трубка *B* (фиг. 173). Наружный, отогнутый внизъ конецъ длинной трубки снабжается металлическимъ наконечникомъ съ спиралеобразно изогнутой тонкой трубчочкой съ узкимъ внутреннимъ каналцемъ. Стеклянную колбу ставятъ на подставку и опускають ковецъ длинной трубки со спиралью въ сосудъ со спиртомъ (фиг. И73). После этого коротенькая трубка *A* соединяется съ яагнетательнымъ воздушнымъ насосомъ; воздухъ давить на жидкость и заставляетъ ее медленно продвигаться въ сосудъ со сишртомъ; здесь спиртъ отнцмаетъ у вытекающаго сиропа часть воды, отчего вытекающая жидкость превращается въ мягкое нитеобразное вещество, обвивающее собою стоящнй на дне цилиндра со спиртомъ барабанъ.

Когда на барабанъ навьется достаточное количество этой нити, то его вынимають изъ сосуда и поочередно помещають его въ целый рядъ различныхъ промывальныхъ сосудовъ, чтобы окончательно освободить нитяную

массе от примесей хлорно-цинкового раствора. Все еще очень мягкая нить наматывается на большие барабаны, диаметром около $\frac{1}{2}$ метра, и на них попадает в сушильное помещение, где она окончательно теряет воду, усыхая при этом приблизительно на $\frac{1}{3}$ первоначального диаметра. "В мотках эти нити схожи с волосами темного блядина и имеют матовый шелковистый блеск.

Затем мотки нитей разрезаются на кусочки требуемой длины, диаметр их проверяется микрометром, после чего они сортируются и затем накладываются на формы из угля (фиг. 174 и 175); из них находящаяся справа служит для изготовления U-образных нитей, левая для нитей с петлей. От 6—8 таких форм упаковываются в шамотный ящик и в нем помещаются для обугливания в печи. Обугливание должно производиться без доступа воздуха, ибо в противном случае нежные нити сгорели бы совсем или отчасти. Для этой цели наложенные на форме нити плотно засыпаются угольным порошком и в течение 24 часов на-



174 и 175. Угольная форма для изгибания угольных нитей. Вольно ломкой.

каливаются в печи.

Казавшаяся прежде коричнево-желтой в обугленном состоянии нить делается матово-черной, при чем она если и не утрачивает окончательно своей эластичности, то все же делается до-

Нить однако еще не готова к употреблению, а именно нужно еще, чтобы чрез нить проходил при нормальном напряжении ток определенной силы, при котором она будет обладать нормальной силой света и нормальной долговечностью, — двумя тесно связанными между собой величинами. Чтобы получить нормальную силу тока и при нормальном напряжении, должно быть нормально и сопротивление нити. У необработанной нити, какую она выходит из печи, надлежащего сопротивления не бывает, а потому она прежде всего должна подвергнуться такой операции, которая иридала бы ей надлежащее сопротивление. Для этой цели применяется способ, изобретенный Гирамом Максимом и указанный нами выше (стр. 161). Нить вставляется в поддержку, чрез которую можно пропускать в нее ток; затем ее располагают под колоколом, в котором сначала заменяют воздух углеводородным газом, а затем последний разрезают воздушным насосом. На рис. 176 показано это приспособление, в котором трубки А и В служат для подведения углеводорода и для удаления воздуха. Если теперь пропускать чрез нить ток, то вследствие разложения углеводорода на Итей отлагается углерод, и ИИ притом это осаждение больше всего происходит в таких местах, которые сильнее всего накаляются. Такими местами бывают те, где нить тоньше и сопротивление больше; отчего нить в таких местах утолщается больше. Итак, как видим, все части нити получают таким способом одинаковое сопротивление, и нить делается поэтому электрически совершенно однородной. Едва ли можно было бы достичь другим способом необходимой однородности, а потому понятно, насколько

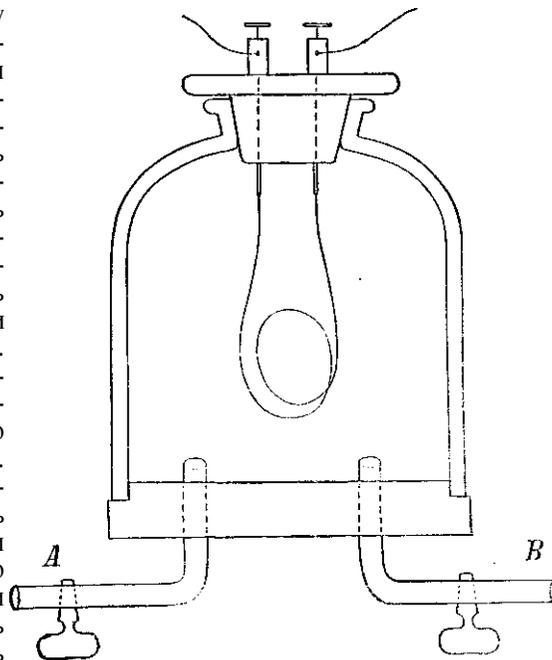
важенъ этотъ столь простой приемъ для выделки лампы накаливания. Если не сделать нить однородной, то части съ сравнительно высокимъ сопротивлениемъ накаливались бы сильнее и здѣсь нить скоро ломалась бы. Съ увеличеніемъ толщины осадка углерода уменьшается сопротивление нити и наконецъ достигаетъ желаемой величины. Тогда прерываютъ токъ и получаютъ такимъ образомъ равномерную нить точно определенного сопротивления. Часто для этой операции применяются самодействующие приборы, которые прерываютъ токъ тотчасъ по достижении нормального сопротивления; конечно, такие приборы работаютъ гораздо надежнее рабочаго. Теперь угольная нить готова, и ес можно вставлять въ лампу; но предварительно она еще разъ осматривается и калибруется относительно своей равномерности; при этомъ некоторыя нити приходится отбрасывать, какъ негодныя къ употреблению.

Для укрепления въ лампу нить захватывается щипчиками, оба конца ея продеваются въ петли, образованныя проводящей токъ платиновой проволокой, пропущенной сквозь стеклянную ножку, затемъ петли слегка затягиваются, и нить оказывается механически закрепленной. Когда нить вставлена, концы ея скрепляются съ проводящими токъ проволоками при помощи особой замазкн. Для этой цели оба кончика зажимаются въ пружинящія металлические тиски, такъ что приблизительно около 4 мм. между тисками остаются свободными. Тиски соединены съ полюсами генератора тока, они проводятъ сильный токъ по промежуточной части нити и накаливаютъ ее. Въ такомъ положеніи нить вводится въ приемникъ, наполненный углеводородомъ, и предоставляется действию тока. Состояніе каленія въ асмосфере углеводорода вызываетъ осадокъ углерода, быстро утолщающій кончикъ и прочно соединяющій нить съ проводящей токъ проволокой.

Угольная нить устанавливается въ лампе на стеклянной ножке, которая вплавляется въ дно лампы. Для устройства такой ножки обе платиновыя проволоки вплавляются въ одинъ и тотъ же кусокъ стекла, какъ показано нарис. 177.

Но почему берутъ платиновыя проволоки? Применять этотъ металлъ безусловно необходимо, потому что для проводовъ въ стеклянный колпачекъ непригоденъ никакой другой металлъ. Платина представляетъ то иреимущество, что при нагреваніи она расширяется приблизительно одинаково со стекломъ, тогда какъ въ другихъ металахъ этого нѣтъ. При различномъ расширеніи быстро разрушается внутреннее соединеніе между стекломъ и проволокой, здѣсь начинаетъ просачиваться воздъхъ и лампа скоро портится.

Поэтому следуетъ заботиться о томъ, чтобы проволоки и стекло расширялись одинаково. Къ несчастью для электротехниши нѣтъ другого метала, расширяю-



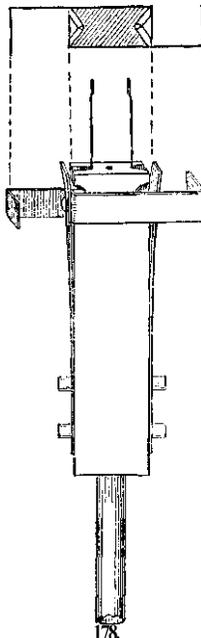
176. Аппаратъ для карбонизирования нитей.

шагося одиѣяково со стекломъ, кроме платины, цена-же этого металла довольно высокаи колеблется около 1500 марокъ за кило (около 300 руб. зафунтъ). Такимъ образомъ техника была вынуждена делать проводящую проволоку изъ платины, приговоря ея въ прежнее время целикомъ изъ этого металла. Позднее было доказано, что для замыкания достаточно сравнительно тонкаго слоя



177. Ножка лампы накаливания.

стекла, если только обеспечено плотное соединение его съ проводящимъ стержнемъ, кроме того старались применять наиболее подходящие сорта стекла для оболочки запирающей части проводящаго стержня, все это дало возможность изготовлять значительно тоньше замыкающій слой. Сверху и снизу отъ этого слоя можно было такимъ образомъ, пользоваться проволокой, не обладавшей требуемыми качествами; такъ внутри лампы применяли никелевую, а снаружи медную проволоку. У этихъ проволокъ соединеніе со стекломъ можетъ быть и не плотнымъ, все-же промежуточная платиновая часть проволоки обеспечиваетъ герметичность. Изготовленіе ламповой ножки, въ которой обе проводящія проволочки находились бы на строго определенномъ разстояніи одна отъ другой, производится следующимъ образомъ. Два кусочка никелевой проволоки зажимаются клещами (фиг. 178), которыми они и удерживаются точно на требуемомъ разстояніи. После этого работница, вытѣнувъ изъ накаливаемаго на паяльномъ стекляннаго стержня толстую нить, обертываетъ ею середину каждого изъ кусочковъ, такъ что они оказываются крепко связанными охладившейся нитью, затемъ къ нижнимъ концамъ никелевыхъ проволокъ припаяются платиновыя промежуточныя проволочки, а къ последнимъ медныя петельш. Ножка лампы (фиг. 177) теперь готова и можетъ быть соединена съ угольною нитью, что делается, какъ было описано выше.



178. Щипцы для ножки.

Ножку съ угольною дугой вставляютъ въ стеклянную грушу. Эта груша имеетъ въ верхней части трубку, черезъ Ишторую изъ нея выкачиваютъ воздухъ. Нижняя часть имеетъ узкую горловину, лишь настолько широкую, чтобы можно было провести сквозь нее угольную нить. Для образованія доньшка, его вводятъ съ угольною нитью въ грушу, затемъ накаливаютъ горловину на паяльномъ пламени, вытягиваютъ назадъ, насколько нужно, ножку щипчиками, и наконецъ запаиваютъ отверстие вокругъ той части проволоки, въ которой находятся платиновыя части; образовавпиеся доньшко плотно соединено съ ножкой. После замыканія доньшко еще настолько мягко, что позволяетъ постепеннымъ передвиженіемъ помощью щипчиковъ установить угольную нить надлежащимъ образомъ; затемъ, придерживая ножку, даюгъ доньшку затвердеть; такимъ образомъ нить съ проводниками занимаетъ прочное положеніе и хорошо изолирована. Лампа подготовлена для выкачивания воздуха. Прежде каждый ламповый заводъ самъ выделывалъ для себя стеклянные колпачки. Теперь выделкой колпачковъ занимаются стеклянные заводы, где эти колпачки изготовляются въ огромномъ числѣ при помощи небольшого механическаго приспособленія или станка. Сначала выдувается колпачекъ въ видѣ груши съ приставленной пустотелой ножкой; въ такой формѣ получаетъ его выдувальщикъ ламповаго завода, который сначала приставляетъ кусокъ стеклянной трубки сверху колпачка, а затемъ отламываетъ хвостъ колпачка, нагревая шейку

Теперь выделкой колпачковъ занимаются стеклянные заводы, где эти колпачки изготовляются въ огромномъ числѣ при помощи небольшого механическаго приспособленія или станка. Сначала выдувается колпачекъ въ видѣ груши съ приставленной пустотелой ножкой; въ такой формѣ получаетъ его выдувальщикъ ламповаго завода, который сначала приставляетъ кусокъ стеклянной трубки сверху колпачка, а затемъ отламываетъ хвостъ колпачка, нагревая шейку

и обводя по ней влажнымъ деревомъ. Видъ такого колпачка показанъ на рис. 179.

Выкачивание воздуха изъ лампъ. Эта часть производства подверглась въ новейшее время кореннымъ преобразованиямъ, достойно оценить которыхъ мы можемъ, лишь познакомившись съ прежними способами. Оставимъ поэтому на время производство дома Сименсъ и Гальске въ стороне и займемся старинными методами.

Пустота въ лампе должна быть очень совершенной; въ ней безъ вреда можетъ оставаться только $\frac{1}{10}$ миллионной доли того количества воздуха, какое содержится въ колпачке при обыкновенномъ атмосферномъ давлении. Прежде такой пустоты не могли достигъ механическими насосами.

Но летъ пятьдесятъ тому назадъ незначительный механикъ въ Бонне, по имени Гейслеръ, устроилъ ртутный насосъ, при шжоци котораго ему удалось произвести очень сильное разрежение въ трубкахъ, вследствие чего при пропускании черезъ нихъ токовъ высокаго напряжения получались оригинальныя световыя явления. Это были известныя намъ Гейслеровы трубки, представлявшія въ то время лишь научный интересъ и дававшія поразительныя эффекты для зрелищъ. Впоследствии открытiе механика изъ Бонна получило громадное техническое значенiе, и послѣдствiя его дѣлаются все значительнее.

Открытие Гейслера дало технике ценное приобретение, давшее возможность простаго и рациональнаго получения безвоздушныхъ пространствъ въ стеклянныхъ сосудахъ (трубкахъ, колпачкахъ и т. п.), снабженныхъ проводниками электрическаго тока. Когда была изобретена лампа накаливанiя, это открытiе должно было получить еще большую ценность, ибо оно позволило заключать угольную нить въ стеклянный колпачекъ съ обезпеченiемъ подведенiя къ ней тока. Поэтому Гейслерову трубку слѣдуетъ разсматривать какъ важное звено въ цепи открытiя, касающихся лампы накаливанiя.

Прежде чѣмъ перейти къ описанiю ртутнаго насоса, мы ответимъ на вопросъ, чѣмъ вызывается необходимость выкачиванiя воздуха изъ лампы. Одинъ изъ поводовъ былъ нами разъясненъ уже раньше, именно удаленiе кислорода предохраняетъ угольную нить отъ сгоранiя. Если-бы это былъ единственный поводъ, то намъ не стоило-бы трудиться выкачивать воздухъ, потому что мы могли-бы наполнить лампу другимъ газомъ, не оказывающимъ вреднаго влiянiя на углеродъ, напримеръ азотомъ, водородомъ или другимъ подходящимъ газомъ. Однако такая лампа отнюдь не удовлетворяла-бы нашимъ требованiямъ, и причина тому слѣдующая. По воззрениямъ современной физики все газы состоятъ изъ молекулъ, находящихся въ чрезвычайно быстромъ движенiи. Наталкиваясь на твердую стенку, оне дѣйствуютъ на нее какъ орудийныя снаряды, т.-е. стремятся ее отодвинуть; этимъ объясняется давленiе, производимое на стѣнки сосуда заключеннымъ въ него газомъ. Средняя лампа накаливанiя при обыкновенномъ давленiи воздуха содержитъ приблизительно билионъ разъ билионъ молекулъ. Внутренняя стенка сосуда и угольная нить испытываютъ непрерывно миллионы и билионы разъ въ секунду толчки со стороны воздушныхъ молекулъ.

Если угольная нить накалена, то каждая молекула при соприкосновении съ ней беретъ отъ нея несколько теплоты и отдаетъ часть другой молекуле, съ которой она сталкивается; целый рядъ такихъ соприкосновений переноситъ такимъ образомъ теплоту отъ угольной нити къ стенке сосуда. Пред-



179. Стеклянный колпачекъ съ трубкой для выкачиванiя воздуха.

ставим себе теперь, что таких перенесений будет миллионы миллионов в секунду; очевидно, что движущиеся молекулы отнимают от нитей энергию и передают ее стенкам, которые подобным-же образом отдают ее наружному воздуху. Эта, отнятая у угольной нити, энергия не получается нами в виде света и просто-на-просто теряется для освещения.

Если мы выкачаем из сосуда одну миллионную часть воздуха, то останется еще, правда, солидное число молекул, но все же число попаданий в угольную нить при бомбардировке молекул очень значительно сократится, соответственно чему перенесение теплоты от нити к колпачку уменьшится.

В справедливости последнего легко убедиться, дав погореть некоторое время двум лампам, из которых в одной достигнуто значительное разрежение, а в другой меньшее. Первая относительно холодна, ее можно трогать, а вторую-же мы обожжем пальцы; лампа с таким сильным нагревом сама и выдает слабую степень своего разрежения.

От этого зависит безопасность лампы накаливания, которая, если она правильно изготовлена и не имеет изъянов, ничего не может воспламенить, предполагается конечно, что отведенная наружу теплота имеет свободный выход. Если мы закроем этот выход, обернув, например, лампу платком или бумагой, то в очень непродолжительном времени стенка колпачка настолько накалится, что опалит платок или бумагу и наконец воспламенит их.

Так бывали случаи, что занавесь, поднятый, например, сквозным ветром от открытого окна и облекший лампу, был ею сожжен. Подобное же испытал один электротехник, положивший к себе в постель горящую калильную лампочку, думая воспользоваться ею как весьма удобной и безопасной грелкой. Через короткое время лампа прожгла в постели солидные дыры. Перейдем теперь к ртутным насосам.

Употребляется несколько родов насосов, но нам можно ограничиться рассмотрением только двух из них. У одного рода насосов опускающаяся струя ртути действует, как у струйных помп, а у другого, наоборот, жидкий металл действует наподобие поршня механических помп.

Насосы первого рода состоят из вертикальной трубки F (рис. 180), по которой ртуть течет сверху в виде непрерывной струи, высасывая воздух из приставленной сбоку другой трубки; с последней соединяется лампа. Вертикальная трубка опускается снизу в сосуд, так что ее конец остается всегда закрытым ртутью. Ртуть, стекающая из сосуда, поднимается особой помпой в верхний резервуар, из которого она снова поступает в трубку.

Итак, для помповых станций ламповых заводов, где применяются такие насосы, требуются приспособления для снабжения ртутью большого числа таких высасывающих трубок; для этой цели жидкий металл накачивается механической помпой в верхний резервуар, откуда она стекает по железной распределительной трубке по высасывающим вертикальным трубкам.

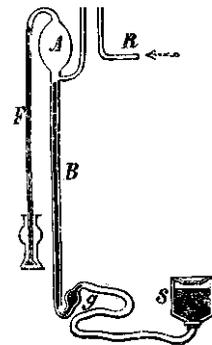
Относительно другого рода насосов мы укажем сначала принцип их действия, а затем опишем устройство, придаваемое им на практике. Выше было сказано, что в насосах этого рода ртутный столбик действует, как поршень и притом как хорошо скользящий поршень. Теперь легко понять, что движущимся попеременно вверх и вниз столбиком ртути можно пользоваться для выкачивания воздуха из сосуда приблизительно таким же способом, каким производят движение жидкости механическая помпа; но у последней должны быть краны или клапаны, чтобы выкачиваемая жидкость не возвращалась в опоражниваемый сосуд. Подобная же

приспособления применяли прежде у ртутных насосов, но у насосов, употребляемых теперь на ламповых заводах, применение кранов или клапанов совершенно оставлено и заменено небольшою, но остроумным приспособлением. Обратившись къ рис. 181, мы видим, во-первых, резервуар *A*, который соединяется съ идущей вниз трубкой *B* и другой *D* ответвляющейся въ сторону. На нижний конец *B* прикрепляется резиновая трубка *d*, у которой другой конец соединяется съ сосудом *S*. Последний наполняется ртутью. Если поднять его, то ртуть втекает въ трубку *B*, а затемъ и въ резервуаръ *A*, когда мы поднимемъ сосудъ *S* достаточно высоко. При этомъ воздухъ, содержащийся въ *A* и *B*, выгоняется вонь. Пока уровень ртутнаго столбика стоитъ выше устья трубки *H*, воздухъ гонится въ последнюю, но если ртуть поднимается выше этого устья, то *H* у *A* запирается и дальнейшее под-

нимание ртути гонитъ воздухъ уже не въ *D* а чрезъ вышусную трубку *F* наружу. Положимъ, теперь *A* наполнено ртутью до-верха. Будемъ опускать δ при достаточномъ понижении послѣдняго въ *A* образуется барометрическая пустота; при дальнейшемъ опускании ртуть падаетъ ниже устья *H*, причѣмъ въ сообщеніи съ *A* приходитъ соединяющееся съ нимъ этой трубкой разрежаемое пространство, въ нашемъ случаѣ лампа накаливанія, и изъ послѣдней въ *A* утекаетъ соответствующее количество воздуха. Поднимаемъ теперь снова ртуть, поднимая сосудъ *S*; хотя часть находящагося въ *B* трубке воздуха снова вгонится въ разрежаемую лампу, но такъ какъ ртуть скоро запираетъ трубку *H*, то входящую ртутью будетъ выгнанъ вонь весь содержащийся теперь въ *A* воздухъ. Такъ какъ резервуаръ *A* содежитъ воздуха гораздо больше части трубки *B*, которая наполняется воздухомъ при опускании ртутнаго столбика, то въ лампу выгоняется обратно только небольшая часть вытягиваемаго изъ нея воздуха.



180.
Ртутный насосъ Шпренгеля.



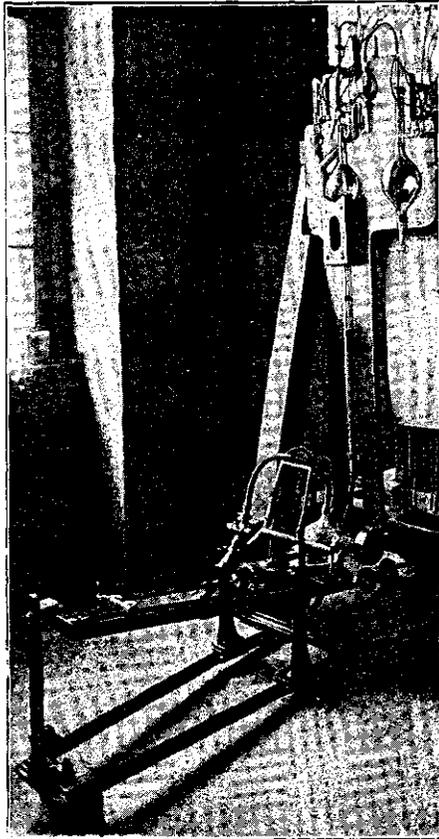
181.
Ртутный насосъ второго вида.

Этотъ процессъ подниманія и опусканія ртутнаго столбика повторяется непрерывно несколько разъ. Итакъ легко видѣть, что этотъ процессъ выкачиванія воздуха напоминаетъ вполне способъ действия механической помпы, но только поршень замененъ здѣсь ртутнымъ столбикомъ.

Насосы перваго рода целесообразнее, потому что оне выкачиваютъ воздухъ совершенно автоматически, безъ помощи человѣческаго труда; поэтому на ламповыхъ заводахъ применяются теперь исключительно помпы этого рода. Оказалось впрочемъ, что насосы второго рода образуютъ пустоту болѣе совершенную, а потому и ихъ старались приспособить для автоматической работы. Здѣсь нужно было устроить автоматическое движеніе ртутнаго столбика безъ помощи подниманія сосуда *S* въ ручную, а именно нагнетать ртуть давлениемъ воздуха въ трубку *B* и резервуаръ *A* и заставить ее снова опускаться при понижении давленія. Но для этого необходимо, чтобы давленіе начинало действовать въ надлежащее мгновеніе и прекращалось, когда ртуть дойдетъ до своего наивысшаго положенія.

Довольно искусно достигается это въ автоматическихъ помпахъ. Глав-

ный механизм этих Июмпъ заключается въ приспособлении, поддерживающемъ ртутный сосудъ S нашего рис. 181. Представимъ себе, что последний закрытъ узкой шейкой и последняя соединяется резиновой трубкой съ резервуаромъ сжатого воздуха. При открывании крана сосудъ приходитъ въ сообщеніе съ упомянутымъ резервуаромъ и давление воздуха гонитъ ртуть въ трубку B и далыпе въ A; какъ только Июследний наполнится, повертываемъ нашъ кранъ и отделяемъ сосудъ A отъ резервуара сжатого воздуха, выпуская одновременно вонъ сжатый въ S воздухъ. Ртуть, на которую теперь прекращается давление сжатого воздуха, опускается, ртутный столбикъ



182. Самодействующий ртутный насосъ.

падаетъ и заключающийся въ лампae воздухъ разрезается. Затемъ, повертывая кранъ, заставляемъ опять давление воздуха действовать на ртуть, которая снова поднимается, ИИ т. д.

При такомъ устройстве все-таки потребовался бы еще человеческий трудъ для поворачиванія крана; но последнее производится также автоматическимъ приспособлениемъ, показаннымъ на рис. 182. Для этой цели ртутный сосудъ S (рис. 181) установленъ на плече коромысла весовъ, на другомъ плече которыхъ прикрепленъ противовесъ. Когда ртутный столбикъ совсемъ опустится, сосудъ содержитъ наибольшее количество ртути' и следовательно бываетъ самымъ тяжелымъ. Въ этомъ случае онъ перевешиваетъ противовесъ и его плечо коромысла опускается внизъ. Но при такомъ самомъ нижнемъ положеніи сосуда S коромысло, соединенное съ краномъ къ резервуару сжатого воздуха, открываетъ этотъ край. Давление воздуха действуетъ на ртутный столбикъ, последний поднимается и вследствие этого ртутный сосудъ опорожняется. Его весъ уменьшается и вскоре затемъ перевесъ получаетъ находящийся на другомъ конце коромысла противовесъ, вследствие чего коромысло склоняется на другую сторону. При этомъ повертывается кранъ, соединеніе съ резервуаромъ сжатого воздуха прекращается и открывается сообщеніе съ атмосферой. Сжатый воздухъ выходитъ изъ ртутнаго сосуда, ртутный столбикъ падаетъ, ртутный сосудъ снова наполняется, его весъ увеличивается, коромысло перекидывается снова и сосудъ опять приходитъ въ сообщеніе съ резервуаромъ сжатого воздуха. Такимъ образомъ действие повторяется съ непрерывной последовательностью безъ всякаго участія человеческого труда, и выкачиваніе воздуха изъ лампъ происходитъ автоматически.

Во время выкачиванія воздуха уголекъ поддерживается накаленнымъ токомъ до-красна, чтобы выгнать изъ него газы. Кроме того на некоторыхъ заводахъ лампы поддерживаются нагретыми газовымъ пламенемъ, чтобы ускорить разреженіе и удалить воздухъ, приставшій къ внутренней стенке стекла.

И применение ртутных насосов представляет свои неудобства не только

относительно их работы, которая хотя и надежна, но медленна, но также в том отношении, что у них много ртути проливается, она испаряется и может производить отравление ртутью рабочих.

На этом основании в наше время применяют иной способ разрежения, при котором обходятся без ртутных насосов. Чтобы познакомиться с этим способом, обратимся снова к заводу Сименса и Гальске.

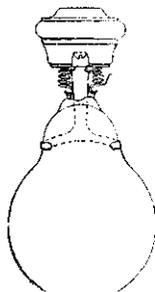
Прикрепленная наверху лампы трубка прежде всего слегка смазывается с внутренней стороны кашицей из аморфного (красного) фосфора на спирту, так что на ней образуется легкий налет из фосфора. После этого она поворачивается трубкой вниз, насаживается на выкачивающую воздух трубу, идущую от механического воздушного насоса. Большая часть воздуха удаляется из лампы при помощи насоса, приводимого в движение от паровой машины. Когда таким образом по истечении 1 или 2 минут достигнуто предварительное разрежение, то дальнейшее удаление воздуха производится уже не выкачиванием, но помощью химического процесса, при котором остающийся в лампе воздух, соединяясь с фосфором трубки, дает твердое тело. Для этой цели трубку для выкачивания воздуха запаивают у отдаленного конца и затем нагревают ее сильным пламенем. Вследствие повышения температуры фосфор испаряется в трубке, пар проходит в колпак, где он окисляется имеющимся в воздухе кислородом, а также (причины этого явления еще не объяснены) поглощает и азот, так что оставшийся в лампе воздух соединяется с фосфором и лампа оказывается разреженной. После разрежения трубка окончательно отпаивается от лампы и от нее остается лишь незначительная часть, которую мы видим на каждой лампе в виде небольшого выступа. Этим соединением насоса с простой химической реакцией, вызывающей окончательное удаление воздуха из лампы, окончательно устраняется применение ртутного насоса, а вместе с тем устраняется и опасность отравления рабочих ртутью.

Надъ приготовленной таким образом лампой производится испытание относительно ее пустоты. Как можно сделать это, не разбивая лампы? Для этого имеется весьма простой и надежный способ. В темной комнате кладут лампу на один из полюсов румкорфова аппарата средней силы. Если пустота в ней достаточна, то сильно разреженный воздух лампы испускает зеленоватый свет. Если появляется красноватый свет или не бывает никакого, то лампа негодна для употребления. Таким способом можно испытать в короткое время сотни ламп.

Окончательная обработка лампы. — Теперь остается еще снабдить лампу ее прикрытием, наделкой на ножке, которой она вставляется в патрон. Подробности об этих наделках мы приведем ниже, когда будем говорить о патронах, а здесь укажем только вкратце, как устраиваются эти наделки. Для этого лампу ставят низом вверх и располагают около шейки фордиу, в которой находится наделка и ее принадлежности. С нею соединяют проволоки лампы и затем наливают в форму гипс. Когда последний затвердеет, форму снимают, очищают лампу, и тогда она вполне готова. Для обозначения на лампе фирмы, ее колпачек клеймят резиновой печатью, смоченной плавиковой кислотой.

Готовые лампы запаковываются в ящики, которые разделяются перегородками на отдельные помещения для каждой лампы; после этого лампы можно отправлять по назначению. Впрочем предварительно еще пробуют их действие и измеряют силу их света. Применяемый для этого способ не отличается от известных фотометрических способов, а потому мы не будем входить в подробности и сделаем лишь несколько замечаний, касающихся

употребительных выражений для обозначения силы света калильных ламп. В качестве единиц силы света применяются различные источники света, между которыми „нормальная свеча“ является наиболее известной и употребительной в практике. Помощью фотометрических измерений мы сравниваем испытываемые источники света с нормальной свечей и говорим про них, что они обладают силой света во столько-то нормальных свечей, если в некотором определенном направлении и на определенном расстоянии расположенная поверхность кажется нам освещенною ими настолько же ярко, как и помощью соответственного числа свечей, которых мы воображаем себе сгруппированными в той-же точке, в которой находился ранее и испытываемый источник света. Поэтому, если мы говорим, что такая-то калильная лампа силою, положим, в 16 нормальных свечей (для краткости будем писать Н. С.), то это значит, что она дает свет такой же силы, как и собраны вместе 16 Н. С. Не следует однако думать, что калильная лампа силою в 16 Н. С. при всех обстоятельствах способна заменить 16 отдельных свечей, ибо последние, будучи помещены в разных местах значительного пространства, вследствие более равномерного распределения света будут лучше освещать это пространство, чем отдельная лампа.



Чтобы осветить средней величины комнату настолько, чтобы, не принимая во расчет темные углы, можно было ясно различать и мелкие предметы, достаточно источника в 10—15 Н. С., дающего даже на расстоянии около 60 см. удовлетворительное освещение, позволяющее писать и читать. Мы получим полное понятие об этом освещении, если представим себе комнату с круглым столом, на котором расцеливым отцом семейства поставлена соразмерной величины керосиновая лампа, дающая возможность

всемъ

И8з. пружинный намъ семьи заниматься чтением и рукодельемъ. так^С для^И ам^{опъ} ^{та} излюбленная величина считается и электротехниками накаливания. наиболее распространенной, только она ими несколько увеличена, именно до 16 Н. С. Если несколько ламп собрано вместе, как например в канделябре, то пользуются лампами и в 8—10 Н. С., для декорации находят достаточнымъ применять лампы силою в 2—4 Н. С. Для получения более сильного светового эффекта пользуются лампами силою в 20, 25, 32 и 50 Н. С. и лишь в редких случаях переходят за эти пределы. Типичной лампой принято считать лампу силою в 16 Н. С., на которую расходуется около 50—55 уатт энергии, такъ что такая лампа при наиряжении в 110 вольтъ довольствуется силою тока в 0,45 ампера. Расходъ в уаттахъ можно еще понизить, однако уже на счетъ продолжительности срока службы самой лампы, о чемъ мы и будемъ говорить несколько позже.

Патроны для ламп накаливания.—При горении лампа накаливания должна соединяться с проводомъ; само собой разумеется, что такое соединение должно производиться просто, чтобы соединить и снять лампу могъ каждый слуга. Поэтому устраиваются особые патроны, въ которые лампы вставляются весьма простымъ способомъ, и темъ приводятся въ соприкосновение с проводами, идущими къ таквд патронамъ.

Самое простое соединение получится, если сделать на конце проводовъ два крючка и подвесить на нихъ лав:пу за ея платиновые ушки (рис. 183). Но это быть бы ненадежный контактъ. Будеть ужелучше, если между крючками и ушками расположим маленькия металлическия пружинки и снабдимъ лампу упоркой, чтобы пружинки были натянуты. Но вставление такой лампы слиип-Июмъ мешкотно, а соединение ненадежно, вследствие чего этотъ способъ давно

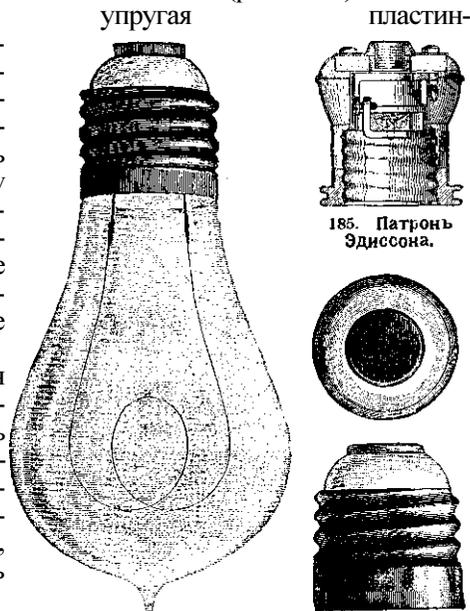
оставленъ. Поэтому оставалось только устраивать контакты у лампы и у концовъ проводовъ такимъ образомъ, чтобы они прямо приходили въ механическое соприкосновение. Для этого на конце провода располагають патронъ, а на шейке лампы — наделку съ контактами. Эту необходимость скоро призналъ Эдисонъ, практический человекъ, принявшій въ расчетъ при разработкѣ своей системы все эти важныя мелочи. Онъ устроилъ наделку въ видѣ винта съ крупнымъ ходомъ, выдавленнаго изъ меднаго или латуннаго листа (рис. 184), и вставилъ въ пустое пространство внутри наделки центральную контактную планку, заливаемую гипсомъ, но выступающую изъ него на 1—2 миллим. Наделка соединялась съ однимъ проводникомъ отъ угольной нити, а центральный контактъ съ другимъ. Устроенный имъ патронъ заключалъ въ себѣ выдавленную изъ листа гайку, въ которую можно было такимъ образомъ завинчивать лампу съ ея наделкой (рис. 185). На дне патрона

находилась упругая пластинка, съ которой при ввинчивании лампы въ патронъ приходилъ въ соприкосновение центральный контактъ. Теперь оставалось только соединить нарезку гайки съ однимъ проводомъ отъ источника тока, а упругую пластинку съ другимъ, и проводка тока къ лампе была готова. Это очень остроумное и практичное устройство; оно еще и теперь считается однимъ изъ лучшихъ и находитъ себе очень широкое применение.

Вместо винтового закрепления другіе конструкторы ввели въ употребленіе штыковой запоръ. Здесь мы укажемъ патронъ Свана, который также получилъ большое распространение. Въ гипсе наделки закреплены два полукруглыхъ контакта, соединенные съ угольной нитью. Съ боковъ наделка снабжена двумя диаметрально противоположно вставленными штифтиками, которыми она вставляется въ патронъ съ двумя штыковыми вырезками (рис. 186—188). При поворачивании штифтовъ переходятъ въ нижнюю винтовую часть и подъ давлениемъ пружинокъ отжимаются въ маленькія загибы на кондѣ вырезовъ, такъ что для выниманія лампы приходится прикладывать некоторое усилие, и такимъ образомъ устранена возможность ихъ вываливанія и поворачиванія. Провода находятся въ соединеніи съ двумя пружинными контактами, которые вставлены въ дно патрона и форму которыхъ можно видѣть на нашемъ рисункѣ.

Старая конструкция была въ последнее время значительно усовершенствована, причемъ обращено особенное вниманіе на улучшеніе изоляціи, облегченіе сборки и удешевленіе производства. Контактные штифты, устройство которыхъ показано на фиг. 190, вставлены въ фарфоровое основаніе, изъ котораго оны выдаются всего лишь на несколько миллиметровъ (фиг. 189 и 191). Это основаніе заключено въ оболочку, и выдающийся кантъ его плотно зажимается ввинченнымъ дномъ яатрона.

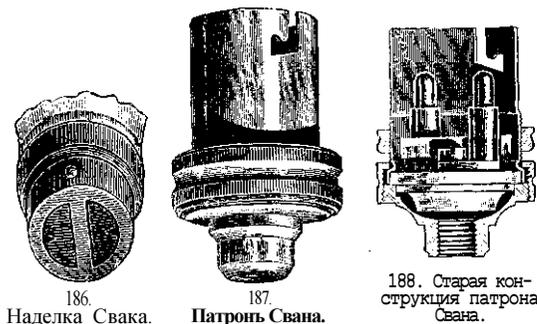
Фирма Симеясъ и Гальске, конструируя рядыне калильные лампы, употребляла лишь одинъ видъ наделки, который (фиг. 192) состоялъ изъ двухъ



185. Патронъ Эдиссона.

контактных пластинок на лампе ИИ двух соответственных контактов в патроне. Соединяя лампу с патроном так, чтобы ось ее контактных пластинок была перпендикулярна к оси пластинок патрона, и поворачивая ее затем на 90° , мы приводим в соприкосновение контакты лампы и патрона и достигаем прочного соединения. В настоящее время Сименс и Гальске придают лампам своего производства кроме этого вида и всякий другой вид наделки по желанию потребителей.

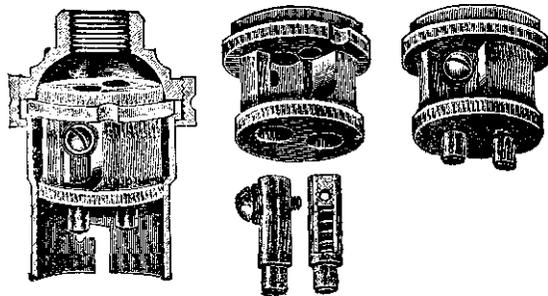
О наделках с выключателем мы поговорим в другом месте, имеем когда мы будем говорить о способах включения при электрическом освещении.



186. Наделка Свака.

187. Патронъ Свана.

188. Старая конструкция патрона Свана.



189. Новый патрон.

190. Фарфоровое основание и контактные штифты нова-

191. приспособление в собранном

Поддержки для ламп накаливания. — Патрон со своей лампой накаливания должен быть каким-нибудь образом укреплен, и таким образом мы Иудходим к ламповым арматурам. Здесь мы рассмотрим эту часть только в техническом отношении, отложив до одной из следующих глав изложение вопросов о художественном украшении и расположении ламповых арматур.

Если дело идет о расположении ламп накаливания в закрытых помещениях, то лампы можно укреплять на потолке или на стене. В первом случае на одной подвеске можно укреплять одну лампу или по несколько вместе. Самый простой случай будет, когда на двойном шнуре подвешивают одну лампу, напр. для освещения письменного стола. Для этой

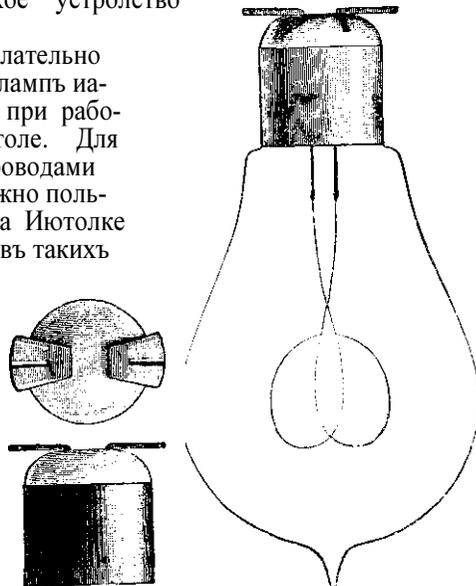
цели на потолке располагается деревянная или фарфоровая розетка с двумя зажимными винтами, которые находятся в соединении с одной стороны с проводами, а с другой с концами двойного шнура. Последний проходит сквозь крышку розетки (рис. 193) и опускается вниз. На нижнем конце укрепляется патрон, который поддерживает лампу накаливания и абажур.

Этот способ подвешивания экономичен и удобен; при этом предполагается, конечно, что шнур находится в безопасности от механических влияний, потому что иначе изолирующая оболочка может перетереться и между обоими проводами образуется сообщение или шнур оборвется и лапа упадет. Поэтому во многих случаях предпочитают устраивать твердое неподвижное подвешивание лампы, прикрепляя к потолку металлическую трубку и пропуская сквозь нее провода до патрона. Для этой цели нилший конец трубки снабжается нарезкой, на которую навинчивается патрон своей гайкой (рис. 194). Такое приспособление приводит нас к стенным бра, которые мы рассмотрим раньше подвесов или люстр со многими лампами. Надо только представить себе, что верхний конец опи-

санной выше потолочной подвески прикрепленъ къ стене; но такъ какъ свѣтъ лампы долженъ падать по преимуществу, то ей надо придать вертикальное или приблизительно вертикальное положение, при Ишторомъ ея верхъ былъ бы наклоненъ книзу. Придаемъ нашей подвеске надлежащее искривление и такимъ образомъ получаемъ простое стенное бра, изображенное на рис. 195.

Если соединить бра съ подвеской, то получаемъ люстру для несколькихъ лампъ. На рис. 196 показано такое приспособление для двухъ лампъ накаливания, которое походитъ на известную двойную подвеску для газоваго освещения. Легко видеть, что такимъ способомъ можно прикреплять къ одной подвеске три, четыре бра или больше, причемъ провода продеваются чрезъ пустотелую подвеску и затемъ разветвляются въ каждое бра къ надетьмъ на последняя патронамъ. Мы не будемъ описывать здѣсь этихъ люстръ, потому что ихъ техническое устройство очевидно изъ сказаннаго.

Въ некоторыхъ случаяхъ бываетъ желательно иметь возможность изменять положение лампъ накаливания, напр. когда ею пользуются при работахъ на рабочемъ или письменномъ столе. Для этой цели надо только соединить ее съ проводами гибкимъ шнуромъ, пркъчемъ для этого можно пользоваться упомянутой выше розеткой (на Иютолке или на стене), рис. 193. Впрочемъ въ такихъ случаяхъ поступаютъ несколько иначе, применяя разъемное соединеніе, при помощи котораго лампу можно отделять отъ проводовъ и соединять съ ними. Для этой цели на стѣе ставятъ родъ патрона, соединенный съ проводами. Въ него вставляется Иштактный штепсель, который походитъ на контактное приспособление лампы накаливания, но только у него контакты соединяются съ концами гибкаго шнура. Другіе концы двойнаго шнура соединены съ патрономъ переносной лампы.



192. Патронъ Сименса и Гальске.

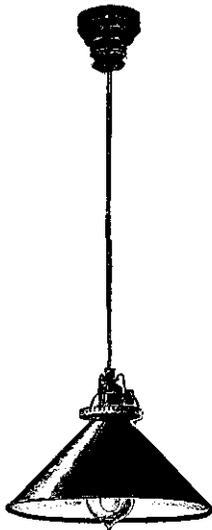
Колпаки и абазуры. — Лампа накаливания, установленная неприкрытою, имела бы довольно некрасивый видъ; поэтому ея нижнюю часть окружаютъ красивымъ венцомъ и темъ достигаютъ еще одного преимущества: свѣтъ направляется преимущественно въ одну сторону. Въ качестве такого венца берутъ по большей части стеклянные колпаки надлежащей формы. Для того, чтобы последние держались на лампе прочно, концы поддоекъ лампъ снабжаются маленькими внитками для закрепленія абазура. Это устройство ясно показано на рис. 196.

У рабочихъ лампъ для сосредоточенія свѣта устраиваютъ непрозрачные абазуры, которые закрепляются подобнымъ же образомъ на ламповой иоддерлке и выделяются изъ стекла или лакированнаго металлическаго листа. Если желаютъ достичь более сильнаго отраженія, то берутъ зеркальныя поверхности и применяютъ для этого или металлические полированные экраны или стеклянные рефлекторы. Иногда въ качестве рефлектора берутъ стеклянный колпачекъ самой лампы, а именно серебрять одну его половину, такъ что свѣтъ отражается отъ этой части стенки; впрочемъ такая лампы пашли сравнительно небольшое распространение.

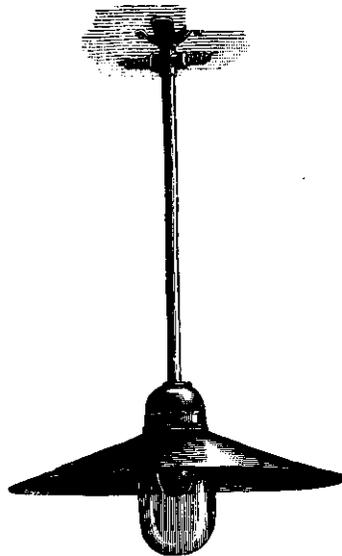
Здесь надо еще упомянуть вкратце о предохранительных колпаках и сетках. Для безопасности во многих установках лампы приходится снабжать плотными пржкрытиями снаружи; для этого их окружают толстым стекляннм колпаком. Точно также для предохранения ламп от механических повреждений их прикрывают предохранительной сеткой из проволоки. Последнее приспособление показано на рис. 195.

Прежде чем покончить с лампами накаливания, надобно, по рассмотрении технической стороны, заняться несколькими вопросами экономического характера, касающимися стоимости и долговечности ламп накаливания. Деньги играют большую роль в технике, потому что последняя живет ими, а потому техники должны обращать должное внимание и на денежные условия своих работ.

Экономичность и долговечность ламп накаливания. — Чем выше подшшается температура накаливаемой нити, тем выгоднее отношение между



193 Подвешивание лампы на проводном шнуре.



194. по возможности до бела-

Подвешивание ламп на стержне.

го калешя.

Но ЗДЕСЬ МЫ

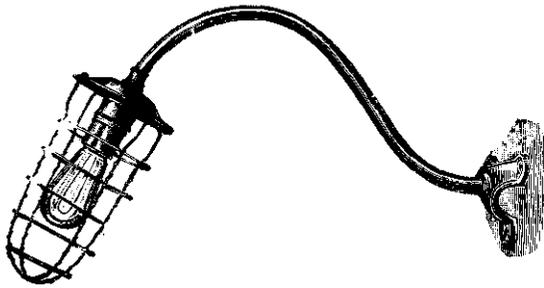
встречаемъ преиятствие въ другомъ обстоятельстве: чемъ выше мы подшшаемъ каление лампы, темъ короче становится ея долговечность, а такъ какъ лампа стоитъ денегъ, то это обстоятельство представляетъ большое значение. Поэтому стараются выбрать возможно выгодныя условия, повышая экономичность лампы, сокращающую расходы на горение настолько, чтобы уравновешивались расходы на возобновление, увеличивающияся съ уменьшениемъ долговечности. Въ этомъ отношении для ламповаго заводчика представляетъ существенное значение сочетание техническихъ условий съ экономическими; онъ долженъ стараться соединить иавысшую экономичность съ наибольшей долговечностью.

Вообще средняя долговечность лампы накаливания составляетъ 800—1000 часовъ горения. Не каждая лампа служить такъ долго: некоторыя погибають въ младенчестве или въ цветущие дни своей юности, но зато другия достигаютъ старости въ 2000 или 3000 часовъ, а некоторыя доходили до преклоннаго возраста въ 6000 и 8000 часовъ. Здесь очень многое завжситъ отъ обращенія съ лампой. Если она подвергается слишкомъ высо-

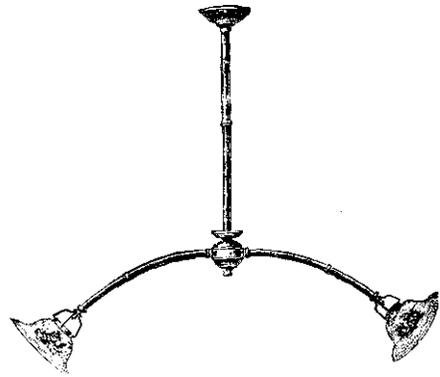
свѣта и расходуемой работой тока, т.-е. темъ больше экономичность лампы накаливания. Хотя раеходуемая въ угольной нити работа тока употребляется повидимому всегда одинаково, но следуетъ заметить, что часть работы теряется въ качестве не-светящей теплоты. Желательно сделать расходуемую въ лампе светящую часть возможно больше, а отношение светящихъ лучей къ темнымъ тепловымъ делается выгоднее съ возвышениемъ температуры. Поэтому накаливание следуетъ поднимать возможно выше,

КОЛИЧЕСТВО

кимъ напряжениямъ, то это отзывается у нея уменьшениемъ долговечности, какъ излишества у людей. Такимъ образомъ ламповый заводчикъ въ отношении долговечности своихъ лампъ находится въ большой зависимости отъ внимательности или невнимательности машиниста, который заведуетъ установкой освещения, и на обращение со своими лампами можетъ влиять только при помощи хорошихъ наставлений.



195. Стенное бра.

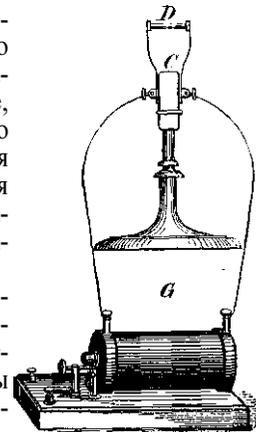


196. Простая подвеска для двухъ лампочекъ,

Для того, чтобы у заводчика были вѣрныя данныя относительно средней долговечности его лампъ, отъ времени до времени изъ готовыхъ лампъ выбираютъ пробныя образцы и испытываютъ ихъ долговечность. Испытывать все эти лампы относительно полного времени горения было бы очень долго и обходилось бы слишкомъ дорого, а потому испытываютъ только небольшую часть при нормальныхъ условияхъ, а для большей части применяютъ сокращенный способъ для яроведения лампы чрезъ все стадии ея жизни. Для этого ее зажигаютъ при определенномъ избытке напряжения, отъ котораго она погибаетъ въ короткое время. 16-свечевую лампу, предназначенную для нормального напряжения въ 100 вольтовъ, зажигаютъ при напряжении въ 125 вольтовъ и больше, вследствие чего ея долговечность укорачиваются до 15—20 часовъ. Эта точно измеренная уменьшенная долговечность при известномъ избытке напряжения доставляетъ указание относительно того, сколько часовъ можетъ служить лампа при нормальномъ напряжении.

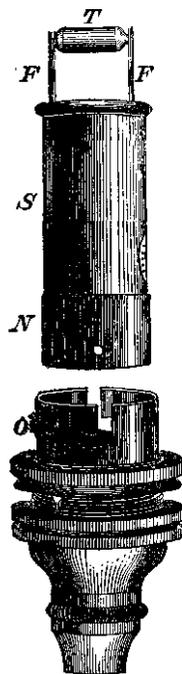
Въ вопросе о долговечности важно еще то обстоятельство, что лампа „стареетъ“. После несколькихъ сотенъ часовъ горения начинаетъ делаться заметнымъ уменьшение силы света; экономичность лампы понижается вследствие того, что на внутренней стороне стекляннаго колпачка осаждается углеродъ, прозрачность стекла уменьшается, и въ результате получается ослабление света.

Техника дамъ накаливания въ десятилетие своего развития сделала не маловажные успехи. Сначала электрическая лошадиная сила (т. - е. столько доставляемой паровой машинной работы, сколько при своемъ обращении въ электричество въ лампахъ накаливания составляло действительно одну лошадиную силу, напримеръ при 100 вольтахъ токъ несколько меньше $7\frac{1}{2}$ амперовъ) бюгла питать около 6—8 лампъ въ 16 нормальныхъ свечей, тогда



197. Лампа Яблочкова.

как теперь это число довели до 12—14, не понизив существенно экономичности; другими словами, прежде 16-свечевая лампа требовала силы тока до 1 ампера, тогда как теперь для нее достаточно половины этого. Это обстоятельство очень важно и сохранять свое значение даже тогда, когда понижается до известной степени долговечность лампы. Впоследствии мы увидим, что самой дорогой частью больших электрических установок являются уличные провода; последние должны быть тем толще, чем сильнее ток приходится их проводить, и тем они бывают соответственно дороже. По отношению к расходам на устройство и к амортизации крайне важно, могут ли те же провода доставлять ток для 1000 или для 2000 ламп; принимая все это в расчет, электрическое предприятие, сдающее лампы нанимателю на год, может предпочесть платить несколько больше за лампы, нагоняя экономии на проводах, особенно если расчет ведется с нанимателем согласно числу часов горения.



198. Устройство лампы Нерста.

В настоящее время стремятся, и не без успеха, увеличить экономичность лампы, не уменьшая продолжительности срока их службы. Без сомнения, в этом направлении можно еще многого достигнуть, для электрического же освещения это вопрос весьма важный. Легко понять, что всякий успех в этом направлении вызовет удешевление электрического света, а в этом отношении мы и должны стремиться одолеть конкуренцию газа и газонакаливаемого освещения.

Лампа Нерста. — Как мы только-что указали, экономичность электрической лампы повышается с температурой, и чем последняя выше, тем благоприятнее будет отношение добытого света к количеству затраченной энергии. Этому обстоятельству обязана дуговая лампа, температура дуги которой достигает 4000° Ц. и больше, своей значительной экономичностью; она расходует на одну нормальную свечу немного больше половины уатта, тогда как лампа накаливания, нить которой нагревается лишь значительно ниже, требует почти в 7 раз большего расхода энергии на каждую свечу. Как мы только-что видели, этот недостаток лампы накаливания неисправим, потому что ее нить не переносит очень высокой температуры; следовало бы применять другой какой-нибудь более упорный материал для нитей. Имеются, правда, материалы в роде извести, магнезии и др., которым можно сообщать очень высокую температуры, не разрушая их; но беда в том, что они не проводят тока.

Уже лет десять тому назад установлено, что непроводники делаются проводниками, если их накаливать. Если мы например введем между полюсами генератора тока раскаленное до - красна стекло, то оказывается, что оно проводит ток и не только остается в раскаленном состоянии, ибо получает теплоту от проводимого тока, но температура его еще повышается, и оно испускает из себя лучи яркого света. Находчивый Яблочков, о котором мы уже говорили, как об изобретателе электрической свечи, хотел воспользоваться этим явлением, наблюдая на изолирующей прокладке свечи, для устройства лампы. Для этой цели он укреплял каолиновый или фарфоровый стержень *D* (рис. 197) между двумя проводящими пружинами, прикрепленными к стойке, и соединял пружины с вторичной обмоткой индукционной спирали *G*.

Если пропускать через последнюю переменный ток, то по стерженьку *J* будет пробегать ряд искр, нагревающих последний до каления. При достижении известной температуры стерженек делается проводником и вместо ряда искр начинает проводить ток, который в свою очередь поддерживает высокую температуру и проводимость стерженька и вызывает в нем лучеиспускание. Яблочков не довел до конца свое изобретение, потому что думал, что новейшие дуговая и калильная лампы превосшли его. Кроме того недостаток лампы Яблочкова заключался в том, что она нуждалась в применении индукционного ашиарата, который должен был работать сперва при высоком напряжении, по появлении же тока при значительно пониженном напряжении.

В основание лампы Яблочкова была положена весьма здравая мысль, о которой в наше время вспомнил профессор Нернст, и которую он сумел применить к практике.

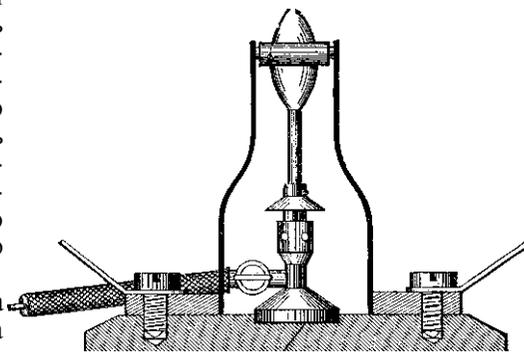
Нернст пользуется в принципе тем же устройством, а именно он включает в цепь коротенький стержень, являющийся при обыкновенной температуре непроводником и делающийся проводником лишь при нагревании до высокой температуры; стержень этот накаляется затем током до белого каления и поддерживается в этом состоянии; таким путем он доходит до устройства лампы, горящей на открытом воздухе, что конечно представляет большую выгоду.

Устройство лампы Нернста (рис. 198) оказывается весьма простым. На контакте *N*, вхо-

дящем в патрон *O* калильной лампы, укреплены две плоские

пружины *FF*, каждая из которых соединена с соответствующею частью контакта. Свободные концы пружинок соединены стерженьком *T* из массы особого состава. Для предохранения пружинок *FF* применяется еще трубка *S* из стекла или металла. Если стержень *T* предварительным нагреванием сделан проводником, то ток проходит по нем и накаливает его до-бела. Вот и вся лампа, принцип которой покоится в невзрачном теле *T*.

Нернст приготовлял сперва накаливаемые стерженьки из магнезии, циркония, из соединений тория и итрия, и сообщал им предварительное нагревание при помощи бунзеновской горелки, как показано на рис. 199; вначале он даже считал выгодным это неудобное приспособление, надеясь сэкономить ток, благодаря непрерывному подогреванию светящегося тела. Этого мнения мы конечно не можем разделить, ибо применение газового пламени делает целесообразность каждой электрической лампы весьма сомнительной. Изобретатель и сам это скоро понял и придать своей лампе такое устройство, что предварительное нагревание достигалось при помощи незначительного пламени спички. Во время своих исследований он пришел к тому выводу, что чистые окислы обращаются в проводники сравнительно трудно, смеси же некоторых из них, например окиси циркония и итрия, окиси тория, с 20% окиси итрия и м. др. при сравнительно низкой температуре начинают уже проводить ток. Этим-то он и воспользовался для устройства своей лампы последнего типа. Изобрете-



199. Нагревание накаливающегося тела бунзеновской горелкой.

ние Нернста является безъ сомнения весьма существеннымъ успехомъ электротехники, потому что допускаетъ устройство незначительныхъ источниковъ света весьма экономичныхъ, ибо на одну нормальную свечу они расходуютъ около 1,5 уатта, чемъ приближаются къ дуговымъ лампамъ; кроме того устройство ихъ отличается крайнсю простотою. Остается правда одинъ недостатокъ: для приведения лампы въ действие требуется предварительное выгревание; но и этотъ недостатокъ кажется намъ устранимымъ, если для предварительнаго прогревания воспользоваться темъ же токомъ.

Установки злектрическаго освещенш.

А. Отдельныя установки.

Генераторныя станции. Двигатели. Динамомашины. Регулирующяя приспособления. Применение аккумуляторовъ. Провода. Включение лампъ. Провода и ихъ прокладка. Коммутаторы и выключатели. Предохранители. Измерители тока и напряжения. Выборъ и распределение лампъ.

В. Установки съ центральными станциями.

Различныя системы. Центральныя станции въ Америке и Европе. Машины центральныхъ станций. Сеть проводовъ. Домашняя проводки. Счетчики электричества. Применение аккумуляторовъ на центральныхъ станцияхъ. Центральныя станции переменнаго тока.

С. Установки электрическаго освещения для особыхъ целей.

Освещение театровъ. Электрический светъ на судахъ. Электрическое освещение железнодорожныхъ поездовъ. Светящяся фонтаны. Различныя применения электрическаго света.

А. — Охдельныя установки.



еперь мы покажемъ читателю, какъ производится, распределяется и потребляется токъ для электрическаго освещения. То, что мы будемъ говорить здесь, относится и къ другимъ частямъ этой книги и къ другимъ установкамъ, где производится и применяется токъ, а потому на установкахъ освещения, которыя въ настоящее время представляютъ самое распространенное применение тока, мы остановимся несколько долыпе, чтобы въ слѣдующихъ главахъ можно было сослаться на сказанное здесь.

Теперь начнемъ съ самыхъ простыхъ небольшихъ установокъ, на которыхъ читатель познакомится съ основными частями всякой установки, и затемъ перейдемъ къ большимъ установкамъ съ центральными станциями, которыя нитають по несколько тысячъ лампъ накаливания и дуговыхъ лампъ.

Небольшая установка предназначается по большей части для освещения одного зданя или сравнительно небольшого района; поэтому такія установки называются отдельными или частными.

Въ каждой установке мы различаемъ пять главныхъ частей, а именно: двигатели, генераторы тока, приспособления для его расиределения и приемники для производства света, къ которымъ въ качестве пятой части прибавляются приспособления для регулирования, наблюдения и замыкания тока.

Генераторныя станции. — Двигатели служатъ для производства механической энергии, идущей на действие динамомашинъ. На установкахъ освещения применяются главнымъ образомъ три рода двигателей: паровыя ма-

Ипины, газовые двигатели и гидравлические двигатели. О ветряныхъ колесахъ и двигателяхъ выгретого и сжатого воздуха можно не говорить, такъ какъ они применяются въ очень редкихъ случаяхъ.

Паровые двигатели—самые важные изъ трехъ названныхъ классовъ, такъ какъ они применяются на электрическихъ установкахъ гораздо чаще газовыхъ и водяныхъ двигателей. О влиянии, какое имело развитие электрическаго освещения на производство паровыхъ машинъ, можно судить по тому, что въ настоящее время для производства электрическаго света расходуется никакъ не менѣе 2.000,000 паров. лош. силъ и производящая эту энергию машины строятся за послѣдння 20 летъ специально для этой цели; стоимость этихъ машинъ составляетъ ОЕОЛЮ 125 миллионовъ рублей; не меньшее влияние оказало электрическое освещение и на техническое развитие паровыхъ машинъ.

Установки паровыхъ машинъ для электрическаго освещения походятъ въ сущности на другия подобныя установки; оне состоятъ изъ парового котла, паропроводной трубы и паровой машины. Что касается до парового котла, то надо сказать, что электротехники выказываютъ мало расположения къ старымъ корнвальскимъ котламъ. Происходитъ это, во-первыхъ, потому, что электрическимъ установкамъ приходится довольствоваться по большей части очень ограниченнымъ помещениемъ, а потому отдають предпочтение такимъ котламъ, которые, занимая небольшое место. даютъ большое паробразование. Затемъ является соображение относительно большей или меньшей безопасности, особенно тамъ, где котель устанавливается въ тесномъ помещении, вблизи жилыхъ зданнй. Вслѣдствне этого въ последнее время предпочитаютъ водотрубные котлы, въ которыхъ жспаряющаяся вода Июмещается во многихъ узкихъ сообщающихся между собой трубкахъ, охватываемыхъ пламенемъ.

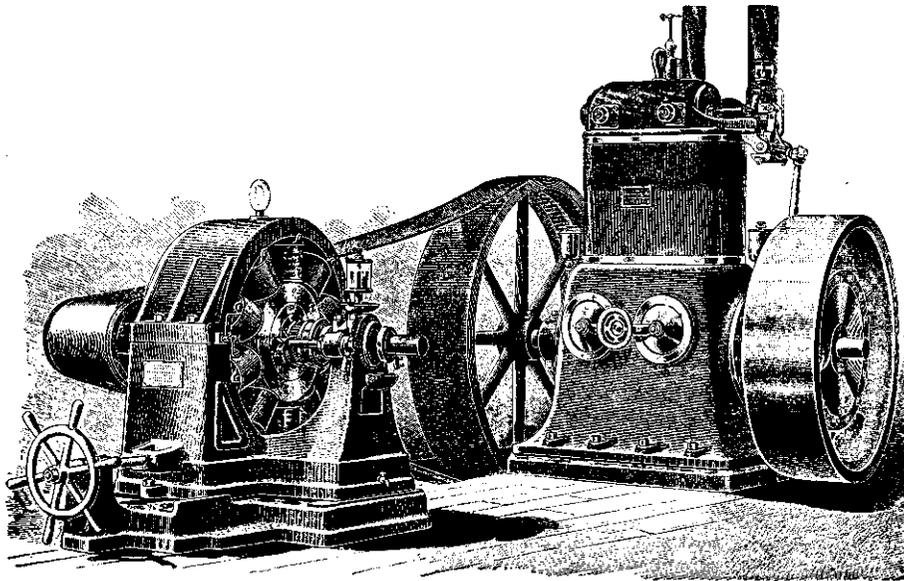
Въ примененннхъ къ электрическимъ установкамъ паровыя машины Ииредставляютъ больше интереса, чемъ паровые котлы. Прежде всего динамомашнна требуетъ отъ двигателя очень равномернаго хода и притомъ равномернаго не только относительно числа оборотовъ въ минуту, но и въ отношеннн скорости вращеннн въ теченнн отдельныхъ оборотовъ. Если эта равномерность не достигается, то напряжение у динамомашнны колеблется въ ту и другую сторону, къ чему очень чувствительны лампы накалнваннн; оне мигаютъ, напр., когда по шкиву проходитъ слишкомъ толстый шовъ на ремне или когда ремень слишкомъ слабо натянуть.

При сильно или внезапно изменяющейся нагрузке динамомашнны, которая повышается и тшижается вслѣдъ за зажигаемъ и гашеннемъ лампъ, для паровой машнны не легко поддерживать скорость почти неизменной, и машиностроители потратили много труда на удовлетвореннн строгихъ требованийъ электротехниковъ.

У машиностроителей и электротехниковъ часто бываютъ столкнове- ннн между собою, когда они встречаются при устройстве одной и той же установкн; если въ такихъ случаяхъ действнне установкн идетъ плохо, то наверно электротехникъ свалнваетъ вину на машиностроителя, а послѣдннн выражаетъ подозренин относительно электрической части установкн, предудсмотрнтельно умалчнвая о своихъ упущенннхъ. Часто они находятъ еще третьяго, противъ котораго благоразумно ополчаются вместе, а именно если кто-либо доставляетъ ремень для соединеннн той и другой части установкн, то этотъ промежуточный членъ служитъ обыкновенно козломъ отпущеннн. Иногда союзники бываютъ отчасти правы, такъ какъ ремень въ электрической установкн является нежелательнымъ элементомъ. Сначала туго натянутый, съ теченнемъ времени онъ ослабеваетъ и начинаеть плохо исполннать свое назначеннн. Чтобы обезопаснть себя отъ ослабеваннн ремня, электро-

техникамъ пришлось делать динамомашину подвижными, такъ что, передвигая последняя, ремень можно натягивать даже во время хода. Если читатель посмотритъ на приведенный раньше у насъ рис. 74, то онъ замечетъ, что машины тамъ стоятъ на двухъ полозьяхъ, на которыхъ онѣ закреплены болтами. Машину можно передвигать назадъ для натягивания ремня при помощи винтовъ, рычаги для поворачивания которыхъ видны передъ полозьями. Но этимъ не устраняется весьма нежелательный разрывъ ремня, который ведетъ за собою неожиданное для всехъ прекращение электрическаго света.

Подобныя случайности заставили малиностроителей и электротехниковъ позаботиться о полномъ исключении ненадежныхъ ремней изъ электрическихъ установокъ. Достичь этого было не такъ легко, такъ какъ ремни выполняли довольно существенныя назначенія. Дело въ томъ, что у прежнихъ динамо-

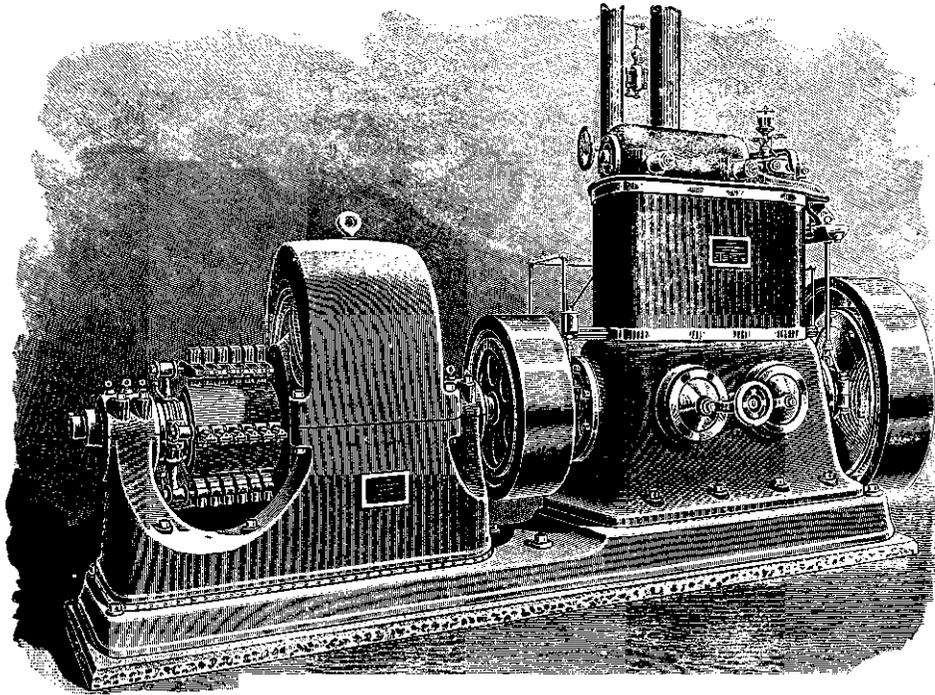


200. Паровой двигатель и динамомашина, соединенные ремнемъ.

машинъ была большая скорость вращения, 1000 и больше оборотовъ въ минуту, тогда какъ у паровыхъ машинъ не больше 200. Чтобы устранить это неравенство, у паровыхъ машинъ и динамомашинъ устраивали шкивы различныхъ диаметровъ, а часто оказывалось необходимымъ устраивать промежуточную передачу, т.е. применять два ремня. Поэтому было уже успехомъ и то, что понизили число оборотовъ у динамомашинъ до 600—700 въ минуту и стали применять только одинъ ремень. Соединение однимъ ремнемъ динамомашинъ съ паровой можно видеть на рис. 200. Уменьшая число оборотовъ динамо, подвинулись настолько впередъ, что въ настоящее время пользуются уже лишь однимъ ремнемъ и устранили одну изъ промежуточныхъ передачъ. Въ увеличении же скорости вращения паровыхъ двигателей достигли еще лучшихъ результатовъ. Виллансъ и позднее Вестингаузъ построили быстроходныя паровыя машины, соединившыяся съ динамомашинами безъ помощи ремней, какъ это видно на рис. 201. Обе изображенныя нами паровыя машины принадлежатъ Вестингаузу, т.е., точнее, построены на его заводе, — имя же конструктора неизвестно. Сущность устройства заключается въ применении 3 короткихъ цилиндровъ, въ которыхъ поршень испытываетъ

лишь одностороннее давление пара. Кривошипы повернуты одинъ относительно другого по 120° , такъ что въ машинѣ нѣтъ мертвыхъ точекъ. Весь механизмъ заключенъ въ оболочку, такъ что изъ движущихся частей наружу выдаются лишь оба конца вала.

Возможность достигненья большихъ угловыхъ скоростей при помощи обыкновенныхъ цилиндрическихъ паровыхъ машинъ возбуждаетъ сомненье, вследствие значительнаго тренья и быстрого измененья направленья двюкений, обладающихъ возвратнымъ движеньемъ частей. Въ виду этого старались устроить такія паровыя машины, которыя не имели бы частей съ возвратнымъ движеньемъ, и остояновились наконецъ на паровыхъ турбинахъ. Парсону



201. Быстроходная пародинамо.

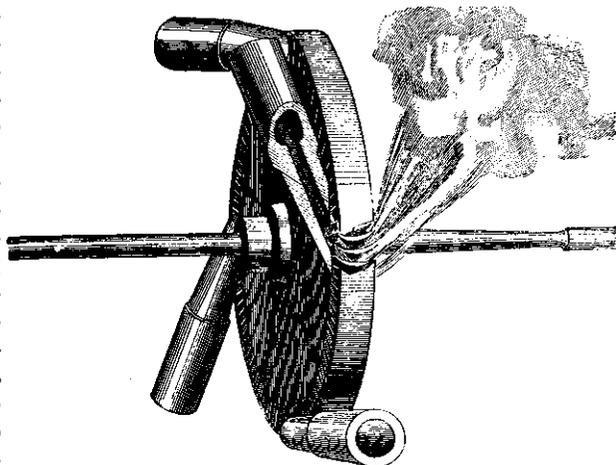
удалось построить машину, удовлетворяющую большей части предъявленныхъ требованій, кроме экономичности. Лавалю удалось наконецъ соорудить паровую турбину, удовлетворяющую даже повышеннымъ требованьямъ. Эта турбина основана на принципе, впервые предложенномъ Эйлеромъ для водяныхъ турбинъ. Если мы дадимъ какой-нибудь жидкости, напримеръ воде, воздуху, пару, находящимся подъ давлениемъ, возможность свободнаго истеченья, то истекающая масса теряетъ свое давление, но за то приобретаетъ скорость, которая совместно съ ея весомъ, точнее съ массой жидкости, даетъ намъ энергю. Если такая жидкость встретится съ подвижнымъ теломъ, напримеръ съ лопастнымъ колесомъ, то она отдастъ часть своей энергю этому телу, последнее приобретаетъ следовательно энергю движенья. Этотъ принципъ мы находимъ въ устройстве турбины Лавалья и въ описанномъ ниже колесе Пелтона. Въ турбине Лавалья паръ выходитъ изъ одного или несколькихъ направляющихъ отверстій, встречаетъ лопастное колесо и проходитъ сквозь него наружу (рис. 202).

Быстро вылетающія изъ отверстія частицы пары ударяются о лопасти

колеса и отдають имъ большую часть своей энергии движения, выходя по другую сторону колеса уже съ значительно меньшею скоростью. Еакъ велика скорость, приобретаемая паромъ при расширеніи, можно понять на основании следующихъ данныхъ: паръ, находящийся въ котле подъ давлениемъ 2 атмосферъ, расширяясь до давления въ одну атмосферу, приобретаетъ скорость въ 480 метровъ въ секунду, при 6 атмосферахъ давления скорость будетъ 775 м. и при 12 атм. она достигаетъ 913 метровъ въ секунду.

Соответственно этой значительной скорости пара, скорость парового колеса тоже значительна, такъ какъ для выгоднейшаго действия скорость лопастей должна равняться половине скорости частицъ пара. Благодаря этому сравнительно небольшое колесо можетъ развить значительную мощность. Такъ напримеръ изобретатель развивалъ до 300 лошадиныхъ силъ при помощи турбины, колесо которой имело въ диаметре только 50 см., при давлении въ котле въ 8 атмосферъ и при 16,000 оборотахъ въ минуту.

Такая огромная скорость вращения есть конечно уже недостатокъ, потому что мы можемъ применять такая скорости лишь въ очень редкихъ случаяхъ, следовательно должны прибегать къ помощи сильно вмедляющей передачи; кроме того и подшипники должны быть построены особенно тщательно, для избежания чрезмернаго ихъ нагревания. Эту и другія трудности изобретатель обошелъ помощью искусныхъ приспособлений, такъ-что турбину Лавала можно считать годной для практики машиной, темъ более, что расходъ пара въ ней не превышаетъ расхода въ хорошихъ паровыхъ машинахъ.

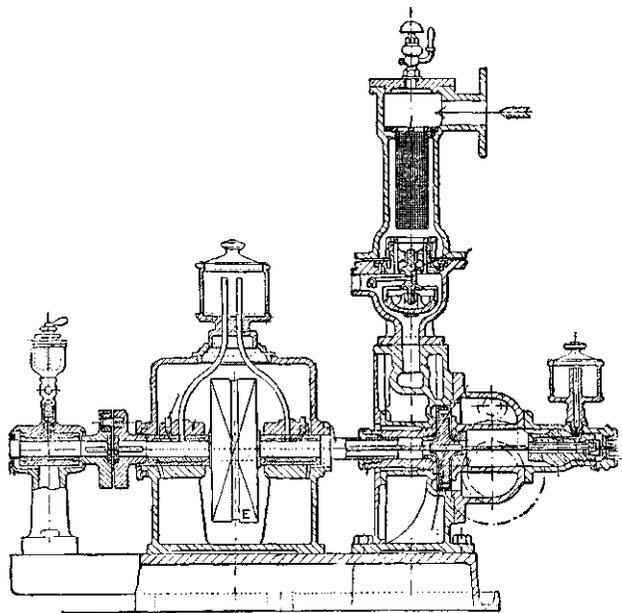


202. Турбина Лавала.

Такая пародинамомашина показана на рис. 203 и 204. Въ продольномъ разрезе (рис. 203) паровая турбина расположена справа. Маленьше затушеванное колесо и есть колесо турбины, сидящее на тонкомъ гибкомъ валу. На этотъ валъ, вращающийся со скоростью отъ 10—15,000 оборотовъ въ минуту, насажено съ левой стороны маленькое фрикционное колесо, захватывающее другое большое фрикционное колесо Е передачиго присисобления, которое уже вращается съ значительно меньшею скоростью. Съ валомъ Е соединенъ непосредственно валъ динамомшины, одинъ изъ подшипниковъ котораго намъ виденъ слева. Передача, оба фрикционБЫХъ колеса заключены въ закрытый ящикъ, на которомъ расположены масленки для подшипниковъ. На рис. 204 мы даемъ еще общий видъ машины; справа расположена турбина, посередине ящикъ -съ передачей и две динамомшины. Несколько машинъ такого устройства работаютъ на электрическихъ заводахъ Эдисона; мы къ нимъ еще вернемся впоследствии.

Можетъ-быть, мы отнеслись къ ремнямъ слишкомъ несправедливо. Безтиристрашие требуетъ, чтобы мы упомянули такоке о старанияхъ улучшить ихъ. Соединенные нападки машиностроителей и электротехниковъ пе давали

покою заводчикамъ ремней, и они прикладывали все старания, чтобы сделать свои ремни удовлетворяющими требованьямъ. Важный недостатокъ ремней заключается въ томъ, что они часто быстро скользятъ на шкиве Юперемненно направо и налево; происходитъ это отъ того, что волокна бычачьей кожи идутъ отъ хребта по косымъ линиямъ книзу; вследствие этого куски ремня, вырезанные изъ боковыхъ частей кожи, имеютъ стремление передвигаться по шкиву соответственно съ наклоннымъ понижениемъ волоконъ. Поэтому ремни для электрическихъ установокъ заводчики вырезаютъ изъ средней хребтовой части шкуры, такъ что волокна идутъ отъ средней линии ремня наискось въ ту и другую сторону. Мы излагаемъ это въ виде примера, чтобы показать, отъ какого большого числа мелочей зависитъ действие электрической установки.



203. Турбина Лавала. Продольный разрезъ.

Величайшимъ усовершенствованиемъ, сделаннымъ въ области электрическихъ установокъ освещения въ местахъ, где имеется газопроводъ, такой двигатель представляется самымъ удобнымъ, потому что онъ требуетъ мало ухода и можетъ быть приведенъ въ действие въ несколько минутъ. Надо еще прибавить, что газомоторъ требуетъ сравнительно немного места, а потому его можно устанавливать въ мало для чего пригодномъ углу; при его применении устраняется опасность взрывовъ и его установка не сопряжена съ административными ограничениями, подобно установкамъ паровыхъ котловъ. Сверхъ того многия газовыя компании отпускаютъ газъ для двигателей дешевле, чѣмъ для освещенія, и, благодаря этому, газомоторы получили большое распространение въ установкахъ электрическаго освещенія. Полученіе света при пользованіи газомоторомъ делается несколько дороже, но въ виду всехъ указанныхъ преимуществъ этому двигателю отдаютъ предпочтеніе въ небольшихъ установкахъ.

Самое широкое распространение получили газомоторы Отто, которыхъ къ концу 1894 г. было установлено для получения электрическаго света 2950 экземпляровъ, въ совокупности на 44000 лощ. силъ. Газомоторный заводъ въ Дейтце занимался специально разработкой этого двигателя для электрическихъ установокъ, и ему удалось придать своимъ двигателямъ такое устрой-

Благодаря такимъ мелкимъ усовершенствованиямъ, ременная передача сделалась теперь надежнее, и она применяется еще въ небольшихъ установкахъ. Въ большихъ установкахъ, а именно на центральныхъ станціяхъ, где отъ паровой машины приходится передавать несколько сотенъ лошадиныхъ силъ, теперь применяется почти исключительно только непосредственное соединеніе, т. е. тихоходныя динамомашинныя.

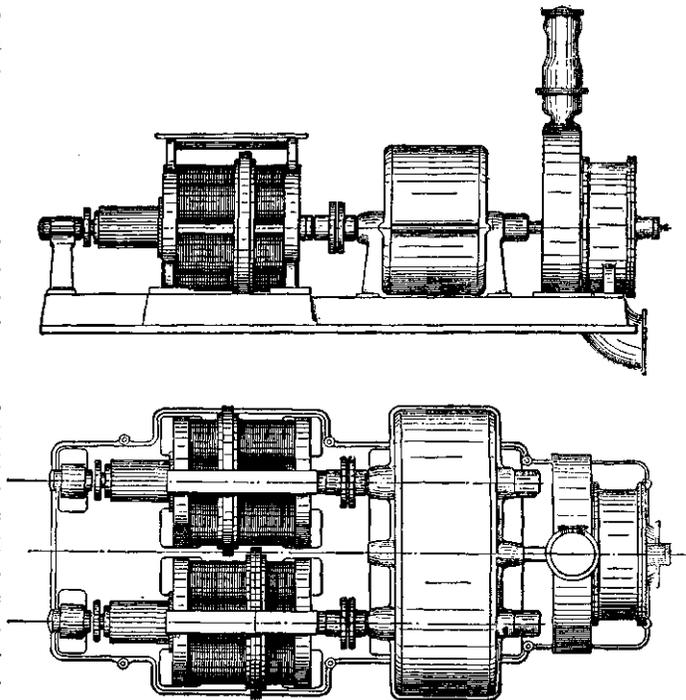
Кроме паровыхъ машинъ получили большое распространение для вращенія динамомашинъ газомоторы. Для небольшихъ

ство, чтобы они доставляли совершенно ровный свет; для этой цели фабрика снабдила свои моторы особым приспособлением, подводящим к цилиндрам то большие, то меньшие заряды, смотря по спросу на работу, благодаря чему достигается настолько равномерный ход моторов, что ими, оказывается, возможно пользоваться для непосредственного питания калильных ламп. Газовые техники, которые стараются преобразовать электрический свет из конкурента в потребителя, смотря на применение газомоторов для электрического освещения с большим удовольствием и пытаются по возможности увеличить это применение. Они в особенности стараются о том, чтобы сделать двигатель применимым для бодыпихъ установок с целью связать таким образом производство газа с производством электрического света. Надо заметить, что производство газа значительно удешевилось вследствие

возрастающего спроса на побочные продукты, а потому газовые компании могут производить ток посредством газовых машин довольно экономично. Для больших электрических

установок теперь строят газомоторы до 200 лш. сшг и надеются со временем строить еще более сильные. При таких условиях получает значение применение газа к целям электрического освещения. Известная фирма Бр. Кэртингъ в Кэр-

тингдорфе близъ Ганновера занялась преобразованиями техники в этом направлении и имела успех. Ею оборудовано за последние годы более двух дюжинъ электрическихъ заводовъ, на которыхъ движущая сила добывается помощью газовыхъ машинъ, потребляющихъ газъ Доусона или, по терминологии фирмы, силогазъ. Эти небольшие электрические предприятия обладаютъ движущею способностью отъ 60 до 240 лошадиныхъ силъ и обслуживаютъ, сь целями освещения, частью небольшие города, частью вокзалы и т. п. учреждения. Рядомъ сь дешевой производствомъ силы, в течение часа на одну лошадиную силу расходуется приблизительно 0,6 кгл. угля, следуетъ принять въ разсчетъ и дальнейшую выгоду, заключающуюся въ томъ, что вся система машинъ совокупно сь приспособлениями для добытия газа требуетъ сравнительно очень мало места и незначительнаго ухода. Это такая выгода, которая для маленькаго завода имеютъ большое значение, ИИозтому намъ кажется нелишнимъ сказать несколько словъ объ устройстве Вр. Кэртингъ силогазовыхъ заводовъ.



204. Турбина Лавала сь двумя динамо.

Силогазъ добывается простою перегонкою изъ тошаго угля, особенно изъ антрацита и кокса. Онъ образуется при введении въ генераторъ, наполненный довольно толстымъ слоемъ угля, воздушной струи, насыщенной водянымъ паромъ; при этомъ образуется съ одной стороны, вследствие разложения водяного пара каленымъ углемъ, водородъ и кислородъ, съ другой стороны, вследствие сгорания угля въ кислороде, который подводится отчасти воздухомъ, отчасти образуется при только-что упомянутомъ разложении, получается водородъ, окись углерода, въ смеси съ азотомъ накачиваемого воздуха, равно какъ незначительныя количества угольной кислоты и углеводорода; составъ газа приблизительно следующий:

водородъ	18%
окиси углерода	26%
углеводорода	2%
угольной кислоты	&°/о
азота	47%

Газъ содержитъ въ себе около 46% горючихъ частей и весьма пригоденъ для приведения въ движение газомоторовъ, равно какъ для отопления и другихъ промышленныхъ целей; непосредственно для освещения газъ не можетъ применяться.

При полномъ сгорании 1 куб. м. силогаза развиваетъ, соответственно добротѣ употребляемаго материала, отъ 1250 до 1850 калорий, тогда какъ светильный газъ даетъ почти въ 4 раза больше; поэтому для достиженія одинаковыхъ результатовъ приходится брать силогаза въ 4 раза больше; темъ не менее въ некоторыхъ случаяхъ пользование силогазомъ оказывается более экономичнымъ, такъ какъ весь горючий материалъ въ генераторѣ до золы включительно превращается въ газъ, причемъ применяется съ пользою 80—82%, т. е. въ полученномъ газѣ заключается въ скрытомъ состояннн отъ 80—82% горючихъ материаловъ.

Въ целяхъ получения незначительнаго количества пара, необходимаго для приведения въ действие меховъ, установленъ небольшой паровой котель съ вертикальною топкою, въ которой расположена спиральная труба, перегревающая паръ на пути къ мехамъ. Перегретый паръ помощью меховъ увлекаетъ съ собою необходимое для образования газа количество воздуха въ генераторъ.

Генераторъ представляетъ изъ себя не что иное, какъ простую шахтенную печь, снабженную цилиндрическою оболочкой изъ жести, выложенной внутри огнеупорнымъ кирпичемъ, и обладающую внизу обыкновенной подовой решеткой; въ верхней своей части оболочка имеетъ непроницаемую для воздуха крышку, на которой расположена наполнительная воронка. Подводимая мехами смесь пара съ воздухомъ, вступая въ зольникъ, оттуда уже проникаетъ въ засыпанный въ генераторъ сверху уголь; при этомъ, какъ мы описывали выше, образуется силогазъ, накапливающийся въ верхней части генератора.

Помещенная на крышке воронка снабжена двойнымъ запоромъ, такъ что засыпаемый въ шахту-генераторъ уголь не даетъ выхода газу.

Собирающиеся въ верхней части генератора все еще очень горячие газы отводятся по трубопроводу въ очиститель. Предварительно однако горячие газы проводятся черезъ ХОЛОДЬЛЬНИКЪ, по которому протекаетъ холодный втягиваемый мехами воздухъ, такъ что последний получаетъ уже предварительное нагреванне; благодаря такому устройству отдаваемая добытымъ газомъ теплота не теряется, но снова идетъ въ дело.

Прежде чѣмъ пользоваться полученнымъ въ генераторѣ газомъ для работы газомотора, его следуетъ предварительно очистить, после чего его можно передать на место потребления.

Накопление газа в больших газгольдерах в настоящем случае является излишним; необходимо лишь устройство колокола-регулятора для уравнивания давления.

Надзор и уход за такой установкой крайне прост, — с генератором свободно справляется один человек. Производство вполне безопасно и не тягостно для окружающих; из герметически закрытого аппарата не выделяется никаких дурно пахнущих газов; далее не получается никаких шумов, ибо все время происходит лишь безшумное протекание газа и воды. Малейшая неисправность затвора сейчас же дает себя знать характерным запахом сернистаго водорода.

Простота и дешевизна подобного рода устройств и пользования ими дадут возможность применять систему силогаза во многих случаях, поэтому мы скажем еще несколько словъ об одной электрической установке, въ которой пользуются энергией силогаза, построенной тем же обществомъ въ Клаусталь-Целлерфельде близъ Гарца.

На таблице II показано здание центральной станции. Прежде всего бросается въ глаза, насколько выгодно, уже ио внешнему виду, заводъ съ газовой энергией отличается отъ заводовъ съ энергией паровой. Главнымъ образомъ отпадаетъ необходимость устройства большой каменной дымовой трубы; затемъ исчезаютъ некоторыя неудобства въ роде сильныхъ шумовъ, неприятныхъ запаховъ и т. д.

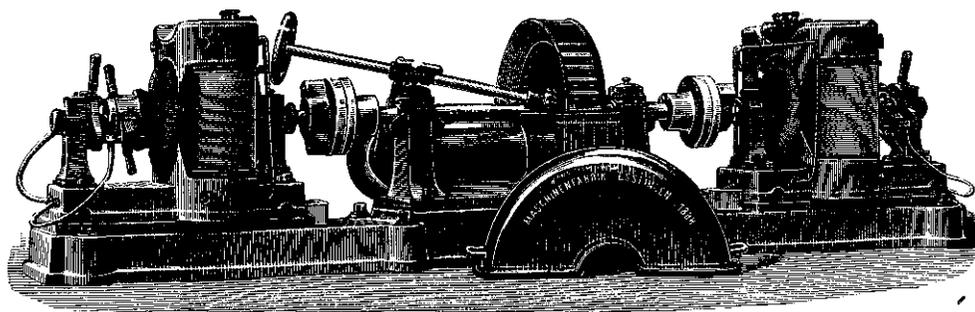
Все здание разделено на две части. Въ передней части въ подвале находятся контора, мастерская, складъ, помещения для угля и аккумуляторовъ, въ верхнемъ этаже квартира управляющаго. Ради более выгоднаго жпользования места помещение для аккумуляторовъ разделено надежной перегородкой на два расположенныхъ одно подъ другимъ помещения.

Въ задней части здания установлены два газовыхъ генератора, производящихъ газа столько, сколько нужно для возбуждения приблизительно около 120 лошадиныхъ силъ; тамъ же находятся и небольшие образователи пара. Въ самомъ заднемъ помещении находятся промывательные и очистительные аппараты и регулирующий давление колоколь. Полученный въ генераторе газъ, после промывки и очистки, поступаетъ изъ упомянутаго колокола по мере надобности въ машинное отделение, где установлены две газодинамичекие машины въ 70 лошадиныхъ силъ. Возбужденная этими машинами электрическая энергия передается по подземному кабелю къ распределительной доске. Приведение въ движение газодинамо совершается очень просто при помощи сжатаго воздуха. Необходимая для Иштания и для охлаждения вода якачивается изъ находящагося вблизи ручья въ резервуаръ, стоящий на полу въ передней части здания, откуда она уже и течетъ къ местамъ потребления. Здание устроено настолько большихъ размеровъ, что въ немъ можно смело расположить еще третий генераторъ, промыватель и машинное отделение. Этотъ заводъ работаетъ помощью тока постояннаго направления, применяя трехпроводную систему; напряжение въ местахъ потребления доходитъ до 2 X 110 вольтъ.

Двигателями третьяго рода являются водяные двигатели. По работе они безусловно самые выгодные, такъ какъ расходъ является только на уходъ и исправления, а не на доставляющийъ энергию агентъ, какимъ здесь бываетъ поднимаемая солнцемъ вода, ниспадающая опять въ реку или море. Такая экономичная движущая сила представляетъ большое значение для электрическихъ установокъ, потому что при этомъ значительно расширяется область ея утилизирования, которая иначе была бы связана съ местомъ водопада. Примеромъ этому служить знаменитая установка передачи силы изъ Лауффена въ Франкфуртъ-на-Майне, где линия передачи тока перешла за никогда не достигаемое разстояние въ 170 километровъ, и отъ водяной

силы въ Лауффене действовали лампы и двигатели во Франкфурте. Вторымъ примеромъ можетъ служить утилизация силы Ниагарскаго водопада, отъ котораго 100,000 лошадиныхъ силъ передается электрическимъ путемъ. До сихъ поръ электрическая утилизация водяной силы недостаточно развита, что причиняетъ, которыя мы разсмотримъ подробно въ заключительной главѣ. Но уже теперь можно видеть, что применение водяной силы для электрическихъ установокъ умножается, особенно въ техъ местностяхъ, где каменный уголь дорогъ, а водяная сила имеется въ изобилии. Первое место въ этомъ отношении занимаютъ Швейцария и другія гористыя местности Европы, а также гористыя местности Северной Америки. Другой случай, когда утилизация водяной силы бываетъ выгодна, представляется тамъ, где приходится экономично производить большія количества тока, какъ это имеетъ место въ электрохимической промышленности; мы къ этому вернемся въ одной изъ следующихъ главъ.

Въ качестве водяныхъ двигателей применяются, прежде всего, турбины какъ съ вертикальной, такъ и горизонтальной осью. Последнія применяютъ предпочтительно для вращения небольшихъ динамомашинъ, потому что при



205. Динамомашина, приводимая въ движение горизонтальной турбиной.

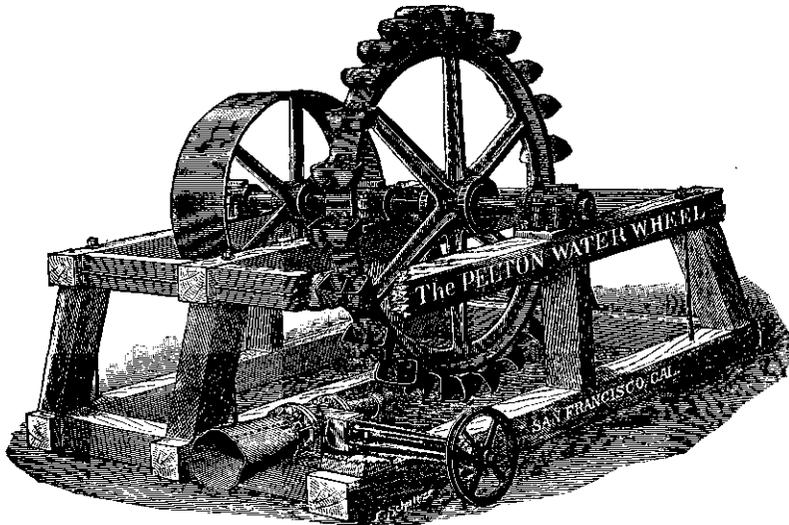
турбинахъ желательно соединять валъ двигателя непосредственно съ валомъ динамомашинъ, а у последней валъ бываетъ горизонтальный, если она не строилась специально для данной цели.

Турбинная динамомашина, изображенная на рис. 205, построена фирмой „Эсслингень" для стального завода въ Терни, въ Италіи. Вода, производящая давление, подводится въ турбины съ высоты 200 метровъ и приобретаетъ въ машинномъ отделении давление въ 18 атмосферъ; она подводится къ целому ряду малыхъ турбинъ, изъ которыхъ каждая приводитъ въ движение две динамомашины. Благодаря возможности Июльзования несколькими турбинами, можно приводить въ движение столько машинъ, сколько въ данную минуту понадобится.

Для очень высокихъ давлений воды турбины мало пригодны и въ такихъ случаяхъ применяютъ водяныя колеса системы Пельтона, образчккъ которыхъ изображенъ на рис. 206. Сравнительно тонкая, но вытекающая изъ трубы подъ сильнымъ давлениемъ струя воды ударяетъ въ ковши вертикально расположеннаго колеса и приводитъ его во вращение. Ковши такъ устроены, что они отнимаютъ отъ движущейся струи воды почти всю энергию движения, такъ что при этомъ механизме движущая сила утилизируется очень полно.

Динамомашины. — Число и величина динамомашинъ для данной установки освещенія рассчитывается по обширности установки и главнымъ образомъ по наибольшему числу лампъ, зажигаемыхъ одновременно. Для

небольших установок до двухсот и трехсот ламп достаточно одной динамомашины, от которой тогда, конечно, оказываются вполне зависящими; надо примириться тогда с тем, что, когда машина вследствие повреждения будет оставаться некоторое время в бездействии, вся установка будет лишена света. Но во многих случаях этого нельзя допускать и тогда необходимо устанавливать в запас вторую динамомашину. В таких случаях часто поступают еще следующим образом: вместо одной большой машины устанавливают несколько небольших и их число увеличивают на несколько запасных машин; можно ведь предположить, что повреждение случится не во всех машинах сразу, а потому надо предусматривать запас только для некоторой части. Если имеется только один двигатель для всех этих машин, то опять оказываются в зависимости от него, а потому указанному разделению генераторов тока соответствует также разделение двигателей, т.-е. установка нескольких двигательных



206. Водяное колесо Пельтона для высокого давления.

машин или по одной для каждой динамомашины или так, чтобы каждый двигатель мог проводить в действие группу динамомашин. Там, где динамомашины не соединяются непосредственно с паровой машиной (т.-е. где с каждой стороны паровой машины находится по одной динамомашине), динамомашины приводятся в действие от передаточного вала, общего для каждой группы.

Довольно значительная тяга, развиваемая ремнем, требует, чтобы динамомашинка была хорошо укреплена. Если она устанавливается в верхнем этаже, то надо заботиться о том, чтобы был достаточно прочен потолок, на котором она крепится. Вообще предпочитают помещать ее возможно ниже, в подвале, где она ставится на особо устроенный фундамент. Она укрепляется на последнем прямо или при посредстве упомянутых выше ползубов.

Для присмотра за машиной требуется, чтобы она была доступна со всех сторон; поэтому ее надобно устанавливать так, чтобы кругом не оставался свободный проход. На этом основании проволоки для проводки тока прокладывают так, чтобы они не загромождали дороги: провода преимущественно протягивают от зажимов, расположенных на верхней стороне

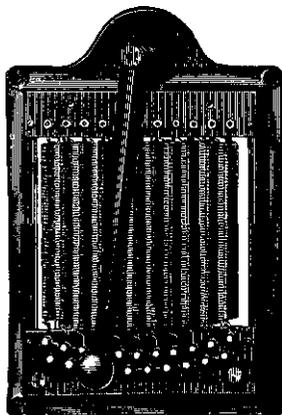
машины, вертикально кверху до потолка и затем их прокладывают по потолку.

Тамъ, где приходится применять несколько машинъ въ одной установкѣ, каждая изъ нихъ можетъ питать особую цепь, или оне могутъ работать вместе на общій для всехъ лампъ проводъ.

Первая система пригодна главнымъ образомъ для установокъ съ дугowymi лампами, где въ каждую цепь вводится по одной группѣ последовательно соединенныхъ лампъ. При этомъ, устраиваютъ установку такъ, чтобы каждая машина могла работать на каждую цепь, а для этого устанавливаютъ особую распределительную доску, которая даетъ возможность производить любое соединение цепей съ динамомашинами.

Если желаютъ, чтобы несколько машинъ работало на одну общую цепь, то прежде всего обращаютъ внимание на то, чтобы у каждой машины было нормальное напряжение. Если бы этого не было, если бы напряжение одной

машины оставалось ниже нормальнаго, то она вместо давления тока въ проводъ стала бы брать его изъ послѣдняго. Такимъ образомъ токъ, производимый другими машинами, пошелъ бы не целикомъ чрезъ лампы, частью чрезъ слабую машину. Поэтому каждая машина, раньше чемъ соединить ее съ главной цепью, приводится своимъ регуляторомъ къ требуемому напряжению.



207. Реостатъ для регулирванія напряжения въ машинахъ съ ответвленіемъ и ком-

Регулирующія приспособленія. — Проще всего устраивается регулирование у машинъ съ ответвленіемъ, у которыхъ намагничивающій токъ изменяется вводимымъ въ цепь переменнымъ сопротивленіемъ, и темъ уменьшается или увеличивается, соответственно съ требуемой работой, возбуждательная сила машины. То же самое регулирование применяется и у машинъ компаундъ

или ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНІЯ, КОТОРЫЯ ВСЕ ЖЕ НЕ МОГЪТЪ ВПОЛНѢ ОБХОДИТЬСЯ БЕЗЪ РЕГУЛИРОВАНІЯ НАПРЯЖЕНІЯ; поэтому въ ихъ обмотку ответвления вводится переменное сопротивление; для этого по большей части пользуются приборомъ, изображеннымъ на рис. 207 и носящимъ название „реостата“. Въ немъ токъ проходитъ чрезъ ручку и контактъ, на которомъ послѣдняя поставлена, а затемъ по спиральямъ проволоки, находящихся налево отъ упомянутого контакта; токъ протекаетъ последовательно по всемъ этимъ спиральямъ и выходитъ изъ конца послѣдней. Если переставить ручку на одинъ контактъ вправо, то введемъ въ цепь еще одну спираль, по которой долженъ проходить токъ, т.-е. увеличимъ сопротивление. Такимъ образомъ можно вводить въ цепь сколько угодно изъ имеющихся спиралей и темъ изменять сопротивление ответвления, а следовательно и силу проходящаго по нему тока.

Этотъ способъ регулирования основанъ на томъ, что, изменяя силу тока въ обмоткѣ электромагнита, мы сперва изменяемъ намагничивающую силу магнитовъ, или, что то же самое, напряжение магнитнаго поля, а благодаря этому и электродвижущую силу динамомашинъ, а следовательно и напряжение въ зажимахъ. Это наиболее распространенный способъ регулирования, но далеко не единственный. Такъ напряжение на зажимахъ можно изменять, меняя положеніе щетокъ коллектора, передвигая ихъ на некоторый уголъ. Для машинъ съ токомъ постояннаго направленія этотъ способъ менее пригоденъ уже потому, что онъ вызываетъ появленіе искръ на коллекторе.

Электровозбудительную силу динамомашинъ можно изменять еще, меняя число оборотовъ, которое делаетъ машина въ минуту, хотя такой способъ применяется реже. Для этого применяютъ автоматические регуляторы у динамомашинъ, которые приводятся въ действие токомъ и, соответственно увеличению или уменьшению силы тока или напряжения, уменьшаютъ или увеличиваютъ выпускъ пара.

Наконецъ есть еще одно средство, самое простое и самое плохое: введениемъ или исключениемъ части сопротивления, находящагося въ главной цепи, изменяютъ сопротивление внешней цепи, изменение котораго и составляетъ причину колебаний напряжения и силы тока. Это самый плохой способъ, потому что добавочное сопротивление поглощаетъ безъ нужды энергию и преобразуетъ ее въ бесполезную теплоту, а потому теперь, когда известны лучшие и более экономичные способы регулирования, этотъ способъ едва ли еще применяется, по крайней мере когда приходится вводить въ цепь регулирующее приспособление на продолжительное время, но имъ пользуются еще для получения кратковременнаго усиления или ослабления тока, какъ увидимъ дальше при описании электродвигателей и электролитическихъ установокъ.

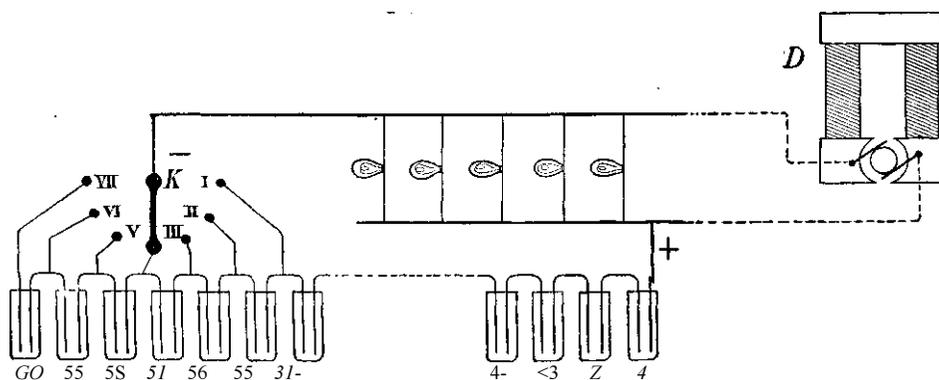
Применение аккумуляторовъ къ освещению.

Въ главѣ объ аккумуляторахъ мы уже упоминали о той выгоде, которую даетъ запасание электрической энергии для электрическихъ предприятий; послѣднія могутъ пользоваться энергией при помощи аккумуляторовъ и после остановки машинъ, отчего пользование токомъ и энергией зависитъ отъ продолжительности работы машинъ. Однако применение аккумуляторовъ не такъ просто, какъ это можно подумать на основаніи только того, что было сказано по этому поводу. Посвящая зарядженію батареи несколько часовъ въ день, мы отнюдь еще не можемъ во все остальное время сутокъ пользоваться ею для питания сети; пользование это осложняется некоторыми обстоятельствами, о которыхъ, по нашему мнѣнію, лучше всего поговорить здѣсь, при обзорѣ способовъ освещенія.

Мы говорили на стр. 113, что напряжение аккумулятора возрастаетъ при зарядженіи, при разрядженіи же убываетъ. Предположимъ, что мы производимъ установку для освещенія лампами накаливанія; лампы накаливанія, какъ это выяснено выше, требуютъ определеннаго напряжения на зажимахъ динамомашинъ, скажемъ 100 вольтъ, или даже 105 вольтъ, если принимать во вниманіе потерю напряжения въ проводахъ. Зарядженный аккумуляторъ даетъ въ началѣ разрядженія несколько болѣе, 9 вольтъ, такъ что для достиженія напряжения въ 105 вольтъ необходимо имѣть 55 последовательно соединенныхъ элементовъ. Черезъ 2—3 часа напряжение уменьшается на 5—6%. Предположимъ, что черезъ полтора часа напряжение уменьшилось на 2%, въ следующий часъ еще на 2%, черезъ полчаса еще на 2% же; напряжение у лампъ падало бы последовательно до 98, 96, 94 вольтъ, отчего лампы стали бы горѣть все болѣе и болѣе тускло. Это большой недостатокъ, который необходимо устранить; но какъ этого достигнуть? Очень просто; слѣдуетъ установить не 55, а на 3 или 4 элемента болѣе, включая эти послѣдніе въ общій рядъ постепенно. Когда батарея замкнута и начинаетъ питать лампы, то сперва мы пользуемся 55 элементами ряда, дающими намъ необходимыя 105 вольтъ. Черезъ некоторое время общее напряжение этихъ 55 элементовъ упадетъ ниже 104 вольтъ; тогда, включая одинъ изъ запасныхъ элементовъ, мы получимъ напряжение несколько болѣе, чѣмъ требуется, около 104,9 вольтъ. И у этой усиленной батареи напряжение постепенно будетъ падать; всякій разъ, какъ оно достигаетъ 104 вольтъ, мыключаемъ

новый запасный элемент, пока наконец все элементы не окажутся включенными. Число элементов выбирается с таким расчетом, чтобы, по достижении полной батареи напряжения в 105 вольт или немного меньшего, напряжение отдельных элементов достигло той предельной величины, ниже которого разряжение аккумулятора недопустимо.

Принцип регулировки напряжения аккумуляторной батареи нами найден; остается осуществить его на практике. Для этой цели служить особое приспособление, носящее название коммутатора или переключателя. Пусть (рис. 208) установлена аккумуляторная батарея из 60 элементов (1—60), для питания ламп накаливания. Пусть места соединений элементов 54—55, 55—56 и т. д. присоединены особыми проводами с металлическими контактами, расположенными по дуге на изолирующей подставке, и пусть по ним скользит металлический контактный рычаг *K* последний может быть поставлен на любой из контактов I—VII. Свободный электрод 60 элемента, т. е. отрицательный полюс батареи, соединяют с контактом УИИ. Если по-



208. Схема аккумуляторного коммутатора

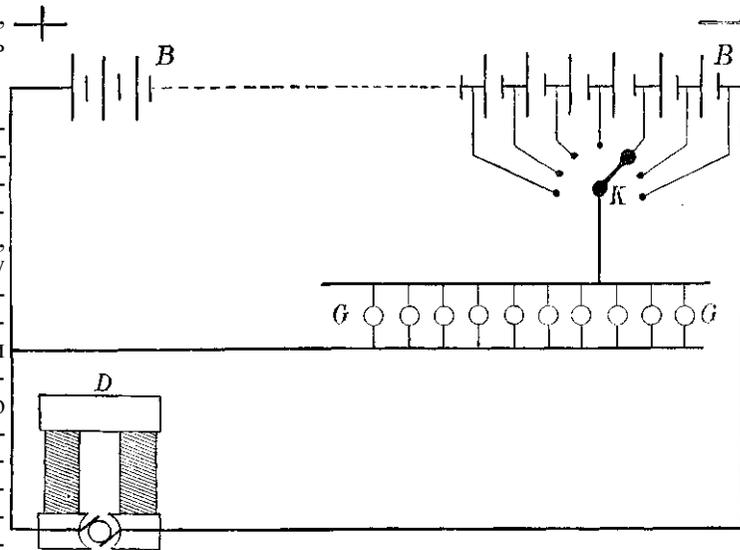
ставить рычаг на контакт IV, то в цепь оказываются включенными элементы с I до расположенного правее соединения IV: в нашем примере элементы 1—57. Расположенные далее элементы остаются не включенными. Переводя рычаг с IV контакта на V, мы включаем в цепь еще один элемент; переводя же с IV контакта на III, мы выключаем один элемент. Таким образом легко изменяется число включенных в цепь элементов в пределах между 54 и 60, и тем, хотя и скачками, изменяется напряжение батареи. Когда батарея только что начинает работать, рычаг ставя на контакт I, причем в цепь вводится 54 элемента; по мере уменьшения напряжения батареи рычаг переводят с контакта I на II, со II на III и т. д. Когда рычаг стоит на контакте VII, а напряжение становится меньше нормального, это служит признаком, что дальнейшее разряжение батареи должно быть прекращено.

Тот же переключатель дает возможность питать лампы динамомашинной и батареей одновременно. Надобность в этом встречается тогда, когда в продолжение большей части суток, горит такое число ламп, которое может свободно питать одна динамомашинная, и когда лишь на короткое время включаются в цепь ламп больше, чем способна питать динамомашинная. Для одновременного пользования обоими источниками очевидно необходимо, чтобы оба генератора тока имели одинаковое и нормальное для сети напряжение, без чего ток динамомашинной шель бы в батарею, или наоборот. Так как переключатель дает возможность поддерживать до-

вольно постоянное напряжение на зажимахъ батарею, а нормальное напряжение у зажимовъ динамомашины достигается при помощи описаннаго на стр. 192 уравнивателя напряжения, то очевидно, что оба эти источника можно заставлять действовать параллельно другъ другу, какъ показано на рис. 208.

Можно пользоваться переключателемъ и въ томъ случае, когда нужно одновременно и заряжать батарею и заставлять гореть лампы; въ этомъ случае соединяють крайніе зажимы батареи *B* съ зажимами динамомашины *D* (рис. 209) и регулируютъ напряжение динамомашины такъ, чтобы сквозь батарею проходилъ все время одной и той же силы токъ; напряжение это, на основаніи сказаннаго выше, съ увеличеніемъ заряда должно увеличиваться. Такъ какъ напряжения при зарядкѣ всей батареи больше напряжения, необходимаго для лампъ, то необходимый для лампъ токъ берутъ отъ батареи,

именно отъ техъ ея точекъ, въ которыхъ напряжение оказывается равнымъ напряженію, нужному для горенія цепи лампочекъ *G* *G*, для чего эту цепь присоединяють къ полюсу батареи (+) и къ полюсу одного изъ элементовъ, отстоящаго отъ другого конца батареи на разстояніи не-



209. Зарядка аккумуляторовъ одновременно съ питаніемъ лампъ.

несколькихъ элементовъ. Такъ какъ напряжение отдельныхъ элементовъ во время зарядки возрастаетъ, приходится, помощью переключателя, постепенно уменьшать число аккумуляторовъ, дающихъ токъ въ лампы.

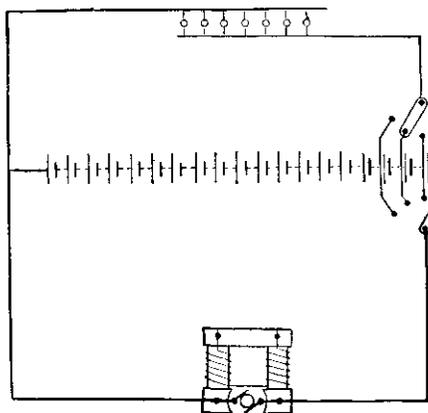
Подобное расположеніе страдаетъ однимъ недостаткомъ, который легко себе уяснить. Изъ чертежа 209 видно, что сквозь элементы, включенные между отрицательнымъ полюсомъ всей батареи и точкой опоры рычага переключателя, проходитъ весь токъ динамомашины, тогда какъ въ другой части батареи, работающей на лампы, притекающій запасъ электрической энергии все время уменьшается на количество энергии, потребное для питания лампъ. Первые элементы, причѣмъ это именно те, которые впоследствии, постепенно привлекаются къ работѣ и, стало-быть, расходуютъ энергии меньше, чѣмъ остальные, теперь получаютъ больше энергии. Вследствие этого они окажутся перезаряженными, когда остальные будутъ имѣть нормальный зарядъ. Далее, такъ какъ при увеличеніи заряда элементы постепенно отделяются отъ той части батарей, которая питаетъ лампы, то очевидно, что находящіеся ближе къ отрицательному полюсу будутъ дольше подвергаться действию тока, будучи уже вполне заряженными. При разрядѣ же будетъ происходить обратное; элементы, расположенные ближе къ отрицательному полюсу, будутъ меньше время участвовать въ работѣ. Следовательно

разматриваемое расположение страдает тем недостатком, что элементы, связанные с переключателем, заряжаются выше нормы и притом тем сильнее, чем они ближе к концу батареи.

Этот недостаток устраняется двойным переключателем Германа Мюллера, в котором каждый элемент соединяется с двумя включателями.

В этом случае при зарядке батареи напряжение последней подгоняется к напряжению динамомашин, а так как первое все увеличивается, то по направлению от выключательного полюса постепенно выключаются элементы; крайний элемент выключается первым, поэтому он будет иметь наименьший заряд, но за то ведь он впоследствии и будет работать меньше всех. Подобным же образом происходит выключение и следующих элементов, соответственно их позднейшей работе, т.е. каждый элемент выключается тем позже, чем раньше он будет привлечен к работе при последующем разряде.

Одновременно с зарядкой может происходить частичное разряжение батареи для питания ламп; чтобы переменное напряжение элементов не могло отзываться на сетевые лампочки накаливания, помощью второго выключателя, верхнего на нашем рисунке (рис. 210), выключают постепенно нужное число элементов. Когда батарея заряжена и должна самостоятельно обслуживать цепь лампочек, то, по мере уменьшения напряжения в элементах, их снова вводят постепенно в цепь.

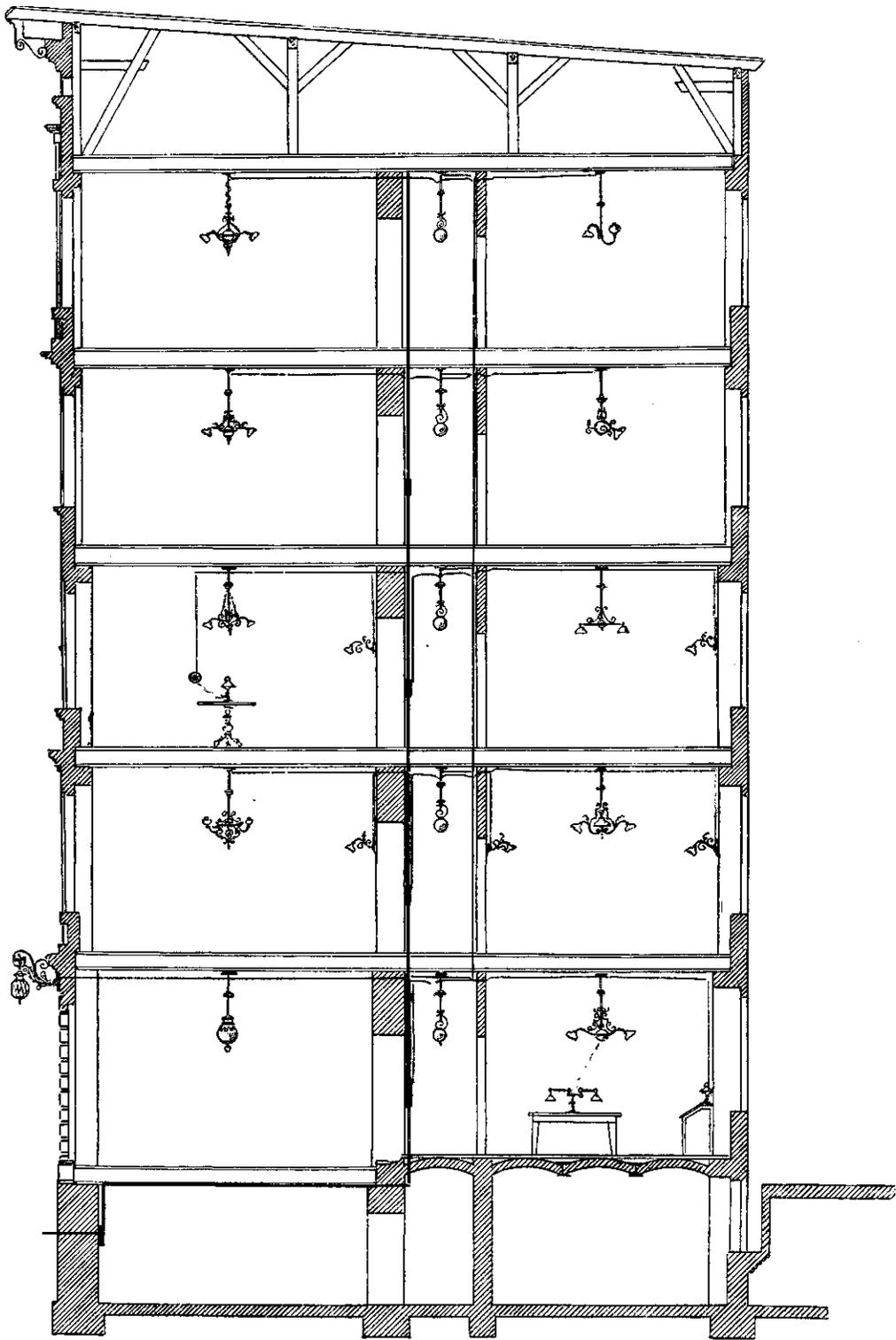


20. Двойной переключатель для аккумуляторов (схема).

При устройстве переключателя следует принять во внимание одно обстоятельство. Если бы мы устроили переключатель так, что рычаг, переходя с одного контакта на другой, разъединялся бы окончательно с предыдущим контактом, прежде

чем придти в соприкосновение с последующим, то цепь при этом прерывалась бы, и между рычагом и оставляемым контактом образовывалась бы сильная вольтова дуга, которая, несмотря на свою непродолжительность, действовала бы разрушительно. Если бы мы, желая устранить размыкание цепи при переходе рычага с одного контакта на другой, устроили бы рычаг так, чтобы он касался еще предыдущего контакта, когда наступает уже прикосновение его к последующему, то заключенный между контактами элемент (рис. 210) оказался бы на короткий момент замкнутым через очень малое сопротивление и разрядился бы, разлив весьма большой силы ток.

Чтобы устранить этот недостаток, между каждой парой контактов помещают еще один подобный же контакт; каждый из них соединяют с предшествующим главным контактом помощью некоторого сопротивления в виде проволоки *W*. Если наш рычаг (фиг. 211) передвигается теперь с контакта 3 на 4, то он сперва приходит в соприкосновение с промежуточным контактом III, соприкасаясь с 4 лишь после того, как прекратится соприкосновение с 3. При переходе с III на 4, рычаг конечно замыкает расположенный между 3 и 4 элемент, но так как теперь он соприкасается лишь с 4 и III, то включенный ока-



Промышленность и техника. III.

Т-во „Просвещение“ в Спб.

Электро-осветительная установка в доме.

— " Главный провод. ——— Ответвление.

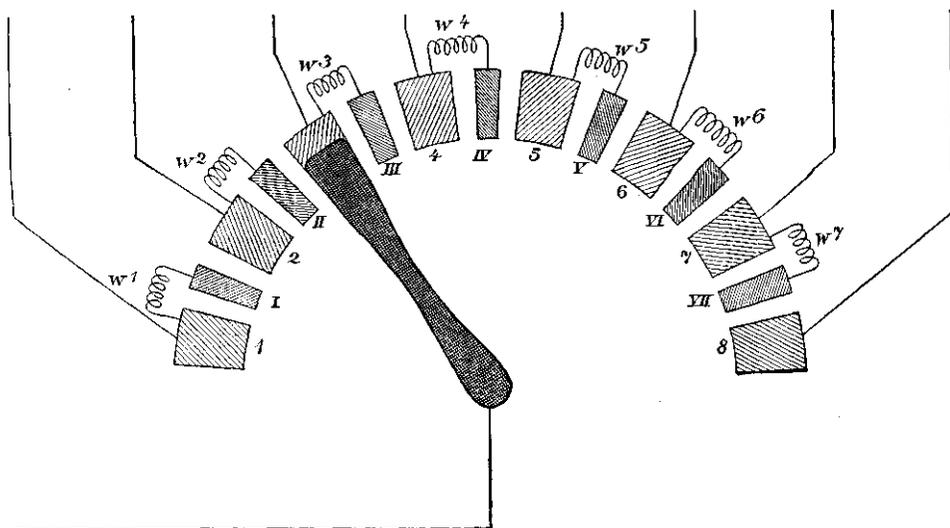
зывается и сопротивление TF_3 , устроенное съ такимъ расчетомъ, чтобы воспрепятствовать образованию сильнаго тока.

Общий видъ такого переключателя (простого) показанъ на фиг. 212, на которой маленькіе контакты и являются промежуточными контактами.

Для двойнаго переключателя необходимо, чтобы переключатели, служащіе для заряда аккумулятора и для разряда, имели отдельные контакты. Можно однако устроить такъ, чтобы оба рычага скользили по однимъ и темъ же контактамъ, лишь бы они при этомъ не соприкасались. Такъ именно построенъ изображенный на фиг. 213 двойной переключатель. Оба изображенныхъ переключателя предназначаются для небольшихъ установокъ; позднее мы познакомимся съ большши переключателями для центральныхъ станцій.

Провода.

Включение лампъ. — Отъ динамомашины токъ идетъ по проводу къ лампамъ. Можно проводить одинъ и тотъ же токъ чрезъ все лампы, введя



211. Переключатель съ промежуточными контактами и сопротивлениями (схема).

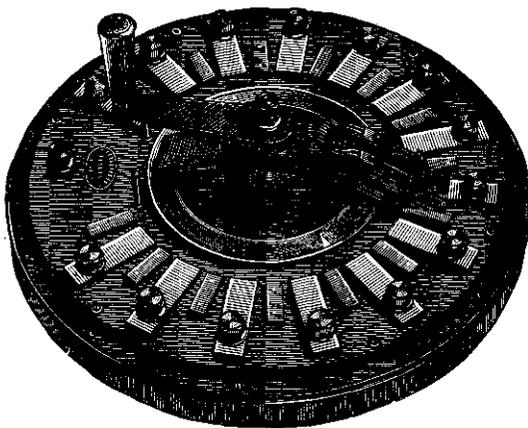
ихъ последовательно въ цепь, или вести къ каждой лампе особый токъ, прчемъ получается параллельное соединеніе. Сначала рассмотримъ последнее, какъ самое употребительное.

Проводка особаго тока къ каждой лампе не обуславливаетъ прокладку особаго провода къ каждой лампе; провода къ каждой лампе можно соединять въ одинъ соответственно более толстый, пока они следуютъ по одному и тому же пути. Этотъ способъ распределения тока можно удобно сравнить съ системой орошения, где прежде всего вся требуемая вода отводится въ орошаемую местность изъ реки по большому каналу, отъ послѣдняго отходятъ каналы къ отдельнымъ частямъ, отъ нихъ расходятся дальше, отводя требуемая количества воды все къ меньшимъ и меньшимъ частямъ участка и такъ до послѣднихъ истоковъ, которые изливаютъ свою воду по орошаемому куску земли. Совершенно такія же разветвленія находимъ мы у водо- и газопроводныхъ установокъ; но мы выбрали предыдущий прмѣръ въ виду того, что его можно применить и къ обратному проводу тока, который долженъ разветвляться въ восходящемъ порядкѣ. Растекаю-

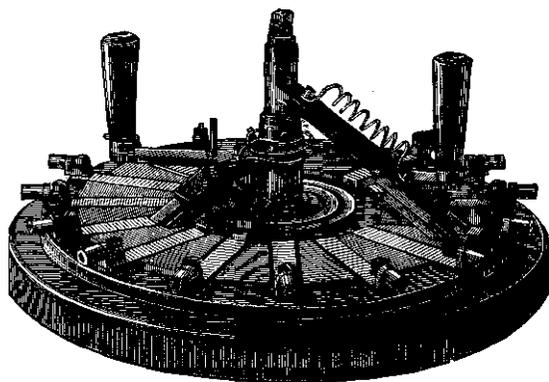
щаяся по земле вода собирается въ маленькия канавки, послѣднія соединяются въ большія, затемъ составляются каналы, и наконецъ вся стекающая вода собирается въ большой общій каналъ, который отводитъ воду обратно въ реку въ мѣсте, которое лежитъ ниже канала, берушаго воду изъ реки.

Совершенно подобныя же условия можно яйти тамъ, где приходится распределять электрическій токъ на отдѣльные отростищ, которые идутъ къ

отдѣльнымъ лампамъ. Главный проводъ идетъ къ такимъ мѣстамъ, где расходятся и Иервш главныя ветви; отъ послѣднихъ идутъ въ надлежащихъ мѣ-



212. Ординарный переключатель для аккумуляторовъ.



213. Двойной переключатель для аккумуляторовъ.

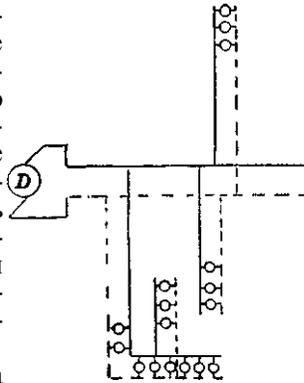
стахъ отъветвления второго порядка, которая разветвляются въ свою очередь и т. д. до послѣднихъ ветвей, которая идутъ къ лампамъ (рис. 214). Чтобы пояснить сказанное примеромъ, представимъ себе установку электрическаго освещенія большой фабрики. Токъ отъ машины прежде всего идетъ къ доске на стене машиннаго помещения, где расположены две медныя полосы. Къ послѣднимъ примыкаютъ прямыя и обратныя провода для отдѣльныхъ зданій. Такимъ образомъ главный проводъ, ведущій весь токъ, здѣсь очень короткій, такъ какъ разветвляется уже въ несколькихъ метрахъ отъ своего начала. Провода, расходящиеся отъ двухъ медныхъ полосъ, весьма различны по толщине. Самый толстый изъ нихъ питаетъ 100 лампъ въ столярной мастерской, а самый тонкій, который даже не выходитъ изъ машиннаго помещения, проводитъ токъ для трехъ лампъ у машинъ. Провода для фабричнаго зданія, для конторы и жилого дома расходятся одинъ отъ другого при вы-

ходе изъ машиннаго помещения и направляются къ лежащимъ по разнымъ направлениямъ зданіямъ. Проследимъ проводъ, который ведетъ къ лицевому зданію, где находятся конторы. Опъ вводится у наружной двери и здѣсь сейчасъ же отъветвляется проводъ для двухъ дуговыхъ лампъ у подъезда, а также еще тонкій проводъ для лампы въ передней; отсюда проводъ идетъ и ИИю лестницамъ до третьяго этажа и въ каждомъ этаже идутъ провода въ коридоры. Отъ этихъ проводовъ расходятся отъветвления въ каждую комнату и кроме того къ коридорнымъ лампамъ. Пойдемъ по проводу, который идетъ въ кабинетъ владѣльца. Онъ идетъ къ люстре, подвеиленной въ серединѣ комнаты, и входитъ въ нее, разветвляясь на отдѣльныя отростищ для каждой лампы въ томъ мѣсте, где расходятся лампыя поддержки. Предварительно въ томъ мѣсте, где проводъ входитъ въ комнату, отъветвляется

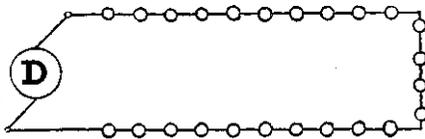
по одной ветви направо и налево, одна из которых ведет къ лампе на письменномъ столе, а другая — къ двумъ бра на стенахъ. Наша таблица I изображаетъ такую домашнюю установку.

Соответственно распределению тока, провода делаются все тоньше и тоньше, потому что толщина проволоки зависитъ отъ силы проходящаго тока, а также отъ длины иИути, какъ сейчасъ увидимъ. Такъ провода, идущие отъ машины, представляютъ собою кабели толще большого пальца. Въ стоярную иеть отростокъ толщиной съ указательный палецъ; проводъ къ лицевому зданию несколько тоньше, такъ какъ онъ питаетъ только 50 лампъ. Онъ можетъ делаться тоньше, идя по лестнице отъ этажа къ этажу, такъ какъ въ каждомъ этаже уходитъ часть проводимаго имъ тока, но онъ иеть до верха, сохраняя свою начальную толщину, чтобы не было много сращиваний. Ветви, расходящияся отъ коридорныхъ проводовъ, имеютъ различную толщину, смотря по числу питаемыхъ каждымъ лампъ, и кончаются идущими къ отдельнымъ лампамъ отросткамъ около 2—3 миллиметровъ толщиной вместе съ изолирующей оболочкой.

Мы говорили, что толщина провода зависитъ отъ силы тока. Такъ какъ токъ нагреваетъ проводъ, то последний надо рассчитать такъ, чтобы это нагревание не доходило до опасной величины. Для такого расчета у электротехниковъ имеются простыя лравила, которыя легко даютъ имъ наименьшее допустимое для каждой силы тока поперечное сечение. Но поперечное сечение надо соразмерять еще съ другимъ условиемъ; вследствие потери энергии въ проводахъ понижается напряжение между двумя лежащими рядомъ точками прямого и обратнаго проводовъ отъ динамомашины, и притомъ понижение напряжения темъ больше, чемъ больше потеря энергии, а последняя зависитъ отъ силы тока и сопротивления провода отъ динамомашины до рассматриваемой точки. До лампъ накаливания должно доходить определенное напряжение, для какого оне предназначены. Если для всехъ лампъ



214. Распределение тока: параллельное соединение.



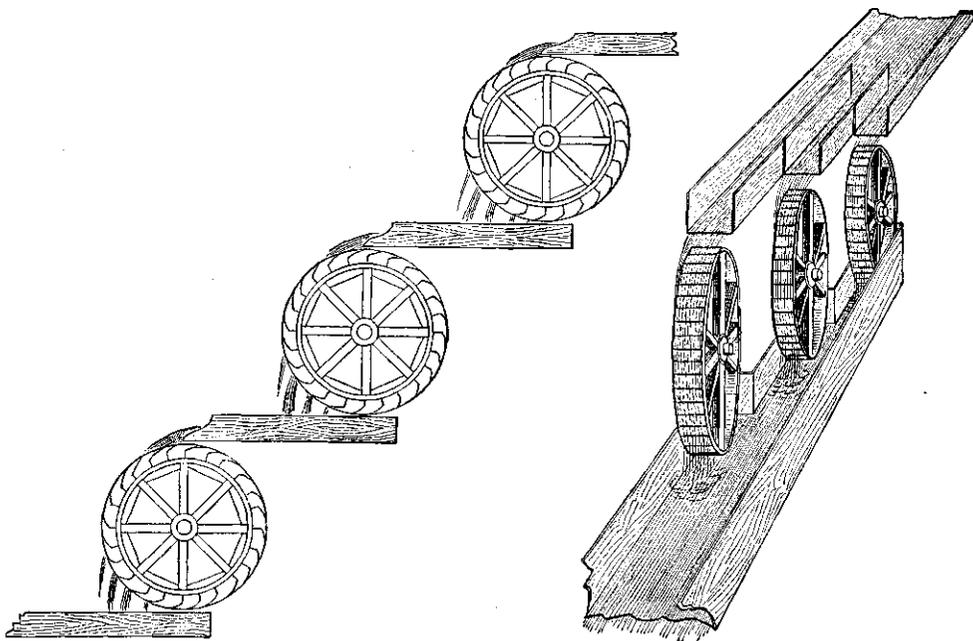
215. Последовательное включение лампъ.

взять одно и то же поперечное сечение проводовъ, то лампы у машины горели бы ярче другихъ, находящихся въ несколькихъ сотняхъ метровъ: оне горели бы, можетъ-быть, слишкомъ ярко, а другия слишкомъ тускло. Вследствие этого электротехникъ долженъ такъ соразмерить сопротивление проводовъ, чтобы понижение напряжения было по возможности одинаково для всехъ лампъ; тогда все лампы будутъ светить одинаково ярко. Такимъ образомъ поперечное сечение проводовъ, обуславливающее вместе съ длиной ихъ сопротивление (если не принимать въ расчетъ материалъ провода), едетъ соразмерять такъ, чтобы у каждого получалось одно и то же понижение потенциала. Достигается это при помощи простого расчета, на которомъ мы здесь останавливаться не будемъ.

Проектирующий техникъ принимаетъ при этомъ одинаковое для всехъ проводовъ понижение напряжения, которое соответствуетъ назначенной потери въ проводахъ. Если онъ выбираетъ потерю больше, то можно применять провода тоньше, чемъ при малой потере, и устройство сети проводовъ обой-

дешевле, за то эксплуатация установки будет стоить соответственно дороже. Для небольших установок потерю делают возможно малой, так как здесь перерасход на слишком толстые провода не представляет большого значения. Наоборот, при больших установках приходится точно вычислять наивыгоднейшую величину расходов на устройство и на эксплуатацию, так как здесь расходам на эксплуатацию противопоставляются погашение затраченного капитала и проценты на него.

Последовательное соединение ламп, при котором они вводятся последовательно въ сквозной проводъ, будетъ проще и дешевле сети проводовъ съ параллельнымъ соединениемъ. Последовательное соединение (рис. 215) можно сравнить съ потокомъ воды, который приводитъ въ действие несколько последовательно стоящихъ мельницъ. Здесь по каждому колесу протекаетъ



216. Последовательное включение
трехъ мельничныхъ колесъ для уяснения электрическаго включения.

217. Параллельное включение

вся вода,—нетъ никакихъ ответвлений и особыхъ проводовъ для каждой мельницы; на каждомъ колесе работаетъ весь потокъ и соответствующая часть полной высоты падения воды. То же самое бываетъ и при последовательно соединенныхъ лампахъ, каждая изъ которыхъ получаетъ одинъ и тотъ же токъ съ другими лампами, но беретъ себе тольш известную часть полного напряжения. Такимъ образомъ последовательное соединение требуетъ дробления напряжения, а параллельное соединение — дробления тока; наши два рисунка 216 и 217 выясняютъ это различие на падении воды, вращающей три колеса.

Возьмемъ для примера 10 дуговыхъ лампъ, каждая изъ которыхъ требуетъ напряжения въ 45 вольтъ и силу тока въ 10 амперовъ; ихъ можно соединить параллельно или последовательно. Въ первомъ случае намъ пришлось бы применять динамомшины съ напряжениемъ на зажимахъ въ 45 вольтъ (мы опускаемъ для простоты потерю напряжения въ проводахъ, которую следовало бы принять въ расчетъ) и силой тока въ $10 \times 10 = 100$ ампе-

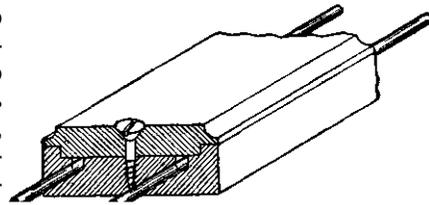
ровь, и отъ ея зажимовъ или отъ главныхъ проводовъ отвѣтвлялись бы 10 проводовъ, каждый на 10 амперовъ. Во второмъ случае по всемъ лампамъ проходилъ бы одинъ и тотъ же токъ, и динамомашине пришлось бы развивать всего 10 амперовъ, но у этого тока напряжение должно равняться 450 вольтамъ, которая разделяется на 10 частей по лампамъ.

Последовательное соединеніе доставляетъ, какъ легко видѣть, значительную экономию въ проводахъ; представимъ себе, напримеръ, что наши 10 лампъ установлены въ салоне въ 200 метрахъ отъ динамомашны; тогда при последовательномъ соединеніи потребуется только по одному прямому и обратному проводу въ 200 метровъ, а при параллельно по десяти, каждый изъ которыхъ долженъ быть такой же толщины, какъ и провода для последовательнаго соединенія, или такъ какъ эти 10 проводовъ можно проложить на общемъ пути въ видѣ одного общаго провода, съ поперечнымъ сеченіемъ въ 10 разъ большимъ, чѣмъ у ординарнаго провода. „Но если такъ, спроситъ читатель, то зачѣмъ же применяется главнымъ образомъ параллельное соединеніе со столь дорогой сетью проводовъ?“

Причину легко объяснить; если бы мы, напримеръ, пожелали соединить последовательнаго только 10 лампъ накаливанія по 100 вольтъ, то дошли бы уже до напряжения въ 1000 вольтъ, а при 100 лампахъ — до 10000 вольтъ; разрядъ отъ перваго напряжения можетъ быть еще не смертельный, но отъ послѣдняго — безусловно смертеленъ. Отсюда уже прямо видно, что последовательное соединеніе не можетъ применяться. Но, кроме безопасности, при параллельномъ соединеніи достигается еще большая независимость отдельныхъ лампъ другъ отъ друга. При последовательномъ соединеніи при Перерывѣ цепи въ одномъ мѣстѣ гаснутъ все лампы, а при параллельномъ — только те, которыя введены въ соответствующую ветвь.

Итакъ, мы видимъ, что необходимо применять параллельное соединеніе, когда приходится питать много лампъ изъ одной центральной станціи. Наоборотъ, последовательное соединеніе применяется въ такихъ случаяхъ, когда надо питать ограниченное число лампъ, расположенныхъ далеко отъ генераторной станціи, и когда можно обезпечить необходимое предохраненіе отъ соприкосновенія съ проводомъ высокаго напряжения. При лампахъ накаливанія последовательное соединеніе применяется только въ исключительныхъ случаяхъ, при дуговыхъ же лампахъ имъ пользуются часто. Въ Европѣ въ этомъ отношеніи придерживаются болѣе узкихъ предѣловъ, чѣмъ въ Америкѣ; у насъ вообще почти не переходятъ за 15 лампъ, для которыхъ требуется напряжение около 800 вольтъ, и провода вместе съ лампами располагаются недоступно для постороннихъ лицъ, тогда какъ въ Америкѣ въ одну цепь вводятъ для экономіи въ проводахъ до 100 лампъ, для которыхъ требуется около 5000 вольтъ, и не боятся ставить такая лампы въ магазинахъ, контролахъ и пр. Но такъ какъ американцевъ, которые много способствовали развитію электротехншш, нельзя принимать за образецъ въ отношеніи тщательности установокъ, то нечего удивляться, что по ту сторону океана смертныхъ случаевъ отъ прикосновенія къ проводамъ высокаго напряжения было значительно больше, чѣмъ въ Старомъ Светѣ.

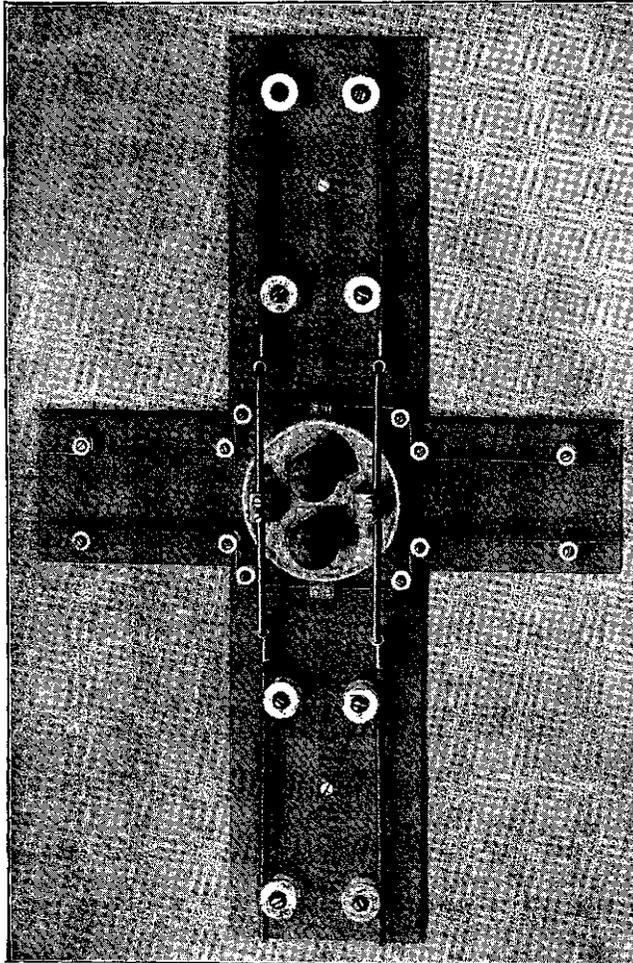
Провода и ихъ прокладка. — Выборъ проводовъ прежде всего обуславливается поперечнымъ сеченіемъ, какое надо придать каждой ветви. Затемъ въ зависимости отъ местныхъ условий или приходится протягивать



218
Деревянные рейки для прокладки проводовъ.

проводъ свободно въ воздухѣ или можно прикреплять его къ стенамъ. Въ отдельныхъ установкахъ главную роль играетъ последний способъ прокладки, и мы сначала рассмотримъ его выполнение.

Существенное значение представляетъ здесь вопросъ о томъ, какой родъ изолярования надо применять въ различныхъ случаяхъ. Главнымъ образомъ представляются три случая, обусловливаемыхъ присутствиемъ или отсутствиемъ сырости. Поэтому мы будемъ различать провода для сухихъ, сы-



219. Укрепление проводовъ на фарфоровыхъ роликахъ.

рыхъ и мокрыхъ помещений. Для сухихъ помещений годятся проволоки съ хорошо изолирующей оболочкой, не обладающей водонепроницаемостью. Поэтому по большей части применяется хорошо оплетенный въ несколько слоевъ проводъ, снабженный для большей надежности внутренней или наружной ленточной обвивкой. Чтобы предохранить оболочку отъ действия нагревания проволоки, изолировка часто пропитывается такимъ веществомъ, которое делаетъ ее невоспламеняемой.

Если надо предохранить отъ внешнихъ механическихъ

влиянии
провода, протянутые по стенамъ, то ихъ прокладываютъ въ узкихъ деревянныхъ рейкахъ (рис. 218) съ двумя параллельными желобками. Въ последние вкладывается изолированная проволока и закрывается сверху, какъ крышкою, другой рейкой, прикрепляемой

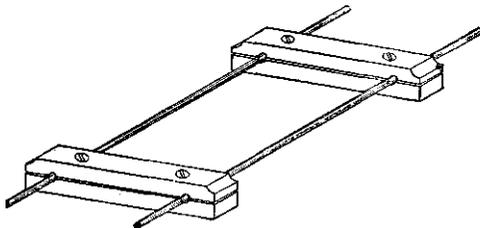
какъ

къ нижней винтами. Для прикрепления реекъ къ стене, въ последнюю загоняются деревянные пробки, и рейки прикрепляются къ нимъ винтами. Такие деревянные рейки, доставляющія для проволоки надежное положение, легко можно прикрывать обоями, обшивками и пр., но они представляютъ то неудобство, что при случающихся въ проводѣ неисправностяхъ они легко воспламеняются, а при сырости содействуютъ повреждению изолировки. Поэтому тамъ, где обстоятельства позволяютъ, изолированные проволоки не прикрываютъ, а закрепляютъ ихъ вдоль стѣны на фарфоровыхъ пуговкахъ таимъ образомъ, чтобы они отстояли отъ стѣны приблизительно на сантиметръ (рис. 219), или про-

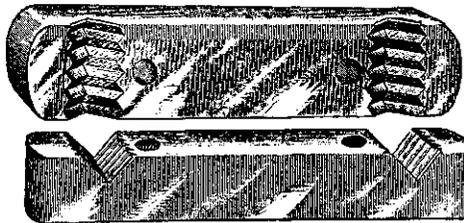
кладывают их между деревянными зажимами, как изображено на рис. 220; теперь эти зажимы делают также из фарфора, как показано на рис. 221.

В сырых помещениях провода помещают подобным же способом, как и в предыдущем случае, но только берут провода, хорошо предохраненные от сырости, а именно покрытые гуттаперчей проволоки или свинцовые кабели. В качестве относящегося сюда случая надо рассмотреть еще проводку провода через стену; так как почти каждая стена содержит в большей или меньшей степени сырость, то надо предполагать ее во всех случаях и придавать продаваемой части особое предохранение. Было бы слишком мешкотно вводить в провод особый водонепроницаемый кусок, а потому в стену вставляют трубку из стекла, фарфора или эбонита и продевают провод через эту предохранительный канал.

Некоторые домовладельцы требуют, чтобы провода закладывались в штукатурку; такое требование, надо сказать, не благоразумно, потому что в случае неисправности в проводе, приходится или отдирает штукатурку, или же прокладывать еще один провод поверх обоев. Такие провода в штукатурке требуют естественно очень хорошей изоляции, так как иначе сырость свежей штукатурки портила бы оболочку и попадала к проволоке. Для прокладывания таких проводов делают борозду в штукатурке, пока



220 Укрепление проводов в деревянных зажимах.



221- Фарфоровый зажим.

она сырая, и, проложив туда проволоки, замазывают ее штукатурной Массоп, гипсом и т. п.

Чтобы обеспечить достаточную надежность прокладке проводов внутри кирпичной кладки, которая представляет то преимущество, что скрывает от глаз весьма некрасивые провода, фирма Бергмайя и К° изобрела способ, который заслуживает внимания в нескольких отношениях. Он состоит в том, что в штукатурке или кирпичной кладке прокладываются непрерывные линии трубок из твердой бумажной массы, причём в местах соединения двух трубок им сообщается надежная непроницаемость при помощи особых приспособлений. Проложив такие линии трубок, представляющие сходство с газопроводом, протягивают в трубки провода, которые оказываются таким образом в безопасности от сырости и механических влияний.

Если дело идет прямо о сырых помещениях, в которых течет по стенам или каплет вода (напр. погреба), то самое простое применить голые провода, которые прокладываются, как воздушные провода, на фарфоровых изоляторах. Иначе придется брать кабели, какие употребляются для подземных или подводных линий, что обойдется значительно дороже.

Сюда же относятся подземные провода, которые подробно будут описаны ниже в статье о больших электрических установках. Для их прокладки в грунт выкапывается узкий ровь от 60 до 80 см. глубной, и на дно рва кладутся оба кабеля для прямого и обратного провода или один, когда оба провода соединяются в один, как в концентрических

кабеляхъ. Чтобы кабель не повреждался при последующихъ раскапыванияхъ, его покрываютъ на всей длине кирпичемъ. Въ некоторыхъ установкахъ прокладываютъ во рву непрерывную линию железныхъ трубъ и протягиваютъ въ нихъ кабели съ одного конца; это представляетъ то преимущество, что при появлении неисправностей легко вытащить поврежденный кабель и затемъ по исправлении повреждения втащить его снова, а кроме того можно въ трубахъ прокладывать по мере надобности еще новые кабели, если только позволяетъ ширина трубы. Ниже мы увидимъ, что этотъ способъ получилъ обширное применение какъ въ установкахъ для электрическаго освещения, такъ и для телеграфныхъ и телефонныхъ проводовъ.

Выключатели и коапутаторы. — Мы должны обладать возможностью по произволу то открывать путь для тока, то закрывать его. Заметимъ здесь, что электрики пользуются выражениями „размыкать“ и „закрывать“ въ



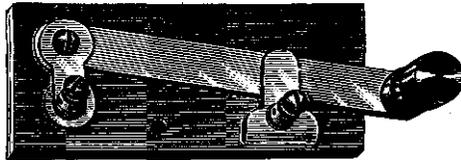
222. Простейший выключатель.

смысле обратномъ тому, въ какомъ мы только-что употребили выражения открывать и закрывать путь току. „Замкнуть цепь“ или „замкнуть токъ“ по терминологии электриковъ значить сделать возможной циркуляцію тока въ цепи,

предоставить току свободный путь, и „разомкнуть цепь“ или „разомкнуть токъ“ значить сделать циркуляцію тока невозможной, сделать существование тока невозможнымъ.

Итакъ, какъ мы уже сказали, намъ нужны приспособления, позволяющія пропускать токъ по какому-нибудь пути (закрывать токъ) или закрывать последний. Это достигается при помощи особыхъ приспособлений, носящихъ название „выключателей“.

Въ принципе такие выключатели состоятъ въ томъ, что въ одномъ ИИункте цепи по желанію можно вставлять проводящую или изолирующую часть, такъ-что въ последнемъ случае токъ встречается непроходимую для



себя преграду. Самое примитивное приспособление этого рода показано на рис. 222. Проводъ прерывается на небольшомъ разстояніи, и на обоихъ концахъ расположены две небольшія чашечки, наполненныя ртутью. Въ эти чашечки можетъ вставляться свои-

223. Рычажный выключатель.

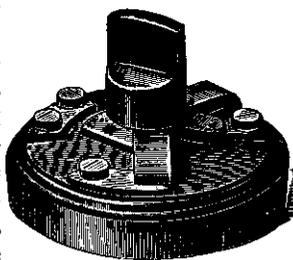
МИ ЗаПутыМИ К

дуга, и тогда токъ идетъ отъ конца одного провода чрезъ металлическую чашечку и ртуть ло дуге и далыпе къ концу другой проволоки. Если дуга снята, то межд^ концами обеихъ проволокъ оказывается слой воздуха, непроходимый для тока, когда его напряжение не настолько высоко, чтобы онъ могъ переходить въ виде искръ или вольтовой дуги. ПервьШ случай мы можемъ не разсматривать, такъ какъ для этого потребовалось бы необыкновенно высокое напряжение, при какомъ едва ли можно было бы применять прерыватели (это достигается другими способами). Появление вольтовой дуги, возможное уже при более низкомъ ыапряжении, лучше всего устраняется темъ, что разстояние между концами обеихъ проволокъ делается достаточно большимъ.

Применять ртуть въ электрическихъ установкахъ было бы неудобно, темъ более, что легко можно обходиться безъ нея, такъ какъ она служитъ только для того, чтобы установить электропроводящее сообщеніе между проводомъ и соединительной дугой. Та же самая цель достигается, когда приводятся въ соприкосновение металлическія чистыя поверхности. При этихъ условияхъ можно было бы просто класть на концы проволокъ мостики или

дугу и таким образом получили бы замыкатель. Но в этом случае было бы недостаточно давление между соприкасающимися поверхностями, а следовательно и электропроводящее сообщение; кроме того удобнее соединить неразрывно мостиковую часть с одним концом проволоки, чтобы она всегда была под руками. Таким образом получается видоизмененный замыкатель: мостиковая часть одним своим концом соединяется на шарнире с концом одной проволоки (рис. 223), так что за ручку ее можно надвигать или удалять от другого конца. При этом заботятся о том, чтобы при соприкосновении со свободным концом контактные поверхности терлись одна о другую, благодаря чему они поддерживаются всегда чистыми. Подобное же трение происходит в шарнире, так что у этого простого прибора всегда поддерживаются хорошие контакты.

Вместо простого рычага можно устраивать двойной, который двумя своими концами приходит в соприкосновение с концами двух соединяемых проволок. Этим достигается симметричное устройство, весьма желательное для всяких приборов.



224. Выключатель с двумя новыми контактами.

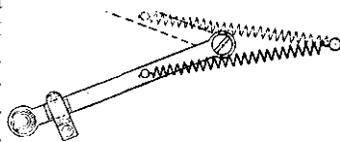


225. Внешний вид выключателя.

Выключатель такого устройства показан на рис. 224 и 225. Два плеча рычага расположены под углом один к другому, что не представляет собой никакого принципиального изменения. Для поворачивания контактного рычага служит плоская рукоятка сверху. Третья контактная планка, прикрепленная к подставке прибора двумя винтами, служит для побочной цели.

Относительно таких выключателей надо принять во внимание одно обстоятельство, а именно следует заботиться о том, чтобы концы рычага, когда они должны быть отделены от контактных планок, находились возможно дальше от них, а также, когда должно быть соприкосновение, чтобы концы приходились вполне на планки, а не прикасались бы только одним своим боком.

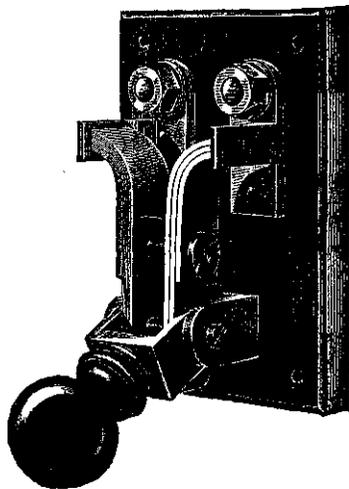
При слишком большом расстоянии может появляться вольтова дуга, а при недостаточном соприкосновении могут нагреваться места соприкосновения. Чтобы этого не было, выключатель снабжают маленьким добавочным механизмом, который не позволяет рычагу останавливаться на половине пути, заставляя его доходить до полного контакта или до самого отдаленного положения при перерыве.



226. Принцип отскакивающего выключателя.

Этого можно достигнуть различными способами; мы изложим здесь только принцип этого механизма, чтобы выяснить способ его действия. У простого рычажного выключателя (рис. 223) прикрепляется натяжная пружина таким образом, что она оттягивает рычаг в самое крайнее положение, соответствующее прерыванию. Но если рычаг перейдет за известную точку по направлению к контакту, то пружина притягивает его к последнему. Рис. 226 показывает, как достигаются эти условия простым способом. При этом рычаг всегда приходит в то или другое положение, а если по небрежности его повернуть недостаточно далеко, то он все-таки не остается в

промежуточномъ положеніи, а отскакиваетъ подъ действиемъ пружины назадъ или впередъ, смотря по тому, передвинуть онъ чрезъ критическую точку или нѣтъ. Въ большидхъ выключателяхъ необходимо, чтобы скачекъ происходилъ независимо отъ величины перемещения, сообщаемого рукой, чѣмъ ясключается всякая возможность удержания контакта въ среднемъ положеніи. Для этой цели твердое соединеніе между ручкой и контактнымъ рычагомъ устраняется, такъ что и ручка и рычагъ движутся сами по себе, причѣмъ первая действуетъ на послѣдній лишь на небольшомъ протяженіи. На рис. 227 показано подобное устройство. Качающейся ручке достаточно лишь слегка вывести рычагъ изъ его положенія, чтобы пружина перевела его въ другое крайнее положеніе, даже въ томъ случае, когда ручка остается въ первоначальномъ своемъ положеніи, при которомъ она начала движеніе рычага. У выключателя важное значеніе представляетъ достаточный размеръ сопржасающихся поверхностей, который долженъ соответствовать силе про-



227. Выключатель съ свободнымъ движениемъ контактнаго рычага.

ходящаго тока, и надежное соприкосновеніе между обеими поверхностями. Поэтому надо заботиться о томъ, чтобы поверхности прилегли одна къ другой съ некоторымъ давлениемъ. Этого можно достигъ, составляя контактный рычагъ изъ отдельныхъ упругихъ пластинокъ, каждая изъ которыхъ прижималась бы къ контактному планкамъ; для этой цели концы рычага хорошо пригоняютъ и темъ обезпечиваютъ соприкосновеніе на большой поверхности (ср. рис. 228).

Большія контактные поверхности съ надежнымъ соприкосновеніемъ и трение, обезпечивающее чистоту поверхностей въ выключателяхъ, носящихъ названіе „рубильниковъ“, достигается другимъ способомъ. У этихъ выключателей пластинка въ видѣ ножа (рис. 229) вдвигается между двумя упругими пластинками. Этотъ контактъ применяется въ выключателяхъ всехъ величинъ и въ особенности рекомендуется для выключателей сильныхъ

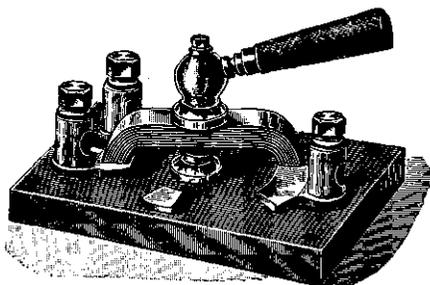
токовъ. Надо замѣтить, что теперь приходится применять выключатели для токовъ до 2000 и болѣе амперовъ, а такая сила тока достаточна, чтобы сжечь въ несколько минутъ весь выключатель при неудовлетворительномъ контакте.

Теперь остается еще указать особый классъ выключателей, которые отличаются не столько своимъ устройствомъ, сколько своимъ специальнымъ назначеніемъ, а именно выключатели у патроновъ лампъ накаливанія. При газовомъ освещеніи публика привыкла находить у самой горелки выключающее приспособленіе, и въ подражаніе у лампъ накаливанія устраиваютъ похожее по наружному виду приспособленіе, снабжая выключателемъ самый патронъ. Такое устройство представляетъ то преимущество, что можно по желанію зажигать и гасить отдѣльныя лампы, не имея надобности прокладывать отъ коммутатора къ каждой лампѣ длинныя отдѣльныя провода. На рис. 230 и 231 представлены два такихъ патронныхъ выключателя, которые впрочемъ бывають весьма различныхъ формъ; приведены два образца только для того, чтобы показать, какъ компактно устраиваются эти приспособленія.

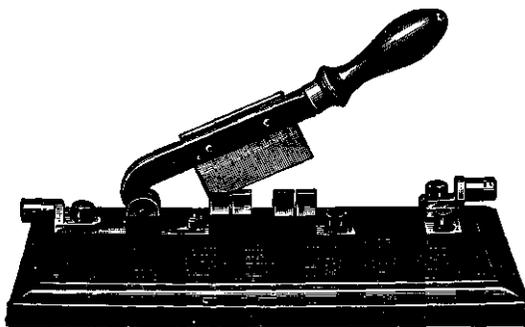
Довольно существенное значеніе представляетъ матеріалъ подставки, которую прежде делали изъ дерева, пока практика не показала, что надо опа-

саться всякой возможности воспламенения отъ тока. Поэтому теперь берутъ самые огнеупорные материалы: фарфоръ, шиферъ и т. п.

Для надежнаго закрытiя выключателя его закрываютъ подь металлический колпачекъ, который иногда делаютъ и изъ материала основной доски; тогда ему придаютъ форму, показанную на рис. 232. Колпачекъ изображень прозрачнымъ не потому, что онъ сделанъ изъ стекла, но просто для того, чтобы показать помещающия подь нимъ части. Американцы очень часто изображаютъ прикрывающия части прозрачными; такой способъ безусловно очень

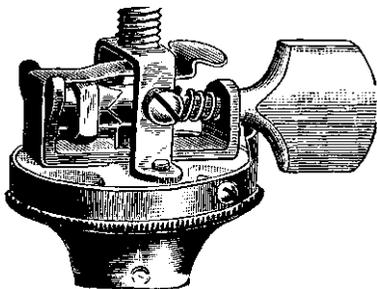


228. Контактный рычагъ изъ пружинъ.

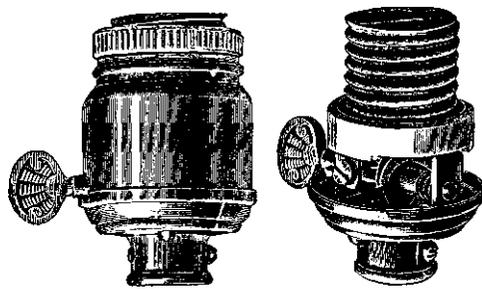


229. Выключатель съ ножевымъ контактомъ (рубильникъ).

хорошъ. Указанный здесь выключатель — моментальный; его контактные пружины скользятъ по четыремъ клиновиднымъ секторамъ, образующимъ въ совокупности кольцо. Пара противоположныхъ секторовъ снабжена металлическою пластинкою; лежащая между ними пара сделана изъ изолирующаго материала. Если контактные пружины касаются снабженныхъ пластинками секторовъ, то токъ замкнутъ. Если же повернемъ кольцо, то пружины поднимаются до высшаго места и затемъ сразу опускаются на следующую пару, благодаря чему достигается моментальное прерывание тока.



230. Выключатель для ламповаго патрона.



231. Патронъ съ выключателемъ.

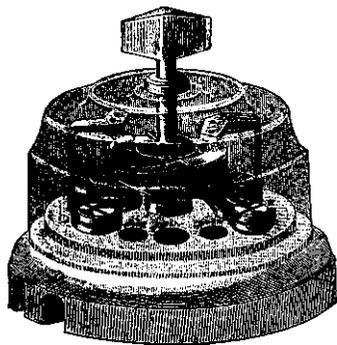
Большие выключатели для машинныхъ помещений, где приходится имѣть дело не съ опасными напряжениями, остаются неприкрытыми. Вне машиннаго помещения ихъ закрываютъ въ запирающияся коробки.

Въ жилыхъ помещенияхъ прерыватели располагаютъ на удобныхъ и доступныхъ местахъ. Часто помещаютъ ихъ непосредственно около двери, чтобы при входе въ темную комнату можно было сейчасъ же осветить ее.

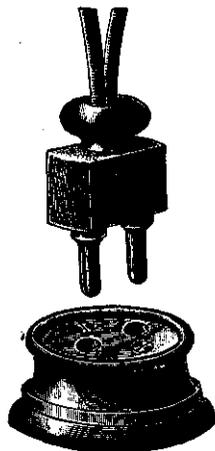
Мы уже раньше говорили, что соединенiе лампы съ проводомъ можно прерывать. Такое устройство применяется особенно охотно, когда лампа соединяется съ неподвижнымъ проводомъ помощью гибкаго шнура. Такой случай имѣетъ место напримеръ, когда устанавливаютъ стоящую лампу на

письменный стол. Чтобы получить соединение с неподвижным проводом, снабжают шнур на конце контактными штепселем, который может быть вставлен в соответствующее штепсельное гнездо, укрепленное на стене. Рис. 233 показывает устройство штепселя и его гнезда, не нуждающиеся, как нам кажется, в разъяснениях.

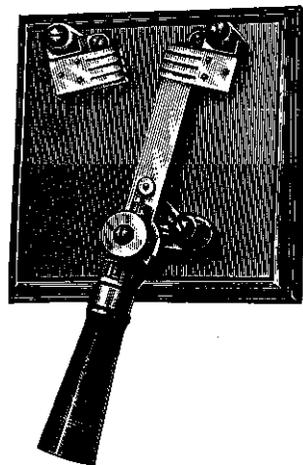
Иногда бывает желательно, чтобы замыкание происходило автоматически. Существуют замыкатели, которые вводят в цепь лампу при открывании двери и выводят ее опять, когда уйдут из комнаты. Применяются еще автоматические замыкатели для освещения лестницы, когда возвращается домой обитатель дома. При открывании двери подъезда зажигается лампа в подъезде. Когда наступают на первую ступеньку, которая сделана подвижной, приходит в действие соединенный с ней переключатель, первая лампа гасится и зажигается другая на первой площадке лестницы. Таким образом, по мере восхождения по лестнице, гаснет лампа на пройденной



232. Двухполюсный, моментальный выключатель.



233. Штепсельный контакт.



234. Коммутатор для двух направлений.

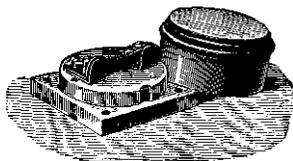
площадке и зажигается на следующей верхней, пока обитатель дома не дойдет до своей двери.

Коммутаторы по устройству походят на выключатели, но только у них другое назначение — они должны переводить ток с одного пути на другой. Принцип этих приспособлений можно выяснить в нескольких словах; положим, у выключателя на рис. 223 вместо одной контактной планки имеется две (рис. 234). Тогда контактный рычаг стоит на той или на другой планке и проводит ток по тому или другому пути, или же бывает расположен в середине между обеими планками, и тогда у тока прерваны оба пути. Вместо двух контактных планок можно устраивать сколько угодно, чтобы иметь возможность пропускать ток по соответствующему числу путей.

Кроме такого устройства можно применять различные другие, о которых нам придется говорить впоследствии. Впоследствии, при описании телефонных установок мы увидим, что там применяются коммутаторы самого сложного устройства, приводящие в соединение два какие угодно пути из 1000 и более. Для таких целей описанные здесь приспособления не годятся, там применяются устройства, основанные на других принципах.

Предохранители. — Проводам в отдельных частях электрической установки придают такое поперечное сечение, чтобы с одной стороны, как

было сказано, потеря была не слишком велика, а съ другой стороны про- вода не нагревались бы слишком сильно. Последний вопросъ получаетъ особое значение у домовыхъ проводовъ, потому что надо старательно предот- вращать всякую возможность воспламенения отъ тока. Однако можетъ случиться, что по проводу пойдетъ токъ сильнее того, какой проводъ можетъ выдерживать безъ нагревания. Это происходитъ въ томъ случае, когда вво- дится въ цепь вместо нормальнаго сопротивления значительно меньшее. Пред- ставимъ себе напримеръ, что данный проводъ питаетъ лампу накаливания въ 16 свечей при напряжении 100 вольтъ. Сопротивление такой лампы со- ставляетъ около 200 омовъ, а следовательно проводъ рассчитывается для силы тока въ $\frac{1}{2}$ ампера. Представимъ себе далее, что вследствие неисправ- ности оба провода приходятъ въ соприкосновение передъ лампой, такъ что токъ проходитъ уже не чрезъ лампу, а прямо изъ одного провода въ другой и вследствие этого сопротивление ветви, питающей лампу, сразу уменьшается съ 200 омовъ, напримеръ до 1 или до $\frac{1}{2}$ ома, т.-е. до сопротивления про- вода. Теперь по проволоке пойдетъ токъ въ 200 или 400 разъ сильнее, для котораго она не рассчитана, и она накалится. Такимъ образомъ она могла бы сделаться опасной въ пожарномъ отношении, если бы не было при-



235. Свинцовый предохранитель.

236. Предохранитель въ сте-
клянномъ патроне.

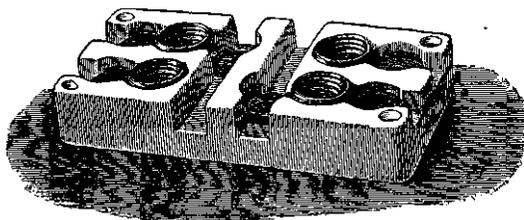
способлений, которыя прерываютъ проводъ при чрезмерномъ усиленнн тока. Итакъ, эти предохранительныя приспособления безусловно необходимы для прнданнн электрическиимъ установкамъ надлежащей безопасности.

Для этой цели придумано простое, но остроумное приспособление. Въ ветвь вводится свинцовая пластинка по возможности ближе къ тому месту, где ветвь ответвляется отъ главнаго провода. Эта полоска такъ соразмеряется, чтобы она проводила безпрепятственно токъ нормальной силы (въ предыдущемъ случае $\frac{2}{2}$ ампера); но когда токъ чрезмерно увеличивается, то последняя расплавляется и прерываетъ путь тока. Токъ не можетъ уже проходить по пути, на которомъ онъ приобрелъ бы опасную силу вследствие уменьшившагося сопротивления. Если бы вставили новую свинцовую полоску, то она вновь переплавилась бы, и т. д., до техъ поръ, пока не будетъ устранена неисправность (побочное сообщение на проводе), и ветвь не полу- чить своего нормальнаго сопротивления.

Въ самой простой своей форме эти свинцовые предохранители состоятъ изъ двухъ зажимовъ, въ которыхъ привинчиваются оба конца раз- резаннаго въ этомъ месте провода. Съ обеими этими зажимами соединяется свинцовая полоска и такимъ образомъ возстановляетъ прерванный путь тока. Предохранитель простаго устройства изображенъ на рис. 235; концы свин- цовой полоски зажимаются между упругими пластинками. Снаружи приборъ прикрывается крышкой. У другихъ предохранителей расплавляющнйся свин- цовый проводъ помещается въ футляре или трубке, которая снабжается кон- тактными наделками и вставляется последними въ соответствующнне кон- такты у зажимовъ провода. Такой предохранитель показанъ на рис. 236, где свинцовая проволока расположена въ стеклянной трубке. Концы последней снабжены латунными колпачкамн, соединенными съ концами свинцовой про- волокн. Этотъ приборъ вставляется между упругими контактами зажимовъ

провода и замыкаетъ путь тока, который проходить такимъ образомъ по свинцовой проволоке.

Эдисонъ принялъ другое устройство, а именно онъ применилъ для предохранителей форму своихъ ламповыхъ контактовъ. Эти предохранители можно располагать весьма удобно, вместе съ приспособлениями для соединения ветвей; мы и опишемъ ихъ здесь вместе, пользуясь случаемъ сказать несколько словъ объ ответвленияхъ. Ответвление одного провода отъ другого более толстаго можно произвести очень простымъ способомъ, обнаживъ главный проводъ въ месте соединения и соединивъ съ шшь спайкой конецъ ответвляемаго провода, также предварительно освобожденный отъ изолировки, после чего голыя места хорошо обматываютъ и надежно прикрываютъ изолирующей лентой. Но не все установщики любятъ прибегать къ спайке, а потому вместо нея часто применяютъ соединения винтами. Для этого способа соединения служитъ приспособление, изображенное на рис. 237. Фарфоровая планка снабжена въ середине двумя желобками, въ которые кладутъ главные провода; на дне этихъ желобковъ лежатъ металлическия пластинки, къ которымъ прижимаются провода винтами съ широкими головками и такимъ образомъ приводятся въ соприкосание съ ними. Отъ каждой контактной



237. Ответвление по системе Эдисона съ предохранителями.



238. Свинцовый штепсель; наружный видъ.



239. Соединение контактовъ штепселя предохранителя.

пластинки идутъ направо и налево проводники, которые кончаются подобными же винтовыми контактами; къ нимъ привинчиваются концы ответвляющихся проводовъ. Контактная пластинка въ правомъ желобке находится въ соединении съ двумя передними, а другая въ левомъ желобке — съ двумя задними. Такимъ образомъ отъ обоихъ главныхъ проводовъ можно ответвлять вправо и влево по паре побочныхъ проводовъ.

Но контактная пластинка главныхъ проводовъ не соединяются съ контактными пластинками ответвлений непосредственно; наоборотъ, одинъ проводъ находится въ соединении съ контактной пластинкой каждаго ответвления, а другой соединяется съ винтовой нарезкой подобно тому, какъ мы видели это въ патроне Эдисона (рис. 185); для возстановления же пути току въ этотъ приборъ ввинчивается контактный штепсель (рис. 238), который походить на наделку лампы накаливания (рис. 184). Центральная контактная пластинка снизу штепселя и концентричная пластинка въ виде винтовой нарезки соединяются внутрж штепселя свинцовой проволокой, которая и служить расплавляющимся проводникомъ (рис. 239). Токъ, идущий изъ главнаго провода, прежде чемъ попасть въ ответвление, долженъ пройти по этому свинцовому предохранителю. Преимущество такого устройства заключается въ томъ, что предохранительную пробку легко можно вставлять и перемѣнять, а потому этотъ предохранитель получилъ большое распространение.

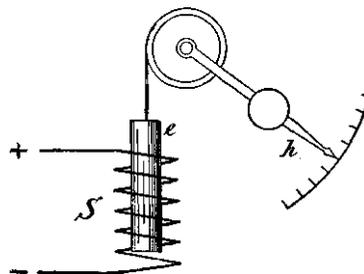
Обыкновенно такой предохранитель вводятъ въ каждый изъ двухъ проводовъ ответвления, особенно когда токъ можетъ образовать побочное сообщеие, обойдя предохранитель, введенный въ другую ветвь.

Затемъ вводятъ простой или двойной предохранитель по возможности въ каждое ответвление. Для этого существуетъ следующее основание: когда

в одной ветви образуется побочное сообщение, то ток может быть опасен только для провода ответвления, тогда как главный провод может выдержать еще гораздо более сильный ток, и его предохранитель не расплавится, потому что его сила не перейдет за норму. Но когда сам главный провод тоньше и избыток тока в ответвлении расплавит его предохранитель, то все-таки в ответвлении вводится особый предохранитель. Расплавление предохранителя выводит из действия все лампы, ток для которых проходит через него, и расплавление предохранителя в главном проводе от побочного сообщения в ответвлении лишало бы тока не только неисправное ответвление, но и все другие. Поэтому, чтобы из-за одного провода не страдали все другие, каждый из ответвляющихся проводов снабжают особым предохранителем, причем это правило соблюдается для всей сети до самой динамомашин, ток которой также проходит по предохранителю у самой машины. Схема такого расположения предохранителей дана на рис. 240, где сплошные линии обозначают провода, а пунктирные — свинцовые предохранители.

4
<{>
-o-
-o-
-o-
-o-
-o-

240. Расположение предохранителей в сети проводов.

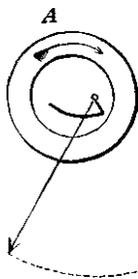


241. Принцип амперметра.

Вместо описанных выше плавких предохранителей применяются, хотя и реже, другие приспособления, в которых путь тока прерывается механическим способом. Чтобы привести в действие такие приспособления при переходе силы тока за норму, в провод вводится электромагнит, притягивающий якорь. При нормальной силе это притяжение не настолько велико, чтобы привести в движение якорь. Но при переходе силы тока за нормальную величину якорь притягивается к полюсу магнита, и вследствие этого движения приходит в действие механизм, прерывающий путь тока.

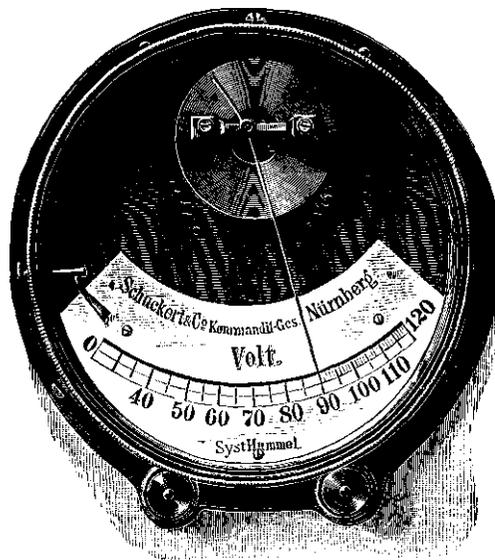
Измерители тока и напряжения. — Необходимо, чтобы управляющий действием электрической установки знал всегда о силе тока и напряжении в проводах. Для большинства установок необходимо поддерживать определенную силу тока или напряжение, а потому машинист должен от времени до времени наблюдать эти величины и в случае надобности приводить их к норме. Для этого требуется, чтобы он сразу мог наблюдать на приборе силу тока и напряжение без всяких хлопотливых измерений. В настоящее время существует много приборов, показывающих на шкале соответствующую величину в практических единицах, т.е. в амперах и вольтах; они носят название амперметров и вольтметров; мы опишем здесь только некоторые из них. Так как употребительные вольтметры представляют собою только видоизмененные амперметры, то мы займемся сначала последними.

Самый простой прибор этого рода получится, если прикрепить железный сердечник къ коромыслу и опустить его въ катушку, по кот.ой проходить токъ. Представимъ себе рычагъ h (рис. 241) съ маленькимъ грузомъ, закрепленный на валике вместе съ маленьшшъ колесикомъ, чрезъ который перекинуть шнуръ. На последнемъ подвешень железный сердечникъ e , который опускается въ катушку S , введенную въ цепь. При пропускании тока этотъ сердечникъ втягивается въ катушку, причемъ рычагъ h поднимается. Но противодействие последнего, которое обуславливается грузомъ и положениемъ рычага, возрастаетъ по мере поднимания рычага, и наконецъ наступаетъ такое положение, когда действие катушки и противодействие рычага уравниваются. Такъ какъ действие катушки зависитъ отъ силы тока, то рычагъ принимаетъ различныя положения соответственно различнымъ силамъ тока; определивъ предварительными измерениями положение рычага для каждой силы тока, можно пользоваться этимъ приборомъ для измерения силы тока. Для этой цели къ рычагу прикрепляется маленькая стрелка, которая движ*ется по дуге съ делениями и указываетъ на ней соответствующия силы тока.



242.
Принципъ амперметра Гуммеля.

Этотъ простой приборъ не вполне точенъ, — его градуировка изменяется съ течениемъ времени. Гуммель изобрелъ более точный измерительный



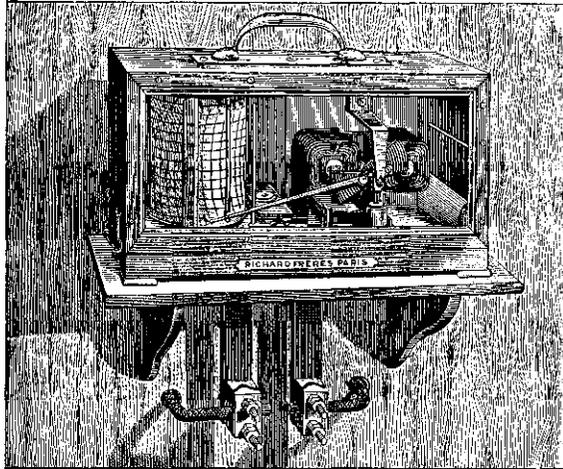
243. Вольтметръ Гуммеля.

прЕборъ. Въ немъ внутри катушки, введенной въ цепь, вращается изогнутая железная пластинка (рис. 242), ось которой эксцентрична относительно оси катушки. При прохождении тока катушка стремится притянуть пластинку къ своей внутренней стенке, но при этомъ поднимается маленький рычагъ съ надетымъ на него грузомъ, и происходитъ описанное выше действие, а именно при известномъ положении притяжение катушки приходитъ въ равновесие съ действиемъ противовеса; съ пластинкой соединена стрелка,двигающаяся по шкале. На последней отмечены силы тока, соответствующия различнымъ положениямъ стрелки, и градуированнымъ такимъ образомъ приборомъ можно пользоваться для измерения тока. Перспективный видъ прибора показанъ на рис. 243, представляющемъ собою вольтметръ, который отличается отъ амперметра только толщиной проволоки на катушке и числомъ витковъ въ последней.

Вольтметры основаны на подобномъ же принципе, но только у нихъ вместо катушки съ небольшимъ числомъ витковъ толстой проволоки, какъ у амперметра, употребляется катушка съ очень большимъ числомъ витковъ очень тонкой проволоки, обладающая большимъ сопротивлениемъ. Если концы этой катушки соединить съ двумя проводами, обладающими разными напряжениями, то по обмоткамъ будетъ проходить токъ, пропорциональный по

закону Ома напряжению между двумя проводами. Такъ какъ стрелка отклоняется соответственно силе тока въ обмотке, то каждому ея положению соответствуетъ определенное напряжение на концахъ обмотки; надлежащимъ измерениемъ определяютъ напряжения, соответствующія различнымъ положениямъ стрелки, и отмечаютъ это на шкале. Тогда приборомъ можно пользоваться для измерения напряжений.

Во многихъ случаяхъ желательно знать изменения силы тока и напряжения въ течение определеннаго промежутка времени; но такъ какъ невозможно въ течение всего этого времени наблюдать за инструментомъ и ежедневно записывать его показанія, то изобретены такіе инструменты, которые сами записываютъ положение стрелки въ течение всего требуемаго времени. Такие инструменты строитъ фирма Richard Freres въ Париже, и на рис. 244 показанъ записывающій амперметръ этой фирмы. Принципъ ея устройства понятенъ безъ дальнѣйшихъ разъясненій. Къ якорю прикреплена стрелка, которая движется вверхъ и внизъ въ зависимости отъ силы тока. На концѣ своемъ она несетъ перышко, наполненное анилиновыми чернилами; оно чертитъ линіи на бумагѣ, огибающей барабанъ. Барабанъ поворачивается кругомъ одинъ разъ въ течение 24 часовъ, и потому положеніе пера обозначается на бумагѣ въ теченіе всего періода времени некоторою кривою. Для болѣе нагляднаго определенія времени и положенія стрелки бумага предварительно снабжается соответствующей сетчатой линіею.



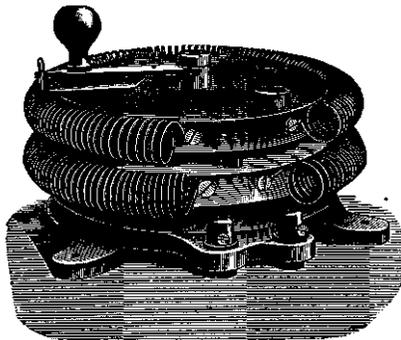
244. Самопишущій амперметръ.

**Выборъ и распределе-
ніе лампъ.** — Требованіе на свѣтъ въ установкѣ бываетъ весьма различное, а потому надо принимать въ расчетъ это обстоятельство. Въ дѣлѣ правильнаго проектированія распределенія лампъ важную роль играетъ практика, научающая сообразоваться съ местными условіями и требованіями. Прежде всего проектирующій техникъ вместе съ владельцемъ зданія долженъ определить, какой родъ лампъ будетъ применяться для каждаго отдельнаго помещенія. Гдѣ приходится освѣщать обширныя поверхности, тамъ отдають предпочтеніе дуговыми лампамъ, если только не приходится вѣшать ихъ слишкомъ низко и оне не слѣпятъ глазъ. Свободныя площади, большіе салоны и т. п. освѣщаются по болыпей части дуговыми лампами. Меньшія закрытыя помещенія и места, гдѣ свѣтъ желательно сосредоточивать на извѣстныхъ ограниченнхъ местахъ, освѣщаются лампами накаливанія. Въ некоторыхъ случаяхъ, напр. при освѣщеніи залъ, можно брать какъ тотъ, такъ и другой родъ лампъ, — здѣсь вопросъ о выборѣ лампъ решается главнымъ образомъ въ зависимости отъ вкуса и стоимости. Выдѣлываемыя въ послѣдніе годы маленькія лампы съ вольтовой дугой въ 200 свечей и болыше применяются тамъ, куда прежде доступъ для нихъ былъ почти закрытъ, напр. въ небольшихъ залахъ, въ витринахъ магазиновъ и проч.

Затѣмъ надо решить, желаютъ ли применять только дуговыя лампы или

вместе съ шши и лампы накаливания. Въ первомъ случаѣ дуговая лампы можно вводить въ депь последовательно, а во второмъ, если только для дуговыхъ лампъ не устанавливается особая машина, приходится вводить въ цепь эти лампы параллельно съ лампами накаливания. Но у дуговой лампы бываетъ свое довольно постоянное напряжение, которое, принимая въ расчетъ потерю въ проводахъ, можно принять равнымъ 50 вольтамъ; лозтому пришлось бы применять лампы накаливания подобнаго же напряжения, или при 100 вольтовыхъ лампахъ надо соединять последовательно по две дуговыхъ лампы и затемъ вводить въ цепь параллельно лампамъ накаливания эти группы. Такъ и делаютъ чаще всего, но это представляетъ то неудобство, что приходится зажигать одновременно обе лампы каждой группы, если вместо исключаемой лампы не вводится въ цепь соответствующе сопротивление, которое поглощало бы именно столько энергии, сколько поглощаетъ ее исключаемая лампа; поэтому исключениемъ лампы сберегается только расходъ на угли въ ней.

Тамъ, где дуговая лампы включаются въ цепь параллельно, необходимо вводить передъ ними такъ называемыя ур авни вающия сопротивления.



245. Реостатъ для дуговыхъ лампъ.

Безъ такого сопротивления лампа, когда ея угли соприкоснутся или сойдутся слишкомъ близко, стала бы брать слишкомъ много тока вследствие уменьшения своего сопротивления, такъ что или произойдетъ перерывъ цепи предохранителемъ, или у другихъ лампъ отнимется слишкомъ много тока, и оне будутъ гореть тускло. Это становится особенно заметно тогда, когда только одна дуговая лампа вводится параллельно лампамъ накаливания соответствующаго напряжения. Поэтому въ последнемъ случаѣ берутъ напряжение въ цепи не въ 40—45 вольтъ, какъ требуется

для дуговыхъ лампъ, а на 20—25 вольтъ выше, т.-е. берутъ лампы накаливания въ 60—65 вольтъ и выравниваютъ избытокъ напряжения у дуговыхъ лампъ вводимымъ въ цепь сопротивлениемъ, отнимающимъ у напряжения для дуговыхъ лампъ 20—25 вольтъ. Поглощаемая этимъ сопротивлениемъ энергия естественно теряется бесполезно.

Тамъ, где это добавочное сопротивление не заключается уже въ проводахъ къ дуговой лампе, въ цепь вводятъ спирали изъ нейзильберной проволоки, которая обладаетъ высокимъ сопротивлениемъ сравнительно съ проволоками одинаковаго размера изъ другихъ металловъ. Проволоку свиваютъ въ сшграль для того, чтобы поместить большую длину въ возможно маломъ, пространстве. Иногда такія спирали изъ нейзильберной проволоки располагаютъ въ самой лампе, но чаще помещаютъ ихъ въ несгораемомъ ящике, который укрешаютъ на стене; чтобы можно было изменить силу тока въ лампе, добавочное сопротивление устраиваютъ такъ, чтобы можно было вводить въ цепь болыпе или меныне проволоки. Такое изменяемое сопротивление показано на рис. 245.

Выборъ и распределение лампъ обуславливается прежде всего потребностью въ свете; по болыней части владелець зданія выражаетъ свое желанье такимъ образомъ; „Здесь мне нужно было до сихъ поръ столько-то газовыхъ рожковъ, а потому поставьте соответствующее число электрическихъ лампъ". Такъ обыкновенно бываетъ при самомъ начале работъ; но затемъ приходитъ владелець и говоритъ: „Если вы уже устанавливаете электриче-

ский светъ, то поставьте лампу еще здесь, тамъ, вотъ тутъ и на томъ месте. У насъ света должно быть несколько больше, чемъ прежде, а потому будьте любезны поставить пару дуговыхъ лампъ на томъ месте и т. д.". Требование на светъ очень быстро возрастаетъ съ каждымъ разомъ, и электрическая установка по большей части значительно превосходить прежнюю по количеству света. Требование на светъ въ особенности сильно возрастаетъ тамъ, где желаютъ иметь не простое освещение, а вполне блестящее; въ такихъ установкахъ лампы накаливания применяются отчасти только для декоративныхъ целей.

Но такъ какъ и при такомъ применении оне все же светятъ и освещаютъ, то этимъ лишь увеличивается потребность въ свете, какъ только глазъ привыкнетъ къ блеску. Поэтому мы можемъ проследить увеличение съ каждымъ годомъ яркости освещения въ электрическихъ установкахъ и объяснить себе такое явление: установки, считавшіяся летъ десять тому назадъ за чудо, теперь кажутся намъ тусклыми.

Здесь надо прибавить еще несколько словъ о разнице между лампами накаливания и дуговыми лампами, которая конечно играетъ важную роль при выборе лампъ. Если вопросъ заключается только въ требовании на светъ, то выборъ рода освещения обусловливается техническими и финансовыми соображениями. Бываетъ совсемъ обратное, если приходится сообразоваться со вкусомъ и эстетическими требованиями заказчика. Вольтова дуга даетъ чистый, но холодный светъ; она придаетъ предметамъ, такъ сказать, жесткий и грубый оттенокъ, который обусловливается какъ окраской света вольтовой дуги, такъ и резкижи тенями, бросаемыми этимъ светомъ. Светъ накаливания мягкій по тону, но онъ отнимаетъ у тель резкое очертание и невыгодно изменять некоторые цвета; комната, цвета которой хорошо подобраны для дневного света, часто теряетъ эту гармонию при свете накаливания. Известно также, что актерамъ приходится изменять свою гримировку, когда газовое освещение театра заменяютъ электрическимъ. Это происходитъ отъ того, что у света накаливания красныхъ и желтыхъ лучей сравнительно меньше, чемъ у газового (и больше, чемъ у света вольтовой дуги); разницу въ окраске того и другого рода освещения можно наблюдать, если поместить газовую горелку около лампы накаливания и зажечь ихъ.

При этихъ условияхъ надо быть осторожнымъ при выборе рода освещения, если только является вопросъ объ окраске освещаемыхъ предметовъ. Въ обитаемыхъ помещенияхъ применяется по большей части светъ накаливания, — его мягкій тонъ зюрошо соответствуетъ характеру жилого помещения. Наоборотъ, въ магазинахъ и т. п. въ одномъ случае отдаютъ предпочтение дуговымъ лампамъ, а въ другождь лампамъ накаливания, смотря потому, желаютъ ли усилить окраску освещаемыхъ предметовъ синими и зелеными лучами или красными и желтыми, а также придать резкия или мягкия очертания.

Наилучшхъ световыхъ эффектовъ при электрическомъ освещении можно достигъ, применяя смешанный светъ, т.-е. светъ накаливания и вольтовой дуги приблизительно въ одинаковой пропорщ. Тогда получается светъ недостижимой иначе чистоты, мягкости и блеска; такъ для освещения картинъ не существуетъ никакого света, не исключая даже дневного, который можно было бы сравнить по действию съ такимъ смешаннымъ освещениемъ. Въ этомъ можно убедиться совершенно наглядно, если осветить картину лампами накаливания, потомъ дуговой лампой, а затемъ теми и другими вместе. Достаточно увидеть разъ поразительную разницу въ световыхъ эффектахъ, чтобы убедиться въ превосходстве смешаннаго света для художественныхъ целей.

В. Установки сь центральными станциями.

Вскоре после введения электрическаго света образовались общества, поставляющие электрический светъ, доставляя токъ въ освещаемыя помещения абонентовъ изъ большихъ генераторныхъ станций и избавляя абонентовъ отъ хлопотъ и расходовъ на устройство и эксплуатацию своей собственной установки. Такимъ способомъ электрический светъ получилъ гораздо больше пространства, чемъ это могло бы быть въ томъ случае, если бы токъ приходилось всегда добывать самому.

Такия электрическия установки сь центральными станциями въ главныхъ своихъ частяхъ тождественны сь частными установками. Каждая изъ нихъ состоитъ, какъ и те, изъ генераторной станции сь двигателями и динамомашинами, сети проводовъ, лампъ на концахъ последнихъ и т. д. Но въ большихъ установкахъ эти главныя части являются значительно более сложными, потому что здесь ихъ действие приходится обеспечивать многочисленными вспомогательными приспособлениями больше, чемъ въ частныхъ установкахъ. Но кроме надежности приходится заботиться о возможномъ сокращении расходовъ на установку и на эксплуатацию, потому что такая установка представляетъ коммерческое предприятие, для котораго ставятся другия коммерческия требования, не одинаковыя сь требованиями установки для собственного потребления.

Экономическия условия представляютъ такое значение, что ими руководствуются больше всего въ деле технического устройства большихъ установокъ; поэтому прежде всего намъ следуетъ заняться выступающими здесь вопросами, чтобы выяснить устройство современныхъ центральныхъ станций.

Провода центральныхъ станций. — Экономический центр тяжести установокъ заключается въ приспособленияхъ для передачи тока — проводахъ, потому что по меньшей мере треть расходовъ на установку приходится на провода, доставляющие токъ изъ генераторной станции къ домамъ абонентовъ.

Но еще и въ другомъ отношении провода представляютъ большое экономическое значение для предприятия этого рода. Провода для тока низкаго напряжения нельзя делать какой угодно длины, нельзя снабжать по этимъ проводамъ округъ какой угодно величины изъ одной центральной станции, потому что сь длиной проводовъ возрастаетъ неизбежная потеря энергии, которая делается слишкомъ большою, или, если уменьшать ее увеличениемъ поперечнаго сечения проводовъ, последние настолько удорожаются, что установка не можетъ приносить никакого дохода. Поэтому приходится ограничивать известнымъ пределомъ округъ, снабжаемый изъ одного генераторнаго пункта токомъ низкаго напряжения, а для слишкомъ большого округа приходится устраивать несколько генераторныхъ станций, такъ что расширение площади освещаемаго округа требуетъ не только прибавления несколькихъ паровыхъ двигателей и динамомашиныхъ на станции и несколькихъ проводовъ къ существующей сети, но и постройки новой станции.

Потерю энергии въ проводахъ можно уменьшить не только увеличениемъ поперечнаго сечения, но и возвышениемъ напряжения. Въ самомъ деле потеря зависитъ, какъ мы уже говорили раньше, отъ сопротивления провода и силы тока въ немъ, а энергия, передаваемая по проводу, зависитъ отъ силы тока и напряжения. Если увеличить энергию усилениемъ тока, то увеличилась бы потеря, или намъ пришлось бы уменьшить сопротивление. Не делая этого последняго, мы можемъ увеличить количество передаваемой энергии повышениемъ напряжения. При этомъ сила тока остается прежняя, и потеря въ проводе не делается больше вследствие увеличения работы установки. Такимъ образомъ мы находимъ простое средство удлинять сколько угодно провода

нашей установки. Но съ возвышениемъ напряжения нельзя переходить за предель, какой ставится безопасностью и который достигается уже при 400 вольтахъ; даже и въ этихъ пределахъ нельзя распоряжаться особенно свободно. Если принять въ расчетъ, что для экономичныхъ лампъ накаливания требуется напряжение до 150 и даже, можно сказать, до 200 вольтъ, то легко понять, что намъ нельзя переходить за это напряжение, такъ какъ тогда пришлось бы отказаться отъ рациональной системы параллельнаго соединения и вводить по две или по три лампы последовательно; это было бы невозможно. Когда центральныя станции предназначаются для освещенія лампами накаливания, то для нихъ ставить предель то напряжение, какое оне должны доставлять абонентамъ. Но электротехникъ не унываетъ. Онъ не доставляетъ къ дому токъ съ высокимъ напряжениемъ, а вводитъ его въ домъ съ уменьшеннымъ.

Въ главѣ о трансформаторахъ мы видели, какъ достигаютъ такого пониженія напряженія при соответствующемъ повышении силы тока. Но пользоваться болѣе высокими напряжениями безъ измененія нормальнаго напряжения у лампъ можно и при системе постояннаго тока, которая сначала применялась чаще системы переменныхъ токовъ. О трансформаторахъ постояннаго тока, о которыхъ упоминалось выше, здѣсь жь говорить не будемъ, а сначала упомянемъ вкратцѣ о другой системе трансформации постояннаго тока, а именно при помощи аккумуляторовъ.

Если соединить последовательно несколько батарей аккумуляторовъ, каждая изъ которыхъ требуетъ для заряженія напряжение около 160 вольтъ, то для заряженія полной батареи потребуется токъ такой же силы, какъ и для каждой отдельной группы, но соответственно увеличеннаго напряженія, напримеръ при 10 последовательно соединяемыхъ группъ въ 1600 вольтъ. Если после заряженія соединить батареи параллельно, то оне будутъ доставлять токъ въ 120 вольтъ, и отъ нихъ можно питать сеть проводовъ низкаго напряженія. Если заряжать батареи при параллельномъ соединеніи, то оне потребовали бы напряженія всего въ 160 вольтъ, но силы тока въ 10 разъ болѣе. Такимъ образомъ, меняя соединеніе, можно заряжать батареи слабымъ токомъ высокаго напряженія, а разряжать ихъ сильнымъ токомъ низкаго напряженія. Система имѣетъ нечто привлекательное. Представимъ только себѣ, что батареи, распределенныя въ удобныхъ пунктахъ въ городѣ, заряжаются въ теченіе дня высокимъ напряженіемъ, что это зарылсеніе производится по тонкимъ проводамъ изъ одной центральной станціи, которая выстроена вне города въ дешевой мѣстности и расположена удобно относительно желѣзной дороги и воды, что дѣйствіе во время дня происходить равномерно и не зависитъ отъ времени дня, переменъ погоды, съ влияніемъ которыхъ мы еще познакомимся, и отъ различныхъ другихъ условий, такъ что система, молшо сказать, представляетъ очень много удобствъ. Ея недостатокъ заключается въ томъ, что приходится имѣть дело съ аккумуляторами. Прежде всего преобразование аккумуляторами соединено съ очень значительной потерей энергіи, такъ что приходится расходовать приблизительно на 25% болѣе энергіи, чѣмъ получаютъ абоненты. Сюда надо прибавить расходъ на содержаніе аккумуляторовъ и наконецъ уходъ за столь болѣеими батареями, какія приходится ставить при обширной установкѣ освещенія. Такимъ образомъ, если припятъ въ расчетъ все добавочныя расходы, являющіеся при пользованіи аккумуляторами, то окажется, что система

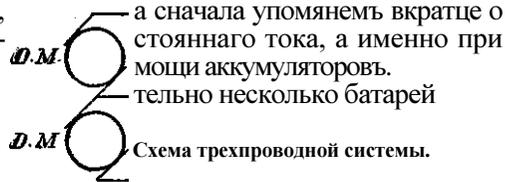
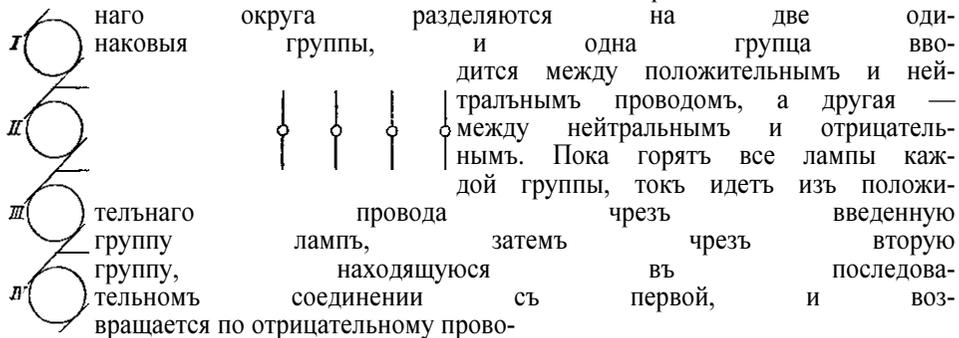


Схема трехпроводной системы.

теряют все свои преимущества. Однако применение аккумуляров наме-
чаетъ путь, который впоследствии, можетъ-быть, приведетъ къ цели.

Другое средство для применения высокихъ напряжений въ главныхъ про-
водахъ доставляетъ многопроводная система, которая даетъ возмож-
ность соединять лампы накаливания последовательно, не приводя ихъ въ не-
удобную зависимость одну отъ другой. Она получила большое распростра-
нение въ своей самой простой форме, какъ трехпроводная система, ко-
торой мы прежде всего и займемся. При ней соединяются последовательно
две динамомшины для низкаго напряжения, представляя такимъ образомъ
подобие небольшой батареи изъ двухъ элементовъ; ихъ общее напряжение бу-
детъ вдвое больше напряжения одной машины (рис. 246). Какъ отъ положи-
тельного, такъ и отъ отрицательнаго полюса идутъ провода въ освещаемый
округъ; кроме того прокладывается еще третій проводъ, идущий отъ точки со-
единения обеихъ машинъ; последний проводъ называется выравнивающимъ
или нейтральнымъ проводомъ. Какъ между положительнымъ и нейтральнымъ
проводомъ, такъ и между нейтральнымъ и отрицательнымъ существуетъ нор-
мальное напряжение. Лампы извест-



247. схема ПЯТИПРОВОДНОЙ системы ДУ^{въ} батарею динамомашинъ. Въ
распределении.

этомъ случае по нейтральному про-
воду, за исключениемъ короткихъ его
частей, соединяющихъ одну группу съ другой, не проходитъ никакого тока.
Но если загасить часть лампъ второй группы, то чрезъ эту группу пойдетъ
меньше тока, чемъ чрезъ первую, и часть тока, которую не беретъ вторая
группа, пойдетъ по нейтральному проводу къ соответствующей динамомашине.
Если бы горело больше лампъ во второй группе, то требующийся для этихъ
лампъ избытокъ тока доставлялся бы по выравнивающему проводу. Какъ
видимъ, сила тока и напряжение въ выравнивающемъ проводе изменяются,
смотря по силе выравнивающего тока, который доставляется по этому про-
воду въ одну изъ группъ.

Легко видеть, что при трехпроводной системе выигрывается въ прово-
дахъ, потому что при простомъ параллельномъ соединении для каждой группы
требовался бы прямой и обратный проводъ, тогда какъ при трехпроводной
системе оказывается лишней одна изъ этихъ линий. При правильномъ
распределении лампъ едва ли будутъ такие случаи, чтобы все лампы одной
группы горели, а все лампы другой были погашены. По этому выравниваю-
щему проводу никогда не придется проводить всего тока для одной группы,—
онъ разделяеть его съ проводомъ другой группы; поэтому является возмож-
ность придавать нейтральному проводу меньшее поперечное сечение, и такимъ
образомъ выигрываютъ въ проводахъ еще около 12 процентовъ.

Не трудно развить эту систему еще на большее число проводовъ, раз-
делять лампы не на две группы, а на три или четыре и достигъ еще боль-
шей экономии въ проводахъ. Въ действительности применяется еще пяти-

проводная система, где лампы распределяются на четыре последовательно соединенныя группы. Такая система показана на рис. 247.

Выгодамъ многопроводной системы противопоставляется въ качестве недостатка сложность соединений; приспособления для распределения и ответвлений делаются более сложными и следовательно способными скорее портиться, вследствие чего за ними требуется более точный и опытный присмотръ. Для применения системы требуются точныя сведения о пользовании лампами, чтобы можно было сделать правильное ихъ распределение и по возможности выровнять спросъ на токъ у последовательно соединенныхъ машинъ. Наконецъ следуетъ замѣтить, что управление тажики установками бываетъ труднее. Однако преимущества многопроводной системы столь значительны, что трехпроводная система применена теперь въ очень многихъ большихъ установкахъ, и ею довольны.

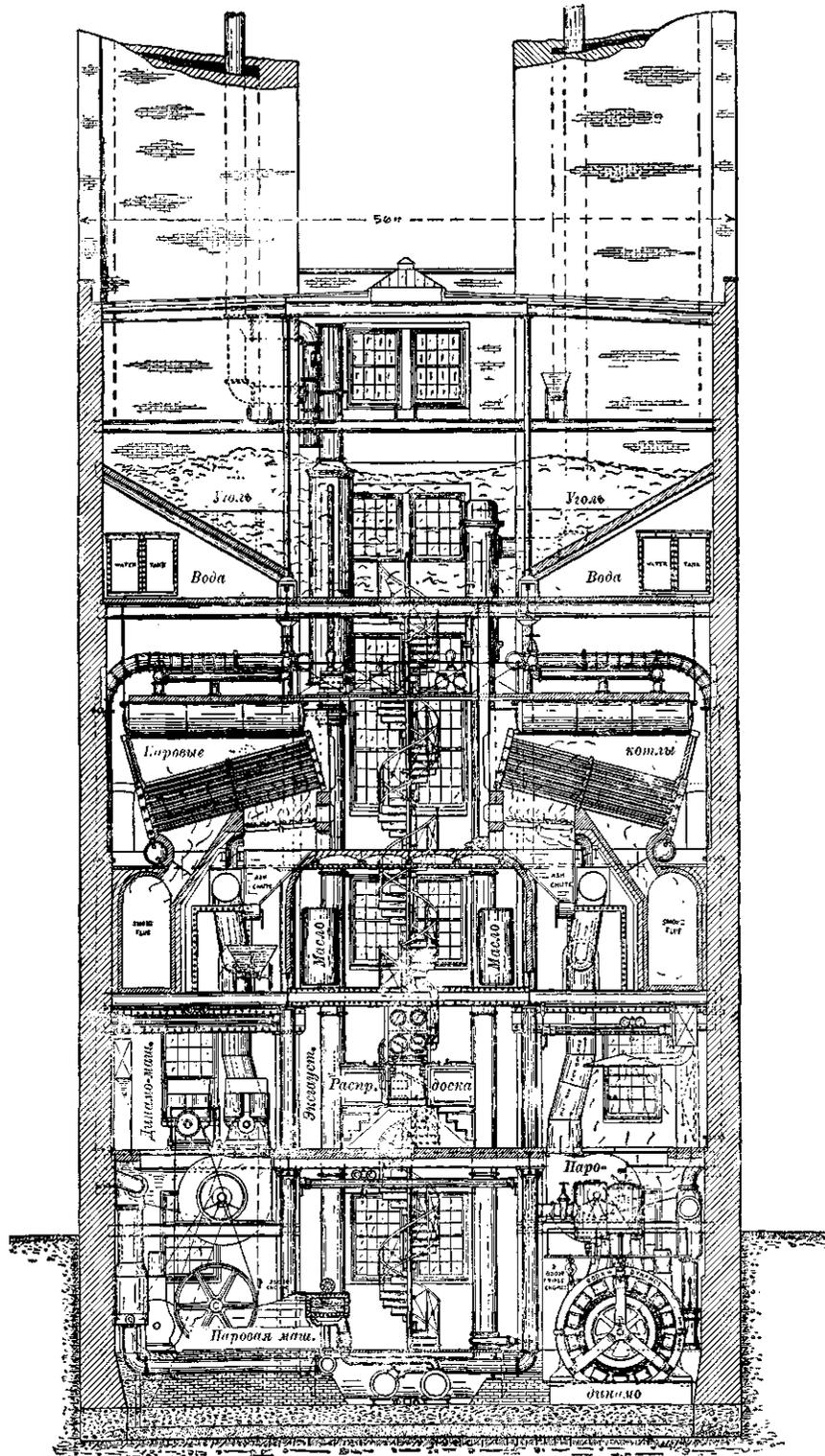
Въ Берлине сеть проводовъ, устроенную вначалѣ по двухпроводной системе, переделали въ трехпроводную. Упрощение многопроводной системы достигнуто благодаря тому, что две или несколько машинъ, которыми пользовались вначалѣ, какъ показано на рис. 246 и 247, заменены теперь одной, имеющей такое же напряжение, какъ и соединенныя последовательно несколько машинъ. Какъ это достигается, мы увидимъ ниже.

Центральныя станции въ Америкѣ. — Американцы первые стали строить центральныя станции для добыванія тока, чтобы доставлять последний для освещенія абонентамъ и избавить ихъ такимъ образомъ отъ необходимости самимъ производить токъ. Они опередили европейцевъ въ этомъ по времени и теперь еще стоятъ впереди по числу центральныхъ станцій.

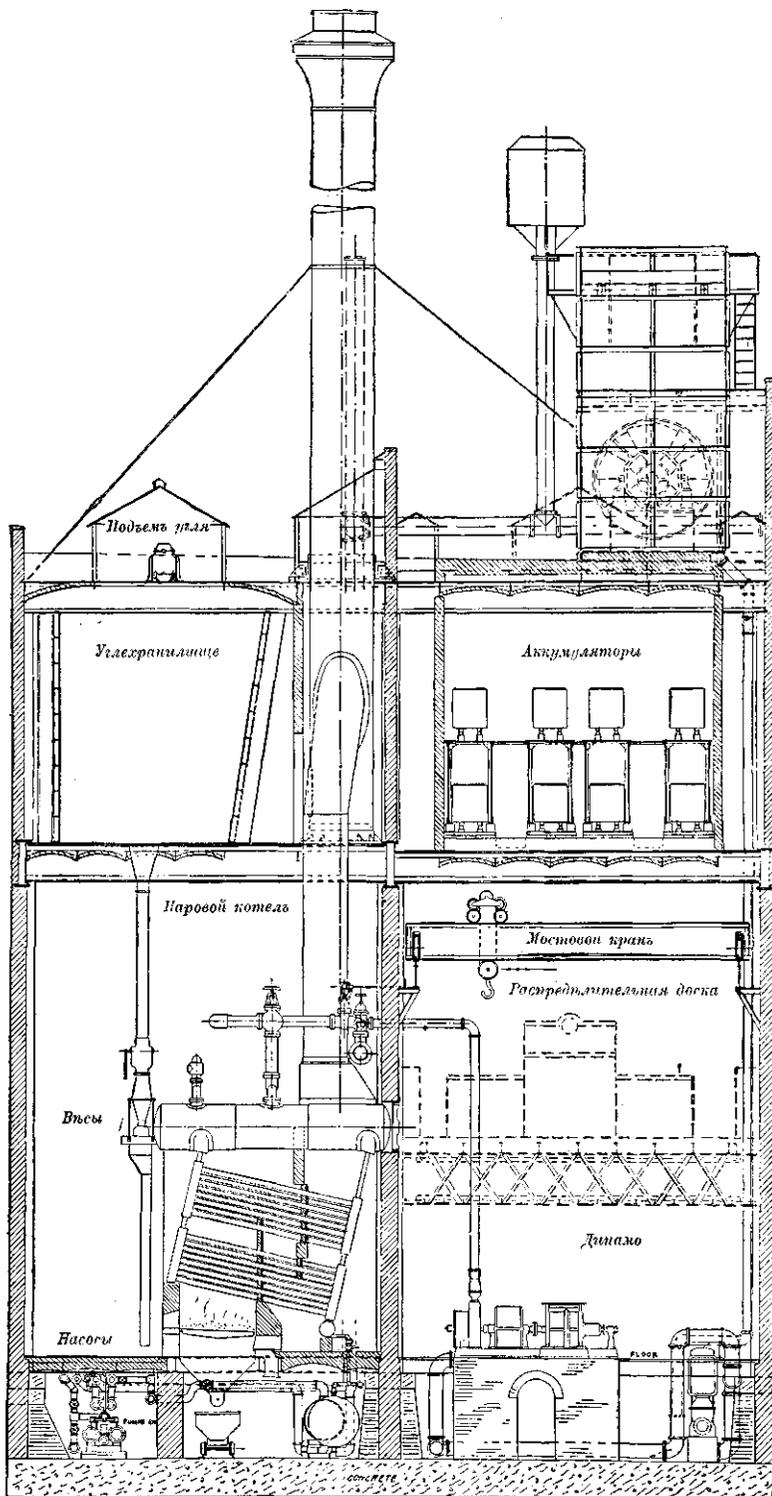
Еще до введенія калильнаго света американцы уже устраивали центральныя станции, изъ которыхъ они отпускали потребителямъ токъ для освещенія вольтовыми дугами.

Когда Эдисонъ сделалъ свою лампочку накаливанія практически применимой, то несколько предприимчивыхъ американскихъ финансистовъ решили построить центральную электрическую станцію для освещенія калильными лампами, для чего они купили въ 1881 году участокъ земли въ улицѣ Pearl въ Нью-Йорке. Уже въ сентябрѣ 1882 года эта станція работала, снабженная шестью эдисоновскими джумбо-машинами (джумбо — называется большой слонъ). Это были пародшшо, казавшіяся въ то время великанами, каждая въ 125 лошадиныхъ силъ. Районъ, освещавшійся этой станціей, былъ еще не великъ, около 2,5 квадратныхъ километровъ. Станція эта не имела примеровъ въ прошедшемъ, занявшіеся этимъ деломъ не имели опытности, темъ не менее должно признать, что Эдисонъ сумелъ поставить это предприятие такъ, что все мелочи, имеющія въ совокупности громадное значение, въ роде проводниковъ, ихъ изолировки, выключателей, ответвлений, предохранителей и т. д., все оно получили сразу практически применимую форму. Всю громадность этого технического труда можетъ достойно оценить лишь тотъ, кому хоть разъ приходилось побеждать трудности воплощенія идеи въ реальныя формы. И въ этой области, равно какъ и въ другихъ более известныхъ для большой публики, напримеръ въ устройствѣ калильной лампочки и фонографа, Эдисонъ доказалъ свою гениальную способность устраивать все практически хорошо.

Общество это построило позднее еще пять центральныхъ станцій и въ настоящее время доставляетъ запасъ энергии для калильнаго и дугового освещенія и для приведенія въ движеніе моторовъ, который, если его выразить въ калильныхъ лампахъ, даетъ круглышъ числомъ полмилліона лампочекъ накаливанія силою света въ 16 нормальныхъ свечей каждая. Въ общемъ на это предприятие было затрачено до 30 милліоновъ рублей, приносящихъ, благодаря хорошему дивидендамъ, солидный процентъ.



248. Центральная станция в Нью-Йорке.



249. Центральная станция на 12-й улице в Нью-Йорке.

Въ виду того, что центральныя станции, доставляющія токъ постоянного направления, должны находиться по возможности въ центре освещаемого района и следовательно приходится строить ихъ на дорого оплачиваемыхъ участкахъ земли, стремились использовать возможно выгоднее занимаемую подъ постройку площадь, располагая для этого машинныя отделения одно подле другимъ. На центральныхъ станцияхъ новейшей постройки, гдетолько возможно, избегаютъ подобнаго размещенія, помещая котлы рядомъ съ машиннымъ отделениемъ; но въ начальную эпоху постройки электрическихъ станции въ большинстве случаевъ применялась система нагромождения этажей. Тжпичный примеръ такой постройки представляетъ центральная станція на 26 улице г. Нью-Йорка. Какъ показано въ нашемъ чертеже (рис. 248), въ подвальномъ этаже установлены паровыя машины и большія пародинамо.



250. Томасъ Альва Эдисонъ.

Последнія требуютъ очень прочныхъ фундаментовъ благодаря тяжести своихъ движущихся частей, поэтому оне и помещаются въ самомъ нижнемъ этаже. Маленькия динамомашинныя помещены въ следующемъ этаже; оне допускаютъ такую установку, потому что оне не такъ тяжелы, и въ нихъ нетъ частей съ возвратнымъ движениемъ. Во второмъ этаже размещены паровыя котлы и углехранилища. Подвозимый уголь доставляется въ хранилище подъемной машиной, и отсюда уголь доставляется по трубе прямо въ помещение котла. Применяются водотрубныя котлы, опасность отъ взрыва которыхъ гораздо меньше, чемъ у котловъ съ большимъ помещениемъ для кипения воды, благодаря чему ихъ можно устанавли-

вать въ общихъ помещенияхъ. Сосуды съ водой и масломъ размещены такимъ образомъ, что не занимаютъ лишняго места.

Въ новой станціи на 12 улице система нагромождения уже оказывается оставленной. Помещение для котловъ расположено рядомъ съ машиннымъ отделениемъ, получившимъ теперь достаточную высоту. Углехранилище въ настоящемъ случае расположено надъ котлами и засыпается помощью электрической подъемной машины. Падающій въ котельное помещение уголь, прежде чемъ упасть внизъ, попадаетъ на весы, такъ что расходъ угля все время известенъ. Это делается потому, что на центральныхъ станцияхъ выяснилась потребность въ постоянномъ коытролировании расхода и производительности всехъ важныхъ величинъ.

Зола попадаетъ изъ котловъ по воронке въ железную тележку, расположенную въ подвале, на которой она и увозится. Воду достаютъ изъ колодезь помощью помпы, также установленной въ нижнемъ помещении, затемъ

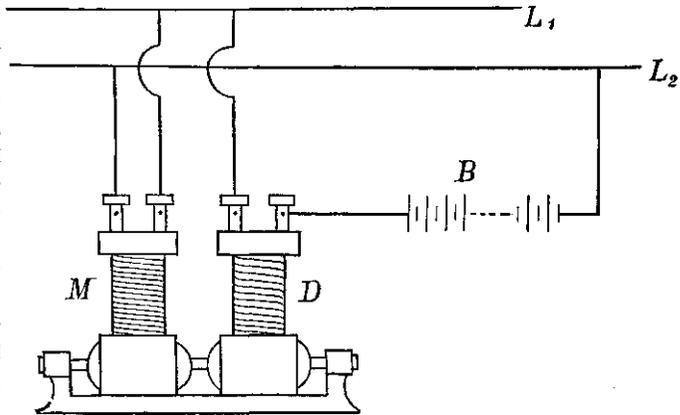
ее проводить въ подогреватель, и оттуда только вода попадаетъ въ котель. Другая часть нижняго помещенія служить машиннымъ отдѣленьемъ; здѣсь устанавливаются большія пародинамо, какъ это показано въ правомъ углу рисунка.

Другія расположенныя на высоте улицы машины — суть маленькя динамомашины, приводимыя въ движеніе турбинами Лавала.

На половине высоты машиннаго отдѣленья расположены подмостки съ распределительной доской, на которой расположены все выключатели и регуляторы. Подъ потолкомъ по рельсамъ, укрепленнымъ въ боковыхъ стенахъ, передвигается мостовой кранъ, служащій для облегченія сборки и перемещенія машинъ и ихъ частей.

Въ верхнемъ этажѣ расположена аккумуляторная батарея, а подъ ней, въ видѣ башнеподобной покрывки, холодильникъ для воды конденсаторовъ, въ которомъ теплая вода охлаждается сильнымъ потокомъ воздуха, образуемъ вентиляторомъ.

Батарея аккумуляторовъ разсчитана на 8000 амперъ-часовъ при 120 вольтахъ напряженія, или, когда применяется трехпроводная система, на 4000 амперъ-часовъ при 240 вольтахъ. Обращено вниманіе и на то обстоятельство, чтобы батарея могла заряжаться отъ другихъ станцій, т.-е. изъ общей сети проводовъ. Но въ



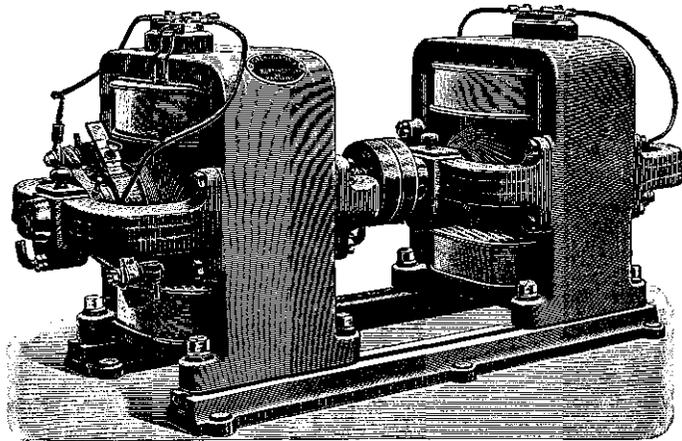
251. Включение добавочной динамо.

такомъ напряженіи, которое образуется въ батарее при разряденіи; следовательно необходимо озаботиться получениемъ избытка напряженія около 60 вольтъ. Для этой цели пользуются приспособленіемъ, которое американцы называютъ „подгалкивателемъ“, мы же будемъ называть придаточной динамомашинкой. Сеть проводовъ питаетъ электрический двигатель, который въ свою очередь приводитъ въ движеніе динамомашину, доставляющую требуемый избытокъ напряженія. Рис. 251 показываетъ подобную установку; M изображаетъ электрический двигатель, питаемый токомъ изъ сети проводовъ и приводящій въ свою очередь въ движеніе динамомашину D. Последняя соединена съ проводами L_1 и L_2 , главными проводами, подводщими токъ къ батарее, и доставляетъ ей избытокъ лапряженія. Придаточная динамомашина, представляющая въ принципе такое же устройство, какъ и умформеръ (см. стр. 101), представлена на рис. 252 въ такомъ видѣ, какъ ее изготовляетъ фирма бр. Кертингъ; разъяснить действие ея намъ кажется лишнимъ, после всего сказаннаго выше, поэтому достаточно будетъ напомнить, что одна изъ соединенныхъ другъ съ другомъ динамомашинъ представляетъ изъ себя двигатель, другая же генераторъ тока, придающій проходящему по немъ току желаемый избытокъ напряженія.

Значительно больше этихъ двухъ станцій центральная станція, расположенная на улице Duane, питающая токкомъ всю нижнюю часть Нью-Йорка, торговый кварталъ города; она соединена и съ упомянутыми выше станціями и еще съ двумя другими. Двджушая сила этой станцій достигаетъ 30 000 ло-

шадиныхъ силъ, развиваемыхъ 9 паровыми машинами каждая въ 2500 лошадиныхъ силъ, двумя машинами въ 1250 и двумя въ 600 лошадиныхъ силъ каждая. Машинное отделение въ которомъ развивается это количество энергии, имеетъ въ высоту 9 метровъ, въ ширину 20 и въ длину 50 метровъ. Каждая изъ большихъ паровыхъ машинъ соединена съ двумя динамомашинами силою по 800 килоуаттовъ; все эти машины расположены въ помещении въ два ряда. Динамомашинны построены по тому типу, который созданъ заводомъ Сименсъ и Гальске и о которомъ мы еще будемъ говорить.

Измерение расхода тока производится помощью электрическихъ счетчиковъ. Эдисонъ, устраивая центральныя станции, разработалъ съ большимъ вниманиемъ все отдѣльныя части, и для этой цели онъ придумалъ приспособление, измеряющее расходъ энергии съ значительной точностью; на Нью-Йоркскихъ станцияхъ этимъ приспособлениемъ пользуются до настоящаго времени, хотя оно и обладаетъ некоторыми недостатками; въ Европе же этотъ способъ повсеместно уже замененъ механическими счетчиками, о которыхъ



252. Додавочная динамо бр. Кертингъ. стеклянный

мы будемъ говорить дальше. Эдисонъ применяетъ электрохимический счетчикъ, принципъ котораго показанъ на рис. 253. Въ главный проводъ потребителя включенъ небольшой проводникъ — спираль на чертеже — сопротивление котораго точно измерено. Отъ концовъ этого провода два проводника направляются въ

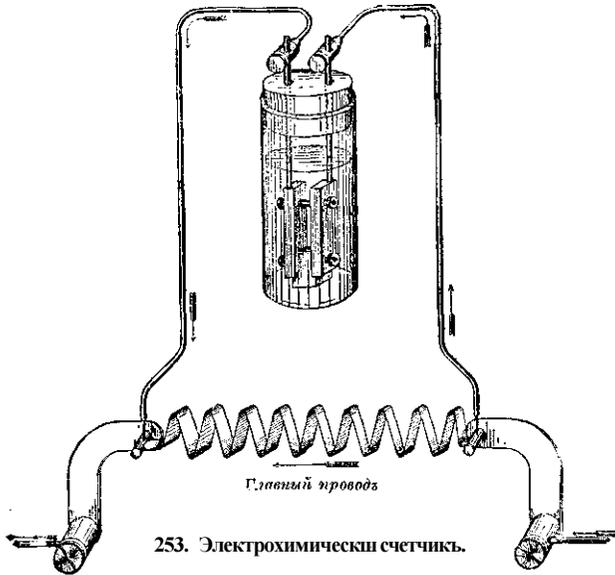
сосудъ,

наполненный рас-

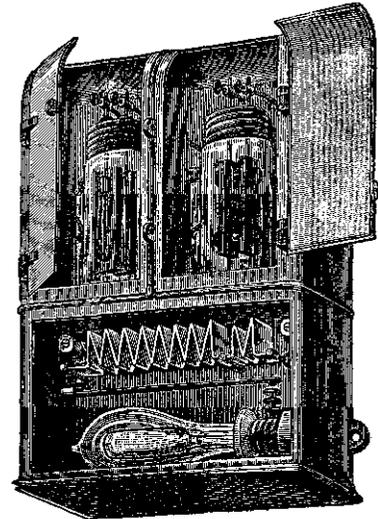
творомъ химически чистаго цинковаго купюроса. Въ растворъ опущены две цинковыя пластинки, расположенныя на небольшомъ разстоянии, параллельно одна другой; пластины эти соединяются съ проводниками, идущими отъ известнаго сопротивления. Эти проводники, цинковыя пластины и цинковый купюросъ составляютъ побочное ответвление (рис. 88). Въ своемъ месте было объяснено, что черезъ побочное ответвление проходитъ всегда одинаковая часть тока главнаго провода при условии, что сопротивление ответвления остается неизменнымъ. Въ побочномъ ответвлении производится въ каждую единицу времени, положимъ въ секунду, некоторая работа, которая пропорциональна силе тока, сюда ответвляющагося; измеряя работу, произведенную въ ответвлении, можно определить, сколько амперъ-секундъ прошло по нему, а также сколько амперъ-часовъ прошло по главному проводу, а такъ какъ каждый амперъ-часъ соответствуетъ определенному числу часовъ горения лампочекъ, скажемъ $2\frac{1}{2}$ часамъ, то оказывается, что произведенная въ ответвлении работа даетъ точное представление о числѣ часовъ горения, представленнаго потребителю.

Когда токъ проходитъ въ сосудѣ отъ одной цинковой пластинки черезъ растворъ цинковаго купюроса къ другой, то онъ какъ бы захватываетъ съ собой часть щска первой пластинки и переноситъ ее на другую, выходную Ииластжпку; — одна пластинка делается легче, другая на столько же тяжелее.

Передаваемое съ одной пластинки на другую въ единицу времени количество цинка зависитъ отъ силы тока. Каждый миллиграммъ переыесеннаго цинка соответствуетъ вполне определенному числу амперъ-секундъ; если мы взвешиваемъ пластинь установленмъ весовое количество перенесеннаго цинка, то мы будемъ вѣ состояннн сказать, что по нашему аппарату прошло такое-то число амперъ-секундъ и определимъ такимъ образомъ число амперъ-часовъ протекшихъ по главному проводу. Поэтому достаточно установить такой аппаратъ у потребителя и взвешивать ежемесячно цинковыя пластишш, чтобы определить израсходованное иотребителемъ количество электрической энергии. Принципъ устройства крайне простъ, но на практике выступаютъ некоторые неблагоприятныя явления, изменяющия несколько весь процессъ. Поэтому въ Европе счетчикъ Эдисона уже почти повсеместно вышелъ изъ употребленнн.



253. Электрохимическш счетчикъ.



254. Счетчикъ Эдисона.

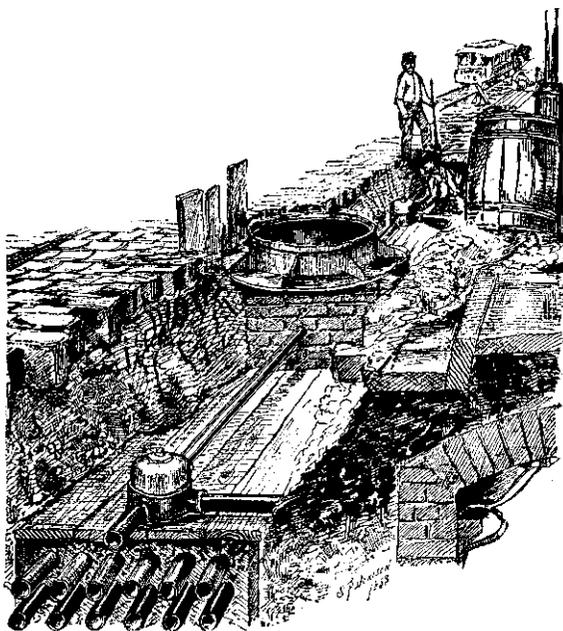
Практическое осуществленне счетчика Эдисона показано на рис. 254; изображенный здесь аппаратъ имеетъ два сосуда съ ЦИНКОБЫМИ пластинами, потому что онъ предназначенъ для трехпроводной системы, въ которой расходъ тока можетъ изменяться въ обеихъ ветвяхъ, вследствие чего необходимо определять его для каждой ветви въ отдельности.

Относительно проводовъ американцы производили много исследований. Тамъ, где можно было прокладывать воздушные провода, напр. при установкахъ съ последовательно соединяемыми дуговыми лампами, они пользовались этой самой простой и экономичной системой, пока наконецъ множество несчастныхъ случаевъ, происходившихъ отъ соприкосновения такихъ проводовъ съ другими я съ землей, не заставило администрацию различныхъ городовъ и штатовъ потребовать прокладки проводовъ въ землю; это было очень неприятно для электрическихъ компаний, которыя только по принужденнн переходили къ более дорогой прокладке проводовъ. Теперь надо было выдумать подходящую и экономичную систему для подземной канализации, и въ этомъ направлении американцы много перепробовали такъ же, какъ и европейскне электротехники. Надо было по возможности предохранить прокладываемый кабель отъ поврежденнн, но въ то же время иметь возможность вынимать приходящн въ неисправность кабель, не разрывая земли, и, въ

случае надобности, легко прокладывать по той же линии новые кабели. Лучшимъ решениемъ задачи были бы подземные каналы или тунели подь мостовыши. Такие каналы (напр., въ Париже) даютъ возможность удобно прокладывать, осматривать, исправлять и переменять все умножающіеся газопроводы, почтовые трубы, телеграфные, телефонные и другіе электрические провода, не имея надобности ломать мостовую и разрывать землю.



255. Желобъ для подземныхъ проводовъ въ Нью-Йорке.



256. Прокладка проводовъ въ трубахъ.

Но устройство такихъ тунелей, хотя въ будущемъ оно делается необходимою, соединено съ необыкновенно большими расходами, а потому сначала старались устраивать для электрическихъ проводовъ небольшіе каналы, и прокладываемые вдоль тротуара и дававшие возможность протаскивать въ нихъ и вытаскивать вонь провода. Такъ, на рис. 255 можно видеть, что въгруппе

улицы проложенъ плоский крытый желобъ для помещения проводовъ дуговыхъ лампъ. Желобъ разделяется перегородками на 16 отделений, въ каждое изъ которыхъ можно поместить известное число проводовъ. На определенныхъ промежуткахъ устроены коло дщ; въ нихъ влезаютъ рабочіе для протаскивания или вынимания проводовъ, для осмотра и исправлений.

Вместо плоскаго, разделеннаго на части желоба (рис. 256) прокладываютъ также въ бетоне несколько параллельныхъ линий железныхъ трубъ, въ которыя продеваютъ кабели. Для ответвления устраиваютъ у трубъ особия приспособления.

Несколько иначе поступилъ Эдисонъ, который хотель устроить прокладку проводовъ наподобіе газопровода. Онъ прокладывалъ два медныхъ стержня полукруглаго сечения въ железную трубу, отделяя ихъ одинъ отъ другого и отъ стенокъ трубы растопленной изолирующей массой. Отдельные куски трубы соединялись въ одну непрерывную линию надлежащими соединительными приспособлениями, причеъ вставлялись, где нужно, надлежащей формы колена и приспособления для разветвленій. Такая проводка съ коробкой для ответвления показана на рис. 257. Теперь почти перестали

применять такіе короткіе и негнушіеся куски проводовъ, предиюচিতая имъ

длинные и гибкіе провода и кабели.

Центральныя электрическія станции въ Германіи.

Берлинскія центральныя станции. — Крупное предприятие, снабжающее Берлинъ светомъ, возникло въ 1884 году подъ наименованіемъ „Немецкое Общество Эдисона“, ныне „Allgemeine Elektricitäts-gesellschaft“; оно приобрело у городского управления Берлина право прокладки проводовъ по улицамъ города и уступило его впоследствии своему филиальному отделенію „Берлинскія центральныя электрическія станции“. Фирма „Allgemeine Elektricitäts-gesellschaft“, которой была поручена постройка центральныхъ станцій, ястроила сначала одну электрическую станцію на Маркграфской улице, а вскоре затемъ еще одну на Оградной улице; каждая изъ этихъ станцій вначалѣ снабжала токомъ самостоятельно довольно ограниченный районъ, но затемъ сети проводовъ обоихъ районовъ были соединены между собою, такъ что при неполномъ потребленіи тока станціи чередовались, работая черезъ день. Более старая станція была снабжена тремя паровыми и восемнадцатью динамомашинами, такъ что каждая паровая машина приводила въ движеніе три динамомшины при помощи ременной передачи. Вследствие применявшейся системы котловъ нельзя было ничего помещать надъ котельнымъ отделеніемъ; поэтому для более выгоднаго использования дорогой площади котлы поместили надъ машиннымъ отделеніемъ, установивъ машины въ подвальномъ помещеніи. Подобнымъ же образомъ была устроена и вторая станція, съ тою лишь разницею, что вместо Эдисоновскихъ машинъ были установлены на ней машины фирмы „Сименсъ и Гальске“.

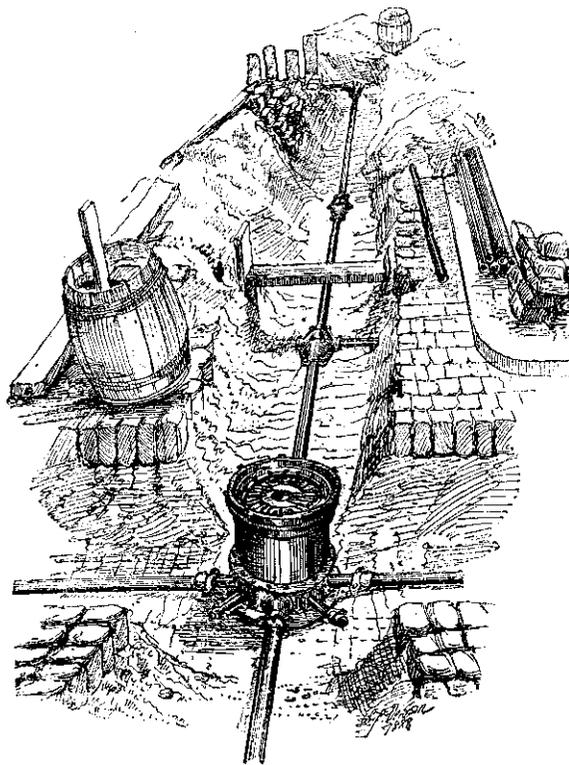
Районъ освещенія расширлся весьма быстро, да и отдѣльныя части его покрывались все теснее рядомъ присоединявшихся лампочекъ. Расширеніе района происходило концентрически; кроме того было ггроложено впоследствии еще много ответвленій въ разныя стороны, такъ что въ настоящее время почти вся центральная часть города покрыта сетью проводовъ. Что касается роста числа лампочекъ, то онъ виденъ изъ следующей таблички:

Къ 31 декабря 1885	года	было установлено	4880	лампочекъ.
1886	„	„	„	13800
1887	„	„	„	23800
1888	„	„	„	33800
1889	„	„	„	56600
1890	„	„	„	92000
1891	„	„	„	124300
1892	„	„	„	156350
1893	„	„	„	185180
1894	„	„	„	229470
1895	„	„	„	299700
1896	„	„	„	400200
1897	„	„	„	482000
1898	„	„	„	615820

За единицу принята лампа въ 16 свечей съ расходомъ въ 50 уаттовъ. Само собою разумеется, что въ приведенныхъ яами числахъ заключается расходъ и на дуговыя лампы, и на электрическіе двигатели, и на аппараты для отопленія и т. д., переведенный на соответственное число калильныхъ лампъ; сюда включенъ и расходъ на электрическія дороги, достигшій въ 1897 году эквивалента въ 8000 лампъ, а къ концу 1898 года уже въ 42000 лампъ.

При такихъ условияхъ черезъ несколько летъ пришлось не только значительно расгаирить существовавшія станции, но еще построить две новыхъ центральныихъ станции. Общая работоспособность всехъ паровыхъ машинъ на 4 станціяхъ выразилась къ Пасхе 1899 года въ 27400 лошадиныхъ силъ.

При новомъ устройстве станцій были совершенно изменены условия установки машинъ. Вместо многочисленныхъ небольшихъ машинъ было установлено небольшое число громадныхъ машинъ, причемъ ременная передача была вовсе отброшена, и динамомашины соединились съ паровыми машинами непосредственно. Пользованию такими большими динамомашинами



257. Система прокладки проводовъ Эдисона.

положено начало берлинскими центральными станціями, что является большою заслугой ихъ руководителей. Следуетъ заметить, что далсе при самомъ основательномъ обсужденіи всехъ про и contra применение большихъ динамомашинъ оставалось рискомъ, который могъ оправдать лишь практический успехъ. И применение ихъ оказалось вполне успешнымъ.

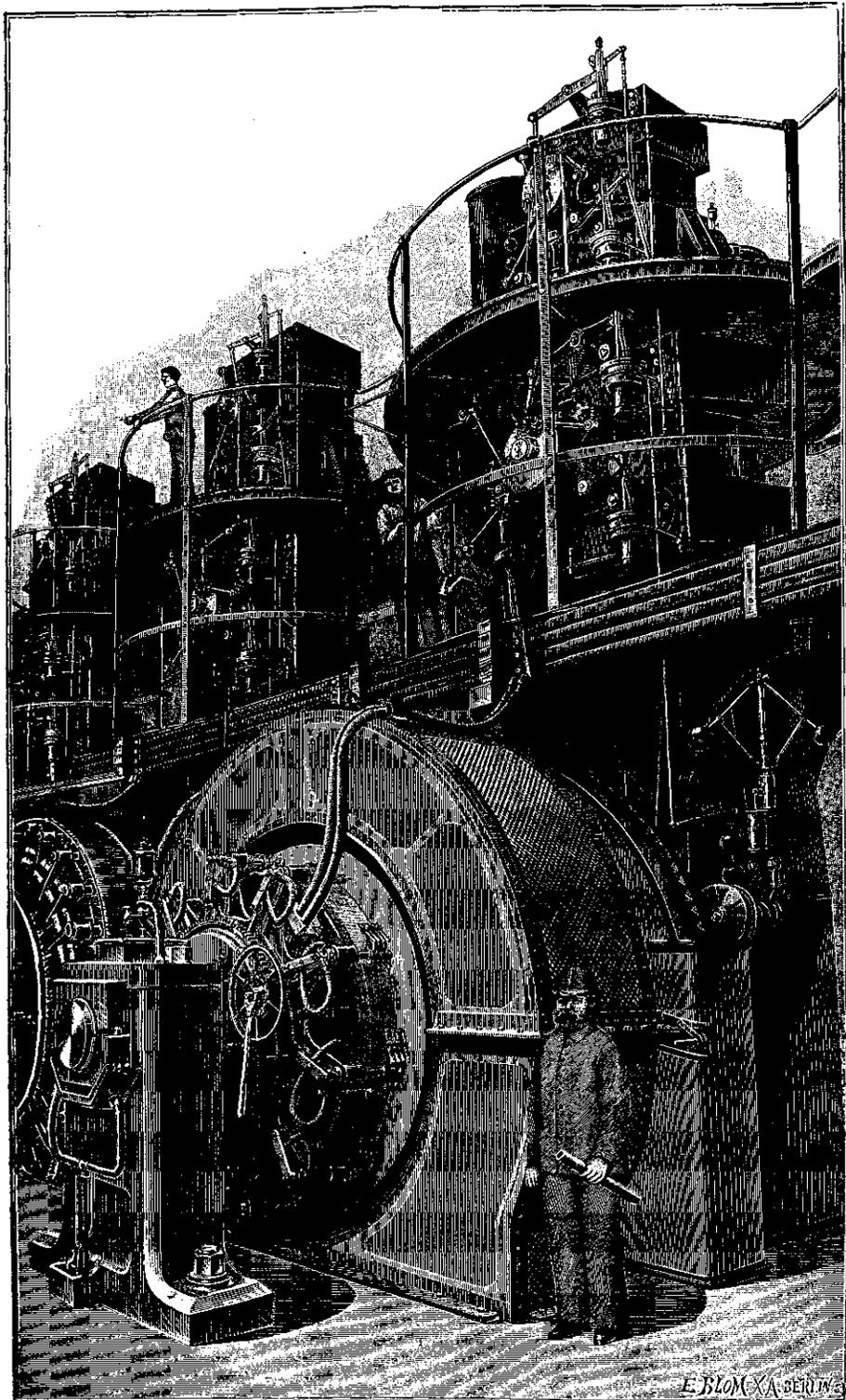
Устройство машинъ.—

Въ начале весь ассортиментъ машинъ состоялъ изъ 6 паровыхъ и 18 динамомашинъ, которыя впоследствии были брошены и заменены большими пародинамо. Последнія были помещены въ новомъ здании; помещеніе это имеетъ около 24 метровъ въ длину и около 15 метровъ въ ширину; нижнюю часть этого помещенія занимаетъ машинное отдѣленіе, верхніе же этажи отведе-

ны подъ контору и др. служ-

бы. На станціи установлены четыре вертикальныхъ паровыхъ машины — компаундъ, каждая въ 300 лошадиныхъ силъ; построены оне фонъ - Керкговенномъ въ Генте. Каждая изъ этихъ машинъ приводитъ въ действие динамомашину системы „Сименсъ и Гальске". Объ устройстве якоря и его обмотки мы уже говорили на стр. 75, теперь же заметимъ еще, что эти четыре мапины снабжены особымъ коллекторомъ, по которому скользятъ 10 щетокъ. Чтобы дать читателю понятіе о размере этой пародинамо, мы даемъ ея изображеніе на рис. 258, на которомъ для сравненія помещена человеческая фигура. Кроме этихъ 4 пародинамо позднее были установлены еще две подобныхъ же машины, въ 900 лошадиныхъ силъ каждая.

Вдоль этихъ четырехъ динамомашинъ надъ ними укладывается ирководъ изъ толстыхъ медныхъ стержней, подводящій токъ каждой машины къ раепредѣлительной доске, откуда уже онъ проводится по толстому медному проводу къ кабелю для дальнѣшаго распределенія по отдѣльнымъ проводамъ.



258. Большая пародинамо Берлинской центральной станции на Маркграфской улице.

Вторая по времени станция, предназначавшаяся вначале для небольшого потребления тока, въ настоящее время еще больше только-что описанной и является самой большой станцией берлинскаго общества. Ея общая работоспособность выражается не менее, какъ въ 9000 лошадиныхъ силъ, для получения которыхъ установлена батарея изъ 6 паровыхъ котловъ и 8 паровыхъ машинъ, две въ 300, четыре въ 1200 и две въ 1800 лошадиныхъ силъ каждая, изъ которыхъ две послѣднія служатъ для питания токомъ нарождающихся электрическихъ дорогъ.

Эти машины установлены въ двухъ высокихъ помещенияхъ, съ достаточнымъ количествомъ света и воздуха. Стройныя пародинамо, изъ которыхъ одна въ 1200 лошадиныхъ силъ изображена на нашемъ рисунке, имеютъ въ высоту 8 метровъ. Каждая паровая машина соединена съ двумя динамомашинами въ 2600 амперъ при напряжении въ 140 вольтъ и 80 оборотахъ въ минуту каждая. Динамомашины построены фирмою „Сименсъ и Гальске" согласно описанному на стр. 75 типу; по ихъ якорямъ скользятъ по десяти щетокъ.

Четвертая изъ упомянутыхъ нами выше станцій снабжена въ настоящее время тремя пародинамо въ 1200 лошадиныхъ силъ каждая; каждая паровая машина везетъ две динамомашины. Предполагается установить еще две пародинамо въ 1600 лошадиныхъ силъ каждая, которыя бы давали трехфазный токъ въ 5000 вольтъ. Этотъ трехфазный токъ, о которомъ мы будемъ говорить ниже, предполагается передавать на первую станцію, где будутъ работать умформеры трехфазнаго тока въ токъ постоянного направления; отсюда уже токъ будетъ направляться въ сеть. Въ настоящее время стремятся достигнуть возможно большей централизации пользования машинами, благодаря чему, какъ мы говорили на стр. 93, приходится прибегать къ помощи трансформации. Позднее мы узнаемъ, какъ достигается трансформация трехфазнаго тока въ токъ постоянного направления. Пользуясь трехфазнымъ токомъ, общество получаетъ возможность значительно расширить свой осветительный районъ. Оно уже разъ расширило свой районъ, осветивъ лучшую часть Берлина, именно кварталъ зоологическаго сада. но тогда оно еще не пользовалось системой трансформации, а доставляло токъ въ новую сеть изъ аккумуляторной батареи.

Токъ здесь получается отъ главной пародинамо одной изъ станцій и получаетъ необходимый избытокъ напряжения отъ добавочной динамомашины, какъ мы это описывали на стр. 223 и показывали на рис. 251, съ тою лишь разницею, что придаточная динамомашинка приводится въ движение не помощью электрическаго двигателя, а помощью особой паровой машины. Аккумуляторная батарея состоитъ изъ 276 элементовъ, работающих на трехпроводную систему и могущихъ питать одновременно 9000 горящихъ лампочекъ въ 16 свечей каждая. О способахъ соединения аккумуляторной батареи съ трехпроводною системою читатель узнаетъ черезъ несколько страницъ, когда мы будемъ описывать Ганноверскую центральную станцію.

Производство. — Громадныя станціи для добычания тока, съ которыми мы только-что ознакомились, связаны безчисленными сетями проводовъ съ существомъ, отъ притязаний, потребностей и строения котораго оне вполне зависятъ. Этимъ существомъ является потребитель, безконечное разнообразіе котораго оказываетъ ежеминутно громадное влияние на производство; благодаря этому, необходимо постоянное изучение потребителя, чтобы можно было удовлетворять не только спросъ настоящей минуты, но чтобы можно было предугадывать его на следующий часъ, на завтрашній день, даже на следующий мѣсяць. Расходъ тока зависитъ отъ многихъ причинъ; и время дня, и погода, и общественныя и взаимныя отношенія оказываютъ на него влияние. Насколько значительны колебанія спроса, мы предоставляемъ чита-

расширять путь тока, такъ что сила послѣдняго возрастаетъ. Когда машина достигнетъ полной силы тока, ее вводятъ въ главный проводъ, оставляя пока и ея соединеніе съ реостатомъ. При этомъ она работаетъ на реостатъ и сеть. Затижь уже выводятъ части реостата по одному до послѣдняго. Если надо вывести машину изъ сети, то процессъ ведутъ въ обратномъ порядкѣ: машина соединяется съ реостатомъ, увеличеніемъ числа частей реостата усиливается проходящій по нему токъ и, когда чрезъ него начинаетъ проходить весь токъ машины, послѣдняя разобщается отъ провода; затемъ уменьшеніемъ числа частей реостата ослабляется токъ машины, и послѣдняя наконецъ остается безъ тока.

При совместномъ действии параллельно соединенныхъ машинъ надо заботиться, чтобы каждая машина поддерживала нормальше напряжение и доставляла въ проводъ приблизительно равную часть тока. Чтобы узнавать напряжение и силу тока каждой машины, соединяютъ ее съ амперметромъ и вольтметромъ.

Управление машинами, какія бы большія оне ни были, производится однимъ машинистомъ у распределительной доски при помощи несколькихъ рукоятокъ.

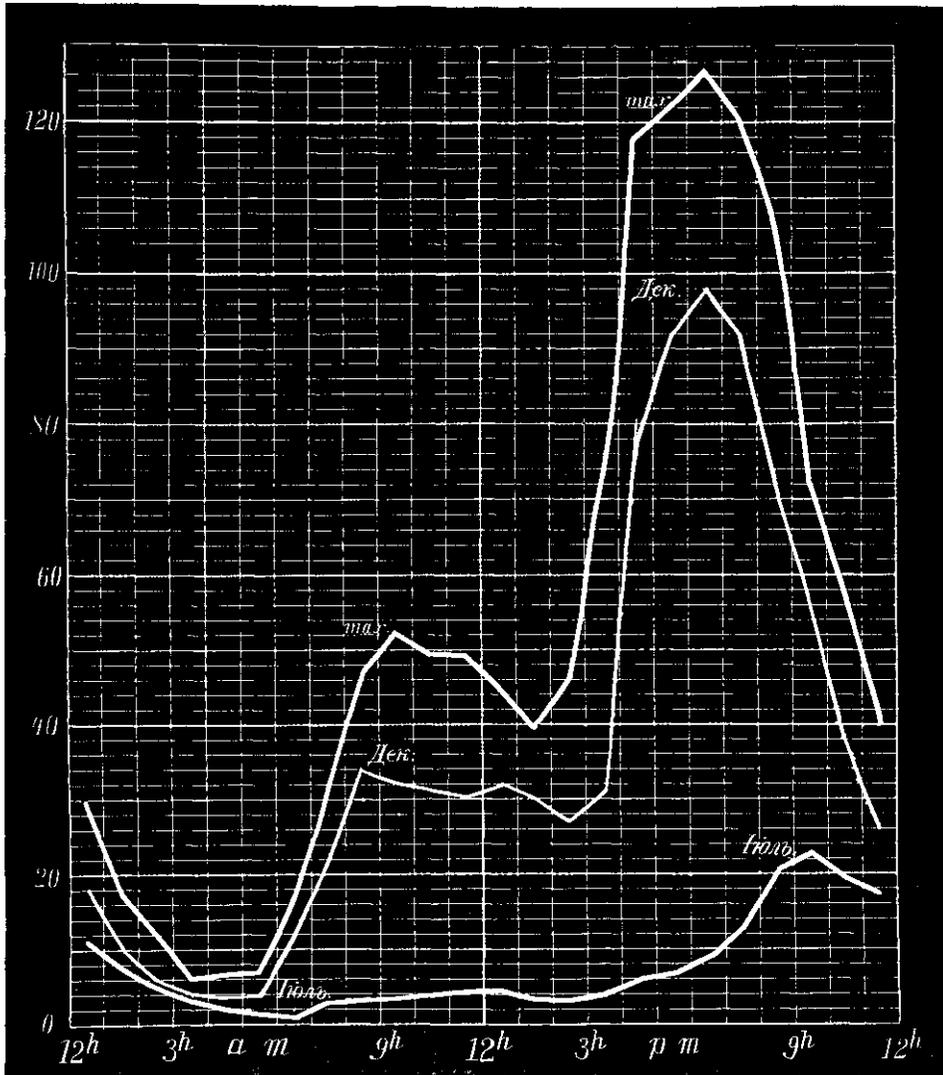
Вслѣдствие колебания спроса на токъ все машины должны быть всегда готовы къ действию. Для этого, во-первыхъ, приходится поддерживать въ действіи достаточное число котловъ, чтобы можно было удовлетворять переменному спросу на паръ, который, подобно спросу на токъ, можетъ въ несколько минутъ удвоиться или даже утроиться. Часто въ ясный летній вечеръ, когда расходъ тока малъ, погода портится, и городъ погружается въ темноту. Тогда сотни рукъ хватаются за выключатели у лампъ накаливанія и въ это мгновение, конечно, ни одинъ абонентъ не думаетъ, что онъ вместе со своими товарищами причиняетъ сильное затрудненіе работѣ станціи. Здѣсь для удовлетворенія внезапному увеличенію спроса все приходитъ въ движеніе, приготовляя съ возможной быстротой котлы и машины. По большей части такое возвышеніе спроса не захватываетъ станціи врасплохъ, потому что ея начальникъ вшшательно следитъ за погодой, зная, что она приноситъ для действия станціи.

Все же иногда выдаются такіе дни, что самый опытный въ распознаваніи погоды человекъ не сумеетъ предусмотрѣть внезапно наступающихъ деревень; это заставляетъ быть готовымъ ко всякимъ неожиданностямъ.

Кроме внезапныхъ измененій спроса, следуетъ считаться и съ закономернымъ его измененіемъ. Прежде всего нужно познать эти измененія. Берлинскія центральныя станціи уже много летъ собираютъ въ своемъ статистическомъ бюро все свѣденія, касающіяся потребления и его колебаній. Изъ сопоставленій этихъ даинныхъ оказалось возможнымъ установить законы измененія потребления и предсказывать величину расхода для известныхъ дней ИИ часовъ, месяцевъ и времени года; при этомъ, конечно, следуетъ принимать въ расчетъ возможность случайныхъ колебаній, а также постепенное возрастаніе общаго потребления.

Чтобы показать, какъ изменяется потребление, мы воспроизведемъ здѣсь несколько кривыхъ, наглядно изображающихъ это измененіе. Рис. 260 даетъ намъ потребление въ теченіе 24 часовъ июльскаго и декабрьскаго дней. Само собою разумеется, что кривая эта относится къ дню, который былъ, можетъ-быть, десять летъ тому назадъ, а ведь съ техъ поръ картина дня должна была сильно измениться. Благодаря увеличившемуся потребленію тока вследствие примененія его къ двигателямъ, которые работаютъ въ дневныя часы, значительный подъемъ линий въ послеобеденныя часы сделался менее крутымъ и распределяется уже постепенно на все время между утромъ и вечерними сумерками.

Расходь тока зависить не оть одного солнца; общественныя отношения играють также большую роль. Вторая диаграмма (рис. 261) показываеть намь колебания ежедневнаго расхода въ дни четырехъ месяцевъ. Въ этихъ кривыхъ мы замечаемь, что въ каждый седьмой день наступаеть понижение — это воскресенья; подобныя же понижения замечаются въ первый понедель-



260. Кривыя суточного потребления тока въ июле и въ декабре.

никъ апреля и на последней неделе декабря, они вызваны соответственнымъ уменьшениемъ расхода въ пасхальныя и рождественскыя ИИраздники. Если бы электрический свѣтъ былъ роскошью, то его потребление возрастало бы въ воскресенья. Вследствие наличности противоположнаго явления, мы должны придти къ обратному заключению, что пользование электрическимъ свѣтомъ связано съ трудомъ, и мы склонны думать, что онъ представляетъ изъ себя насущную необходимость.

Сильныя колебания въ потреблении естественно не выгодны для экономии станции; легко понять, что при наличности сильныхъ колебаний станция должна быть рассчитана на высшій расходъ, между темъ такой расходъ наступаетъ лишь изредка и на короткое время. Большею частью производство не достигаетъ этой величины, такъ что часть станции оказывается въ течение большей части года въ бездействии, требуя однако уплаты процентовъ и ухода за собою.

То же самое можно конечно сказать и о проводахъ. Въ этомъ отношении электрическия установки являются еще недостаточно хорошо организованными.



261. Кривыя полного суточного потребления тока для различныхъ дней различныхъ месяцевъ.

Газопроводныя установки оказываются въ этомъ смысле въ лучшихъ условияхъ, потому что газометры, являясь промежуточнѣмъ звеномъ, даютъ возможность поддерживать производство равномернымъ, несмотря на значительныя колебания въ спросе. Можно, пожалуй, подумать, что аккумуляторы могутъ сослужить такую же службу по отношению къ электрическимъ предприятиямъ. Оказывается однако, что расходы на устройство и ремонтъ аккумуляторовъ, а также ихъ относительно малая отдача, делаютъ пользования этимъ, вообще говоря, полезнымъ посредникомъ слишкомъ дорогимъ для большихъ предприятий.

При менее значительныхъ установкахъ, какъ мы въ этомъ убедимся на примере Ганноверской установки, применение аккумуляторовъ оказывается удобнымъ и выгоднымъ.

Мы видели, что все четыре станции посылаютъ свой токъ въ общую

сеть проводов; является вопрос, как регулировать работу всех этих отдельных станций. Можно думать, что все станции должны быть в непрерывном сношении друг с другом; на практике, однако, этого нет. Каждая станция работает самостоятельно и заботится лишь о поддержании нормального напряжения в своем проводе. Правильное распределение тока и поддержание должного напряжения в различных частях сети достигается расчетом и устройством самой сети проводов. Заведующие станциями могут легко узнать, при помощи простого измерителя напряжения, какое количество тока должна давать в любой момент их станция, будучи таким образом в состоянии судить о том, должно ли быть усилено у них производство или ослаблено. Помощью этого надежного телеграфа они сейчас же узнают, что станция, питающая совместно тот же район, уменьшила по каким-либо причинам свое производство и что следовательно они должны увеличить производство своей станцией. Это единение, при полной самостоятельности работы отдельных станций, всецело зависит от правильного устройства сети.

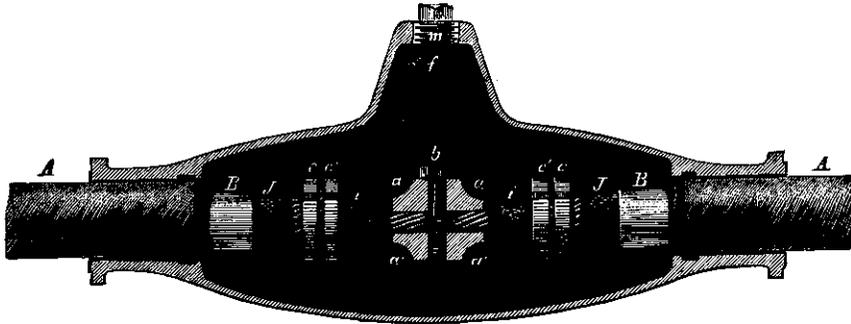
Сеть проводов была сперва устроена по двухпроводной системе. Благодаря постоянному расширению осветительного района, постепенно же перешли к трехпроводной системе. Принцип устройства сети таков: выходящие из станций кабели направляются сперва к распределительным пунктам, от которых уже затем отдельные провода расходятся в разные стороны. Такое устройство имеет целью поддерживать напряжения во всех пунктах осветительного района по возможности на одинаковой высоте; если бы этого не было, пришлось бы либо употреблять лампы, соответствующие наименьшему напряжению, встречающемуся в сети, что очень невыгодно, либо вызывать неудовольствие многих потребителей неполным калением ламп. Правильное устройство сети представляет важную и не легкую задачу для инженера, который, путем сложных вычислений, должен определить для каждого участка сети наивыгоднейшую толщину провода.

Вообще говоря, нельзя достичь вполне однородного напряжения во всех пунктах, ибо с переменой нагрузки происходят колебания и напряжения; однако помощью правильного расчета можно подойти очень близко к однородности напряжения во всей сети; кроме вычислений много может помочь и опыт, научающий, как распределяется нагрузка в проводах.

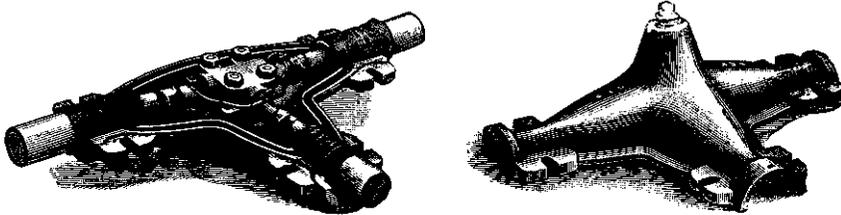
Провода „Берлинской сети“ проложены по улицам под землей. Центральные станции уплачивают за это право Ю% валового дохода и часть прибыли, когда последняя превышает известный процент на основной капитал. Провода укладываются обыкновенно вдоль края тротуара. Они укладываются на глубине около 60 см. в траншею, которая после укладки снова закапывается и вымачивается. Укладка производится весьма просто. Кабели, намотанные на большие барабаны, подвозятся к месту укладки, разматываются и укладываются в траншею. Для того, чтобы внешним образом отличать кабели друг от друга, на них надеты на некотором расстоянии одно от другого свинцовые кольца, на которых выдавлены соответственные значки.

Кабель изготовляется из многожильного медного шнура, диаметр которого достигает 60 мм. Шнур покрывается плотно прилегающей изолирующей оболочкой и после этого заключается в двойную свинцовую оболочку. Для предохранения свинца от химических влияний на него составных частей почвы, особенно от влияния хлористых солей, свинцовую оболочку обвивают пропитанным дегтем джутом; для защиты же от механических воздействий, которыми кабели могут подвергаться, они обматываются спиралеобразно толстыми железными лентами; благодаря этому они способны выдержать без вреда для себя удар заступом.

Для соединения проводовъ, напримеръ, двухъ концовъ кабеля или при образовании ответвлений пользуются особыми зажимами, такъ какъ надежное спаивание толстыхъ кабелей едва ли достижимо. Для соединения двухъ концовъ кабелей съ нихъ сперва удаляютъ оболочки, причемъ принято каждый наружный слой снимать на большое расстояние, чемъ подъ нимъ лежащий; въ подготовленномъ, такимъ образомъ, конце кабеля отдельные пласты оказываются расположенными въ видѣ концентрическихъ ступенекъ, причемъ дальше всехъ выдается обнаженная медная сердцевина. Оба конца медныхъ проводовъ зажимаются затемъ въ медный, вылуженный внутри, плоский зажимъ, прижимаемый къ соединяемымъ концамъ помощью винтовъ. Такъ какъ обнаженное место должно быть снова предохранено отъ потери тока и противъ механическихъ вліяній, то соединенные концы вводятъ въ железную



262. Соединение кабелей.



263 и 264. Муфты для ответвления отъ кабеля.

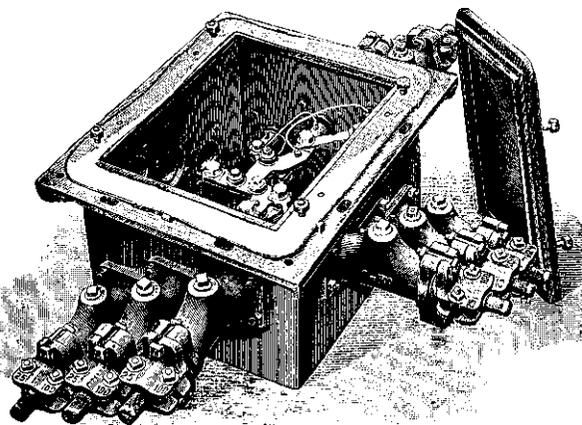
муфту, состоящую изъ двухъ половинокъ, плотно прилегающихъ одна къ другой своими краями. Уложивъ кабель и плотно закрывъ входныя отверстия, сдвигаютъ обе половинки муфты помощью винтовъ и заливаютъ оставшееся внутри свободное пространство изолирующей массой. Отверстие, черезъ которое производится заливка, закрывается затемъ винтованной пробкой.

Подобнымъ же образомъ поступаютъ для получения ответвлений. Магистраль обнажается указаннымъ выше способомъ въ месте ответвления и соединяется съ отходящимъ проводомъ помощью надлежащимъ образомъ устроеннаго зажима. Место соединения закрывается и предохраняется помощью железной муфты, подобной только-что описанной, съ тою лишь разницей, что она имеетъ три, а не два входныхъ отверстия. Приложенные рис. 262, 263 и 264 показываютъ способъ соединения и ответвления при помощи муфты, приготавливаемой заводомъ Сименсъ и Гальске и применяемой въ Берлинской осветительной сети.

Для соединения питательныхъ проводовъ станцій съ распределительными проводами въ местахъ распределения тока делаютъ выложенныя камнемъ ямы, и въ нихъ устанавливаютъ железные ящики. Такой ящикъ показанъ на рис. 265. Три кабеля, идущие со станціи, входятъ въ ящикъ по

тремя направляющим трубкам; подобным же образом выходят из ящика 9 кабелей, проводящих далее ток, подведенный по первым трем кабелям. Соответственные кабели соединены между собою медными проводками, изолированными друг от друга воздухом. Концы кабелей снабжены так называемыми конечными запорами, устраняющими доступ сырости в изолирующую оболочку. Слои оболочки кабеля срезаны и образуют уступ; конец медной сердцевины свободно выступает наружу. На этот выступающий конец надеть контакт, и затем весь свободный конец кабеля плотно закрывается изолирующей оболочкой. Конец кабеля пропускается в соответствующую направляющую трубку и закрепляется тисками. После этого заливают остающийся в трубке зазор изолирующей шассой, так что свободный, лежащий внутри трубки конец кабеля оказывается надежно закрытым. Прикрепленный к концу кабеля контакт соединяется с соответствующей медной частью и при помощи последней с другим кабелем.

Проводка в доме. Проведение проводов в доме в принципе ничем не отличается от описанного выше устройства. Центральные станции обращают большое внимание на то, чтобы провода были хорошо изолированы и обладали достаточно твердыми оболочками, чтобы быть в состоянии противостоять и механическим воздействиям. Такие провода можно поэтому прикреплять к стене помощью



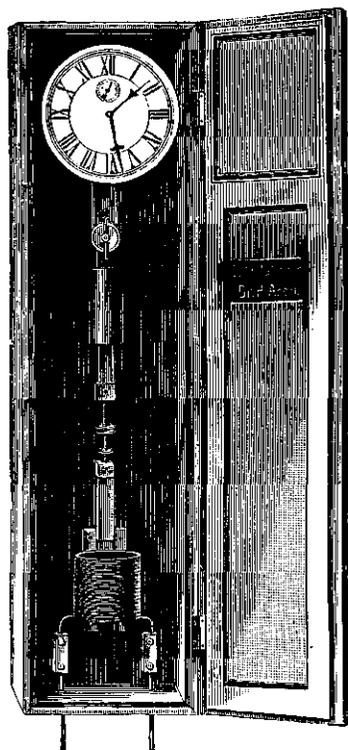
прямо 265. Ящик для соединения кабелей.

скоб-чек, как это делают с проводами домашнего телеграфа, что значительно упрощает все устройство. Прежде провода обыкновенно прикрывались деревянными планками, но этот способ в настоящее время оставлен вследствие значительной опасности в пожарном отношении. В настоящее время провода укладывают обыкновенно на фарфоровых роликах или же их пропускают через изолирующие трубочки, благодаря чему достигается большая безопасность в пожарном отношении, равно как более удовлетворительная изоляция.

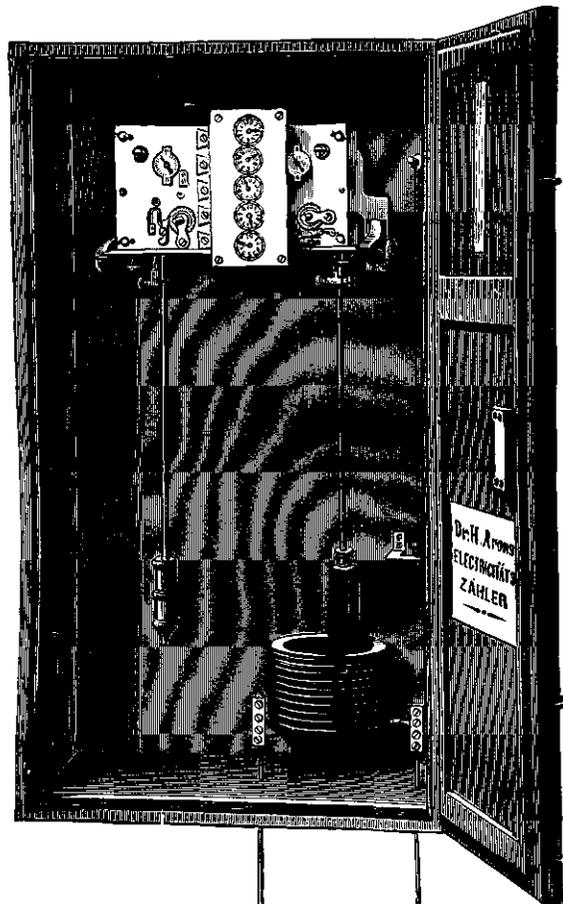
В первые годы станции удерживали за собою исключительное право на прокладку проводов в домах. При последующем заключении договора с берлинским магистратом, последний потребовал предоставления этого права всем желающим, чтобы доставить тем новый источник заработка и помощью конкуренции понизить стоимость устройства. За станциями было сохранено право прокладки ответвления от магистрали и предоставлен им надзор за устройством проводов. В других городах, в которых также были устроены центральные станции, право прокладки проводов в домах большей частью с самого начала предоставлялось частной предприимчивости, благодаря чему промысел прокладки домашних проводов развился довольно широко.

Счетчики электрической энергии. — Сначала употребляли электрический счетчик, описанный на стр. 224, но затем получил большее распростра-

нение электромеханический счетчикъ, изобретенный проф. Арономъ. Принципъ устройства прибора очень простъ. Продолжительность колебания маятника неизменной длины завирить отъ силы, съ какой онъ притягивается книзу, т.-е. при обыкновенномъ маятнике отъ силы тяжести. Положимъ теперь, что на маятникъ действуетъ еще вторая сила, ослабляющая или усиливающая действие силы тяжести, такъ что маятникъ будетъ качаться медленнее или быстрее. Если соединить маятникъ съ часами, то они будутъ отставать или идти впередъ, и по этой разнице въ ходѣ съ другими часами,



266. Счетчикъ Арона: старая форма.



267. Счетчикъ Арона: новая форма.

на маятникъ которыхъ действуетъ только сила тяжести, можно определять вторую силу.

Проф. Аронъ воспользовался силой, съ какой действуетъ на магнитный полюсъ катушка проволоки при прохождении по ней тока. Если прикрепить на конце маятника полюсовый магнитъ такъ (рис. 266), чтобы, напр., южный полюсъ образовалъ нижний конецъ маятника, и расположить подъ нимъ катушку проволоки, по которой проходитъ токъ, то эта катушка будетъ действовать на маятникъ, т.-е. будетъ притягивать или отталкивать южный полюсъ. смотря по направлению тока. Вследствие этого будетъ уменьшаться или увеличиваться сила, действующая на маятникъ, и последний будетъ качаться медленнее или быстрее. Это замедление или ускорение зависитъ отъ силы тока, откуда очевидно, что опережение или отставание

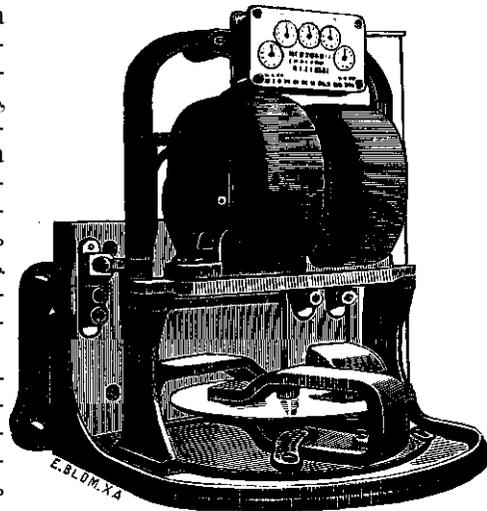
«оединенныхъ съ маятникомъ часовъ бываетъ пропорционально проходящимъ по катушке амперамъ-часамъ. Такимъ образомъ мы получаемъ простой и точный приборъ для измерения расхода тока. Въ последнее время проф. Аронъ усовершенствовалъ свой счетчикъ электричества тѣмъ гъ, что расходъ приходится рассчитывать не по разнице во времени, а его можно прямо отсчитывать по циферблату. Для этой цели онъ соединяетъ независимые правильно идущие часы съ зависимыми отъ тока и заставляетъ те и другие действовать на одну ось. Пока у обоихъ часовъ ходъ одинаковый, ось будетъ повернута одними часами столько же въ одномъ направлении, сколько другими въ другомъ направлении, т.-е. она не повернется. Но какъ только появится разница въ ходе у обоихъ часовъ, а именно когда ходъ однихъ часовъ изменится отъ действия тока, равенства между противоположными действиями на ось не будетъ, и ея вращение будетъ служить мерой разницы хода обоихъ часовъ. Число оборотовъ оси будетъ пропорционально отереженію однихъ часовъ относительно другихъ; легко устроить такъ, чтобы стрелки на циферблате Июказывали число оборотовъ оси. Затемъ предварительными измерениями определяютъ, сколько амперъ - часовъ соответствуетъ одному обороту, оси и тогда для определения расхода въ установке намъ придется только умножить число отмеченныхъ оборотовъ на соответствующій коэффициентъ. Этотъ усовершенствованный счетчикъ ср своими двумя часами показанъ на рис. 267.

Въ новейшемъ усовершенствовании Арону удалось устранить недостатокъ, заключающийся въ необходимости регулярной заводки счетчика; выполнение этой работы онъ предоставилъ току, заводящему часовой механизмъ помощью приспособления.

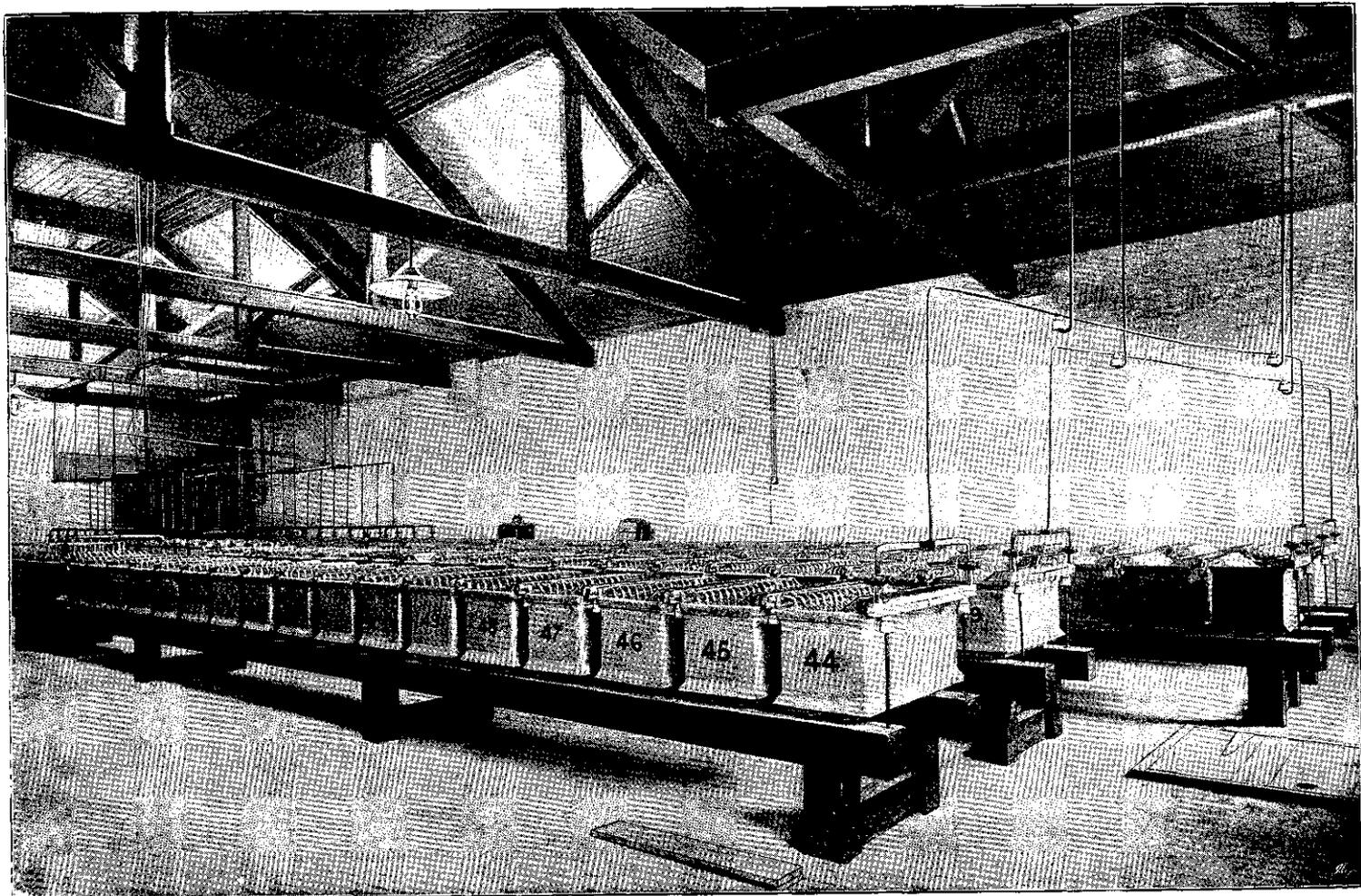
Такие счетчики устанавливаются у каждого абонента въ начале сети домовыхъ проводовъ, передъ каждымъ ответвлениемъ въ домъ, такъ что черезъ счетчикъ проходитъ весь токъ, идущій къ абоненту.

Американское общество Томсона-Хюстона-Эдисона применяетъ новый счетчикъ проф. Томсона. У этого счетчика токъ проходитъ чрезъ маленький электродвигатель (рис. 268). На оси этого двигателя укрепленъ медный дискъ, который вращается между полюсами трехъ стальныхъ магнитовъ. ИИри этихъ условияхъ въ немъ должны развиваться токи, которые сейчасъ же переходятъ въ теплоту. Такимъ образомъ двигателю приходится доставлять работу, которая будетъ темъ больше, чемъ быстрее вращается дискъ. Эта работа, расходуемая на вращение диска, находится въ зависимости отъ силы тока. такъ какъ число оборотовъ въ единицу времени пропорционально силе тока. Поэтому число оборотовъ въ известный промежутокъ времени будетъ служить мерой амперъ-часовъ, проходящихъ чрезъ счетчикъ.

Электрическая станция, облз живаемыя аккумуляторами. — При непосредственномъ добывании тока помощью машинъ появляется упомянутый нами раньше недостатокъ, заключающийся въ томъ, что во время освещения



особаго 268. Счетчикъ Томсона.



2вв. Батарея аккумуляторов на центральной станции в Гулле

добывание тока не должно прекращаться, даже в те часы, когда расход тока оказывается весьма незначительным. Эти недостатки породили необходимость пользования аккумуляторами; после того, как была доказана пригодность аккумуляторов для небольших станций, стали подумывать, нельзя ли применять их и на больших центральных станциях. В последнее время такие станции возникли, и мы переходим к рассмотрению их устройства.

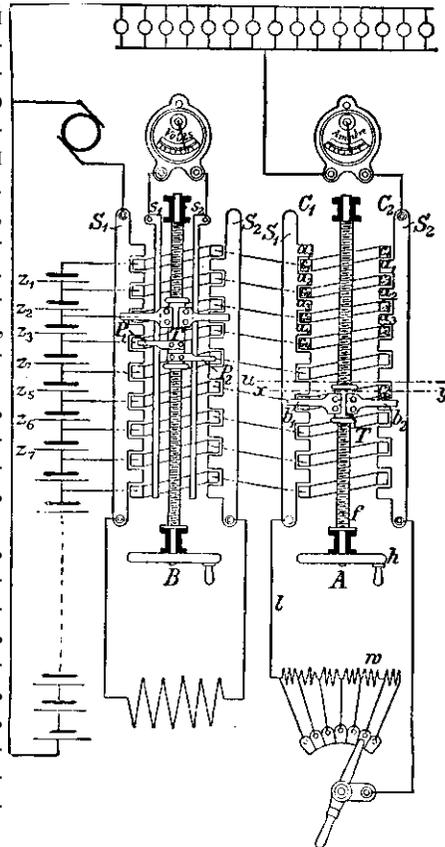
Аккумуляторная батарея, обслуживающая центральную станцию, только тем и отличается от батареи, применяемой в небольших установках, что размеры ее элементов значительно больше, а следовательно и установка их несколько иная. Очень хорошее изображение такой большой батареи дает нам рис. 269, на котором показана установка аккумуляторов в Гулле. Мы видим, что большие элементы, в каменных ящикообразных сосудах, расположены в четыре ряда на низких скамьях. На заднем фоне показаны провода, идущие от отдельных дополнительных элементов к коммутатору. Весь аппарат установлен в хорошо проветриваемом помещении, так как вследствие выделения газов вентиляция необходима.

Вместо каменных сосудов в Германии охотнее пользуются деревянными ящиками, выложенными внутри свинцом; последние не так ломки.

Условия работы центральных станций требуют безусловного безразличия в пользовании батареями и динамомашинной. Приходится питать сеть либо при помощи динамомашин, либо при помощи батареи, с тем условием, чтобы в последнем случае мы могли одновременно заряжать или разряжать батарею. Поэтому приходится обязательно применять описанный на стр. 195 двойной

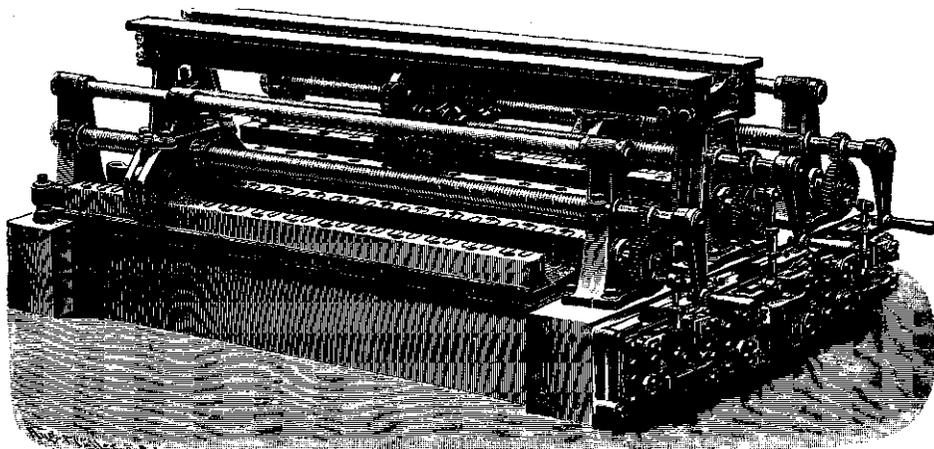
КОММУТАТОРЪ. ЕСЛИ бы мы ПОЖЕЛАЛИ применить этот коммутатор в форме, изображенной на рис. 212 и 213, то при большом числе включаемых элементов и при сильных токах пришлось бы устраивать громадные приборы такого рода, управление которыми было бы очень затруднительно. Поэтому, устроив несколько громадных коммутаторов старого типа, позднее перешли к другому, более целесообразному устройству, изобретение которого принадлежит уже упоминаемому нами на стр. 196 конструктору Герм. Мюллеру.

Мюллер располагает контакты в ряд, получая таким образом прямолинейный путь, по которому контактное приспособление передвигается взад и вперед помощью бесконечного винта. Принцип устройства его двойного коммутатора показан на рис. 270. Мы видим две параллельные



270. Двойной коммутатор Мюллера.

гребнеподобныя металлическия полосы S_x и S_2 , изъ которыхъ первая соединена однимъ изъ полюсовъ динамомашины, другая же соединена съ первой полосой при посредстве некотораго сопротивления. Въ промежуткахъ между зубцами полосъ заключены отдельные контакты, причемъ каждый контактъ одной полосы соединенъ съ жштактомъ другой полосы и съ включаемымъ элементомъ. Способъ соединения можно понять изъ чертежа. По каждому гребню и по заполняющимъ его просветы теламъ скользятъ приводимый въ движение безконечнымъ винтомъ и ручнымъ маховичкомъ B ползунки $P_{ис}$ на который насажены два изолированныхъ контактныхъ язычка. Если ползунки расположился, какъ показано на чертеже, противъ выемки на S_x , то заполнение этой выемки, т.-е. включаемый элементъ соединяется съ полюсомъ динамомашины. Если контактъ перейдетъ на зубъ, то заполнение просвета не будетъ больше соединено съ полосой S_j . Между темъ скользящий контактъ полосы S_2 сталъ противъ заполнения просвета, соединеннаго съ темъ же элемен-



271. Коммутаторъ Шуккерта и К°.

томъ, т.-е. соединяетъ этотъ элементъ съ S_2 и черезъ посредство сопротивления съ S_1 , а следовательно и съ полюсомъ динамомашины. Следовательно элементъ не разделяется съ полюсомъ при продвигании скользящаго контакта, при этомъ происходитъ лишь включение сопротивления между S_j и S_2 . При дальнейшемъ движении скользящаго контакта съ S_1 окажется соединеннымъ следующий элементъ, тогда какъ предыдущий все же продолжаетъ быть соединеннымъ съ S_2 ; такимъ образомъ последний элементъ оказывается заключеннымъ между полосами S_j и S_2 , но послѣднія соединены помощью сопротивления, которое, какъ и на рис. 211, не допускаетъ короткаго замыканія элементовъ. Само собою разумеется, что и въ первомъ и во второмъ случае элементы оказываются замишутыми лишь то время, пока продолжается включение новаго элемента.

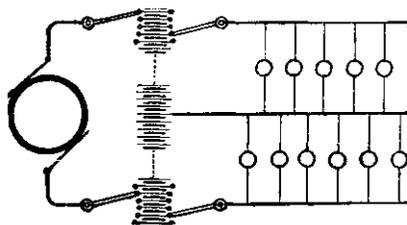
Совершенно подобный же коммутаторъ расположенъ рядомъ съ первымъ; онъ служитъ для разряженія, для каковой цели контакты его соединены съ контактами перваго аппарата, какъ это видно изъ чертежа. При такомъ устройстве для заряженія и разряженія пользуются не одними и теми контактами (какъ на рис. 213), но отдельными контактами, какъ схематически это было уже показано на рис. 210.

После этихъ разъясненій уже легко разобратъся въ рисунке 271. Мы находимъ въ немъ три контактныхъ тележки надъ ихъ двойными контактными

путями, которые состоят из зубчатых полос с заполняющими промежутки контактами; легко уяснить себе, каким образом достигается пере- становка тележек помощью бесконечных винтовъ.

Одинъ изъ путей является заряжающимъ включателемъ, два другихъ работаютъ каждый на одну изъ главныхъ ветвей сети проводовъ въ качестве разрядателей. При этомъ мы считаемъ необходимымъ заметить, что, натяжение въ отдельныхъ ветвяхъ проводовъ можетъ быть различнымъ. Если нагрузка одной ветви значительна, другая же нагружена довольно слабо, то въ начале первой напряжение должно быть больше, чемъ въ начале второй. Напряжение въ начале отдельныхъ ветвей могутъ быть подержаны различными помощью коммутаторовъ, обслуживающихъ отдельные ветви. Это является большимъ преимуществомъ системы аккумуляторовъ потому что различие начальныхъ напряжений достигается при помощи динамомашинъ лишь съ трудомъ и сопровождается потерей энергии.

Применение аккумуляторовъ на центральныхъ станцияхъ представляеть еще одну выгоду. На стр. 218 мы уже говорили, что въ более значительныхъ электрическихъ установкахъ приходится применять многопроводную систему. Предположимъ, что вопросъ касается трехпроводной системы; на основании разъясненнаго выше, мы должны были бы применить для добывания тока две одновременно работающихъ динамомашинны. Пользуясь же услугами батареи аккумуляторовъ, можно питать трехпроводную сеть помощью одной динамомашинны, что безъ сомнения является немаловажной выгодой. Взгляды на схему соединений (рис. 272) Июможетъ намъ выяснить это обстоятельство.



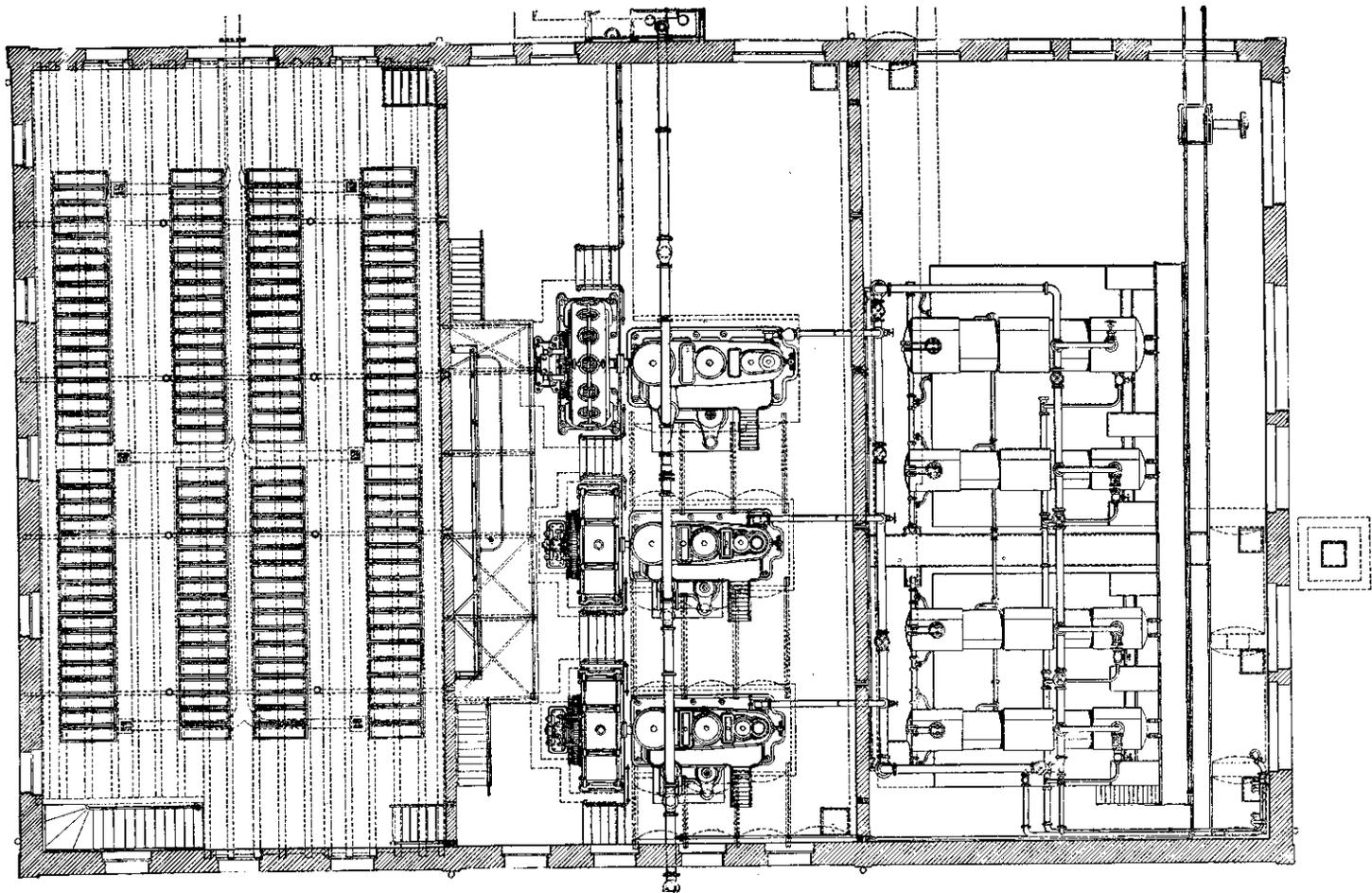
272. Питание трехпроводной системы батарей аккумуляторов, запитываемой одной динамомашинной.

Динамомашинна заряжаетъ батарею съ такимъ большимъ числомъ элементовъ, что напряжение ея вполне соответствуетъ напряжению между крайними проводами. Отъ середины батареи отъветвляется нейтральный проводъ. Мы имеемъ такимъ образомъ вместо двухъ последовательно соединенныхъ динамомашинъ, две последовательно соединенныя батареи и лишь одну общую динамомашинну.

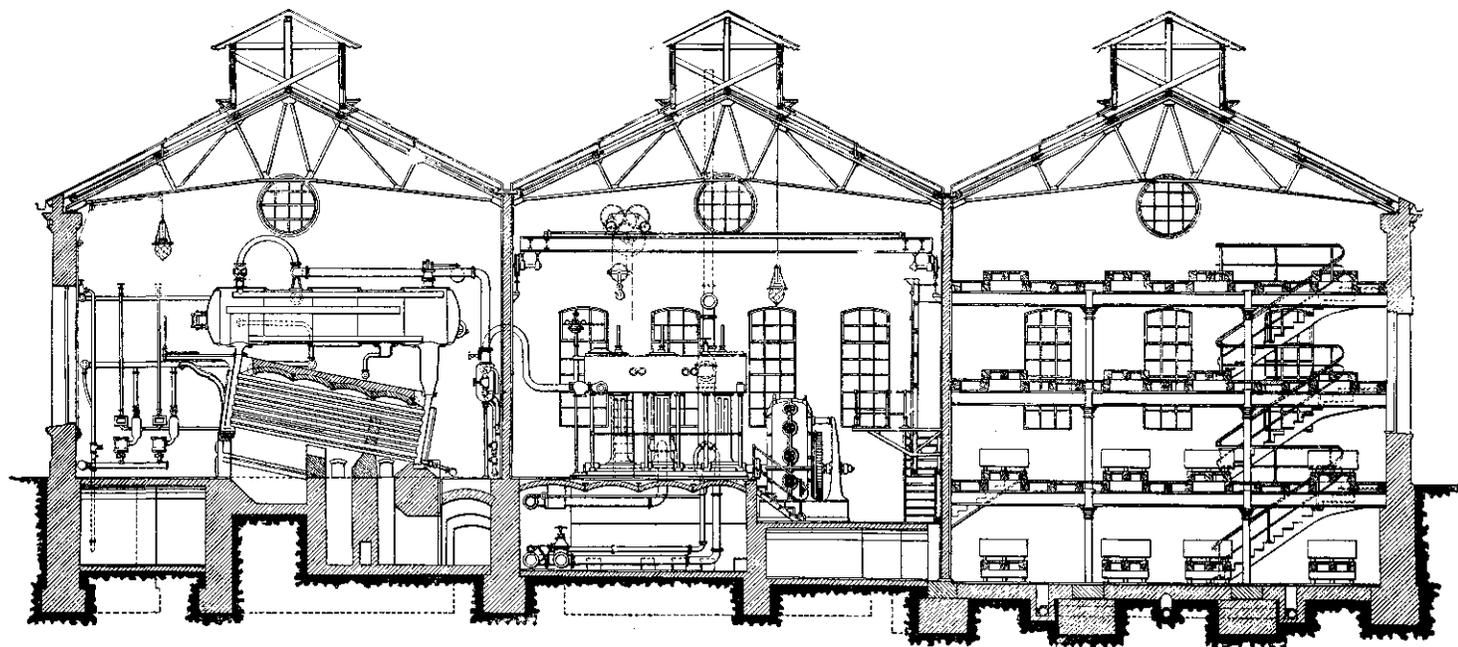
Такое соединение одной динамомашинны съ двойной батареей было впервые применено на городскихъ станцияхъ Ганновера, къ описанию которыхъ мы теперь перейдемъ.

Городская Центральная станция въ Ганновере построена Электрическимъ Обществомъ бывш. Шуккерта въ 1890 году. Она выдержала уже 10-ти-летнее испытание и вполне доказала делесообразность применения аккумуляторовъ. Конечно Ганноверская станция, производство которой въ общемъ (весною 1899 г.) можетъ быть принято достаточнымъ для питания лишь 65 000 (16 Н. С.) лампочекъ, не можетъ служить примеромъ для Берлинскихъ центральныхъ станций, которыя все, за исключениемъ небольшой западной станции, питають свои лампочки машиннымъ токомъ; однако она даетъ доказательство, что для менее крупныхъ станций пользование аккумуляторами является выгоднымъ и въ техническомъ и въ хозяйственномъ отношеняхъ. Тогда какъ на берлинскихъ станцияхъ по крайней мере одна станция работаетъ непрерывно, въ Ганновере машинны работаютъ лишь во время зарядки батареи и въ часы наиболее значительнаго расхода, примерно отъ 7—9 ч. утра и до 11—1 ночи; ночью токъ доставляется уже батареей.

Все это даетъ намъ следующую выгоду: мы получаемъ возможность значительно менее стеснять себя въ выборе машинъ и служащихъ, и, во-вторыхъ,



273. Городская центральная станция в Ганновере; план.

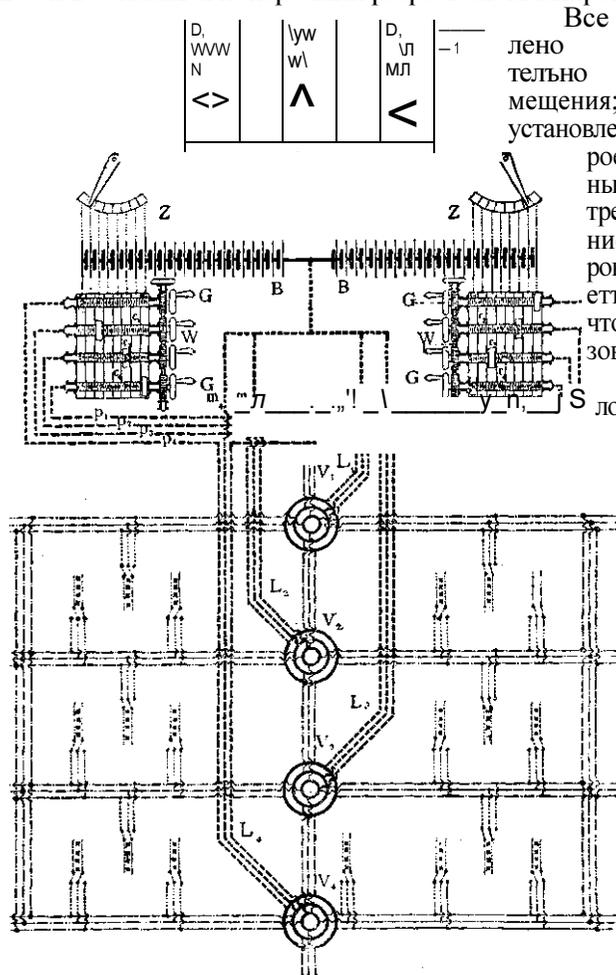


274. Городская центральная станция въ Ганноверѣ; поперечный разрѣзъ.

достигается выгодная равномерность производства, позволяющая ведение работы на экономических основаниях.

Дороговизна получаемого от аккумуляторов тока не умаляет указанной выше выгоды, и результаты производства в Ганновере показали, что пользование аккумуляторами для станций такой же производительности, как ганноверская, безусловно рационально.

Чтобы ознакомить съ общимъ устройствомъ этой станции, мы даемъ на рис. 273 и 274 планъ и поперечный разрезъ ея. Планировка проста и практична.



275. Схема соединений Ганноверской центральной станции.

Три динамомашинны главных проводов ведут полюсамъ батареи аккумуляторовъ нейтральнымъ проводомъ трехпроводной системы; крайние элементы батареи соединены съ четырьмя разрядными коммутаторами C_1, C_2, C_3, C_4 .

Каждая пара таишхъ коммутаторовъ обслуживаетъ главный или такъ вазываемый питательный проводъ, соединяющий станцию съ распределительными пунктами T^1, T^2, T^3 и T^4 . Отъ этихъ распределительныхъ пунктовъ отзвляються распределительные провода, соединенные между собою для

I_1, D_2 и D_3 соединены параллельно. Оба къ двумъ зарядателямъ ZZ и черезъ нихъ къ

Все здание разделено на три приблизительно одинаковыхъ помещения; въ первомъ установлены котлы, второе является машиннымъ отделениемъ, а третье служитъ помещениемъ для аккумуляторовъ. Последнее имеетъ четыре этажа, такъ что место здесь использовано полно.

Помещение для котловъ содержитъ четыре водотрубныхъ котла. Для добывания тока служатъ три пародинамо, две въ 400 лошадиныхъ силъ каждая, третья же, новейшая, въ 600 лошадиныхъ силъ.

Батарея аккумуляторовъ состоитъ изъ двухъ отдельныхъ батарей, каждая въ 136 элементовъ, и обладаетъ емкостью въ 1320 амперъ-часовъ.

Соединение этой батареи съ динамомашинами съ одной стороны и съ сетью проводовъ съ другой осуществлено согласно съ рис. 272, и на рис. 275 оно представлено полнее.

лучшего распределения промежуточными проводниками. Къ питательнымъ проводамъ примыкають домашние провода, отходящие отъ положительнаго и нейтральнаго или отрицательнаго и нейтральнаго проводовъ, въ виде двухъ проводовъ, потому что они предназначаются для освещенія меньшихъ районовъ.

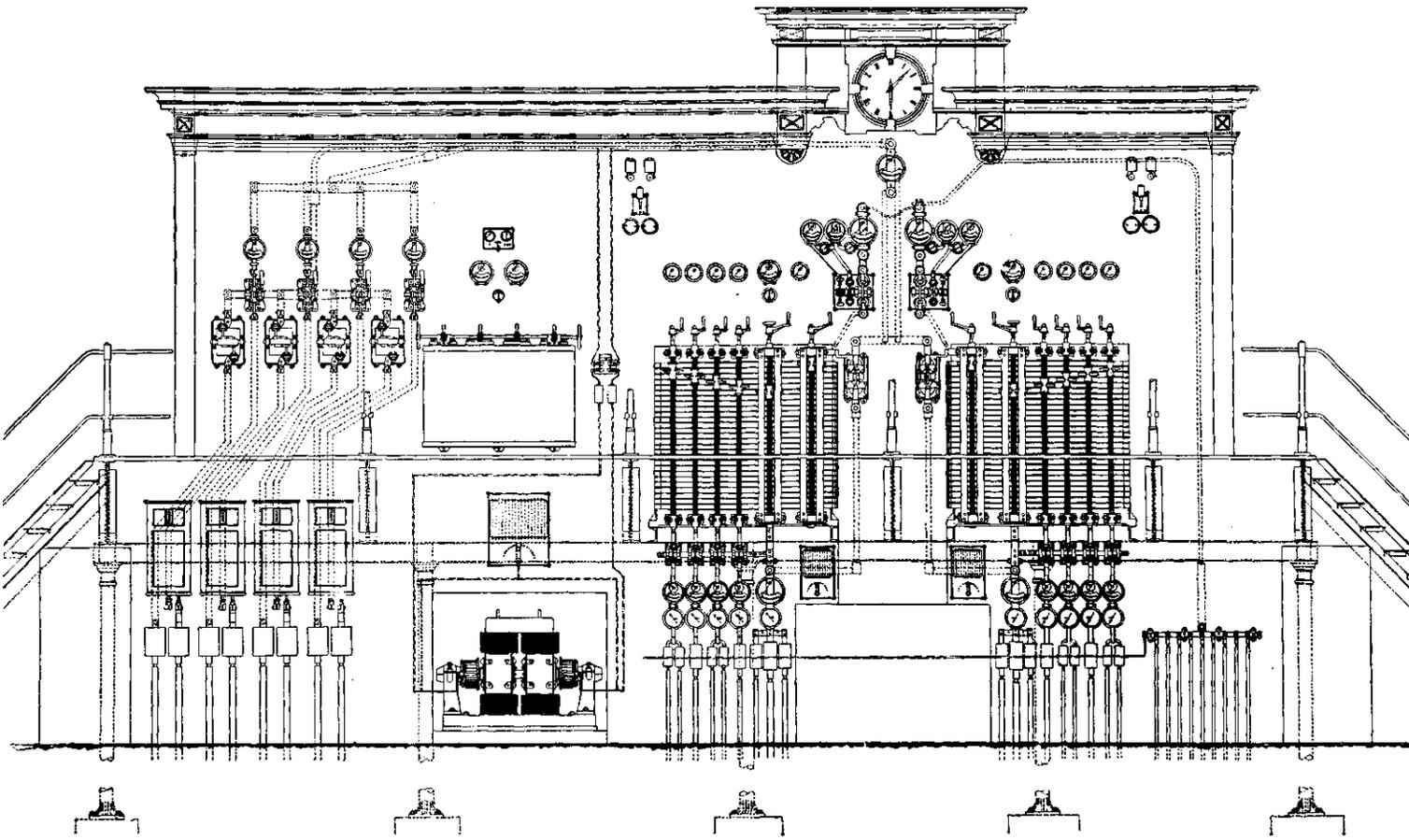
Коммутаторы съ необходимыми измерительными, регулирующими и контрольными приборами располагаются на распределительной доске. Чтобы познакомить подробнее съ этой важной частью электрическихъ станций, мы даемъ на рис. 276 схематическое изображение Ганноверской распределительной доски. Прежде всего мы узнаемъ на ней шесть двойныхъ коммутаторовъ, одна пара которыхъ служитъ для заряженія (**ZZ** рис. 275), тогда какъ остальные пять паръ предназначены для разряженія ($C \pm C_B$ и т. д. фиг. 275). Подъ каждыиъ разряднымъ коммутаторомъ укреплены измерители силы тока и надъ ними указатели направлення тока, тогда какъ надъ коммутаторами укреплены измерители напряженія. Левее мы видимъ ящикъ съ четырьмя рукоятками. Это четыре реостата для регулировки динамомашинъ (четвертая еще не установлена, но установка ея предвидится).

Измененіемъ сопротивленія изменяется сила тока въ электромагнитахъ соответствующей динамомашины, вследствие чего напряженіе машины изменяется и, стало быть, можетъ поддерживаться на желаемой высоте. На левой сторонѣ доски установлены выключатели для динамомашинъ и надъ ними измерители силы тока для каждой машины.

Мы ограничимся этими двумя станціями, доставляющими постоянный токъ, изъ которыхъ, какъ мы видели, берлинская работаетъ исключительно машинами, а ганноверская пользуется аккумуляторной системой. Въ известномъ смысле обе эти станціи можно считать типичными, хотя въ частности многія станціи отличаются отъ нихъ значительно. Мы не можемъ однако останавливаться на этихъ послѣднихъ, насколько бы они ни были интересными; тому препятствуютъ цель и объемъ настоящей Ишиги.

Английскія центральныя станціи.

Съ расцветомъ электротехники англйчане съ большимъ рвеніемъ вступили на новое поприще для приложенія технического искусства и живо двинули впередъ развитіе электротехники, благодаря своимъ практическимъ и научнымъ дарованиямъ. По примеру Америки они, какъ и немецкіе техники, безъ колебанія приступили къ постройкѣ электрическихъ станцій, но одинъ хорошо задуманный, но плохо выраженный законъ, о которомъ мы еще вспомнимъ въ послѣдней главѣ, затормозилъ это могучее движеніе и сильно повредилъ английской электротехникѣ. Благодаря этому возведеніе центральныхъ станцій было задержано на много лѣтъ, и вредное воздѣйствіе этой задержки даетъ себя чувствовать еще и по настоящее время. Хотя электрическое освещеніе за послѣднее время получало въ Англии почти такое же распространеніе, какъ и въ Германіи, до сей поры англійскія станціи съ технической точкой зренія не стоятъ на равной высотѣ съ немецкими. Въ то время какъ въ Германіи уже давно принятъ принципъ пользованія немногими, но большими, непосредственно приводимымъ въ движеніе народинамо, въ Англии еще дольше, чѣмъ въ Америкѣ, пользовались многими, но небольшими машинками, причѣмъ была даже сохранена отчасти ременная передача. Лишь въ новейшихъ установкахъ оставленъ этотъ устарѣвшій способъ производства и оборудованъ станціи большими машинами. Дальнейшее отличіе отъ Германіи заключается въ томъ, что англійскіе заводы представляютъ собою богатѣйшій каталогъ различныхъ системъ и тяповъ, тогда какъ въ Германіи уже довольно давно остановились на немногихъ*



276. Распределительная доска на Ганноверской городской электрической станции.

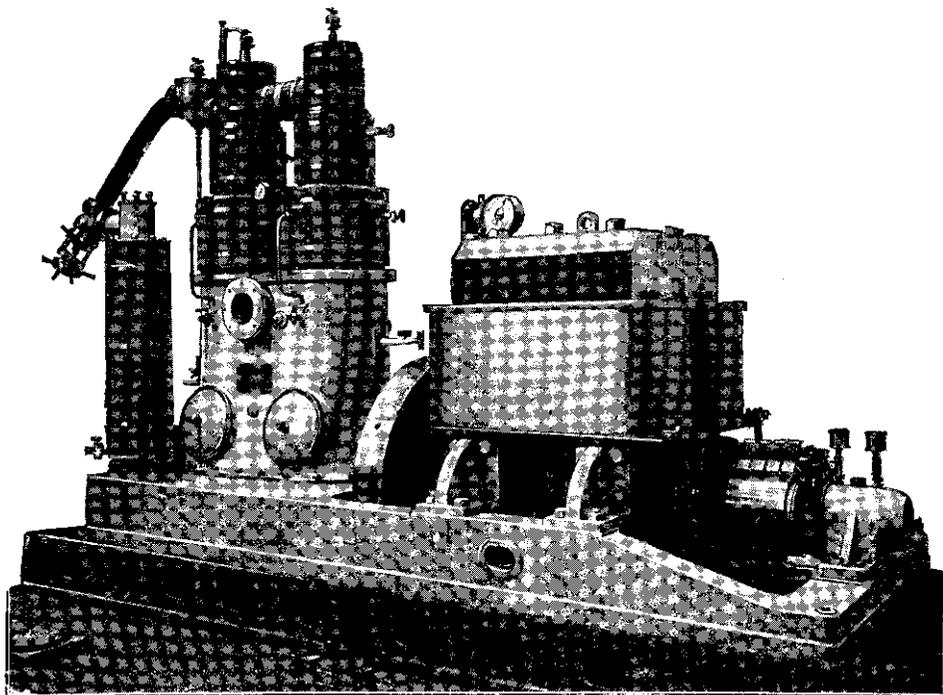
типичныхъ формахъ. Такимъ образомъ оказывается, что вь Англии применяются почти все практически годныя системы распределения тока и между ними одна такая, которая, собственно говоря, совсемъ не применялась вь Германии, именно система съ токомъ постоянного направления высокога напряжения, съ применениемъ умформеровъ. Подобное же богатство формъ представляютъ и устройства проводовъ, ибо, кроме почти исключительно вь Германии употребляющагося кабеля со свинцовою оболочкою, применяются и подземные воздушные провода, вь которыхъ шнурки изъ голыхъ медныхъ проволокъ располагаются на изоляторахъ вь подземныхъ каналахъ. и видоизменение этой формы, именно укладка голыхъ проводовъ вь каналахъ, залитыхъ асфальтомъ или т. п. веществами, далее бумажные кабели, о замечательномъ виде Июторыхъ мы еще будемъ упоминать несколько страницъ спустя при оишсании Дептфордской станиции. Также разнообразны и счетчики электрической энергии, ибо почти все годные приборы этого рода вь Англии применяются.

Причина этого разнообразия формъ кроется вь томъ обстоятельстве, что организация английской электрической промышленности сложилась совсемъ иначе, чемъ у немцевъ. Тогда какъ вь Гермавии, равно какъ и вь Америке, постройка большихъ динамомашинъ, электрическихъ станций, заводовъ и дорогъ находится вь рукахъ немногихъ, но очень крупныхъ фирмъ, вь Англии имеется много, но лишь небольшихъ и среднихъ заводовъ; громадныхъ заводовъ Германии и Америки тамъ совсемъ не знаютъ. Совершенно естественно, что каждый изъ этихъ английскихъ заводовъ имеетъ свои системы и механизмы, которыя онъ и устанавливаетъ, если ему поручаютъ оборудование электрической станиции или части ея.

При чрезвычайномъ разнообразии английскихъ электрическихъ заводовъ мы принуждены отказаться отъ подробнаго ознакомления съ ними; мы ограничимся лишь краткимъ описаниемъ характерной для Англии формы механизма, служащаго для получения тока. Тогда какъ вь Германии уже около десяти летъ совершенно оставлены двухполосныя динамомашинны, по крайней мере вь большихъ установкахъ, и принята многополосная система, английские электротехники остались верны двухполосному типу съ нижнимъ положениемъ якоря, какъ онъ былъ созданъ Эдисономъ и усовершенствованъ Гопкинсономъ. Дальнейшее отличие отъ немецкихъ машинъ заключается вь томъ, что вь немецкихъ машинахъ магниты изготовляются изъ литого железа, тогда какъ англичане еще до сихъ поръ предпочитаютъ более магнитное, кованое железо. Вследствие этого английския машины оказываются, при одинаковой производительности, дороже немецкихъ; но зато оне работаютъ лучше и вь отношении неизбежныхъ потерь при превращении механической энергии вь электрическую на несколько процентовъ выгоднее.

Довольно однообразную конструкцию английской двухполосной машины можно видеть на чертеже (рис. 277). Магнитъ состоитъ изъ двухъ прямоугольныхъ кованыхъ железныхъ пластинъ, соединенныхъ между собою скобами. Электромагнитъ своими нижними концами, полюсными башмаками, окружающими якорь, покоится на бронзовомъ или цинковомъ цоколе, при помощи котораго онъ прикрепляется къ железному фундаменту. Якорь барабаннаго типа, изготовленнаго очень точно, вращается вь канале, образованномъ башмаками. Подшипники длинные, отделаны весьма тщательно. Съ этой динамо обыишовенно соединяется быстроходная паровая машина, большепю частью машина Вилланса (стр. 183), стоящая съ динамо на общемъ постаменте. Это весьма усовершенствованная за последнее время машина, очень любимая вь Англии благодаря хорошей работе, даетъ число оборотовъ достаточно большое для двухполосной динамомашинны. Размеры ея малы

въ сравненіи съ производительностью, олагодаря чему она доставляетъ еще одну выгоду, а именно она занимаетъ очень мало места, и въ соединеніи съ динамо образуетъ весьма целесообразный типъ пародинамо, который, какъ мы уже говорили, весьма распространень и любимъ въ Англии. Поэтому неть ничего удивительнаго, что англичане, при ихъ консервативномъ образе мыслей ИИ малой наклонности къ заимствованіямъ отъ чужихъ пацій, долго довольствовались этой машиной, ИИ лишь теиерь очень медленно начинаютъ принимать немецкіе типы, къ чему въ настоящее время ихъ принуждаютъ более значительные размеры установокъ. Выполненіе машинъ въ Англии почти сплошь превосходно. Что же касается устройства английскихъ центральныхъ стдцій, то въ смысле предусмотренности и простоты, оне усту-



277. Машина Виланса съ динамо Сименса Бронз. н К° въ Лондоне.

паютъ немещмъ; зато коммерческая сторона английскихъ предриятий поставлена лучше, чемъ у немцевъ, ибо английский техникъ получаетъ обыкновенно ИИ превосходное коммерческое образование.

Центральныя станции переменнаго тока. — Хотя описанная сейчасъ система постояннаго тока превосходитъ по безопасности и простоте своего действия, ю она страдаетъ темъ недостаткомъ, что токомъ можно снабжать только сравнительно небольшой округъ. При двухпроводной системе проводъ нельзя протягивать далее 500 м. отъ центральной станции, вследствие большихъ расходовъ на установку; при трехпроводной системе можно доходить до 1200 м., а при пятипроводной доходить до 1500—2000 м. Последний радиусъ уже достаточенъ для большихъ городовъ, но установка усложняется съ числомъ проводовъ, а потому сомнительно, будетъ ли выгодно расширение многопроводной системы. Для очень большихъ городовъ, когда приходится снабжать токомъ весь городъ, многопроводной системы прп одной центральной станции недостаточно, а ИИтому прихо-

дится устраивать несколько станций и распределять их по освещаемому округу.

У станций постоянного тока съ непосредственнымъ распределениемъ является еще одно неудобство: оне должны находиться въ центре освещаемого округа, а такъ какъ этотъ центръ лежитъ въ наиболее заселенныхъ кварталахъ, то станции приходится ставить на сравнительно дорогомъ участке земли, где подвозъ угля и доставка воды затруднительны и приходится заботиться объ устранении поводовъ къ претензиямъ со стороны соседей относительно дыма, копоти и шума.

Поэтому должна представлять преимущество такая система освещения, которая связана съ местоположениемъ освещаемого округа гораздо меньше системы постоянного тока и даетъ возможность не только устраивать станцию на большомъ разстоянии отъ мѣсть расходования тока, благодаря чему можно значительно увеличивать освещаемый округъ, но и придавать ей какое угодно положение вне центра округа, где-нибудь съ краю, на дешевомъ и самомъ выгодномъ мѣсте относительно воды и железной дороги. Если вспомнить, что было сказано раньше, то не трудно догадаться, что такая система можетъ быть только при токе высокаго напряжения, а такъ какъ такой токъ нельзя вводить къ потребителямъ, то приходится прибегать къ трансформированию. Такъ какъ до сихъ поръ системы трансформации постоянного тока не имеютъ пракческаго значенія, то остается только система переменнаго тока; она, действительно, оказывается способной удовлетворить требованіямъ, связаннѣмъ съ освещениемъ большого округа.

Чтобы Июяснить читателю, насколько применение иеременнаго тока выгодно, въ смысле помещения станции вне центра освещаемого района и въ смысле увеличения послѣдняго, мы укажемъ, какъ на примерь, на центральную электрическую станцію въ Вене. Въ послѣдней мѣсто добыванія тока отстоитъ отъ центра осветительнаго района на разстоянии около $\frac{1}{2}$ немецкой милі, причѣмъ наибольшее разстояніе лампочекъ отъ источника тока достигаетъ одной немецкой мили. Станція расположена въ непосредственной близости Дуная и железной дороги на ыало застроешой, а потому и дешевой землѣ.

Въ подобныхъ же условіяхъ находится и городская Кѣльнская центральная станція, которая расположена на краю города.

Подобное удаленіе станцій, пользующихся переменнымъ токомъ, отъ освещаемого района получаетъ особенно большое значеніе въ техъ случаяхъ, когда представляется возможнымъ воспользоваться рэположеннымъ за чертой подлежащаго освещенію города источникомъ водяной силы.

Такимъ условіямъ отвѣчаетъ довольно много освещаемыхъ мѣстностей; благодаря этому обстоятельству применение переменнаго тока получаетъ совсемъ особенное значеніе, ибо оно допускаетъ пользование удаленной водяной силой, передавая ее на разстояніе въ формѣ электрической энергии. Самымъ грандиознымъ примеромъ подобнаго применения водяной силы можетъ служить пользование Ниагарскимъ водопадомъ.

Кроме водопадовъ, какъ источниковъ силы, не меньшее значеніе имеютъ и угольныя копи, которыя также обыкновенно лежать вне района потребления угля или далеко отъ послѣдняго. Правда, уголь можно съ большимъ удобствомъ доставлять къ мѣсту потребления, однако является вопросъ, не будетъ ли целесообразнее превращать энергию угля на мѣсте добыванія въ электрическую и въ такомъ видѣ уже доставлять ее къ мѣсту потребления. ВоИИрось этотъ остается до настоящаго времени открытымъ и можетъ быть разрешенъ лишь при дальнейшемъ развитіи техники передаточныхъ установокъ. Ограничимся пока темъ, что мы сказали о значеніи электротехни-

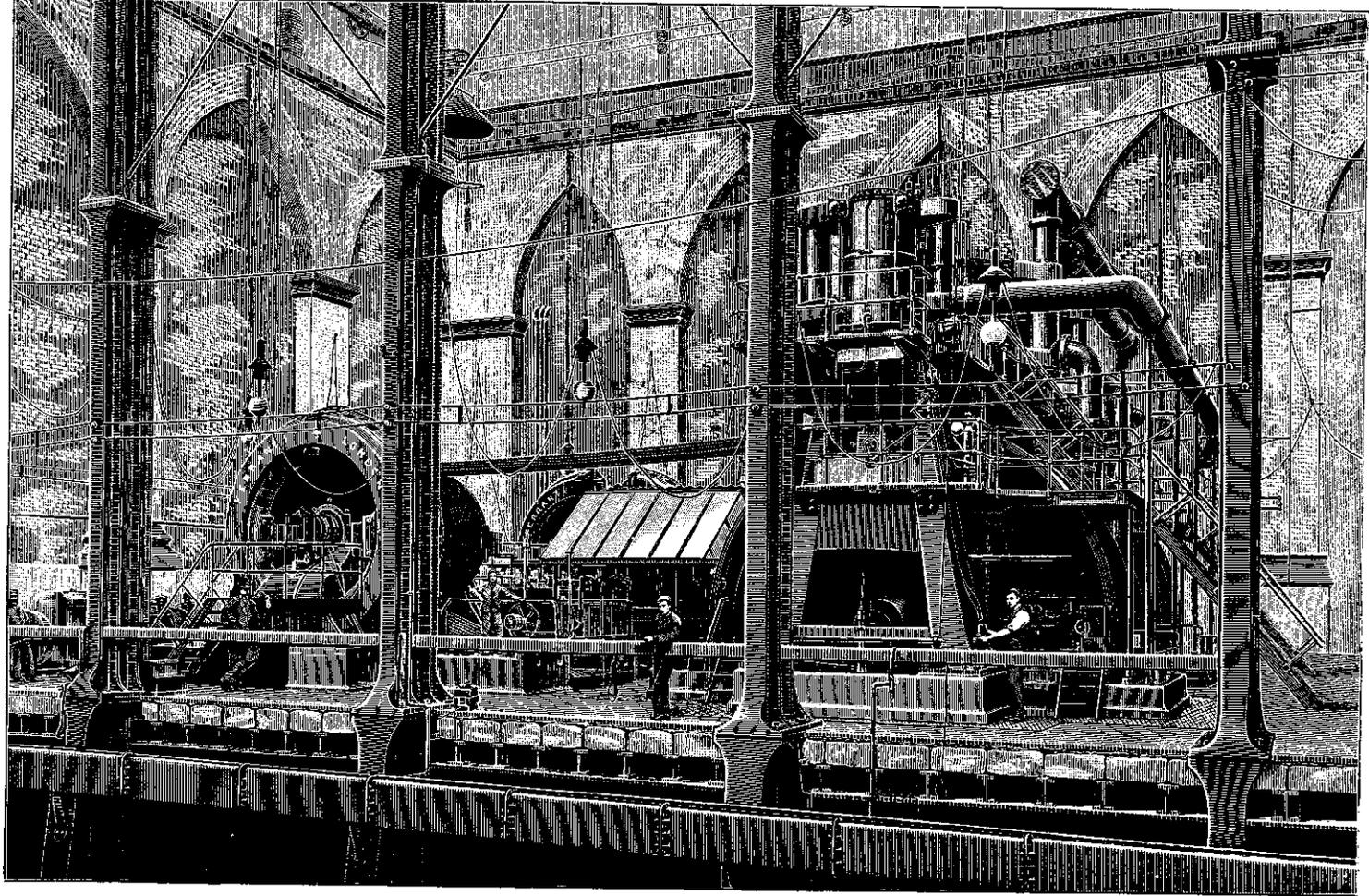
ческих станций переженного тока для питания больших районов. Позднее, рассматривая их, как распределителей энергии, мы войдем в большие подробности, тогда же поговорим о пользовании ими для освещения.

Из многочисленных станций переменного тока, возникших за последние 10 или 12 лет, мы опишем лишь старейшую, ибо далее мы еще будем говорить о станциях переменного тока, построенных в целях передачи энергии на большие расстояния. Станция, о которой мы будем говорить, поставлена в 1885 г. в Дептфорде; она освещает западное „City“ Лондона и прилежащая к нему части города-гиганта. Эта станция заслуживает еще особого внимания, что построена она была в то время, когда работали еще небольшими машинами, в 300—500 лошадиных сил, с напряжением, не превышавшим 3000 вольт, — ее же строитель, гениальный С. Ц. де-Ферранти, устроил динамо для переменного тока в 1000 килоуатт, или в 1350 лошадиных сил, с напряжением в 10000 вольт (подобное напряжение и в настоящее время применяется лишь в немногих местах). Причина, побудившая де-Ферранти к такому отважному шагу, заключается в том, что предпринимательское общество „Лондонская компания снабжения электричеством (London Electric Supply Co)“ желала построить станцию по возможности дальше за чертой города, на дешевой земле; остановились на участке земли в Дептфорде, предместьи Лондона, вблизи Гринвича, расположенном в юго-восточном направлении на расстоянии около 12 км. от „City“.

Для такого расстояния пришлось бы применять очень толстый медный провод, если бы напряжение было низким, поэтому де-Ферранти, отчасти вынужденный обстоятельствами, отчасти по собственному стремлению, решил применить неслыханное в то время напряжение в 1000 вольт. И получение тока подобного напряжения не представляло трудностей, так как

можно было для этого пользоваться трансформаторами, но за то способы безопасной проводки такого тока были в то время совершенно еще неизвестны: проводка тока такого высокого напряжения и в настоящее время является делом не совсем простым и легким. Несколько легче было сконструировать большую динамо для переменного тока, хотя напряжение на зажимах в 2500 вольт, которое затем помощью трансформатора увеличивается в 4 раза, все же представляло не мало трудностей, в виду необходимости надежной изоляции. Ферранти усложнил еще дело, не воспользовавшись выгодами, которая дает закрепление якоря неподвижно; в его машине якорь служить подвижной частью, магниты же закреплены неподвижно. Ферранти и до сих пор придерживается такой конструкции, хотя большая часть конструкторов динамо для переменного тока уже перешла к другому, именно они закрепляют якорь неподвижно и заставляют вращаться магниты, как мы это увидим при описании других машин.

При описании Дептфордской станции мы не будем останавливаться на паровых котлах и машинах, ибо они не дадут нам ничего нового. Скажем лишь мимоходом, что в первоначальных установках пользовались канатной передачей, как это и видно на рис. 278. В новейших машинах Дептфордской станции исключительно применяется непосредственное соединение паровых машин с динамо, как это видно на рис. 270 и 280. Мы опишем вкратце своеобразное устройство машины Ферранти. С основными принципами ее устройства мы встречались уже раньше, именно рассматривая старую машину для переменного тока Сименса и Гальске, изображенную на стр. 81. Как и последняя, машина Ферранти снабжена двойным венком магнитов, северные и южные полюсы которых чередуются, причем каждому северному полюсу одного венка противопоставляется южный полюс другого, и наоборот. В узком пространстве между полю-

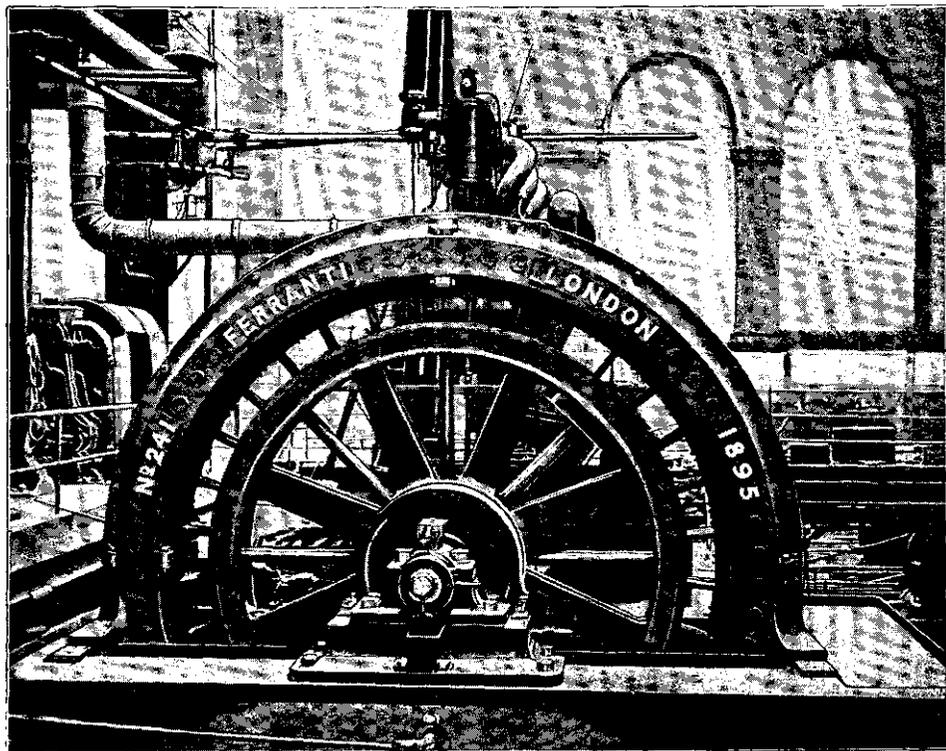


278. Старья машины Ферранти на центральной станции въ Дептфордъ.

сами вращается якорь, составленный, какъ и въ машинѣ Сименса и Гальске, изъ Итлоскихъ мотковъ, отличающихся отъ обмотки Сименса и Гальске лишь способомъ выполнения.

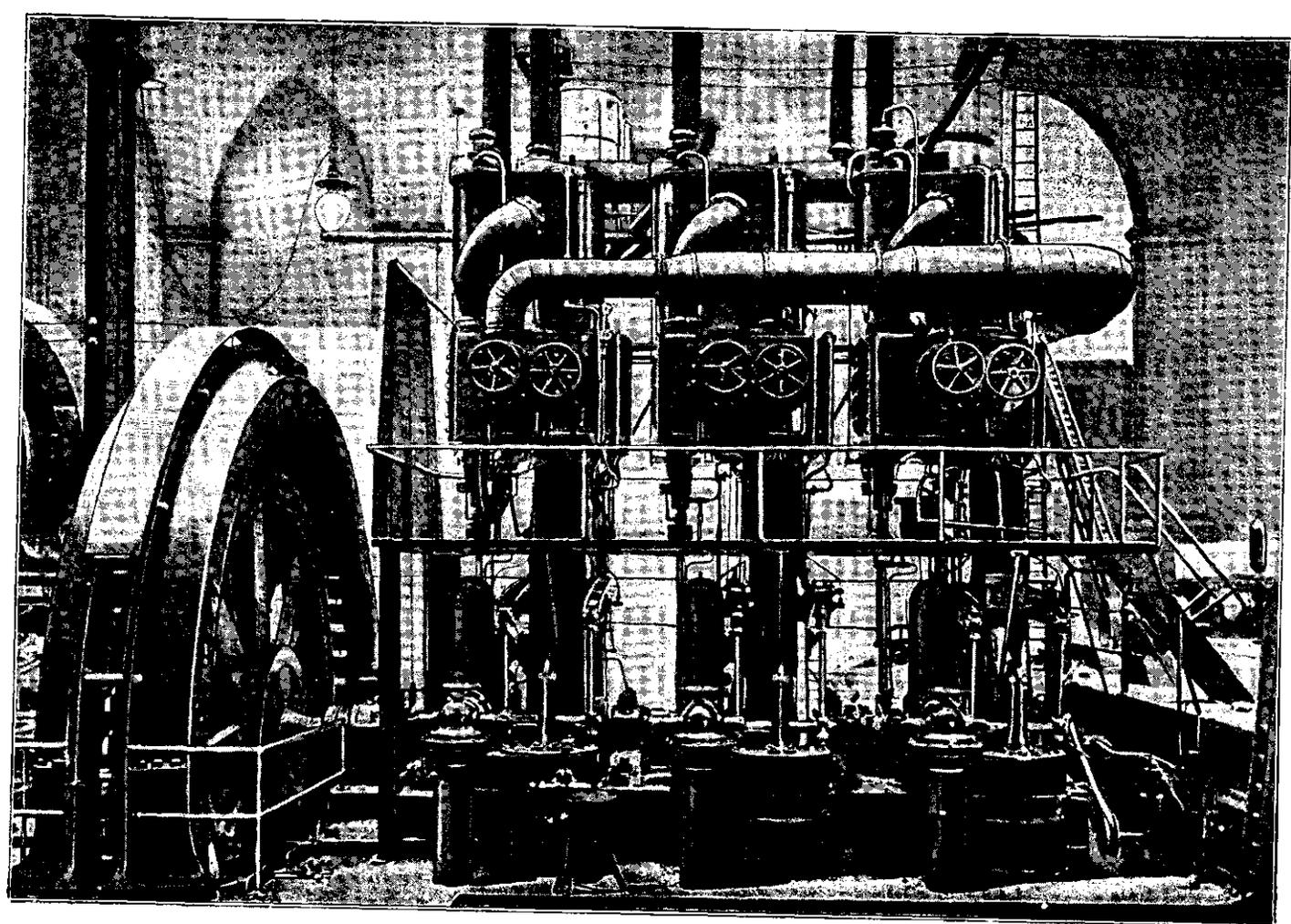
Старыя машиныъ Ферранти рассчитаны на 2500 вольтъ напряженія, тогда какъ новейшія машины непосредственно даютъ токъ въ 10000 вольтъ напряженія.

Остановимся несколько на способахъ соединенія двухъ или несколькихъ машинъ переменнаго тока въ виду того, что соединеніе это оказывается не такъ просто, какъ для машинъ постояннаго тока. Необходимо является следующее условіе: соединяемыя машины должны рабо-



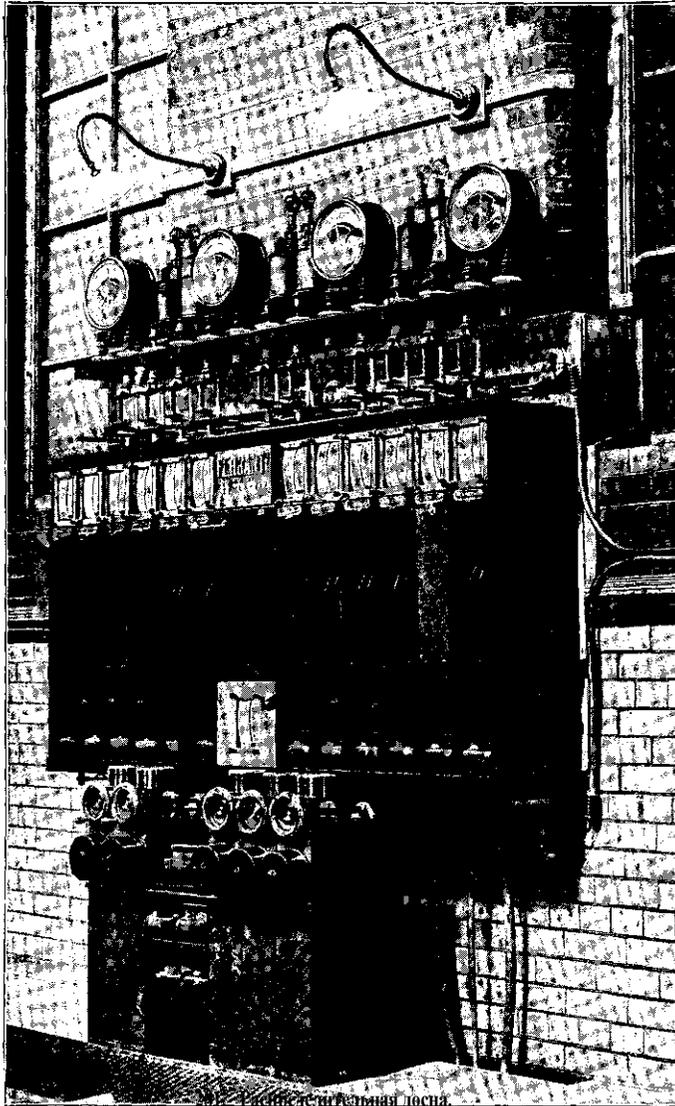
279. Пародинамо Ферранти.

тать при одинаковыхъ фазахъ, а следовательно и при одинаковомъ числѣ переменъ. Последнее достижимо сравнительно просто, ибо регуляторы обеихъ паровыхъ машинъ можно устроить такъ, чтобы обе машины переменнаго тока совершали одинаковое число оборотовъ въ минуту. Для совпаденія же фазъ необходимо, чтобы обе машины меняли направленіе тока въ одинъ и тотъ же моментъ и въ одно и то же направленіе. Если этого не будетъ, то произойдетъ следующее: возьмемъ крайшій случай,—обе машины меняютъ токъ въ одинъ и тотъ же моментъ, но въ разныя стороны, т.-е. когда машина *A* достигаетъ высшаго напряженія, оно наступаетъ и въ машинѣ *B*, только дело въ томъ, что въ машинѣ *A* въ этотъ моментъ къ проводу *I* присоединенъ положительный полюсъ, въ машинѣ же *B* къ тому же проводу присоединенъ отрицательный полюсъ; въ этомъ случаѣ машины очевидно находятся не въ параллельномъ, а въ последовательномъ соединеніи, — оне образуютъ замкнутую цепь, въ которой циркулировать будетъ



280. Динамо Ферранти, соединенная с машиной тройного Расширвния

весь ток, въ наружный же провод токъ при этомъ совсемъ идти не будетъ. То же самое будетъ происходить и въ последующие моменты времени; хотя напряжение въ *A* постепенно будетъ поизытаться и изменить наконецъ свой знакъ, но то же самое будетъ происходить и въ машине *B*, и такимъ обра-



зомъ обе машины остаются соединенными последовательно и во внешнюю цепь тока давать не будутъ. Если вращение якоря машины *B* сдвинуто по отношению къ *A* иначе, то *B* будетъ находиться въ последовательномъ соединении съ *A* не постоянно, а въ продолжение некоторыхъ промежутковъ времени, а именно съ техъ моментовъ, когда полюсъ машины *B*, прилегающий къ проводу *I*, будетъ получать знакъ, противоположный полюсу машины *A*, до техъ моментовъ, когда полюсъ машины *B*, переменяя знакъ, не приметъ знака, одинаковаго съ полюсомъ машины *A*. Но черезъ некоторое время и полюсъ *A* переменяетъ свой знакъ, и тогда снова наступитъ последовательное соединение.

Мы видимъ, такимъ образомъ, что

безусловно необхо-

димо, чтобы обе машины меняли знаки полюсовъ въ одинъ и тотъ же моментъ и въ одну и ту же сторону. Поэтому еще до соединения обе машины должны приобрести одинаковый ходъ, т.-е. давать токъ одинаковой фазы.

Для того, чтобы узнать, находятся ли две машины ИИеремнаго тока въ одинаковой фазе, каждую изъ нихъ соединяютъ съ первичной обмоткой небольшого трансформатора и соединяютъ вторичныя обмотки обоихъ трансформаторовъ последовательно. Во вторичную цепь включают лампочку

накаливания. Пока лампы не находятся в одиоаковой фазе, трансформаторы окажутся на некоторые промежутки времени в противоположном соединении, так что через лампочку не будет проходить ток. Чем теснее сближаются их фазы, тем меньше будет продолжительность противоположного соединения, и тем продолжительнее последовательное. Вначале лампа будет сильно мигать, по мере же сближения фаз свет будет дьлаться ровнее и ровнее, пока наконец при полном совпадении фаз лампа не начнет светить совершенно ровнo. Это служит ИИриЗИИакомъ, что лампы могут быть соединены параллельно.

Токъ высокога ИИапряжения идетъ изъ машины переменнаго тока прежде

всего кт. распределительной доске, при устройстве которой приняты все меры предосторожности противъ высокога ИИирижения. Мы даемъ ея изображение на рис. 281; въ подробности входить не будемъ, укажемъ лишь на длинныя ручки изъ эбонита, допускающия безоипасноо пользование рубильниками. Отъ распределительной доски токъ направляется въ Лондодь. Для проведения его пользуются весьма оригинальнымъ проводомъ, конструкция Юторага также придумана дс-Ферраити. Ферранти пришлось передавать на расстояние токъ наипряжепемъ въ 10000 вольтъ; въ прошломъ онъ не имелъ указаш, поэтому все зависело отъ его личнаго остроушия. Ояъ пркбегъ тогда къ помощи такого изолирующаго вещества, которое въ то время при-



281а. Соединение проводовъ Ферранти.

менялось очень мало, ло отношонию же къ высокому напряжению и вовсе не было испытано, а именно, оибъ применили, бумагу, воспользовавшись ею следующимъ образомъ. Медная трубочка, длиною около 20 английскихъ футъ, имеющая требуемое поперечное сечегио, обертывается полоской. соответствующи,ей длины и ИИИирипы, коричневой, химически чистой бумаги до техъ поръ, пока оболочка по достигнетъ толидиы въ 1 английский дюймъ. Во время обертыванья бумагу продитываютъ горячей изолирующей массой, состоящей главнымъ образомъ изъ Ozokerita, при охлаждении быстро густеющей и твердеющей. Бла цилиндръ, таишмъ образолъ предохраненный, нагоюштъ вторую медную трубочку, одинаковой длины съ ИИервой, и обе трубки протягиваютъ сквозъ волочильню; — наружная трубочка при этомъ вытягивается, суживается и плотно прилегаетъ кт> бумажной оболочке. Затемъ обертываютъ бумагой вторую медную трубочку подобнымъ же образомъ и заключаютъ после этого всто систему въ железную трубу, служащую предохранителемъ отъ механическихъ воздействий.

Проводъ собирается изъ такихъ отдельныхъ частей. Для этой цели одна часть снабжается входящимъ, а другая перекрывающимъ концами; для этого на одномъ изъ кобдовъ несколько укорачиваютъ наружную медную трубку и срезаютъ железную трубку еще дальне. Освободившийся конецъ внутренней бумажной оболочки затемъ обгачиваютъ иа конусъ. На другомъ конце укорачивается соответствснно внутренняя трубка, и бумажная оболочка высверливается, до получения внутренней кошической поверхности, такъ, чтобы высверленная поверхность плотно прилегала къ кониусу кобца другога провода. На конце, имеющемъ втсврлеишее отверстие, вгоняется внутрь трубки до ИИИолованы своей длпы медный стержень около 12 дюймовъ длиною, на другой же копецъ поверхъ Ииаружпой медной трубки насаживается короткая медная трубка, плотно прилегающая къ первой. После этого

соединяють концы двухъ проводниковъ, причеь медный стержень входитъ во внутреннй просветъ трубки второго проводника, а трубчатая муфта, соединенная со вторымъ проводникомъ, надвигается на наружную трубку перваго проводника. Въ медную муфту вдавливаются помощью особаго приспособления несколько Ишлець, плотно соединяющихъ последнюю со стягиваемыми ею трубками. Когда концы проводниковъ уже соединены, то места соединения обматываются бумагой, какъ было объяснено выше, и поверхъ бумаги надвигаютъ железную муфту, закрепляемую подобно медной. Это простое и надежное соединеніе изображено на рис. 281а. •

Четыре такихъ провода проложены въ Лондонѣ и обслуживаютъ четыре станции (Grosvenor, Belgravia, Blackfriars и Trafalgar), где токъ понижаетъ свое напряженіе съ 10 000 до 2400 вольтъ; съ этимъ напряженіемъ онъ уже

распределяется и подводится къ трансформаторамъ въ домахъ, которые въ свою очередь доводятъ напряженіе до 100 вольтъ.

С. Осветительныя установки для специальныхъ целей.

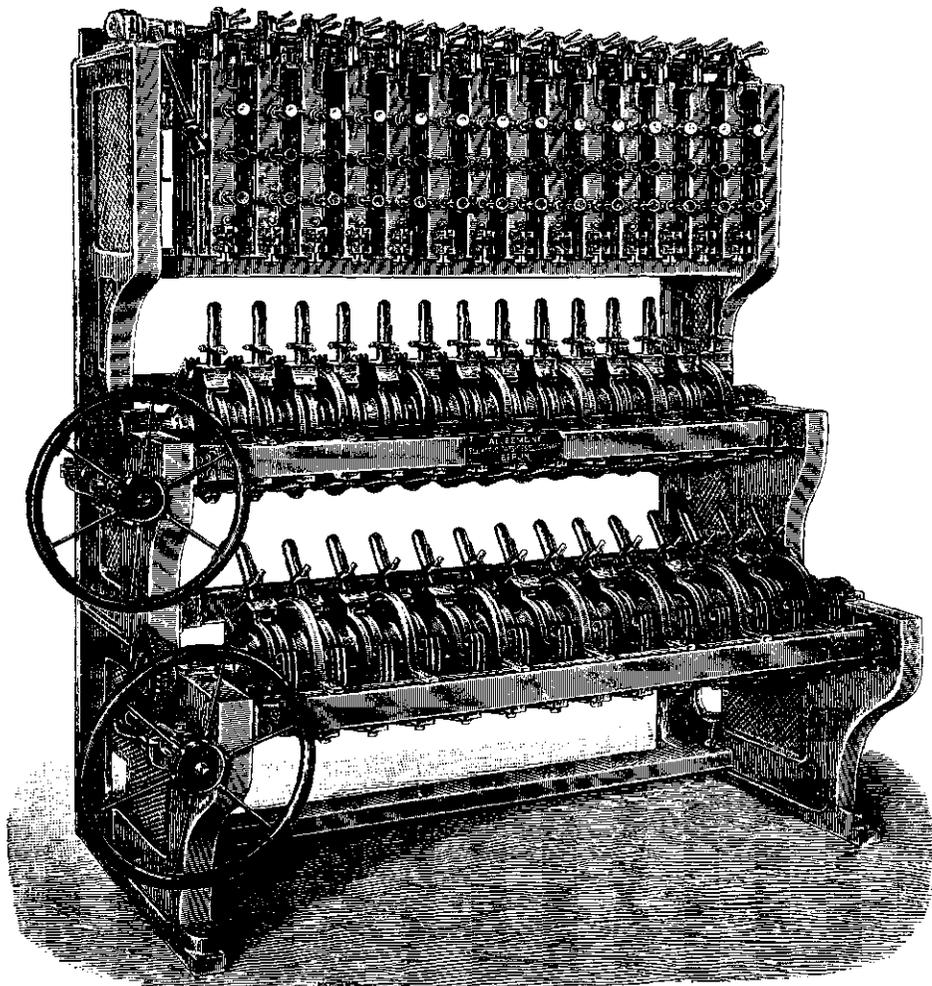
Электрический свѣтъ часто применяется для такихъ целей, которыя делаютъ необходимымъ или изменение въ вышеописанныхъ приспособленіяхъ или прибавленіе особыхъ приспособленій. Здѣсь мы не имеемъ возможности разсмотрѣть все эти особыя примененія электрическаго свѣта, потому что въ настоящее время ихъ уже много, и ихъ число растетъ съ каждымъ днемъ; мы предполагаемъ привести ТОЛЬКО самые важныя случаи изъ этой области.

Освѣщеніе театровъ. — При употребленіи электрическаго свѣта во многихъ случаяхъ представляеть большое значеніе два его преимущества: его большая безопасность въ пожарномъ отношеніи и то, что электрическія лампы не такъ сильно нагреваютъ воздухъ и не портятъ его продуктами горенія, какъ это имѣетъ место при освѣщеніи иными способами; эти преимущества получаютъ особое значеніе при освѣщеніи театровъ. Поэтому театры одинъ за другимъ переходятъ къ электрическому освѣщенію, и число сценъ съ электрическимъ свѣтомъ достигло уже весьма почтенной цифры.

Освѣщеніе театральныя сценъ представляеть еще ту особенность, что оно должно сильно изменяться по силѣ, окраскѣ и направленію, причеь надо имѣть возможность производить эти перемены въ любой группѣ лампъ и въ любомъ числѣ такихъ группъ. И въ этомъ отношеніи электрический свѣтъ оказывается замечательно удобнымъ, причеь для достиженія этихъ переменъ требуются сравнительно простые приборы. Такъ перемены въ силѣ свѣта при постоянномъ токе достигаютъ введеніемъ въ цепь сопротивленій, которыя ослабляютъ токъ и заставляютъ лампы горѣть не полнымъ свѣтомъ. Надо имѣть возможность производить эти изменения въ лампахъ различныхъ группъ; это достигается темъ, что каждая группа помещается въ особой ветви и въ каждой ветви располагають реостатъ. Для перемены окраски свѣта существуетъ две системы: по одной передъ каждой лампой надвигаются и отодвигаются механическимъ путемъ разноцветныя стеклянныя ширмы, а по второй системѣ вместо каждой одной лампы устанавливають три: одну съ белымъ колпакомъ, другую съ краснымъ и третью съ синимъ; при помощи коммутатора можно, смотря по надобности, зажигать то те, то другія лампы. Несмотря на такую сложность, последняя система представляеть преимущество, потому что даетъ возможность производить перемены изъ центральной станціи чисто электрическимъ путемъ безъ всякихъ механическихъ приспособленій, которыя представляютъ затрудненія при большомъ числѣ лампъ.

Для производства переменъ устроивается особый приборъ, регуляторъ освѣщенія, сцены, устанавливаемый на удобномъ мѣстѣ около сцены,

откуда можно осматривать все пространство последней. Изображение верхней части подобнаго регулятора, заключающаго въ себе и включатели, изображено на рис. 282; соответствующиe реостаты (рис. 283) следуетъ вообразить себе расположенными въ нижней части регулятора. Онъ состоитъ изъ несколькихъ рычаговъ, посредствомъ которыхъ можно менять силу света и окраску каждой группы лампъ; для каждой группы имеются два такихъ ры-



282. Верхняя часть регулятора для освещения сцены.

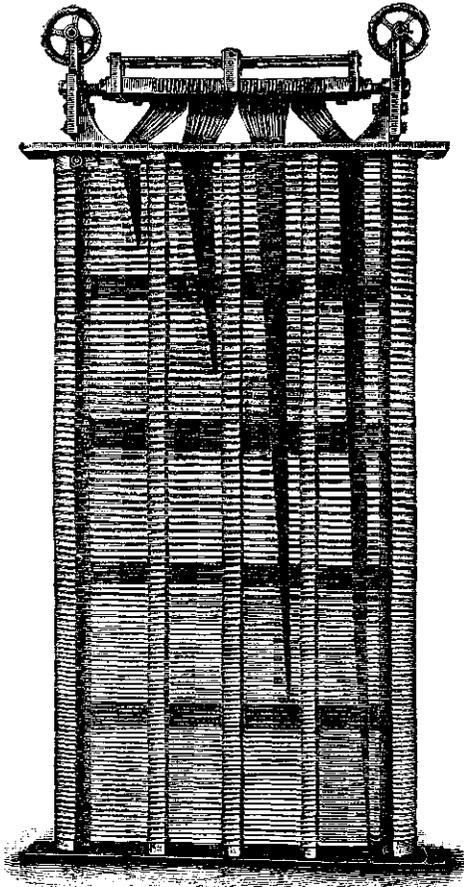
чага, которые изменяютъ силу света при двухъ окраскахъ группы; следовательно можно медленно гасить лампы одной окраски и постепенно зажигать лампы другой. Оба ряда рукоятокъ на напшхъ чертежахъ представляютъ эти рычаги, соединенные съ зубчатыми колесами. Черезъ каждый изъ нихъ нерекинута цепь, концы которой соединены съ подвижнымъ контактомъ реостата (рис. 283). Понятно, что движения рычага передаются подвижному контакту, такъ что, сообразно съ направлению движения, въ реостате будетъ включаться или выключаться сопротивление. Чтобы ввести третью окраску, заменяютъ посредствомъ особаго приспособления лампы од-

ной окраски другими и такимъ образомъ вводятъ въ цепь любыя две изъ трехъ окрасокъ.

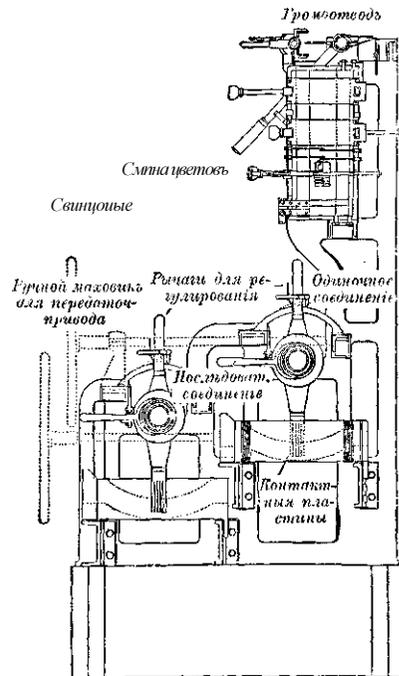
Такъ называемое включение цветовъ производится въ сценичныхъ регуляторахъ „Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft“, доведшаго применяемые на сцене осветительные аппараты до высокой степени совершенства, помощью стерженьковъ, выдвигание или вдвигание которыхъ даетъ возможность включать соответствующий цветъ и соединять требуемую лапшу съ однимъ изъ обоихъ регулирующихъ рычаговъ. Стержни эти ясно видны на нашемъ чертеже вверху аппарата.

Такъ какъ при быстрыхъ переменахъ, какія часто требуются, рычаги неудобно переставлять одинъ за другимъ, то можно соединять вместе какое угодно ихъ

284. Схема устройства регулятора для освещения сцены по трехцветной системе.



283. Реостатъ для регулятора освещения сцены.

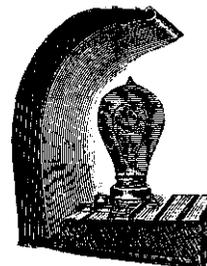
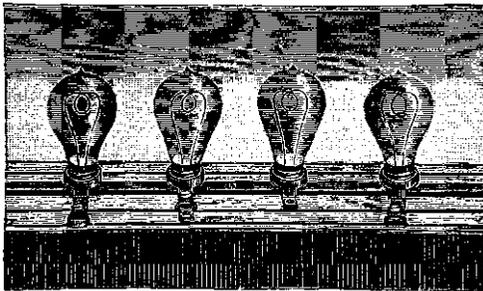


число и затемъ однимъ маховичкомъ можно передвигать весь рядъ. Особое приспособление даетъ возможность зажигать сразу какія угодно группы, причемъ, производя это то надъ той, то надъ другой группой, имитируютъ быстро вспыхивающимъ и потухающимъ освещениемъ молнии. На рис. 284 мы даемъ схематическое изображение регулятора.

Располагаются лампы при этой трехцветной системе очень просто: лампы разныхъ цветовъ располагаются последовательно, напримеръ белая, красная, синяя, белая, красная, синяя и т. д.; оне имеютъ общий возвратный проводъ, проходящій въ видѣ голой медной пластины, съ которой соединяются центральные контакты (ср. рис. 285 и др.) лампочекъ накалива-

ния. Подводящие токъ провода изолированы, и въ каждый изъ нихъ включенъ отдельный реостатъ регулятора. Рис. 285 и 286, изображающие осветительныя приспособления для рампы, позволяютъ видѣть подводящие провода. Последние еще яснее видны на 287, где четыре различныхъ провода соединены съ четырьмя ламповыми патронами; если вообразить себе рядъ патроновъ продолженнымъ, причемъ последующие патроны будутъ въ томъ же порядкѣ присоединяться къ отдельнымъ проводамъ изъ числа техъ же четырехъ, то легко понять, что 1-й, 5-й, 9-й и т. д. патроны будутъ включены въ одну цепь, патронъ И 2-й, 6-й, 10-й ИИ т. д. — во вторую и т. д.

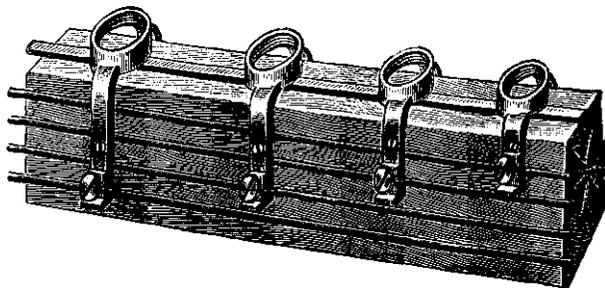
Кроме неподвижно устанавливаемыхъ лампъ для сцены требуются переносимыя лампы; для этой дѣль въ полу и на другихъ местахъ



285 и 286- Устройство освещения рампы.

располагаютъ розетки для штепселей, съ которыми соединяются гибкие провода переносныхъ лампъ. Электрическое освещение пригодно въ этомъ отношении гораздо болѣе всякаго другого, такъ какъ токъ можно проводить во все места безъ всякаго затрудненія.

Электрическое освещение делаетъ возможнымъ и многочисленныя другія световыя эффекты, какіе требуются на сценѣ. О рефлекторѣ, служащемъ для временнаго освещения грушгъ, еще двадцать лѣтъ тому назадъ представлявшемъ единственнае примененіе электрическаго света на сценахъ, мы упоминали уже раньше (рис. 288); теперь имъ можно пользоваться гораздо шире, благодаря динамомашинѣ и совершенству ириводки тока. Электрическія лампы служатъ теперь также для изображенія светшгъ; радуга и молиия такоке воспроизВОДЯТСЯ Лучами электрическаго света. Для первой

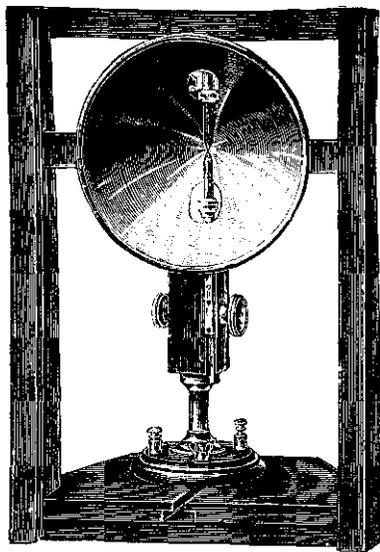


289- Способъ соединенія лампъ въ многоцветной системѣ.

пропускаютъ пучекъ лучей чрезъ изогнутую надлежащимъ образомъ призму, которая разлагаетъ светъ на спектральныя цвета. Для молнии светъ заставляютъ проходить чрезъ стеклянную пластинку, покрытую непрозрачнымъ лакомъ, въ слое котораго выцарапаны зигзаги молнии, такъ что проекционнымъ аппаратомъ воспроизводится ея подобіе на задней стенѣ декораций; токъ при этомъ замыкается только на одно мгновеніе: одно изображеніе молнии молшо быстро заменять другимъ, такъ что можно воспроизводить рядъ следующихъ одна за другой молний различнаго вида.

Токомъ пользуются и для другихъ театральныхъ эффектовъ. Такъ въ „Фаустѣ“ Гуно, въ известной сценѣ поединка, шпаги обоихъ бойцовъ соединяются съ полюсомъ генератора тока, такъ что при каждомъ соприкосновенш

клинковъ изъ нихъ выскакиваютъ искры, что производитъ совершенно необычайное адское впечатлѣние. Оперы Вагнера, о чемъ собственно говоря можно было бы и не упоминать, представляютъ богатое поле для применения электрическаго тока. Такъ напримеръ, молотъ, которымъ Зигфридъ куетъ свой мечъ, и наковальню соединяютъ съ полюсами динамомашины, такъ что при каждомъ ударе сыплется снопъ блестящихъ искръ. Священный Грааль появляется въ видѣ свѣтящагося кубка, что достигается весьма просто темъ, что въ стеклянный сосудъ шпешаютъ лампочку накаливанія. Что страшные обитатели волчьего оврага обязаны ужасомъ, внушаемымъ ими, въ значительной степени электрическому свѣту, объ этомъ даже не стоитъ говорить. Очень красиво свѣчение Ивановскихъ червячковъ, производимое при помощи маленькихъ калильныхъ лампочекъ, которыя зажигаются то тутъ то тамъ. Какъ видимъ, электрический токъ находитъ себе много примененій на театральной сценѣ, и отъ сообразительности режиссера зависитъ уметь имъ пользоваться для новыхъ и новыхъ эффектовъ.



288. Театральный рефлекторъ.

Объ освѣщеніи театровъ вне сцены говорить много нечего. Прежде всего надо имѣть возможность регулировать освѣщеніе всего зданія изъ центрального пункта, чтобы можно было по произволу и быстро производить во всехъ мѣстахъ яркое освѣщеніе или темноту. Надо сказать еще несколько словъ о запасномъ освѣщеніи; его следуетъ устраивать такъ, чтобы оно действовало независимо отъ установки главнаго освѣщенія; для этой цели въ некоторыхъ случаяхъ применяютъ аккумуляторы, токъ которыхъ питаетъ запасныя лампы независимо отъ тока машинъ.

При прокладкѣ проводовъ необходима самая большая тщательность. Поэтому берутъ очень хорошо изолированныя провода. Прежде ихъ прокладывали въ деревянныхъ рейкахъ, а теперь къ последнимъ относятся съ недоверіемъ въ виду возможности воспламененія, и потому предлагаютъ укрѣплять провода въ театрахъ открытыми на фарфоровыхъ роликахъ, чтобы сразу можно было замечать поврежденія, которыя могутъ привести къ воспламененію. Лампы накаливанія прикрываются проволочной сеткой или решеткой. Въ особенно опасныхъ въ отношеніи пожара мѣстахъ лампы снабжаютъ еще стекляннымъ колпакомъ.

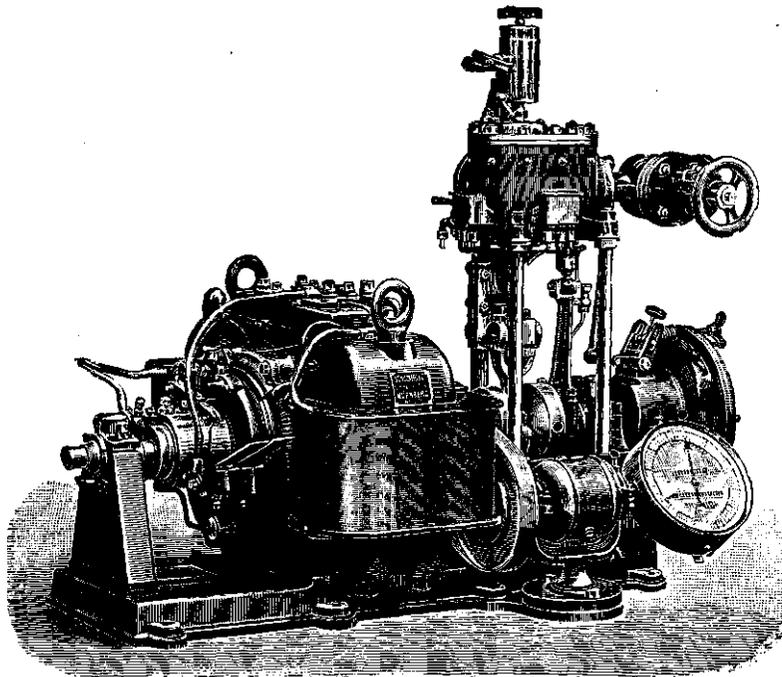
Электрический - " ^ етъ на судахъ. — Насудахъ также, какъ и въ театрахъ, въ интересахъ возможной безопасности установокъ освѣщенія.

Чему калильные лампы были прежде всего применены (). Для парусныхъ судовъ подобный способъ освѣщенія недостижимымъ желаніемъ; на пароходахъ же освѣщеніемъ не представляетъ затрудненій, ибо не угля и пара, который пойдетъ на освѣщеніе, не при громадныхъ производителяхъ пара на моряхъ: напримеръ для перехода изъ Гамбурга въ Нью-Йоркъ около 50000 марокъ (25000 руб.) — юкъ приходится удовлетворить особымъ требованиемъ мѣсте стоять вопросъ о мѣсте, такъ какъ

последнее на судахъ дорого, и приходится экономить всякий уголокъ. Вследствие этого электротехнику приходится устанавливать свои машины на очень ограниченной площади, а потому онъ беретъ въ этихъ случаяхъ быстроходные паровые двигатели, которые соединяются непосредственно съ динамомашинной или требуютъ только простой передачи ремнемъ. Теперь, когда имеются хорошия специально построенныя для освещенія судовъ пародинамо, отдають предпочтене первому устройству.

Подобная пародинамо типа компаундъ Шуккерта и К° изображена на рис. 289.

Провода следуетъ прокладывать особенно тщательно въ отяошении изоляцши, потому что иначе на изолирующую оболочку будутъ действовать вода и



289. Шродинамо для судового освещенія.

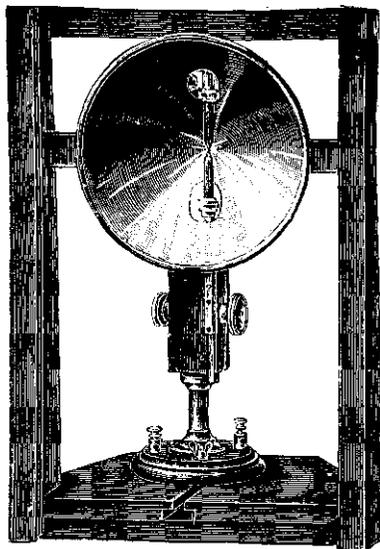
воздухъ и портитъ изолировку. Употребляютъ по большей части свинцовый кабель, который для предохраненія отъ механическихъ поврежденій прокладываютъ въ деревянныхъ рейкахъ. Если суда разделяются переборками на ящроницаемыя отделения, то кабели проводятъ чрезъ эти переборки въ набивочныхъ коробкахъ, которыя старательно делаютъ непроницаемыми. Въ некоторыхъ случаяхъ свиндоваго кабеля недостаточно, и тогда приходится брать кабель, покрытый броней изъ железной проволоки или ленты; это бываетъ въ такихъ случаяхъ, когда проводъ прокладываютъ открыто.

Очень часто, особенно прежде, за обратный проводъ для тока брали железный корпусъ судна и темъ выигрывали половиу провода. Но въ настоящее время этотъ способъ оставили и делаютъ особый хорошо изолированный обратный проводъ.

Изъ двухъ родовъ лампъ на судахъ употребляютъ по большей части лампы накаливанія. Дуговыя лампы весьма удобны для освещенія палубы, но оне обладаютъ темъ неприятнымъ свойствомъ, что ихъ лучи ослепляютъ управляющихъ встречными судами, а потому дуговыя лампы редко

клинковъ изъ нихъ выскакиваютъ искры, что производитъ совершенно необычайное адское впечатленье. Оперы Вагнера, о чемъ собственно говоря можно было бы и не упоминать, представляютъ богатое поле для применения электрическаго тока. Такъ например, молотъ, которымъ Зигфридъ куетъ своя мечъ, и наковальню соединяютъ съ полюсами динамомашины, такъ что при каждомъ ударе сыплется снопъ блестящихъ искръ. Священный Граальъ появляется въ видѣ свѣтящагося кубка, что достигается весьма просто темъ, что въ стеклянный сосудъ помещаютъ лампочку накаливанья. Что страшные обитатели волчьего оврага обязаны ужасомъ, внушаемымъ ими, въ значительной степени электрическому свѣту, объ этомъ даже не стоитъ говорить. Очень красиво свѣчение Ивановскихъ червячковъ, производимое при помощи маленькихъ калильныхъ лампочекъ, которыя зажигаются то тутъ то тамъ. Какъ видимъ, электрический токъ находитъ себе много применений на театральной сценѣ, и отъ сообразительности режиссера зависитъ уметь имъ

пользоваться для новыхъ и новыхъ эффектовъ.



288. Театральный рефлекторъ.

Объ освещенн театровъ вне сцены говорить много нечего. Прежде всего надо имѣть возможность регулировать освѣщенн всего зданья изъ центрального пункта, чтобы можно было по произволу и быстро производить во всехъ мѣстахъ яркое освѣщенн или темноту. Надо сказать еще несколько словъ о запасномъ освѣщенн; его следуетъ устраивать такъ, чтобы оно действовало независимо отъ установки главнаго освѣщенн; для этой цели въ некоторыхъ случаяхъ применяютъ аккумуляторы, токъ которыхъ питаетъ запасныя лампы независимо отъ тока машинъ.

При прокладкѣ проводовъ необходима самая большая тщательность. Поэтому берутъ очень хорошо изолированные провода. Прежде ихъ прокладывали въ деревянныхъ рейкахъ, а теперь къ последнимъ относятся съ подозрениемъ въ виду возможности воспламенення, и потому предлагаютъ укре-

плять провода въ театрахъ открытыми на фарфоровыхъ роликахъ, чтобы сразу можно было замечать повреждення, которыя могутъ повести къ воспламененню. Лампы накаливанья прикрываются проволочной сеткой или решеткой. Въ особенно опасныхъ въ отношенн пожара мѣстахъ лампы снабжаютъ еще стекляннымъ колпакомъ.

Электрический свѣтъ на судахъ. — На судахъ такъ же, какъ и въ театрахъ, надо заботиться о возможной безопасности установокъ освѣщенн.

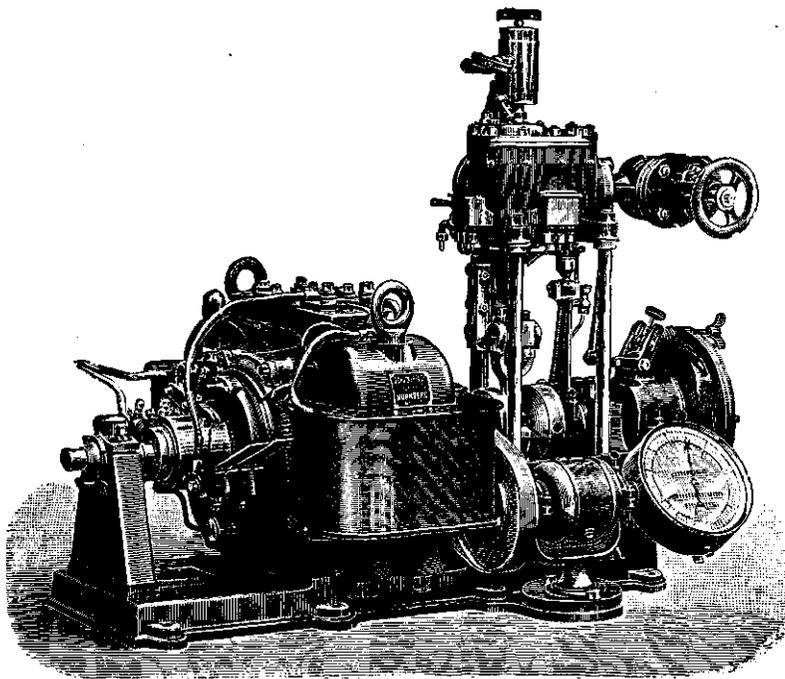
Это объясняетъ, почему калильные лампы были прежде всего применены на пароходе (ср. стр. 161). Для парусныхъ судовъ подобный способъ освѣщенн является пока лишь недостижимымъ желаниемъ; на пароходахъ же пользование электрическимъ освѣщенн не представляетъ затруднений, ибо тотъ излишекъ въ расходе угля и пара, который пойдетъ на освѣщенн, не имѣетъ никакого значення при громадныхъ производителяхъ пара на морскихъ судахъ, которые, напримеръ для перехода изъ Гамбурга въ Нью-Йоркъ, сжигаютъ угля на сумму около 50000 марокъ (25000 руб.).

Для судовыхъ установокъ приходится удовлетворить особымъ требованьямъ, изъ которыхъ на первомъ мѣсте стоитъ вопросъ о мѣсте, такъ какъ

последнее на судахъ дорого, и приходится эишномить всякий уголокъ. Вследствие этого электротехнику приходится устанавливать свои машины на очень ограниченной площади, а потому онъ беретъ въ этихъ случаяхъ быстроходные паровые двигатели, которые соединяются непосредственно съ динамомашинной или требуютъ только простой передачи режнемъ. Теперь, когда имеются хорошия специально построенныя для есвещения судовъ пародинамо, отдають предпочтение первому устройству.

Подобная пародинамо типа компаундъ Шуккерта и К° изображена на рис. 289.

Провода следуетъ прокладывать особенно тщательно въ отношении изоляцши, потому что иначе на изолирующую оболочку будутъ действовать вода и



289. Пародинамо для судового есвещения.

воздухъ и портить изолировку. Употребляють по большей части свинцовый кабель, который для предохранения отъ механкческихъ повреждений прокладываютъ въ деревянныхъ рейкахъ. Если суда разделяють переборками на непроницаемыя отделения, то кабели проводятъ чрезъ эти переборки въ набивочныхъ коробкахъ, которыя старательно делаютъ непроницаемыми. Въ некоторыхъ случаяхъ свинцоваго кабеля недостаточно, и тогда приходится брать кабель, покрытый броней изъ железной проволоки или ленты; это бываетъ въ такихъ случаяхъ, когда проводъ прокладываютъ открыто.

Очень часто, особенно прежде, за обратный проводъ для тока брали железный корпусъ судна и темъ выигрывали половишу провода. Но въ настоящее время этотъ способъ оставили и делаютъ особый хорошо изолированный обратный проводъ.

Изъ двухъ родовъ лампъ яа судахъ употребляютъ по большей части ламиии накаливания. Дуговыя лампы весьма удобны для есвещения палубы, но оне обладаютъ темъ неприятымъ свойствомъ, что ихъ лучи ослепляютъ управляющихъ встречными судами, а потому дуговыя лампы редко

употребляются на судах. Оне часто применяются для почных работ при иагрузке и разгрузке судов, при приемке угля и ир. Для внутрешного освещення примеваются главным образом лампы накаливания, хотя въ салонахъ иногда устанавливаются особыя дуговая лампы. Каюты ИИассажировъ снабжаются лампами накаливания, которыя горять всю ночь. Для грузового трюма присиюобляютъ иереносныя лампы. Электрический светъ применяется также для мачтовыхъ и отличительныхъ огией; это представляеть то преимущество, что лашы можно зажигать съ палубы. Следуетъ упомянуть также о применении лампъ накаливания для оптическихъ сигнальныхъ ашиаратовъ, каигио употребляютъ на воопныхъ судахъ и служатъ для передачки сигналовъ и известий во время Иючи. Такие аппараты состоятъ изъ несколькихъ лампъ, расположенныхъ въ поднимаемомъ на мачту фонаре, иричемъ ихъ можно по желанию зажигать по одной или группами при помощи стоящаго на палубе коммутатора. Различныя комбинации, въ какихъ можно зажигать лампы, даютъ возможность подавать рядъ условныхъ знаковъ и такимъ образомъ вести переговоры между судамн. Коммутаторъ позволяетъ



290. Освещение прожекторомъ.

безъ перерыва, потому что часть лампъ не гасится въ продолженіи всего рейса парохода. Поэтому установки на болынихъ пароходахъ сииабжаются запасными машинами, чтобы деиствие устанювки не останавливалось вследствие порчи одной машины.

Затимъ на воениныхъ судахъ электрический светъ применяется еще въ прожекторахъ, которые служатъ для освещения береговъ и приближающихся неприятельскихъ судовъ, а также для своевременнаго обнаруживанія мшюносцевъ, подкрадываюищихся подъ прикрытиемъ ночной темноты. Въ сущности прожекторъ представляеть собою сильную дуговую лампу, лучи которой собираются въ ослепительный пучекъ света при помощи вогютаго зеркала или оптического стекла. Рис. 290, на которомъ показано такое освещение на реке, даетъ возможность составить попятіе объ этомъ примененин электрическаго света.

Впервые были ИИрименены такие прожекторы на судахъ во время междуусобной американской войны; тогда въ качестве генераторовъ тока имелись въ расноряженіи тольно гальваиическия батареи, но вскоре затемъ Июявились магнитоэлектрическая и динамоэлектрическая машины, что значительно облегчило подзovanje приборомъ. Теперъ такимъ аппаратомъ снабжается каждое воезное судно; на рис. 291 изображенъ одинъ изъ прожекторовъ фирмы Шуккерта и К°, которые пользуются жвестностью, какъ весьма

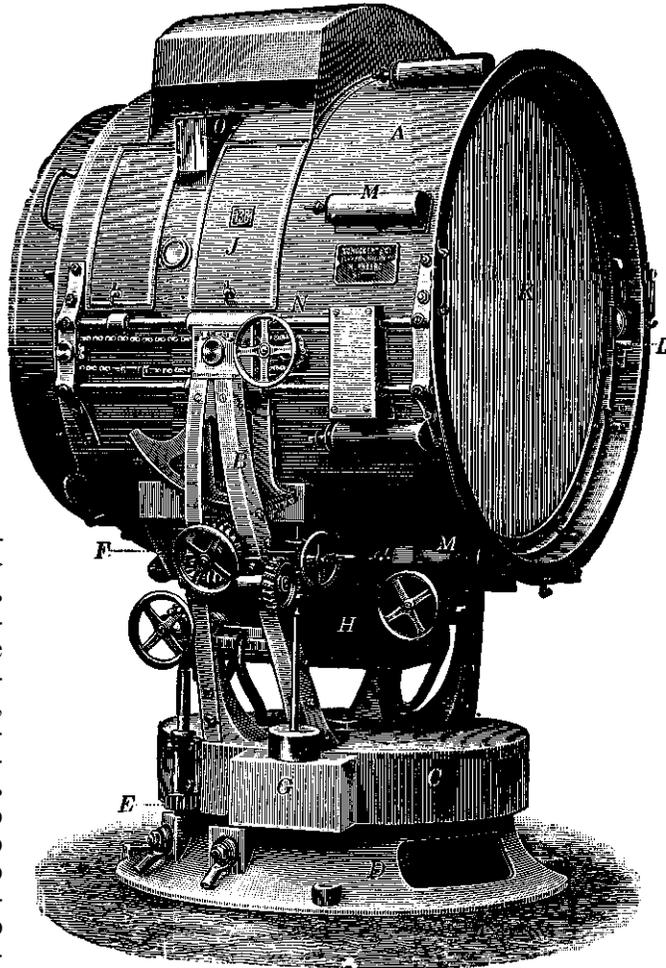
производить быструю церемепу сигналовъ, такъ что и длшшыя депеши можно передавать въ сравнительно тсороткое время. ИИытались применить для такой телеграфии и дуговая лампы. Если направить вверхъ светъ большой лампы съ рефлекторомъ, то резко очерченныя на ночномъ нсбе лучи лампы можно видеть съ болыихъ разстояній. Делая ИИ)]и ПОЖОИЦИ надлежащаго экрана короткия и длинныя вспышки такими лучамп, можно подавать сигналы по азбуке Морзе и таишмъ способомъ прсдавать депеши за несколько версть. Действие установокъ для освещення с довь Тр ДНО тЕмь, что оно должно продолжаться день и ночь

хорошие приборы. Множество принадлежностей, какими снабжены эти приборы, служат главному образом для управления лампой и направления пучка света в желаемую сторону. Электрическая часть прожектора довольно проста, так как угли передвигаются не автоматическим регулятором, а вручную помощью маховика *N*. Через опускающую крышку *A* можно видеть внутреннее устройство фонаря *A*. Для передвижения прожектора служит колесо *E*, вращающее аппарат в горизонтальной плоскости, тогда как

помощью колеса *F* производятся перемещения его в вертикальной плоскости. Перед фонарем расположен род жалюзи, которое может закрывать выход для световых лучей. Если мы желаем заставить лучи светить или гасить их, то для этого не нужно выключать лампу; последняя горит непрерывно, лучи же пропускаются сквозь шпирмочки, которые для гашения лучей закрываются.

Прожекторы получили и мирное применение на Суэцком канале, где суда проходят и в ночное время, если они снабжены прожекторами, благодаря чему время перехода уменьшается с 60 часов при исключительно дневном плавании до 24—30 часов, а это дает большую экономию для крупного судна, так как плата за проход канала берется по продолжительности перехода.

Для таких судов, на которых не имеется своей собственной установки с прожектором, можно брать на время перехода, на прокат, так сказать, особаго рода переносныя установки, состоящая из парового двигателя и динамомашины, непосредственно соединенных между собой и установленных на общем фундаменте, рис. 292. На носу у судна подвешивается корзинка с прожектором и человеком для управления им, рис. 293, причем устраивается телефонное сообщение между этой корзинкой и капитанским мостиком, чтобы капитан судна мог указывать, куда следует направлять свет прожектора.

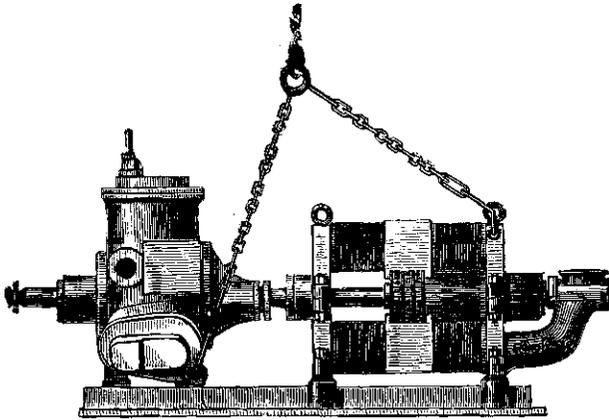


291. Прожектор Шуккерта.

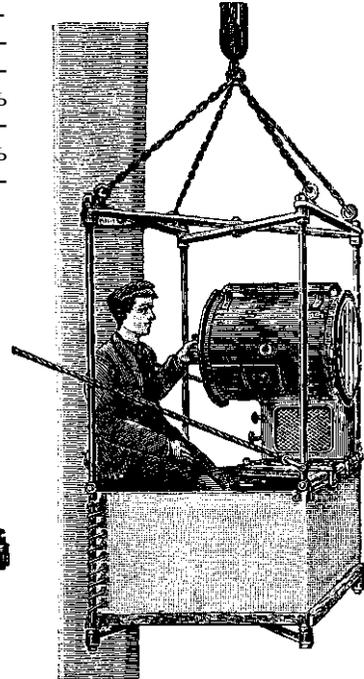
Предприниматель взимает за каждый переход около 100 руб., цена незначительная сравнительно с достигаемой экономией, для предпринимателя же очищается значительный барыш. На рис. 294 изображен корабль в ночное время, бросающий вперед себя сноп света для освещения моря.

К этому применению электрического света можно отнести также его применение на маяках. Огромная сила света вольтовой дуги делает ее весьма подходящей для такого применения, так как для маяков важно, чтобы их свет можно было видеть на возможно большом расстоянии. Что может доставить в этом отношении электрический свет, это можно видеть из того факта, что свет Густольм-

292. Переносная пародинамо для ночных переходов



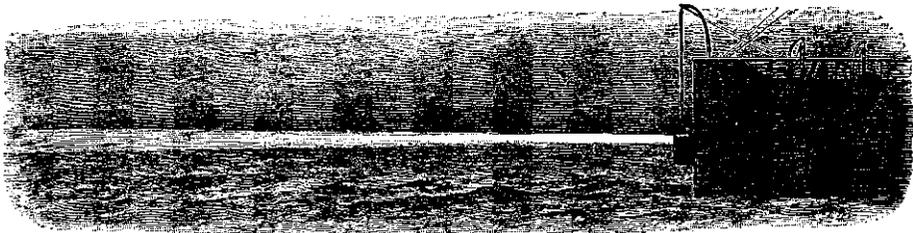
по Суэцкому каналу.



293. Корзина с прожектором на носу корабля.

ского маяка, снабженного теперь электрическим освещением, можно видеть ИИри ясной погоде на расстоянии 35 английских миль.

Применение электрического света на маяках представляет то затруднение, что приходится управлять установкой для получения тока, вследствие чего управление маяком делается гораздо сложнее, чем при масляных



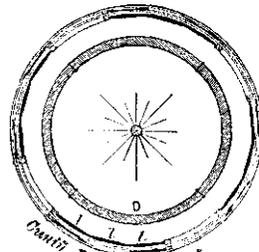
294. Пароходъ въ ночномъ пути по Суэцкому каналу.

лампахъ. Въ другихъ отношеияхъ преимущества электрического света столь значительны, что английское правительство снабдило имъ уже много своихъ маяковъ, после того какъ специальная комиссия выяснила превосходство электрического освещения надъ другими способами освещения, применяемыми на маякахъ. Чтобы дать понятие объ устройстве такого электрического маяка,

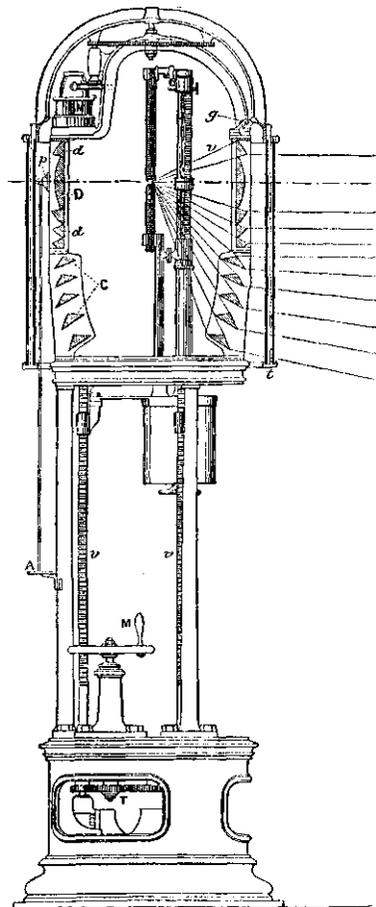
опишемъ здесь вкратце установку маяка мыса св. Екатерины на острове Вайте. Электрическое освещение ввели тамъ въ 1888 г., лучи света выпускаются каждыя две минуты въ продолжение пяти секундъ. Для этой цели лампа помещается въ цилиндрическомъ стеклянномъ футляре, составленномъ изъ френелевскихъ оптическихъ стеколъ и медленно поворачивающемся около лампы, делая полный кругъ въ 32 минуты. Стекло 16; имъ светъ собирается въ столько же пучковъ лучей, образуя исполинский венецъ изъ 16 светящихся спицъ; при вращении системы стекло въ каждую точку моря попадаетъ светъ каждыя две минуты, пропадаетъ въ данной точке чрезъ 5 секундъ.

Около маяка расположено машинное здание, въ которомъ установлены три паровыя машины по 30 лош. силъ; две изъ нихъ служатъ для приведения въ действие двухъ генераторовъ тока. Последние не динамошны, а магнитоэлектрическия машины, которымъ отдають предгочтеиие для освещения маяковъ, несмотря на ихъ более высокую цену, такъ какъ оне считаются более надежными. Для действия дуговой лампы достаточно одной машины, а вторая служить запасной, такъ какъ каждую часть установки надо для надежности действия иметь въ двойномъ числе. Электрическая лампа представляетъ собою регуляторъ съ часовымъ механизмомъ, угли у нея въ 60 мм. диаметромъ, доставляющие силу света въ 60 000 свечей. Понятно, что къ такой лампе предъявляются строгия требованя какъ относительно устойчивости света, такъ и относительно поддерживаня вольтовой дуги на постоянной высоте, а потому она должна быть проектирована превосходно и принадлежить несомненно къ самымъ дорогимъ лампамъ.

Чтобъ показать читателю, какъ устроиваются фонари этихъ электрическихъ маяковъ, мы приводимъ на рис. 295 и 296 изображение фонаря башни Эйфеля. Въ середине СТОЕТЪ дуговая лампа, заииноченная въ футляръ, составленный изъ оптическихъ стеколъ Френеля, которыя собирають светъ лампы въ светящийся поясъ. Около футляра изъ стеколъ вращается барабанъ *l*, служащий для перемены цвета; для этой цели каждая его четверть снабжена тремя собирательными стеклами, а позади ихъ сделано широкое отверстие; передъ первой линзой вставлено синее стекло, передъ средней — белое и передъ тре-



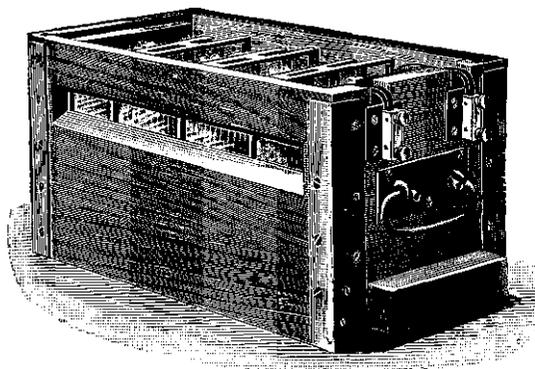
295. Приспособления для образования цветныхъ пучковъ света.



296. Фонарь Эйфелевой башни.

тьей—красное. Варабанъ вращается маленькимъ электродвигателемъ *M*, расположеннымъ въ верхней части фонаря, и темъ производитъ перемену цвета, заставляя появляться попеременно сначала синий, потомъ белый и затемъ красный светъ (французскіе національные цвета), после чего огонь маяка остается некоторое время безъ перемены, а потомъ опять следуютъ перемены цветовъ въ томъ же порядкѣ. Для точной установки вольтовой дуги въ фокусе служить механизмъ съ винтами, зубчатыми колесами *T* и рукояткой *M*. Должна была представлять собою электрический маякъ и статуя Свободы, которую Франция подарила Соединеннымъ Штатамъ для нью-иоркской гавани; голову статуи окружалъ венецъ изъ лучей, образуемыхъ электрической лампой. Противъ такого освещенія возстали мореплаватели, потому что оно ослепляло ихъ, а потому освещеніе прекратили.

Электрическое освещеніе железнодорожныхъ поездовъ. — Уже довольно давно стали делать попытки освещать электричествомъ железнодорожные поезда, но это представляетъ некоторыя затрудненія. Повидимому, довольно просто установить динамомашину въ багажномъ вагонѣ



297. Батарея изъ 4 аккумуляторовъ Безе и К°. встречаются затрудненія, происходящія отъ разницы между

напряженіями для заряженія и для разряженія аккумуляторовъ, а потому не остается ничего больше, какъ заряжать аккумуляторы днемъ, чтобы затѣмъ, ночью они могли питать лампы безъ помощи динамомашинъ, или применять двойныя батареи, одна изъ которыхъ заряжается, а другая питаетъ лампы и заменяется первой, когда израсходуется ея зарядъ.

Эти аккумуляторы можно ставить, какъ общую батарею, въ томъ вагонѣ, где находится динамомашина. Въ этомъ случаѣ значительно упрощается присмотръ за аккумуляторами, но если поездъ расцепляется, то въ вагонѣ, отделяемомъ отъ батареи, гаснутъ все лампы; этимъ неудобствомъ страдаютъ также все те установки, въ которыхъ динамомашина приводится въ дѣйствіе особой паровой машиной. Итакъ, какъ видимъ, при освещеніи поездовъ приходится отказаться отъ простоты и ради надежности дѣйствія снабжать каждый вагонъ особой батареей.

Такое устройство было принято въ половинѣ восьмидесятыхъ годовъ машиннымъ заводомъ „Есслингъ" для местнаго поезда между Галлемъ и Штуттгартонъ и испытывалось довольно долгое время. Каждый вагонъ былъ снабженъ двумя батареями, изъ которыхъ одна питалась отъ динамомашинъ, установленной въ багажномъ вагонѣ и получавшей свое движенье отъ оси вагона, тогда какъ другая снабжала токомъ лампы названнаго вагона. Такъ какъ наврженіе динамомашинъ изменялось съ измененіемъ скорости движенья, то былъ устанавливаемъ самодействующій регуляторъ напряженія, поддерживавшій напряженіе у зажимовъ на постоянной высотѣ.



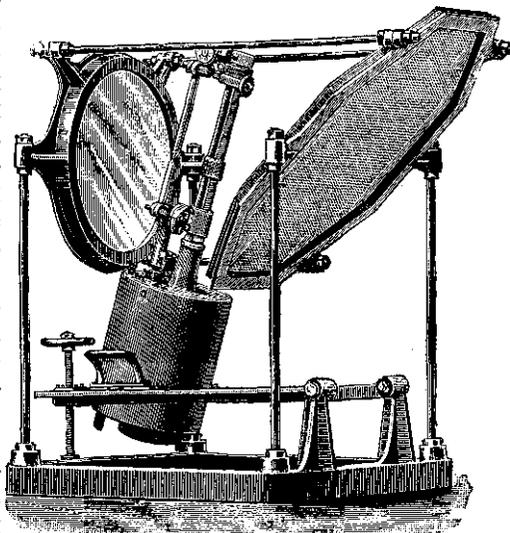
298. Станция для заряжения батарей почтовых вагоновъ.

тающая масса можетъ разрыхляться и разсыпаться отъ последовательныхъ зарядовъ и разрядовъ.

Почтовое управление остановило свои выборы, после соответствующихъ испытаній надъ имевшимися типами аккумуляторовъ, на аккумуляторахъ „Аккумуляторныхъ и электрическихъ заводовъ бывшихъ В. А. Бэзе и К^о“ въ Берлине, которые уже применялись раньше для телеграфа, и снабдило для опыта несколько вагоновъ батареями этого завода. Такъ какъ результаты опыта оказались во всехъ отношеніяхъ удовлетворительными, то управление Южты стало мало-по-малу увеличивать число электрически освещаемыхъ почтовыхъ вагоновъ, такъ что къ Пасхе 1899 года изъ 1900 вагоновъ 1400 уже освещались электричествомъ, причѣмъ во всехъ случаяхъ пользовались аккумуляторами упомянутой фирмы.

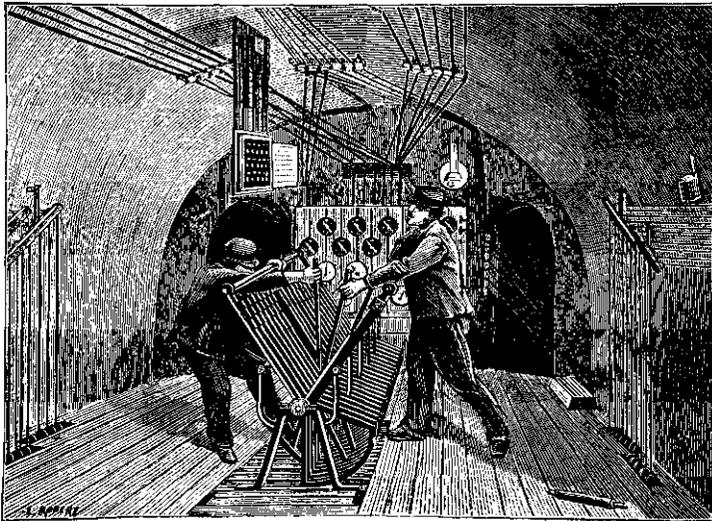
Сказанный аккумуляторъ, кроме отличія въ пластинахъ, принципиально ничѣмъ не отличается отъ описанныхъ выше типовъ, и изготовленіе его сходно съ другими видами, отличаясь лишь некоторыми частностями. Порошокъ окиси свинца насыщается растворомъ отбросовъ, получаемыхъ при дистилляціи дегтя, въ безизине или алкоhole (какъ описано въ патенте на привилегію Бэзе) и полученно пластичное тесто вдавливаются въ узкія рамки. Полученныя таишмъ образомъ пластины высушиваются, затемъ опускаются въ разведенную серную кислоту, где оне твердеютъ, после чего оне готовы къ формировке.

Мы встречаемся съ небольшими отступленіями въ ящикахъ, отъ которыхъ требуется небольшою вѣсѣ, незначительность занимаемаго ими места и прочностъ. Эти ящики изготовляются изъ тонкихъ целлулоидныхъ пластинокъ, изъ которыхъ можно очень просто собрать легкіе и надежные ящики. Плотнo пригнанная крышка заишраетъ напольенный пластидками ящикъ; въ крышке имеется еще маленькіе, запираемое пробкою отверстие для вливанія и подливанія разбавленной кислоты. Четыре такихъ элемента образуютъ батарею, заключаемую въ деревянный ящикъ (фиг. 297). Ящикъ закрывается крышкой, снабженной зашмами и ручками. Вѣсъ такого ящнка съ четырьмя элементами достигаетъ 40 Ишл.; четыре ящнка, следовательно 16 элементовъ, необходимы для вагона; общій ихъ вѣсъ достигаетъ 160 кил. Мощностъ батареи достигаетъ 130 амперъ-часовъ, при средней силе заряднаго и разряднаго тока въ 6 амперъ. Применяемая лампочка расходуетъ 0,66 ампера при 30 вольтахъ напряженія и даетъ силу света въ 12 Н. С.; поэтому батарея даетъ въ общемъ 200 часовъ горенія. Почтовые вагоны снабжены одинадцатью лампами, изъ которыхъ всегда горитъ лишь часть, такъ что заряда батареи хватаетъ для поездки туда и обратно. Относительно расходовъ въ одномъ изъ отчетовъ управленія говорится, что, при электрическомъ освещеніи, часть горенія лампочки обходится дешевле, чѣмъ при освещеніи газомъ. Это представляетъ уже преимущество, но даже при одинаковыхъ затратахъ неоспоримое превосходство освещенія должно дать перевѣсъ электричеству поредъ газомъ.



302. Дуговая лампа съ зеркальншъ отражателемъ.

Для заряженія батарей иочтовыхъ вагоновъ управление почтой устроило въ 25 городахъ (а именно: въ Берлине, Франкфурте-на-Майне, Магдебурге, Гамбургѣ, Диртау, Метце, Галле, Дрездене, Хемнитце, Страсбургѣ, Кенигсбергѣ, Лейпцигѣ, Бреславлѣ, Гаишовере, Кёльне-на-Рейне, Эйзенахе, Карлсруэ, Мангейме и т. д.) станции для заряженія, которыя состоятъ изъ источниковъ тока и приспособленій для заряженія. Последнія изображены на фиг. 298. Простота и практичность устройства очевидны. Въ каждое отделение полки съ четырьмя расположенными другъ надъ другомъ помещениями входятъ какъ разъ четыре батареи въ 4 элемента, т.-е. батарея для одного вагона; для каждаго двухъ батарей имется заряжающая цепь, въ которую оне включены последовательно. Каждая такая цепь снабжена измерителемъ тока, что позволяетъ наблюдать за силой тока и регулировать ее при помощи включеишаго въ ту же цепь рсостата. Общий измеритель ИИапряженія можетъ быть соединенъ съ любой батареей помощью переключача-



иоз. Переключатель цветныхъ стеклъ.

теля, благодаря чему легко определяется напряженіе у зажимовъ каждой батареи.

Заряженіе вполне израсходовавшей свою энергію батареи длится около 20 — 22 часовъ; большею же частью батареи доставляются яа станцію липишь отчасти разряженными, такъ что для заряженія оказывается достаточно 10 — 16 часовъ.

Светящиеся фонтаны. — Въ последнее время электрический свѣтъ получилъ одно оригинальное и удивительно красивое применение, которое заслуживаетъ здѣсь упоминанія: мы подразумеваемъ светящиеся фонтаны, которыя представляютъ действительно чудное зрелище, когда струи воды преобразуются на глазахъ зрителей въ струи свѣта. Этого эффекта достигаютъ освещеніемъ водяныхъ струй изнутри, отчего оне не отражаютъ падающаго на нихъ извне лучей свѣта, какъ при обыкновенномъ освещеніи, а изъ нихъ исходитъ свѣтъ, и они кажутся самосветящимися. Средства, применяемая для достиженія этого эффекта, интересны не менее самаго эффекта, а такъ какъ последний нельзя передать рисунками даже приблизительно, то мы ограничимся краткимъ описаніемъ устройства этихъ светящихся фонтановъ.

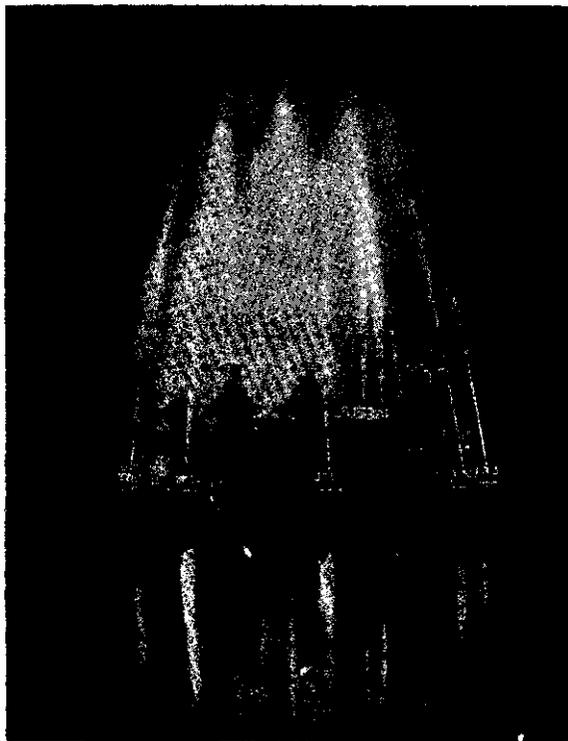
ИИропускать снопъ свѣта внутри водяной струи придумалъ еще 50 лѣтъ

тому назад Ко ладонъ, женеvский физикъ, который указаль, что снопъ света, пропущенный по оси выходящей горизонтально струи воды, почтл весь остается внутри последней и выходитъ только тамъ, где струя расширяается на каигли. Какъ представлено схематически на рис. 299, струя выходитъ горизонтально из сопла, въ которомъ вставлено второе сопло, образующее свободное пространство для выхода света. Пучокъ света, сконцентрированный линзой и зеркаломъ, входитъ въ струю воды по оси; такъ какъ последняя подь действиемъ тяжести изгибается по кривой линии, то пучокъ света скоро доходить до наружной поверхности струи, которая однако его не пропускаетъ наружу, а отражаетъ, какъ зеркало; онъ отбрасывается опять въ струю воды и не можетъ выйти изъ нея и въ другихъ местахъ, такъ какъ везде испытываетъ Иудобное же отражение. Онъ находитъ себе выходъ только тамъ, где струя теряетъ свою непрерывность, и это место делается светящимся. Но отражение световыхъ лучей отъ поверхности струи не бываетъ полнымъ; часть света выходитъ изъ струи при каждомъ отражении и, если источникъ света достаточно силенъ, то вследствие такого выхода лучей света струя воды кажется светящейся или, вернее сказать, самосветящейся, такъ какъ мы яе видимъ источника света. Если струя воды поднимается вертикально вверхъ, то въ ней можно достигъ подобныхъ же эффектовъ.

На этомъ и основаны светящиеся фонтаны, которые применялись уже давно въ парижскихъ и другихъ театрахъ, а въ болыпомъ масштабе были устроены въ первый разъ англичаниномъ

Галлове емъ; въ грандиозномъ размере они экспонировались на Парижской выставке 1889 г. Для этой цели устроены были два болынихъ бассейна съ однимъ соединительнымъ бассейномъ, изъ которыхъ одинъ воспринималъ верхнюю болышую группу ключей, а другой—фонтанъ, состоящип изъ несколькихъ вертикальныхъ струй; въ соединительномъ бассейне находился водопадъ, переводившй воду изъ верхшиго бассейна въ нижний. Всего было 33 вертикальныхъ фонтана и 14 вытекающихъ горизонтально ключей съ 300 соплами.

Чтобы составить понятие о томъ, какъ друпускается светъ чрезъ водяныя струи, на рис. 300 ИИ 301 приведены схемы устройства, на порвомъ для горизонтальныхъ струй, а на второмъ для вертикальныхъ. Изъ первой схемы впдимъ, что извергающй воду дельфинъ сделанъ пустымъ, и его нижняя часть сообщается отверстиемъ съ подваломъ, устроеннымъ подь бассейномъ. Здесь внизу стоитъ дуговая лампа, лучи которой отбрасываются параболн-



304. Светящиеся фонтаны.

ческимъ зеркаломъ въ тело дельфина, а вторымъ зеркаломъ отражаются въ соило водяной струи. Между двумя зеркалами расположено особое приспособление, служащее для вдвигания на пути пучка света разноцветныхъ •стеколь.

Совершенно таково же устройство для освещенія вертлшгьныхъ струй. Здесь имеется опять дуговая лампа, светъ которой сначала падаетъ на вогнутое зеркало и отражается отъ него на наклонно расположенное плоское зеркало, отбрасывающее его кверху въ венець водяныхъ струй. Здесь также расположены разноцветныя стекла, которыя, какъ и въ первомъ случае, можно по лселанію помещать на пути светового пучка.

Для большей ясности мы даемъ еще на фиг. 302 изображение дуговой лампы съ зеркальнымъ отражателемъ.

Для передвиженія цветныхъ стеколь применяется переключатель, подобный известнымъ механизмамъ центральныхъ стрелокъ.

На фиг. 303 показаны устройство этого аппарата и обращеніе съ нимъ.

Вблизи фонтановъ былъ устроенъ небольшой киоскъ для наблюденія, изъ котораго по телеграфу сообщали приказанія служащимъ о перемене цветовъ (фиг. 304).

Техническая применения тепловых действий тока.

Электрическое отопление. Применение накаливания токомъ.

Электрическое воспламенение минъ. Электрическая спайка и сваривание. Плавление токомъ.



Иобывание свѣта, которое мы разсмотрели въ предыдущей главѣ, представляет собою такое тепловое действие тока, которое получило самое широкое распространение; остальные применения этого действия далеко уступаютъ первому но потому, чтобы ихъ было труднее производить въ техническомъ отношении или пользоваться ими, а по очень простой, но важной причине: добываемая электричесишмъ путемъ теплота обходится слишкомъ дорого.

Однако въ послѣднее время выясняется нечто новое. Хотя теплота, добываемая электрическимъ путемъ, сама обходится много дороже теплоты, получаемой непосредственнымъ сожиганиемъ угля, за то въ первомъ случае, пользуясь полученной теплотой для тоии или другой цели, мы въ состоянии полнее ее эксплуатировать съ пользой, чѣмъ во второмъ случае. Разсчитать ИИоказываетъ, что въ некоторыхъ случаяхъ потери теиила при непосредствен-

номъ вагреваии горящимъ углемъ такъ велики, что это нагревание углемъ можетъ обойтись дороже нагревания токомъ. Впрочемъ справедливость подобныхъ заключений окончательно можетъ быть выяснена лишь опытнымъ путемъ; опыты же въ этомъ направлении въ ястоющее время предприняты, но еще не закончены. Изъ того, что уже сделано до настоящаго времени, какъ-будто вытекаетъ, что электричество не можетъ конкурировать съ огнемъ въ техъ случаяхъ, когда дело идетъ о получении невысокой температуры, какъ напр. при отоплении; но при получении очень высокихъ томпературъ потери тепла, при нагревании огнемъ, настолько значительны, что воирось о томъ, не будетъ ли электрическое нагревание обходиться дешевле, является вопросомъ уместнымъ и очень сорьезнымъ.

Такъ напримеръ, по новейшимъ измерениямъ оказывается, что для того, чтобы накалить железный стержень въ кузнечномъ горне, приходится развить почти въ сто разъ большее количество тедла, чѣмъ то необходимо для самаго накаливания стержня. Девяносто девять процентовъ тепловии энергии, но сообщающихся стержню, теряются въ дымовыхъ газахъ черезъ лучеиспускание и черезъ отдачу теилоты стенками очага.

При элетстрическомъ накаливании наоборотъ восемьдесятъ процентовъ доставляемой динамомашиной электрической энергии проявляются въ стержне въ виде теплоты. Если пользоваться очень хорошо выполненными механпз-мами, напр. хорошей пародинамой, то въ железномъ стержне можно развить электрическимъ путемъ отъ шести до семи процентовъ той теплоты, которая освобождается при сгорании угля подъ паровымъ котломъ, т.-е. круглымъ числомъ въ шесть разъ большае, чемъ при непосредственномъ нагреванн темъ же углемъ; это говоритъ въ пользу электрическаго накаливания. За то для электрическаго накаливания необходимо устройство обширной и дорогой станции для добывания тока, тогда какъ при накаливании пламенемъ мы ограничиваемся устройствомъ дешеваго очага, который къ тому же можно удобно перемешать.

Если бы намъ удалось преобразовать энергию каменнаго угля непосредственно въ электрическую, то само собою разумеется, что электрическое накаливание сделалось бы значительно выгоднее.



305. Электрический нагреватель для комнатъ и вагоновъ.

Оставляя въ стороне экономическую точку зрения, во многихъ случаяхъ приходится принимать во вниманіе лишь надежность, применимость и степень каления. Эта-то точка зрения и будетъ для насъ решающей въ последующемъ изложении.

Электрическое отопление.

Нагревание токомъ достигается очень просто, такъ какъ токъ нагреваетъ каждый проводникъ, по которолу оитъ проходить. Количество тепла, выделяемаго въ проводнике, зависитъ отъ его сопротивленія и отъ силы проходящаго чрезъ него тока, а потому мы имеемъ возможность получить не только какую угодно температуру, но и какое угодно сосредоточение тепловаго действия. Катъ было уже объяснено раньше, для этого необходимо ТОЛЬКО подбирать какъ следуетъ сопротивление проводника и поперечное его сеченіе. Такимъ образомъ, теоретически говоря, можно въ очень маломъ пространстве развивать какое угодно количество теплоты, а ниже мы увидимъ, что это достижимо и на практике.

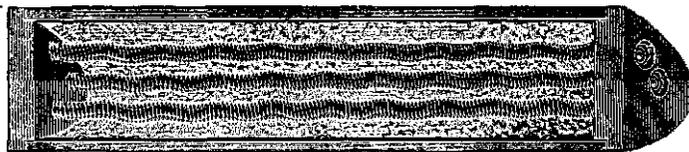
Если дело идетъ объ отопленіи, то нетъ надобности повышать температуру нагревателя очень высоко, потому что отопление на нашемъ разговорномъ языкѣ обозначаетъ нагревание до сравнительно невысокой температуры, все равно, надо ли оно для защиты отъ холода или для кулинарныхъ операций. Поэтому подъ электрическимъ отопленіемъ мы будемъ подразумевать все те нагреванія, которыя не переходятъ за 200°Ц.

У нагревателя должно быть определенное сопротивление, и кроме того онъ долженъ быть по возможности небольшихъ размеровъ. Для получения тре-

буемаго нагревания намъ надо только расположить на надлежащемъ месте проводникъ еоответствующаго сопротивленія. Смотра по обстоятельствамъ, нагревателю придають различныя формы; чтобы познаться съ ними, мы опишемъ вкратце устроиваемые для этой цели приборы.

Мы начнемъ съ электрическихъ комнатныхъ отопителей, которыми могутъ пользоваться конечно только очень богатые люди. Для простой комнаты около 6 метровъ длиной, 5 м. шириной и 4 м. вышиной, при нагревании до 20° Ц. и при наружной темпоратуре въ 10° приходится доставлять въ среднемъ 60 калорий въ минуту, т.-е. такое количество теплоты, которое нагреваетъ 60 литровъ воды отъ 0° до 1° Ц. Чтобы доставлять столько теплоты токомъ, при наибслее употребительномъ напряжении въ 100 вольтъ, пришлось бы расходовать токъ въ 40 амперъ, который могъ бы питать около 80 16-свечевыхъ лампъ накаливаия. Этими 80 лампами можно одновременно пользоваться какъ грелками для отопления, такъ какъ развивающаяся въ нихъ теплота идетъ безъ потери въ комнату; при такомъ роскошномъ освещении получается въ качестве дароваго побочнаго продукта необходимое нагревание. Итакъ, отопление посредствомъ тока очень дорого, а въ России при сильныхъ зимнихъ холодахъ оно совершенно немислимо. Несмотря на то, много разъ пытались дать ему практи-

ческое применение, причемъ первыя попытки, а также и первыя приороры для этого появились въ Европе. Въ Америке предлагали отоплять посредствомъ тока вагоны электрическихъ железныхъ дорогъ; подобныя же предложения делали во Франци и другихъ странахъ для отопления железнодорожныхъ купэ.



306. Внутреннее устройство нагревателя.

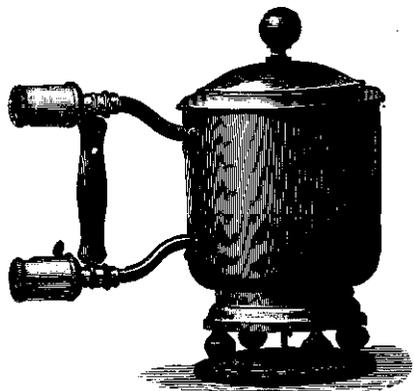
Чтобы познаться съ конструкцией подобныхъ отопительныхъ приборовъ, мы даемъ на фиг. 305 наружный видъ отопителя для вагоновъ. Внутри его расположенъ рядъ проволочныхъ спиралией, по которымъ токъ проходитъ последовательно и нагреваетъ ихъ. На фиг. 306 мы даемъ изображение внутренняго устройства простаго нагревателя. На крепкий асбестовый шнуръ надевается проволочная спираль, по которой проходитъ токъ. Въ качестве материала для проволоки пользуются здесь металлическими сплавами большаго удельнаго сопротивленія, какъ напримеръ „крушшномъ“, изготовляемымъ литейными заводами Круппа.

Если бы требовалось устроить электрический нагреватель для отопления большой комнаты, то пришлось бы взять проволоку толще и длиннее и расположить ее въ закрытомъ железномъ футляре.

Изображенный на фиг. 305 отапливающий вагоны аппаратъ, въ несколько увеличенномъ виде, будучи установленъ у стены комнаты или въ оконной нише, можетъ служить для этой цели.

Электрическае нагреватели не такъ интересны, какъ приспособления, служащая для нагревания воды ипр. Устраиваются электрические кипяильники, въ которыхъ электрический нагреватель помещается внутри, въ воде. Эта грелка состоитъ изъ платиновой проволоки, плотно бавитой вокругъ широкой ИИ короткой стеклянной трубки. Въ этомъ виде она опускается въ нагреваемую воду и накаливается помощью тока, доводя воду до кипения. Такое устройство представляетъ то преимущество, что вода воспринимаетъ всю развивающуюся теплоту, но оно не отвечаетъ требованиямъ чистоты. Поэтому въ некоторыхъ электрическихъ кипяильникахъ нагревающаяся проволока

располагается сбоку и снизу резервуара для воды. Такой приборъ изображенъ на рис. 307. Если бы не дороговизна пользования, то это былъ бы прекрасный безопасный и безшумный кипячитель; тамъ, где водяная сила доставляетъ дешевый токъ, эти приборы могутъ получить распространение. Въ Америке серьезно занялись вопросомъ о применении электрическаго отопления для кухни. Полагаютъ, что электрическая печь, подобно газовой



307. Электрический самоваръ.

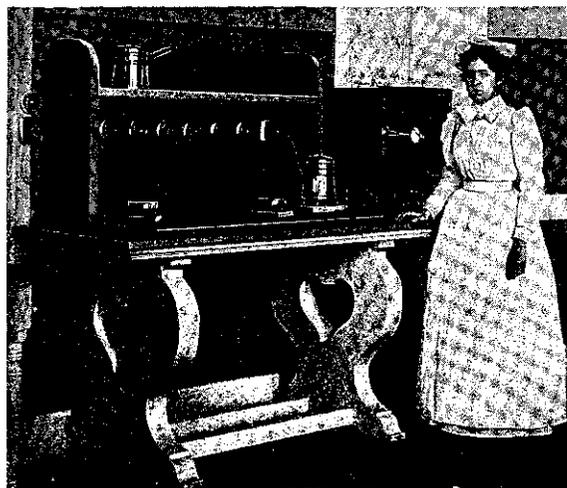
печи, экономична въ томъ отношении, что ее приводятъ въ действие исключительно на то время, въ течение котораго она нужна; она безопасна, изящна, и въ ней меньше тепла, чѣмъ въ обыкновенномъ очаге, тратится безполезно. Тамъ уже устроили образцовыя печи съ электрическимъ отоплениемъ, и пашъ рисунокъ 308 даетъ представление о томъ, какъ выглядитъ электрическая кухня.

На рис. 309 изображена переносная электрическая кухня. Три пластины могутъ быть въ отдельности соединяемы съ проводомъ, что удобнее, чѣмъ если бы аппаратъ былъ снабженъ однимъ гибкимъ проводомъ, и включение отдель-

ныхъ пластинокъ производилось бы по мощности выключателя на самомъ аппарате.

Сюда же относятся нагреваемые электрически утюги, которые содержатъ внутри нагревающую проволоку (рис. 310).

Неудобства, сопряженныя съ обычнымъ способомъ нагревания утюговъ, и превосходятъ значительную стоимость электрическаго нагревания утюговъ,



308. Электрическая кухня.

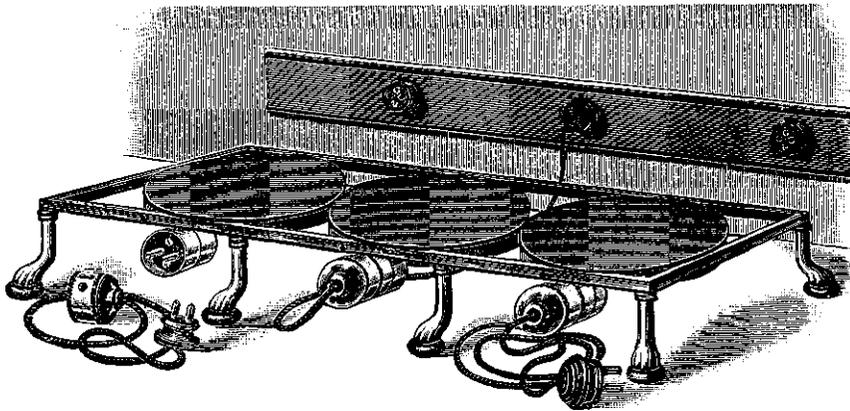
благодаря чему электрически утюги нашли применение въ практикѣ. Въ электрич. станци „Брукъ“, построеной Миллеромъ, пользующейся водяной силою и снабжающей светомъ и энергией, два маленькихъ местечка пользовались токомъ для нагревания утюговъ, и предприниматели высказывались объ этомъ примененіи въ благоприятномъ смысле. Наиболее прочномъ основаніи стоитъ въ настоящее время другое примененіе электрическаго отопления, а именно при стиркѣ въ стиральной машинѣ. Въ стиральной машинѣ требуется сравнительно небольшое количество

Здесь

тепла, но электрическое нагревание здесь особенно удобно благодаря способности легко и надежно регулироваться. Введя въ депъ термометръ, легко можно замыкать токъ при пониженіи температуры въ нагреваемомъ помещении за известную предель и затемъ прерывать его снова при повышеніи температуры за эту предель, такъ что всегда будетъ пропускаться столько

тока, сколько надо для поддержания требуемой температуры. Если намъ предложить вопросъ, можно ли вообще рекомендовать искусственное высушивание цыплятъ, то мы можемъ сказать, что электрическое высушивание будетъ самымъ простымъ и самымъ надежнымъ. Въ виду того, что теплоты требуется Игемного, достаточно будетъ небольшой водяной силы, какая Ишеется почти везде, для вышкваша одновременно 1000—2000 яицъ и для снабжения необходимой теплотой высуженныхъ цыплятъ въ первые дни.

Первый, применивший для этой цели электричество еще въ 1883 году, былъ немецъ Шторбекъ. Его аппаратъ (рис. 311) состоялъ изъ большой плоской корзины, которая выкладывалась сеномъ и перьями и превращалась въ гнездо. На эту корзину накладывалась электрическая яседка, т.-е. крышка корзины, которая также набивалась сеномъ и перьями и имела по внутренней стороне спиралеобразно свитую нагревающую проволоку. СИшозь крышку вьнутрь корзины проходилъ термометръ, и сообразно его показаниимъ регулировалл силу тока. Изобретатель остановился на этомъ устройстве, чтобы получить возможно близкое подражание природе.



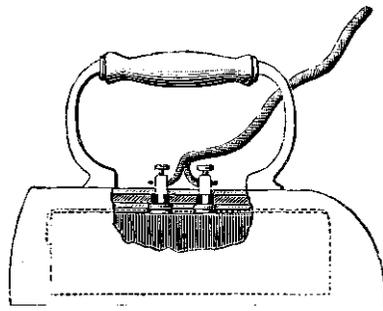
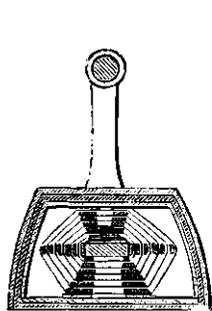
309. Переносная электрическая кухня.

Шторбекъ не имель большого успеха, не говоря о другихъ причинахъ, еще и потому, что, обладая небольшими средствами, онъ могъ прииенять въ качестве генератора тока лишь элементы, которые являются совершенно неподходящимъ источникомъ для непрерывной работы въ течение 21-го дня.

Въ заключение упомянемъ еще объ одномъ приборе, который нагтель себе применение въуборныхътеатровъ, ашиеннообъ электрической грелке для щипцовъ (рис. 312). Въ ИИринципе она походитъ на другая электрическая грелки и содержитъ въ шгоскостенной железной коробке свитую въ спираль проволоку: нагреваемые щипды вкладываются во внутрь внтковъ чрезъ отверстия въ боковой стенке. Этотъ приборъ нредставляетъ значение въ томъ отношении, что теперь изъ театровъ, снабженныхъ электрическимъ освещениемъ, часто желаютъ пзгнать всякий огонь.

Во всехъ описанныхъ нами аппаратахъ для варки и для отопления тепломъ, непосредственно нагреваемымъ токомъ, служить металлическая проволока; обыкновенно это платиновая проволока, обмотаишая вокругъ даннаго сосуда, поверхъ азбестовой ИИрослойкИИИ. Иногда проволоку, также платиновую, заключаютъ въ огнеупорную глину и прикрешаютъ къ сосуду въ таюкизъ виде; на платиновую проволоку нанизываютъ ИИногда стеклянвыя бусы ИИ въ такомъ внде обвиваютъ ее вокругъ сосуда. Новейший способъ заключается въ томъ, что нагревающую лроволеку покрываютъ эмалью

следующимъ образомъ: железную пластинку покрываютъ основнымъ слоемъ эмали, съ возможно более высокой точкой плавления. На этомъ слое располагаютъ зигзагообразно проволоку, которую закрепляютъ тонкимъ слоемъ легкоплавкой эмали. Такъ какъ трудно покрыть проволоку эмалью настолько равномерно, чтобы она нигде ее соприкасалась съ воздухомъ, то поверхъ всего налагаютъ еще третий слой эмали. Такъ какъ тепловое расширение проволоки



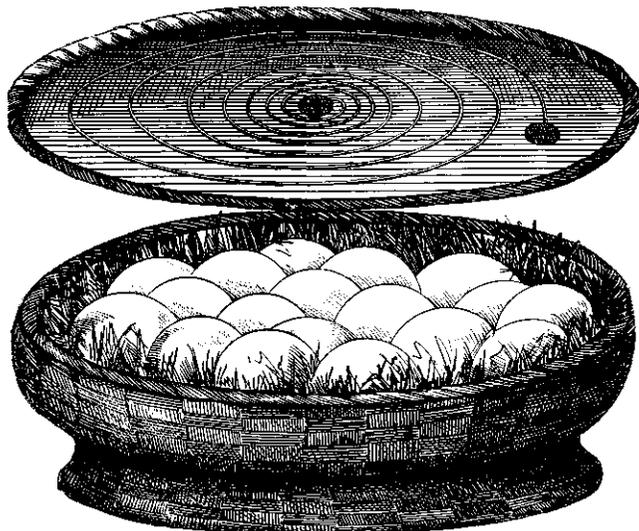
иное, чемъ у слоя эмали, то последняя скоро растрескивается, и проволока можетъ давать съ пластинкой короткія замыкания или же выйти наружу. Леонардъ пробовалъ устранить этотъ недостатокъ темъ, что покрывалъ хорошо эмалированную проволоку

310. Электрический утюгъ. СЛОЕМЪ ПОДХОДЯЩАГО металла, достигая та-

кимъ образомъ не только хорошей изоляции, но и получая одновременно плотное, хорошо проводящее теплоту, нагревающее тело.

Совсемъ новую систему для электрическаго нагревания создали Фуа и Гэффнеръ въ Франкфурте-на-Майне. Вместо нагревающихъ проволокъ они стали применять совсемъ тонкіе, наподобіе употребляемыхъ при фарфоро-

вой и декоративной живописи, слои благородныхъ металловъ. Толщина этихъ слоев колеблется между $^{\wedge}000$ до $\frac{1}{2000}$ мм. > причѣмъ поперечные разрезы получаются настолько малыши, что проволока никогда не могла бы быть растянутой до такихъ пределовъ. При ничтожномъ поперечномъ сеченіи, доходившемъ до $1000 \frac{EB}{мм}$, слои эти могутъ выносить сравнительно большой силы токъ; представляя изъ себя широкую, тонкую ленту, они прилегаютъ



311. Электрический инкубаторъ Шторбека.

настолько плотно къ

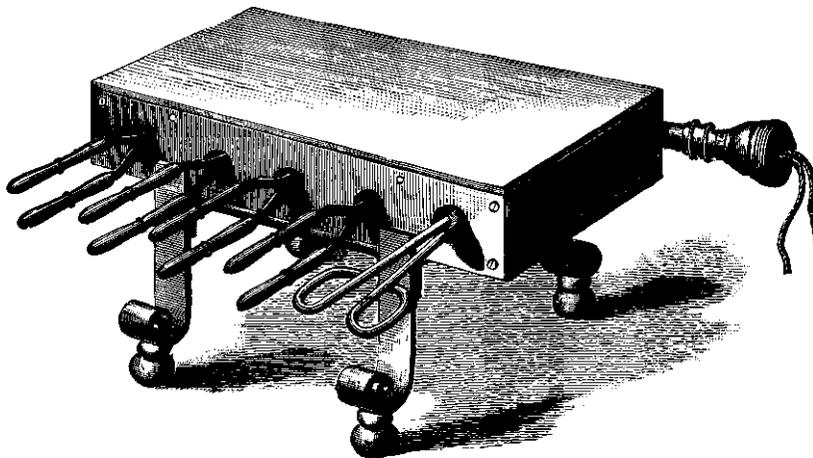
подкладке, что вся подводимая токомъ и ииравращающаяся въ нихъ въ теплоту энергия тотчасъ же передается массе сосуда, откуда она лучеиспускается въ воздухъ или въ другую среду, такъ что нагревание самаго сопротивления, по крайней мере до вредной для него степени, невозможно.

Золотые или платиновые слои помещаются внутри сосуда, следовательно въ непосредственномъ соприкосновении съ нагреваемой жидкостью; такимъ образомъ они непосредственно нагреваютъ содержимое, тогда какъ стенки

сосуда получают сравнительно немного теплоты; наружная стенка нагревается при этом так мало, что фарфоровый сосудъ, въ которомъ согреваютъ по этой системе воду, можно держать въ рукахъ.

Получение высокихъ температуръ ИИомощью тока.

Электрическое поджигание минь. — Самымъ широкимъ применением тепловаго действия тока является накаливание при поджигании минь. Это применение заключается въ томъ, что мина поджигается проводникомъ, который приводится токомъ въ состояние каленія. Преимущество такого поджигания передъ прежнимъ поджиганиемъ ниткой заключается прежде всего въ томъ, что мину можно взорвать въ желаемое мгновение, благодаря чему ею можно действовать съ большей надежностью и безопасностью; кроме того иосредствомъ электрическаго поджигания можно взрывать одновременно несколько минь, что представляетъ важное значеніе при горькихъ и другихъ работахъ.



813. Грелка для щипцовъ.

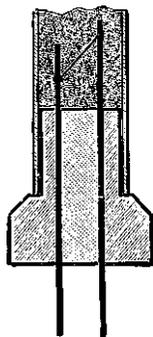
При электрическомъ поджигании минь накаливание применяется такимъ образомъ: накаливается токомъ тонкая проволока и воспламеняется запальная смесь, въ которую она вставлена; кроме того воспламенение производится еще при помощи электрическихъ искръ, пропускаемыхъ между двумя проводниками чрезъ запальную смесь, причемъ применяется токъ высокаго напряжения, тогда какъ при запалахъ накаливания пользуются токомъ низкаго напряжения.

Калильный запаль былъ впервые примененъ въ 1831 году ИИрофессоромъ Гаре. Въ настоящее время эти запалы состоятъ изъ двухъ голыхъ проволокъ, протетыхъ въ пробку изъ изолирующей массы (рис. 313) и выступающихъ въ металлическую трубку, въ которую вставлена пробка. Концы проволокъ, находящиеся въ запальномъ патроне, соединяются тоькой проволокой, которая накаливается проходящимъ токомъ и темъ воспламеняетъ запальный зарядъ.

Необходимый для накаливания токъ получаютъ отъ гальваническихъ батарей шш небольшихъ магнито- или динамоэлектрическихъ машинъ. Изъ первыхъ берутъ по больней части батареи съ хромовой кислотой ц съ опускаемыми электродами. Саперныя войска, которымъ для производства взрывовъ требуются особешю надежныя и удобьяя для ИИереноски батареи, примеияютъ

элементы особого устройства, надежно закупоренные и приспособленные к переноске. Сименсы и Гальске строят взрыватели по принципу динамо-электрической машины; их взрыватели представляют собою простую динамомашину с последовательным соединением и с двойным Т-образным якорем; развивающийся в якоре ток идет сначала только в обмотки магнитов, а затем, по достижении наибольшей силы, надавливанием на коммутатор проиискается по проволоке запала. Такая машина, весящая 28 кг., может накаливать 36 сантиметров тонкоп платиновой проволоки, т.-е. может сразу воспламенить значительное число последовательно соединенных запалов.

Подобный взрыватель минь, лишь другой конструкции, показан на рис. 315. Динамомашина четырехполосная, имеет две обмотки на якоре. Одна из них соединена с коллектором и дает поэтому ток постоянного направления, который служит для возбуждения магнитного поля. Ток из второй обмотки не коммутируется, остается следовательно переменным и служит для нагревания проволоки в запалах. В настоящем случае не требуется постоянство направления, потому что переменный ток, проходя по пропускающим ток проводникам, нагревает их подобно току постоянного направления. ГИомощью колеса с рукоятками и зубчатой передачи якорь прпводится во вращение со скоростью до 4000 оборотов в минуту, и, разь подобная скорость достигнута, обмотка с переменным током соединяется автоматически с минною цепью ИИ поджигает зажигательные патроны.



313. Электрический запаль.



314 запалы с ^{PrOx}ОДЕ ^в Нью-Йоркскую гавань.

При пер-
искрами. вомь взрыве пришлось воспламенить сразу 3680 минь; для этой цели было установлено 23 больших батареи с хромовой кислотой, из которых каждая служила для 160 запалов. Калдая группа из 160 запалов была соединена в 8 рядов, в которых введены были последовательно по 20 запалов, а 8 рядов вводилась в цепь соответствующей батареи параллельно друг другу. Особый коммутаторный апарат давал возможность соединять с полюсами батареи сразу 184 ответвления. Воспламенение удалось вполне, — все мины были взорваны в один ИИ тот же момент. Второй взрыв в том же месте происходил 9 лет спустя, осенью 1885 г.

Запалы, действующие при помощи искры, не имеют накаливающейся проволоки, так что вместо батареи приходится пользоваться электрической машиной или искровым индуктором. Для получения искры в заале по проводникам, оканчивающимся среди запального заряда, пропускают ток высокого напряжения; между концами этих не прикасающихся друг к другу проводников появляется искра. Зажигательный патрон в этом случае сходен с патроном калильного запала. К пробке запального патрона (рис. 314) приставлена металлическая трубочка, содержащая запальный заряд. Сквозь пробку проведена проволочная петля, концы которой выдаются наружу. Затем петлю разрезают в трубочке тонкими ножницами; получившийся разрыв и является местом перерыва проволоки, в котором проскакивает искра.

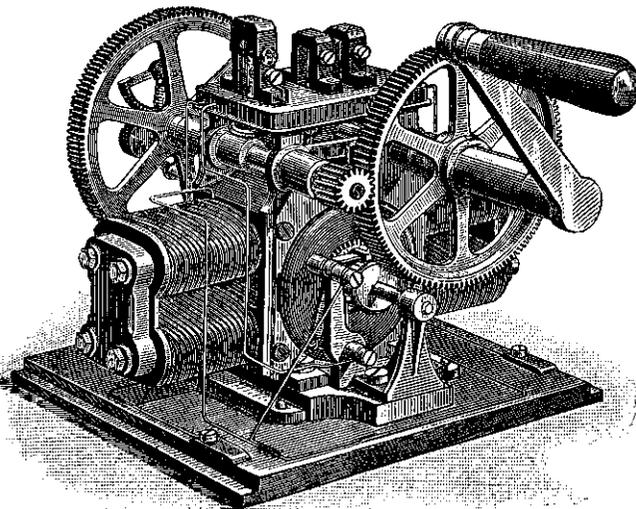
Въ качестве проводовъ къ запаламъ берутъ хорошо изолированныя водопроницаемыя проволоки, т.-е. съ гуттаперчевой или каучуковой изоляцией; въ качестве обратнаго провода можно брать голыя проволоки, а иногда и землю.

Кроме этихъ применений накаливания токомъ надо упомянуть еще объ одномъ, когда имъ пользуются для затсаливания и отпускакия часовыхъ пружинокъ и проволокъ. Вводя пружины въ депь и пропуская чрезъ нихъ токъ, получаютъ возможность точно достигать требуемой температуры, а при отпуске представляется то преимущество, что за отпускаемымъ теломъ можно наблюдать при дневномъ свете. При закаливании тонкихъ проволокъ ихъ можно тянуть по двумъ металлическимъ каткамъ, соединеннымъ съ полюсами генератора тока, такъ что отъ одного катка до другого токъ пойдетъ по закаливаемой проволоке и последняя будетъ по частямъ подвергаться нагреванію.

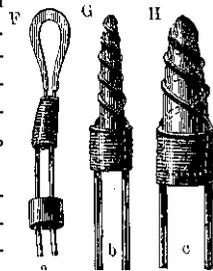
Сюда относится также применение тока для накаливания платиновыхъ проволокъ, которыми врачи пользуются при гальваноканустическихъ операцияхъ для жиганий.

Въ прежнее время для этой цели ирименялись раскаленные железные стержни или же раскаленные проволоки; въ настояидее вращаются платиновой проволокой, раскаливаемой токомъ. Применение тока для прижиганий называется гальваноканустикой. Накаливание платиновой проволоки требуетъ применения значительной силы тока, вследствие чего для гальваноканустиическихъ целей применяютъ особыя батареи, имеющие сравнительно небольшое сопротивление. Во многихъ случаяхъ для этихъ целей пользуются элемеентами съ хромовой кислотой, имеющими то преимущество, что помощью более или менее значительнаго погружения цинковъ имеется возможность регулировать силу тока.

Для подведения и держания накаленной проволоки служатъ особымъ образомъ устроенныя ручки, снабженныя зажимами для соединения съ батареей, выключателемъ и вытяжнымъ приспособлениемъ; последнее применяется въ техъ случаяхъ, когда большыя части должны быть отделены помощью проволоки и следовательно необходимо затянуть петлю. Въ ручку можно вставлять различной формы черенки, въ которые закрепляется калильная проволока, и помощью ихъ уже подводится къ большому месту. Эти прижигатели или „гальваноканустиические ножи“, какъ ихъ называютъ доктора, сообразно своему названію имеютъ различную форму. На рис. 316—319 изображены рядъ формъ этихъ инструментовъ. Въ обозна-



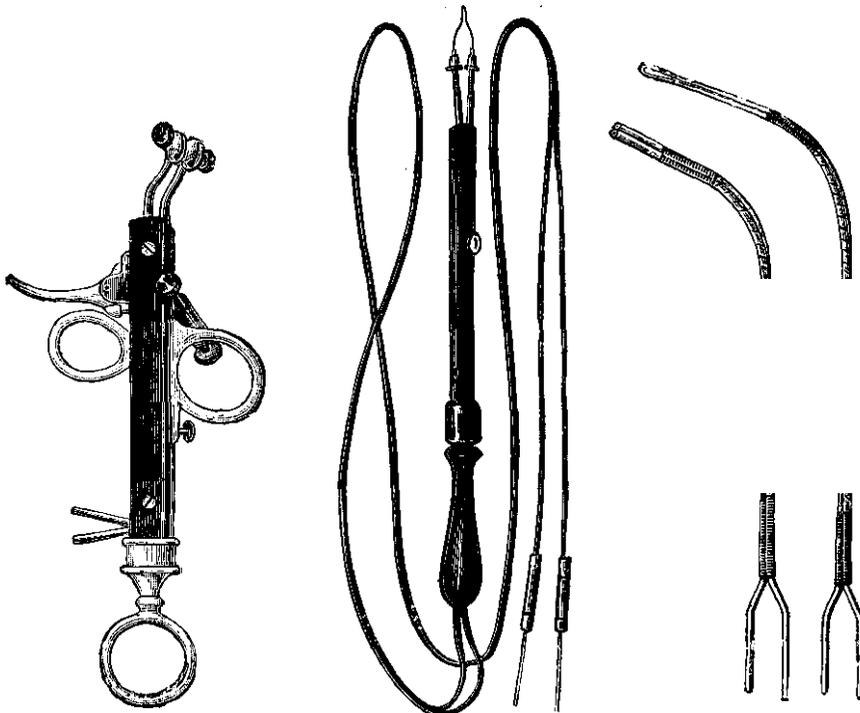
при- 315. Взрыватель минь.



316. Различные прижигатели.

ченныхъ буквами b и с прижигателяхъ калильная проволока обвита вокругъ фарфоровыхъ выступовъ, которые накаляются проволокою.

Черенокъ, въ который вставлены эти прижигатели, состоитъ изъ двухъ толстыхъ изолированныхъ другъ отъ друга проволокъ, подводящихъ токъ къ калильной проволоке. При этомъ мы считаемъ необходимымъ заметить, что въ городахъ, снабженныхъ электрическими станциями, уже начали пользоваться токомъ для различныхъ электромедицЕНскихъ целей. Такъ какъ напряжение въ 100—110 вольтъ является чрезмерно высокимъ, то при пользоваии токомъ постоянного направления его уменьшаютъ включениемъ сопротивлений; при пользовании же переменнымъ токомъ напряжение жзменяютъ помощью небольшихъ трансформаторовъ, благодаря чему исключается потеря энергии на сопротивление.



317. Рукоятка гальванокаутера.

318. Гальванокаутеръ.

319. Прижигатель гортанный.

Въ иныхъ случаяхъ, напримеръ въ Бадень-Баденской клинике, пользуются давлениемъ воды въ водопроводахъ и приводятъ при помощи его въ движение небольшія турбины, которыя въ свою очередь служатъ двигателями для небольшихъ динамомашинъ. Такъ какъ потребность въ токе бываетъ лишь временная, то значительная стоимость удобныхъ устройствъ не приходится въ расчетъ, ибо, приходя во вшшание больше удобство и постоянную готовность къ пользованию, подобное устройство оказывается всеже дешевле, нежели пользование батарей.

Здесь стоитъ сказать еще несколько словъ объ электрическомъ закуривателе. Онъ состоитъ изъ кусочка асбестоваго картоиа, проколотаго тонкой платиновой проволокой. Если пропустить чрезъ последнюю токъ, то она накаливается и приводитъ въ раскаленное состояние кусочекъ асбеста, такъ что отъ него можно закуривать сигары и папиросы. Накаливаемое тело вставлено въ надлежащую рукоятку и снабжено выключателемъ; послед-

ний (рис. 320) делается в виде подвешиваемой на степе коробки с подвижным крючком для подвешивания закуривателя; при сжатии последнего с крючка выключатель вводит его в цепь, а при подвешивании снова на крючок он своим весом оттягивает контактный рычаг коммутатора книзу и тем выводит себя из цепи. Иногда выключатель помещается в самой ручке закуривателя, так что введение в цепь приходится производить при помощи надавливания пальцем, выводится же из цепи закуриватель сам при прекращении нажатия.

Закуриватель располагается в наделке лампы накаливания системы Эдисона и таким образом может ввинчиваться в патрон на рукоятке и выниматься из него, когда его надо заменить новым.

Тока расходуется на такие закуриватели очень мало. Главное преимущество электрических закуривателей заключается в том, что приходится закуривать не от пламени, а от раскаленного тела.

Надо еще упомянуть о зажигателях газа накаливаемом. Над отверстием газового рожка располагается тонкая платиновая проволока, введенная в электрическую цепь: при замыкании тока она накаливается и тем воспламеняет выходящий газ. Это приспособление очень удобно, потому что сразу можно зажечь какое угодно число рожков. Но оно действует не безупречно и это может иметь худшие последствия, когда газ, не зажженный, будет выходить из нескольких рожков. Кроме того устройство этих приспособлений не дешево и управление ими представляет много затруднений; наконец оно требует, чтобы все газовые рожки можно было открывать из одного места, так как, если открывать кран у каждого рожка, то зажигать газ можно гораздо более простым способом при помощи зажигателя с пламенем. Последнее неудобство не позволяет применять электрическое зажигание к уличным фонарям, которые для этого пришлось бы ввести в особый газопровод.

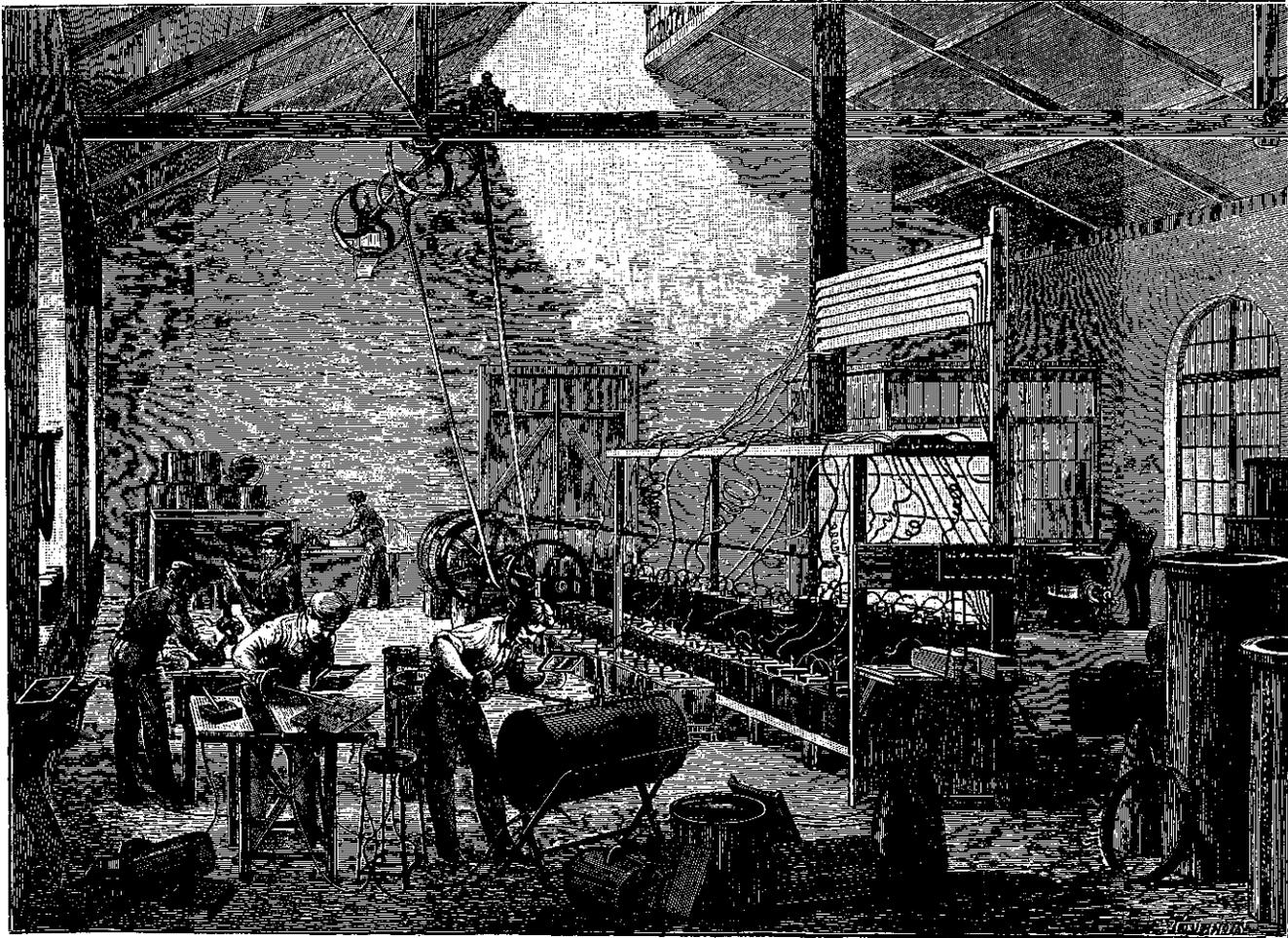


320 электрический закуриватель.

Итальянцы привели в действие помощью изменения давления газа открытие отверстия для истечения газа и электрическое воспламенение. Умершему профессору Клинкерфюсу в Геттингене удалось конструировать довольно практичный электрический зажигатель для уличных фонарей, действующий по этому способу. Но продолжительное применение этого и других подобных зажигателей не дало хороших результатов, почему до настоящего времени зажигание уличных фонарей производят от руки.

Из зажигателей, действующих искрам, значительное распространение получил зажигатель Кларка, который однако не может служить для зажигания на расстоянии; он служит заменой зажигателя с пламенем в качестве всегда пригодного и безопасного инструмента. В этом зажигателе в цилиндрической коробке, служащей рукояткой, расположена небольшая, очень шило сконструированная электрическая машина, которая приводится в действие нажатием; от действия этой машинки, между проводниками, выходящими из ручки и проходящими сквозь удлиненную трубочку, появляется ряд искр. Если ввести конец трубочки в струю газа и нажать кнопку, приводящую в действие электрическую машину, то искры начинают проскакивать и воспламеняют газ.

Электрическая сварка и спайка. — Одно из самых интересных применений теплого действия тока представляет электрическая спайка и сварка металлов, которой много занимались в последнее время и которую, с технической стороны, довели до известного совершенства. При этом особое



321 Паяние помощью вольтовой дуги.

ИИреимущество представляет возможность соединять куски металла без всякого припоя, что до сих пор было возможно только для немногих из них при сваривании. Эта возможность обуславливается тем, что при помощи тока металлы на местах сваривания нагреваются настолько, что они достигают размягчения, при котором делается возможным соединение их под давлением. При нагревании на огне столь высокое местное нагревание было бы невозможно, потому что подобное нагревание сопровождалось бы плавлением всего куска или значительной его части. Это-то именно развитие высокой температуры и локализование нагревания придает электрической сварке известное значение и, если результаты изобретенных способов, может-быть, не вполне удовлетворительны, то мы должны смотреть на них, как на начало способов, которые много обещают в будущем.

До сих пор известны два способа сваривания металлических поверхностей посредством тока; при первом теплота развивается вольтовой дугой, которую заставляют действовать на соединяемое место; этот способ можно назвать электрической спайкой. При другом способе пропускается ток из одного куска металла в другой через место соприкосновения; вследствие сравнительно большого сопротивления последнего в нем развивается высокая температура, которая расплавляет и сваривает прилегающие металлические части. Итак, разница между двумя способами заключается только в том, что теплота или доставляется соединяемым частям извне или развивается внутри их; общее в них то, что соединение производится расплавлением металлов обоих свариваемых кусков.



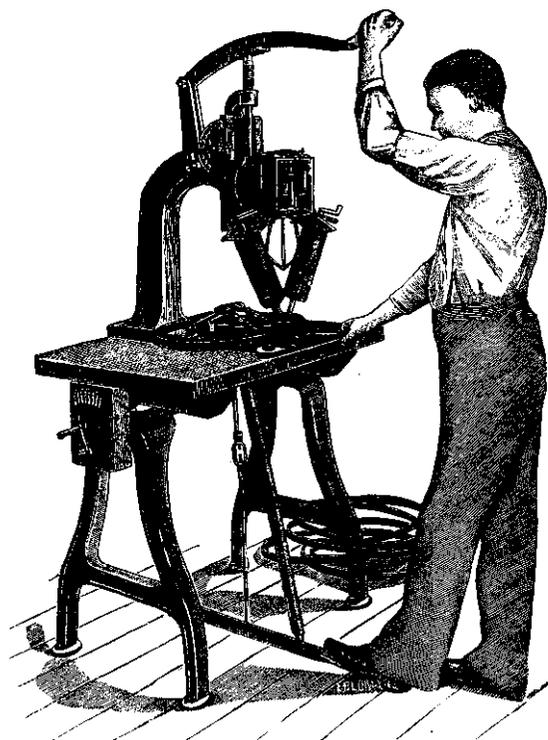
рис- 322. Отклонение вольтовой дуги магнитом.

Уже давно делали опыты над электрической спайкой, но первую ИИопытку поставить ее на практическую почву сделал русский изобретатель Бенардос; однако его способ не оправдал тех широких надежд, которые на него возлагались. Его способ состоит в том, что между сходящимися металлическими частями и угольным стержнем, играющим роль паяльника, образуют вольтовую дугу и действуют ею на соединяемые места. Теплота дуги сплавляет края соприкасающихся мест и соединяет оба куска. Итак, надо только соединить оба или один из металлических кусков с одним полюсом генератора тока, а угольную палочку с другим; затем, ИИрикоснувшись концом этой палочки к соединенному с генератором тока куску металла, удаляют ее от последнего на несколько миллиметров, вследствие чего образуется вольтовая дуга, которую двигают соответствующим образом по соединяемому месту. Рис. 321 знакомит нас с довольно простым способом пользования этим аппаратом. Чтобы зюикно было следить за ходом работы, прикрывают глаза щитком из томнаги) стекла, что, конечно, но облегчает работы.

В качестве генератора тока при этом способе брать динамомашину неудобно, потому что ее нагрузка подвергается быстрым и большим колебаниям: при сопринсании угольного электрода с металлическими куоками ток

сильно возрастает и остается сравнительно сильным при существовании вольтовой дуги, а затем при удалении электрода и при гашении дуги сразу падает до нуля. Такие внезапные и большие колебания действовали бы худо на ИИаровон двиигатель и динамомашину, а потому за генератор тока берут батарею аккумуляторов особого устройства, при которых надо

заботиться только о томъ, чтобы короткое замыкание между углемъ и металломъ происходило только на одно мгновение. Это применение аккумуляторовъ удорожаетъ и усложняетъ способъ электрической спайки, тормозя его распространение; впрочемъ это препятствие можно было бы еще устранить, если бы противъ способа не говорила недоброкачественность самой спайки. Въ самомъ деле, вольтова дуга действуетъ только снаружи и соединяетъ только наружныя кромки соприкасающихся поверхностей, тогда какъ лежащая глубже части закрываются отъ действия дуги образующимся соединениемъ кромокъ. На этомъ основании способомъ удовлетворительно можно пользоваться только для устройства швовъ между тонкими листами, и онъ применяется главнымъ образомъ для выделки металлическихъ бочекъ. Даль-



323. Паяльникъ Коффина.

нейшія применения этого способа, несмотря на затраченные для опытовъ средства и трудъ, оказались невозможными, такъ что мечтания о полномъ устраненіи заклепочныхъ швовъ въ паровыхъ котлахъ, металлическихъ судахъ и т. п. оказались только мечтаниями. Надо еще заметить, что вольтова дуга изменяетъ невыгоднымъ образомъ нагретое железо, такъ что у металла на месте спайки крепость оказывается меньше, чемъ на нетронутыхъ частяхъ. Въ некоторыхъ случаяхъ это обстоятельство не важно; такъ, описываемымъ способомъ часто производятъ съ успехомъ припайку свинцовыхъ полосокъ къ аккумуляторамъ, особенно когда нетъ подъ руками или нельзя пользоваться газовымъ паяльникомъ.

Въ видоизмененіи описаннаго способа вольтова дуга образуется не между ме-

талломъ и углемъ, а между двумя угольными острями. Для того, чтобы при этомъ направить ее на спаиваемое место, пользуются явлениемъ, происходящимъ съ вольтовой дугой подъ действиемъ сильнаго магнита: если приблизить къ вольтовой дуге полюсъ магнита, то она отклоняется (рис. 322), какъ подъ действиемъ паяльной трубки. Такимъ образомъ вольтову дугу можно направлять на соединяемое место, хотя она остается независимой отъ металла.

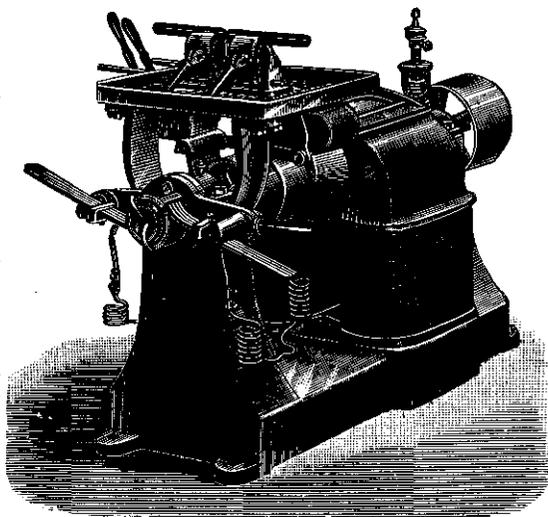
Этотъ способъ применяется Коффиномъ въ Америке, который устроилъ для этого электромагнитную паяльную трубку съ вращающейся вольтовой дугой, какъ показано на рис. 323. Изображенный здѣсь аппаратъ служитъ для незначительныхъ сварочныхъ работъ; онъ приспособленъ для изготовления колесныхъ ободовъ. Концы углей, между которыми образуется дуга, расположены рядомъ подъ некоторымъ угломъ другъ къ другу. Справа и слева отъ плоскости стержней находятся два электромагнита, которые играютъ роль поддувала; они также расположены въ виде буквы V. Ручной

рычагъ вызываетъ опусканіе углей и замыканіе тока. Весьма простой регуляторъ позволяетъ изменять разстояніе между концами углей и поддерживать длину дуги.

Следуетъ, кажется, признать болѣе практичнымъ способъ электрической сварки американскаго проф. Элигу Томсона. Этотъ способъ заключается въ томъ, что два металлическихъ куска, прижатыхъ одинъ къ другому, свариваются пропускаемимъ черезъ место соприкосновения определенной силы тока. Остается нерешеннымъ, происходитъ ли здѣсь соединеніе металла при совершенномъ расплавленіи въ месте соединенія или въ полурасплавленномъ состояніи.

Электрическая сварка отличается отъ механической тѣмъ, что посредствомъ тока можно сваривать почти все металлы и даже куски изъ различныхъ металловъ, значительно отличающихся другъ отъ друга по точкамъ плавленія.

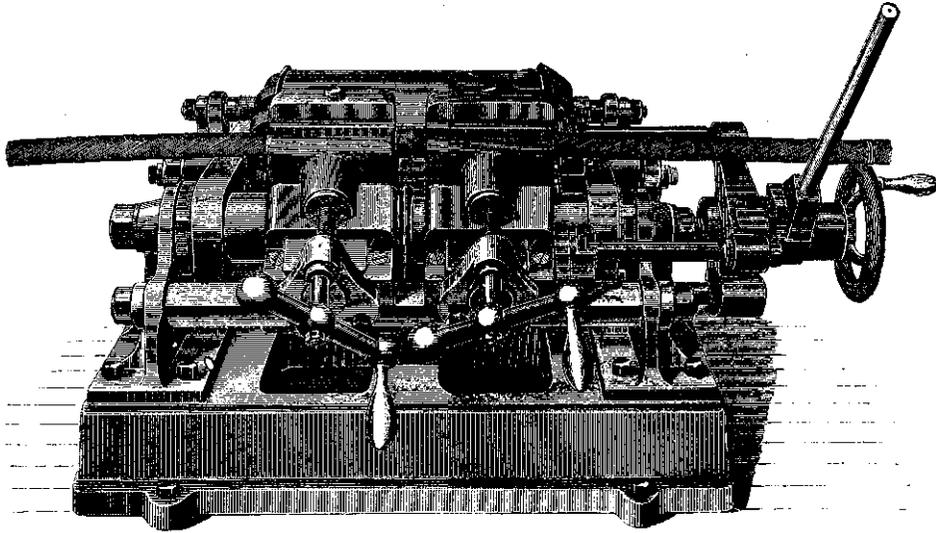
Сварку можно производить какъ постояннымъ, такъ и переменнымъ токомъ, такъ какъ тепловыя дѣйствія тока не зависятъ отъ направленія тока. Для сварки тонкихъ предметовъ, требующихъ сравнительно слабой силы тока, применяютъ постоянный токъ; при большихъ свариваемыхъ поверхностяхъ, когда число амперъ считается тысячами и десятками тысячъ, развитіе сильнаго тока и его проводка бывають соединены съ большими потерями, если не сделать путь тока возможно короткимъ; поэтому пользуются переменнымъ токомъ, который трансформируютъ изъ тока



324. Сварочная машина Томсона для легкой работы.

высокаго напряженія въ токъ большой силы. Объ этомъ мы поговоримъ несколько ниже, а теперь опишемъ малую сварочную машину постоянного тока для легкой работы, а именно для сварки железныхъ полосъ до 12 миллим. диаметромъ (рис. 324). Она состоитъ изъ динамомашины и стола, установленнаго на ея раме. Динамомашина построена для очень сильнаго тока; ея напряженіе обыкновенно бываетъ небольшое, такъ какъ въ цепь вводится очень малое сопротивление; при сварке железныхъ стержней въ 12 миллим. сила тока должна равняться 2000 амперъ. Соединяемые стержни располагаются точно одинъ противъ другого въ двухъ зажимахъ. Одинъ изъ последнихъ можно передвигать винтомъ и тѣмъ прижимать конецъ зажатого имъ стержня къ концу другого. Полосы машины соединены съ этими изолированными зажимами, и такимъ образомъ ея токъ пропускается чрезъ место соприкосанія стержней, которое при этомъ накаливается вследствие большого сопротивления, которое оно оказываетъ, и подъ дѣйствіемъ давленія оба стержня свариваются въ несколько секундъ. Сварка распространяется по всей поверхности, а не ограничивается только отдельными точками или линиями, какъ при пайке вольтовой дугой. Это происходитъ вследствие того, что сопротивление металлическаго проводника увеличивается съ возвышеніемъ температуры; когда по тому месту, где стержни лучше соприкасаются, будетъ проходить сравни-

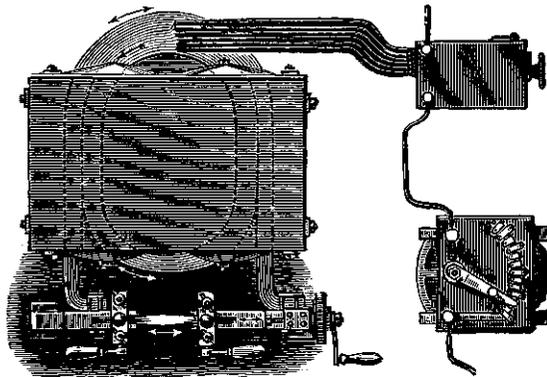
тельно большая часть тока, чемъ чрезъ другія места съ худшимъ соприкасаниемъ, то это место нагреется больше другихъ, его сопротивление увеличится въ сравнении съ сопротивлениемъ другихъ местъ, токъ усилится къ этимъ последнимъ и нагреетъ ихъ больше. Благодаря этому раз-



825 Сварочный станокъ для толстыхъ стержней.

вие теплоты распределяется въ течение сварки равномерно по всей поверхности соприкасания и темъ, производить равномерную сварку. Во время сварки место последней находится непосредственно передъ рабочимъ, будучи хорошо освещено само собою, а потому рабочий можетъ следить за ходомъ и окончаниемъ процесса.

Мощность при этой сварке несомненно требуется очень большая ; напр. для железныхъ стержней диаметромъ въ 12 миллим. требуется 10 лоша-



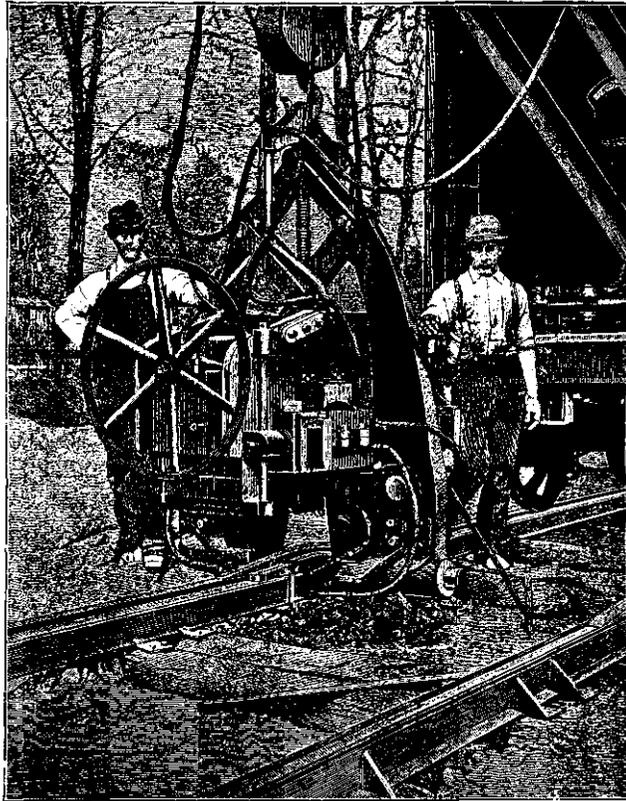
326. Трансформаторъ для сварки.

ды, но всего на 10 секундъ, которыхъ достаточно для производства соединения. Если считать 50 секундъ на вставку и вынимание стержней, то окажется, что машина можетъ произвести въ часъ 60 сварокъ, т.-е. гораздо более, чемъ механическими способами, не говоря уже о большей крепости, обеспечиваемой

электрическимъ способомъ. Места сварки, полученныя ио электрическому способу, должны быть безупречными и такой же крепости, какъ и самъ стержень. Это воз-

можно благодаря тому, что материалъ при такомъ способе не изменяется, и нагревание очень мало распространяется вне места сварки. Несмотря на все это, описываемый способъ сварки до сихъ поръ получилъ очень ограниченное распространение.

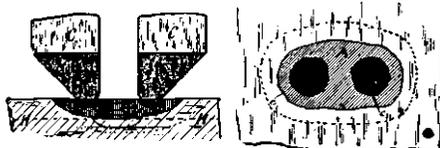
Если приходится сваривать толстые предметы, то требуется столь сильный ток, что его невыгодно было бы брать от самой динамомашины, потому что или в самой машине будет теряться слишком много энергии, или ей надо было бы придать очень малое сопротивление и следовательно слишком большие размеры. Поэтому применяют ток высокого напряжения, который преобразовывают трансформатором непосредственно перед сварочным станком в ток большой силы. Для этой цели проф. Томсон пользуется прибором, который состоит из трансформатора и непосредственно перед ним расположенного станка для зажимания. Последний по Иринципу походить на описанный выше, но только все части, входящая в цепь тока, сделаны гораздо толще соответственно большей силе тока. Вторичная обмотка трансформатора состоит из одного витка, составленного из медных полосок. В самом большом из устроенных до сих пор станков для возбуждения трансформатора служила машина переменного тока, которая при напряжении в 200 вольт доставляла 120 амперов. Этого тока преобразовывается трансформатором в ток в 24000 ампер при напряжении в 1 вольт. Такими сильными токами можно было сваривать в 1 минуту железные стержни в 50 миллиметров диаметром, но для этого нужна мощность в 40—50



327. Соединение рельсов при помощи электрической сварки.

Новейшее и любопытнейшее применение способа Томсона представлено на рис. 827. Как известно читателю, мы соединяем на наших железных дорогах отдельные рельсы помощью накладок в один бесконечный рельс. Между каждыми двумя рельсами остается разрыв в несколько миллиметров, что допускает свободную игру рельса при его расширении и сжатии от изменений температуры. В Америке пришли к заключению, что эти разрывы вовсе не нужны и что рельсы можно отлично соединять в один непрерывный рельс, стоит лишь воспользоваться для этого электрическим свариванием концов рельсов. Опыт с таким непрерывным рельсом показал, что действительно изменения температуры не оказывают вредного влияния, что повышение температуры вызывает лишь уплотнение материала рельса, тогда как более низкая температура вызывает растяжение материала, причем не происходит, ни излома рельсов,

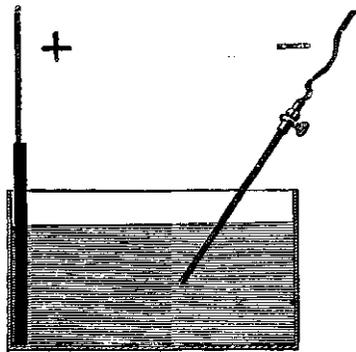
ни искривления. На основании этого опыта Июстроень электрический свариватель рельсовъ, изображение котораго мы и даемъ. Въ принципе это свариватели Томсона, видоизмененные соответственно целямъ. Хотя электрически сваренные рельсы и оказались вполне пригодными, все же этотъ способъ былъ оставленъ съ одной стороны потому, что онъ слишкомъ громоздокъ и дорогъ, съ другой же стороны потому, что способъ соединенія рельсовъ Фалька, о которомъ мы будемъ говорить при разсмотреніи электрическихъ железныхъ дорогъ, при сходствѣ съ первымъ, превосходить его дешевизной и простотой.



328 и 329. Электрическое размягчение.

Подобное же применение имеетъ токъ для размягченія затвердевшихъ броневыхъ пластинъ, въ которыхъ после изготовленія приходится еще проделывать отверстия для болтовъ. Такое размягчение должно быть производимо какъ разъ въ томъ месте, где предполагается поставить болтъ, для каковой цели электрический токъ оказывается весьма пригоднымъ. На рис. 328 изображены два толстыхъ, охлаждаемыхъ водою медныхъ электрода, расположенныхъ въ небольшомъ разстояніи одинъ отъ другаго на пластинѣ, такъ что токъ, проходя между ними, накаливаетъ металлъ, встречаемый имъ на своемъ пути, обозначенномъ стрелками, вследствие чего последний и размягчается. Второй чертежъ (рис. 329) показываетъ область размягченія, которая остается сравнительно ограниченной.

Совершенно своеобразнымъ оказывается изобретенный Лагранжемъ и Гоо (Ноию) въ Брюсселе способъ электрическаго нагреванія, предназначенный для замены кузнечнаго горна при нагреваніи металлическихъ частей, которымъ однако съ успехомъ можно пользоваться и для плавленія. Удивительнымъ оказывается при этомъ то обстоятельство, что подлежащий нагреванію металлъ опускаютъ въ воду, въ которой оя въ несколько секундъ нагревается до блага каленія. Мы привыкли употреблять воду для охлаждения металла, въ настоящемъ же случае имеетъ место какъ разъ обратное явленіе,—холодный металлъ нагревается въ водѣ. Это явленіе происходитъ подъ воздействиёмъ электрическаго тока, который играетъ здѣсь двойную роль, какъ мы то сейчасъ увидимъ.



330. Электрическая нагревательная ванна.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ, на-

ЕСЛИ МЫ ОПУСТИМЪ

примеръ железный, стержень, соединивъ его предварительно съ отрицательнымъ полюсомъ генератора тока, въ посуду съ водою, которая соединена помощью лежащей на дне свинцовой пластины съ положительнымъ полюсомъ, то въ моментъ соприкосновения железнаго стержня съ водою стержень окружается слоемъ образовавшагося водорода; этотъ тонкий покрывающий стержень слой водорода является какъ бы оболочкой, отделяющей его отъ воды. Разделяющий слой, само собою разумеется, весьма тонокъ, все же онъ представляетъ для проходящаго тока очень значительное сопротивление. Такъ какъ сопротивление при проходе тока въ воду очень значительно, то развивается большое количество теплоты, причемъ это развитіе настолько интенсивно, что, несмотря на близость охлаждающей воды, погруженный конецъ—железнаго стержня быстро накаливается. Рис. 330 показываетъ, насколько просто выполненіе этого опыта. Для примененія этого

явления на практике пользуются чаномъ или ванной, изъ камня или дерева, длиною въ 3 метра и шириною и глубиною около $\frac{3}{4}$ метра. На дне ея или по одной изъ стенокъ укреплена свищовая пластина, соединенная помощью изолированного проводника съ положительнымъ полюсомъ генератора тока. Въ качестве генератора можно пользоваться динамомашиной постоянного тока или аккумуляторной батареей. Применение последней представляютъ ту выгоду, что она не такъ чувствительна къ быстрымъ изменениямъ нагрузки, которыя имеютъ место при погружения и вынимании стержня изъ воды. Подлежащий нагреванию жеталлический брусокъ берутъ щипцами, соединенными помощью гибкаго провода съ отрицательнымъ полюсомъ генератора. Вода ванны содержитъ 10—20

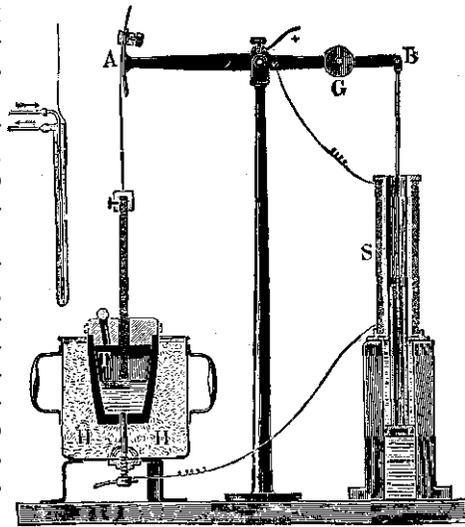


ззи. Электрический нузнечный горнъ.
% раствореннаго

поташа и нагрета до 70° Ц., при каковой температуре развивается наибольшее количество тепла.

Что касается количества энергии, то изобретатели нашли, что при 150 вольтахъ напряжения и при 5 амперахъ для. каждаго квадратнаго сантиметра погруженной поверхности накаливаемого тела, белое каление достигается черезъ 8 секундъ, т.-е. въ очень короткое время. Применявшийся брусь железа имель въ диаметре 20 мм. Если мы продержимъ такой брусь более продолжительное время въ ванне, то онъ начнетъ плавиться, подобно во сковому стержню, опущенному въ горячую воду.

Понятно, что ванной можно пользоваться въ качествекузнечнаго горна; она имеетъ передъ последнимъ то несомненное преимущество, что нагревание достигается гораздо быстрее, следовательно получается большой выигрышь рабочаго времени. Это и то обстоятельство, что при открытомъ кузнечномъ пламени большая часть угля сгораетъ безъ пользы, далее то неудобство, что пламя оказываетъ неприятное и нездоровое действие, произ-

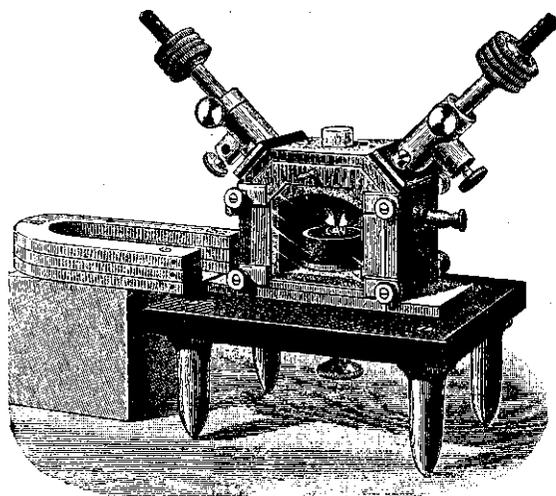


азз. Электрическая печь Вильяма Сименса.

водя дымъ, копоть, изнуряя лучеиспусканиемъ теплоты и представляя наконецъ опасность въ пожарномъ отношении, делаютъ электрический способъ нагревания удобоприменимымъ и выгоднымъ. Мы не будемъ утверждать, что въ непродолжительномъ времени каждый кустарь-кузнецъ ставеть нагревать свое железо электрическимъ способомъ; но для значительныхъ кузнечныхъ

мастерскихъ, въ которыхъ въ настоящее время пользуются многочисленными горнами, вопросъ о выгодности электрическаго нагреванія долженъ быть условно обдуманъ. Рис. 331 показываетъ примерное устройство такого электрическаго кузнечнаго очага.

Электрическая плавка. — Вильямъ Сименсъ первый пытался применить тепловое действие тока для плавления. Для этого онъ пользовался вольтовой дугой, которую заставлялъ действовать на куски стали въ приборе несколько примитивнаго устройства. Его приборъ состоялъ изъ тигля, въ дно котораго былъ вставленъ проводъ изъ платины или угля. Его наполняли кусками стали, которые приходили въ соприкосаніе съ упомянутымъ проводомъ, соединяющимся съ положительнымъ полюсомъ динамомашинны. Другой полюсъ соединялся съ угольнымъ стержнемъ, который подвешивался вертикально надъ кусками стали и прикасался къ нимъ своишъ нижнимъ концомъ. При пропусканіи чрезъ приборъ тока угольный стержень



333. Электрическая печь Муассана, работы Дюкрете и Лежена.

поднимался на несколько миллиметровъ самодействующимъ регулирующимъ приспособленіемъ, такъ что образовывалась вольтова дуга, которая и поддерживалась упомянутымъ регуляторомъ при расплавлении кусковъ стали (рис. 332).

Для тугоплавкихъ веществъ въ новейшее время устроена Дюкрете и Леженемъ электрическая плавильная печь, известная подъ именемъ печи Муассана. Она чудесно работаетъ и особенно пригодна для лабораторнаго употребленія. Въ принципе эта печь является ничемъ инымъ, какъ упомянутымъ выше приборомъ Коффина, пламя котораго действуетъ

на заключенный въ тигле плавильный материалъ. При высокой температурѣ вольтовой дуги, близко подходящей къ 4000°Ц. , возможно очень легко расплавить все плавящіяся тела; даже такіе тугоплавкіе металлы, какъ платина и хромъ, очень скоро обращаются здѣсь въ жидкое состояніе.

Эта печь изображена на рис. 333; она состоитъ изъ железнаго ящика, изнутри выложеннаго толстымъ слоемъ шамота. Наверху помещаются изолированные угледержатели, въ которые вставляются угольные стержни, удерживаемые въ своемъ положеніи помощью винтовъ. Въ печи установленъ тигель изъ огнеупорнаго материала, въ который помещаются плавящіяся вещества; угли устанавливаются такъ, чтобы вольтова дуга получалась какъ разъ надъ тиглемъ. Действіемъ магнита дуга оттягивается внизъ на илывающіяся вещества. Передняя открытая сторона печи закрывается заслонкой изъ темнаго стекла, благодаря чему можно наблюдать дугу и плавленіе, причѣмъ ни глаза, ни кожа наблюдающаго не будутъ страдать отъ чрезмѣрнаго жара и света. Температура въ этой печи доходитъ до 3500°Ц. , такъ что все плавящіяся тела расплавляются, а некоторыя даже улетучиваются.

Много опытовъ производилъ съ этой печью Муассанъ, которому при ея помощи удалось добыть искусственныя алмазы. Для этой цели онъ плавилъ

железо, къ которому примешивался порошокъ древеснаго угля. Расплавленное железо поглощаетъ углеродъ, выделяя избытокъ послѣдняго при охлажденіи въ кристаллизованномъ видѣ. После несколькихъ опытовъ Муассану удалось получить сложившіеся прозрачныя кристаллы, небольшого, правда, размера, но обладающіе всеми свойствами алмаза; можно высказать надежду, что недалеко то время, когда мы будемъ получать алмазы искусственнымъ путемъ; хотя такое изобретение не обрадуетъ владельцевъ украшений съ алмазами, ювелировъ и хранителей государственныхъ сокровищъ, промышленность же будетъ его искренно приветствовать, ибо она приобрететъ такимъ образомъ превосходный матеріалъ для шлифовки, бурения и резанія. Мы вернемся еще къ новейшимъ типамъ электрической печи въ главѣ объ „Электрохиміи“.

Электродвигатели и ихъ применения.

Двигатели постоянного тока. Получение механической энергии изъ электрической. Устройство электродвигателей. Регулирование электродвигателей. Электрическая тяга. Электродвигатели въ железнодорожной службѣ. Двигатели переменнаго тока. Синхронные двигатели. Индукционные двигатели. Передача силы Лауфенъ-Франкфуртъ.



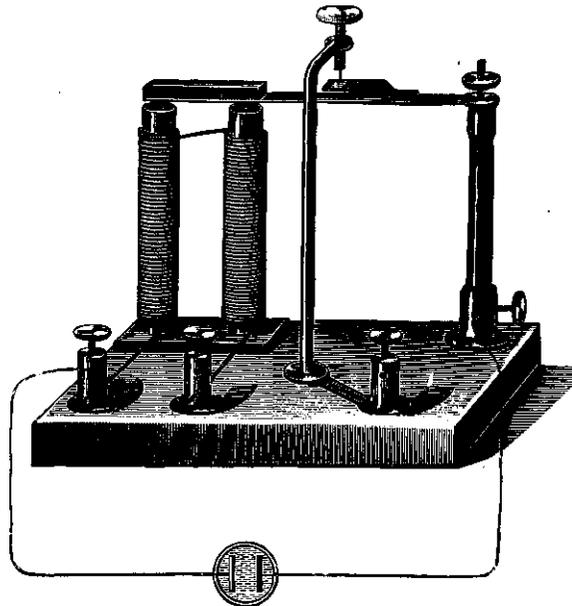
Двигатели постоянного тока.

• **олучение механической энергии изъ электрической.** — При описании динамомашинъ мы познакомились со способомъ преобразования механической ЭБергии въ электрическую. Но и энергию электрическаго тока можно преобразовать въ энергию движения, и для этого служить тотъ же самый приборъ, какъ и для перваго преобразования, а именно динамомашина, такъ какъ она представляетъ собою обратимую машину. Если ей доставляется энергия движения, то последняя преобразуется въ механическую энергию, а если, наоборотъ, ей доставлять токъ, то она преобразуетъ его въ механическую энергию, приходя въ движение и доставляя движущую силу. Отсюда прямо очевиденъ принципъ электрической передачи энергии, когда установленная въ одномъ месте и приводимая въ действие двигателемъ динамомашина развиваетъ токъ, который доставляется по проводу другой динамомашине и приводитъ ее въ движение, такъ что движущая механическая энергия, первоначально израсходованная въ одномъ месте, иИроявляется опять въ своей прежней формѣ въ другомъ месте.

Динамомашину, развивающую токъ, называютъ первичной, а принимающую токъ— вторичной машиной или электродвигателемъ, такъ какъ она действуетъ, какъ двигатель, какъ электрический производитель механической энергии.

Преобразование электрической энергии въ механическую, какъ и обратное, въ динамомашине происходитъ не непосредственно, а при содействии электромагнетизма. Всемъ хорошо известно, какъ легко магнитная энергия преобразуется въ механическую. Токъ, циркулируя около желѣзнаго стержня, делаетъ его магнитомъ, способнымъ притягивать куски желѣза, но при этомъ можно получить только короткия движения, прекращающіяся при достиженіи якоремъ полюса магнита. Для получения непрерывнаго и продолжительнаго движения надо было бы по прикосновению якоря къ полюсу прерывать токъ, чтобы якорь отпадалъ, а затемъ опять замыкать, чтобы якорь снова приходилъ въ движение и т. д., поддерживая якорь въ непрерывномъ движении прерываніемъ и замыканіемъ тока. Можно сделать такъ, чтобы

самый ток производить это прерывание и замыкание, и тогда получим самый простой электродвигатель. Для этой цели мы пропускаем ток сначала в якорь, затем через прикасающееся к якорю контактное острие в электромагнит, а из него обратно в генератор (рис. 334). Как только магнит, намагниченный током, притянет якорь, сообщение между якорем и контактным острием, а следовательно, и ток прерывается; притянутый магнитом якорь освобождается и вследствие упругости соединенной с ним пружины быстро возвращается в свое прежнее положение, приходя опять в соприкосновение с контактным острием, вследствие чего ток опять замыкается, якорь снова притягивается, продолжая вибрировать до тех пор, пока ток остается замкнутым. Прежде такой прибор применялся главным

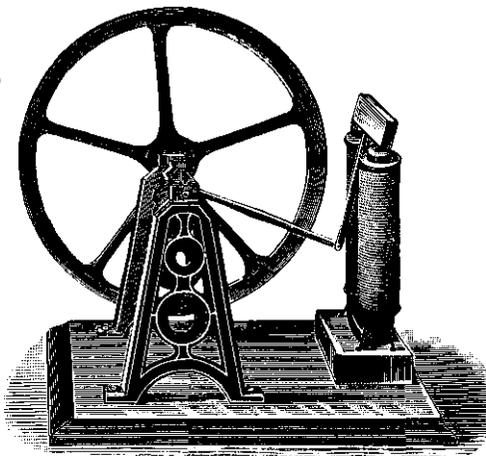


3

34. Автоматический прерыватель; магнитный молоток.

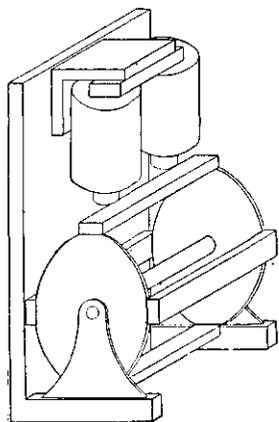
образом для получения быстро следующих одно за другим прерываний и замыканий тока, а теперь он получил очень широкое применение в электрических звонках, молоточек которых приводится этим способом в быстрое колебательное движение.

От двигателей нам по большей части желательно бывает получать не попеременно-возвратное движение, а вращательное. Нет никакого затруднения преобразовать попеременно-возвратное движение во вращательное, как это производится в каждой паровой машине. Для этого к нашему вибрирующему якорю можно было бы прикрепить шатун, действующий на кривошип вала и производящий при помощи качаний вращательное движение. Так и пробовали делать некоторые прежние конструкторы; примером может служить изображенный на рис. 335 электрический двигатель Грюзля. В последнем якорь установлен в косом положении одним лишь краем на гладко-полированной полюсной поверхности электромагнита, причём последний стремится воздействовать на якорь таким образом, чтобы он прилегал к яму всей боковой поверхностью. Это усилие передается коленчатому стержню и приводит таким образом в движение кривошип вала. В надлежащий момент ток прерывается сидящим

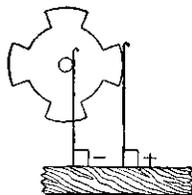


335. Электрический двигатель Грюзля.

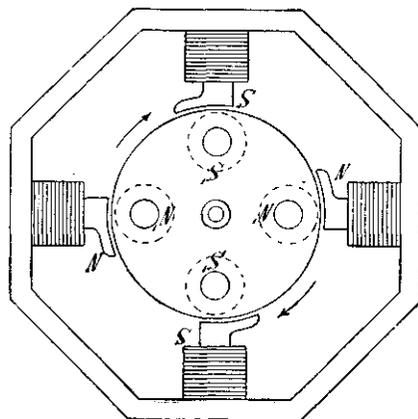
на валу прерывателем, центробежная сила колеса приводит якорь снова в его косоое положение, после чего прерыватель снова замыкает ток, происходит новое притягивание якоря, сообщая маховику новый импульс и т. д. Однако в электродвигателе нет никакой надобности производить сначала попеременное возвратное движение и затем преобразовывать его во вращательное, можно прямо получать последнее; эта - то возможность и составляет важное преимущество электродвигателя, потому что, благодаря этому, можно избежать ударов и сотрясений, которые неизбежны при тяжелых колеблющихся частях. Чтобы пояснить это на простом примере, мы приводим на рис. 336 схематическое изображение такого вращательного двигателя. На валу укреплены два параллельных латунных диска, соединенные четырьмя железными полосами, поставленными на равных расстояниях одна от другой; электромагнит установлен таким образом, что при вращении вала железные полосы проходят вплотную мимо его полюсов. Прерыватель, соединенный с валом и изображенный схематически на рис. 337, оставляет



336. Вращательный электродвигатель.



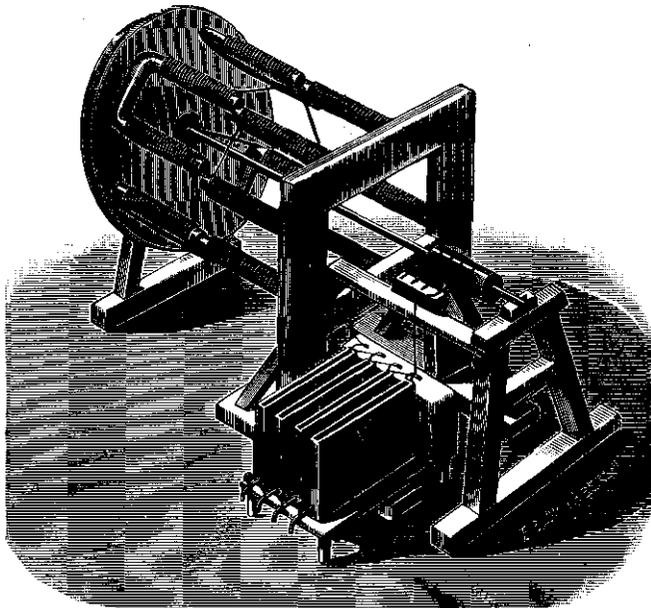
337. Прерыватель электродвигателя.



338. Двигатель с непрерывным вращением.

электромагнит в соединении с генератором тока до тех пор, пока одна из железных полос движется в пределах восьмой доли круга вращения, начиная от полюсов, а в тот момент, когда полоса проиходит против полюсов, ток прерывается и магнитное действие прекращается до тех пор, пока полосы не пройдут по инерции еще одной восьмой оборота и т. д. Можно увеличить силу этого прибора, взяв четыре притягивающих электромагнита вместо одного, чтобы притяжение действовало сразу на четыре полосы; но и тогда у нашего прибора притяжение будет действовать только на четырех восьмых частях оборота, а на других четырех восьмых оно должно отсутствовать, чтобы полосы могли пройти мимо полюсов в сферу действия лежащих дальше электромагнитов. Итак в продолжение половины оборота ток не будет развивать никакой мощности. Этот недостаток можно устранить, взяв электромагниты вместо простых железных стержней; мы покажем на простой схеме, как получается при таком устройстве непрерывное вращение вала. На рис. 338 показан вид сбоку описанного выше прибора, но только с той разницей, что вместо одного притягивающего магнита поставлено четыре железных полосы, которые, будучи покрыты проволочными обмотками, превращены в электромагниты, и наконец на валу насажен коммутатор, который изменяет направление тока в движущихся электромагнитах в

течение каждой четверти оборота вала и каждый разъ въ то мгновение, когда четыре прямыхъ электромагнита барабана приходятся противъ неподвижныхъ электромагнитовъ. У последнихъ полярности идутъ попеременно то северная, то южная; въ той же последовательности расположены подвижные магниты въ барабане. Полюсные наконечники неподвижныхъ магнитовъ устроены несимметрично, — они удлинены въ одну сторону, цель чего мы сейчасъ выяснимъ. Положимъ, въ данный моментъ подвижные магниты занимаютъ положение, показанное на рис. 338, т.-е. противъ каждого полюса неподвижныхъ магнитовъ стоитъ одноименный полюсъ подвижныхъ; при этомъ каждый неподвижной магнитъ будетъ отталкивать противолежащий магнитъ барабана и притягивать близлежащий съ разноименнымъ полюсомъ; но вблизи находятся два такихъ магнита, а потому барабанъ не могъ бы арийти въ движение, такъ какъ притяжение въ обе стороны равно. Благодаря же выступу у полюсныхъ наконечниковъ магнитовъ, каждый изъ последнихъ притягиваетъ ближайший по направлению вращения часовой стрелки слабее, чемъ другой, почему последний приближается къ нему, а первый удаляется. Черезъ четверть оборота одинъ противъ другого будутъ приходиться разноименные полюсы, но въ этотъ моментъ коммутаторъ меняетъ направление тока въ подвижныхъ магнитахъ, и одинъ противъ другого будутъ опять одноименные полюсы, какъ и въ начале движения. Вследствие этого подвижные магниты получаютъ снова толчекъ по тому же направлению и т. д. безъ конца, пока остается замкнуть токъ.



339. Электродвигатель Якоби.

Здесь токъ действуетъ безъ перерывовъ, и мы уже подошли къ современнымъ электродвигателямъ. Две системы электромагнитовъ и перемену полюсовъ въ одной системе первый применилъ на деле русский ученый Якоби, который устроилъ въ ноябрѣ 1834г. такую машину, изображенную на рис. 339. Онъ приводилъ ею въ движение шлюпку на Невѣ въ 1838 г., для чего требовалось 320 элементовъ цинкъ-медь, а впоследствии 64 элемента

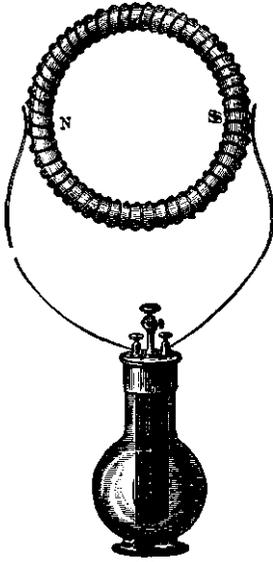
Гrove.

Устройство электродвигателя Якоби было одно изъ лучшихъ, и многия друтя устройства, предложенныя после него, были далеко не такъ интересны, какъ этотъ русский прототипъ электродвигателей. Его превосходство передъ двигателями последователей Якоби, какъ напр. Пэджа, Штэраера и др., заключается главнымъ образомъ въ магнитномъ устройстве, помощью котораго утилизируется магнитное поле. Теперь можно было бы построить по типу Якоби электродвигатель какой угодно мощности, и наши современные двига-

тели переменного тока представляют в сущности усовершенствование типа Якоби.

Нам не приходится конечно укреплять славу нашего великаго соотечественника, который изобрел, благодаря своему гению, электрический моторъ и усовершенствовалъ гальванотехнику, но ведь мы и не повредимъ ему, если

укажемъ, что, еще при зарождении способовъ передачи электрической силы, онъ следовалъ весьма здравымъ конструктивнымъ принципамъ.

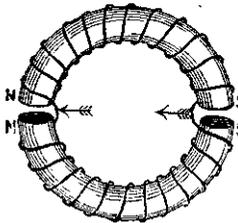


340.
Полусы граммовскаго кольца при пропускании тока.

Переходя теперь къ современнымъ электродвигателямъ, мы находимъ въ нихъ динамомашину во всехъ ея типахъ, такъ какъ по принципу электродвигатель вполне тождественъ съ динамомашинной, которая представляетъ собою обратимую машину. Въ отношении тока и намагничивания это легко показать на машине съ кольцомъ Грамма.

Если ввести граммовское кольцо (рис. 340) въ электрическую цепь чрезъ какое-либо место обмотки и чрезъ диаметрально противоположное, то одна часть тока пойдетъ по верхней половине кольца, а другая по нижней, и обе половины кольца сделаются магнитами. Легко видеть, что оне будутъ поляризоваться въ одинаковомъ направлении; въ самомъ деле представимъ себе, что эти половициш кольца отрезаны одна отъ другой, но безъ изменения обмотки (рис. 341), токъ будетъ циркулировать около обеихъ половиць ИЮ направлению, обратному вращению часовыхъ стрелокъ, а следовательно оба левыхъ конца сделаются севернымъ полюсомъ, а оба правыхъ — южнымъ. Поэтому каждое место, где сходятся обе

половины кольца, делается магнитнымъ полюсомъ, потому что здесь сходятся два одноименныхъ полюса. Итакъ мы приходимъ къ заключению, что, если въ граммовское кольцо вводить токъ чрезъ два различныхъ места, то въ немъ образуются полюсы, приходящиеся въ местахъ входа и выхода тока. Если расположить неподвижные магнитные полюсы около кольца на ИИправо и налево отъ линии, соединяющей его полюсы, то северный полюсь



341. Граммовское кольцо въ

качестве двойного магнита.

Полусы кольца образуются на новомъ месте, но всегда тамъ, где касаются къ обмотке вводители тока. Итакъ полюсы остаются неподвижными, а кольцо вращается подъ действиемъ притяжений и отталкиваний полюсовъ.

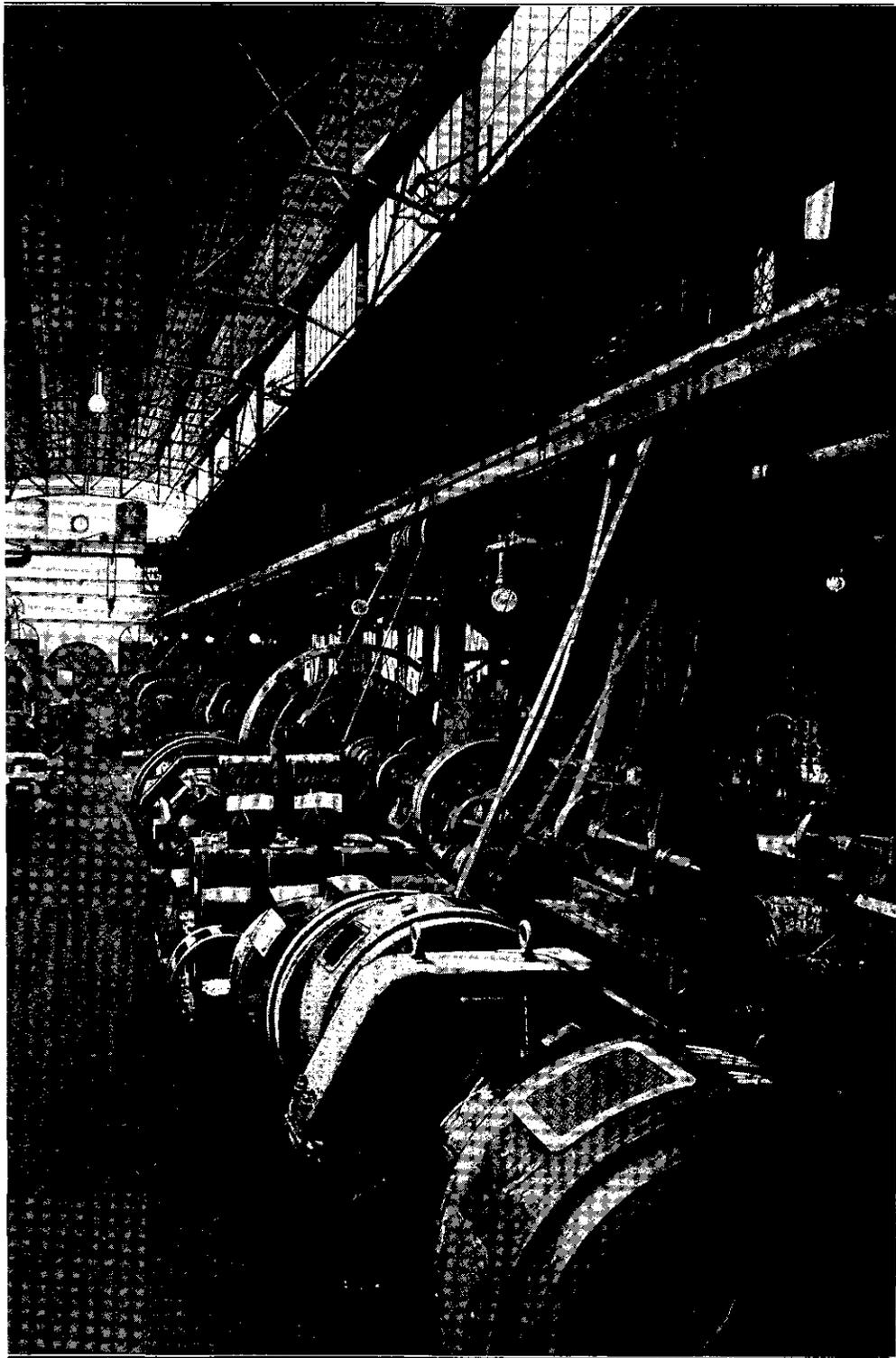
Еакъ видимъ, этотъ механизмъ, доставляющийъ возможность преобразовать энергию тока въ энергию движения, одинаковъ по устройству съ динамомашинной; отсюда мы видимъ также, что динамомашина — обратимая машинна, при которой можно по желанию доставлять движущую силу и получать токъ тли доставлять последний и получать движущую силу.

будетъ отталкиваться находящимся внизу яеподвижнымъ севернымъ полюсомъ и притягиваться верхнимъ южнымъ, — следовательно кольцо начнетъ вращаться по направлению движения часовой стрелки; этому вращению способствуетъ аналогичное же действие у южнаго полюса кольца и последнее получаетъ такимъ образомъ непрерывное вращение подъ влияниемъ намагничивающаго действия тока; при вращении кольца места соединения съ цепью переходятъ на следующие обороты, и



Промысленность и техника. III.

**Отделение маи
на заводе Общества бы**



ИНЪ ПОСТОЯННОГО ТОКА
вш. Шукерть и К° въ Нюрнберге.

Т-во „Гросвещене" въ Спб.

Отсюда выясняется еще один важный пункт. Положим, динамомашинa работает как двигатель; при этомъ якорь вращается, и следовательно въ немъ развивается электровозбудительная сила. Каково направление этой силы, одинаково или противоположно направлению электровозбудительной силы доставляемаго тока? Очевидно, оно должно быть противоположнаго направления и притомъ меньше последней, потому что генераторъ тока и электродвигатель представляютъ собою два противоположные элемента, и электровозбудительная сила послѣдняго является противодействиемъ, на которое затрачивается электровозбудительная сила перваго; если бы электровозбудительная сила динамомашины была слабее, то двигатель доставлялъ бы ей свою энергию, но онъ не можетъ очевидно производить никакого тока, а, наоборотъ, расходуетъ его. Итакъ, обратная электровозбудительная сила двигателя меньше электровозбудительной силы динамомашины и даже меньше напряжения послѣдней на борнахъ, потому что часть его теряется въ проводе.

Обратная электровозбудительная сила двигателя соответствуетъ подобной же реактивной силе динамомашины. Такъ какъ токъ циркулируетъ въ ней такъ же, какъ и въ двигателе, то, развивая токъ, она развиваетъ въ то же время механическую силу, которая очевидно не можетъ быть одного направления съ механической силой, получаемой отъ паровой машины,—она направлена въ противную сторону и натягиваетъ ремень также въ обратную сторону.

Эта реакция динамомашины, умноженная на скорость ремня, представить работу, расходующую ежесекундно динамомашиной на развитие тока. Подобнымъ же образомъ обратная электровозбудительная сила, развиваемая электродвигателемъ, при умножении на силу тока даетъ энергию тока, расходующую на развитие двигательной силы: то, что ему доставляется сверхъ этого, теряется въ виде теплоты въ его обмотке. Подобнымъ же образомъ у динамомашины доставляемый паровой машиной излишекъ работы теряется на трение въ подшипникахъ и т. п.

Устройство электродвигателей. — Въ электрическомъ отношении электродвигатели отличаются отъ динамомашинъ только въ мелочахъ, тогда какъ по своему механическому устройству они обнаруживаютъ отклонения, обусловливающияся назначениемъ машинъ. Первоначально въ качестве электродвигателей брали обыкновенныя динамомашины, пока постепенно не выработали особыхъ типовъ, которые впрочемъ сводятся по большей части къ существующимъ типамъ динамомашинъ. Въ развитии электродвигателей въ конструктивномъ отношении многое было сделано американцами, которымъ въ этой области принадлежало первенство за послѣднія двадцать лѣтъ; попутно съ этимъ шло и распространение электродвигателей въ Америке, где число работающих электродвигателей считается уже тысячами.

Въ Германіи применение электрическихъ двигателей за последнее время весьма развилось и все еще развивается; въ пользовании электродвигателями на заводахъ, фабрикахъ и мастерскихъ она пожалуй уже догнала Америку. Что же касается до двигателей для городского передвижения, то американцы еще не имеютъ соперниковъ.

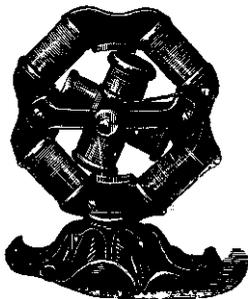
Существуютъ уже сотни различныхъ формъ такихъ двигателей, изъ которыхъ мы выберемъ для описания только несколько характерныхъ.

Мы начнемъ съ мелкихъ двигателей, какіе, напр., годятся для действия швейныхъ машинъ и вообще носить скорее характеръ игрушки, такъ какъ у нихъ слишкомъ мало полезное действие.

Двигатель, рис. 342, состоитъ изъ кольцеобразнаго электромагнита, который делается четырехполюснымъ четырьмя катушками. Якорь состоитъ изъ четырехъ, расположенныхъ въ упомянутомъ кольце наподобіе спиць, магнитовъ съ полюсами, идущими въ переменномъ порядке.

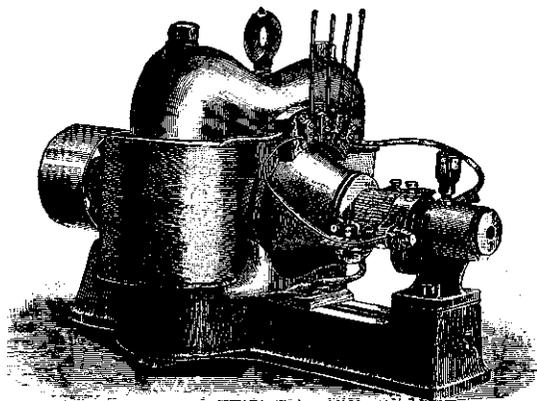
Коммутаторъ производитъ перемену направления тока, вследствие чего якорь, какъ это было объяснено для двигателя Якоби, получаетъ непрерывное вращение.

Такие мелкіе электродвигатели устроиваются самыхъ разнообразныхъ формъ, но мы не будемъ болыне останавливаться на нихъ, такъ какъ они имеютъ мало практическаго значенія. Большія машины устроятся иначе, такъ какъ при устройствѣ, применяемомъ для мелкіхъ двигателей, слишкомъ велики потери; происходитъ это отчасти отъ плохой утилизации магнитнаго поля, т.-е. отъ того, что большая часть возбуждаемыхъ линий силы идетъ не чрезъ якорь, а отчасти также (и это главный ихъ недостатокъ) отъ применения сплошнаго железнаго сердечника въ якорѣ. Мы уже видели при описаніи динамомашинъ, что въ сплошныхъ железныхъ сердечникахъ при перемене направления линий силъ возбуждаются токи, нагревающіе сердечникъ, а такъ какъ они не способствуютъ развитію тока, то представляютъ изъ себя потерю. Это сохранять свое значеніе и для электродвигателей, а потому при ихъ устройствѣ необходимо соблюдать те же правила, какъ и



342

Небольшой американскій двигатель.



343- Двигатель Спрага.

при постройке динамомашинъ. Поэтому для двигателей берутъ не звездообразные якоря, а кольцевые или барабанные, въ которыхъ полюсы меняются не сразу, а перемещаются по кругу и при этомъ остаются всегда вблизи полюсовъ электромагнитовъ, чтобы поддерживалось возможно большее притяженіе между полюсами якоря и электромагнитовъ. Для такого непрерывнаго перемещенія полюсовъ въ кольцевыхъ и барабанныхъ якоряхъ самымъ удобнымъ приспособленіемъ является обыкновенный коллекторъ динамомашинъ.

Здесь мы будемъ разсматривать машины только съ теми двигателями постояннаго тока, которые строятся по принципу Пачинотти-Грамма; поэтому въ отношеніи отдельныхъ частей мы можемъ сослаться на сказанное о динамомашинахъ, ограничиваясь только особенностями двигателей.

Что касается отдельныхъ двигателей, то мы огранчимся разсмотрѣніемъ лишь немногихъ типовъ. Въ настоящее время, какъ мы уже говорили выше, не замечается существенной разницы между динамо и двигателемъ, и если послѣдній получаетъ несколько иную форму, то поводъ къ тому слѣдуетъ искать не въ немъ самомъ, а въ его примененіяхъ.

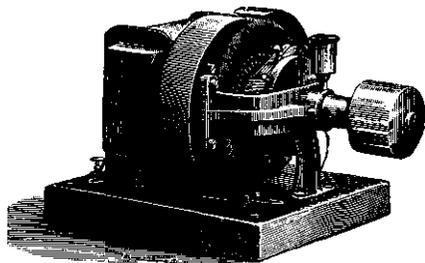
Тогда какъ соединеніе динамо съ движущей ее машиной довольно простое, соединеніе двигателя съ приводимымъ имъ въ движеніе снарядомъ, наоборотъ, очень сложно и оказываетъ существенное вліяніе на конструкцію самаго двигателя, почему мы должны разсматривать двигатели въ ихъ при-

мененияхъ. Только при такихъ условияхъ можно познать ихъ характерныя черты, тогда какъ, вообще говоря, они не что иное, какъ динамомашина. Для того, чтобы показать читателю, что электрический двигатель можетъ представлять изъ себя самостоятельную машину и заменять въ производствѣ паровыя и другія мапшны, мы лишь укажемъ на несколько видовъ отдельныхъ моторовъ и прежде всего на двигателяли Спрага.

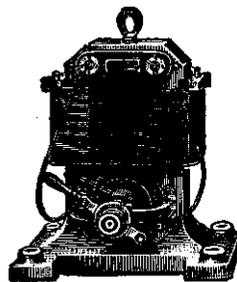
Они получили большое распространение въ Америке, благодаря своимъ хорошимъ качествамъ. Въ отношении постройки и применения электродвигателей Франкъ Спрагъ считается однимъ изъ первыхъ электротехниковъ. Для одного изъ своихъ электродвигателей онъ выбралъ типъ, рис. 343, который по своему прочному устройству и небольшой вышине очень удобенъ при пользовании.

Прежде чѣмъ перейти къ дальнейшему, мы укажемъ еще на одно добавочное приспособление, которое оказывается необходимымъ при пользовании электрическими двигателями.

Пока двигатель въ покое или не достигъ еще полнаго числа оборотовъ, его обратная электровозбудительная сила бываетъ меньше требуемой вели-



44. Малый электродвигатель Сименса и Гальске.



345. Малый электродвигатель „Allgemeine Electricitats-Gesellschaft“.

чины; но сила тока въ электродвигателе равняется разности между напряжениемъ на зажимахъ и обратной электровозбудительной силой, разделенной на сопротивление двигателя; поэтому, пока обратная электровозбудительная сила еще мала, сила тока въ двигателе будетъ велика, а двигатель построенъ для определенной силы тока, которая соответствуетъ полной обратной электровозбудительной силе. Итакъ, двигатель приходится пускать въ ходъ при уменьшенномъ напряжении на зажимахъ, что и достигается введениемъ въ цепь добавочнаго сопротивления, которое уменьшаютъ по мере увеличения скорости двигателя и наконецъ совсемъ выключаютъ.

Пользуются известностью также двигатели Сименса и Гальске, устраиваемые по типамъ ихъ динамомашинъ. Двигатель для небольшой мощности состоитъ изъ плоскихъ, горизонтально расположенныхъ электромагнитовъ (рис. 344), къ концамъ которыхъ прикреплены серпообразныя полюсныя наконечники. Въ пространствѣ между последними вращается якорь, устроенный по типу граммовскаго кольца. ПОДШИПНИЕОМЪ вала служить кронштейнъ, прикрепленный къ полюснымъ наконечникамъ магнитовъ.

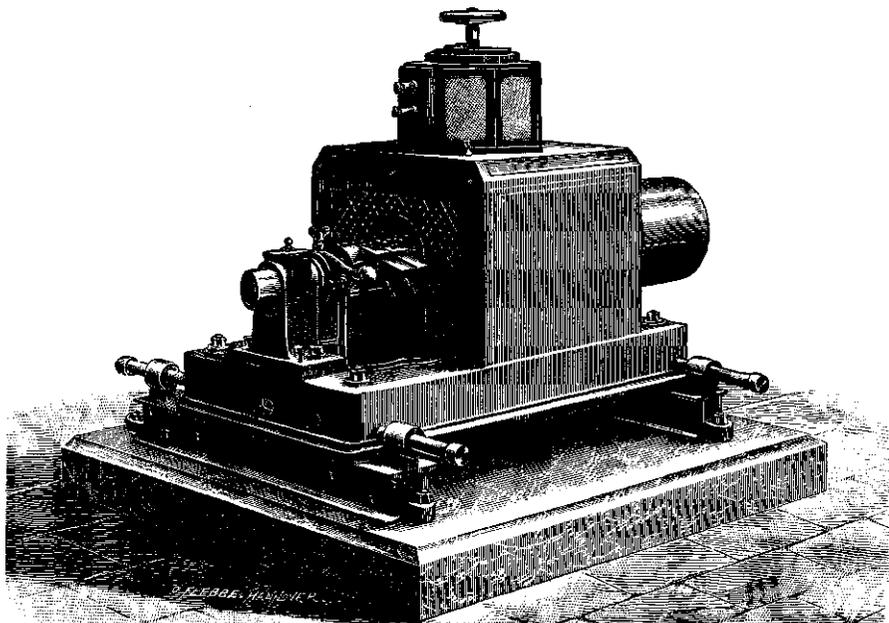
Allgemeine Electricitats-Gesellschaft устраиваетъ свои маленькiе двигатели по типу машины Эдисона (рис. 345), а большiе напоминаютъ динамомашины ихъ фирмы.

Къ распространению электрическихъ двигателей въ Германii прилагаютъ много усилий „Немецкiе электрическiе заводы“ въ Ахене; двигатель этой фирмы изображенъ на фиг. 346. Его типъ соответствуетъ типу динамо, описанному на стр. 73. Эта конструкция чрезвычайно подходящая для двигателей, благодаря своей устойчивости и компактности; такие моторы получили

значительное распространение. Восьмиугольный ящикъ съ ручнымъ маховичкомъ, служащий превосходной вершиной въ архитектурномъ смысле, содержать въ себе сопротивление, установленное такимъ образомъ на самой машинѣ.

Въ Швейцарии большія услуги по развитию передачи энергии, особенно на большія разстоянія, оказала механический заводъ „Эрликонъ“, о чемъ мы будемъ еще говорить впоследствии. Здесь было выработано несколько хорошихъ формъ электродвигателей большой мощности. Для меньшихъ образцовъ, до 100 лощ. силъ, заводъ применяетъ манчестерскій типъ съ граммовскимъ якоремъ, такъ что его двигатели снаружи походятъ на двигатели Спрага.

Для большихъ мощностей, до 250 лощ. силъ и более, фирма применяетъ многополюсный типъ.



340. Электродвигатель фирмы „Deutsche Elektrizitätswerke“.

Сделаемъ здесь еще одно замечание, а именно, что электрические двигатели подобно динамомашинамъ могутъ снабжаться несколькими парами полюсовъ, что само собою понятпо на основании сказаннаго выше.

Регулирование электродвигателей. — Мощность электродвигателя зависитъ отъ силы проходящаго черезъ него тока и отъ развиваемой имъ обратной электровозбудительной силы. Чтобы изменять мощность, приходится соответственно изменять произведение обеихъ этихъ величинъ.

Следовательно, если все возрастающая нагрузка двигателя требуетъ увеличения его мощности, намъ придется увеличить либо обратную электродвижущую силу, либо силу тока, либо обе одновременно, или же наконецъ, увеличивъ одну, понизить другую, но такъ, чтобы ихъ произведение возрастало.

Если, для увеличения мощности, повышать только обратную электровозбудительную силу, то должно повышаться также напряжение на борнахъ, потому что сила тока зависитъ отъ избытка этого напряжения надъ обратной электровозбудительной силой.

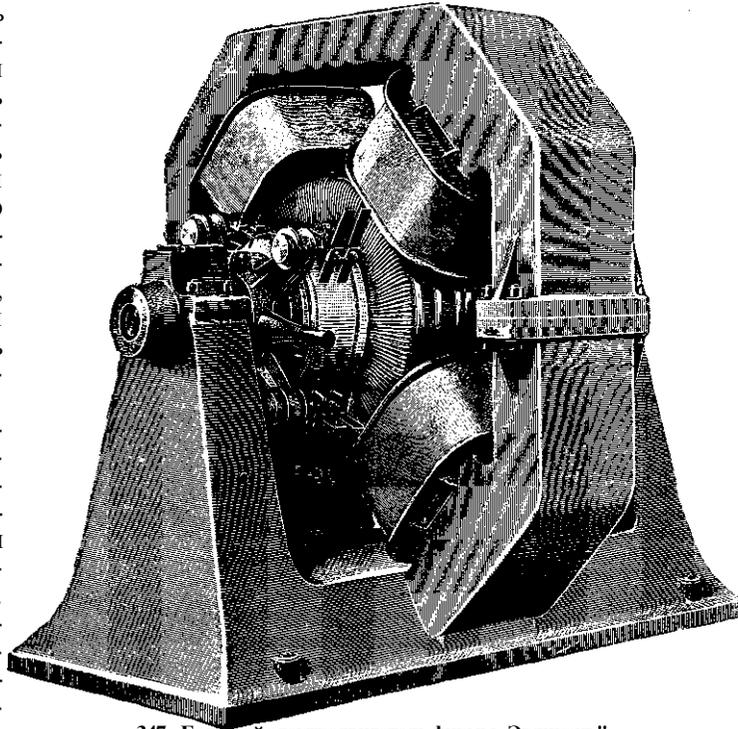
Съ поддержаніемъ постоянной силы тока при переменномъ напряжении на борнахъ мы встречаемся при последовательномъ соединении элек-

тродвигателей, которое весьма распространено в Америке. Итакъ, рассмотримъ теперь, какъ регулируютъ тамъ последовательно соединяемые двигатели при изменении нагрузки.

При этомъ мы можемъ ограничиться темъ случаемъ, когда скорость вращения должна оставаться приблизительно постоянной; этотъ случай соответствуетъ требованиямъ практики и допускаетъ сравнительно простое регулирование. Такъ какъ при этомъ повышение электровозбудительной силы должно достигаться не чрезъ увеличение скорости вращения, то надо применять уже известный способъ регулирования динамомашинъ, т.-е. увеличивать силу магнитнаго поля. Для этой цели или усилитатъ проходящий по обмотке электромагнитовъ токъ, или разделяютъ обмотку на несколько частей и пропускаютъ токъ по мере надобности чрезъ большее или меньшее число этихъ последовательно соединенныхъ частей, усиливая или уменьшая темъ возбуждение магнитовъ.

При электродвигателе поступаютъ подобнымъ же образомъ, применяя соединение, показанное на рис. 348. Какъ видимъ, токъ проходитъ чрезъ разделенное на части сопротивление; одинъ полюсъ двигателя соединяется неизменно съ однимъ концомъ сопротивления а другой можно приводить въ соединении съ различными точками на сопротивлении.

Такъ какъ съ увеличениемъ числа введенныхъ въ цепь частей реостата ИИнапряжение на полюсахъ двигателя возрастаетъ, то мы можемъ повышать напряжение на борнахъ, вводя эти части сопротивления въ цепь, или понижать его, исключая ихъ изъ цепи. Однако такой способъ неудобенъ; лучше было бы изменять силу тока только въ электромагнитахъ, изменяя въ нихъ число оборотовъ, по которымъ проходитъ токъ. На рис. 349 мы видимъ двигатель въ соединении съ регуляторомъ скорости, который при слишкомъ быстромъ ходе выводитъ обороты обмотки изъ цепи, а при слишкомъ медленномъ вводитъ ихъ. Если теперь ходъ двигателя замедлится вследствие увеличения нагрузки, то регуляторъ вводитъ больше оборотовъ, и обратная электровозбудительная сила двигателя повышается соответственно увеличению нагрузки.

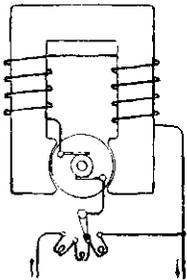


347. Большой электродвигатель фирмы „Эрликонъ“.

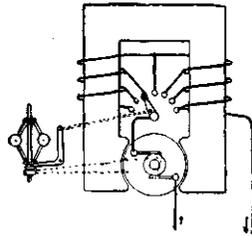
Каким образом достигается подобное устройство на практике, это может пояснить фиг. 350, на которой изображен двигатель для последовательного включения, т.-е. с постоянной силой тока. В этом двигателе Иммиппа регулятор помещен на левой стороне вала. Этот регулятор приводит в действие выдвигной стержень, от положения которого зависит число включенных в цепь оборотов обмотки электромагнита.

Гораздо проще регулирование в электродвигателях, которые соединяются с проводами постоянного напряжения, потому что здесь мы избегаемся от механических регуляторов и получаем регулирование помощью тока. При постоянном напряжении на зажимах сила тока повышается при понижении обратной электровозбудительной силы, потому что при этом увеличивается разность между напряжением и обратной электровозбудительной силой. Но, являясь на уменьшение последней, это усиление тока обусловливает в известных пределах увеличение произведения обеих величин, т.-е. доставляемой работы. Уменьшения обратной электровозбудительной силы можно достигнуть ослаблением поля, т.-е. уменьшением числа оборотов.

Если применяются двигатели с ответвлением, то ослабление поля можно производить вручную, вводя сопротивление в цепь электромагнитов: схема соединений в этом случае показана на рис. 351.



348. Регулирование двигателя с последовательным соединением ответвления.



349. Регулирование двигателя с послед. соединением числа витков в обмотке электромагнитов.

Но можно без помощи всякого переменного сопротивления предоставить самому двигателю регулировать требующийся для него ток. В самом деле, при увеличении нагрузки у двигателя с ответвлением уменьшается скорость его вращения, а вместе с тем и его обратная электровозбудительная сила; в него пойдет больше тока, и при известном уменьшении скорости энергия тока уравнивается с его механической мощностью. Итак, он регулируется автоматически, изменяя свою скорость.

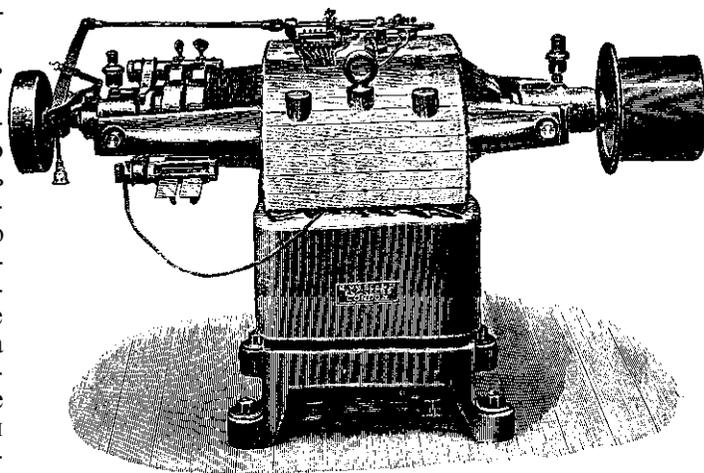
Так как это изменение в пределах между ходом порожнем и при полной нагрузке (у хороших двигателей с ответвлением оно составляет около 5% скорости без нагрузки) противоречит некоторым требованиям, то придумали еще одно усовершенствование, уменьшившее это изменение так, что оно не переходит за 2%. Для этой цели на магнитах располагают поверх обмотки ответвления вторую обмотку, введенную в главную цепь, но не так, как в динамомашине компаунд, а так, чтобы она возбуждала магниты противоположно обмотке ответвления (рис. 352); таким образом она ослабляет намагничивание, производимое последней обмоткой. Если нагрузка у двигателя увеличивается, а его скорость уменьшается только немного, то его обратная электровозбудительная сила понижается не только от уменьшения числа оборотов, но и от усиления тока в обмотке, введенной в главную цепь.

Итак, мы можем обеспечить электродвигателю достаточное регулирование его мощности и скорости, а для двигателей постоянного напряжения можно применять даже автоматическое и чисто электрическое регулирование, которое избавляет нас от труда следить за двигателем при переменной нагрузке. Это автоматическое регулирование электродвигателя составляет важное его преимущество, потому что оно сберегает ток при всяком, далее преодолимом, уменьшении нагрузки. Если принять в расчет,

что станки и машины редко работают при полной нагрузке, оставаясь в действии по большей части при малой нагрузке или порожнем, то должен оказаться выгодным такой двигатель, который при уменьшении нагрузки мгновенно уменьшает поглощение движущей силы. По этой способности приспособляться электродвигатель стоит впереди всех и тем заслуживает дальнейшего рассмотрения.

Преимущества электродвигателей. — В сравнении с другими двигателями электродвигатель обладает столь важными преимуществами, что он скоро вытеснит своих конкурентов повсюду, где не стоит ему на дороге стоимость и где возможна доставка тока. Прежде всего обращают на себя внимание его компактность, легкость установки и несложность ухода за ним; 2-сильный двигатель занимает место не больше табурета, а 5-сильный — гораздо меньше половины места газомотора равной мощности, а если сравнивать с паровыми машинами, то получим еще более выгодные отношения для электро-

двигателя отношения. Так как в электродвигателе нет никаких тяжелых частей, то он не требует никакого фундамента, — его можно устанавливать прямо на полу, а небольшие образцы даже на стешнях крошечных машин. Кроме того, он почти безопасен; мы говорим почти, потому что при неумелом обращении



350. Электродвигатель для последовательного включения с регулятором числа оборотов обмотки.

он может конечно, как всякий электрический прибор, произвести воспламенение; но мы разумеем, что эта опасность устранима и что в отношении вредных механических действий электродвигатель оказывается гораздо надежнее других двигателей, так как у него все части столь хорошо закрыты, что бывают видимы только коллектор и шкив.

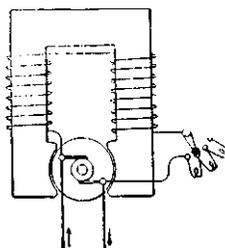
Что касается до ухода, то он ограничивается только смазкой Иудшипников и правильной установкой щеток. Пускание в ход двигателя столь просто, что его может производить всякий, даже неопытный, рабочий.

Заслуживает также упоминания почти совершенно безшумный ход. Если прибавить сюда, что, как уже было выяснено, двигатель автоматически регулирует расход тока и что его скорость изменяется только незначительно при изменении нагрузки, то придется признать, что благодаря этим преимуществам электродвигатели вводятся рано или поздно во всеобщее употребление.

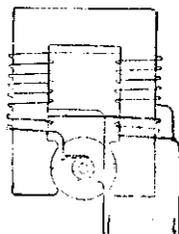
Но каковы же расходы на эксплуатацию? Само собой разумеется, что большой электродвигатель не может конкурировать в этом отношении с соответствующей паровой машиной, так как для приведения его в действие требуется еще большая паровая машина. Другое дело, когда двигатель приводится в действие отдаленным водопадом, энергия которого на том

месте, где находится водопад, имеет, может-быть, мало цены, а на месте двигателя, куда она передается, оказывается значительно дороже. В таких случаях электродвигатель может конечно оказаться выгоднее равносильной паровой машины, особенно в тех странах, где водяная сила дешева и имеется в больших количествах, а уголь, наоборот, дорог (напр. в Инвейцарии, Норвегии и в гористых местностях Америки). Но и при действии от паровой машины электродвигатель может конкурировать с последней, потому что он дает возможность производить рациональное распределение энергии. Так как действие одной большой паровой машины гораздо экономичнее действия несколько малых, то электродвигатель может соперничать с мелкими паровыми машинами там, где имеется умеренный спрос на движущую силу, напр. в городах со многими мелкими мастерскими, в округах с кустарной промышленностью; электродвигатель представляет идеальный двигатель для мелкой промышленности.

В этом отношении ему благоприятствует одно особое обстоятельство: спрос на электрическую энергию для двигателей случается по большей части днем, а в остальное время суток током пользуются исключительно для освещения. Благодаря этому, для электрических станций открывается возможность работать и днем, доставляя ток для двигателей.



351. Регулирование двигателя с ответвлением изменением сопротивления в обмотке электромагнитов.

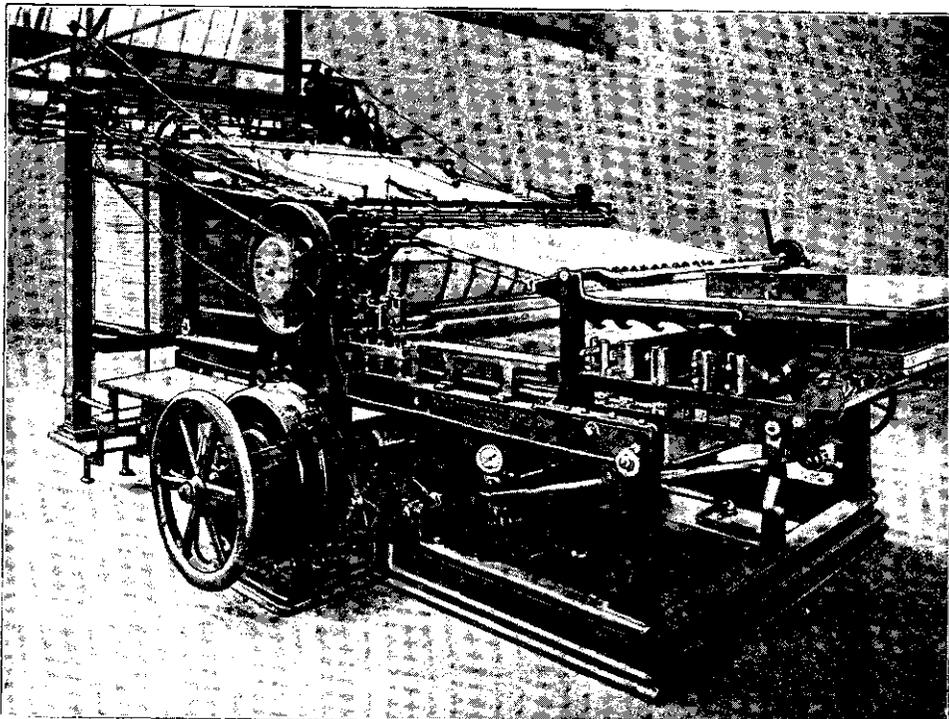


352. Обмотка компанды для регулирования электродвигателя.

лошадиных сил в общем, на следующий год число удвоилось: применялось 311 двигателей силою в 1070 лошадиных сил, а в 1898 г. мощность двигателей достигала 11418 киловаттов или круглым числом 15400 лошадиных сил, к которым нужно еще прибавить 2100 киловаттов — или 2600 лошадиных сил потребляемых электрическими железными дорогами.

Если можно пользоваться водяной силой, то расходы по эксплуатации делаются еще более низкими. Такой случай представляется напр. в Гейльбронне, где для получения тока пользуются находящимся поблизости, в Лауффене, водопадом в 1500 лошадиных сил. Этим током в Гейльбронне пользуются для освещения и для приведения в действие двигателей; таким образом энергия большого водопада раздробляется на большое число мелких частей и распределяется по городу, снабжая мастерские требуемой энергией. Особенно ярко выступают преимущества электрических двигателей в тех случаях, когда требуется или выгодно непосредственное соединение вращающейся машины с двигателем; в таких случаях электрический двигатель превосходит все другие, будут ли то паровые, газовые, керосиновые, спиртовые, бензиновые, действующие сжатым воздухом и т. п. Все они пробовали состязаться с электрическим двигателем, но они либо уже сдались, либо находятся на пути к тому.

Применения электродвигателей. — Несмотря на то, что электродвигатели получили распространение лишь около 12 лет тому назад, они на-



353. Типографский скоропечатный станок, обслуживаемый электрическим двигателем.



354. Электродвигатели в машинном отделении завода.

шли для себя уже много применений; мы опишем некоторые из них, чтобы показать, какова применимость этих машин.

Сначала мы рассмотрим его, как двигатель для мастерских, куда он находит все больше и больше доступа (а в Америке получил уже довольно широкое распространение). Прежде всего эти двигатели являются желательными там, где требуется возможная непритязательность, напр. где желают по возможности меньше заниматься двигателем. Так бывает и напр. в типографиях. Электродвигатели, всегда готовые к работе и не расходующие энергии при бездействии, в особенности хороши там, где

спрос на движущую силу сильно изменяется, а потому в Америке они наиприобрели себе много применений в типографиях.

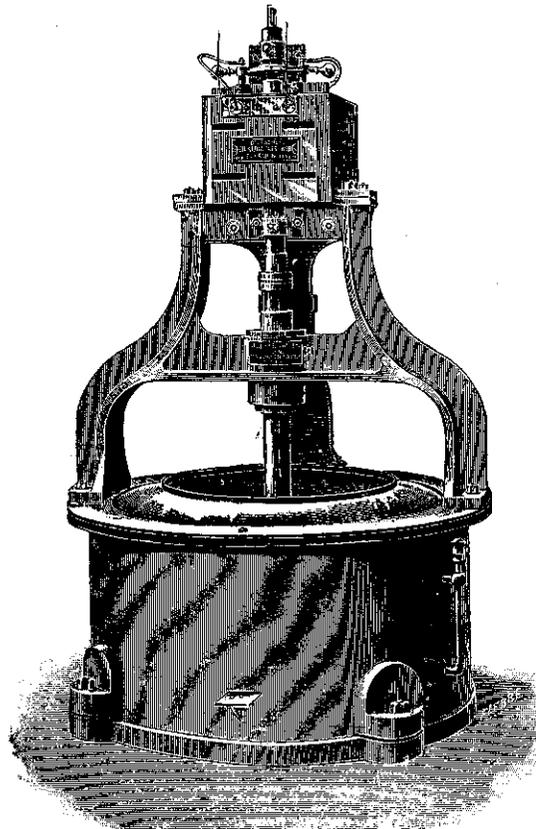
На фиг. 353 мы даем изображение электрического двигателя, обслуживающего типографский станок; читатель может видеть, как незначительно занимаемое им место в сравнении с местом приводимого им в движение станка.

Применение электродвигателей в мастерских остается в довольно скромных пределах, но следует думать, что с, облегчением и удешевлением добывания тока, мелкие промышленики и кустари скоро познакомятся с преимуществами этих двигателей и не замедлят воспользоваться ими.

Имеется однако довольно много фабрик, которые применяют у себя исключительно или отчасти электрические двигатели, как то видно из отчетов электрических предприятий.

На рис. 354 показана установка двигателя в машинном зале; нетребовательность двигателя допускает его установку в любом самом скромном месте, причем он легко может быть перенесен на другое место.

Электродвигатели приобрели уже значение не в одной только мелкой промышленности, — ими начинают пользоваться и крупные заводы и фабрики, а именно с целью обходиться без неудобной ременной передачи. В этих случаях на центральной станции работает одна или несколько больших динамомашин, ток¹ от которых распределяется во все мастерские; там ставятся электродвигатели, развивающие требуемую движущую силу. Таким образом дорогие стоящие передачи заменяются простым электрическим проводом и небольшими электродвигателями, чем устраняется довольно значительная потеря энергии в ремнях и длинных передаточных валах.

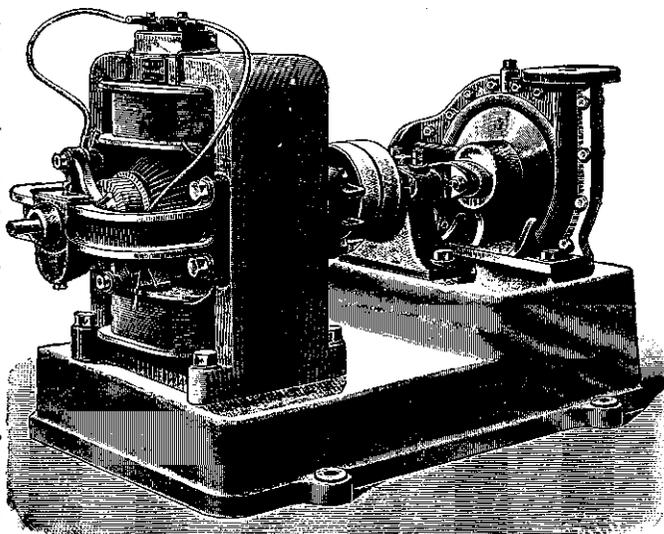


355. Сушильная машина „Немецких заводов“ в Ахене.

Разнообразие примешности электродвигателей выступает особенно ясно изъ разсмотренія техъ снарядовъ, которые могутъ быть непосредственно соединены съ электрическимъ двигателемъ. Какъ простейшій примеръ беремъ центрофугу. Какъ известно, подобная машина, служащая для отделения плотной массы отъ жидкости, съ ней связанной, т.-е. употребляемая какъ сушильная машины, нуждаются въ весьма большой скорости вращения, доходящей до несколько тысячъ оборотовъ въ минуту. Пря ременной передаче приходится поэтому употреблять многократную передачу. Съ применением же электрическаго двигателя дело упрощается, ибо последний очень легко самъ даетъ большую скорость вращения, даже легче даетъ ее, чѣмъ малую. Поэтому его якорь можетъ быть непосредственно соединенъ съ разбрасывающимъ валомъ; отсюда уже вполне понятно устройство сушильной машины „Немецкихъ электрическихъ заводовъ“ въ Ахене, показанное на рис. 355.

Подобное же устройство имеетъ показанный на рис. 356 центробежный насосъ съ электрическимъ двигателемъ бр. Кертингъ. И въ этомъ случаѣ двигатель оказывается соединеннымъ непосредственно съ валомъ насоса, такъ что требуемое значительное число оборотовъ для центробежнаго насоса получается непосредственно отъ электрическаго двигателя, безъ всякой передачи.

Это преимущество представляетъ особое значеніе тамъ, где приходится приводить въ дѣйствіе несколько помпъ, не находящихся одна



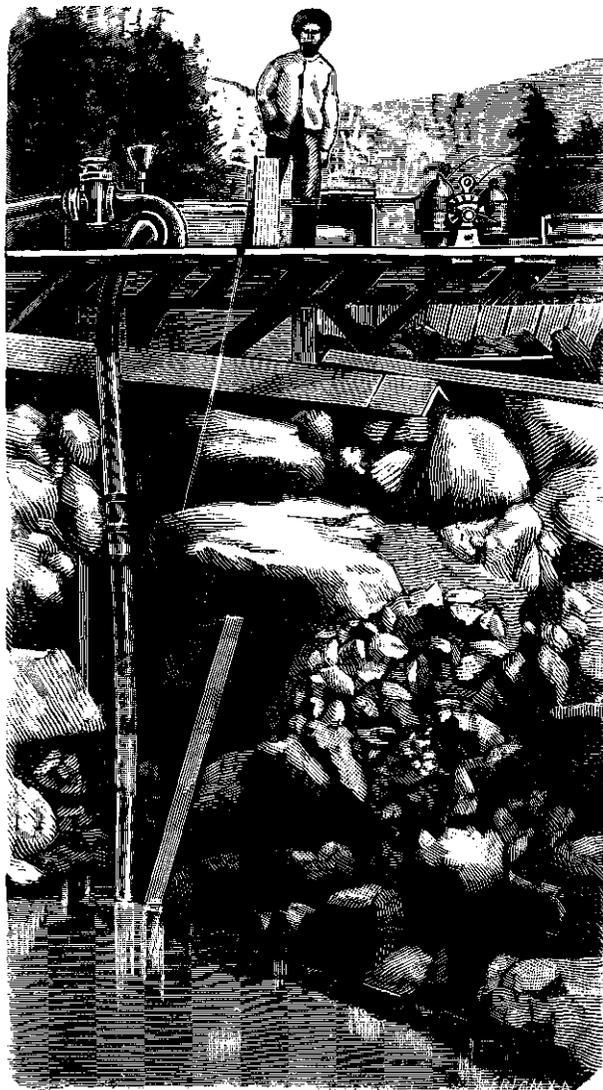
356. Электрический центробежный насосъ.

около другой, напр. при гидравлическихъ постройкахъ. Здѣсь токъ отъ одной динамомашинны, которая можетъ находиться далеко отъ места поехро йки, можно распределить на какое угодно число двигателей, причемъ это преимущество особенно важно тамъ, где помпы устанавливаются только на время. Такое применение электродвигателей представляетъ еще то преимущество, что они по своей скорости хорошо соответствуютъ помпамъ многихъ типовъ, и ихъ можно соединять прямо съ ними.

Рис. 357 показываетъ, насколько просто такое временное устройство, хотя въ данномъ случаѣ двигатель и не соединенъ непосредственно съ помпой. Площадка изъ несколькихъ толстыхъ обрубковъ или балконъ сооружается очень просто; на ней устанавливается двигатель и помпа, и черезъ часъ уже можно начать работу.

Подобное же применение находимъ мы въ электрическихъ пож^р-ныхъ помпахъ, которыя прежде всего были предложены въ Америкѣ. Для нихъ конечно необходимо, чтобы легко можно было доставать токъ во всемъ округѣ, где должна служить помпа, а потому ихъ применение возможно только въ городахъ съ электрическими центральными станціями, а также тамъ, где можно быстро прокладывать провода. Вообще въ будущемъ, когда

электрическихъ станцій будетъ больше, эти пожарныя машины приобретутъ большое значеніе. Едва ли можно представить себѣ болѣе простую по управленію пожарную помпу. Прежде всего электрическая пожарная помпа представляетъ преимущество передъ паровой по своей болѣе легкой. Представимъ себѣ, что въ освещаемомъ округѣ, въ домахъ или на улицахъ, расположены простыя приспособленія для приращиванія гибкаго провода;



357. Водоотливная установка съ электрическимъ двигателемъ.

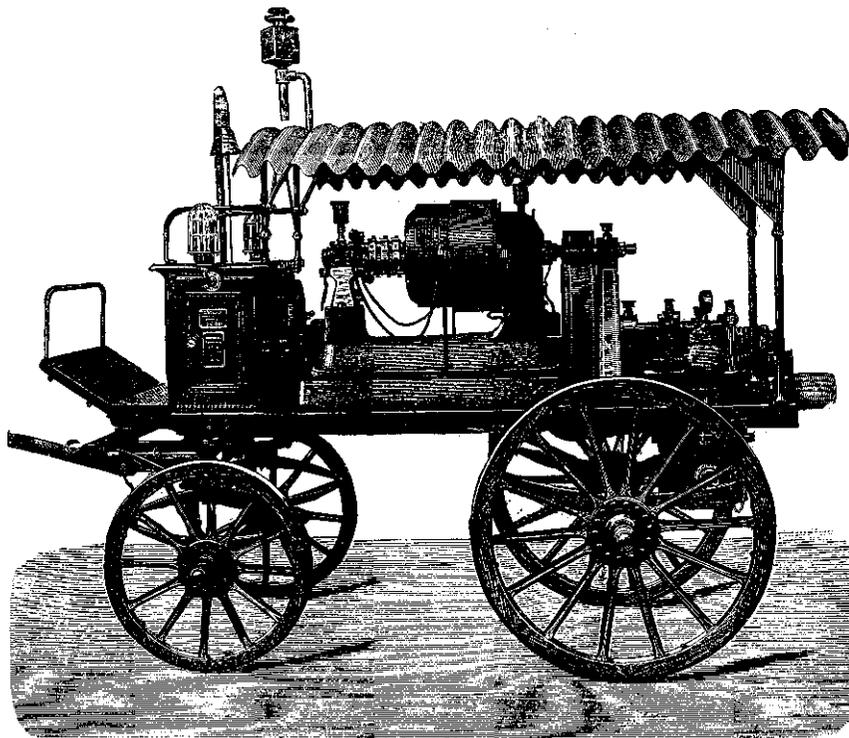
тогда пожарнымъ придется только смотать съ барабана кабель, приростить его конецъ къ одному изъ упомянутыхъ приспособленій, и помпа готова для действия. Для поясненія мы приводимъ на рѣс. 358 изображеніе такой электрической пожарной помпы Куммера и К^о въ Дрезденѣ. Мы привели это краткое описаніе не потому, что это представляетъ собою выдающееся примененіе тока для механическаго движенія, а болѣе для того, чтобы выяснитъ, какъ въ будущемъ можно будетъ пользоваться всегда имеющейся подъ руками движущей силой во всехъ мѣстахъ округа, снабжаемаго токомъ. Всеобщее распространеніе обеспечиваетъ электродвигателю уже одна простота управленія имъ, и мы должемъ до того, что при постройкахъ будутъ устраивать временныя электрическія установища для действия помпы, подпиманія камней и освещенія или при желѣзнодорожныхъ работахъ для действия сверлильныхъ и клепальныхъ станковъ, принагрузкѣ и разгрузкѣ, грузовъ для подниманш

и пр.

Примененіе электродвигателей для действия вентиляторовъ оказывается особенно удобнымъ въ виду очень легкой доставиши движущей силы посредствомъ проволоки къ вентиляторамъ, которые часто располагаются въ очень недоступныхъ мѣстахъ. Кроме того электродвигатель вообще превосходно подходитъ къ устройству вентиляторовъ. На рис. 359 представленъ вентиляторъ фирмы Фейыа въ Штуттгарте; здѣсь мы можемъ видѣть, какъ удобно расположенъ

двигатель, соединенный съ вентиляторными крыльями, Здесь большое число оборотовъ составляетъ важное преимущество, такъ какъ его можно соединять прямо съ быстро вращающимися вентиляторными крыльями.

Следующий чертежъ (фиг. 360) даетъ возможность лучше разсмотреть способъ соединения двигателя съ крыльями вентилятора. Мы видимъ, что двигатель цилиндрической формы соединенъ при помощи трехъ железныхъ реберъ съ концентрическимъ железнымъ кольцомъ, служащимъ для прикрепления присисособления къ смене. Непосредственно на валу двигателя насажены шесть крыльевъ вентилятора, вращающихся въ свободномъ пространстве кольца.



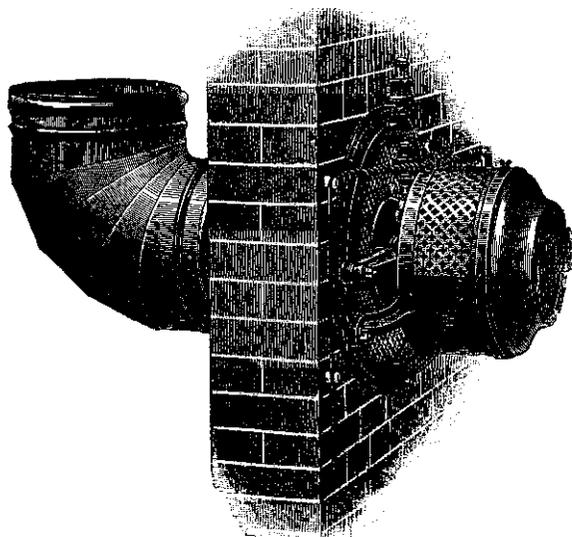
853. Электрическая пожарная помпа.

Совершенно своеобразнымъ вентиляторомъ является приоеняемое въ комнатахъ свешивающееся электрическое опахало, изображенное на рис. 361. Маленький двигатель полещается въ ножке ИИодвеса, которой опахало прикрепляется къ потолку; опахало состоитъ, какъ то показано на рис. 362, изъ вертикальнаго, вращающагося въ широкомъ подшипнике вала небольшого барабаннаго якоря, къ нижнему концу котораго прикреплены крылья вейтилятора. • Средняя часть полаго тела, обхватывающаго якорь, состоитъ изъ железнаго кольца съ двумя диаметрально противоположными выступами, снабженными обмотками и образующими магниты; последние не показаны на нашемъ чертеже. Крылья даютъ направленный внизъ потокъ воздуха. Опахало это довольно распространено въ Америке и тропическихъ странахъ.

Изъ домашнихъ применений электродвигателей можно указать еще на приводимыя въ действие электричествомъ швейныя машины (рис. 363). Двигатель обыкновенно помещается подъ доской столика. Для пускавня въ ходъ и регулирования располагаютъ около него заключенный въ коробке реостать

съ выключателемъ; его рычагъ переставляется при помощи педали, что производится буюгой.

Хотя и представляется весьма желательной замена вредной ножной работы этой новой движущей силой, все же обзаведение этимъ приспособлениемъ,

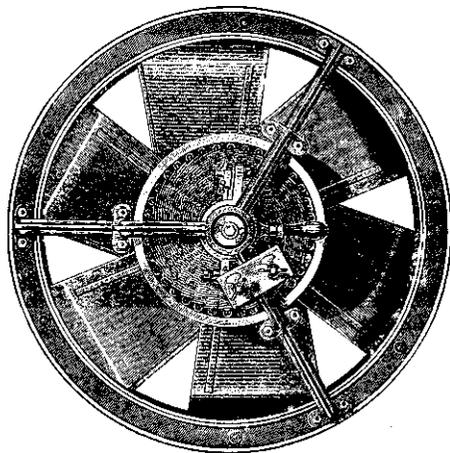


359. Электрический вентиляторъ для фабрикъ. лишь какъ первые ростки молодого посева. Пусть чита-

тель твердо помнить, что электрический двигатель, въ отношении практическаго применения, едва лишь достигъ пятнадцатилетняго возраста; уже по этому одному онъ можетъ себе представить, что можетъ дать впоследствии этотъ многообещающий молодецъ. Мы оставляемъ совсемъ въ стороне пред-

ПОЛОЖЕБІЕ объ удачаевляемъ добыва-

нии тока: если последнее осуществится, то всеобщее применение электрическаго двигателя будетъ такъ же обязательно, какъ и аминь въ церкви.



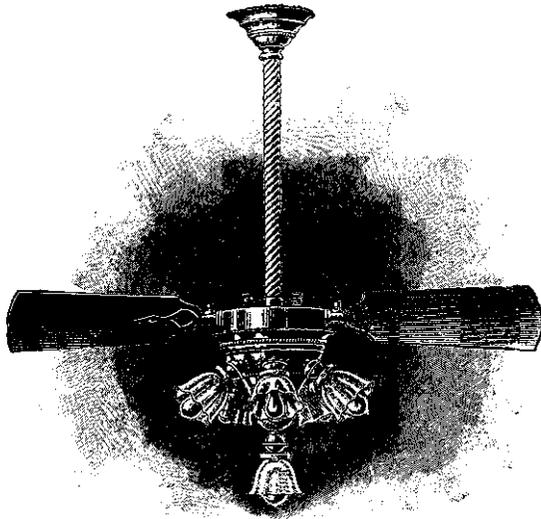
360. Электрический вентиляторъ. рике пришли къ счастливой мысли ставить безшумный двигатель въ по-

мещении органическихъ меховъ для приведения последнихъ въ действие; свои обязанности онъ исполняетъ куда лучше людей, которые часто оставляли органиста безъ ветра, такъ что прихожанамъ приходилось петь безъ аккомпанимента органа. Ничего подобнаго не можетъ произойти съ двигателемъ, который

а въ особенности питание его токомъ ИИредставляетъ еще не мало затруднений, особенно на краю города. Все же мы будемъ относиться презрительно къ этому изобретению, которое, правда, еще не приноситъ въ настоящее время пользы, даже той социальной пользы, ради которой оно и было придумано; но оно указываетъ намъ на то, что электричество современемъ делается полезнымъ помощникомъ и въ домашнемъ быту. Во многихъ случаяхъ применений электрическаго двигателя следуетъ судить о немъ, основываясь не на полезности его въ настоящую минуту, но разсматривая его

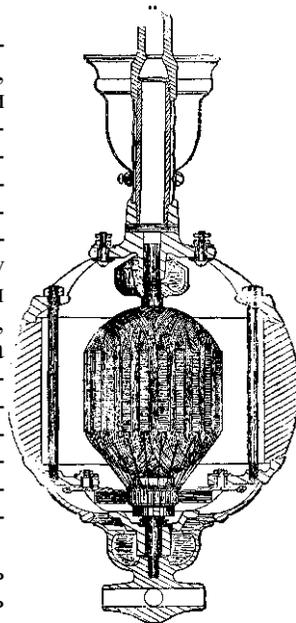
Церковь. И въ ней находится работа для электрическаго двигателя, о чемъ мы чуть-было и не забыли, что было бы крайне жаль, ибо его деятельность въ церкви показываетъ намъ опять, насколько велика область применения этой машины. Мы не будемъ говорить о применении его къ колоколамъ и къ заводке башенныхъ часовъ и ограничимся лишь применением его къ приведению въ действие органическихъ меховъ. Въ Англии и Аме-

всегда точно сообразуется съ потребностью въ ветре, и никогда не дает количества большаго, чемъ нужно. Меха соединены выключателями, при помощи котораго двигатель выключается, лишь только верхняя часть меховъ поднялась выше определенной высоты; когда меха снова сожмутся вследствие расхода воздуха, моторъ снова включается и начинаетъ работать. Чертежъ (рис. 864) даетъ возможность читателю уяснить себе, какъ связывается двигатель съ мехами. Небольшой рычагъ съ согнутымъ концомъ, за который захватываетъ прикрепленный въ верхней части меховъ палецъ, приводитъ въ действие реостатъ и выключаетъ двигатель, какъ только палецъ достигъ своего верхшаго положения.



31. Электрическое опухало.

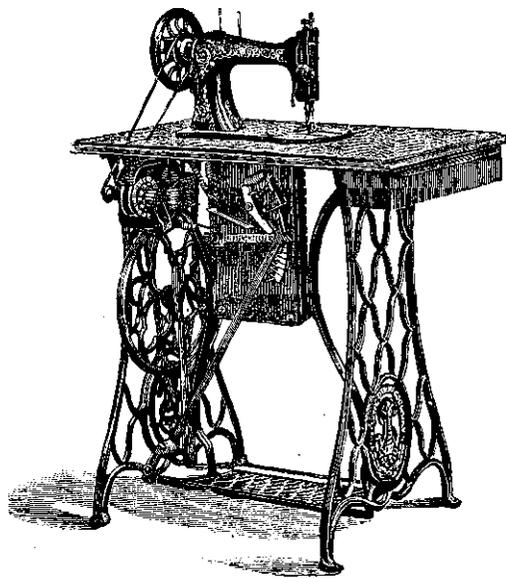
Теперь мы переходимъ къ приведенію въ действие посредствомъ электричества различныхъ станковъ. Рис. 365 показываетъ намъ токарный стапокъ, приводимый въ движение Июмощеннымъ подь доской двигателемъ „Недидецакаго Электрическаго Общества" въ Ахене. Непосредственное соединеніе оси двигателя съ колесомъ станка невозможно, ибо скорость вращения послѣдняго должна быть по большей части переменной, двигатель же не можетъ согласоваться съ этими изменениями. Взглянемъ теперь на валъ двигателя, выдающийся слева; на него посаженъ небольшой трущийся кружокъ, который можно передвигать; онъ трется о большой горизонтально расположенный кругъ. Колесо съ навинтованнымъ стерлинемъ, которое вращается за прикрепленную сбоку ручку, действуетъ на маленький кружокъ, сдвигая его дальше или ближе къ центру большого круга, вследствие чего послѣдній и вращается съ весьма различными скоростями, несмотря на то, что скорость двигателя поддерживается постоянной и наиболее выгодной. Большой кругъ действуетъ помощью передачи на колесо станка. Такимъ образомъ вопросъ о сообщеніи колесу различныхъ скоростей вращения безъ измененія скорости двигателя оказывается решеннымъ.



362. Моторъ электрическаго опухала.

Прежде чемъ перейти къ более сложнымъ соединеніямъ двигателя съ приводимыми имъ въ движеніе приспособленіями, мы расскажемъ о примененіи его къ передвигающимъ тяжести машинамъ; для нихъ онъ оказывается въ высшей степени пригоднымъ, потому что онъ въ высшей степени облегчаетъ введеніе къ нимъ движущей силы и еиде потому, что никакой другой двига-

тель не прилаживается съ такимъ. удобствомъ къ конструкции подъемныхъ машинъ, какъ именно электрический. Примеромъ можетъ служить мостовой кранъ „Allgemeine Electricitats-Gesellschaft“, изображенный ИИа рис. 366. Какъ показываеъ чертежъ, двигатель помещеъ на левомъ конце



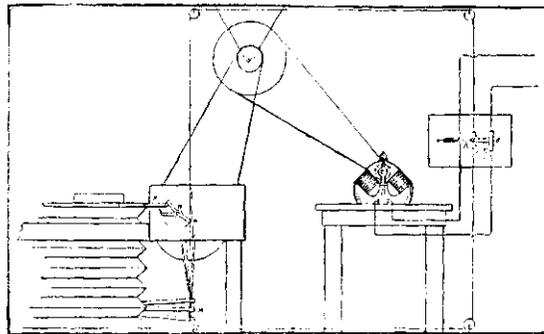
подвижной платформы. На платформе укреплены два параллельныхъ медныхъ рельса, по котормъ скользятъ контакты, подводя по рельсамъ токъ къ двигателю. Рукоятка реостата, которую мы видимъ съ правой стьроны двигателя, служитъ для регулирования подводимаго тока и приводится въ действие помощью тяговыхъ шнуровъ снизу. Для подлежащаго переключения движений двигателя. для различныхъ случаевъ перемещения и Июдъема, подъ двигателемъ установлены цепныя колеса, которыя приведятся въ двокение снизу помощью свешивающихся цепей.

Другой системы электрический кранъ изображенъ на рис. 368. Этогъ поворотный кранъ устроень для большого груза въ 363. Швейная машина съ электрическимъ

приводомъ. 150 ТОННЪ при наибольшемъ ИИОДЪ-

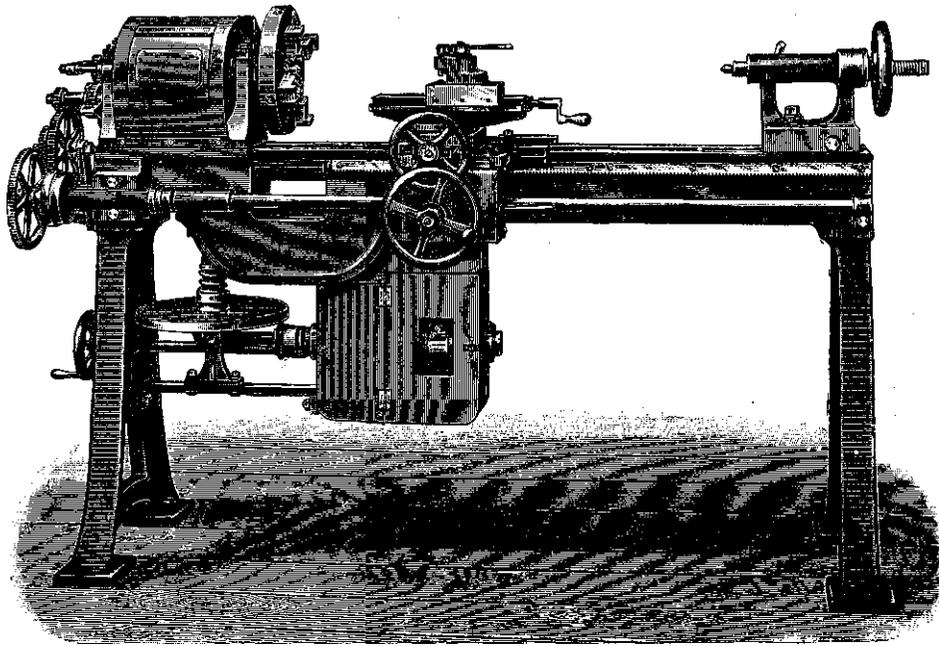
еме въ 35 метровъ; кругъ, описываемый наружнымъ концомъ, имеетъ диаметръ въ 65 метровъ. Для вращения служатъ два электрическихъ двигателя, каждый въ 20 лошадиныхъ силъ, действующихъ на движущия колеса, которыя захватываютъ въ свию очередь зубчатая колеса. Для поднимания тяжести слугатъ три системы блоковъ, изъ которыхъ две служатъ для подъема тяжести въ 75 тоннъ, трет-

тий же поднижаетъ менее значительныя тяжести, до 20 тоннъ. Каждая изъ двухъ большихъ системъ приводится въ действие помощью стального каната диаметромъ въ 30 мм., обходящаго шесть разъ вокругъ блока; конецъ навивается на барабанъ, диаметромъ около 3 метровъ, приводимый во вращение помощью двигателя въ 100 лошади. силъ. Меньшая система устроена такъ же, съ тою лишь разни-

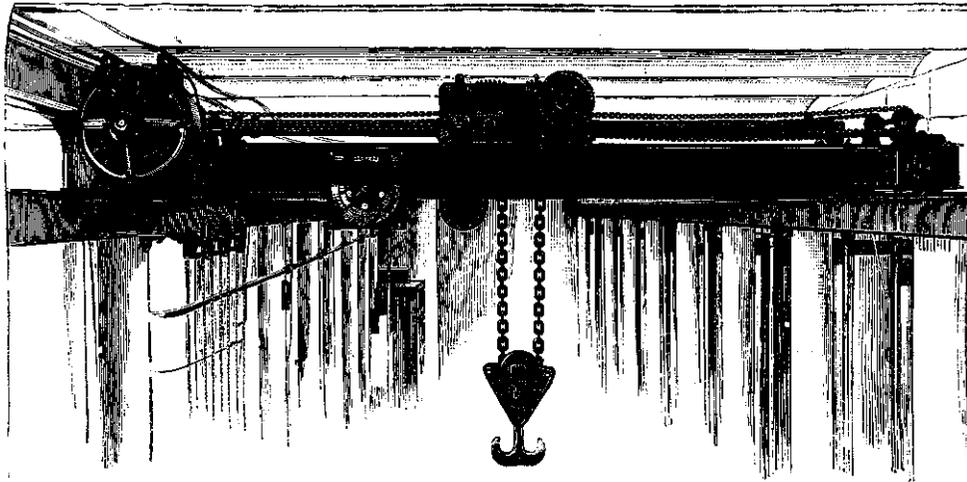


364. Электрическое обслуживание органа мех. цею, что канатъ обходить около блока три раза. Все при-

сдособлеше установлею на постаменте въ 12 метровъ въ диаметре, который состоитъ изъ 16 стальныхъ колоннъ, стоящихъ на прочномъ фундаменте. Эта громадная ИИюдъемная машина обслуживается однимъ машинистомъ, который ИИюмещается въ небольшомъ домпке и управляетъ оттуда ИИИмногими рычагами.



365. Токарный станокъ съ электрич. движениемъ „Немецкаго Электрич. Общества" въ Ахене.

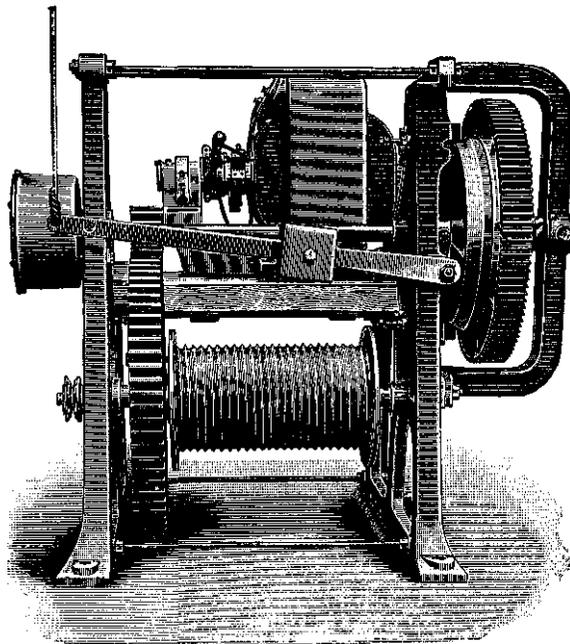


366. Электрический мостовой кранъ.

На рис. 367 изображень электрический воротъ Бр. Бургдорфъ, въ Альтоне, которые специально зашшаются конструированиемъ подъемныхъ приспособлений, приводимыхъ въ движение электрическимъ токомъ. Двигатель соединень съ воротомъ непосредственно, помощьюъ зубчатыхъ колесъ, и установлень вместе со всеми управляющими и тормозящими частями на общей подставке. Включение и выключение ворота производится помощьюъ легко управляемаго фрикционнаго соединения, которое въ то же время поддерживаетъ и тормозящий кругъ. Подтягиваниемъ каната достигается замыкание соединения, и тяжесть начинаетъ подниматься, тогда какъ при освобождении каната начинаетъ действовать тормозъ, который и задерживаетъ грузъ въ любомъ поло-

жении. Незначительное натяжение каната заставляетъ тяжесть опускаться быстро или медленно соответственно значительности натяжения каната. Все необходимыя для управления воротомъ манииуляции, въ роде поднятия или опускания груза, производятся помощью одного лишь каната, благодаря чему пользование электрическимъ воротомъ оказывается весьма простымъ и удобнымъ. Отказъ электрической силы или невнимание работника имеютъ следствиемъ лишь остановку ворота и иоднимаемая тяжесть остается висеть въ любомъ положении.

Подобныя электрическия ворота устроиваются въ Америке для подъемныхъ приспособлений, для подъема людей или для шахтенныхъ работъ. Что касается первыхъ, то следуеть заметить, что лифты получили въ Америке



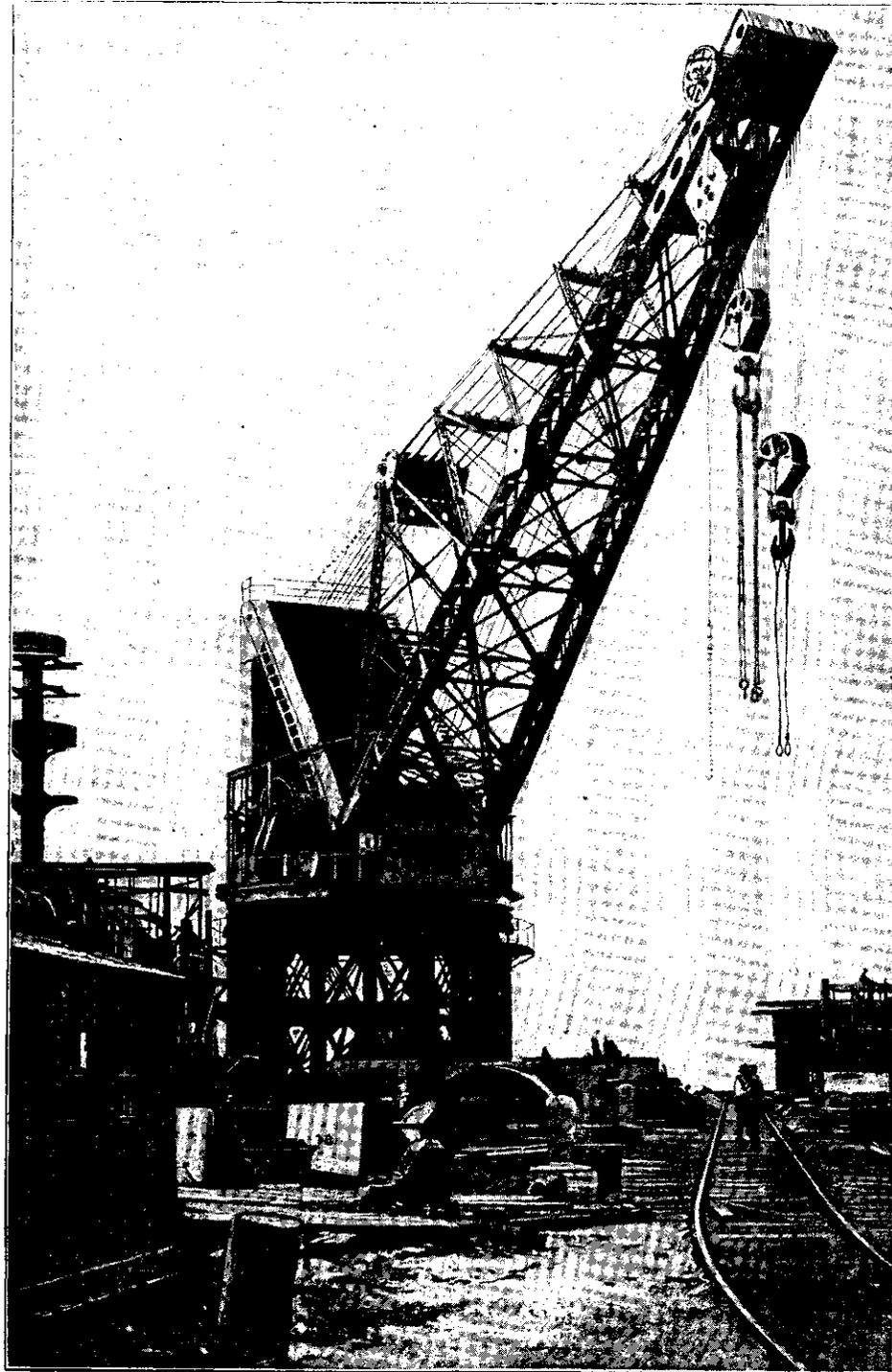
367. Электрический воротъ.

гораздо болынее распространение, чемъ въ Европе. Отчасти это зависитъ отъ того, что тамъ строятъ гораздо более высокия дома, чемъ у насъ, возводя восьми-десяти и даже шестнадцатизтажныя здания, чтобы использовать возможно выгоднее дорогую землю; здания эти вплоть до верхнихъ этажей занимаются торговыми и даже промышленными предприятиями. Понятно, что въ такихъ башнеобразныхъ домахъ невозможно ходить по лестницамъ, и пришлось применять более удобные способы для подъема, для каковыхъ целей и служить лифтъ. До сихъ поръ къ этимъ подъемнымъ приспособлениямъ применяли паровую силу, иногда, какъ

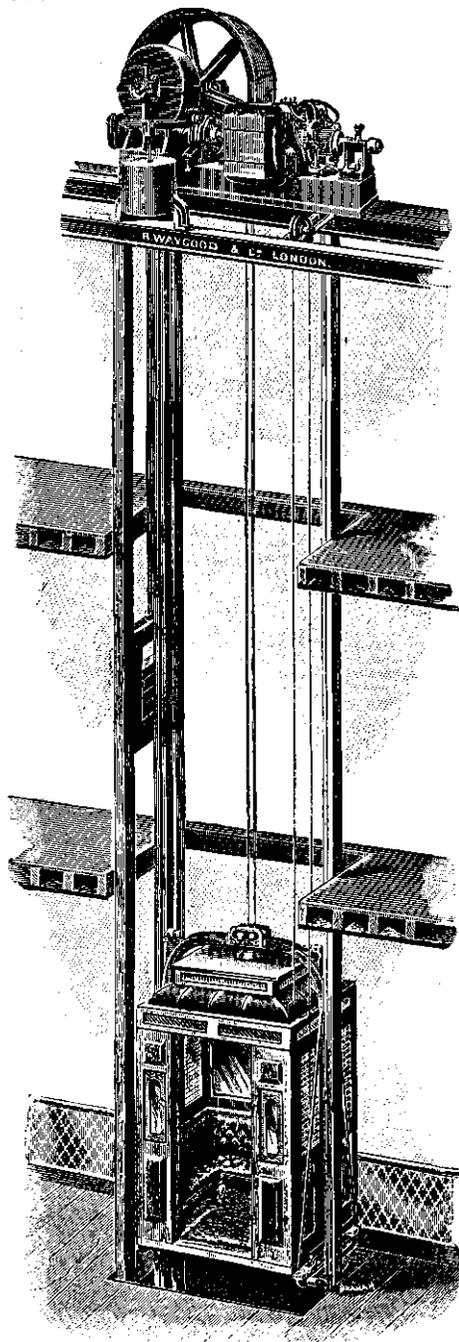
то практикуется въ Герма-

нии, гидравлическое давление. Съ расцветомъ же электрическихъ предприятий американцы поняли, что электрический токъ является гораздо более удобнымъ для потребления, и стали строить электрическия лифты; устройство подобнаго лжфта пояснено чертежомъ (рис. 369). Двигатель установленъ въ верхней части пролета. Два проволочныхъ каната, прикрепленные однимъ концомъ къ лифту, другимъ же къ противовесу, обегаютъ вокругъ барабана, приводимаго въ действие двкгателемъ и при опускании затормаживающагося. Сбоку въ пролете видны две параллельныя части безконечнаго каната, обхватывающаго вверху и внизу ролики и проходящаго черезъ отверстия въ крыше и въ полу лифта. Этотъ безконечный канатъ служить для пуска и въ ходъ, регулирования и управления двигателемъ, съ каковою целью онъ действуетъ помощью верхняго ролика на включатель; последний заставляетъ сперва токъ пройти черезъ включаемое сопротивление, затемъ дальнейпгамъ вращениемъ его достигается выключение сопротивления и усиление тока; для остановки илп для перемены движения на обратное роликъ снова включаетъ сопротивление, чтобы затемъ усилить токъ уже въ обратномъ направлении.

Все, съ чемъ мы познакомились здесь, въ применении къ небольшимъ



368. Электрический подъемный кранъ на 150 тоннъ.



869. Электрический лифтъ. Е разгрузку корабля въ гавани, тотъ

наверное запомнилъ здоровяковъ, та-
скающихъ тяжелые кули по трапу. Какъ бы проворны они ни были, все
Ике электрический двигатель превосходить ихъ, когда онъ приводитъ въ дви-
жение, какъ то показано на нашемъ чертеже, нагрузочную башину. Послед-
няя состоитъ изъ широкаго безконечнаго ремня, вращающагося вокругъ ро-

домашнимъ устройствамъ, встретится
намъ въ большихъ размерахъ въ при-
менении къ горному делу въ шахтен-
ныхъ машинахъ.

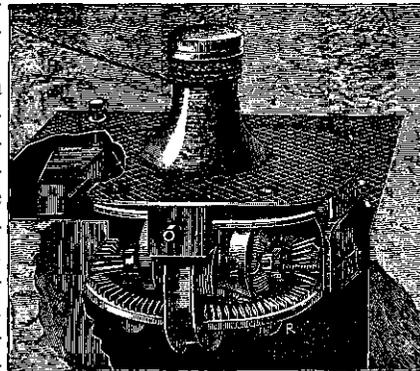
Подъемныя приспособления и
шахтенныя машины мы будемъ раз-
сматривать ниже въ связи съ други-
ми устройствами, пользующимися элек-
трической энергией въ горномъ деле.
Электрическия приспособления для
передвижения тяжестей конструируетъ
и парижское „Анонимное Общество для
передачи силы помощью электриче-
ства“. Изъ многочисленныхъ конструк-
ций мы опишемъ лишь электрический
воротъ (рис. 370), предназначаемый
для доковъ, гаваней и т. п. Труд-
ность, которую предстояло преодолеть
при этомъ устройстве, заключалась въ
соответственномъ уменьшении скоро-
сти вращения. Это достигли такимъ
образомъ: въ нижнемъ помещении, где
располагался двшкующий механизмъ,
установлено зубчатое колесо съ зубья-
ми, расположенными сбоку обода, по
которому ходятъ два коническихъ ко-
леса. Оси поблѣднихъ горизонтальны
я прикреилены къ нижней части голо-
вки, вращающейся въ вертикальной
цапфе. Съ каждымъ валомъ соеди-
ненъ якорь электрическаго двигателя,
направление вращения которыхъ про-
тивоположно, таигъ что при захватыва-
нии коническими колесами большого
зубчатого колеса производится враще-
ние головки ворота. Для изменения на-
правления движения, остановки и при-
ведения въ движение служить педаль,
действующая помощью соединитель-
наго стержня на реостатъ и на выклю-
чатель. Весь механизмъ плотно за-
крытъ и предохраняется отъ влияния
влажности.

Чтобы показать пригодность элек-
трическаго двигателя и для другихъ
целей, мы даемъ еще другой чертежъ
(рис. 371).

Кто хоть разъ виделъ нагрузку

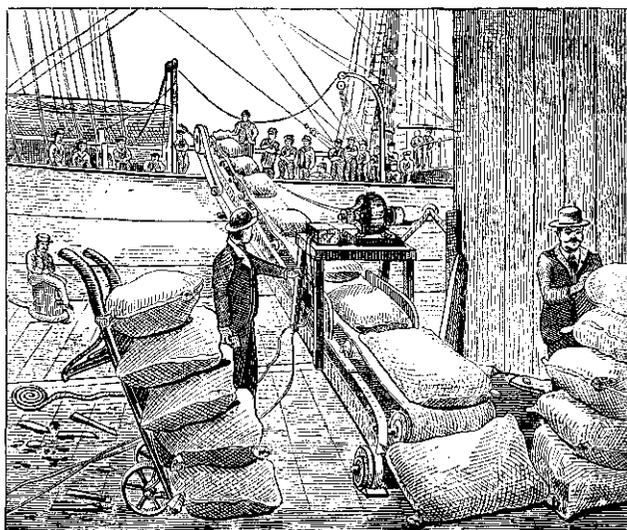
ликовъ и ириводимаго во вращение помощью двигателя въ две лошадиныя силы. На одномъ конце маншны, имеющей въ длину 12 метровъ, накладываются кули и передаются ею на другой конецъ, где и подхватываются нагрузчиками. Работоспособность этого электрическаго приспособления достигаетъ одной тонны въ минуту, такъ что помощью 6 такихъ машинъ корабль можетъ быть нагруженъ въ течение 24 часовъ 2500 тоннами муки.

Хороший результатъ этого опыта далъ американцамъ толчокъ къ усовершенствованию этого грузочнаго приспособления, въ смысле большей практичности и прочности, такъ что вскоре после первой довольно грубой конструкции появилась другая, показанная на рис. 372. Образованная изъ двухъ фермъ площадка вращается около неподвижной оси. Свободный конецъ удерживается въ равновесии помощью противовеса и можетъ быть подшитъ или опущенъ помощью системы блоковъ, соответственно высоте палубы корабля, которая зависитъ отъ отливовъ и приливовъ. На переднемъ и на заднемъ концахъ прикреплены два барабана, обхватываемые безконечною цепью. Последняя состоитъ изъ расположенныхъ параллельно и соединенныхъ деревянными стержнями звеньевъ; на стержни надеты стальные ролики, катящиеся по рельсамъ. Установленный на береговомъ конце электрический двигатель приводитъ въ движение береговой барабанъ и вместе съ темъ и передаточную цепь.



370. Электрически ворота.

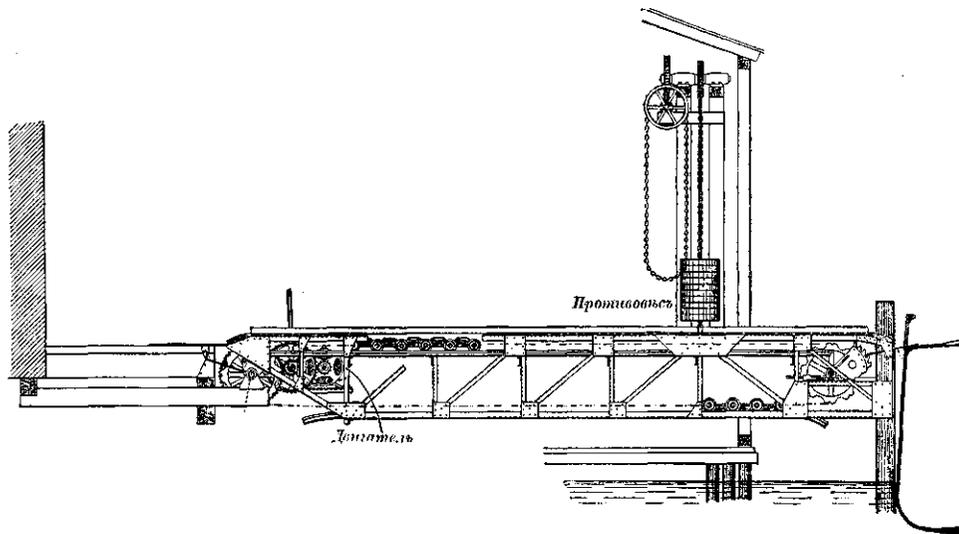
Съ этимъ вопросомъ сроденъ другой о приведении въ движение устройства для передвижения живого груза, напримеръ людей. Что касается до горизонтальныхъ перемещений, то эта идея была осуществлена уже несколько летъ тому назадъ помощью электрическихъ движущихся тротуаровъ. Американцы сделали еще шагъ впередъ и построили въ недавнее время электрическия лестницы, перемещающя людей изъ одного этажа въ другой.



371. Нагрузка корабля электродвигателемъ.

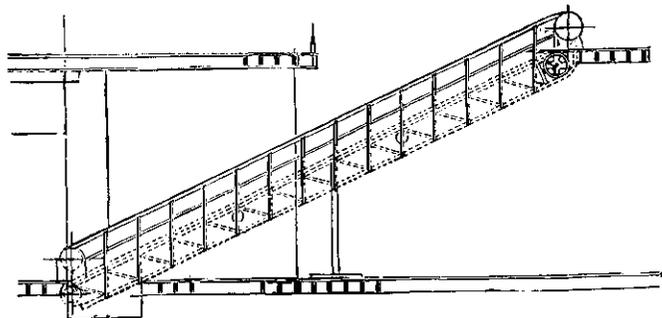
Въ принципе устройство такихъ электрическихъ лестницъ сходно съ только-что описанной грузочной платформой, съ тою лишь разницей, что передаточная цепь наклонена подъ угломъ около 25° къ горизонту и сообщаетъ такимъ образомъ одинъ этажъ съ другимъ. Приспособление это изображено на рис. 373, сходство котораго съ рис. 372 бросается въ

глаза. Новымъ въ этой леещце являются лишь перила, столбики которыхъ неподвижны, планка же скользитъ вместе съ цепью вверхъ и внизъ. Это является необходимымъ, ибо при вступлении и пользовании лестницей можно непроизвольно ухватиться за планку периль; если бы упомянутое условие не было соблюдено, то Бользующийся лестницей либо испытывать бы

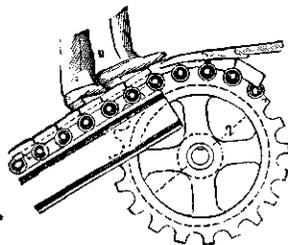


372. Электрическая нагрузочная платформа.

толчки, либо быть бы принужденъ пропускать планку сквозь руку, что весьма неприятно. Поэтому перила устраиваютъ такъ, что они перемещаются по роликамъ со скоростью передаточной цепи и представляютъ изъ себя безконечную стальную цепь, покрытую толстымъ слоемъ резины. Перемещающее полотно состоитъ, какъ и раньше, изъ параллельныхъ деревянныхъ стержней, на концахъ которыхъ насажены ролики, катящиеся по



373. Схема устройства электрической лестницы.

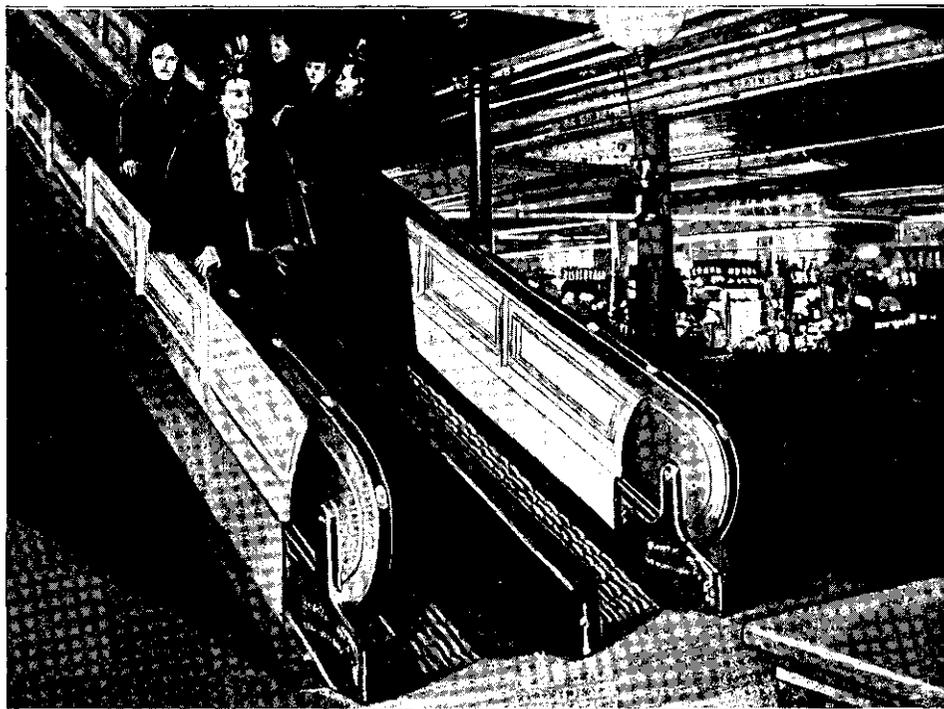


374. Подъемъ по электрической лестнице.

ведущимъ рельсамъ. Выдающиеся концы осей роликовъ ложатся въ промежутки между зубцами конечныхъ зубчатыхъ колесъ обоихъ барабановъ, черезъ которые переходитъ перемещающая цепь. Это изображено на фиг. 374, которая также показываетъ, какимъ образомъ нога, пользующаяся лестницей, переводится на неподвижную площадку. На рис. 375 мы даемъ изображение еще одной электрической лестницы, въ которой полотно ея уже составлено

не изъ деревянныхъ стержней, а изъ параллельно расположенныхъ плоскихъ цепныхъ звеньевъ.

Особенно охотно применяются электрические двигатели при пользовании помпами. Добывание движущей силы для Июмпъ представляется иногда затруднительнымъ, если нежелательна установка отдельной машины. Электрическая передача силы и электрический двигатель оказываетъ въ этомъ случае существенную помощь. Раньше уже встречалось изображение небольшой электрической помпы, теперь же мы покажемъ водяной насосъ высокаго давления (рис. 376). Двухполюсный двигатель действуетъ на зубчатую передачу, приводящую во вращение кривошипъ обеихъ помпъ. Особенно инто-

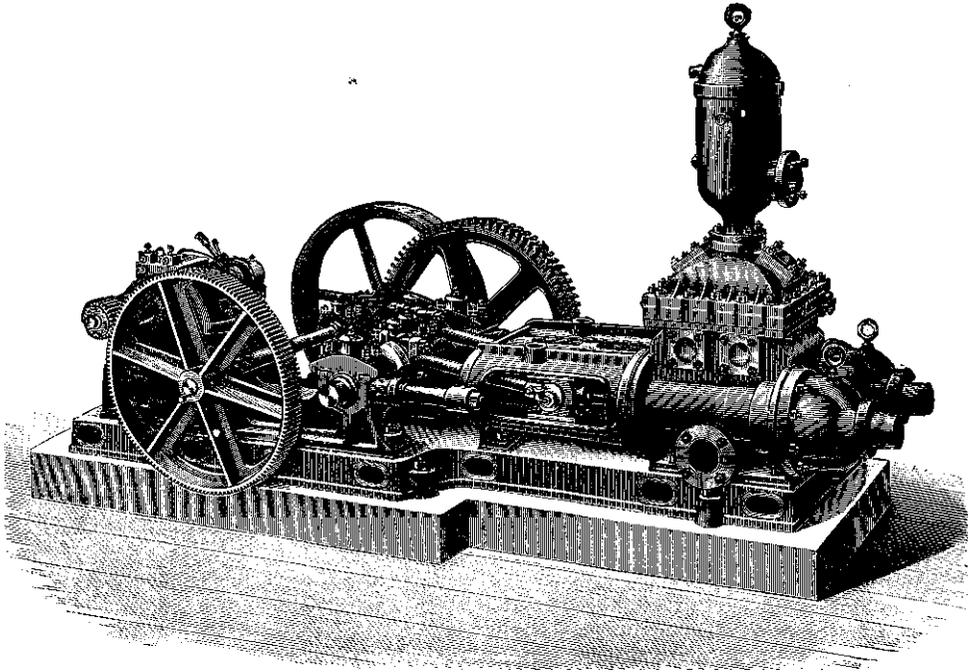


375. Электрическая двойная лестница.

ресна компактность всего устройства, которую следуетъ сопоставить съ устройствомъ помпы, приводимой въ движение паровой машиной.

Теперь мы перейдемъ къ приспособлениямъ для пользования инструментами помощью электричества, которое отличается отъ упомянутыхъ выше приспособленийъ тѣмъ, что двигатель вовсе не имеетъ общепотребительной формы яшины, производящей вращение; здесь чаще всего двигатель принимаетъ совсемъ особыя формы, чтобы произвести требуемую работу наилучшимъ образомъ и вместе съ тѣмъ возможно лучше гармонировать съ инструментомъ.

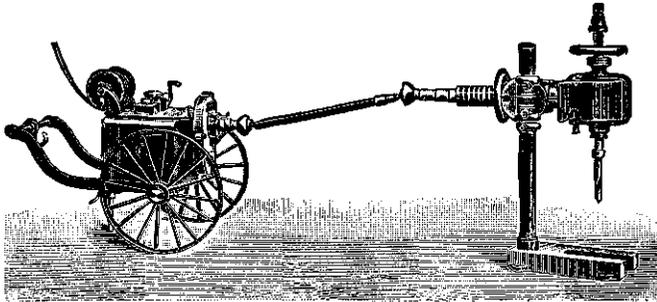
Подобнаго рода устройство имеетъ место въ электрическихъ сверлахъ, которыя могутъ быть съ пользою применены въ тѣхъ случаяхъ, когда самыи инструментъ долженъ подойти къ обрабатываемому предмету Иютому ли, что последний не можетъ двигаться вследствие слишкомъ большаго веса, или же потому, что онъ уже занимаетъ определенное место въ постройке; какъ па примерь, можно указать на обработку железныхъ частей корабля, когда



376. Электрический водяной насосы высокого давления, фирмы Мейзе и Монский.

последняя устанавливаются в корпусе корабля. В устройстве, показанном на нашем чертеже (рис. 377), двигатель не соединен непосредственно со сверлом, но вращение передается посредством гибкого вала. Двигатель устроен на повозке, такъ подводится къ нему помощью кабеля. Рабочий не связанъ поэтому въ своихъ движенияхъ, и можетъ обслуживать довольно

большое пространство.



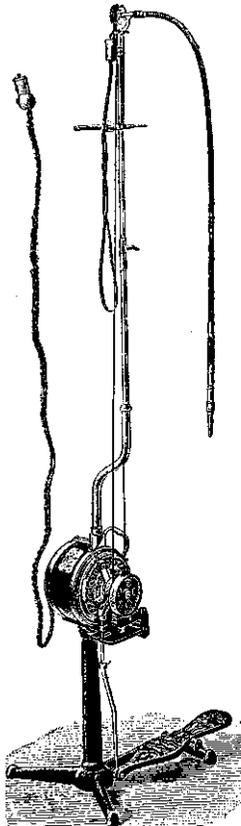
377. Переносное электрическое сверло Сименса и Гальске.

Для небольшихъ работъ сверло можно соединять непосредственно съ двигателемъ, причемъ даже удалось устроить такъ, что положенный на подвижной стержень двигатель опускается непосредственно на обрабатываемое те-

ло. Для сверлеть съ неподвижнымъ стержнемъ можно пользоваться двигателемъ подобно тому, какъ то делается при обычной передаче; въ этомъ отношении электрический способъ не представляетъ особенностей. Небольшия электрическия сверлильныя машины применяются въ зубоврачебной технике. На рис. 378 мы даемъ изображение подобнаго сверлильнаго аппарата для зубныхъ врачей. Чертежь не нуждается въ значительныхъ поясненияхъ, ибо существенныя части въ роде двигателя, нажимнаго контакта, соединитель-

наго провода и гибкаго вала бросаются сами въ глаза. Очевидно также, что это приспособленіе допускаетъ удобную переноску.

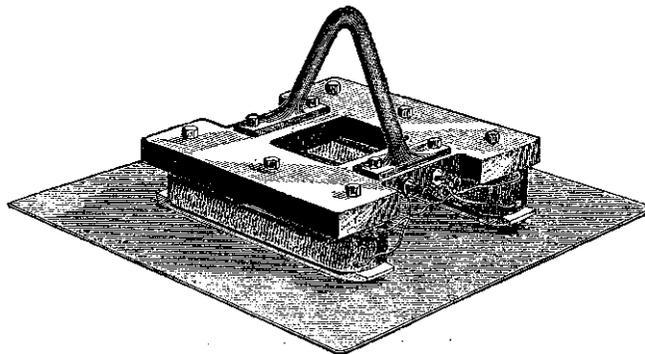
Употребляемые для шлифованія на машинныхъ заводахъ наждачные круги такою приводить во вращеніе помощьюъ электрическихъ двигателей. Эти круги должны вращаться съ большою скоростью, а такъ какъ очень легко построить двигатель съ большою скоростью вращенія, то наждачные круги можно насаживать непосредственно на валъ машины.



378. Электрическое сверло для зубныхъ врачей.

Особаго рода электрический механизмъ представляетъ подъемный магнитъ (рис. 379), которымъ пользуются въ Америке для подъема железныхъ листовъ и т. п. Подковообразный электромагнитъ, состоящий изъ двухъ низкихъ и длинныхъ шюскихъ отростковъ, прикрепляется на концѣ подъемной деги и при пропускании чрезъ него тока пристаетъ къ поднимаемому железному предмету. При прерываніи тока притяженіе прекращается, и магнитъ отпускаетъ железный предметъ. Такимъ образомъ получается удобное и простое приспособленіе для зацепленія, которымъ молшо пользоваться впрочемъ только для железныхъ и стальныхъ предметовъ.

Примененіе подъемнаго магнита поясняется рис. 380, на которомъ показанъ электрический кранъ, вынимающій помощьюъ своего магнита брусокъ железа изъ вагона. Въ последнее время въ Америке хо-



379. Подъемный магнитъ для железа.

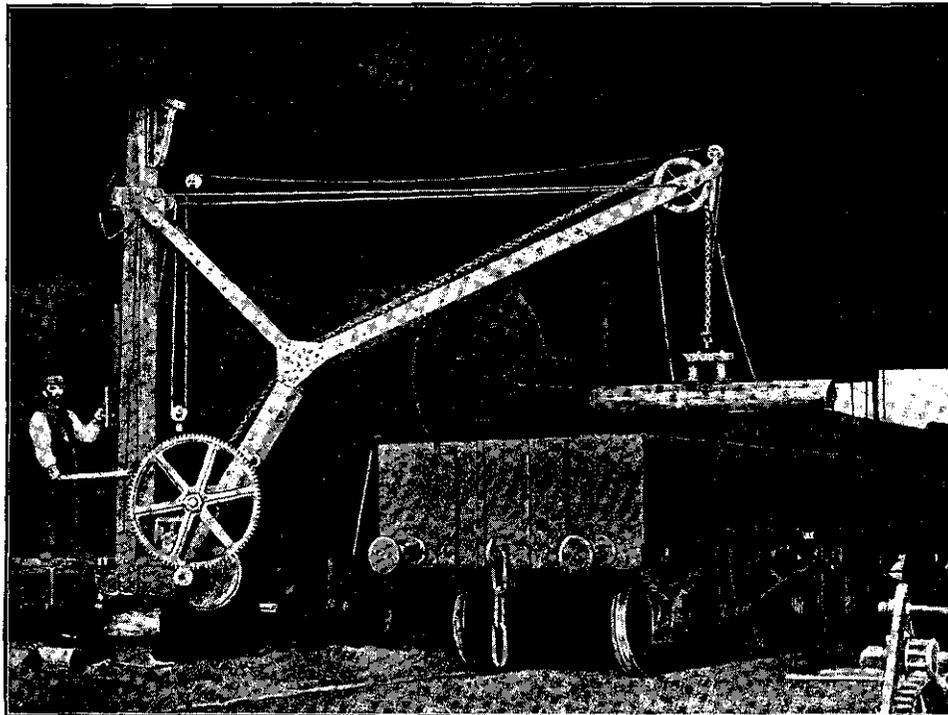
тятъ применить магнитъ къ подъему затонувшаго въ реке груза стальныхъ рельсовъ.

Примененія электродвигателей въ горнозаводскомъ деле мы рассмотримъ теперь во всей совокупности, хотя некоторыя изъ приспособленій мы уже указывали при описаніи предыдущихъ примененій.

Въ горнозаводской технике токкомъ можно пользоваться для весьма разнообразныхъ целей. До сихъ поръ механической энергіей въ горномъ деле не могутъ пользоваться такъ, какъ было бы, можетъ-быть, желательнью, и причиной этого были прежде всего затруднительная доставка и преобразование энергіи. Механизмы, съ какими приходится имѣть здѣсь дело, часто работаютъ при весьма неудобныхъ условіяхъ, изъ которыхъ первыми являются недостатокъ места и возможность опасности. Токъ выводитъ изъ этого затруднительнаго положенія самымъ счастливымъ образомъ. Прежде всего его полученіе не представляетъ но большей части никакихъ затрудненій.

такъ какъ. уже имеется паровая машина, или во многихъ случаяхъ можно пользоваться водяной силой; последняя и встречается обыишовенно въ горныхъ странахъ; тамъ электродвигатели приобретаютъ иногда особенное значене, давая возможность получать необходимую двшкующую силу отъ отдаленнаго водопада, когда нельзя пользоваться паровой машиной.

Доставка тока въ рудники не представляетъ нжкакого затруднения. Можно пользоваться кабелями, для которыхъ достаточень очень узкий путь и которые легко следуютъ по всемъ его поворотамъ. Такимъ образомъ токъ можно доводить въ самую глубь рудниковъ и пользоваться движущей электрической энергией во всехъ местахъ.



330. Подъемный кранъ съ электромагнитнымъ захватомъ.

Управление электрическими механизмами не представляетъ никакого затруднения, такъ какъ ихъ устраиваютъ такъ, чтобы можно было управлять самымъ простымъ способомъ.

Мы начнемъ съ двигателя, которымъ можно пользоваться въ рудникахъ для какихъ угодно целей. По своему устройству онъ не отличается отъ другихъ двигателей, но только его защищаютъ отъ пыли и воды, снабжая оболочкой, надежно прикрывающей подвшишья части (рис. 381). Такой двигатель можетъ найти въ рудникахъ много применений, напр. для передвижения грузовъ или для действия помпъ, вентиляторовъ и другихъ механизмовъ. Его действие не представляетъ никакой опасности, подобно паровой машине, а передъ двигателемъ со сжатымъ воздухомъ онъ представляетъ преимущество по простоте и легкости доставления ему движущей энергии.

Однимъ изъ первыхъ применений электродвигателей въ рудникахъ являются электрические рудничные локомотивы; для передвижения въ рудникахъ прежде приходилось пользоваться человеческой или животной

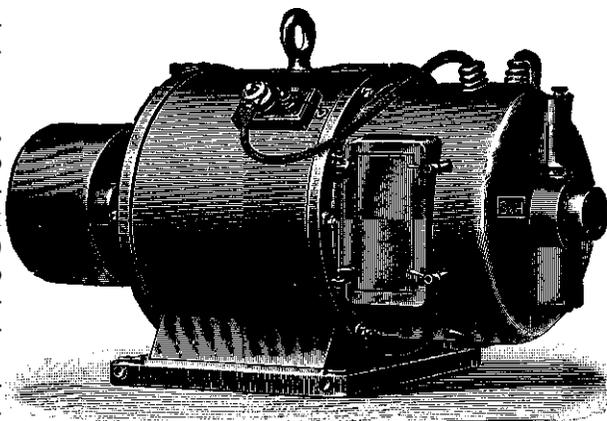
силой или канатной тягой, что далеко уступает электрической тяге по силе и дешевизне. Мы ограничимся здесь только упоминанием об этом применении электродвигателей, а описание рудничных электрических локомотивов и остальных частей этих железных дорог отложим до того параграфа, где будем говорить об электрических железных дорогах вообще (ср. рис. 382).

Большое значение приобрела в настоящее время электрическая обработка горных пород; этим мы обязаны американцам, которые выработали пригодные для практического применения механизмы. До сих пор эта обработка производилась в-ручную, а там, где применяли машины, прибегали к двигателям сжатого воздуха. Последние оказались хорошими в горном деле и особенно при постройке туннелей, и они доказали, что в таких случаях можно с выгодой пользоваться машинами. Но для буров, действующих сжатым воздухом, требуется трудно устроиваемая воздушная проводка, ставящая иногда невыполнимые условия. Этих недостатков нет у электрических горных буров, так как провод к ним легко можно прокладывать повсюду, а для установки бурава (ср. рис. 384) достаточно вертикально стоящего столба, к которому можно его привинчивать.

В бураве, построенном американской фирмой General Electric Co, железный сердечник

двигается взад и вперед двумя попеременно действующими катушками, и при этом соединенный с шпиль бурав производит быстро следующие один за другим удары в камень; он может делать 600 ударов в шпиль, выверливая в это время в твердом камне при затрате 5 лошадиных сил дыру в 50 миллим. глубиной и 50 миллим. в диаметре.

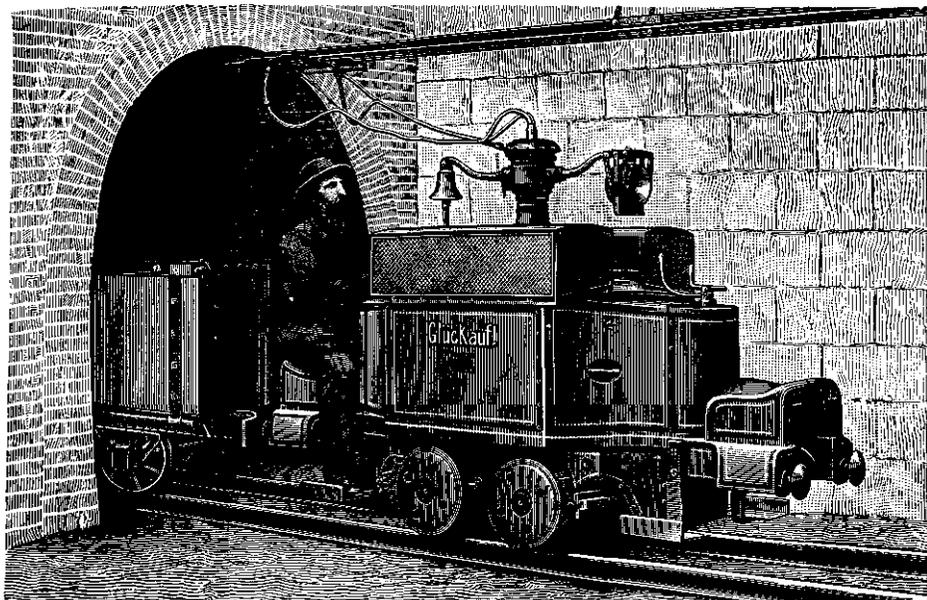
Принцип, примененный в этом бураве для движения сверла взад и вперед, был предложен сначала американским электротехником ван-Деполем, бурав которого выделяется компанией Томсона-Хюстона. В нем на одной оси расположены три катушки (рис. 389), в которых движется железный сердечник. По средней катушке проходит постоянный ток, и она сообщает сердечнику постоянные полюсы, тогда как по обеим другим катушкам проходит переменный ток. Смотря по направлению последнего, нижний конец сердечника с южным полюсом будет притягиваться тем или другим концом нижней катушки, и такому же влиянию, как от первой катушки переменного тока, подвергается конец сердечника с северным полюсом со стороны верхней катушки. При изменении направления тока меняются свои полярности и катушки переменного тока, передвигая сердечник вдоль его своей оси. Итак, при каждой перемене тока сердечник будет делать ход взад и вперед, совершая это движение без помощи всякого механического коммутатора. Для постоянного тока, проходящего по средней катушке, делают особый провод, но за обратный можно взять один из проводов для переменного тока без всякого вреда для действия.



381. Закрытый двигатель Сименса и Гальске.

Буравъ ванъ-Деполя ставится на треножнике и можетъ работать на немъ въ различныхъ положенiяхъ, въ горизонтальномъ или наклонномъ. Его ходъ равняется 138 миллим., а число ударовъ въ минуту — 325. Продвижение бурава впередъ по мере хода работы производится при помощи винта съ рукояткой (рис. 385).

Электрическая тяга. — Изъ всехъ применений электродвигателей въ настоящее время ни одно не приобрело такого значенiя, какъ тяга желѣзныхъ дорогъ и въ особенности омнибусовъ. Первая дорога такого рода, показанная на рис. 383, была устроена Сименсомъ и Гальске въ 1879 г. на берлинской промышленной выставкѣ, и ея успѣхъ заставилъ эту фирму для закрѣпленiя за собой права собственности на изобретение устроить настоящую, правильно действующую дорогу. За этой дорогой следовала вторая,



382. Электрический локомотивъ для рудниковъ Сименса и Гальске.

построенная ток же фирмой въ Оффенбахѣ, третья въ Мёглингѣ въ Венѣ и несколько горнозаводскихъ желѣзныхъ дорогъ. Но затѣмъ долгое время ничего не было слышно больше объ электрическихъ желѣзныхъ дорогахъ кроме омнибусовъ въ Гамбургѣ и Брюсселѣ, работающихъ аккумуляторами, и дороги, устроенной въ Портрѣше въ Англіи. Наконецъ въ серединѣ восьмидесятыхъ годовъ американцы воспользовались этимъ изобретениемъ и разработали его техничѣски, заменивъ ии прежде всего иеудовлетворительную проводку тока по рельсамъ очень простой воздушной проводкой. Ихъ старанiя увенчались блестящимъ успѣхомъ, и число электрическихъ линий въ Америкѣ быстро растетъ съ каждымъ годомъ.

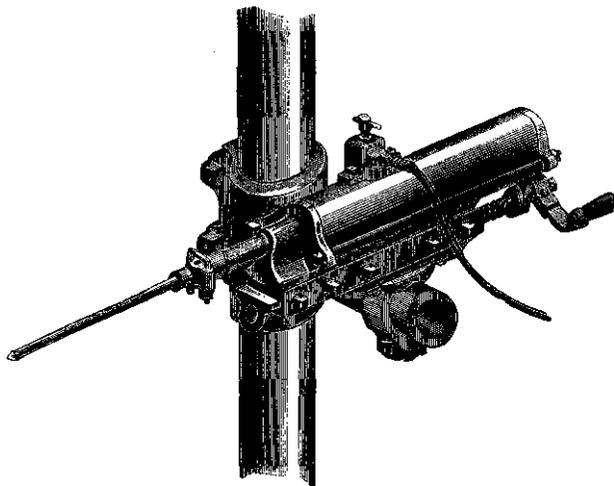
Следующая небольшая таблица пояснитъ намъ ростъ цифрами: находилось въ действіи въ Соед. Штатахъ:

въ концѣ 1887 г. . . .	22	электрическия	железныя	дороги.
1888 г. . . .	52			
1889 г. . . .	110			
1890 г. . . .	280			
„ 1891	приблиз. 500	„	„	„



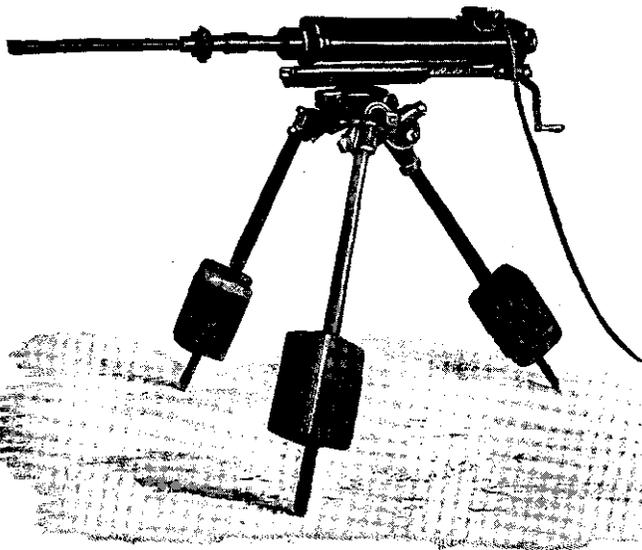
883. Первая электрическая дорога (Берлин, 1881).

Въ 1897 г. изъ 806 уличныхъ предприятий 698 приходилось на долю электрическихъ дорогъ. Длина ихъ путей равнялась круглымъ числомъ 13600 английскимъ милямъ; число вагоновъ уличныхъ электрическихъ дорогъ было



384. Электрический буръвъ для горныхъ породъ.

ме того не желательно въ отношеніи сообщения и другихъ условий; янки въ этомъ отношеніи менее щепетильны и въ практическихъ делахъ совсемъ не принимаютъ въ расчетъ красивый видъ или возможность помехъ. Поэтому въ Европѣ обратились къ подземной проводкѣ тока, и такую линию по-



885. Электрический буръвъ для горныхъ породъ ванъ-Деполя.

37 100—47 000. Весною 1899 количество электрическихъ железныхъ дорогъ въ Штатахъ доходило до 800—900.

Эти успехи подействовали въ свою очередь на Европу, где стали думать о приспособленіи американскихъ системъ къ нашимъ условиямъ. Воздушные провода, которые приходилось прокладывать по улицамъ городовъ, встретили въ Европѣ сильное сопротивление, которое мотивировалось тѣмъ, что протягиваніе по улицамъ проволокъ делаетъ

ихъ некрасивыми, и кро-

строили Сименсъ и Гальске въ Будапеште.

Но подземная проводка значительно удорожаетъ постройку линий; и потому и въ Германіи пытались ввести воздушную проводку. Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft построила по этой системѣ дорогу въ Галле; во время бременской промышленной выставки электрическая компания Томсона - Хоу-стона построила

пробную линию

для соединенія города съ местомъ выставки, применивъ также воздушные провода.

Благодаря этимъ ярвымъ установкамъ, электрическія желѣзныя дороги пошли въ ходъ въ Германіи, тогда какъ прежде оне применялись только въ

Америке. Германия старалась исправить то, что было упущено, и в настоящее время она имеет электрических железных дорог больше всех других стран, исключая Америки.

Обращаясь къ устройству электрических железных дорогъ, мы должны различать прежде всего два различных типа: у одного типа токъ доставляется изъ одной центральной станции, а у другого необходимая электрическая энергия возится въ аккумуляторахъ.

Что касается до дорогъ съ проводами, то мы различаемъ дороги съ проводкой тока чрезъ рельсы и дороги съ особыми проводами; у послѣднихъ провода можно прокладывать подъ землей или въ воздухе, а именно подъ вагономъ или надъ нимъ.

Пользование рельсами, какъ прямымъ и обратнымъ проводомъ, представляетъ самую простую и дешевую систему, но вместе съ тѣмъ наименее пригодную для употребленія. Серьезной помехой для нея является сырость, которая доставляетъ для тока побочное сообщеніе между рельсами и при большомъ протяженіи линіи производитъ такую потерю, что рациональное дѣйствіе линіи оказывается невозможнымъ. Что эта система все же возможна при известныхъ условіяхъ, это доказала Лихтерфельдская дорога, у которой проводами служили рельсы. Но здѣсь рельсы были проложены по особому полотну и на сравнительно сухомъ грунте. Кроме того при движеніи по линіи только небольшой отсекъ приводился въ соединеніе съ изолированно проложеннымъ проводомъ и опять разобщался, когда вагонъ переходилъ на новый отсекъ, который въ свою очередь вводился въ цепь коммутаторомъ, приводимымъ въ дѣйствіе самимъ вагономъ.

При такомъ устройствѣ, когда рельсовая линія разделяется на несколько отсековъ и всегда только одинъ отсекъ бываетъ соединенъ съ особо проложеннымъ проводомъ, можно не бояться потерь тока, какия происходятъ при простой проводкѣ тока чрезъ рельсы. Но съ одной стороны уличная грязь портитъ контактъ между рельсами и приемниками тока у вагоновъ, а съ другой трудно устроить на улицахъ коммутаторъ, приводимый въ дѣйствіе вагономъ. Для устранения послѣдняго затрудненія русскій изобретатель Линева предложилъ очень остроумную систему.

Линева применяетъ особый, расположенный въ серединѣ между рельсами на уровнѣ мостовой проводъ, состоящий изъ короткихъ отсековъ (въ метръ длинной), которые проложены отдельно одинъ отъ другаго въ асфальтѣ (рис. 387). Около этого рельса расположенъ несколько ниже другой меньшій *T*-образный рельсъ, соединенный съ первыми связями и обращенный своей

широкой частью внизъ. Эти рельсы прикрываютъ небольшою, выложенный камнемъ каналъ, въ которомъ проложенъ проводъ. Последний состоитъ изъ двухъ проложенныхъ на изоляторахъ голыхъ медныхъ полосъ, поверхъ которыхъ свободно положена луженая железная полоса. Вагонъ снабженъ сильнымъ электромагнитомъ, который притягиваетъ железную полосу и прижимаетъ ее къ расположенному непосредственно подъ магнитомъ контактному рельсу, приводя его въ соединеніе съ медными проводами, а сле-

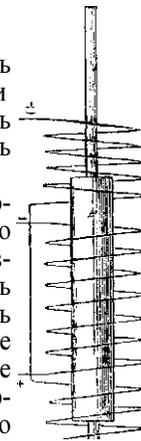
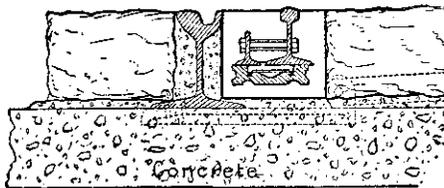


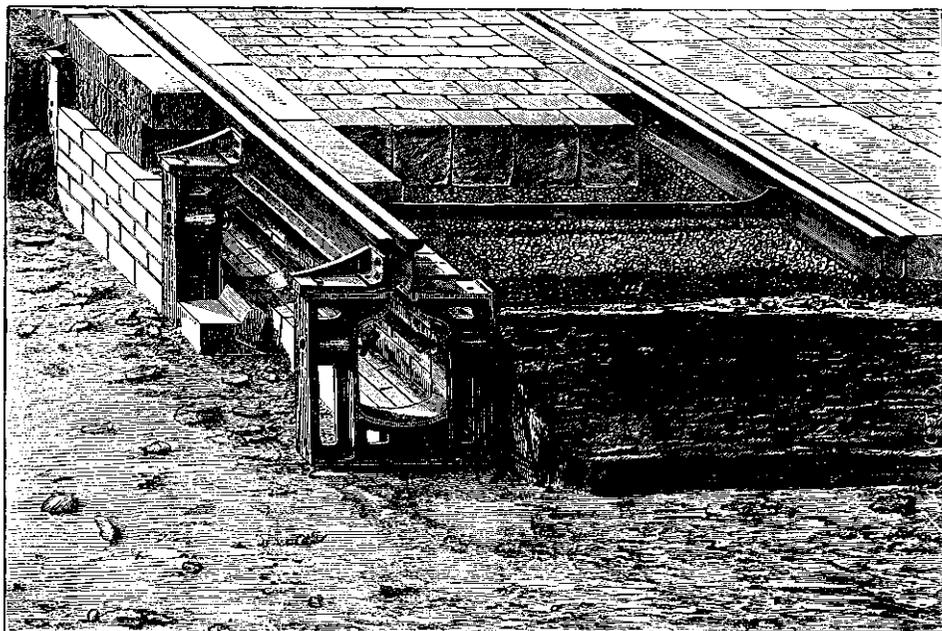
рис. принцип
с Кр-бурава
вань-Деполя.



387. Подземный проводъ для электрическихъ трамваевъ системы Линева.

довательно и полюсом генератора тока; таким образом получается возможность доставлять ток двигателю при помощи прикрепленных къ вагону контактных щеток, которыя скользят по контактному рельсу. Обратнымъ проводомъ служатъ рельсы пути.

Система Линева не получила практическаго значения, но она создала целый ряд другихъ системъ, основанныхъ на томъ же принципе, т.-е. въ Ишторьтхъ токъ подводится къ вагону помощью короткихъ контактныхъ рельсовъ, расположенныхъ на мостовыхъ между двумя путевыми рельсами. Такой контактный рельсъ долженъ быть въ соединении съ изолированнымъ отъ земли проводомъ только до техъ поръ, пока вагонъ находится на немъ.



388. Подземная проводка для электрическаго трамвая въ Будапеште.

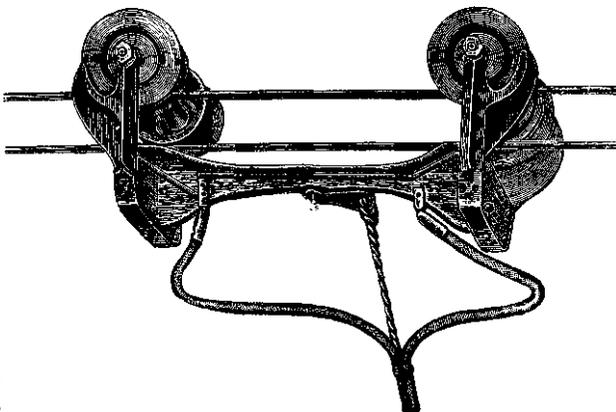
Исследователи Линева не пользовались магнитнымъ включениемъ. Они пытались устроить особаго рода механизмы, которые выключали бы изъ депи пройденный участокъ контактнаго рельса и, одновременно съ этимъ, включали бы въ цепь следующий участокъ. Такие механизмы оказались очень сложными, вследствие чего эти системы до сей поры не получили значительнаго распространения.

Несмотря на заманчивость мысли, подводить токъ къ вагону по проводу, лежащему на уровне мостовой, проводу, который позволилъ бы избавиться отъ быстро портящагося и некрасиваго воздушнаго провода съ одной стороны и позволилъ бы заменить дорогую подземную проводку дешевой, совершенно не стесняющей уличнаго движения надземной проводкой — съ другой, мысль эта не получила до сей поры осуществления на уличныхъ путяхъ; причиною этого служатъ загрязнение контактнаго рельса и нарушение правильности действия установки. На уличныхъ путяхъ до сей поры пользуются исключительно двумя системами проводки: подземной и воздушной. Подведение тока по проводу, лежащему на уровне пути, нашло себе применение на дорогахъ съ изолированнымъ полотномъ, каковы напр. надзем-

ные дороги въ Ливерпуле, Берлине, Чикаго и подземнѣш — въ Будапеште, Бостоне, Лондоне и Берлине.

У дорогъ съ подземной проводкой голый проводъ располагается изолированно въ каналѣ вдоль пути; по нему скользятъ контактное приспособление, прикрепленное къ вагону. При этомъ однако надо имѣть въ виду, что чрезъ щель, которую приходится делать для соединения вагона съ проводомъ, можетъ попадать въ каналъ уличная вода и сильно заливать его при ливняхъ. Поэтому приходится заботиться не только о хорошемъ отводѣ попадающей воды, но и о достаточной вместимости канала, чтобы появляющаяся въ него въ большомъ количествѣ вода не доходила до провода. Итакъ, какъ видимъ, узкій каналъ не можетъ удовлетворить условіямъ; приходится устраивать довольно широкий каналъ, а это значительно удорожаетъ устройство подземной проводки.

На рис. 388 представлено устройство подземной проводки, какое прижено на будапештской железной дороге. Въ грунтѣ мостовой поставлены, на разстояніи 1,2 м. одна отъ другой, чугунныя рамки, поддерживающія рельсы и служащая вместе съ темъ для расположенія обоихъ проводовъ, которые представляютъ собою расположенныя одна противъ другой полосы углового железа, прикрепленные къ изоляторамъ. Между рамками расположенъ плотно закрытый каналъ



389. Контактная тележка для воздушнаго провода.

со щелью только между рельсами, въ которую проходитъ прикрепленная къ вагону пластинка со скользящимъ контактомъ. Такое устройство конечно очень хорошо, но оно очень дорого.

Тамъ, где позволяютъ обстоятельства, взаменъ дорогой подземной проводки строятъ воздушную, напр. по улицамъ съ не особенно большимъ движениемъ, по набережнымъ и пр.

Вопросъ о соединеніи воздушнаго провода съ вагономъ, кажущійся теперь такимъ простымъ причинилъ однако много затрудненій, а потому намъ нушло познакомиться съ темъ необыкновенно простымъ и практичнымъ устройствомъ, которое устроили американцы въ своемъ стержневомъ контакте. Затрудненіе, которое приходилось преодолевать здѣсь, заключается въ томъ, что воздушный контактъ надо поддерживать въ хорошемъ соприкасаниіи съ проводомъ, не мешая его движению. Пытались удовлетворить этия условія при помощи бегущаго по воздушному проводу катка, но здѣсь встретилось затрудненіе при переходе чрезъ изоляторы и кроме того соприкасание между каткомъ и проволоками, по большей части заржавевшими и окислившимися, не могло быть хорошимъ. Сименсъ и Гальске на своихъ электрическихъ дорогахъ съ воздушной проводкой пробовали применять разрезанную железную трубку, которая прокладывалась на столбахъ вдоль пути и въ которыхъ бежалъ на пружинномъ рычагѣ металлическій челночекъ. При помощи рычага, проходящаго чрезъ прорезъ трубки, челночекъ увлекался за собою вагономъ. Почти прикрытая внутренность трубки остава-

лась довольно чистой, чему способствовало также трение челнока о етенки трубы.

Прокладка такой трубы по столбам и другим подпоркам представлять большие затруднения и к тому же некрасива. Таким образом возвратившись опять к проволочным проводам, с бегущими по проволокам катками. Наш рис. 389 может дать представление о таком катке. Подобное устройство употреблялось еще недавно в Америке на многих линиях.

Проводка при помощи катка вообще менее распространена, чем проводка посредством стержневого контакта, отчасти в виду того, что последний



390. Вагон электрической дороги с контактным стержнем.

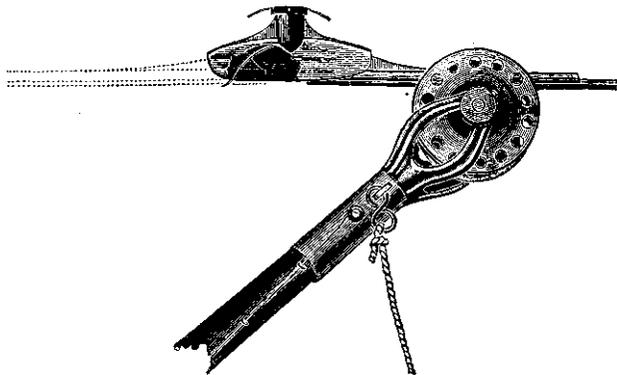
легче поправлять при соскакивании контактного колеса с провода, а отчасти также потому, что при нем проще и надежнее можно допускать переводы и перекрещивания; относительно этого надо заметить, что переводу и перекрещиванию рельсов должны соответствовать также перевод и перекрещивание воздушных проводов, что причинило конструкторам много затруднений.

Кажущийся таимъ незначительнымъ вопросъ о целесообразности проводки тока къ вагону въ сущности задержалъ развитие электрическихъ железныхъ дорогъ на десятки летъ. Наконецъ нашли въ Америке удивительно простое и, какъ послѣдствія показали, совершенно достаточное решение. Американскіе изобретатели придумали стержневой контактъ, который бы шелъ подъ проволокой, а чтобы онъ прочно прилегалъ къ ней, его прикрепили на конецъ длиннаго стержня, поставленнаго на крыше вагона въ наклонномъ положеніи и отклоняемаго пружиной вверху. Рис. 390 показы-

ваець это приспособление. Мы видимъ, какъ стоящій наверху вагона тонкин стержень нажимаець о проволоку металлический катокъ, который посредствомъ проводника, находящагося внутри стержня, соединенъ съ вагономъ и его моторомъ. Отъ мотора идетъ токъ дальше къ колесамъ, которыя связываютъ контактъ съ рельсами. Эти последние образуютъ обратный проводъ. Схематическое изображение устройства контактнаго стержня дано на ДНС. 391. Самъ жо катокъ представлень на рис. 392, изъ котораго видно,

что онъ имеетъ глубокий _ пазъ, которымъ онъ бежитъ по проволоке.

Пружинящее закрепление стержня съ каткомъ на крыше вагона показано на рис. 393. Нижний конецъ



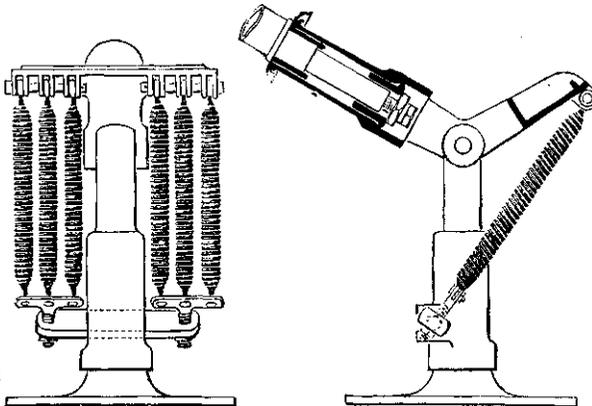
391. Контактный стержень.

892. Контактный катокъ.

стержня вставляется въ одно колено шарнира, привинченнаго къ крыше вагона; второе колено шарнира оттягивается внизъ пружиной, благодаря чему верхний конецъ стержня прижимается къ проволоке.

Въ большинствѣ случаевъ подводящій проводъ лежитъ надъ серединой рельсовъ, но возможно поместить его и сбоку, какъ представлено на рис. 394.

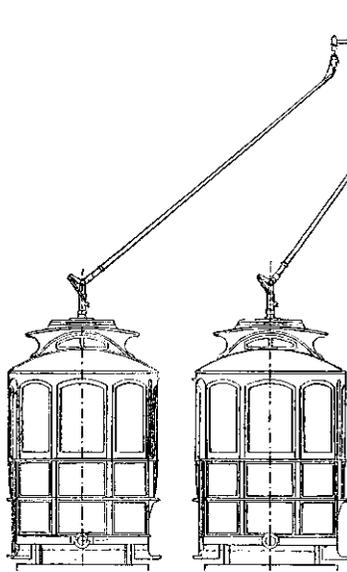
При такомъ расположении провода могутъ быть проведены по бокамъ улицы, какъ это и показываетъ нашъ рисунокъ. Помощью шнура, прикрепленнаго къ верхнему концу стержня, кондукторъ можетъ спустить стержень и снимать катокъ съ провода, или же, когда онъ соскочитъ, опять наложить его на проволоку.



393. Прикрепление стержня-тролей.

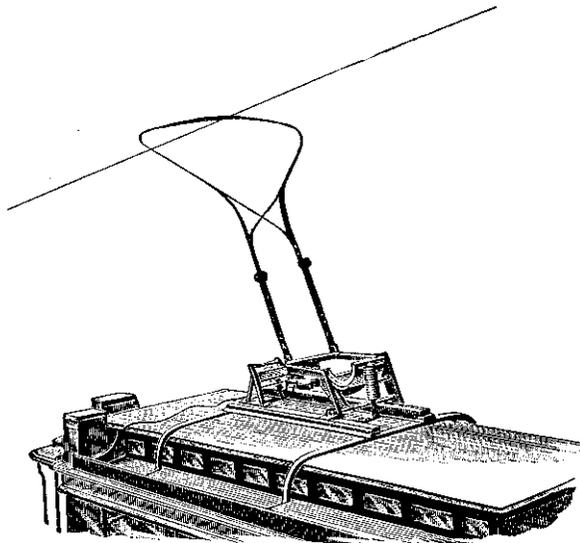
Американцы превзошли фирму „Сименсъ и Гальске“. То, что Ююследшья напрасно искала въ продолжение несколькихъ летъ, янки нашли со своей обычной ловкостью въ очень определенной формѣ, и немцамъ не оставалось ничего больше, какъ следовать по новому целесообразному пути. Но немцы захотели дать изобретению, которому оига должны были следовать, другое устройство и изобрели коактаную петлю,

скользящую по нижнему краю провода. Рис. 395 даёт понятие объ этомъ простомъ приспособлении. Преимущество петли заключается въ томъ, что для контакта возможны значительныя уклонения въ сторону безъ опасности



394. Косо поставленные стержни троллей.

гается
крышка



395. Контактная петля.

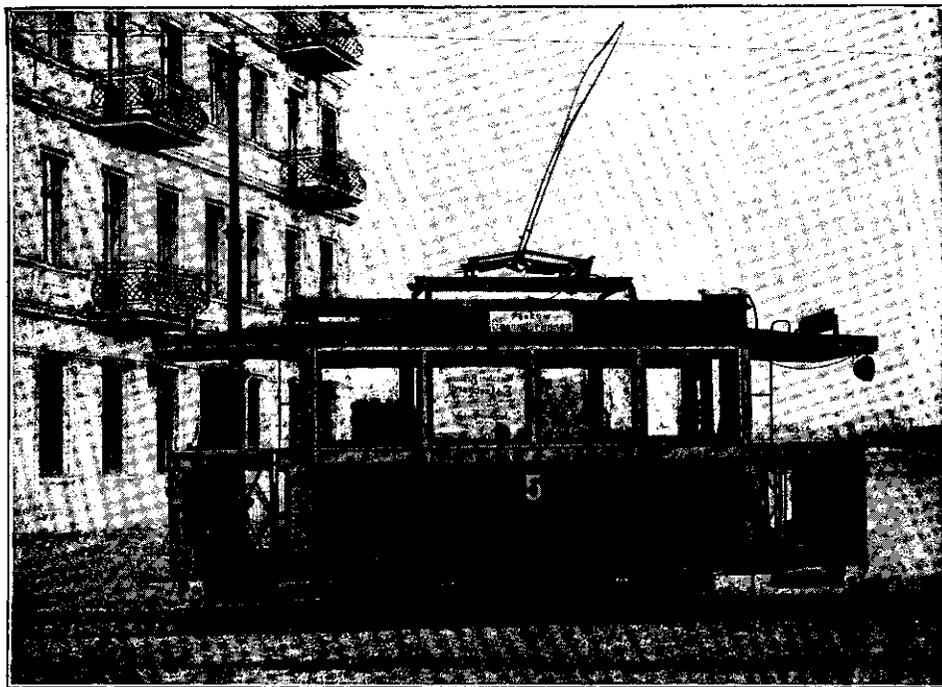
разъединения съ проводомъ, А что легко могло бы произойти при катке. Для ответвлений не требуется особенныхъ приспособлений въ проводѣ; разветвляющіяся проволоки скрепляются вместе, и широкая петля скользитъ подъ местомъ соединения отъ проволоки къ ответвлению, БЕ нарушая контакта. Такая лростота перехода даётъ существенное преимущество контактной петле, которая кроме того не можетъ соскользнуть съ провода, какъ катокъ. Сначала быстро изнашивались какъ провода, такъ и петля. Берлинская фирма покрыла петлю мягкимъ металломъ, который одинъ и изнашивается; такимъ образомъ экономится дорогой проводъ. По возобновляется легко и безъ особенныхъ затратъ. Важный вопросъ о соединении вагоновъ съ токомъ былъ такимъ образомъ решенъ.

На практикѣ являлись и другія затрудненія, которыя съ теченіемъ времени искусно были побеждены; объ нихъ мы поговоримъ дальпе. Рельсовый путь электрическихъ железныхъ дорогъ, съ точки зрѣнія пути для вагоновъ, не представляетъ никакихъ особенностей; его постройка одинакова съ другими уличными железными дорогами; съ точки же зрѣнія пути для тока онъ требуетъ некотораго объясненія. У современныхъ электрическихъ до-

рогъ съ воздушнымъ про-

водомъ изолированъ только верхній проводъ, въ качестве же обратнаго провода пользуются рельсомъ. Не нужно думать, какъ это делаютъ ошибочно американцы, что рельсъ безъ особыхъ къ тому приспособленийъ можетъ быть использованъ въ качестве провода. Хотя стыки между рель-

сами и скреплены прижатыми къ нимъ железными пластинами, но въ электрическомъ отношении это соединене недостаточно и представляетъ большое сопротивление прохождению тока. Отъ этого происходитъ следующее: токъ не ограничиваетъ своего пути одними рельсами, но отвѣтвляется изъ нихъ въ землю, а, когда представляется случай, распространяется частью и черезъ соседнія металлическия массы, которыя идутъ приблизительно параллельно дороге. Это последнее случается довольно часто, такъ какъ известно, что вдоль улицъ тянутся въ земле газопроводныя и водопроводныя трубы. Такая помощь со стороны газо- и водопровода очень кстати строителямъ электрическихъ железныхъ дорогъ, но владельцамъ трубопроводовъ это невыгодно. Когда токъ пользуется на части своего пути трубо-



399. Электрический вагонъ съ нонтактноу петлей.

проводомъ, то онъ долженъ въ одномъ месте въ него войти, а въ другомъ — изъ него выйти. Изъ отдела электрохимии мы знаемъ, что токъ, проходя сквозь жидкий проводникъ, разлагаетъ еге и что тамъ, где токъ, выйдя изъ твердаго проводника, входитъ въ жидкий, выделяется кислородъ или даже хлоръ, если жидкий проводникъ представляетъ воду или растворъ соли. Этотъ-то случай и имеетъ место при прохождении тока сквозь сырую почву. Тамъ, где токъ, отвѣтвляющийся напримеръ въ металлический водопроводъ, изъ него выходитъ въ почву, происходитъ разложение почвенной влаги, причеъ выделяются вещества, которыя разъедаютъ водопроводную трубу. Последствия читатель можетъ легко себе представить. Электрохимический процессъ по отношению къ водопроводной трубе вызываетъ судебный процессъ со стороны администраци водопровода, а затемъ появляются, какъ необходимыя последствия этого, — адвокатъ и судья.

Все эти неприятности устраняются весьма просто. Соединяють рельсовыя полосы не только механически, но и электрически особымъ проводомъ.

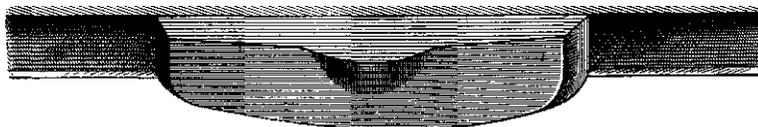
оединяя ЕОНЦЫ редьсь достаточно толстой медной проволокой, концы которой вводятъ въ концы рельсъ (рис. 400). Это продѣлывается у обоихъ рельсовыхъ проводовъ, которые кроме того, черезъ каждыя 3—5, скрепляются еще одинъ съ другимъ и, въ большинствѣ случаевъ, съ идущимъ отъ источника тока, положеннымъ въ землю меднымъ проводникомъ.

При такомъ устройствѣ большая часть тока возвращается черезъ рельсы. Только небольшая часть тока все же ответвляется черезъ землю и распространяется на большую шющадь. Сила этого тока уже неопасна для водопровода, но въ телефонныхъ проводахъ этотъ блуждающій токъ даетъ еще себя чувствовать.



400. Электрическое скрепление рельсовъ.

Чтобы достигнуть лучшаго соединения и устранить толчки, которые много вредятъ вагонамъ, стали соединять концы рельсовъ, спаивая ихъ электрически путемъ и составляя такимъ образомъ непрерывный рельсъ. Объ этомъ было говорено на стр. 291. Но электрическая спайка очень дорога, а потому американцы стали применять другое средство, изобретенное Мр. Фалькомъ, при которомъ стыки рельсовъ заливаются железной массой. Для этой цели место стыка окружается чугунной формой и заливается расплавленнымъ железомъ. Такое соединеніе видно на рис. 401. При такомъ скрепленіи, которое въ то же время является хорошимъ электрическимъ соединеніемъ, концы рельсовъ лежатъ неподвижно одинъ противъ другого и не сообщаютъ вагону толчковъ.

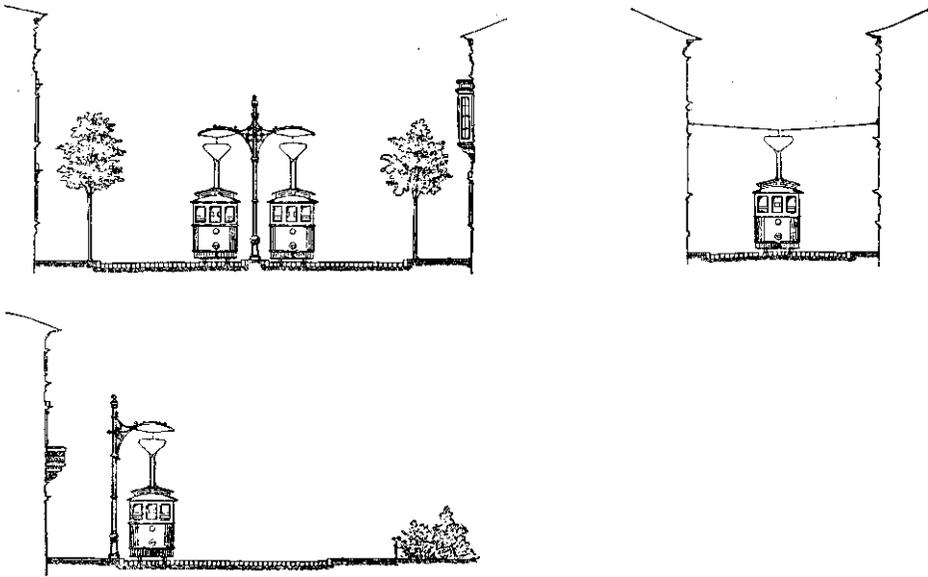


401. Соединеніе рельсовъ по системѣ Фалька.

Изолированный воздушный проводъ, который расположенъ надъ срединою колеи, состоитъ изъ медной проволоки въ 7—8 мм. въ поперечнике; онъ подвѣшивается на поперекъ натянутой стальной проволоке, которая прикрѣшется къ столбамъ или, на улицахъ, къ домамъ; въ исключительныхъ случаяхъ она придерживается железными горизонтальными ручками, приделанными къ стоящимъ по сторонамъ столбамъ. Рис. 402 даетъ читателю понятіе объ этомъ расположеніи.

Тамъ, где дорога образуетъ закругленіе, проводъ долженъ делать подобное же закругленіе, въ формѣ кривой или ломаной линіи. Закругленіе рстигается горизонтальными оттяжками, какъ показываетъ рис. 403.

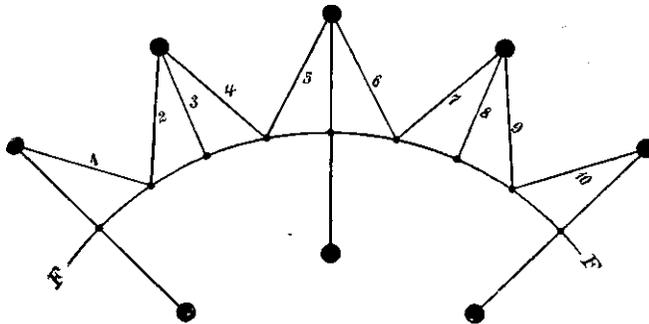
На рисунке схематически для того, чтобы можно было видѣть форму какъ провода, такъ и оттяжекъ. Толстыя черныя точки АБ, къ которымъ прикрѣплены поперечныя подвесныя проволочки, обозначенныя цифрами 1—10, сообщаютъ FF, требуемое искривленіе.



Масштабъ.

402. Подвеска воздушного провода.

Этотъ главный проводъ (рабочая или проводная проволока) состоитъ изъ отдельныхъ кусковъ, соединяемыхъ обыкновенно между собою. Въ случае же надобности одинъ изъ нихъ можетъ быть изолированъ отъ другихъ. Вдоль дороги лежитъ проведенный подъ землею питательный кабель, который въ разветвленіяхъ соединенъ съ каждымъ кускомъ. Если проводная проволока разорвется, поврежденный конецъ можетъ быть удаленъ посред-



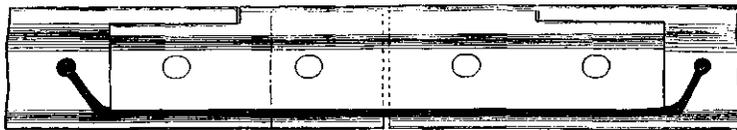
403. Закругление провода.

ствомъ изолированія его отъ соседнихъ, а также и отъ питательнаго провода, другая же неповрежденная часть продолжаетъ при этомъ служить.

При подвешиваніи проводной проволоки нужно обратить особое вниманіе на хорошее ея изолированіе. Для этого проводная проволока изолируется отъ оттяжекъ и отъ стальной поперекъ натянутой проволоки, равно какъ и эта последняя изолируется въ местахъ своего прикреплена. Изъ несколькихъ способовъ изолированія упомянемъ лишь о техъ способахъ фирмы „Сименсъ и Гальсйе“, которые могутъ быть взяты за образецъ.

соединяя концы рельсъ достаточно толстой медной проволокой, концы которой вводят въ концы рельсъ (рис. 400). Это продельвается у обоихъ рельсовых проводовъ, которые кроме того, черезъ каждыя 3—5, скрепляются еще одинъ съ другимъ и, въ большинствѣ случаевъ, съ идущимъ отъ источника тока, положеннымъ въ землю меднымъ проводникомъ.

При такомъ устройстве большая часть тока возвращается черезъ рельсы. Только небольшая часть тока все же ответвляется черезъ землю и распространяется на большую площадь. Сила этого тока уже неопасна для водопровода, но въ телефонныхъ проводахъ этотъ блуждающій токъ даетъ еще себя чувствовать.



400. Электрическое скрепление рельсовъ.

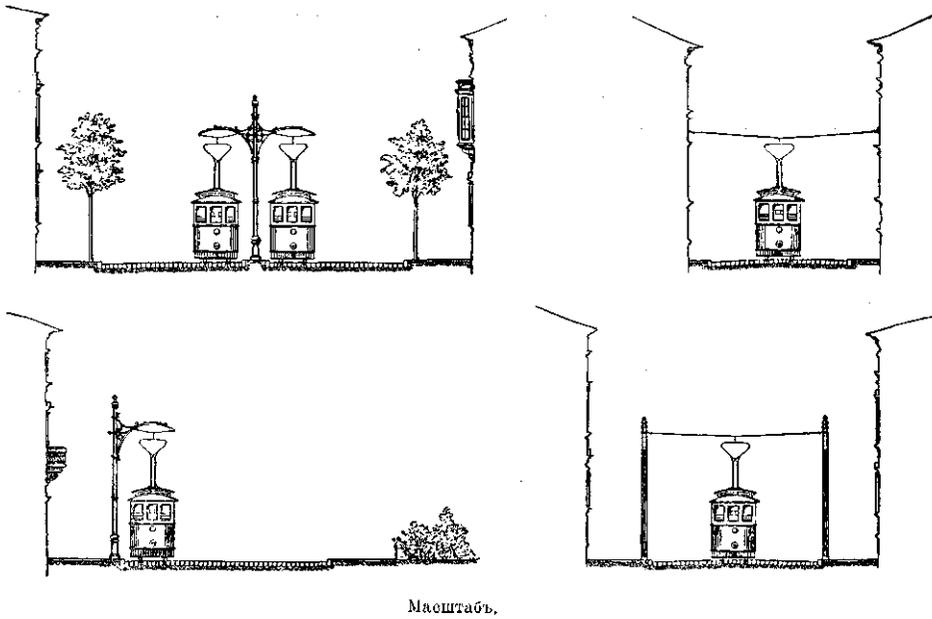
Чтобы достигнуть лучшаго соединения и устранить толчки, которые много вредятъ вагонамъ, стали соединять концы рельсовъ, спаивая ихъ электрически путемъ и составляя такимъ образомъ непрерывный рельсъ. Объ этомъ было говорено на стр. 291. Но электрическая спайка очень дорога, а потому американцы стали применять другое средство, изобретенное Мр. Фалькомъ, при которомъ стыки рельсовъ заливаются железной массой. Для этой цели место стыка окружается чугунной формой и заливается расплавленнымъ железомъ. Такое соединение видно на рис. 401. При такомъ скрепленнн, которое въ то же время является хорошимъ электрическимъ соединенннмъ, концы рельсовъ лежатъ неподвижно одинъ противъ другого и не сообщаютъ вагону толчковъ.



401. Соединение рельсовъ по системе Фалька.

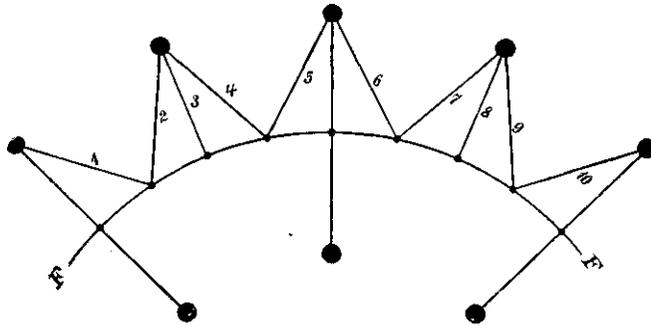
Изолированный воздушный проводъ, который расположенъ надъ серединою колеи, состоитъ изъ медной проволоки въ 7—8 мм. въ поперечнике; онъ подвешивается на поперекъ натянутой стальной проволоке, которая прикрепляется къ столбамъ или, на улицахъ, къ домамъ; въ исключительныхъ случаяхъ она придерживается железными горизонтальными ручками, приделанными къ стоящимъ по сторонамъ столбамъ. Рис. 402 даетъ читателю понятие объ этомъ расположении.

Тамъ, где дорога образуетъ закругление, проводъ долженъ делать подобное же закругление, въ форме кривой или ломаной линии. Закругление провода достигается горизонтальными оттяжками, какъ показывается рис. 403. Это показано на рисунке схематически для того, чтобы можно было видеть расположение сверху какъ провода, такъ и оттяжекъ. Толстыя черныя точки обозначаютъ столбы, къ которымъ прикреплены поперечныя подвесныя проволоки и оттяжки. Последняя, обозначенныя цифрами 1—10, сообщаютъ главному проводу *FF*, требуемое искривленнн.



402. Подвеска воздушного провода.

Этот главный провод (рабочая или проводная проволока) состоит из отдельных кусков, соединяемых обыкновенно между собою. В случае же надобности один из них может быть изолирован от других. Вдоль дороги лежит проведенный под землею питательный кабель, который в разветвлениях соединен с каждым куском. Если проводная проволока разорвется, поврежденный конец может быть удален посред-

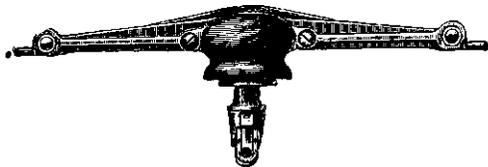


403. Закругление провода.

ством изолирования его от соседних, а также и от питательного провода, другая же неповрежденная часть продолжает при этом служить.

При подвешивании проводной проволоки нужно обратить особое внимание на хорошее ее изолирование. Для этого проводная проволока изолируется от оттяжек и от стальной поперек натянутой проволоки, равно как и эта последняя изолируется в местах своего прикрепления. Из нескольких способов изолирования упомянем лишь о тех способах фирмы „Слженсь и Гальске“, которые могут быть взяты за образец.

Посредине подвесной проволоки (рис. 404) висит изолятор, который состоит из металлической головки с приделанными по бокам его рукавами. Подвесная проволока идет вдоль рукавов и к ним же прикреплена; рукава эти мешают вертеться головке, в которой помещен гуттаперчевый изолятор; к изолятору приделана металлическая цапфа, соеди-



404. Соединение проводной проволоки с проволокой тяги.



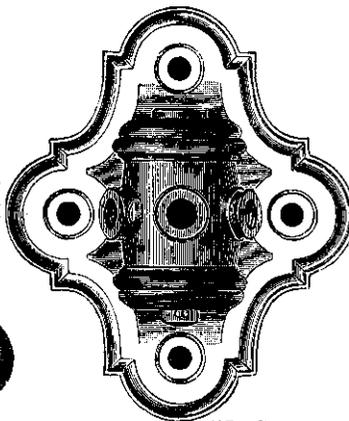
405. Соединение тяговой проволоки с Ие-стомъ скрепления.

ненная с треугольной пластинкой. На эту пластинку надвигается и прикрепляется винтами жестяной желобок. Между этим башмаком и нижней стороной треугольника помещается проводная проволока. Это превосходное устройство делается понятным, если сообразить, что проводная проволока должна быть прикреплена так, чтобы был обезпечен гладкий путь лежащему под ним вагонному контакту.

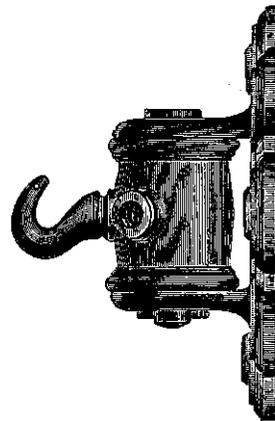
Подвесная проволока соединена концами с металлической цапфой, которая (рис.



403. КрКШЪ.



407. Стенная розетка.



405) помещается в гуттаперчевом цилиндре. Цилиндр этот помещен в металлическую головку, на конце которой находится большое ушко. Таким образом проводная проволока и металлическое ушко изолированы друг от друга гуттаперчевым цилиндром. Ушко подвешивается на крючок,



408. Воздушная стрелка.

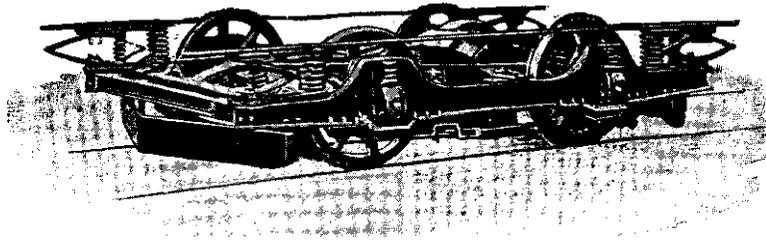
который, в свою очередь, прикрепляется помощью обоймы к столбу, при проводке на столбах (рис. 406), или же, при

стенномъ

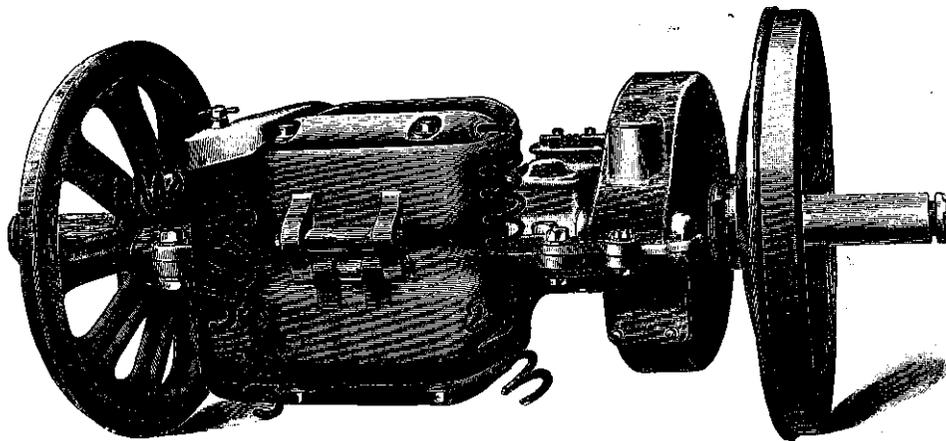
прикре-

плении, ввинчивается во вделанную в стене розетку (рис. 407).

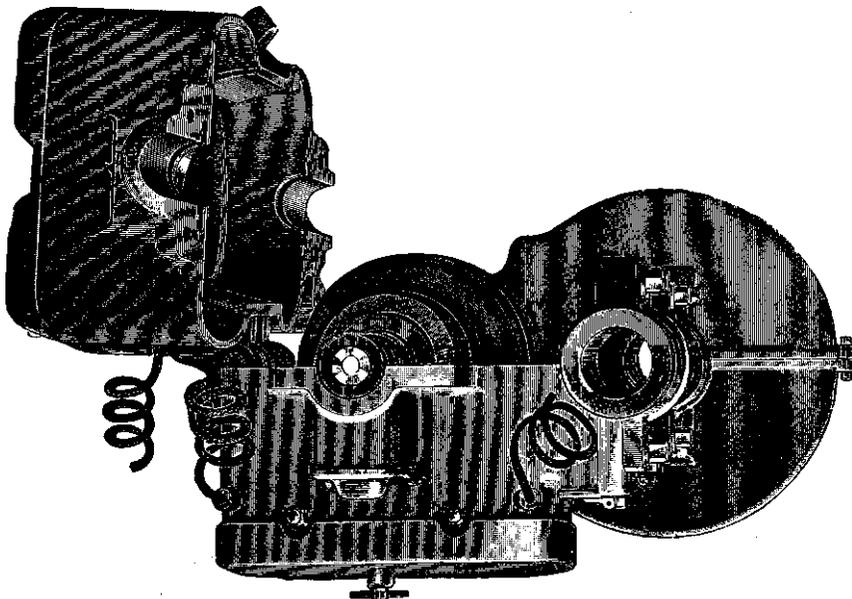
Контактная петля фирмы „СименсГальске", как было сказано выше, весьма легко переходит с провода на провод при разветвлении. При контактном катке этот переход происходит не так просто. Перевод катка (тролля) с одного воздушного провода на другой заставил инжене-



409. Основание вагона электрической железной дороги.



410. Мотор уличных дорог на колесной оси.

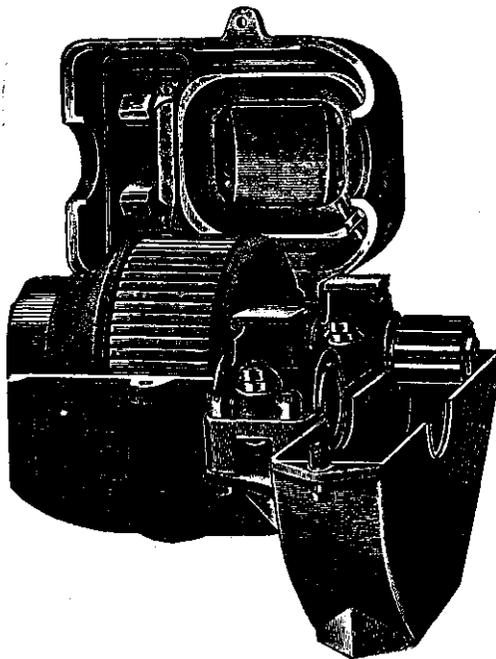


411. Мотор уличных дорогъ.

ровь много подумать, прежде чемъ достигнуть простыхъ и надежныхъ конструкций. Здесь мы изобразимъ одну изъ такихъ конструкций, которая выяснитъ принципъ такого перевода.

Въ проводящую проволоку вставляется металлический кусокъ, который на рис. 408 показанъ повернутымъ вверхъ на 90° . Если катокъ приходитъ по разветвляющейся проволоке на левый язычекъ, то онъ здесь перейдетъ на верхний или на нижний правый язычекъ, смотря по тому, въ какомъ направлении движется вагонъ. При скрещивании употребляются побочныя же формы, но мы должны ограничиться лишь темъ, что сказано.

Вагонъ состоитъ изъ нижней рамы съ моторомъ, поставленнаго на нее вагоннаго кузова, который мало отличается отъ конножелезнаго, а потому



412. Моторъ уличныхъ железныхъ дорогъ.

и не представляетъ особаго интереса, изъ подводящихъ токъ приспособлений и регулирующаго движение аппарата. Нижняя рама состоитъ изъ железной рамы, опирающейся при посредстве рессоръ на оси колесъ; къ ней, при посредстве второго ряда рессоръ, прикрепляется основание вагоннаго кузова; кузовъ предохраняется отъ неизбежныхъ толчковъ двойнымъ расположениемъ рессоръ. Рис. 409, на которомъ изображено вагонное основание конструкции фирмы „Сименсъ и Гальске“, пояснитъ читателю описанную конструкцию, Рисунокъ представляетъ часть упоминаемаго ниже четырехоснаго вагона главной берлинской городской дороги.

Моторъ находится рядомъ съ приводимой имъ въ движение колесной осью и при посредстве рессоръ подвешивается къ вагонному основанию. Соединение съ колес-

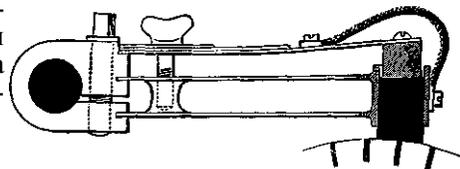
ной осью показано на рис. 410, представляющемъ американскую конструкцию. Самъ моторъ показанъ на рис. 411. Мы видимъ, что магнитъ, создающій поле, представляетъ изъ себя закрытую железную коробку, верхняя половина которой можетъ открываться для выниманія якоря.

Изъ коробки выстудаетъ конецъ оси двигателя, на которой насажено зубчатое колесо. Это колесо сцепляется съ большимъ зубчатымъ колесомъ, выходящимся въ кругломъ, видномъ справа, футляре и наглухо надетымъ на оси вагоннаго колеса. Последняя ироходитъ черезъ центральное отверстие круглаго футляра. Можеть-быть, изображение другого мотора „General Electric Co“ на рис. 412 лучше дастъ понятие объ этомъ устройстве. На рисунке большое зубчатое колесо и верхняя половина круглаго футляра сняты.

Въ электрическомъ отношении моторы уличныхъ железныхъ дорогъ не отличаются отъ другихъ электрическихъ двигателей, Ихъ характерное отличие ограничивается особенностями механической конструкции. Следуетъ здесь однако отметить одну особенность, которая уже давно нашла себе применение и въ другихъ электромоторахъ, а также и въ динамомашинахъ, ко-

торая впервые появилась у трамвайных моторов. Это замена коллекторных щеток, вводящих ток в якорь двигателя, угольной пластинкой, скользящей по коллектору. Когда американские инженеры строили первые электрические дороги, невероятная порча медных щеток с сильным образованием искры приводила их в отчаяние. Тогда пришло в голову умному, к сожалению, рано умершему, бельгийско-американскому электротехнику Фань Деноэло, заменить медные проволочные щетки угольной пластинкой, которая скользит по коллектору. Успех был поразительный, все затруднения с медными щетками были устранены сразу. Со времени этой первой удачи угольные щетки употребляются не только в моторах, но и весьма часто в динамо-машинах. Уголь имеет неожиданное свойство почти совершенно уничтожать образование искры между щеткой и коллектором. Кроме того, благодаря шлифовке, он дает очень хороший контакт с коллектором, поддерживает поверхность его светлой и стирает его равномернее, чем металлические щетки. Держатель угольной щетки отличается от держателя медной почти только тем, что уголь, употребительный в форме сравнительно коротких кусков, вставляется радиально по отношению к коллектору, тогда как медные щетки ставятся по касательной.

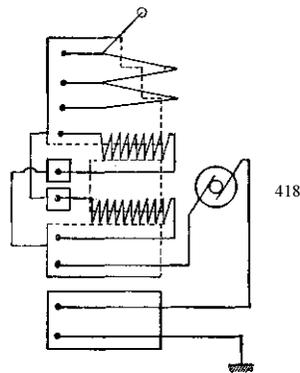
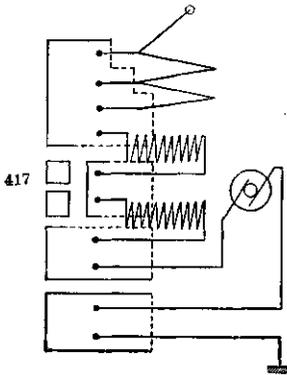
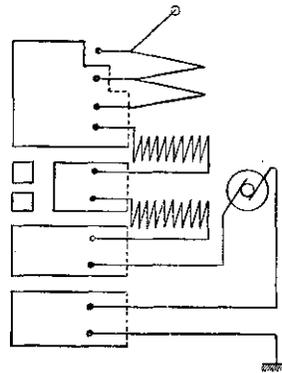
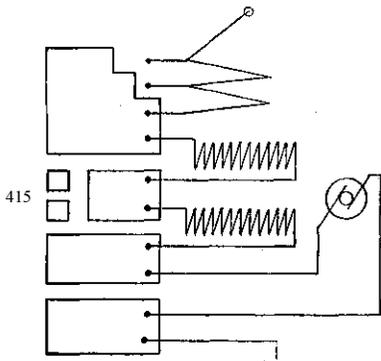
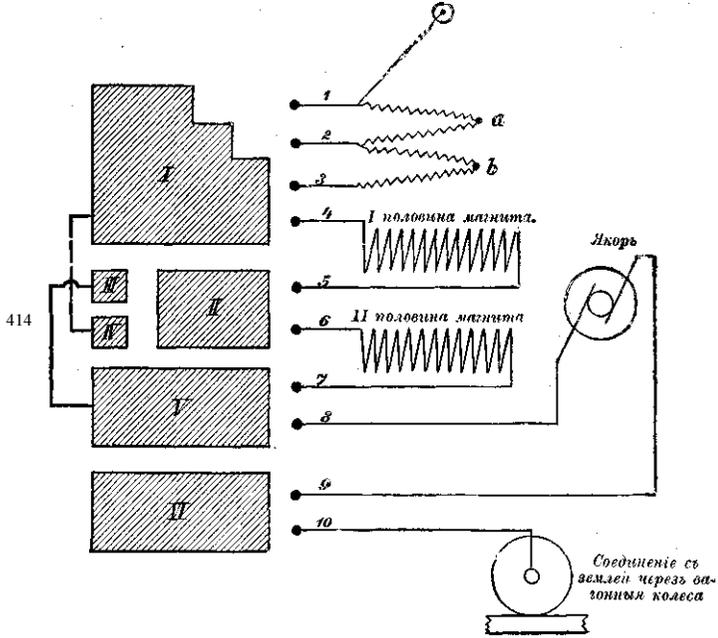
Достаточно будет, если мы познакомим читателя лишь с одним из большого разнообразия этих держателей. Рис. 413 достаточно ясно представляет устройство держателя для угольных щеток, который весьма употребителен в трамвайных моторах.



413. Держатель коллекторного угля.

Для регулирования силы тока, скорости движения и направления движения служат особый распределитель, который находится на передней и задней площадках вагона. Он состоит из целого ряда переключателей, сидящих на одной общей оси, и приводится в движение перестановкой рукоятки. Мы, конечно, не можем подробно останавливаться на сложной системе устройства распределителя, но, чтобы читатель мог видеть, как действует аппарат на площадке, мы представим его действие в упрощенном виде.

Вообразим, что нужно только регулировать мотор, чтобы он мог идти с двумя скоростями — полным ходом и половинным. На двигающуюся с помощью рукоятки ось из изолированного материала насажены контактные пластины, которые имели бы форму указанных на рис. 414 заштрихованных частей, если бы цилиндр был развернут на плоскость бумаги. По этим контактным пластинам I—UI скользят контактные пружины 1—10. С катком, бегущим по проводу, соединена пружина 1; между 1 и 3 включены сопротивления *a* и *б*. Между пружинами 4 и 5 включена одна половина обмотки электромагнита, между 6 и 7—вторая; между 8 и 9 включен якорь, а пружина 10 соединяется с землей. Повороту рукоятки и изолированной оси с контактными пластинами на нашем рисунке будет соответствовать горизонтальное перемещение контактных пластин. Если мы уясним себе это, то мы поймем и действие распределителя при различных положениях его оси из схематического рисунка. На рис. 415 контактная пластина I отодвинута под пружину 3 и 4, точно также и следующие контактные пластины II, V и VI подходят под соответствующие пружины. Ток от тролля должен сначала пройти через сопротивления *a* и *б*, затем проходить через обе половины обмотки электромагнита, включенные последовательно, и уже потом через



414—418. Схема распределения.

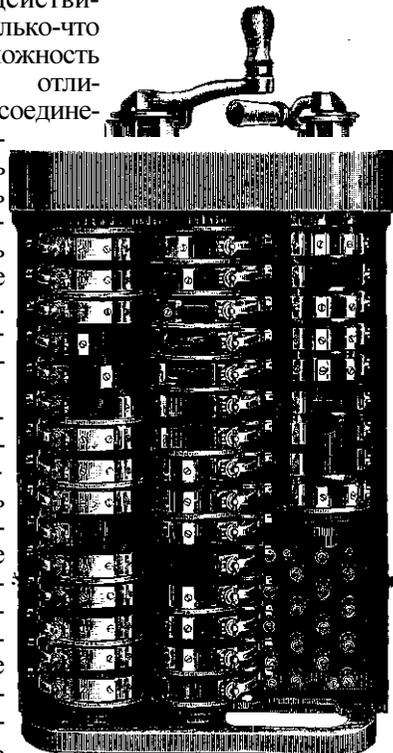
якорь въ землю. На рис. 416 и 417 включение такое же, только нарис. 416 сопротивление Z , а на 417 сопротивления a и Z выключены. Ясно, что при этихъ последовательно разсмотренныхъ положенияхъ сила тока будетъ постепенно увеличиваться, такъ какъ сопротивление постепенно уменьшалось. На рис. 418 обе половины обмотки электромагнита включены параллельно, тогда какъ до сихъ поръ оне были включены последовательно. При параллельномъ соединении обмотка электромагнита представить сопротивление въ 4 раза меньшее, чемъ при последовательномъ соединении, а потому при положении контактовъ, соответствующемъ рис. 418, сила тока еще возрастетъ.

Действие распределителя въ действительности более сложно, чемъ только-что разсмотренная схема, но эта сложность обусловлена не принципиальнымъ отличиемъ, а большимъ разнообразиемъ соединений, которыя въ действительности осуществяются, и необходимостью действовать заразъ на два мотора, которыми снабженъ каждый вагонъ. Такъ, на рис. 419 мы видимъ никакъ не меньше трехъ осей съ контактными пластинами, изъ которыхъ две поворачиваются помощью общей рукоятиш. Но это указываетъ лишь на большее разнообразие соединений, но никакъ не на принципиальную особенность.

После дорогъ съ проводкой тока, которыя получили самое широкое распространение, остается еще упомянуть объ омнибусахъ съ аккумуляторами. До сихъ поръ они, несмотря на все усилия специалистовъ, не могутъ войти во всеобщее употребление отчасти потому, что ихъ действие причиняетъ больше хлопотъ и обходится дороже, чемъ для дорогъ съ проводкой тока, а отчасти и потому, что еще нетъ возможности снабдить вагонъ достаточной энергией для продолжительнаго пути. Несмотря на это, они привлекаютъ къ себе внимание, потому что даютъ возможность пользоваться всею имеющимся составомъ дороги безъ всякихъ новыхъ сооружений, и благодаря этому они больше всякой другой системы пользуются симпатиями обществъ конножелезныхъ дорогъ.

Въ аккумуляторныхъ вагонахъ, какие применялись до сихъ поръ для пробы и надъ которыми производилось много исследованийъ въ Гамбурге, Брюсселе и Париже, въ вагонъ ставится батарея аккумуляторовъ, токъ отъ которой приводитъ въ действие электродвигатель. Удобнымъ местомъ для помещения аккумуляторовъ является место подъ сиденьями: для установки и вынимания элементовъ боковая стенка вагона снабжается дверцами, чрезъ которыя можно вдвигать и выдвигать батарею. Заряженная батарея, расположенная въ ящике съ колесами, ставится на низенькую тележку, которая подкатывается сбоку къ омнибусу; затемъ при помощи механическаго приспособления ящикъ съ элементами вдвигается въ вагонъ и такимъ же способомъ можетъ быть выдвинутъ изъ него.

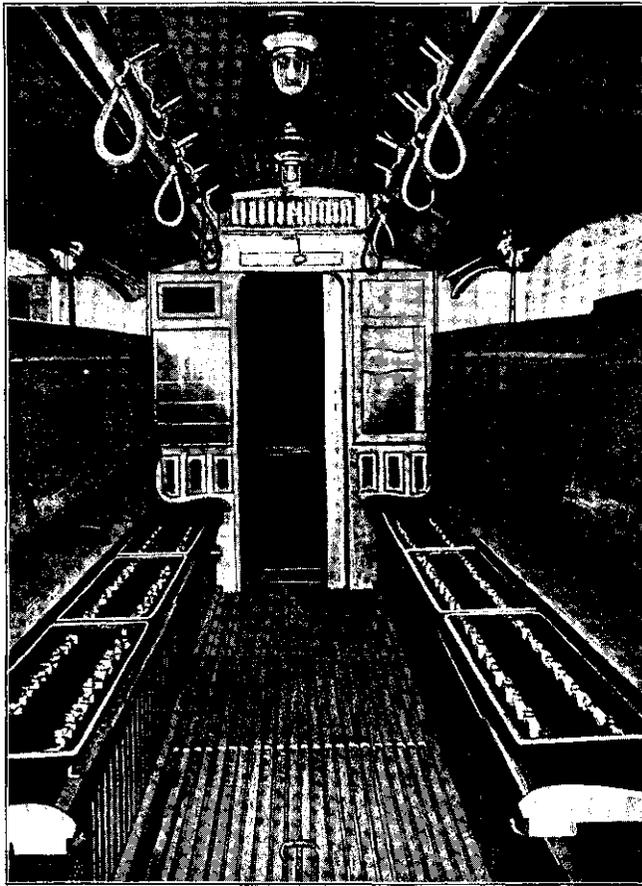
Подобное же устройство имеетъ аккумуляторная железная дорога въ



419. Регуляторъ уличныхъ электрическихъ дорогъ.

Биршшгамме, которая функционирует уже в течение нескольких лет; нельзя ручаться, чтобы экономические результаты на этой дороге были так же удовлетворительны, как технические.

До сей поры аккумуляторное движение остается исключением, которым пользуются в случае необходимости. Так например, из Берлина в Шарлоттенбург уличной дороге запрещено было устроить воздушный провод, потому что магнитные действия такого провода стали вредить тонким измерительным инструментам государственной обсетшатории, находящейся



420. Расположение батарей в вагонах „Большого берлинского общества городских ж. дорог“.

на расстоянии $1/2$ километра от дороги. Управление дороги должно было отказаться от подводящей токовой системы, и дорога идет теперь аккумуляторной тягой. Прежнюю систему уже значительно изменили, оставляя батарею в вагонах и при зарядке. Эта система, с постоянной батареей внутри вагона применялась и прежде, когда действие аккумуляторов должно было служить подпорьем.

Цель таких вспомогательных батарей заключается в следующем: в центрах больших городов неособенно охотно допускают воздушный провод, и городским электрическим дорогам ничего больше не оставалось, как проходить пространство, где запрещен воздушный провод, при помощи аккумуляторов или подземного

провода. В системе с аккумуляторами, впервые вошедшей в употребление в Ганновере, остающаяся в вагоне батарея во время хода вне центра города заряжается током воздушного провода и запасает достаточно энергии, чтобы провести вагон по беспроводному центральному участку.

Эта система была применена и в Берлине. Мы опишем ее здесь вкратце, останавливаясь на наиболее распространенном ее образце, выработанном обществом электрических предприятий в Берлине.

Воспользуемся здесь случаем, чтобы подробнее описать вагон городских дорог „Большого Берлинского Общества городских дорог“, изображенный на нашей таблице. Основание вагона представляет крепкую железную раму, по величине равную площади вагона. Она лежит на двух

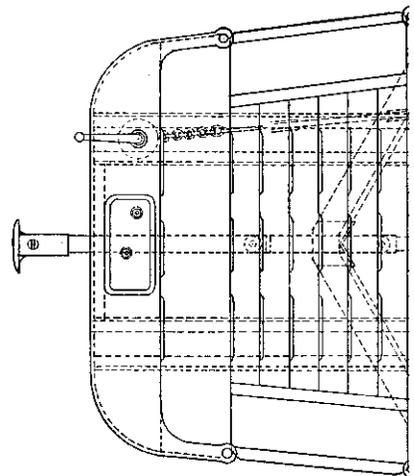
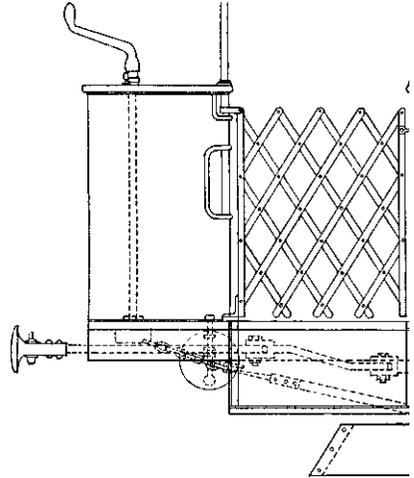
есколькохъ леть;
той дороге были

чениемъ, которымъ
, изъ Берлина въ
въ воздушный про-
а вредить тонкимъ
)рии, находящеиго
разстоянии 2 ки-
>тра отъ дороги.
авление дороги
шо было отказать-
отъ подводящей
> системы, и доро-
идеть теперь ак-
^ляторной тягой.
жнюю систему уже
[ительно
изменили,

вляя батарею въ
лахахъ и при заряд-
Эта система, съ
•оанной батареей
фи вагона приме-
Ись и прежде, когда
Итвие аккумулято-
> должно было слу-
ь подпорьемъ.

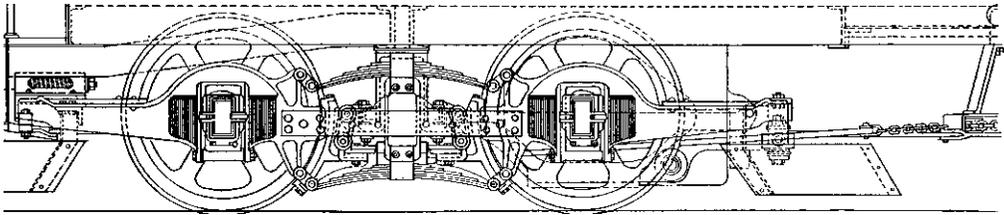
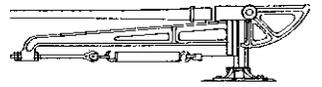
Цель такихъ вспо-
Ительныхъ батарей
[ючается въ сле-
щемъ: въ центрахъ
>сяхъ городовъ
;обенно охотно до-
саютъ воздушный
юдь, и городскимъ
;трическимъ доро-
Е, ничего больше
оставалось, какъ
содить простран-
, где запрещень
,ушный проводъ,
помощи аккумуля-
>въ или подземнаго
едшей въ употре-
) время хода вне
Иасаеть достаточно
[ьному участку.
Ипишемъ ее здесь
ея образце, выра-
>лине.'

ать вагонъ город-
ь дорогъ", изобра-
яеть крепкую же-

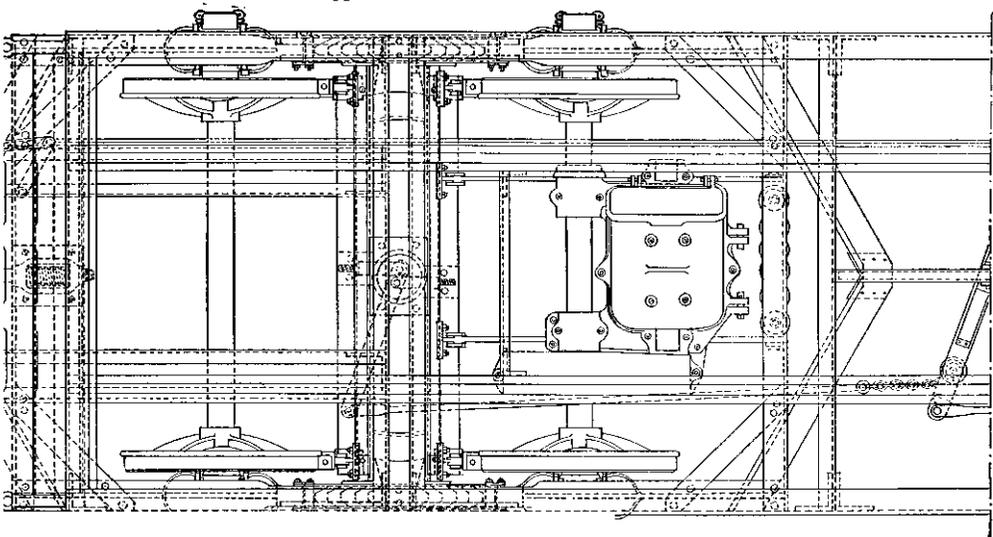


Промшленность и техника. III

Половина четырехосн



II



Т-ЕО „Провещение“ в СНИИ

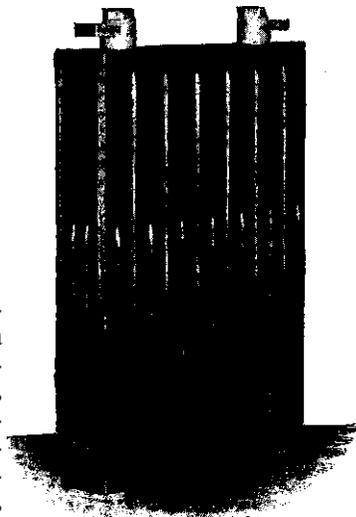
аго вагона Берлинскаго Главнаго Общества уличныхъ путей.

тележках, по две оси в каждой. Оси каждой тележки расположены близко друг к другу, и каждая из тележек может несколько поворачиваться относительно вагона. И то и другое нужно для того, чтобы вагон, даже при значительной своей длине легко мог проходить закругления пути. Каждая вагонная тележка снабжена электрическим мотором, схожимъ съ моторомъ рис. 410. На раме находится вагонный кузовъ, съ прикрепленнымъ на его крыше стержнемъ тролля, на рисунке лежащемъ горизонтально. Какъ спереди, такъ и сзади на площадке расположенъ регуляторъ и тамъ же рукоятки тормозовъ. Фонарь на крыше вагона освещается лампочкой накаливания; точно такъ же внутри вагона лампочки накаливания, соединенныя последовательно, питаются отъ проведеннаго тока или же отъ упомянутой выше батареи аккумуляторовъ.

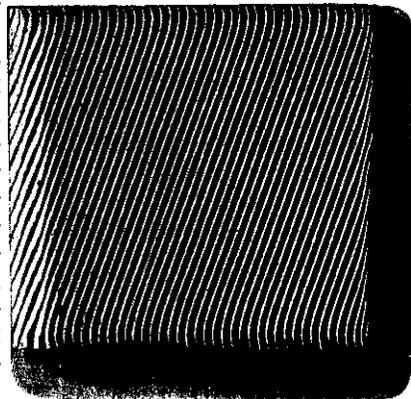
Рис. 420 показываетъ внутренность уличнаго вагона „Большаго Берлинскаго Общества городскихъ дорогъ“, Скамьи, сиденья которыхъ подняты, устроены въ виде ящиковъ и разделены на шесть отделений. Въ каждое изъ такихъ отделений вставляется деревянный ящикъ съ 16 или 17 элементами аккумуляторовъ, такъ что всехъ элементовъ въ двухъ скамьяхъ насчитывается до 200 штукъ. Деревянные ящики отделаны внутри линолеумомъ, къ которому прикрепляются выложенныя снизу линолевыми полосками стеклянныя пластинки; очевидно, что такое устройство служитъ какъ для уплотнения ящика, такъ и для изолирования находящихся тамъ элементовъ. Внизу ящика лежатъ стеклянныя призмы, на которыя, по прослойке изъ мягкой резины, ставятся элементы. Закрываются ящики толстой стеклянной пластинкой, которая съ прокладкой изъ мягкой резины лежитъ на ребрахъ ящика.

Элементъ (рис. 421) представляетъ изъ себя высокій, плоскій гуттаперчевый ящикъ съ предохранительными ребрами, закрывающагося крышкой. Онъ содержитъ одну положительную и две отрицательныя пластины въ 5,а кв. децим. поверхности. Поверхность положительныя пластинъ „Общества электрическихъ предприятий“ значительно больше. Пластины, изобретения Др. В. Майерта, выкладываются тонкими пластинками и кажутся похожими на нижнюю часть головки шампиньоновъ и другихъ грибовъ. Рис. 422, изображающаго кусокъ этой пластины, и рис. 423—целый электродъ названной

фабрики, показываютъ эту форму, въ которой величина поверхности сильно развита. Приготовление такихъ пластинъ состоитъ въ томъ, что въ цилиндрической оловянной яластинке делаютъ косою надрезъ и отгибаютъ до самаго конца отделенныя оловянный кусокъ. Эти разрезы и отгибы производятся машинами, которыя какъ надрезы, такъ и стружки располагаютъ на

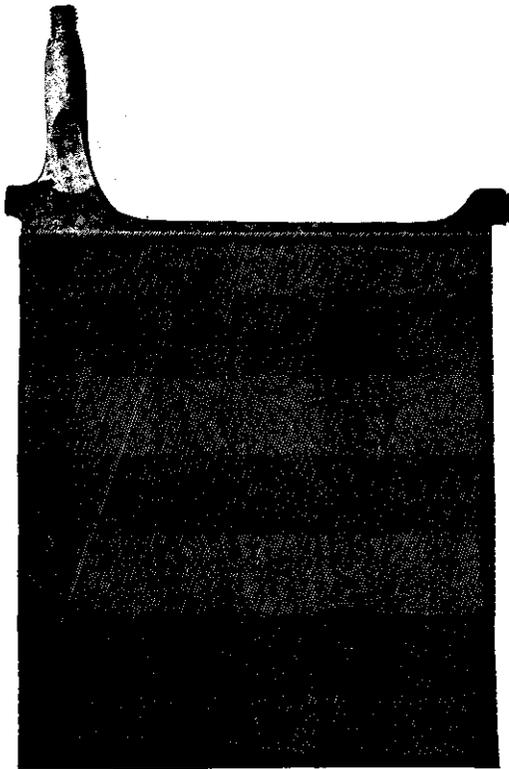


421. Элементъ батарей железныхъ дорогъ.



422. Кусокъ рубчатой пластинки Майерта.

пластинке плотно и на одинаковомъ разстоянии другъ отъ друга. Поверхность маленькихъ пластинокъ превышаетъ поверхность, боковыхъ, т.-е. измеренныхъ по сторонамъ, отъ 16 до 18 разъ, благодаря чему аккумуляторъ можетъ быть заряжаемъ и разряжаемъ при большой силе тока. Набивной массы пластина не содержитъ, но она, какъ электродъ Планте, формируется токомъ на металлическомъ свинце, для чего нужно 12 дней. Отрицательной пластиной служить пластина Фора. Поддержкой для набивной массы служитъ обрешотка съ небольшими петлями, углубления которыхъ суживаются наружу. Подобнымъ устройствомъ достигаютъ того, что вагонныя батареи могутъ быть, безъ вреда для себя, быстро заряжены при большой плотности тока и безъ большой траты энергии; точно также, при требовании большой работы, оне могутъ быть разряжены при весьма большой плотности тока, безъ значительнаго понижения напряжения.



Аккумуляторъ Майерта удовлетворяетъ всемъ этимъ требованиямъ; опытъ показалъ, что пластины этого аккумулятора, заряженные и разряженные 3200 разъ въ течение девяти меся-

цевъ, безъ вреда выдержали это. „Большое Берлинское общество уличныхъ дорогъ" применило эту систему въ большомъ масштабе и въ конце 1899 г. имело въ действии 300 вагоновъ съ батареями, составляющими вместе 60 000 элементовъ.

Оставимъ теперь электрическая дороги, пользующияся общимъ путемъ съ пешеходами, ездоками и устарелыми экипажами и перрейдеми, къ дорогамъ, идущимъ по своему собственному пути. Что это означаетъ — скоро выяснится.

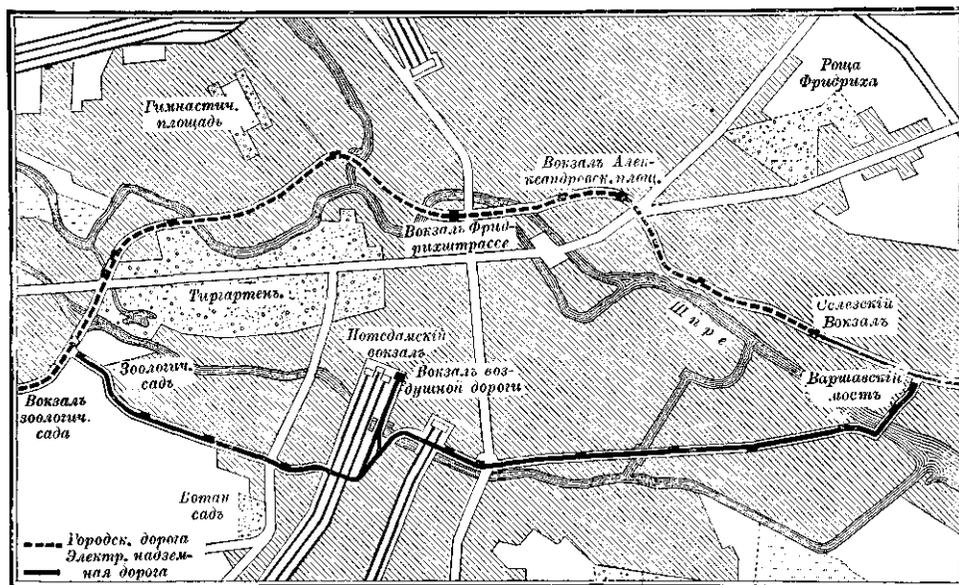
Электрические уличные пути, какъ и всякие пути, связаны въ своей скорости условиями, которыя удовлетворяютъ общественной безопасности уличнаго движения; следовательно, ихъ скорость можетъ быть только умень-

423. Электродъ Др. Майерта? ренной, въ среднемъ около 12 км. въ часъ. Въ современныхъ боль-

шихъ городахъ съ разстилающимися далеко пригородами, окруженныхъ целымъ кругомъ предместий, все больше и больше является потребность скорее проезжать значительныя пространства и быстрее достигать периферии изъ центра и изъ одного конца города попадать въ другой. Такому движению, при которомъ 20—25 км. должно проезжать самое большее въ 30 минутъ, не могутъ удовлетворять уличные дороги, а потому понадобилась дорога со своимъ собственнымъ путемъ, по которому движение могло бы происходить съ достаточной быстротой. Но тутъ является большое затруднение. Прежде всего приобретение необходимыхъ участковъ затрудняется до-

собственные участки, то постройка воздушной или подземной дороги не представляеть ничего трудного, если же это невозможно, то воздушная дорога проводится надъ улицами, а подземная, какъ туннель, глубоко въ почве или же непосредственно подъ мостовой.

Необходимость въ дорогахъ съ отдельнымъ путемъ и большою скоростью движения признана теперь во всехъ большихъ городахъ, но еще возникаетъ споръ, должно ли ихъ строить воздушными или подземными. Приверженцы последней системы приводятъ въ оправдание ея то, что она не видна съ улицъ, следовательно, и не обезображиваетъ ихъ. Защитники же воздушной доказываютъ, что последняя здоровее и приятнее для пассажировъ, обходится дешевле, что даетъ возможность проводить ее дальше; въ ужасныхъ краскахъ выставляемая ея противниками порча улицъ является только пугаломъ; если даже отъ нея несколько и страдаютъ улицы, то этотъ ущербъ вознаграждается здоровой и приятной ездою по ней. Оставляя этотъ спорный вопросъ въ сторону, обратимся къ описанию Берлинской воздушной дороги, которая должна ввести сношения въ болипиныхъ немецкихъ городахъ въ новую фазу развития.



424. Планъ электрической ж. д. въ Берлине.

Постройка электрической воздушной дороги въ Берлине была всегда любимой мечтой Вернера Сименса, который уже въ 1880 г. хотель осуществить это предприятие. Но берлинское полицейское управление не дозволило ему этого, и его проектъ погрузился въ глубокий сонъ на 10 летъ. Но фирма „Сименсъ и Гальске" не отступилась отъ него и въ тиши разрабатывала новые, еще более обширные планы, съ которыми и выступила опять въ начале 1891 г. После многихъ колебаний и препятствий была наконецъ въ 1893 г. предпринята постройка дороги. Фирма „Сименсъ и Гальске" сначала мечтала объ обширной сети воздушныхъ и подземныхъ железныхъ дорогъ, но городъ Берлинъ пока согласился на одну динию, которая идетъ отъ Варшавскаго моста къ Зоологическому саду, отъ восточной стороны города къ западной, и даетъ ветвь къ Потсдамскому вокзалу, что видно на плане рис. 424.

Въ сущности эта дорога истроена какъ воздушная и идетъ по железному виадуку, имеющему двойной рельсовый путь. Каждый путь образуется изъ ряда железныхъ столбовъ, соединенныхъ продольными балками. На эти оба ряда параллельныхъ балокъ накладываются поперечныя железныя балки и еодиняются съ продольными такъ, что получаютъ крепкия железныя фермы, которыя со столбами имеютъ видъ раздвинутаго на улицу стола со множествомъ ножекъ. На поперечныхъ балкахъ находятся шпалы, а на нихъ



425. Железный виадукъ электрической ж. д. въ Берлине; поперечный разрезъ.

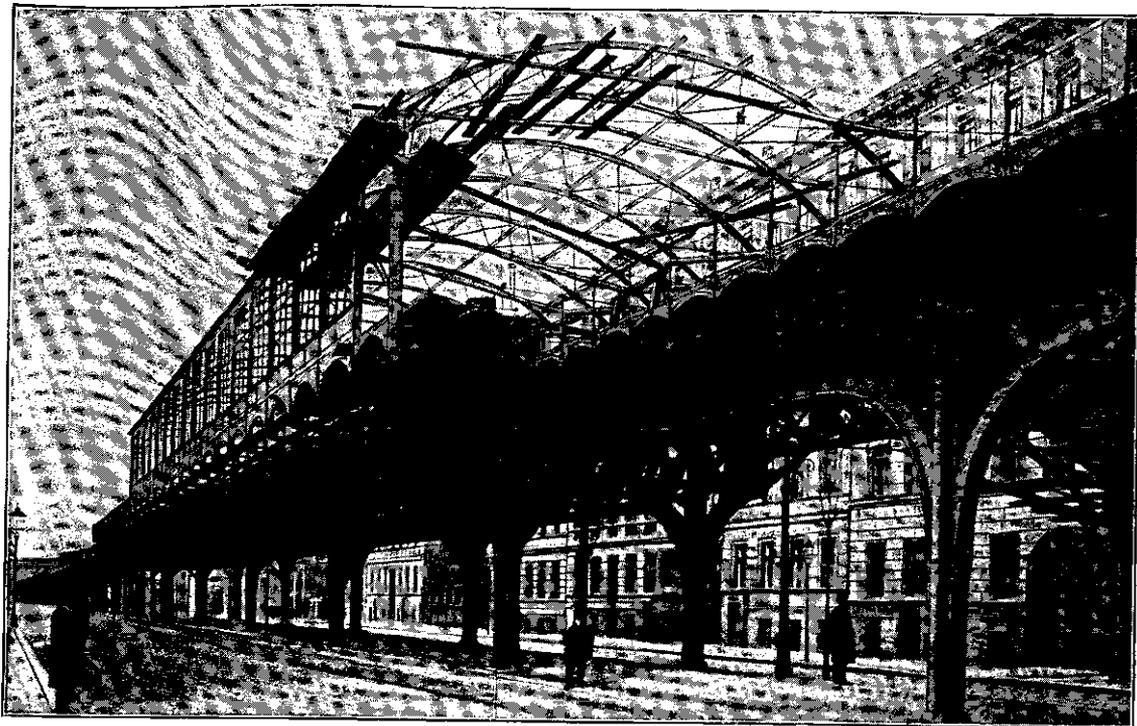
прикрепляются выложенные войлокомъ рельсы. Самый путь внизу закрыть железомъ и посыпанъ крупнымъ пескомъ. Внешний видъ виадука представленъ на таблице. Недостааетъ въ немъ только железныхъ перилъ, которыя ставятся по обеимъ сторонамъ пути. Соединение обоихъ рядовъ балокъ посредствомъ поперечныхъ и среднихъ балокъ показано на рис. 425.

Остановочныя пункты очень просты и состоятъ изъ платформы съ крышей по обеимъ сторонамъ пути, перекрытаго галлереей. Такая станция, а именно станция на Гитчинской улице, представлена на нашей таблице. Подниматься на виадукъ приходится непосредственно съ улицы по железной лестнице. На некоторыхъ станцияхъ отступили отъ этой формы и, какъ

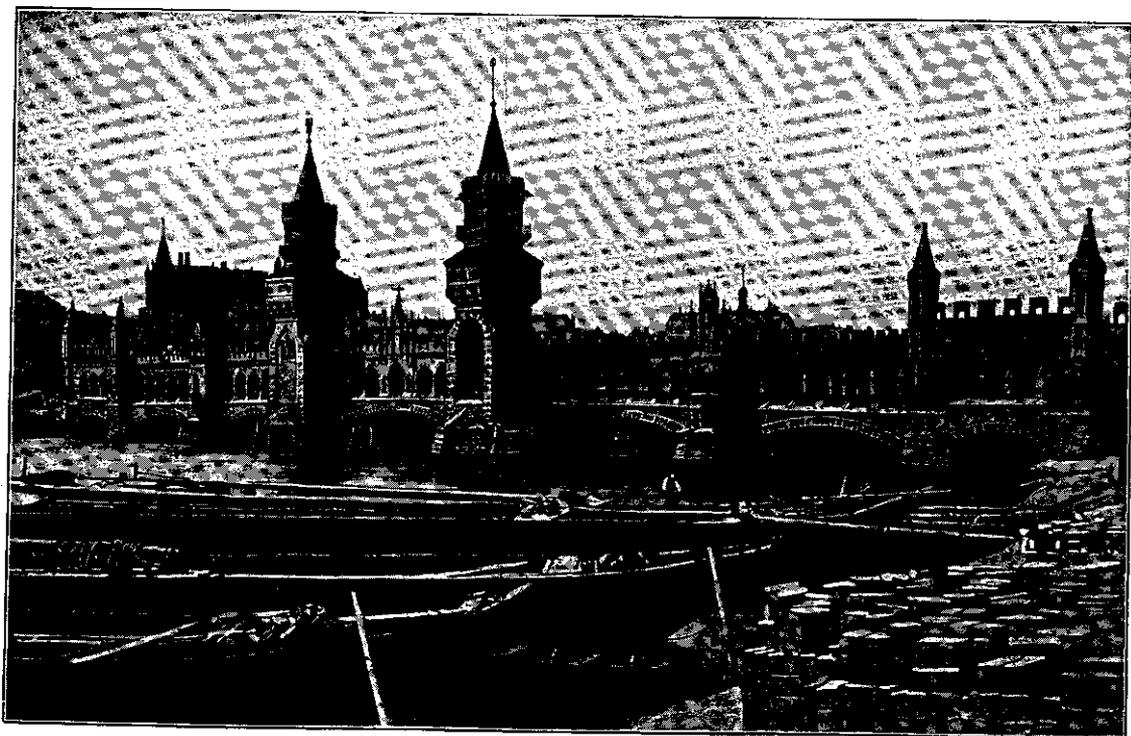
например въ Гитчинской улице, входъ на платформу сделали въ стаящемъ на улице доме, отъ котораго на платформу проходить по мосту.

На большей части пути виадукъ ставится посредине проезжей улицы, что не мешаетъ ни движению, ни виду улицы, такъ какъ большая часть изъ нихъ довольно широка (до 50 метровъ).

На небольшихъ участкахъ, какъ въ конце Варшавской улицы, вместо железнаго виадука устроили каменные своды, которые показаны на рис. 426. Въ некоторыхъ местахъ каменные своды послужили для того, чтобы перекинуть мосты. Примеръ даетъ намъ таблица, которая представляетъ переходъ у Коттбуссерсишхъ воротъ.



2. Вокзалъ воздушной дороги на улице „Gitschinerstrasse", въ постройке.



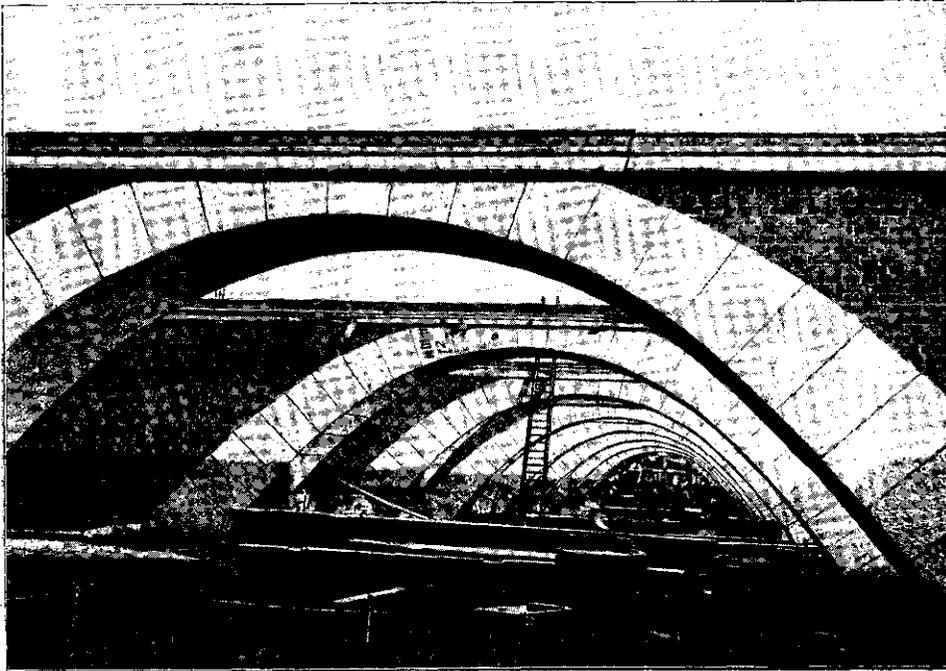
4. Обербаумский мостъ съ Виадуккомъ Воздушной Дороги. "Просвещение" въ Спб.

воздушная дорога въ Берлине.

Своеобразную часть постройки представляет воздушный деревянный мост, изображенный на нашей таблице. Здесь воспользовались мостомъ через Шпре, который долженъ служить пешеходонъ и экипажамъ, и провели черезъ реку воздушную железную дорогу, поставивъ на мосту архитектурной работы виадукъ.

Вследствие отвлечения линии Варшавскаго моста—Зоологическаго сада къ Потсдамской площади, у самаго пункта разветвления, явилась необходимость въ постройке громаднаго интереснаго строения, которому мы должны посвятить несколько словъ.

Какъ сказано выше, дорога имеетъ два пути; поэтому, наприм., поездъ, идущий изъ Зоологическаго сада къ Потсдамскому вокзалу, долженъ пере-



426. Низъ виадука на Варшавской улицѣ.

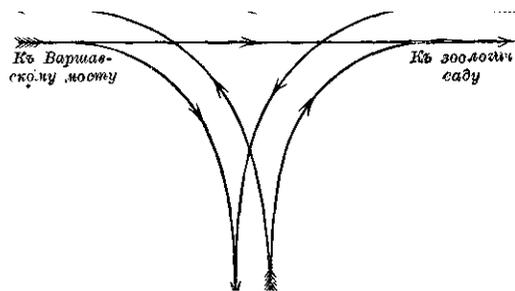
ехать второй путь, идущий отъ Варшавскаго моста къ Зоологическому саду; точно также поездъ, идущий отъ Потсдамскаго вокзала къ Варшавскому мосту, долженъ пересечьъ одиночный путь отъ Зоологическаго сада, и такихъ пересечений будетъ три, какъ показываетъ планъ на рис. 427, на которомъ рельсы изображены простой линией. Нельзя и думать делать эти пересечения на одномъ уровне, если принять во внимание следование поездовъ черезъ каждыя две минуты; опасность, могущая произойти отъ столкновения поездовъ, была бы слишкомъ велика, чтобы допустить подобное пересечение на одномъ уровне; поэтому проводятъ скрещивающіеся пути на двухъ различныхъ высотахъ, одинъ подъ другимъ. Это потребовало чрезвычайно сложнаго зданія изъ камня и железа, которое мы и приводимъ по фотографии съ модели на рис. 428.

Что касается прочихъ частей дороги, то оне мало отличаются отъ другихъ электрическихъ железныхъ дорогъ. Моторные вагоны имеютъ 35 местъ, простые—60. Обыкновенный поездъ, состоящий изъ моторнаго и двухъ простыхъ вагоновъ, можетъ вместить 150 пассажировъ. Если нужно большее

движение, то поездъ составляется изъ двухъ, трехъ и более комплектовъ вагоновъ, причѣмъ не требуется большой работы отъ мотора, чѣмъ у обыкновеннаго поезда, такъ какъ и при более длинномъ поезде моторъ везетъ только самого себя и два вагона. И такъ, смотря по желанію, можно формировать длинные и короткіе поезда, не считаясь съ силою мотора, тогда какъ у паровозовъ все должно быть рассчитано на его силу. Изъ этого видно насколько электрическое движение эластичнее парового, насколько лучше оно соответствуетъ разнообразію требований.

О вагонахъ можно сказать немного: они лежатъ каждымъ концомъ на двухосевой поворотной тележке, на обе оси которой непосредственно надеваются электромоторы. Токъ проводится посредствомъ желѣзнаго изолированнаго рельса, лежащаго въ срединѣ колеи.

Другой родъ воздушныхъ желѣзныхъ дорогъ былъ изобретень Лангеномъ, директоромъ газомоторной фабрики. По его системѣ вагонъ идетъ не на рельсахъ, а движется подъ ними на двухъ или четырехъ колесахъ. Это устройство будетъ намъ шшятнее, если мы взглянемъ на таблицу: тамъ изображена дорога, которая служить для того, чтобы сообщеніе между



вокзаль.

427 Скрещивания путей.

длиннымъ рядомъ городовъ, обозначенныхъ просто Бармежъ — Эльберфельдъ, сделать более скорымъ. Какъ известно, по узкой долине, где расположены соединенные между собою промышленные города, протекаетъ Вупперъ, представляющий обыкновенно чернильную жидкость, но после дождей превращающийся въ широкий потокъ. Это последнее обстоя-

” . . . ” те льство

” . . . ”

ло, которое для обычнаго теченія кажеТСЯ ЧрбЗМерНО ШИРОКИМЪ.

Цели, которую мы только-что

указали, много способствовало именно это обстоятельство, такъ какъ оно дало городамъ неиспользованную до техъ поръ и, вместе съ темъ, очень широкую, свободную полосу земли. Общество электрическихъ предприятий „Акционерное общество Шуккертъ и К^о“ сумело воспользоваться этимъ, такъ какъ видело въ ней подходящее место для проведения висячей желѣзной дороги.

Какъ видно на таблицѣ, надъ глубокимъ русломъ реки иоставлены рядами козлы изъ желѣзныхъ решетчатыхъ балокъ, уишрающиеся въ скаты набережной. На нихъ висятъ две продольныя балки, по которымъ идутъ лежащие на двухъ тавровыхъ балкахъ рельсы. Для каждаго направления остается рядъ рельсовъ, по которому бегутъ другъ за другомъ пары колесъ. Къ станку каждой пары колесъ прикрепляется особой формы поддерживающая штанга, на которой, качаясь, виситъ вагонъ, такъ что всей своей тяжестью онъ идетъ между рельсами. Такимъ образомъ онъ виситъ на значительной высоте надъ водой. Для входа и выхода изъ вагоновъ устроены вокзалы, которые въ видѣ платформы съ крышей, или подмостковъ, устроиваются между двумя козлами.

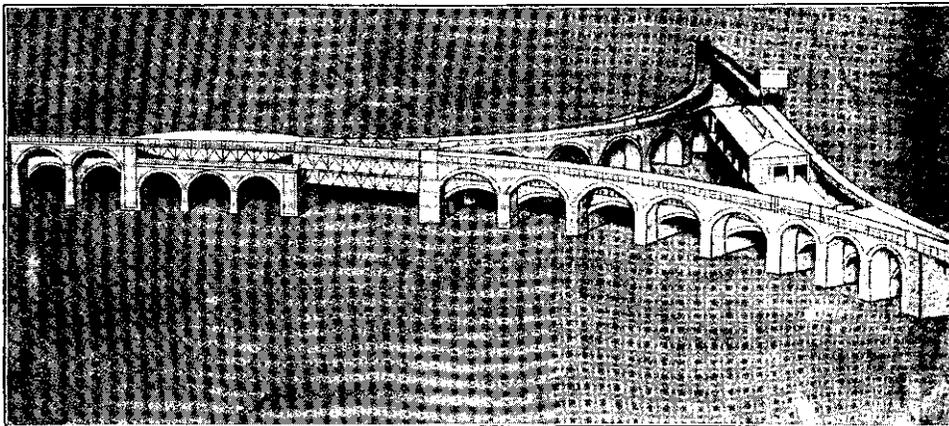
Оригинальная система можетъ найти применение во многихъ случаяхъ и въ особенности тамъ, где представляется одинъ проходимый незастроенный городской путь — течение реки, допускающей постановку козель, а следовательно и не особенно широкий и не особенно узкий.

Мы упомянемъ еще о подземныхъ электрическихъ дорогахъ, которыя применяются тамъ, где сильное движение на улицахъ не допускаетъ

ни скоро едущей железной дороги, ни устройства воздушной. В таких случаях остается свободной только почва, если не хотят проводить между домами только-что упомянутую висячую, что случается редко.

Паровыя подземныя дороги не представляют из себя ничего редкаго, и в Лондоне таких линий масса; уже несколько летъ существуетъ тамъ и электрическая подземная дорога, которая, исключая электрической тяги, ничемъ не отличается отъ паровой. Новой явилась большая центральная Railway, соединяющая западную часть города съ Сити, и проложенная новая линия отъ Сяти до станции Ватерлоо, проходящая черезъ Темзу.

Оставимъ проекты, представляемые въ изобилии для подземныхъ электрическихъ железныхъ дорогъ, и займемся уже выетроенными. Остановимся на подземной железной дороге въ Будапеште, представляющей изъ себя нечто новое, и ей посвятимъ мы несколько словъ.



428. Треугольный путь электрической ж. д. въ Берлине.

Постройка железной дороги въ улице Андрасси въ Будапеште уже съ 1876 года являлась предметомъ всестороннихъ обсуждений. Всегда находилась поводъ выступить съ предложениемъ такъ или иначе провссти дорогу въ улице Андрасси и соединить съ центромъ города лежащий на ея конце городской лесокъ — любимое место населения. Но все предложения оставались^ безуспешными, такъ какъ улида Андрасси такъ была распланирована, что о проводе городской дороги не могло быть и речи.

Решение вопроса было найдено въ устройстве подземной железной дороги, которая, по выработаннымъ фирмой „Сименсъ и Гальске" планамъ, шла отъ площади Гизель къ городскому парку.

Эта электрическая подземная дорога не тоннельная дорога, какими являются городския железныя дороги въ Лондоне, а такъ называемая подмостовая съ плоской, лежащей подъ мостовой, крышей. Она идетъ по направлению улицы, на разьездахъ имеетъ два пути и въ известныхъ пунктахъ станции, где садятся и выходятъ пассажиры.

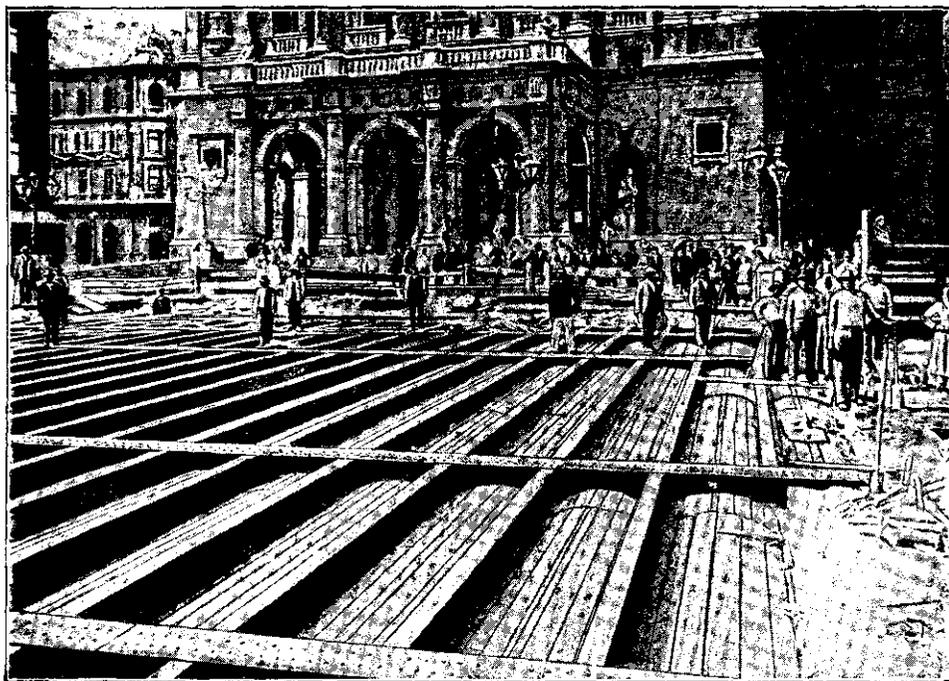
Весь путь тянется на 3,75 Иш., изъ которыхъ 3,22 км. идутъ подъ землей, а 0,53 км. по поверхности. Наибольший встречающийся подъемъ = 1: 50, а радиусъ наибольшаго закругления 40 м.

При устройстве туннеля старались класть верхний край рельсовъ дороги на сколько возможно неглубоко подъ верхнийкрай мостовой. Высота туннеля была ограничена 2,75 м. нетолькодля Иирохода поезда. но и для крыши туннеля, на которой помещается мостовая, несущая передвигаемые по ней грузы.

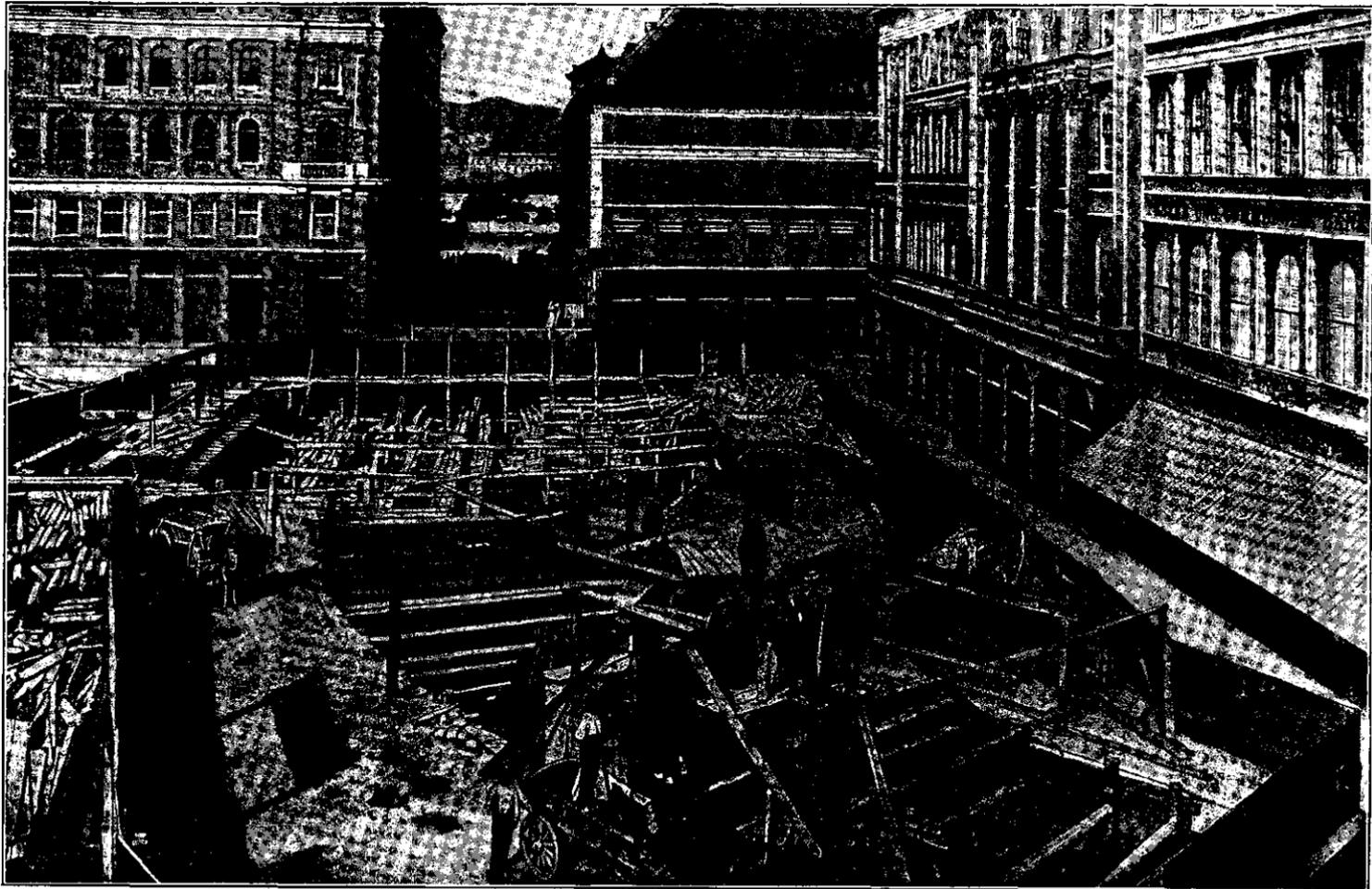
Воз-



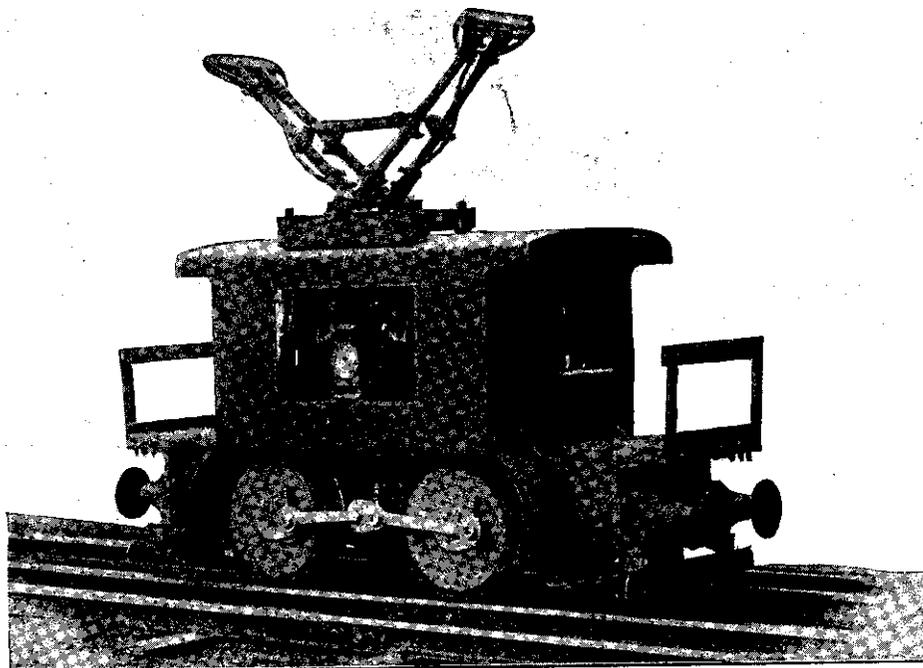
429. Электрическая подземная дорога в Будапеште;
постройка перекрытия.



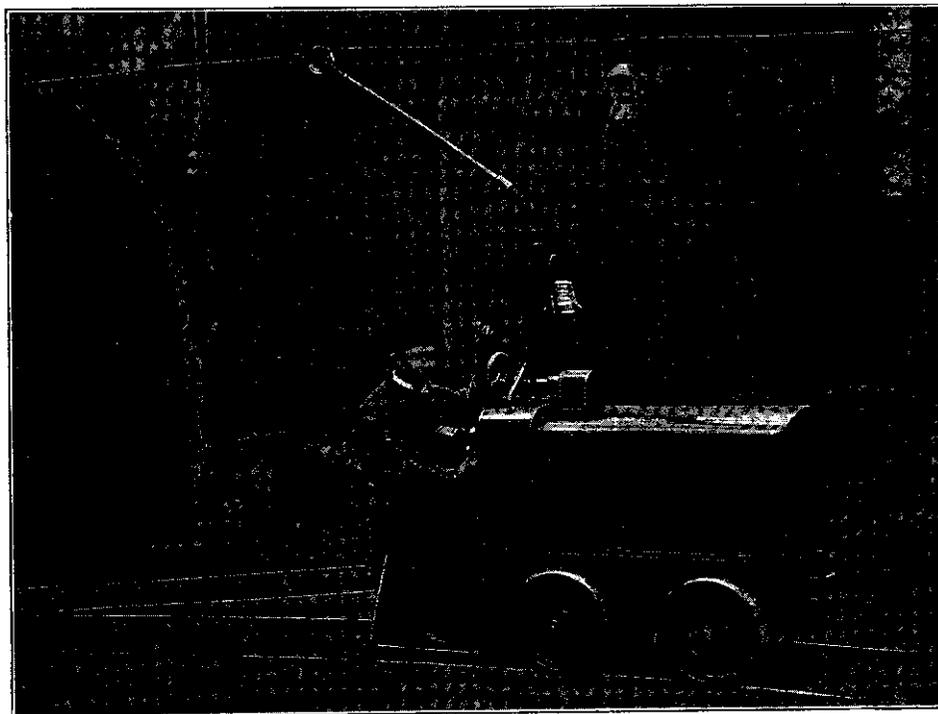
430. Электрическая подземная дорога в Будапеште;
железная конструкция станции.



431. Электрическая подземная дорога в Будапеште; постройка станции.



432. Внутреннее устройство рудничного локомотива Шуккерта и К^о.

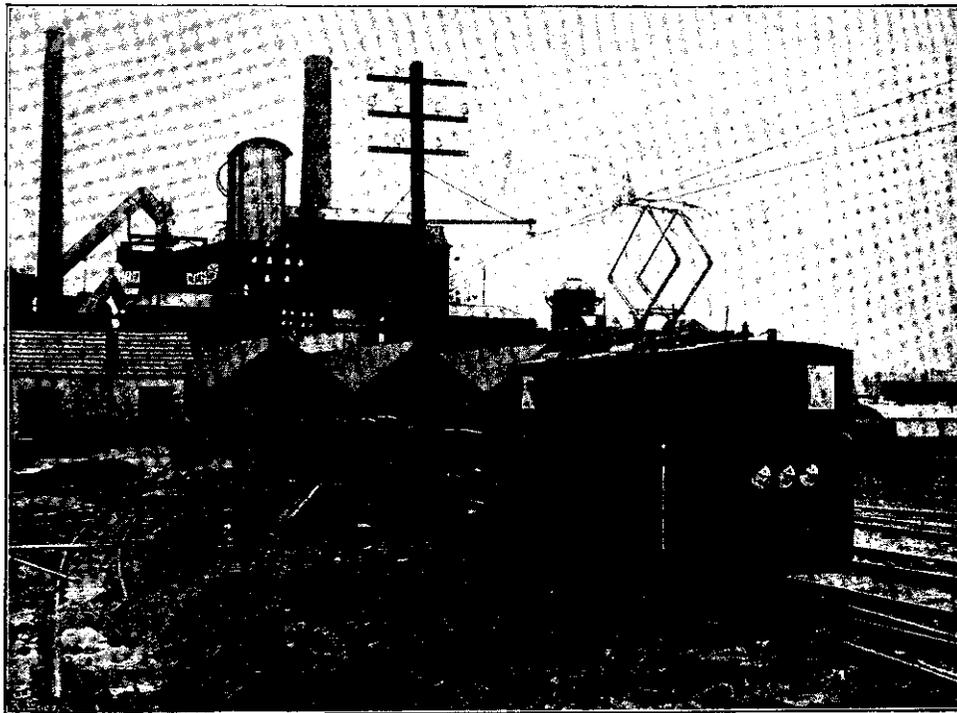


433. Рудничный локомотив Шуккерта и К^о.

можное ограничение толщины крыши туннеля требовало, чтобы Ипирина подпорных балок была возможно меньше. Для этой цели между обеими колеями устроены ряды столбов. Вся Ипирина туннеля 6 м. Длина поперечных подпорных балок крыши приблизительно 3,0 м. Подошва туннеля приходится на 4,45 или 4,55 м. ниже мостовой.

Поль и стены туннеля сделаны из бетона.

Ерыша туннеля устроена таким образом, что надь столбами, отстоящими друг от друга на 4 м., кладутся рядомь две двухтавровыхь продольныхь балки, достигающихь при деревянной мостовой 320 мм., а при каменной 350 мм. высоты. Поперекь продольныхь балокь положены, проходящая сквозь оба рельса, поперечныя балки, опирающияся концами на стенки



434. Электрическая тяга рудничной дороги.

туннеля. Поперечныя балки имеют также двухтавровое поперечное сечение, лежать одна от другой на расстоянии 1 м. и, смотря по нагрузке, достигают 300, 320 или 350 мм. высоты. Между поперечными балками располагается собственно крыша туннеля, состоящая из бетонных бочарных сводиков в 1 м. ширины.

Движение вся линия получает от машинной станции электрических городских дорог на Садовой улице. Отсюда проведены подводный кабель до подземной железной дороги и проводь вдоль пути таким образом, что подь крышей туннеля, надь рельсами, среди изоляторовь укреплены два провода: прямой и обратный, от которыхь моторные вагоны получают требуемый токь посредствомь прикрепленного на крыше вагона тролля.

Размеры вагона находятся в тесной зависимости от туннеля.

Сначала имелось в виду 21 моторныхь вагона, для 50 человекь каждый, из которыхь ко времени открытия были поставлены 10 вагоновь. При

пускании через каждые 5 минут они проходят при наибольшей скорости расстояние 40 километров в час.

Станции дороги устроены по образцу станций Лондонской дороги, так что с обеих сторон туннеля вне колеи ставятся спуски. На улице, при входе на станцию, находятся галереи, освещенные сверху и сбоку. Из этих галерей идут ступени к железнодорожному спуску, освещенному частью с улицы, частью же висящей на крыше электрической лампы.

Открытие подземной железной дороги состоялось 2-го мая 1896 года.

Описанные выше электрические железные дороги служат главным образом для перевозки пассажиров, тогда как электрические локомотивы



435. Электрическая езда при отлипе.

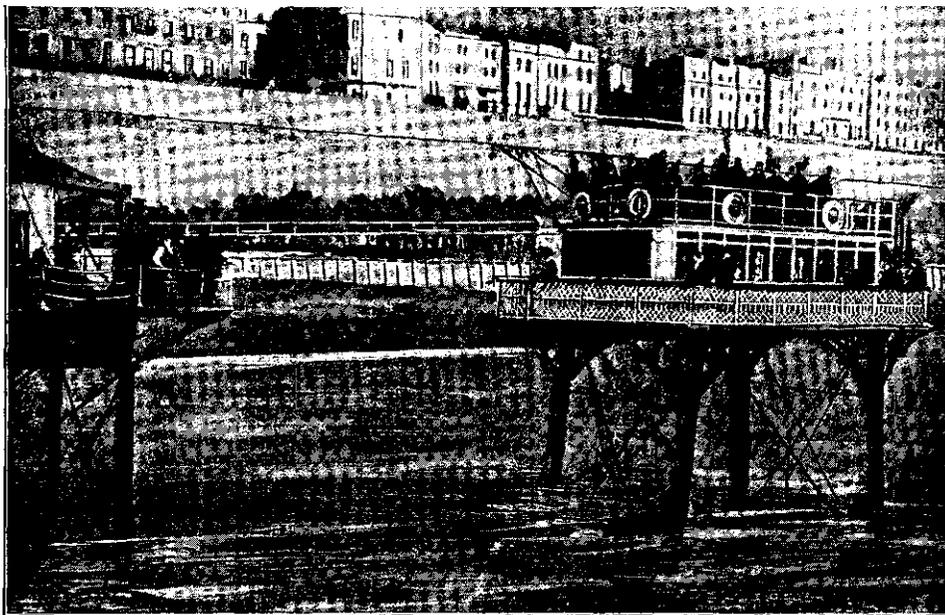
тивы до сих пор находят себе применение главным образом для перевозки грузов, и здесь прежде всего обращают на себя внимание рудничные локомотивы. У локомотива Сименса и Гальске для их рудничных железных дорог проводка тока производится почти везде посредством воздушных проводов, одного или двух, прикрепляемых к потолку штольни или к особо поставленным столбам. Для проводки тока в локомотив на крыше последнего устраивается скользящий контакт или применяется стержневой контакт.

По своему устройству эти локомотивы представляют сравнительно немного нового. Понятно, расположение двигателя на особом локомотиве бывает легче, чем в том случае, когда его приходится приспособлять в тесном пространстве под вагоном; при этих локомотивах можно брать один большой двигатель, который экономичнее и дешевле двух

небольших. Так как места достаточно, то двигатель ставится на платформу вагона, и движение передается посредством стальных шнуров или зубчатых колес. От вредного действия воды и пыли двигатель надежно прикрывается плотным футляром.

Представленный на рис. 432 и 433 рудничный локомотив сконструирован электрическим обществом бывш. Шуккерта и К°. Стоящий на вагоне мотор приводит в движение ось фрикционной и зубчатых колесами. Перед мотором поставлена рама, содержащая реостаты и выключательные рычаги. Ток проходит по стержневому контакту, который идет вдоль верхнего провода.

Электрические грузовые железные дороги применяются также и для других промышленных целей, напр. для перевозки изделий и пр.



436. Электрическая езда при приливе.

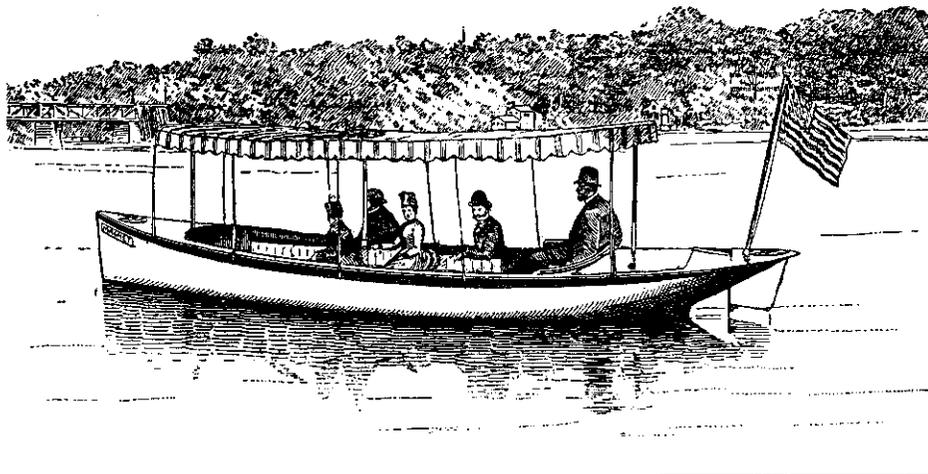
внутри заводов и фабрик, а также и за их пределы, заменяя известные кабельные грузовые дороги. Заводские железные дороги мало отличаются от рудничных; электрический локомотив тянет поезд из маленьких или больших вагонов. Устройство локомотива упрощается в том отношении, что в таких случаях не приходится принимать в расчет такие порчи, как случаются в рудниках. Поэтому такой локомотив можно устраивать примитивным способом, установив на низком вагоне электродвигатель и заставив его вращать при помощи ремня колеса вагона. Там, где имеется установка для освещения завода и приходится перевозить крупные изделия или материалы, легко можно пользоваться этим удобным и сравнительно экономичным перевозочным средством.

Наш рис. 434 показывает электрическую рудничную железную дорогу Шуккерта и К°, для которой всякое объяснение, Июсле сказанного выше, будет лишним.

Прежде, чем оставить путь на твердой почве и перейти к водным, упомянем еще об амфибиообразной промежуточной форме электрической

езды, которая происходит на земле и на воде. Эта, в своем роде единственная, электрическая дорога была выстроена в Англии Магнусом Фольк и соединяет место морского купанья Бригтон с Роттингеном. На морском берегу вдоль КПрре проведена рельсовая дорога в два пути на расстоянии 150—250 м. ИИри отливе путь остается открытым, при приливе же он покрывается водой на 4 м. По рельсам идут 4 маленьких вагона, соединенных между собою отальной трубой. На четырех столбах ставится платформа, выстроенная наподобие крыши корабля и имеющая в середине крытую каюту.

Вдоль рельсовых столбов поставлены высокие стальные мачты, несущие изолированный ток, с которым поезд соединен контактными



437 Электрическая лодка Рекенцауна.

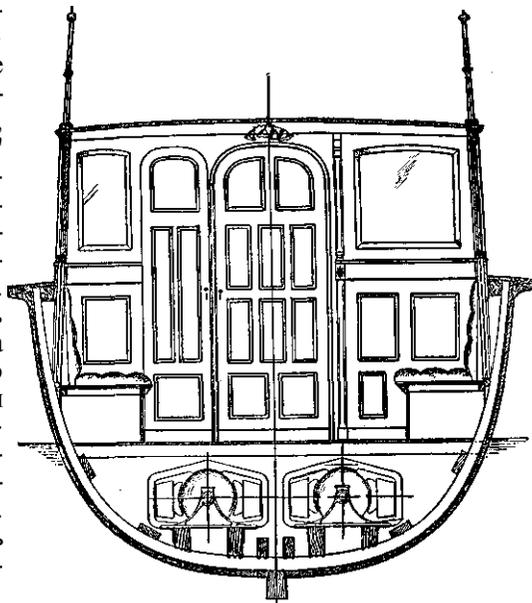
стержнем. На каждые два вагона назначается 30-сильный мотор, который прикреплен под платформой и приводит в действие соответствующий вагон помощью оси, находящейся внутри длинной колонны. На рис. 436 видно, как поезд идет при высокой воде.

Покинем теперь твердую землю, которая оказывает столько помех для движения, и перейдем к воде, где открывается новая область для электрического движения. Для движения шлюпок посредством тока условия оказываются выгодными даже при применении аккумуляторов, чего нельзя сказать о движении по суше. Здесь меньше значения представляет весь батареи, так как тяжелыми элементами можно пользоваться, как балластом. Скорость вращения гребного винта хорошо соответствует скорости двигателя, благодаря чему винт можно надевать прямо на вал двигателя. Зарядка батареи можно производить, не вынимая ее из лодки, если ТОЛЬЕО проложить провода до воды. Электрическая шлюпка предста-

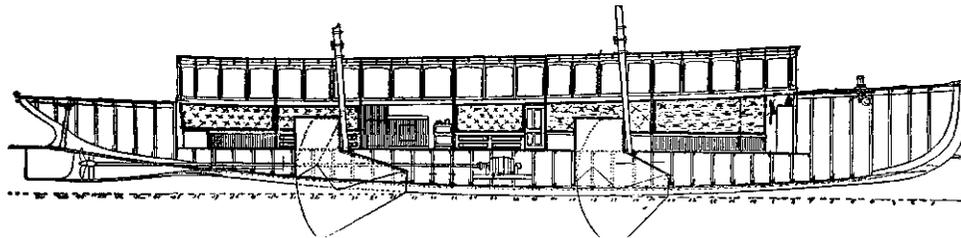
вляеть преимущество передъ паровой по спокойному ходу двигателя, отсутствию топки, грязи и пр.; кроме того, когда у электрической шлюпки батарея заряжена, она всегда готова для хода, не требуя никакого предупреждения заранее. Впрочемъ она до сихъ поръ остается предметомъ роскоши, такъ какъ по расходамъ на работу она обходится дороже паровой шлюпки. Отечествомъ электрической шлюпки является Англия, классическая страна водянго спорта. Постройкой такихъ электрическихъ шлюпокъ особенно ревностно и съ успехомъ занимался американецъ Рекенцаунъ, который приобрелъ уже известность постройкой омнибусовъ съ аккумуляторами. Такъ, онъ построилъ лодку „Магнитъ“ (рис. 437) для поездокъ по Гудсону. Внутреннее устройство покажемъ мы на другой лодке „Утопия“, выстроенной для американскаго Nabob John Jacob Astor. У нея два винта, и сообразно съ этимъ, два электрическихъ мотора (рис. 438 и 439). Для каждаго мотора имеется аккумуляторная батарея въ 6 X 32 = 192 элемента. Оба мотора, въ 25 лошадиныхъ силъ каждый, расположены въ средней части лодки. Лодка снабжена электрическимъ прожекторомъ и освещается лампочками накаливания.

Едва ЛИ МОЖНО ПредСТАВИТЬ

*38. Поперечный разрезъ электрической лодки „Утопия“.



себе более приятное катание, какъ на этой быстро и безшумно скользящей по воде лодке, въ которой не портитъ вида ни мачта, ни дымовая труба; не удивительно поэтому, что въ Англии по Темзе плаваютъ уже целая флотилия такихъ шлюпокъ, для которыхъ по берегамъ устроены особыя станции для зарядки, где лодки могутъ запастись новой энергией.

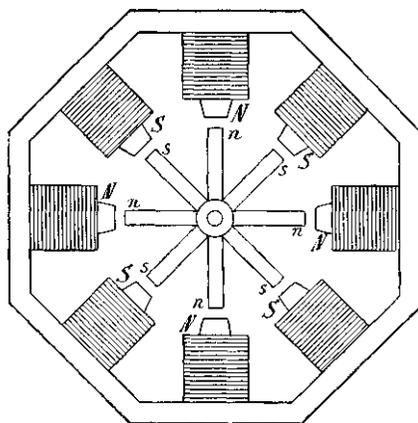


139. Продольный разрезъ „Утопии“.

Двигатели переменнаго тока.

Синхронные двигатели.—Направление вращения электродвигателя не зависитъ отъ направления доставляемаго ему тока, потому что при перемене направления тока изменяется иолярность не только въ якоре, но, одновременно, и въ электромагнитахъ, отчего притяжение и отталкивание продолжаяють действовать въ те же стороны, какъ м раньше. Поэтому каждый

электродвигатель можно приводить в движение переменным током; однако в этом последнем случае значительно уменьшается его мощность; причина этого заключается в том, что переменный ток, проходя по обмотке электромагнитов, создающих магнитное поле, создает в сплошных сердечниках их Ишдуктированные токи, называемые токами Фуко, на возбуждение которых затрачивается значительная часть доставляемой переменным током энергии. Кроме того у двигателей постоянного тока на возбуждение электромагнитов энергия тока расходуется только одишь раз в начале действия, после чего намагничение сердечников остается неизменным; в двигателе же переменного тока, сердечники перемагничиваются при каждой перемене направления тока так что при каждой перемене тока часть его энергии расходуется на перемагничивание. Эта работа, затрачиваемая на перемагничивание сердечников, обращается в них в тепло, которое, вместе с теплосью, развиваемым уже здесь токами Фуко, скоро доводит сердечник до весьма высокой температуры.

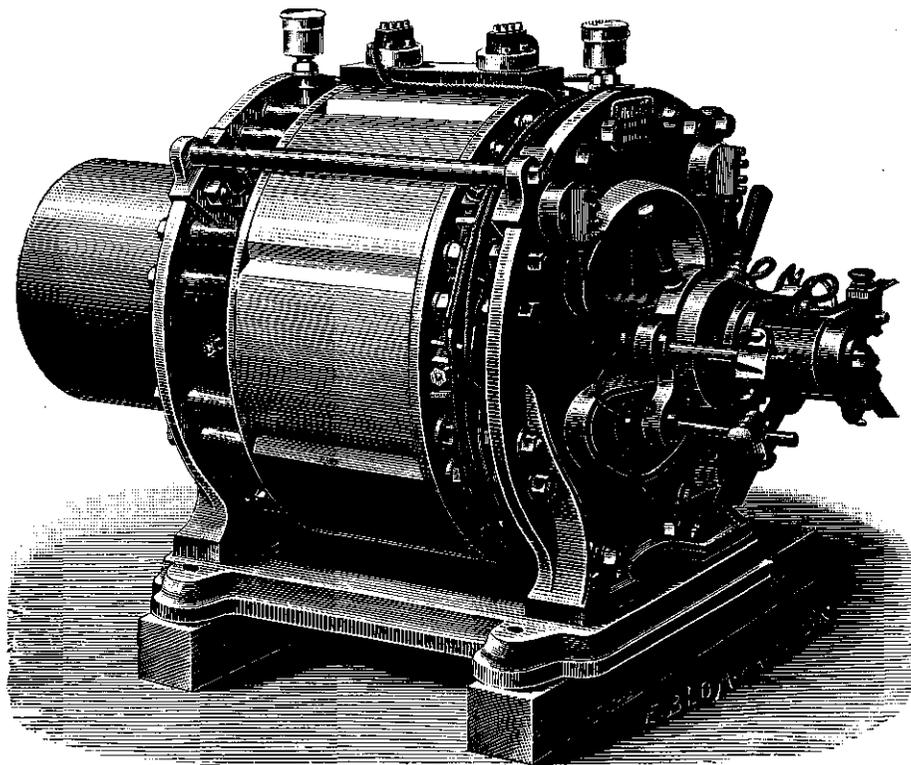


440. Принцип синхронного двигателя переменного тока.

Потерю от токов Фуко в железе можно значительно уменьшить, делая сердечник не сплошным, а ириготовляя его из изолированных железных полос. В виду этого пытались строить электродвигатели для переменных токов по образцам двигателей для постоянного тока, но устроивая железный сердечник не сплошным, а составленным из тонких изолированных одна от другой железных пластинок. Однако этим не достигли благоприятного результата и получили пригодные к практике машины лишь в синхронных двигателях переменного тока.

Чтобы выяснить принцип синхронного двигателя, приведем его схематическое изображение. На рис. 440 мы видим восьмиполюсный венцеобразный электромагнит, расположенные попеременно полюсы которого обозначены по их Ююлярностям в данный момент буквами N , δ . Между ними вращается звездчатое колесо, восемь спиц которого — постоянные магниты; их неизменные полюсы обозначены буквами n , s . Положим, что чрез электромагниты пропускается переменный ток; тогда концы сердечников, обозначенные буквою N , будут некоторое время оставаться северными, а обозначенные буквою S — южными полюсами; затем в продолжение такого же промежутка времени N — будут южными, а S — северными полюсами; затем опять на столько же времени N — вновь окажутся северными, а δ — южными и т. д. Представим себе теперь, что в тот момент, когда в сердечниках N , расположенных против северных полюсов n колеса, образуются также северные полюсы, мы толкнем наше колесо и сообщим ему такую скорость, при которой спица n пройдет расстояние между двумя соседними сердечниками N и S в промежуток времени, равный тому, в течение которого эти сердечники сохраняют свою полярность неизменной, т.е. в промежуток времени, равный половине периода переменного тока, питающего электромагниты. При таких условиях, во все время движения спицы от сердечника N до сердечника S , она отталкивается первым, — одноименным с ней, и притягивается последним, — с ней разноименным; в тот

момент, когда спица будет проходить по инерции мимо сердечника S , все сердечники перемагнитятся, отчего, при дальнейшем своем движении, спица опять будет испытывать отталкивание со стороны сердечника, оставшагося позади нея, и притяжение со стороны сердечника, къ которому она приближается. Ясно, что при сообщенной нами колесу скорости, действие перемагничивающихся сердечниковъ на спицы колеса будетъ поддерживать дальнейшее его вращение, и электродвигатель будетъ оставаться въ ходу. Теперь рассмотримъ, что произойдетъ, если скорость вращения колеса немного увеличится или немного уменьшится. Если скорость немного увеличится, спица n пройдетъ мимо сердечника S , прежде чемъ сердечники



441. Двигатель переменного тока Ганца и К^о.

успеют перемагнититься; вследствие этого спица будетъ двигаться далее, испытывая на себе некоторое время притяжение сердечника, оставшагося позади нея, и отталкивание того сердечника, по направлению къ которому она движется; въ результате движение колеса будетъ замедляться, пока не возстановится прежняя скорость вращения. Если скорость вращения уменьшится, притяжение спицы сердечникомъ, находящимся позади нея, и отталкивание сердечникомъ, находящимся впереди, начнутся ранее, чемъ спица успеетъ перейти отъ одного сердечника къ следующему. Тутъ надо отличать два случая. Если скорость вращения колеса уменьшена лишь немного, спица n немного не дойдетъ до сердечника S къ тому времени, когда сердечники перемагнитятся, и следовательно на большей части своего пути будетъ испытывать ускорение своего движения и только на меньшей части пути, подъ влияниемъ несвоевременно перемагнитившихся сердечниковъ, будетъ происходить его замедление. Въ этомъ случае ускорение вращения бе-

реть вверх надъ замедлениемъ его, и скорость вращения увеличивается до техъ поръ, пока вновь не достигнетъ прежней величины.

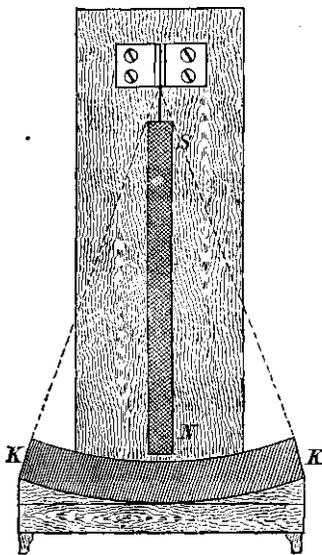
Если же скорость вращения будетъ сильно уменьшена, замедление движения, вызываемое несвоевременнымъ перемагничиваниемъ сердечниковъ электромагнитовъ, возьметъ перевесъ, и вращение колеса будетъ постепенно замедляться до полной остановки.

Изъ всего этого следуетъ, что для поддержания вращения колеса синхронного двигателя необходимо предварительно сообщить колесу определенную скорость, а именно такую, чтобы въ течение половины периода переменного тока каждая спица колеса проходила расстояние, равное расстоянию между двумя соседними сердечниками электромагнитовъ. После этого переменный токъ будетъ поддерживать вращение колеса именно съ этою скоростью, при которой моменты прохождения спицъ колеса мимо сердечниковъ будутъ точно совпадать съ моментами переменъ направления тока, т.-е. вращение колеса будетъ синхронно съ переменами

направления тока. Если по достижении синхронизма движение колеса нарушать, то синхронизмъ возобновляется, если нарушение не слишкомъ велико; если же слишкомъ замедлить ходъ колеса, то замедление пойдетъ дальше, до полной остановки.

Теперь намъ будетъ понятно действие двигателя переменного тока Ганца и К°.

Этотъ двигатель переменного тока изображенъ на рис. 441. Онъ состоитъ изъ кольцеобразнаго многополюснаго магнита, полярности котораго меняются подъ действиемъ переменнаго тока, и изъ звездообразнаго постояннаго электромагнита, который насаженъ на валъ и вращается описаннымъ способомъ. Для возбуждения этого подвижнаго электромагнита требуется постоянный токъ; для этого можно было бы пользоваться небольшою диямомашиною постояннаго тока, но для ея действия, пока двигатель переменнаго тока не достигъ своей полной скорости,



142. Успокоение магнита.

пришлось бы установить особый двигатель или батарею аккумуляторовъ. Все это неудобно, а для двигателя Ганца и К° и не требуется этого, такъ какъ въ немъ для возбуждения постояннаго электромагнита рабочии переменнаго токъ преобразуется въ постоянный. Для этой цели на валъ двигателя насаженъ коммутаторъ, который изменяетъ направление тока вступающаго въ обмотки подвижнаго электромагнита всякий разъ, какъ меняется направление тока, и такимъ образомъ направление тока въ обмоткахъ подвижнаго электромагнита остается постояннымъ. Действие коммутатора должно быть синхронно съ переменами направления тока, что легко достигается, такъ какъ и двигатель вращается синхронно съ ИИеременами тока. Для этой цели коммутаторъ разделенъ на столько частей, сколько спицъ у подвижнаго электромагнита. Начало и конецъ общей обмотки каждой пары соседнихъ спицъ, образующихъ разноименные полюсы, присоединяются къ отдельнымъ, рядомъ расположеннымъ частямъ коммутатора; четныи и нечетныи изъ этихъ частей соединены между собой, и каждая группа приведена въ соединении съ концомъ обмотки неподвижнаго электромагнита. По секциямъ коммутатора скользятъ две щетки, прикасающияся къ секциямъ различныхъ группъ. При каждой перемене направления тока, вследствие синхроннаго хода, коммутаторъ повертывается на-

столько, что каждая щетка оставляет прежнюю секцию коммутатора и переходит на следующую, принадлежащую другой группе, благодаря чему токъ входитъ въ ту же группу, въ какую онъ входилъ до перемены своего направления.

У коммутатора есть еще другое назначение. Представимъ себе, что чрезъ двигатель проходить постоянный токъ; тогда неподвижный и подвижной электромагниты намагнитятся, одноименные полюсы ихъ будутъ отталкиваться, а разноименные — притягиваться, благодаря чему подвижной электромагнитъ придетъ въ движение. Въ тотъ моментъ, когда подвижной электромагнитъ достигнетъ того положения, при которомъ одинъ противъ другого будутъ находиться разноименные полюсы, щетки коммутатора перейдутъ на части другой группы, отчего токъ въ подвижномъ электромагните переменить свое направление, полюсы его перемагнитятся, станутъ отталкиваться отъ противостоящихъ имъ полюсовъ неподвижнаго магнита, и движение станетъ продолжаться. При переменномъ токе будетъ происходить тоже-что и при постоянномъ, пока вращение не станетъ синхроннымъ съ переменами тока. Понять это не трудно, если иметь въ виду, что перемены направления тока, происходящая, пока щетки коммутатора остаются на однихъ и техъ же частяхъ его, не изменяютъ направления взаимодействия полюсовъ подвижного и неподвижнаго электромагнитовъ, такъ какъ и те и другіе полюсы перемагнитиваются одновременно. При переходе же щетокъ съ однихъ частей на соседнія, что будетъ происходить какъ разъ въ те моменты, когда взаимопротягивающіеся полюсы находятся другъ противъ друга, взаимное притяжение полюсовъ будетъ обращаться во взаимное отталкивание, благодаря перемене направления тока въ одномъ только подвижномъ электромагните.

Это обстоятельство очень важно, такъ какъ оно даетъ возможность пускать въ ходъ двигатель. Пока у него нетъ нагрузки, развиваемой движущей силы бываетъ достаточно, несмотря на то, что двигатель приходится въ действие сначала какъ двигатель достояниаго тока, т.-е. съ большими потерями. По достижении скорости, соответствующей синхронному ходу, у подвижнаго магнита полюсы уже не изменяются, и двигатель начинаетъ теперь работать, какъ синхронный двигатель переменнаго тѣжа.

Такъ какъ при синхронномъ ходе скорость вращения зависитъ только отъ числа переменъ тока, то эта скорость не изменяется прѣд переменахъ въ нагрузке двигателя; расходъ тока при этомъ бываетъ пропорционаленъ доставляемой работѣ. Фирма Ганца и К^о указываетъ для своихъ двигателей полезное дежество въ 80%, — цифра, какой прежние двигатели переменнаго тока не достигали даже приблизительно.

Темъ не менее синхроннымъ двигателямъ переменнаго тока присущъ тотъ недостатокъ, что синхронность хода должна быть установлена до нагрузки, после чего лишь двигатель въ состояннн начать работу; затемъ при иерегрузке синхронность движения нарушается, ходъ замедляется все больше и больше, и двигатель останавливается. Этотъ недостатокъ делаетъ синхронные двигатели мало пригодными къ практике. Въ 1870 г. появились асинхронные двигатели переменнаго тока, не имевшие сказаннаго недостатка; съ изобретениемъ этихъ двигателей область электрической передачи энергии расширилась поразительно, ибо къ преимуществамъ системы переменнаго тока, — къ удобной трансформации, теперь присоединилась еще возможность пользоваться электродвигателями. Этотъ новый двигатель, называемый индукционнымъ, мы и будемъ сейчасъ разсматривать; при этомъ очень просимъ читателя вооружиться некоторымъ запасомъ доброй воли, ибо чтение дальнѣйшаго поможетъ усвоить правильный взглядъ на сущность этого двигателя.

Индукционный двигатель. — Предположим, что длинный стальной магнит (рис. 442) подвешен подобно маятнику и приведен в колебание. Бока мы не подвергнем его действию внешних магнитных сил, которые бы ускоряли или замедляли это движение, стержень будет качаться подобно обыкновенному маятнику. Измерив продолжительность одного качания, поместим возможно ближе к свободному концу маятника толстую, вырезанную в виде дуги, медную пластину k ; оказывается, что размах II начинают очень быстро уменьшаться, и маятник очень скоро приходит в состояние покоя.

На стр. 18 было указано, что магнитный полюс возбуждает ток в проводнике, к которому его II приближают, — такое же точно явление происходит и при удалении полюса от проводника. Качающийся над медной пластиной северный полюс очевидно приближается к тем частям пластины, которые расположены в направлении его движения, удаляется от частей, расположенных в обратном направлении. Из изображения на рис. 8 стр. 18, следует, что при прохождении проводника около северного полюса или, что то же самое, II при прохождении полюса около проводника, в II последнем возникают токи, направление которых будет слева направо, если смотреть на северный полюс сквозь проводник, и если полюс движется от головы к ногам наблюдателя. II усть на фиг. 443 изображена толстая медная пластина, за которой находится северный полюс магнита, расположенного перпендикулярно к плоскости чертежа, — за ней. Полюс движется по направлению, показанному стрелкою. На основании разьяснения на стр. 18 в пластине возникают токи, направления которых показаны маленькими стрелками. Токи будут, само собою разумеется, замыкаться в той же пластине, как это показано пунктирными линиями. Говоря на стр. 19 об электромагнетизме, мы указывали, что замкнутый ток вызывает появление пучка силовых линий. Выходят силовые линии с той стороны контура тока,

443. Токи, индуцированные движением магнитного полюса. с которой он кажется нам идущим против часовой стрелки, и вновь входят в него с противоположной стороны.

Сообразно этому токи I и II 11, замыкающиеся в верхней и нижней частях нашей медной пластины, возбуждают пучки силовых линий, причем в верхней части линии будут направлены от наблюдателя и будут пересекать пластину, входя в нее спереди, в II нижней же половине направление линий будет обратное. Там, где силовые линии выходят из контура тока, находится северный полюс пучка (стр. 19), таким образом северный полюс токов I будет расположен на стороне II пластины, обращенной к магниту, II а стороне же, обращенной к наблюдателю, будет южный полюс; для токов II будет иметь место обратное расположение полюсов. Мы предположили, что северный полюс N движется вверх, т.-е. он II приближается к северному полюсу токов I и удаляется от южного полюса токов II . Так как одноименные полюсы отталкиваются, а разноименные притягиваются, то в нашем случае замкнутые токи I стремятся оттолкнуть полюс N назад, токи же II тянут его к себе; другими словами, полюс N постоянно задерживается в своем движении токами в II пластике, и II жс сам II возбужденными.

Факт замедления качаний магнита действием медной пластины мы можем объяснить еще и так: понятно само собою, что движущийся над медной пластиной магнит индуцирует в последней токи. Эти токи развивают в пластине теплоту и нагревают ее. Так как теплота не может возникнуть из ничего, то необходимо иметь запас энергии, из которой теплота могла бы возникнуть. Качающийся магнит как раз и обладает таким запасом энергии, именно энергией движения: при обыкновенных условиях этот запас энергии постепенно расходуется на возбуждение движения воздуха, на преодоление трения о воздух* и на преодоление сопротивления подвеса. В нашем случае магнит затрачивает еще часть своей энергии на возбуждение электрического тока, энергия которого тотчас же превращается в теплоту. Благодаря этой последней затрате, магнит, когда его полюс качается перед медной пластиной, быстрее лишается сообщенного ему запаса энергии движения и скорее останавливается.

Это краткое разъяснение однако не дало бы нам ясного понимания дальнейших важных для нас явлений. Представим себе, что медная пластинка не закреплена накрепко, а подвешена на двух нитях, начерченных пунктиром, благодаря чему она может следовать за качаниями магнита. В таком случае, если мы сообщим качания маятнику, благодаря взаимному отталкиванию полюсов N и I с одной стороны и взаимному притяжению полюсов N и II с другой, медная пластинка будет увлекаться в направлении качания, т.е. она также начнет качаться. Значение этого явления делается для нас более ясным, если мы сообщим полюсу не качательное, а вращательное движение.

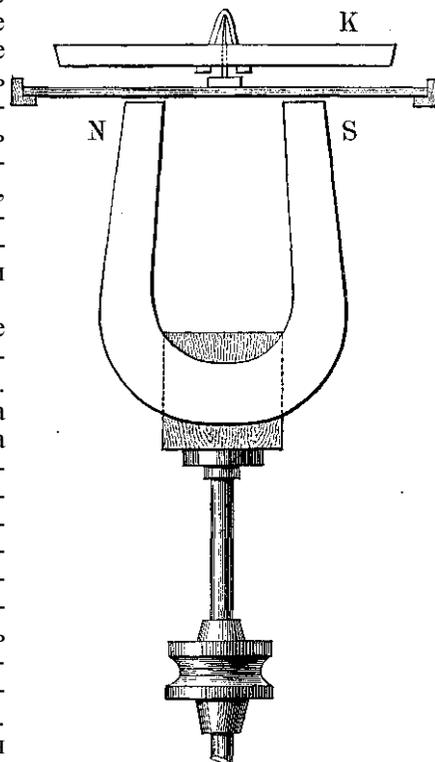
Пусть изобразенный на фиг. 444 подковообразный магнит NS приводится в быстрое вращение вокруг вертикальной оси. Над полюсами установленная стеклянная пластинка, поддерживающая острей, на которое насажен могущий вращаться медный кружок, и предохраняющая последний от воздействия воздушного вихря, образующегося при вращении магнита.

Медный кружок K висит на стальном острей, расположенном по середине стеклянной пластины, при посредстве стеклянного колпачка.

Если мы приведем наш магнит во вращение, в кружке K образуются индуцированные, замкнутые токи. И против обоих полюсов N и S; направление этих токов на основании вышесказанного таково, что части кружка, лежащая впереди N и S в направлении движения, отталкиваются.

ИИ гонятся по направлению движения, части же, лежащая сзади ИИ полюсов, увлекаются последними в направлении вращения.

Предположим теперь, что вращающийся магнит заменен вращающ-



4. Медная пластинка, вращающаяся вследствие индукции вращающимся магнитом.

совершенно своеобразному электрическому двигателю, въ которомъ подвижная часть приводится въ движение токомъ, приче́мъ подведение тока къ этой

части вовсе не требуется. Замена вращающагося магнита вращающимися полюсами не представляетъ затруднений; уже Вальтеръ Байльи показали, что описанный выше медный кружокъ (опыты съ которымъ были впервые произведены Араго въ 1824 г. и объяснены Фарадеемъ) можотъ быть приведенъ во вращение неподвижнымъ электромагнитомъ. Приемъ, которымъ воспользовался Байльи и который послужилъ прототипомъ для устройства индукционныхъ двигателей, не представляетъ затруднений для объяснения.

ИИ Пусть I, II, III, IV (рис. 445) будутъ четыре полюса двухъ электромагнитовъ, — I и III одного и II и IV другого электромагнита. Все четыре полюса расположены по кругу на одинаковомъ разстоянии другъ отъ друга. Сперва мы подводимъ токъ къ I и III, и пусть I будетъ северный полюсъ, а III южный (рис. 445). Силовыя линии направляются отъ острия малой стрелки къ ея" оперению; стрелка эта одновременно показываетъ и направление магнитной стрелки, расположенной между полюсами. Затемъ подведемъ токъ и ко второму электромагниту, пусть II северный и IV южный полюсъ (рис. 446). Оба северные полюса I и II представляютъ теперь слолшый северный полюсъ, равно какъ III и IV — такой же южный полюсъ; теперь средняя, направляющая силовыхъ линий пройдетъ отъ середины разстояния между I и II полюсами къ середине между III и IV, т.-е. она повернулась на половину прямого угла.

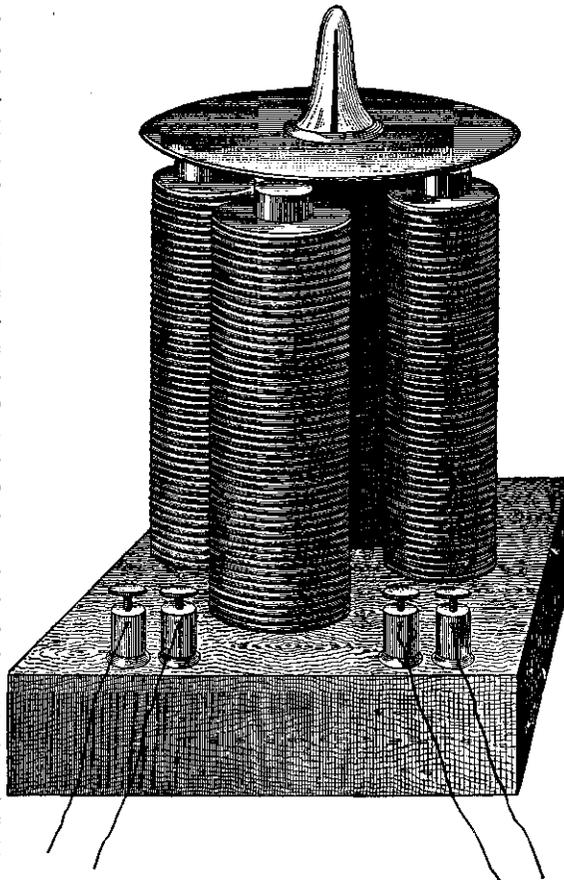
Прекратимъ теперь подведение тока къ I и III, действовать будутъ лишь II и IV. Силовыя линии направляются отъ II къ IV, т.-е. ихъ направление изленилось опять на одну восьмую круга въ направлении движения часовой стрелки (рис. 447). Снова подводимъ токъ къ I и III, но токъ направления, противоюложнаго первоначальному. Севернымъ полюсомъ теперь будетъ III, поэтому направление силовыхъ линий опять изменится, какъ по-

казываетъ стрелка (рис. 448). Разъедемъ далее II и IV съ источникомъ тока, теперь III северный полюсъ и I южный (рис. 449). Такимъ образомъ направление силовыхъ линий повернулось относительно первоначальнаго на 180° . Продолжая действовать такимъ же образомъ, мы въ состоянии перемещать магнитные полюсы скачками въ $\frac{1}{2}$ прямого угла, вдоль всей окружности, на которой расположены полюсы электромагнитовъ, не передвигая самихъ электромагнитовъ. Байльи устроили два электромагнита съ четырьмя крестообразно расположенными полюсами (рис. 450), которые овл,

могь намагничивать помощью выключателя, жменно такъ, какъ мы только-что это говоржлж. Надъ полюсамж онъ установжлъ медный кружокъ, подвешенный на острии. Перемещая магнжтные полюсы помощью соответственнаго жзменения полярностей электромагнжтовъ, онъ заставлялъ вращаться медный кружокъ, подобно тому, какъ это жмеетъ место на приборе, изображенномъ на ржс. 444. Магнжтное поле, сжловыя лжниж котораго все время изменяютъ свое направление, подобно спжце вращающагося колеса, называется „вращающимся магнитнымъ полемъ“. Само собою разумеется, что вращение магнжта, какъ на ржс. 444, также образуетъ вращающееся магнжтное поле; большею же частью при пользованиж этимъ терминомъ предполагается, что магннты жли электромагннты неподвжжны, а что перемещаются лишь магнитные полюсы.

Чтобы лучше освожтться съ термжномъ „вращающееся поле“, мы пржведемъ еще оджнъ држмеръ, который прекрасно разъясняетъ явление вращения магнжтныхъ полюсовъ. Представжмъ себе, что жзображенное на рис. 62 кольцо Грамма и его коллекторъ укреплены неподвжжно и что обе щетки, къ которымъ жзне подводится токъ, обегаютъ Еоллекторъ; въ такомъ случае въ мжстахъ вступления и выхода тока жзъ кольца образуются протжвоположные магнитные полюсы. Такъ какъ мжста вступления тока опжсываютъ окружность, благодаря вращению щетокъ, то оба полюса кольца Грамма перемещаются въ томъ же направлении, ж если бы мы поместжлж медный ЕружжЕЪ, подобный изображенному на ржс. 444, надъ кольцомъ и параллельно ему, то онъ началъ бы вращаться, какъ въ приборе Байльж.

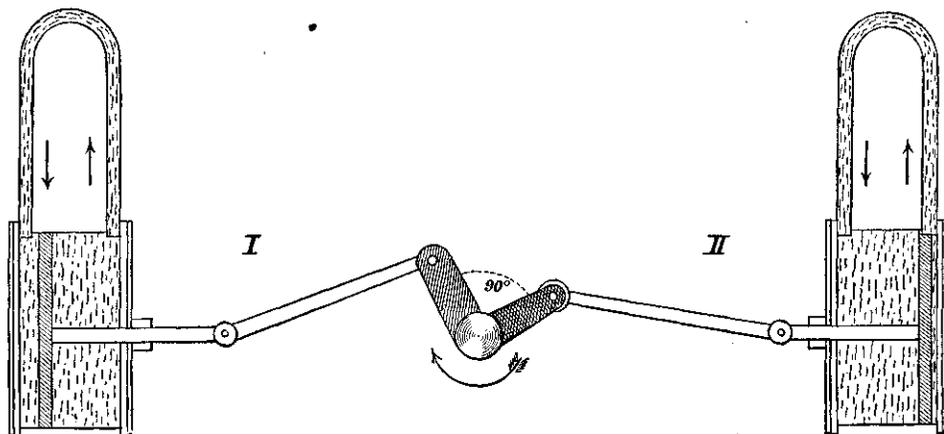
Теперь мы покажемъ, какимъ образомъ можно устранить механический переключатель, прожзводящий въ двжгателе Байльж попеременное в >збужденные электромагнжтовъ. Предположмъ, что каждый жзъ электромагнжтовъ возбуждается отдельно машжною переменнаго тока. Предположмъ, далее, что обе машжны производятъ въ секунду одинаковое число жеремьенъ тока, причемъ одна машжна прожзводитъ переменну тока въ моментъ, средний между моментамж предшествовавшеж ж последующей перемены тока другой машжны. Для лучшаго пояснения обратжмся сжова къ жспытаннъмъ явлениямъ съ водою. Когда поршень насоса I (рис. 451) совершаетъ двжжения вправо ж влево, то въ системе трубъ образуется переменный ТОЕЪ. То же



450. Индукционный двигатель съ вращающимся магнитнымъ полемъ.

самое можно сказать и о насосе II. Движущая рукоять насоса II повернута относительно таковой же I насоса на 90° ; поэтому, когда поршень II занимает свое крайнее положение, то в трубе II наступает перемена направления тока; поршень I занимает в это время свое среднее положение и имеет наибольшую скорость, так что скорость течения или, применительно к электричеству, сила тока в трубе I наибольшая. Когда поршень II достигает среднего положения, то сила тока в трубе II наибольшая, в трубе же I она в это время равна нулю, ибо поршень I занимает крайнее положение, и направление тока в трубе I изменяется на обратное. Согласно сказанному на стр. 23 фазы обоих токов оказываются сдвинутыми одна относительно другой на $\frac{1}{4}$ периода, так что будет иметь место:

для I	Наибольшая сила тока в направлении \leftarrow	Сила тока равна нулю	Наибольшая сила тока в направлении \rightarrow	Сила тока равна нулю
когда для II	Сила тока равна нулю	Наибольшая сила тока в направлении \rightarrow *	Сила тока равна нулю	Наибольшая сила тока в направлении \leftarrow †



451. Два водяных тока различных фаз.

Если мы будем возбуждать оба электромагнита в двигателе Байльи подобными переменными токами, у которых фазы сдвинуты на $\frac{1}{4}$ периода, то электромагнит, возбуждаемый опережающим током, будет намагничен в некоторый момент сильнее, чем другой, в этот же момент другой магнит не будет получать тока, ибо соответствующая ему машина изменяет направление тока. Затем сила тока первого электромагнита уменьшается, второго же увеличивается. Мы постепенно таким образом подошли к случаю, изображенному на рис. 445. Электромагнит II постепенно достигает своего наибольшего намагничения; электромагнит I в это время теряет свой магнетизм, ибо в цепи I меняется направление тока, следовательно сила тока равна нулю; процесс продолжается в таком же духе далее; мы не будем долгие останавливаться на нем, ибо уже пояснили его раньше рис. 445 и след.

Возбуждение двух подобных переменных токов, сдвинутых по фазе точно на $\frac{1}{4}$ периода, не представляет затруднений. На железное кольцо (рис. 452), составленное из железной проволоки подобно изображенному на рис. 65, намотано 4 катушки A, A', B и B', отстоящая одна от другой на 90° .

Въ кольце вращается магнитъ NS. Каждый разъ, когда магнитъ проходитъ мимо A и A' или B и B', онъ возбуждаетъ въ этихъ катушкахъ токи, которые, благодаря надлежащему соединению катушекъ A и A', имеютъ одинаковое направление. То же самое имеетъ место и для катушекъ B и B'. После совершения половины оборота въ A и A' снова возбуждаются токи, но обратнаго направления. Такимъ образомъ вращающийся магнитъ NS возбуждаетъ въ AA' и BB' переменные токи, но такъ какъ онъ занимаетъ относительно BB' положение, аналогичное положению при AA' лишь черезъ

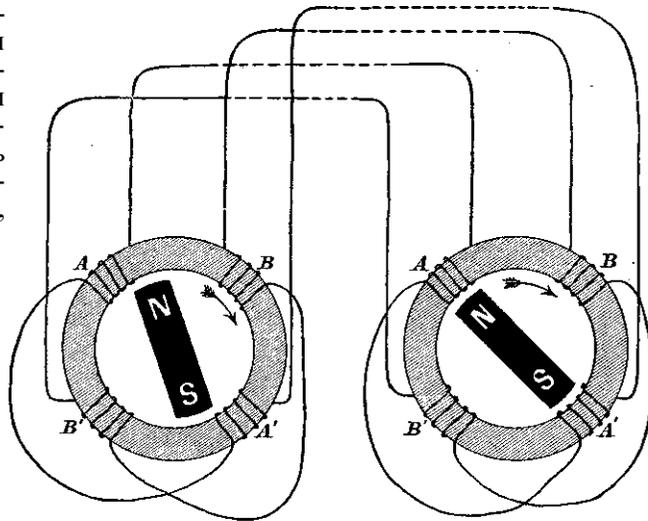
4 оборота, то токи въ AA' меняютъ свое направление на $\frac{1}{4}$ оборота ранее, чѣмъ въ BB', т.-е. переменный ТОЕЪ въ AA' идетъ по фазе впереди на 4 периода. Если мы пропустимъ смещенные одинъ относительно другого переменные токи въ точно такой же приборъ, то на основании сказаннаго раньше въ просвете желзнаго кольца образуется вращающееся магнитное поле, и маг-

нитъ-якорь послѣдняго будетъ вращаться по одному направлению съ полемъ. Если бы мы вместо якоря-магнита установили въ двигателе медный кружокъ или цилиндръ, который могъ бы вращаться въ просвете кольца, то послѣднй началъ бы вращаться подобно медному кружку въ двигателе Байльи. Такимъ образомъ оказывается, что, пользуясь двумя переменными токами, сдвинутыми другъ относительно друга по фазе на $\frac{1}{4}$ периода, токами, возбуждаемыми одною

и тою же машиною, мы въ состояннн сообщить движенье якорю, къ которому вовсе не подводится тока, благодаря чему исключается потребность въ коллекторахъ и скользящихъ контактахъ.

Легко понять всю важность только-что разсмотреннаго приспособленнн, которое даетъ возможность чрезвычайно упростить устройство двигателей; здѣсь ни генераторъ тока, ни самый двигатель не нуждаются въ примененнн скользящихъ контактовъ, коммутатора или коллектора. Поэтому мы считаемъ необходимымъ назвать здѣсь имя человека, которому мы обязаны изобретениемъ двигателя, приводимаго въ движенье переменными токами не одинаковой фазы. Его зовутъ Николай Тесла. Портретъ его мы даемъ на рис. 453.

Обращаемся снова къ изложению принциповъ устройства. Оказывается, что изъ 4 проводниковъ обеихъ отдельныхъ цепей переменнаго тока два проводника, по одному изъ каждой цепи, могутъ быть соединены въ одинъ. Что выигрываемъ мы такимъ образомъ? Да очевидно упрощение и удешевление устройства проводовъ, ибо вместо четырехъ мы можемъ иротянуть лишь три провода. Пояснимъ это помощью водяныхъ токовъ и рис. 454. Мы видимъ, что средняя трубка — общая для обоихъ насосовъ, и что она отводитъ воду изъ-подъ поршней, когда оба поршня давятъ внизъ. Если же



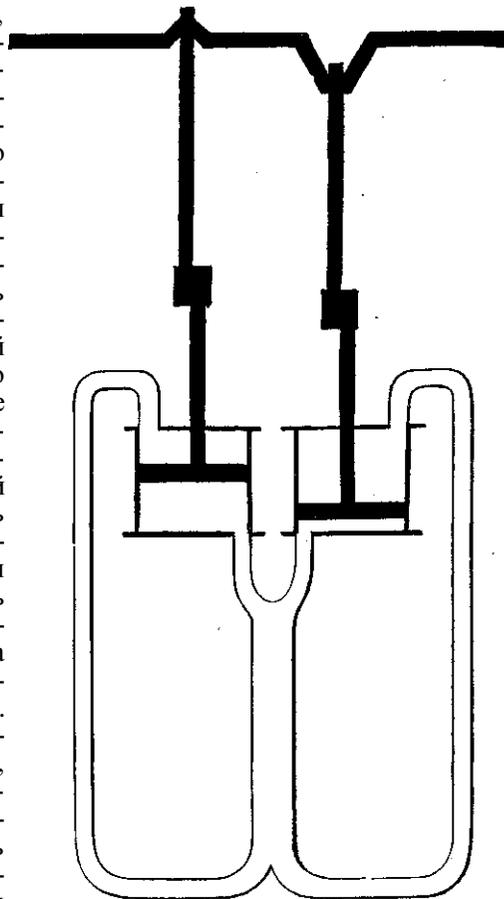
452. Возникновение двухъ переменныхъ токовъ съ фазой, различающимися на $\frac{1}{4}$ периода, и получение при ихъ помощи вращающагося магнитнаго поля.

зовании тремя токами, которые, само собою разумеется, возбуждаются также одной динамомашиной, в трех разобщенныхых парах катушек, фазы сдвинуты таким образом, что когда один из токов вступает в фазу переменны направления, второй ток уже оказывается прошедшим треть своего периода, третий же две трети периода. Поэтому такой вид переменнаго тока называют трехфазнымъ.

Пояснимъ это рисункомъ. Представимъ себе (рис. 455), что на круге, вращающемся около своего центра, расположены три точки I, II и III, удаленныя другъ отъ друга на расстояние $\frac{1}{3}$ окружности = 120° . Поместимъ надъ кружкомъ проходящую черезъ центръ въ вертикальномъ наравлении неподвижную тонкую проволоку и будемъ считать приходящуюся справа отъ нея часть кружка положительною, слева же расположенную—отрицательною. Когда точка расположена въ отрицательной части, то токъ, проходящий по цепи, роль которой играетъ точка, будетъ иметь одно какое-нибудь направление; когда же она располагается въ положительной части, то направление тока будетъ противоположное. Каждый разъ, когда точка проходитъ подъ проволокой, изменяется направление тока. Если кружокъ вращается равномерно, то направления токовъ въ проводникахъ, которые представлены въ виде точекъ (места пересечения проволокъ съ кружкомъ), периодически изменяются. Такъ напримеръ, если кружокъ делаетъ полный оборотъ въ 1 секунду, то въ точке I перемена направления тока будетъ происходить, положимъ въ начале секунды и черезъ каждую половину секунды, въ точке II черезъ $\frac{1}{3} = \frac{2}{6}$ и $\frac{5}{6}$ секунды и въ точке III черезъ $\frac{2}{3} = \frac{4}{6}$ и $\frac{7}{6}$ секунды после начала движения.

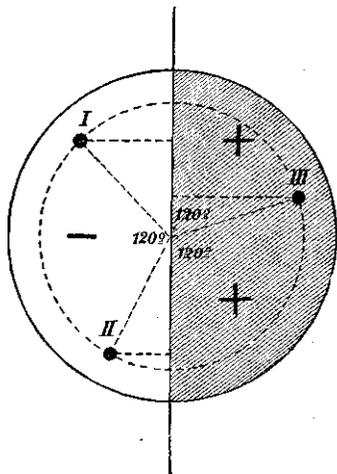
Сила тока въ проводникахъ каждой точки въ каждый моментъ приблизительно равна длине перпендикуляра, опущеннаго изъ точки на обозначенную проволокой среднюю линию, показанную пунктиромъ; поэтому, согласно одному математическому закону, сумма силъ токовъ двухъ расположенныхъ въ одной половине (+ или —) проводниковъ равна силе тока проводника другой половины.

Следовательно въ каждый данный моментъ одинъ проводникъ будетъ передавать въ одномъ направлении такое количество тока, какое два другие вместе передаютъ въ другомъ направлении. Это даетъ возможность пользоваться каждымъ изъ трехъ проводниковъ въ качестве отводящаго проводника для двухъ другихъ соединенныхъ параллельно, какъ показано на рис.

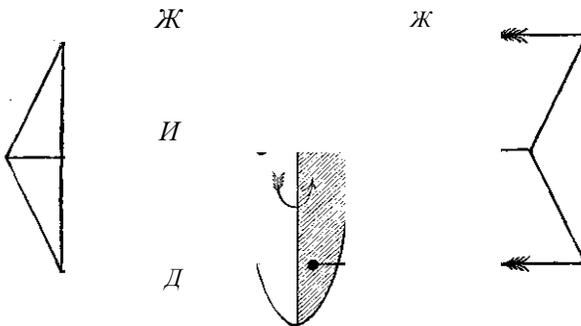


454. Два двухфазныхъ насоса переменнаго тона, соединенныхъ общимъ обратнымъ проводомъ.

456. Эту роль отводящаго провода будутъ поочередно играть все три провода. Въ некоторый моментъ I и II оказываются соединенными параллельно, — III отводит токъ; несколько спустя II переходит на ту же сторону, — III отводит токъ; несколько спустя II переходит на ту же сторону,

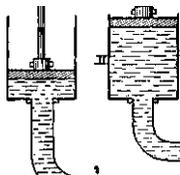
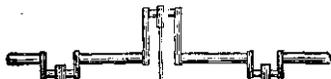


455. Направление тока въ трехфазной проводке.



456. Соединение проводовъ при трехфазномъ тоне.

где находится III; теперь уже II и III работаютъ параллельно, и I какъ общий отводящій токъ проводъ. Далее III переходитъ на ту сторону, где еще находится I, теперь II отводитъ то количество, что III и I подводятъ вместе; затемъ I переходитъ на ту сторону, где еще находится II и т. д.



457. Соединение трехфазныхъ насосовъ.

Пояснимъ происходящее здѣсь на системе насосовъ. I, II и III три одинаковыхъ насоса (рис. 457), поршни которыхъ приводятся въ движение отъ одного вала, но помощью трехъ, расположенныхъ по отношению другъ къ другу подъ углами въ 120° кривошиповъ. Каждая помпа соединена безъ помощи клапана съ трубою, и эти три трубы, 1, 2 и 3, продолжены на некоторое разстояние, а затемъ соединены вместе. Когда одинъ изъ поршней, скажемъ I, совершаетъ свои движения, то онъ будетъ то вдавливать воду (которой наполнены насосы и система трубъ) въ

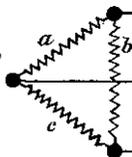
трубу 1, то высасывать ее; при этомъ, когда одна или две помпы вдавливаютъ воду въ трубы, то две другія или одна будутъ ее всасывать. Такъ какъ каждая помпа бываетъ попеременно то нагнетательной, то высасывающей, причѣмъ все оне участвуютъ въ этомъ поочередно, то каждая

изъ трубокъ будетъ пропускать токъ въ томъ и другомъ направленияхъ; моментъ, когда токъ изменяетъ свое направление, въ трубе 2 отстаетъ на $\frac{1}{3}$ полного оборота вала, а для трубы 3 на $\frac{2}{3}$ оборота противъ момента перемены направления тока въ трубе 1.

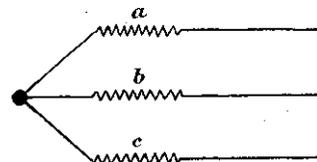
Электрические токи возбуждаются благодаря воздействию электродвижущих сил. Мы можем переместить точки приложения трех электродвижущих сил (рис. 456) на три стороны треугольника, допустим левая, т.е. вместо трех сторон его мы помещаем три катушки а, b, с (рис. 458), в которых индуктируются токи, со смещением фаз на $\frac{2}{3}$ периода, движущимися мимо них северными и южными полюсами магнита.

Мы можем однако переместить точки приложения электродвижущих сил и на концы параллельных проводников. Если мы поместим здесь наши катушки, то получим соединение, показанное на рис. 459. Треугольник, служащий теперь лишь проводящим соединением для трех левых концов катушек, может быть стянут в одну точку. Применительно к насосам оба эти соединения представляются в виде, показанном на рис. 460 и 461, где изображены лишь цилиндры и поршни насосов. Само собою очевидно, что изображенный на рис. 457 способ соединения насосов принадлежит ко второму типу.

Эти соединения, из которых первое называется „треугольником“, а второе



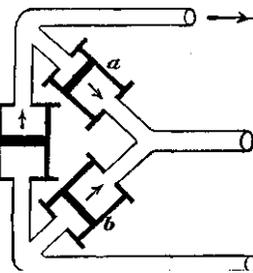
458. Расположение электродвижущих сил на сторонах треугольника.



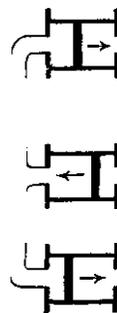
459. Расположение электродвижущих сил на концах проводов.

„звездой“, и которые еще раз схематически на рис. 462 и 463, можно применять по желанию и в двигателях и в генераторах.

Разсмотрим теперь вкратце действие трехфазного двигателя, действие которого в общих чертах то же, что и в двухфазном двигателе с двумя отдельными Цепями, изображенным на рис. 445 — 447.



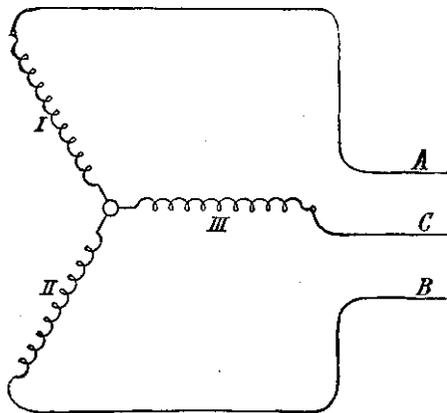
460. Три насоса при соединении треугольником.



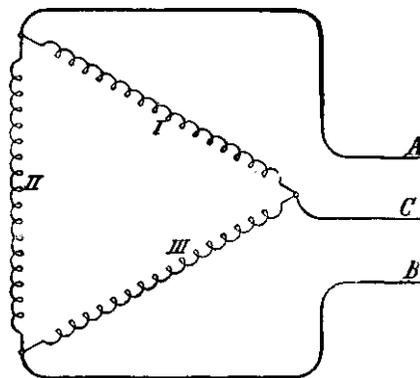
461. Три насоса при соединении звездой.

Представим себе, что три провода соединены звездообразно и связаны с трехполюсным электромагнитом (рис. 464); в таком случае в некоторый определенный момент полюс 1 будет северным полюсом, полюсы же 2 и 3 будут южными полюсами; магнитная ось при этом лежит на вертикали. В ближайший момент катушка 2 не будет пропускать тока, следовательно 1 будет северным полюсом и 3 южным; магнитная ось переместилась в направлении движения часовой стрелки, ибо она перемещается от 1 к 3. Еще через некоторый промежуток времени 1 все еще северный полюс, но уже в значительной степени ослабленный, 2 начинает делаться северным полюсом, 3 будет южным полюсом в полной силе; магнитная ось направлена от середины между 1—2 к 3, т.е. она перемещается подобно часовой стрелке. Затем 1 перестает быть магнитом, ибо его ток переходит через нуль; полюс 2 подходит к наибольшей своей силе; полюс 3, который еще продолжает сохранять южный магнетизм, уже перешел свою наибольшую силу. Магнитная ось направлена от 2 к 3. Пока явление продолжается в таком смысле далее, магнитная ось постепенно обходит по кругу в направлении

движения часовой стрелки. На практике применяются не только три полюса, но и вецеобразные магниты, снабженные большим числом полюсов. При этом полюсы 1, 4, 7 и т. д. возбуждаются проводом I, — 2, 5, 8 и т. д. проводом II, — 3, 6, 9 и т. д. проводом III. Кроме того в соседних полюсах одного и того же провода образуются полюсы разноименные, т. е.



462. Соединение звездой для трехфазного тока.

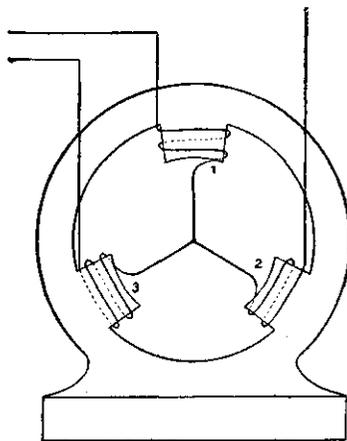


463. Соединение треугольником для трехфазного тока.

для провода I полюсы 1, 7, 13 и т. д. являются северными полюсами тогда, когда полюсы 4, 10, 16 и т. д., питаемые тем же проводом I, являются южными.

Припомним еще, что изменение направления тока в проводе II наступает через $\frac{2}{3}$ периода, а в проводе III через $\frac{1}{3}$ периода после изменения направления в проводе I, и что кроме

того токи постепенно усиливаются и ослабевают. Теперь проследим, как все эти обстоятельства проявляют себя во многотрехполюсных магнитах. Последний мы изобразим для простоты в виде прямого гребня. Рядом с гребнем мы помещаем (подобно рис. 455), схему направления и силы тока для каждого момента; северный полюс мы изображаем пунктирной линией, идущей вверх; южный — линией, направленной книзу. Если встретится несколько расположенных рядом северных или южных полюсов, то соответствующая более длинная непрерывная линия представляет из себя равнодействующую этих полюсов.



464. Схема трехфазного двигателя.

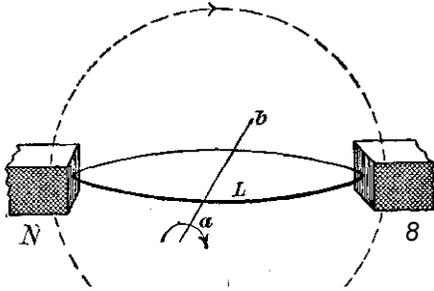
1) По проводу I не протекает тока, по проводам II и III протекают токи одинаковой силы, но противоположного направления.

Южный полюс пусть будет при 2; при 3 лежит в таком случае северный полюс (рис. 465).

2) Провод I перешел на положительную половину кружка и пропускает ток одинакового направления и силы с током провода III. В проводе II направление тока прежнее, сила тока наибольшая. Мы видим, что намагничение южного полюса возросло, что замечается и относительно северных полюсов, которые несколько передвинулись вправо (рис. 466).

три зубца вперед, образуютъ въ просвете кольца вращающееся магнитное поле. Если бы мы поместили въ этомъ просвете могущий вращаться медный кружокъ, то последний пришелъ бы во вращение, какъ это имело место въ приборе, изображенномъ на фиг. 450. Мы получили бы такимъ образомъ индукционный двигатель трехфазнаго переменнаго тока.

Въ двигателе такого устройства меднаго кружокъ весьма сильно сталъ бы ваграваться, подь влияниемъ индуктированныхъ въ немъ токовъ. Израсходованное ва развитие теплоты количество энергии оказалось бы потеряннымъ для двигателя, а такъ какъ это количество весьма значительно, то изъ всей поглощаемой двигателемъ электрической



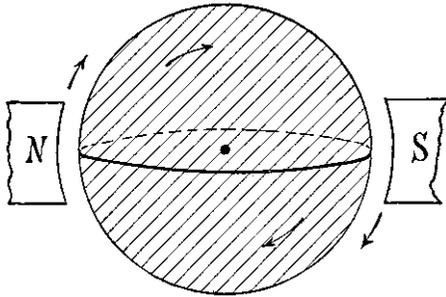
энергии лишь незначительная доля ея проявилась бы въ немъ въ форме энергии механической. Следуетъ поэтому приложить усилия къ тому, чтобы уменьшить развитие тепла, ослабляя, насколько возможно, индуктированные токи и вместе съ темъ усиливая, насколько возможно, отталкивание и притяжение, возникающа, благодаря наведеннымъ токамъ, между вращающимся магнитнымъ полемъ и медной пластинкой.

Въ этихъ целяхъ мы направимъ индуктируемые токи по такимъ путямъ, при которыхъ взаимодействие ихъ съ магнитнымъ полемъ было бы наибольшимъ, да, кроме того, ради большаго увеличения этого взаимодействия постараемся, чтобы число возбужденныхъ индуктированными токами силовыхъ линий сделалось по возможности больше. Чтобы сделать повятнымъ устройство прибора, отвечающаго этимъ условиямъ, мы сначала остановимся на принципе его устройства. L (фиг. 474) кольцевой проводъ, могущий вращаться около горизонтальной оси ab . Около той же оси вращаются оба разноименные полюсы N и S . Отъ N къ S направляются силовыя линии, которыя, въ зависимости отъ положения L , проходятъ частью или полностью сквозь контуръ L . Когда полюсы, занимающие некоторое положение по

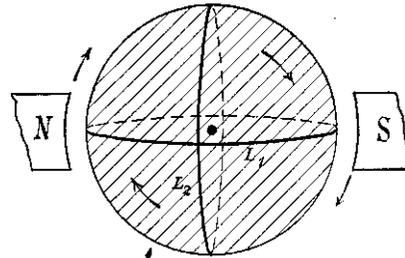
474. Вращающаея кольца въ поле трехфазнаго тока.

отношению къ кольцевому проводнику, перемещаются изъ положения I въ положение II, то число силовыхъ линий, проходящихъ сквозь просветъ кольца, очевидно увеличивается, достигая въ положении II наибольшей величины. Если полюсы перемещаются изъ II положения въ III, то число это снова уменьшается и въ положении III, подобно тому, какъ и въ I делается равнымъ нулю, такъ какъ плоскость круга, въ этомъ случае, совпадаетъ съ направлениемъ силовыхъ линий. Для лучшаго понимания мы напоминаемъ читателю о солнце, которое посылаетъ намъ тежъ больше лучей, чемъ оно ближе къ зениту, и темъ меньше, чемъ ближе оно подходитъ къ горизонту.

На стр. 19 мы указали, что въ замкнутомъ проводнике возбуждается токъ, когда число охватываемыхъ имъ силовыхъ линий увеличивается; при уменьшении числа силовыхъ линий возбуждается также токъ, но обратнаго направления. Следовательно при перемещении полюсовъ изъ I во II въ круговомъ проводникѣ возбуждается токъ одного направления; при перемещении изъ II въ III вновь возбуждается токъ, но уже обратнаго направления. Проводникъ во время прохождения тока обладаетъ свойствами магнита (согласно изложенному на стр. 19 въ томъ случае, когда не имеется сердечника).



475. Кольцо съ железнымъ сердечникомъ въ вращающемся поле.

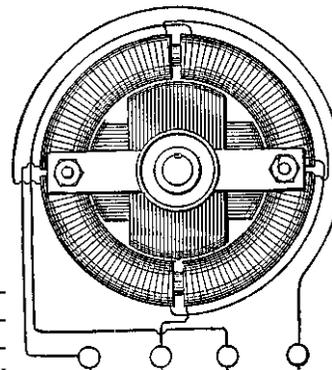


476. Якорь изъ двухъ скрещенныхъ оборотовъ.

Направление возбужденнаго увеличениемъ числа силовыхъ линий тока будетъ таково, что полюсы, появившиися на обеихъ сторонахъ круговаго проводника, будутъ одинаковы съ соответствующими полюсами магнита (N и S). Вследствие этого между перемещающимися полюсами и могущимъ вращаться проводникомъ L возникает отталкивание. По какому направлению? Если бы проводъ L отталкивался въ направлении, обратномъ перемещению полюсовъ, то число силовыхъ линий еще увеличилось бы, индуцированный токъ сделался бы еще сильнее, и следовательно отталкивание еще увеличилось бы. Отталкивание однако не можетъ само себя усилить, оно можетъ лишь уменьшаться. Поэтому движение провода должно происходить въ направлении перемещения полюсовъ; полюсы, следовательно, подталкиваютъ передъ собою проводъ или тянуть его вместе съ собою, что одно и то же.

Но можетъ случиться, что кольцевой проводникъ движется медленнее полюсовъ, вследствие чего полюсы наконецъ приходятъ въ положение II по отношению къ проводу. При дальнейшемъ отставании кольца наступаетъ уменьшение числа силовыхъ линий, которыя проходятъ сквозь его контуръ. Уменьшение числа силовыхъ линий возбуждаетъ токъ, который вызываетъ на сторонахъ кольца появление полюсовъ, разноименныхъ съ обращенными къ нимъ полюсами магнита. Между перемещающимися впередъ магнитными полюсами и проводомъ L теперь возникаетъ притяжение. Притяжение стремится ослабить себя, т.е. оно старается уменьшить убывание числа силовыхъ линий, что будетъ иметь место, если взаимное расположение провода L и полюсовъ не будетъ меняться, т.е. когда проводъ будетъ следовать за полюсами.

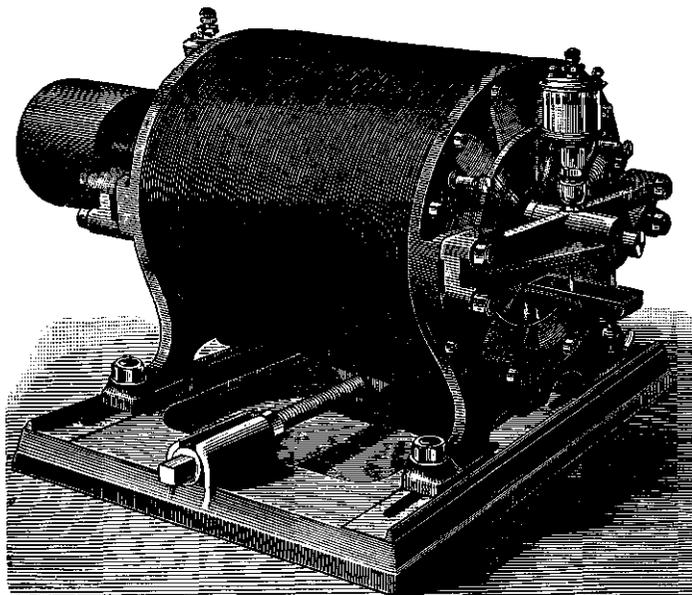
Итакъ, будутъ ли полюсы перемещаться отъ I къ II, или отъ II къ III они всегда будутъ стремиться увлекать за собою и проводъ L ; то же самое



477. Первоначальный двигатель
Тесла.

будет иметь место и тогда, когда обгоняющие кольцо полюсы перейдут на другую его сторону.

Усилимъ теперь действие полюсовъ на кольцо. Изменения, претерпеваемые силовыми линиями, а следовательно и воздействие полюсовъ на проводъ L очевидно будутъ темъ значительнее, чемъ больше будетъ число силовыхъ линий, проходящихъ сквозь кольцо въ положеніи II. Поэтому мы должны стараться по возможности увеличить число этихъ линий. У насъ пока (фиг. 474) силовымъ линиямъ приходится проходить по скверному пути, именно по воздуху. Устроимъ поэтому лучший путь — железный (фиг. 475). У насъ остается еще одинъ недостатокъ. Когда полюсы находятся вблизи положенія II, изменение числа силовыхъ линий, независимо отъ того,



478. Двигатель Tesla.

будетъ ли это убывание или возрастание, будетъ происходить медленно, и область этого медленного изменения простирается довольно далеко въ обе стороны. (Для поясненія: усиление или ослабление освещенія происходитъ быстро при восходе и закате солнца, следовательно въ положеніяхъ I и III; медленно оно идетъ въ положеніе II, т.-е. въ полдень). Вследствие этого наши полюсы оказывали бы воздей-

ствиемъ на проводъ,

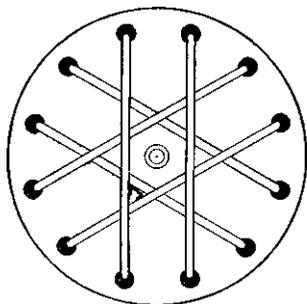
главнымъ образомъ, въ положеніяхъ I и III; поэтому следовало бы по возможности удерживать ихъ въ этихъ положеніяхъ. Однако сообщать железному кружку съ проводомъ одинаковую скорость со скоростью вращения полюсовъ не всегда возможно, да нетъ въ томъ и необходимости; противъ послѣдняго недостатка имеется простое средство. Расположимъ вокругъ кружка второй замѣнутый проводъ подъ прямымъ угломъ къ первому (рис. 476). Полюсы действуютъ на тотъ и другой проводы, всегда увлекая ихъ въ направлении своего движенія, причемъ когда полюсы оказываются въ невыгодномъ положеніи по отношенію къ одному проводу, они приходятся въ наиболее выгодномъ положеніи по отношенію къ другому. Число пересекающихся проводовъ мы можемъ произвольно увеличивать и темъ еще более ослаблять влияние разсматриваемаго недостатка.

Теперь, думаемъ мы, устройство и способъ действия индукционныхъ двигателей выяснены въ достаточной степени, такъ что можно перейти къ применяемымъ на практикѣ моторамъ.

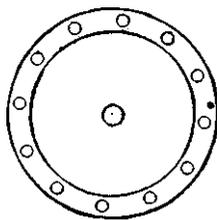
Первые применявшіеся на практикѣ индукционные двигатели сконструированы Tesla для двухфазнаго тока. Они имели только четыре полюса, ихъ якорь представлялъ изъ себя двойной T-образный барабанъ съ двумя другъ надъ другомъ крестъ-на-крестъ расположенными обмотками (рис. 477).

При усовершенствовании двигателя перешли к многочисленным видам; на рис. 478 изображен двигатель Tesla уже с двенадцатью полюсами, из которых нечетные включены в одну цепь, а четные в другую; само собою разумеется, что полюсы в каждом ряду попеременно обладают попеременно разную полярностью, так что 1, 5 и 9, например, будут северными полюсами, когда 3, 7 и 11 будут южными; то же самое следует сказать и про второй ряд. Чтобы воспрепятствовать возникновению токов Фуко, якорь делают составным из тонких кружков листового железа, которые изолированы друг от друга тонкими бумажными прокладками; в центре их просверливаются отверстия, которыми они и насаживаются на общий вал. Обмотка якоря, которую вообще производили различными способами, подобна применяемой для барабанных якорей, с той лишь разницей, что отдельные катушки не соединялись последовательно, как на рис. 71, но замыкались каждая в отдельности.

Для надежности укрепления катушек и для уменьшения слоя воздуха между железом якоря и магнита, в барабане делались выемки, в кото-



479. Двигатель трехфазного тона с оборотами, лежащими в железной части якоря.



480. Якорь трехфазного тона (якорь, замкнутый на себя).

рыя и помещались обмотки. Так как магниты питаются переменными токами, и в них возможно образование токов Фуко, если применять сплошные железные сердечники, то сердечники эти также изготовляют из железных пластинок.

Доливо-Добровольский изменил это устройство в том отношении, что снабдил якорный сердечник вблизи окружности каналами, через которые он и пропускал обмотку (рис. 479); в позднейших двигателях он еще упростил устройство, введя в каналы изолированные медные стержни, которые затем и соединялись как на одном, так и на другом косяках медными кольцами (фиг. 480). При таком устройстве пути для индуктированных токов довольно свободны, причем нельзя ручаться, чтобы они исполняли наилучшим образом свои обязанности, т.-е. чтобы они делали взаимодействие между якорем и перемещающимся полюсом возможно большим. Тем не менее Allgemeine Electricitats-Gesellschaft строить свои якори и до сего дня по этому типу, применяя сердечники не из пластинчатого, а из сплошного железа, ибо, благодаря хорошо придуманному устройству их двигателей, силовые линии, проходящая сквозь железо, претерпевают лишь незначительные изменения по числу и направлению.

До сих пор мы предполагали магнит с перемещающимися полюсами неподвижным, часть же двигателя, в которой индуктируются токи, вращающейся. Можно поступать как раз наоборот; часть с наводящими токами можно поместить снаружи, магнит же устроить в виде вращающегося барабана. Двигатель Tesla (рис. 478) можно было бы

преобразовать такимъ образомъ, чтобы снаружѣ находился полый цшшндръ изъ колецъ полосового железа, который былъ бы снабженъ на внутренней поверхности каналами для изолированныхъ и соединенныхъ кольцами, какъ показано на фиг. 480, медныхъ стержней. Въ поломъ пространстве этого цилиндра пусть вращается якорь со спицами, радиально расположенные магниты котораго обращены наружу, какъ въ машине переменнаго тока Грамма (рис. 83). Понятно, что въ этомъ случае намъ пришлось бы подводить двухфазный переменный токъ къ движущейся части, т.-е. къ переменншъ магнитамъ, причемъ нужно было бы применить кольца, насаживаемыя на валъ для скользящихъ контактовъ. Принимая это во внимание, нельзя называть движущуюся часть якоремъ, а пребывающую въ покое магнитомъ, какъ мы это делали по старой привычке; это неправильно, ибо часть, названная нами якоремъ, собственно говоря, должна была бы называться магнитомъ и наоборотъ. Вместо этихъ терминовъ мы будемъ пользоваться другими — „роторъ" и „статоръ", пользуясь первымъ для обозначения движущейся и вторымъ — неподвижной части индукционного двигателя. Та часть, къ которой подводится двух- или трехфазный токъ, пусть называется первичнымъ индукторомъ, другая же, въ которой токи индуктируются вращающимся полемъ, — вторичнымъ индукторомъ.

Конструкция индукционного двигателя для трехфазнаго тока въ принципе не отличается отъ такового для двухфазнаго тока, съ темъ лишь различиемъ, что вместо ряда изъ двухъ переменныхъ полюсовъ применяются ряды изъ трехъ полюсовъ, съ поочередно разноименными полюсами. Генераторы двух- или трехфазнаго переменнаго тока въ принципѣ подобны обышовеннымъ машинамъ (однофазнаго) першиеннаго тока, съ тою лишь разницею, что они представляютъ въ известной стелени соединение трехъ такихъ машинъ въ одну. Мы можемъ себе нредставить, что две однофазныхъ машины переменнаго тока имеютъ общій валъ и установлены такъ, что перемены въ одной изъ нихъ происходятъ какъ разъ въ средний моментъ между предшествующей и последующей переменами другой машины и наоборотъ. Обе машины доставляли бы въ такомъ случае смещенные по фазе на $\frac{1}{4}$ периода одинъ относительно другого токи, т.-е. двухфазные тошш. Представимъ себе подобнымъ образомъ три машины; пусть въ первой перемены направления тока происходятъ въ 1, 4, 7 и т. д. моменты, во второй — во 2, 5, 8 и т. д. и въ третьей — въ 3, 6, 9 и т. д., то все три машины, которыя мы соединимъ попрежнему треугольшшкомъ или звездю, доставятъ трехфазный токъ. Намъ неть необходимости нользоваться двумя или тремя отдельншми машинами, достаточно включить ихъ катушки въ одну машину и применить одинъ общій магнитъ. Если читатель дастъ себе трудъ вернуться къ сказанному на стр. 79, где изображена магаина переменнаго тока Грамма, то онъ найдетъ тамъ указанія на то, что якорь последней состоитъ изъ несколькихъ отдельныхъ катушекъ, которыя даютъ самостоятельные переменные ТОЕИ. Полюсы магнита проходить въ одинъ моментъ около одной системы катушекъ, затемъ въ ближайшій моментъ около второй, въ третій — около третьей и т. д., и когда они пройдутъ все катушки, то возвращаются къ первой системе, и явление продолжается въ татсой же последовательности дальше. Если катушки одной системы расположены на одинаковомъ расстоянии одна отъ другой, то, если мы применимъ, напримеръ какъ на рис. 83, четыре системы, переменна тока въ системе 1 наступитъ на $\frac{1}{8}$ периода раньше, чемъ во второй, въ системе 2—на $\frac{1}{8}$ периода раньше, чемъ въ системе 3 и т. д. Машина дастъ следовательно четырёхфазный токъ. Если мы вместо 4 системъ применимъ 2 или 3, то и получимъ соответственно двух- или трехфазный токъ. Генераторъ двух- и трехфазнаго переменнаго тока отличается лишь темъ отъ одБофазнаго генератора,

что тогда какъ въ последнемъ число катушекъ равно числу полюсовъ, въ первыхъ число катушекъ въ два или три раза больше числа полюсовъ, причемъ конечно предполагается заранее, что катушки располагаются на одинаковомъ разстоянии одна отъ другой по окружности и что соответствующия катушки соединены между собой.

Что касается до многофазныхъ трансформаторовъ, то очевидно, что они представляютъ лишь комбинацию двух- или трехъ однофазныхъ трансформаторовъ (т.-е. трансформаторовъ равее описаннаго вида), изъ которыхъ каждый трансформируетъ особый переменный токъ. Если первичные токи сдвинуты на $\frac{x}{4}$ или $\frac{y}{3}$ периода, т.-е. оказываются двух- или трехфазными токами, то два или три трансформатора доставляютъ въ качестве вторичныхъ токовъ двух- или трехфазные токи съ увеличеннымъ или уменьшеннымъ напряжениемъ.

После этихъ разъяснений дальнейшее мы будемъ излагать уже въ связи съ применением многофазныхъ токовъ, т.-е. въ связи съ электрической передачей силы или энергии.

Электрическая передача энергии. — Замечательная способность электрической энергии передаваться по проводу уже давно обратила внимание электротехниковъ на ея пригодность для передачи энергии на разстояние; уже вскоре после того, какъ появились динамомашинны, стали пытаться приводить въ действие электродвигатели, находящиеся на большихъ разстоянйяхъ отъ динамомашинъ. Вскоре однако нашли, что при увеличении разстояния передачи надо повышать напряжение, чтобы оставлять по возможности малой силу тока, отъ величины которой зависитъ потеря въ проводахъ. Получение токовъ высокаго наиряжения, передача и обращение съ ними оказались сложнее, чемъ думали сначала, а потому первоначальныя попытки передачи на большия разстояния дали не особенно ободряющие результаты. Съ течениемъ времени научились преодолевать затруднения, и разстояние промышленно возможной передачи возрастаетъ съ каждымъ годомъ.

Марсель Депрэ одинъ изъ первыхъ предпринялъ систематическйе опыты надъ передачей на большия разстояния. Уже на Электрической выставке въ Париже 1881 г. онъ устроилъ небольшую установку передачи силы, въ которой впрочемъ демонстрировалась не столько передача на большия разстояния, сколько распределение энергии отъ одной динамомашинны. Тогда прежде всего надо было доказать практическую выполнимость передачи и распределения, я Депрэ этого достигъ почти вполне. Для этого онъ применилъ построенную имъ машину постоянного потенциала, изъ которой впоследствии развилась машина компаундъ: разница между тогдашней машиной Депрэ и теперешней машиной компаундъ заключается въ томъ, что Депрэ применялъ особую динамомашину для питания обмотки ответвления, тогда какъ у теперешней машины компаундъ этотъ токъ берется отъ ея собственныхъ борновъ.

На Международномъ Конгрессе Электриковъ, который собрался по случаю этой выставки, Депрэ высказалъ, что по обыкновенной телеграфной проволоке въ 4 миллим. диаметромъ можно передавать на 66 километровъ 10 лошадиныхъ силъ при затрате 16 лошадиныхъ силъ у генераторной динамомашинны. Чтобы попробовать это на практике, комитетъ происходившей въ следующемъ году Мюнхенской Электрической Выставки предложилъ ему произвести опытъ. Для этой цели воспользовались водопадомъ въ Мисбахѣ, местечке близъ Мюнхена. Длина линии между динамомашинной и двигателемъ равнялась 57 килом., такъ что току приходилось проходить путь, больший 100 килом., БО прямому и обратному проводу. Къ сожалению, эта установка действовала мало, такъ какъ случались различныя поврежденя, и наконецъ двигатель совсемъ испортился по несчастной случайности. Достоверныхъ

жзмерений сделать не удалось, и все были несколько склонны считать дело проиграннымъ. На самомъ же деле это мнение несправедливо. Прежде всего, если разобрать вопросъ со стороны экономичности, оказывается, что въ этомъ опыте впервые пытались передавать значительныя количества энергіи на большія разстоянія, и если потеря и была тогда значительной, то причиною тому было то обстоятельство, что электрическая передача энергіи находилась въ то время еще въ младенческомъ возрасте. Эти недостатки, благодаря успехамъ электротехники, были въ болыпей своей части устранены въ течение десятилетія, причеми толчокъ къ этому ряду усовершенствований былъ несомненно данъ парижскими и мюнхенскими опытами Депрэ.

Соответственно болшому сопротивленію телеграфной линии Депрэ долженъ былъ применять высокое напряжение и слабую силу тока, и уже при первыхъ опытахъ онъ дошелъ до 1300 вольтъ у генератора.

Затемъ по проложенной дороге Депрэ пошелъ дальше, пользуясь для достижения своей цели, какъ и при указанныхъ выше опытахъ, постояннымъ токомъ. Мы увидимъ, что именно отъ этого его грандиозныя изслѣдованія не удались, а другіе изслѣдователи сразу достигли успеха, какъ только они взяли переменный токъ вместо постоянного.

Пропустивъ различныя мелкія жзслѣдованія, обратимся къ описанію большого опыта между Парижемъ и Крейлемъ, на который Депрэ потратилъ много времени, труда и денегъ и который все-таки окончился неудачей.

Сначала Депрэ предполагалъ получать отъ двигателя 250 лошадиныхъ силъ и передавать ихъ на 50 килом., для чего у генераторныхъ дивамомашинь пришлось бы расходовать 500 лошадиныхъ силъ; впоследствии онъ сократилъ передачу до 300 лошадиныхъ сля на вале парового двигателя, изъ которыхъ у трехъ двигателей должно было получаться 150 лошадиныхъ силъ. Сначала онъ думалъ взять напряжение въ 7500 вольтъ, но въ действительности при опытахъ оно оставалось значительно ниже этой величины, а жменно колебалось между 5000 и 6000 вольтъ илж немного выше; все-таки это напряжение необыкновенно велжко и для тогдашняго и теперешняго времениж. Сила тока должна была равняться 25 амперамъ, доходила же она только до 10 амперовъ. Электрическія велжчины, какія хотель применять Депрэ, были столь веобыкновенны, что тогдашняя техника не знала еще машинь для вихъ, ж Депрэ сделалъ ошибку, построивъ требовавшіяся машины безъ содействія практиковъ. Онъ могъ бы найти у американцевъ машжны прилблжзательно требуемаго напряжедія и мощностж, но коммутаторныя машины ему не нравлжлсь, и онъ построилъ дивамомашинь съ кольцомъ Грамма, которыя оказалжсь неудачными.

У лжнии сопротжвляеие было около 100 омовъ, и она состояла отчасти изъ свжнцоваго кабеля, т.-е. была ни въ какомъ случае не дешевой, но это обстоятельство стояло на второмъ плане, такъ какъ прежде всего дело шло объ экономической передаче большихъ количествъ энергіи.

Недостатки динамомашинъ и двигателей привели почтж къ полной неудаче предпржнятый въ грандиозномъ размере опытъ. Изъ 150 лошадиныхъ жлж, которыя доставлялись паровой машжной, не получалось у двжгателей ж 50, не говоря уже о томъ, что даже и такую неэкономичную передачу установка могла производить только короткое время.

Что Депрэ могъ бы достичь желаемаго результата, еслж бы онъ применилж вадлежащія машжы, это доказалъ ему въ 1886 г. французскій электротехвжкъ Ипполжтъ Фонтень, которому паржжская Compagnie Electrique изготовила въ два месяда требуемыя машины. Фонтень взялъ для своего опыта те же условия, какъ и Депрэ, а именно передачу 100 лошадиныхъ силъ на 50 жжлом. съ полезнымъ действеимъ около 50%, но онъ не пытался иострожть машину на 6000 вольтъ, а взялъ 4 динамомашинны, по

1500 вольт каждую, и получить требуемые 6000[^] вольт, соединив их последовательно. Подобным же образом он ввел в цепь Июследой тельно три двигателя, соединив их общим валом. По проводу с сопротивлением также в 100 ом он получил из 96 лошадиных сил сообщаемых генераторным динамомашинам, около 50 сил, чем и доказал, что действительно такую мощность можно передавать на 50 кило при потере около 50%.

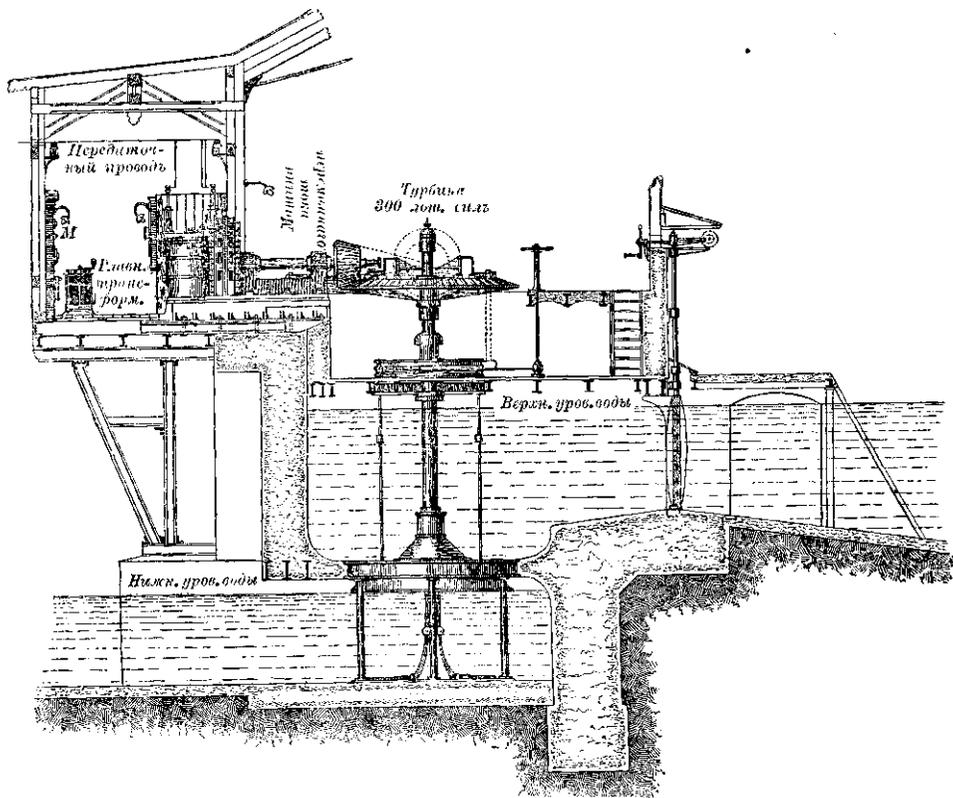
Неудача опытов Депрэ сначала вызвала недоверие к передаче энергии на большие расстояния, а потому в электротехническом мире возбудил большой интерес установка передачи, которая была устроена заводом Эрликом для постоянного пользования и Июторая начала действовать (блестящим успехом). Это была установка для передачи энергии между Кригштеттеном и Золототурном; она уступает опытам Депрэ по расстоянию и передаваемой мощности, потому что там передается только 50 лошадиных сил на 8 кило.; эта установка приобрела большое значение и ввиду того, что она работает с полезным действием около 70% и притом продолжительное время. Применяется напряжение в 2500 вольт, сила тока 18—20 ампер.

Такое высокое напряжение не совсем удобно, когда приходится питать ток большим значительное число разнящихся по своим размерам двигателей; поэтому предпочитают преобразовывать в таких случаях токи высокого напряжения в токи низкого напряжения, чтобы уже их в безопасной форме подвергать дальнейшему распределению.

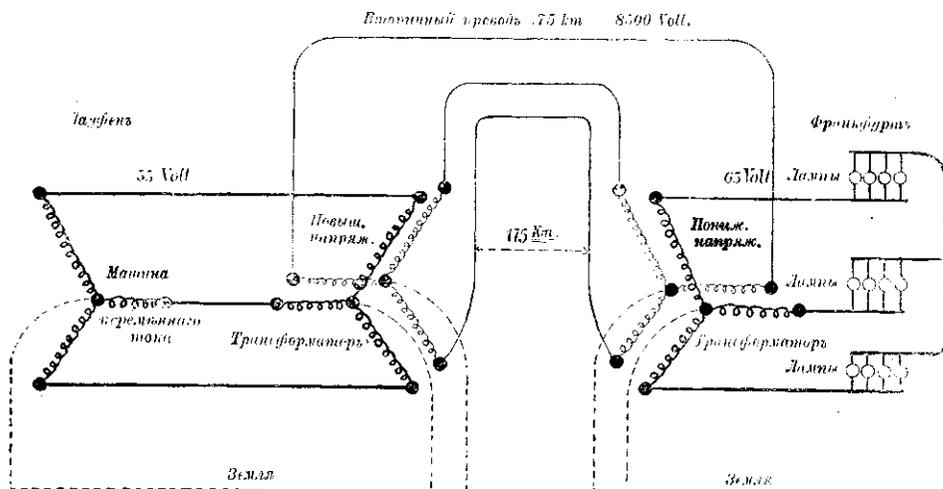
Электрическая передача на большое расстояние сделала еще шаг вперед, тогда прибегли к помощи переменного тока. Уже непосредственно получение тока высокого напряжения от динамомашин переменного тока достигается легче, чем от динамомашин постоянного тока, потому что как мы уже видели раньше, переменный ток можно собирать из индуктивных катушек в провод без всякого подвижного контакта; кроме этого выгодного для машин переменного тока условия существует еще другое: высокое напряжение можно производить не в самой динамомашине, а предоставлять делать это преобразование трансформатору; тогда генераторная машина производит ток низкого напряжения, что выгодно для постройки и действия динамомашин; этот ток в трансформаторе преобразуется в ток высокого напряжения, идет по линии проводов, на месте двигателя может преобразовываться опять в ток низкого напряжения. Итак, опасное напряжение не имеет доступа к машинам и ограничивается линией проводов, которую можно в достаточной степени обезопасить от возможности прикосновения к ней.

Применение переменного тока сначала представляло то затруднение, что не было удовлетворительно и экономично работающих двигателей переменного тока. Изобретение индукционного двигателя устранило затруднение и открыло пути к введению передачи энергии в больших размерах и на большие расстояния. В немногие лет молодая техника развилась, и в настоящее время установки для передачи энергии уже довольно распространены, что о величине и значении, которых они достигнут в будущем, мы не можем себе составить даже и приблизительного представления. Заслугу в достижении такого значительного развития принадлежат прежде всего „Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft" и его представителю, Е. Ратено, а затем машиностроительному заводу Эрликом я его конструктору, Броуну.

Передача энергии между Лауфеном и Франкфурт-на-Майне
В десяти километрах от Гейльбронна на Некаре расположено привольное местечко Лауфен, о котором в прежнее время никто и не думал, чтобы оно когда-нибудь могло сыграть значительную роль в истории

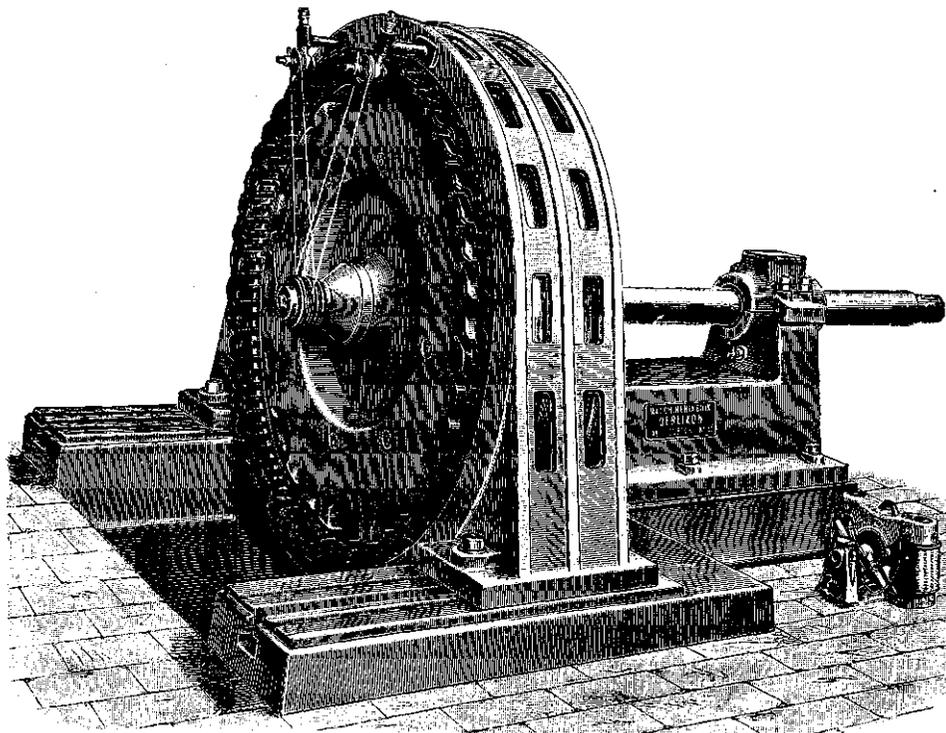


481. Первичная станция в Лауфене на Некаре.



482. Схема соединений пробной установки „Лауфен — Франкфурт-н-М.“

развития техЕИпш. Въ немъ имеется цементный заводъ, который Некаръ снабжаетъ значительнымъ количествомъ водяной энергии. Заводъ могъ использовать лишь незначительную часть этой энергии, тогда какъ большая часть ея пропадала безъ пользы; управлению завода пришла мысль использовать со. Какъ разъ въ то время, въ конце восьмидесятыхъ годовъ, были произведены первые удачные опыты надъ электрической передачей энергии; поэтому управление цементнаго завода остановилось на мысли продавать избытокъ своей водяной энергии промышленному Гейльброну, передавая ее туда въ форме электрическаго тока. Первоначально думали передавать токъ постоянного наиравления, но Оскаръ фонъ-Миллеръ, позднейший строитель всен



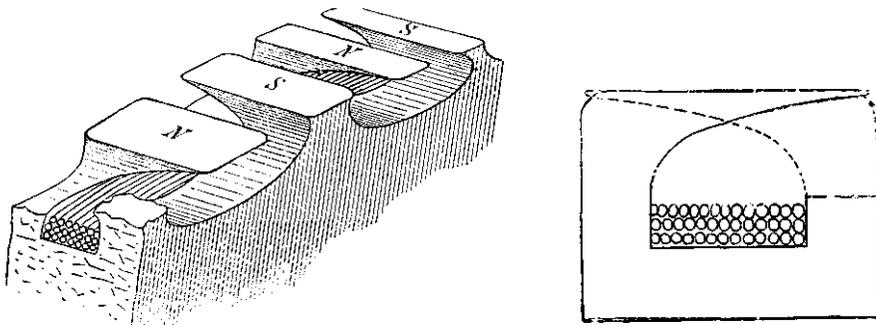
433. Машина трехфазнаго тока.

установки, предложилъ систему трехфазнаго тока, о которой въ то время иачали говорить, на что дирекция и выразила свое согласие.

Для получения энергии отъ водопада были установлены три турбины, въ 300 лошадиныхъ силъ каждая. На рисунке 481 мы, даемъ разрезъ установивки одной изъ турбинъ; считаемъ не лишнимъ замечнуть, что въ настоящее время уже неохотно соединяють турбину съ динамо помощью передача, предпочитая снабжать обе машины общимъ валомъ, какъ мы это увидимъ изъ Июследующаго.

Пока еще шли подготовительныя работы, осенью 1890 г. возникъ планъ воспользоваться этой установкой для грандиознаго опыта, а именно попытаться передать энергию изъ Лауфена во Франкфуртъ-на-М., разстояние между которыми достигаетъ 175 км. На такая разстояния энергия еще не передавалась до техъ поръ, если, конечно, не считать техъ незначительныхъ передачъ, которыми мы пользуемся для телеграфии. Предполагавшееся къ Ииердаче количество энергии было весьма значительно, а именно вся энергия,

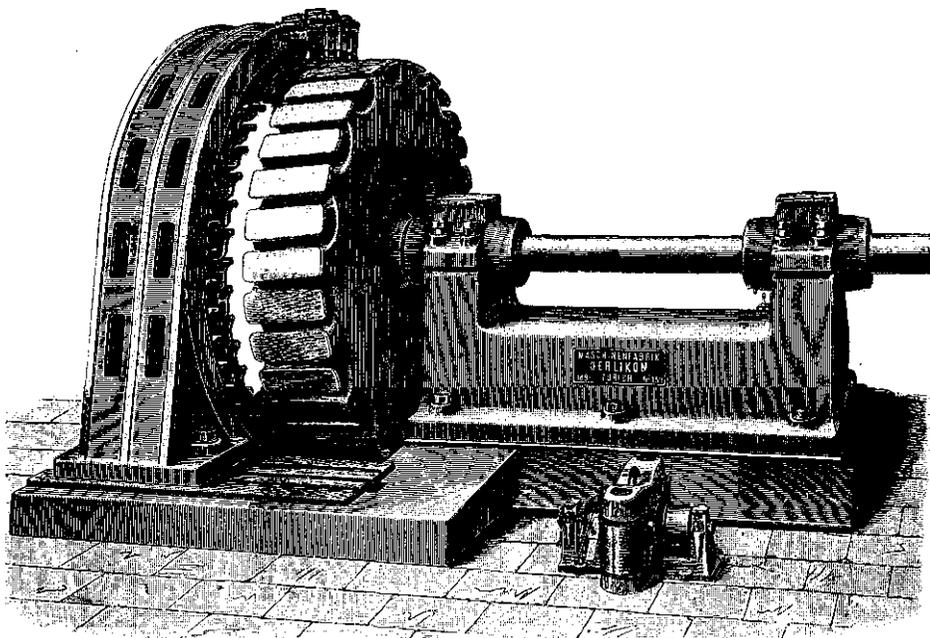
доставляемая одной из трех турбин мощностью более чем в 300 лошадиных сил. Этот грандиозный проект принадлежал обществу „Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft“, которое для выполнения его соединилось с машиностроительным заводом Эрликонь.



484. Устройство индуктора лауфенской динамомшины.

Передаточный провод состоял из трех медных проволок, которые были подвешены на столбах в 8 метров высоту при помощи особой конструкции очень больших фарфоровых изоляторов.

По этим проводам передавался ток напряжением в 8500 вольт; это напряжение достигалось не в машине трехфазного тока, которую мы



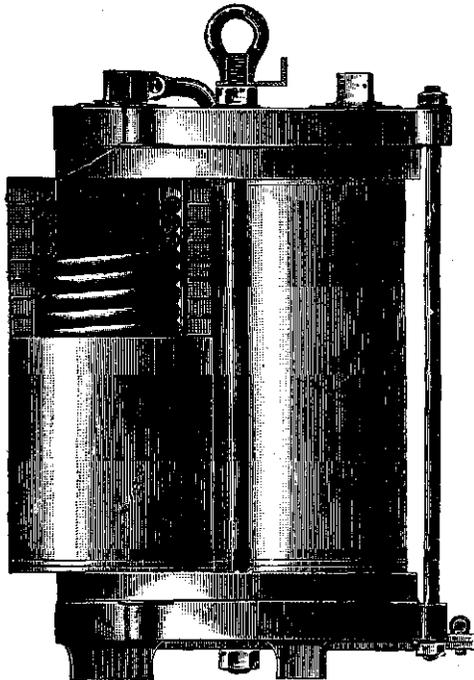
опишем ниже, а помощью трансформатора, повышателя напряжения, включенного между проводом и машиной. Эти 8500 вольт во Франкфурте понижались помощью второго трансформатора до 65

485. Машина трехфазного тона.

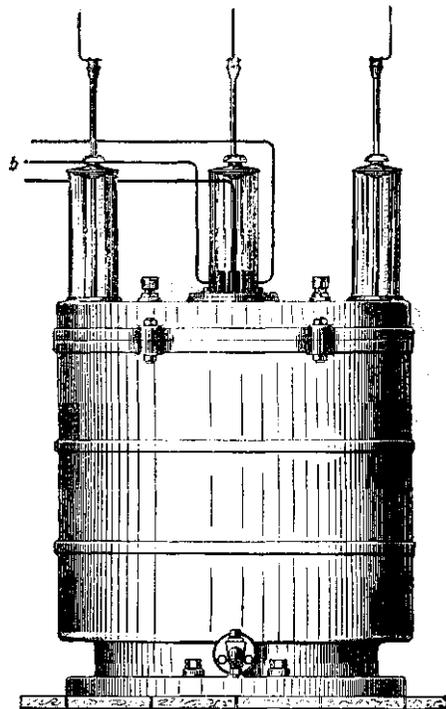
вольт, каковым третичным уже током питались на выставке лампы и двигатели. Соединение различных машин и трансформаторов показано на рис. 482.

ИИовышателемъ, который преобразовываетъ 55 первичныхъ вольтъ въ 8500 вторичныхъ.. Съ этимъ напряжениемъ и съ почти въ 150 разъ уменьшенной силою токъ передается по тройному проводу во Франкфуртъ; здесь понижающимъ трансформаторомъ напряжение его доводится до 65 вольтъ, после чего имъ уже пользуются для питания лампъ и двигателей. Изъ воспринятой въ Лауфене динамомашинной энергии около 70% получались во Франкфурте. Если принять во внимание дальность разстояния и то, что вся установка носила характеръ опыта, результатъ следуетъ признать блестящимъ; онъ имель весьма важныя и разнообразныя послѣдствія.

Примененная для опыта динамомашина, которая и до сихъ поръ облущиваетъ совместно со второю такою же машиною лауфенскую станцію, Иш-



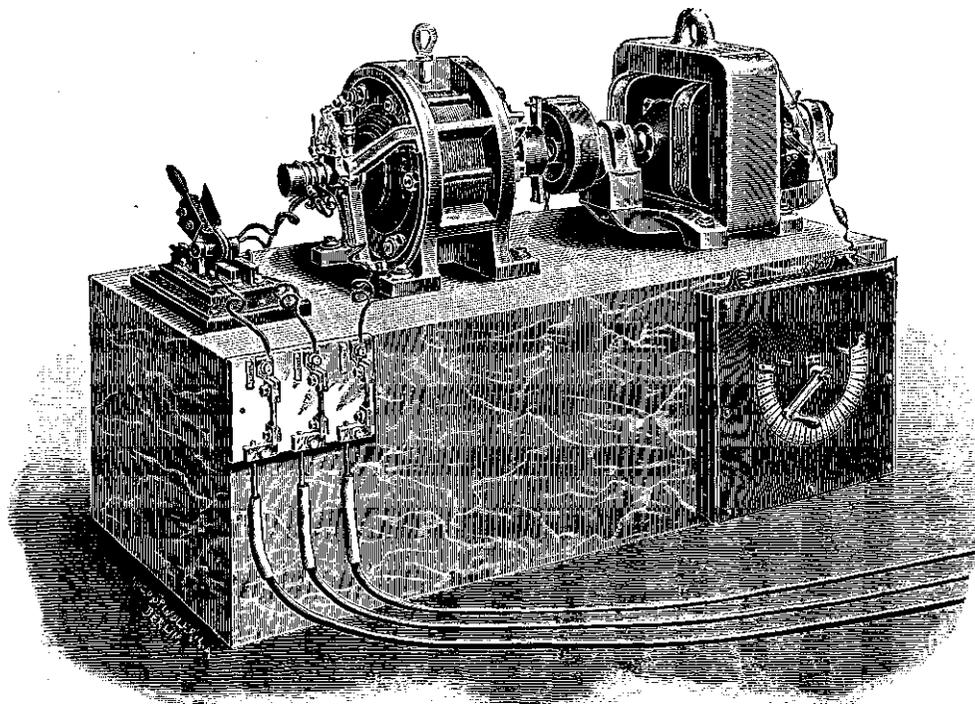
486. Трансформаторъ трехфазнаго тока.



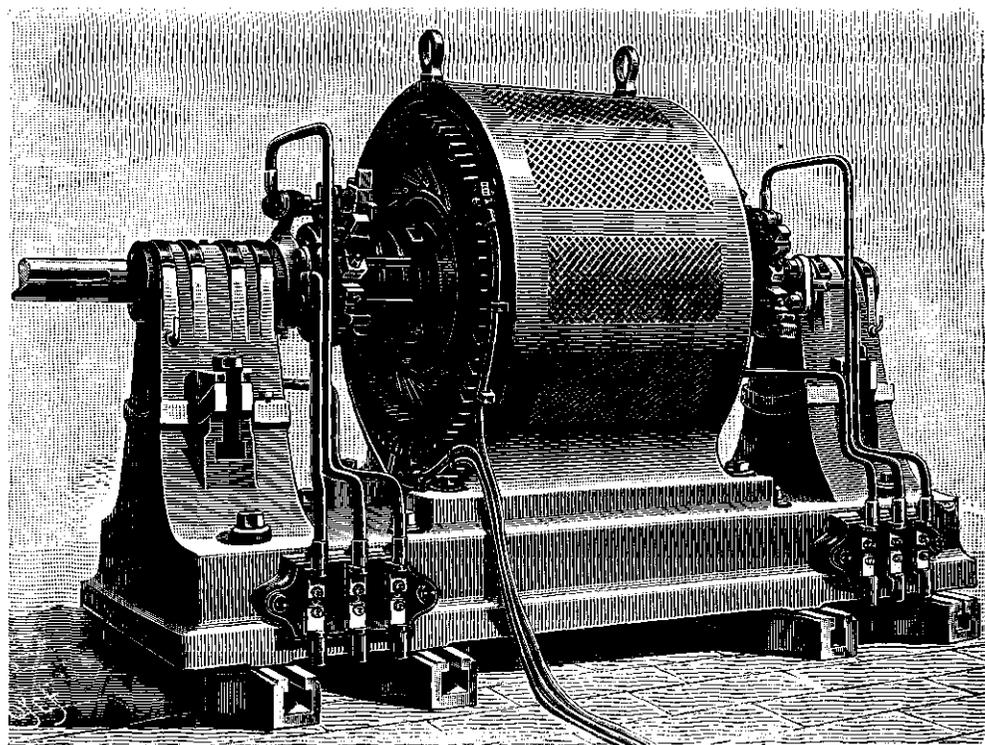
487, Масляный трансформаторъ.

a

тающую Гейльбропъ, состоитъ изъ неподвижнаго якоря, обхватывающаго въ видѣ наружнаго венца колесообразныи вращающийся магнитъ (рис. 483). Этотъ якорь ИИостроенъ изъ тоыкихъ колець листового железа, которыя еоставлены изъ отдельныхъ сегментовъ; кольца изъ листового железа изолярованы другъ отъ друга. Кольцо скреплено рамою изъ литого железа. Вдоль внутренней поверхности кольца высверлено 96 круглыхъ отверстий на разстоянии 60 см. одно отъ другого, диаметромъ въ 33 мм. каждое; въ нихъ вставлены медныя стержни диаметромъ въ 29 мм., снабженные* азбестовой оболочкой. Все эти стержни разбиты на три группы, причеиъ стержни 1, 4, 7 я т. д. входятъ въ составъ одной группы, 2, 5, 8 и т. д. въ составъ другой и, наконецъ, 3, 6, 9 и т. д. въ составъ третьей. Стержни каждой группы соединены вместе, образуя своего рода обмотку, посылающую свой переменный токъ во внешнюю цепь. Такихъ обмотокъ образуется три отдельныхъ. Мимо стержней одной и той же группы Июлюсы магнита проходятъ одновременно, мимо же стержней различныхъ группъ они ироходятъ после-



488. Двигатель трехфазного тока.



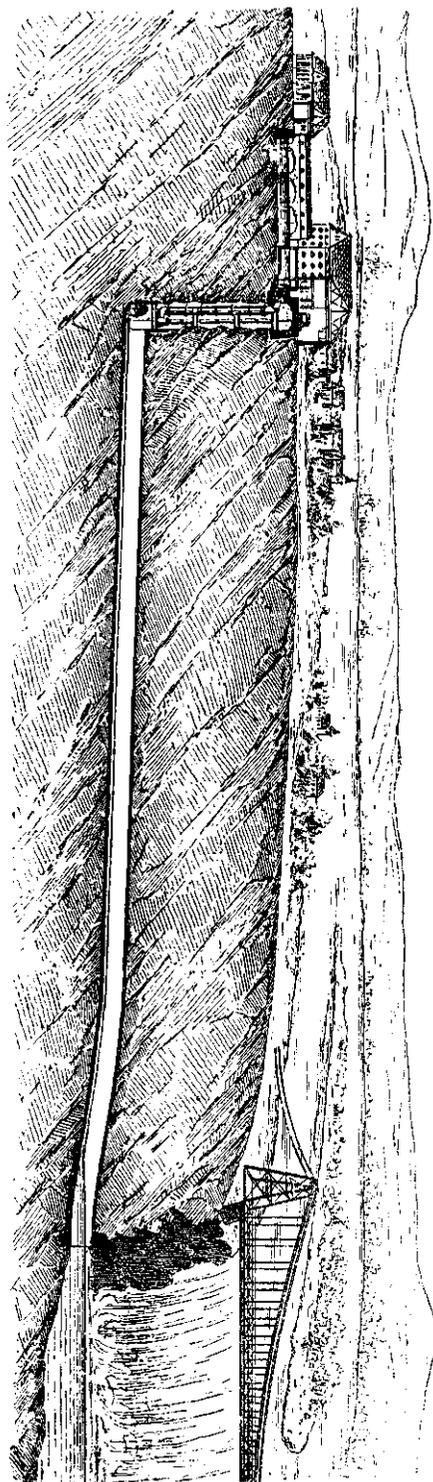
489. Двигатель трехфазного тока Добровольского въ 100 л. силъ.

довательно: сначала мимо стержней 1, 4, 7 и т. д., потом мимо стержней 2, 5, 8 и т. д., и затем уже мимо стержней 3, 6, 9 и т. д. Благодаря этому переменные токи, возбуждаемые в каждой из трех групп, сдвинуты друге относительно друга по фазе на $\frac{2}{3}$ периода.

Магнит, согласно сказанному выше, должен иметь для каждой трех стержней один полюс, т. е. на нем должно быть 32 полюса. Броунъ придать этому многополюсному магниту следующее устройство. Онъ насадил на валъ подобие ременного шкива изъ литого железа, сделав на его боковой поверхности глубокий желобокъ, въ который и поместилъ 496 оборотовъ 5 миллиметровой изолированной медной проволоки. Если мы пропустимъ по этимъ оборотамъ достаточной силы токъ, то короткий железный цилиндръ намагничивается, причемъ одинъ край желоба делается севернымъ полюсомъ, другой — южнымъ. Затемъ Броунъ поместилъ на одномъ и на другомъ краяхъ желоба попеременно полюсные наконечники, форму которыхъ легче всего уяснить себе изъ рисунка 484. Эти выступы будутъ такимъ образомъ попеременно северными и южными полюсами. Выгода подобной конструкции заключается въ томъ, что магнитъ снабжается одной только обмоткой и что сердечникъ отливается въ форме одного куска; и то и другое значительно удешевляютъ конструкцию. Подводящимъ къ обмотке магнита токъ приспособлениемъ служатъ два кольца, черезъ которые перекинута безконечная медная шнуръ; шнуръ эти перекинута еще черезъ два изолированныхъ медныхъ ролика, изъ которыхъ каждый соединенъ съ однимъ изъ полюсовъ показанной на рис. 483 динамомашинны постоянной тока, служащей для возбуждения электромагнита.

Благодаря особому устройству иодшипниковъ (рис. 485) электромагнитъ можетъ быть выдвинуть изъ якоряго кольца безъ вынимания вала.

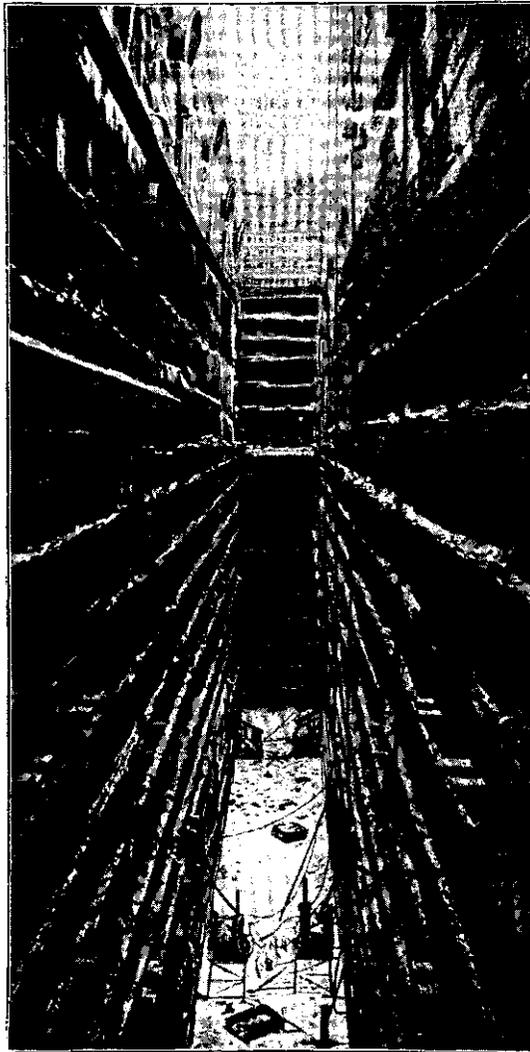
490. Продольный разрезъ проводящаго воду туннеля наптарской установни.



Мы считаем необходимым сказать еще несколько слов относительно повышающих и понижающих напряжение трансформаторов. Согласно сказанному выше трансформатор трехфазного тока состоит из трех соединенных трансформаторов простого, т. е. однофазного переменного тока. Первичные обмотки трех трансформаторов соединены звездой, а три свободные

конца

присоединяются



491. Новая шахта для турбин.

движение

машины постоянного

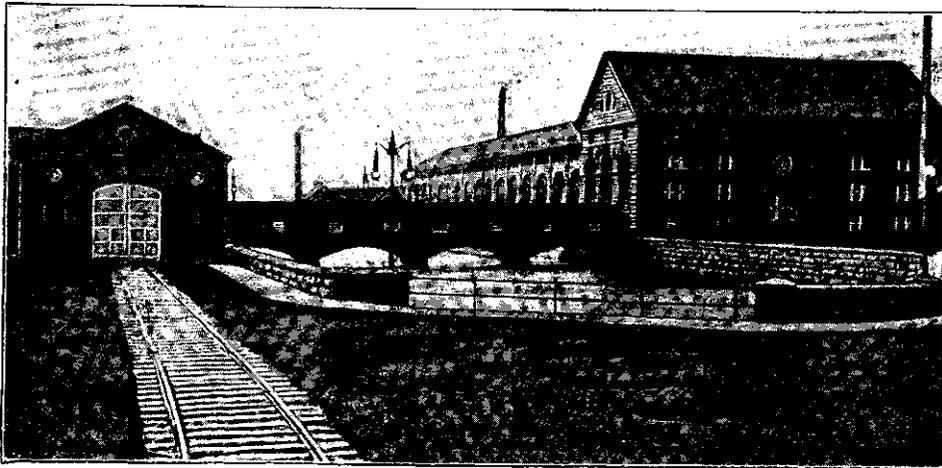
тока; мы имеем здесь установку для преобразования трехфазного тока в постоянный, в том виде, в котором ею часто пользуются на практике в увеличенном конечно масштабе.

Питание трехфазным током статора во всяком случае выгоднее, так как двигатель в этом случае получает более простое устройство, и не приходится прибегать, по крайней мере в небольших двигателях, к скользящим контактам. В больших двигателях, даже и в том случае, когда ротор является вторичным индуктором, применения скользящих

к первичным проводам, как это показано на рис. 482. Подобным же образом вторичные обмотки соединены между собою и с тремя идущими во Франкфурт проводами. Три отдельные трансформатора устанавливаются в одном общем помещении, отчего трансформатор трехфазного тока принимает вид, показанный на рис. 486. Для большей безопасности при лауфенском опыте трансформаторы погружали в минеральное масло, что давало лучшую изоляцию. Внешний вид такого масляного трансформатора показан на рис. 487. Как уже было объяснено выше, в индукционных двигателях в качестве первичного индуктора можно выбрать ротор или статор. В новейшее время для этой цели применяется главным образом статор, но на Франкфуртской выставке Allgemeine Electricitats-Gesellschaft применяло и другой способ. Так, на рис. 488 изображен двигатель трехфазного тока, в котором ток подводится к трем скользящим кольцам к ротору, тогда как статор служит вторичным индуктором. Чертеж этот знакомить нас с любезным применением трехфазного тока. Двигатель приводит в движение машину постоянного

контактовъ нельзя избежать главнѣшъ образомъ вследствие явлений, сопровождающихъ пускание двигателя въ ходъ. -

При пуске въ ходъ двигателя съ нагрузкой, пока роторъ лишь постепенно достигаетъ Игольной скорости, индуцированные въ немъ токи достигаютъ огромной силы, которая падаетъ до нормального предела лишь после того какъ разность скоростей вращения магнитнаго поля и ротора достигаетъ наименьшаго значения; тогда изменение числа силовыхъ линий въ роторе, а потому и сила индуцированнаго тока делаются относительно малыми. Изъ небольшихъ двигателяхъ этотъ непродолжительный избытокъ силы тока не представляетъ большого неудобства, но для большихъ двигателей дело обстоитъ иначе. Подъ влияниемъ сильныхъ индуцированныхъ токовъ, магнитныя явления въ двигателе, имеюща решашее значеніе на его мощность, изменяются въ невыгодную сторону, вследствие чего оказывается полезнымъ по возможности ослаблять силу тока во вторичномъ индукторе, которымъ въ

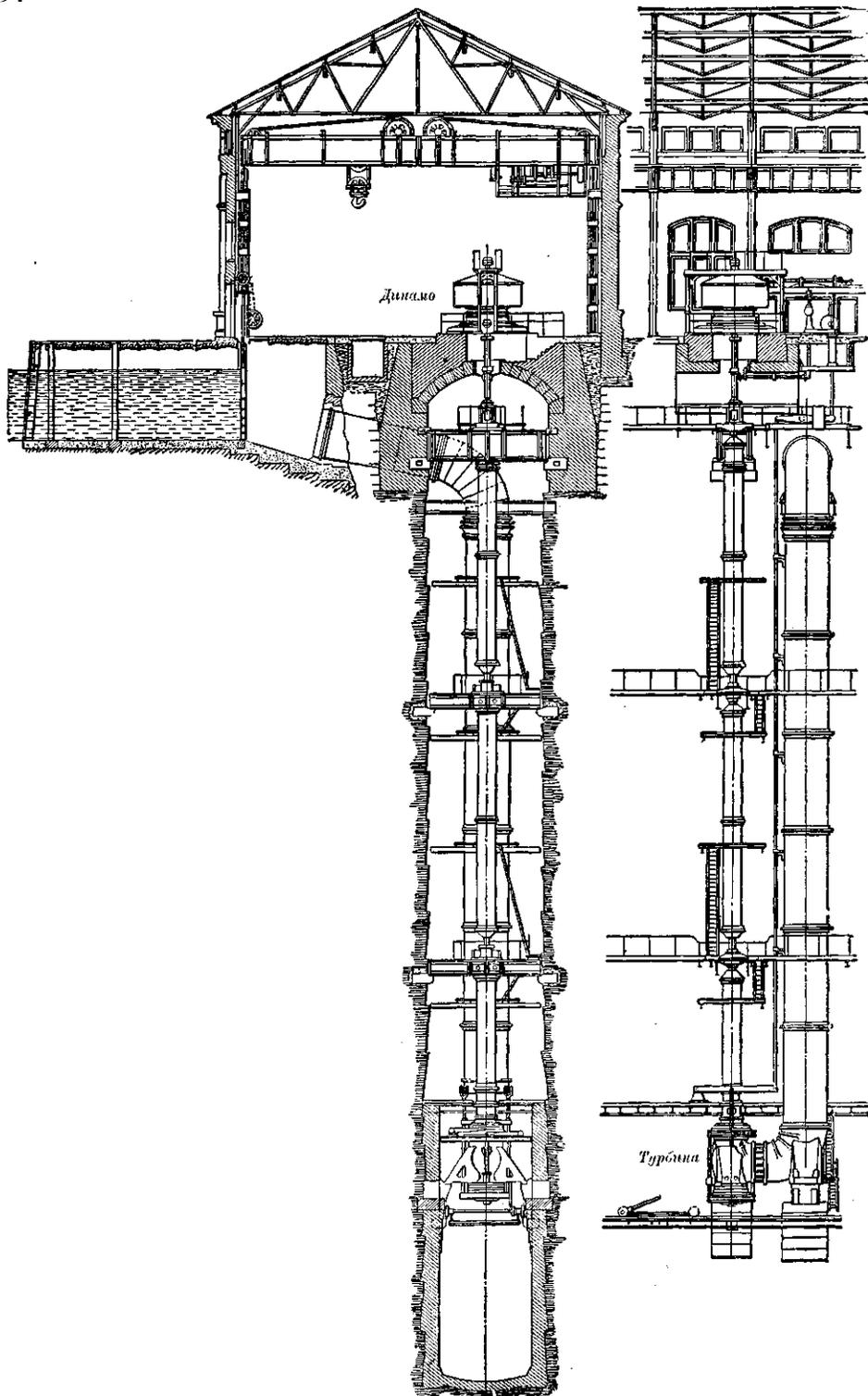


492. Машинное отделение и проводящий воду каналъ.

большинствѣ случаевъ является роторъ. Ради этого роторъ снабжаютъ не замкнутой на себя обмоткой, какъ на рис. 480, а тремя обмотками, которыя соединяются звездой; свободные кетцы ихъ отводятся къ скользящимъ контактамъ, а отъ последнихъ помощью проводовъ къ тремъ реостатамъ, за которыми оне уже соединяются вместе. Включениемъ сопротивлений реостатовъ достигается ослабление индуцированнаго тока и предупреждается слишкомъ, сильный толчекъ при пуске въ ходъ. Какъ только двигатель достигаетъ полнаго хода, сопротивления выключаются, и двигатель продолжаетъ работать съ замкнутымъ на себя якоремъ.

Подобнымъ образомъ устроенный двигатель трехфазнаго тока показанъ на рис. 489. Это двигатель въ 100 лошадиныхъ силъ, экспонировавшийся обществомъ Allgem. Elektricitats - Gesellschaft на Франкфуртской выставке. Следуетъ заметить, что примененные здесь скользящие контакты служатъ не для введения питающаго двигателя тока, какъ на рис. 488, но являются лишь посредниками между индукционной обмоткой ротора и реостатами.

Удачный исходъ лауфенскаго опыта привелъ къ важнымъ послѣдствіямъ. После того какъ лауфенскій опытъ доказалъ возможность передачи энергии на большія разстоянія, было обращено вниманіе на промышленное значеніе использования большихъ запасовъ водяной силы. Америка тотчасъ приступила къ оборудованію своего богатаго запаса водяной энергии; въ немного



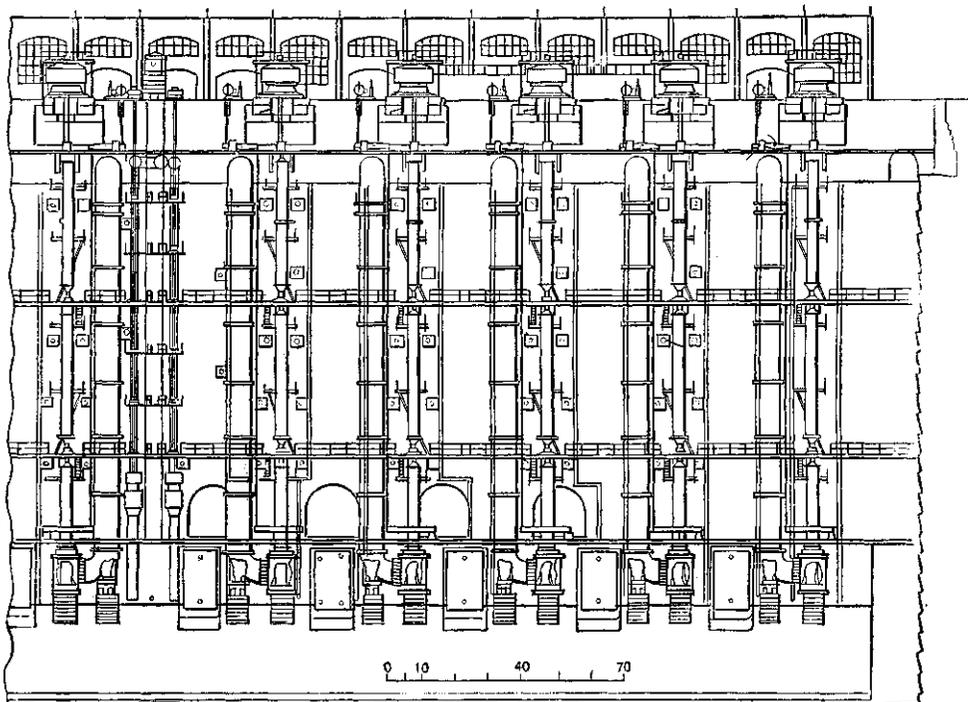
леть въ ней возникло несколько сотъ такихъ предприятий, такъ что приспособленныя для добывания

изъ Рейнскаго водопада добываютъ до 15000 лошадиной силы энергии.

Помимо этого добываютъ энергию

гарский водопад и заставить его служить целям промышленности. Самая идея не представляла новизны, ибо уже более полувека тому назад возникло стремление использовать этот громадный запас энергии, "выразиваеся появлением огромного числа проектов, обладавших лишь тем недостатком, что они не разрешали вопроса о распределении и передаче на расстояние долженствовавшей быть добытой силы. С разработкой вопроса об электрической передаче энергии устранился и этот недостаток, лауфенский же опыт дал решительный толчок, доказав пригодность высокого напряжения.

Еще в 1889 г., т.-е. еще до лауфенского опыта, составилось общество „Cataract Construction Co" (компания для оборудования водопада), приобретшее



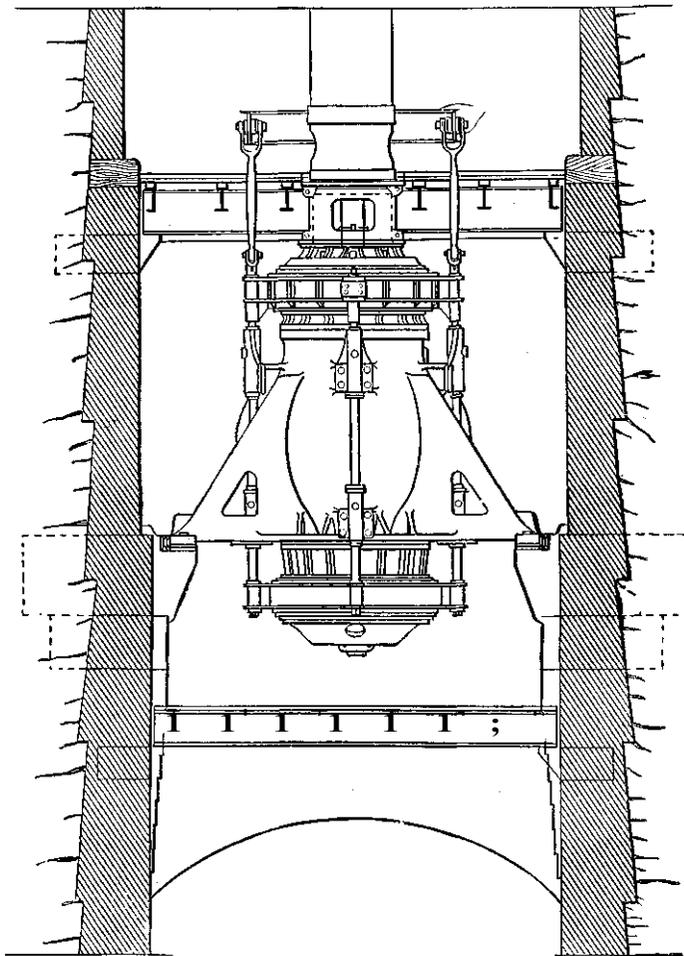
494. Расположение турбин в шахте.

право на пользование из водопада с американской стороны 20г> 000 лошадиных сил и с канадской стороны 250000 лошадиных сил. Для разыскания способов к добытию такого количества энергии и к ее распределению был устроен съезд первоклассных ученых и техников, который высказался за применение электрической передачи энергии. Следуя совету английского электрика, профессора Форбеса, было постановлено разбить все предприятие на крупные единицы мощностью до 5000 лошадиных сил и применить двухфазную систему Тесла; согласно этому решению и была построена станция.

Река Ниагара образует острый угол, в вершине которого и расположены водопады. Километра на два выше водопада вода из реки отводится по канаве длиной в 500 метров и подводится к турбинам, расположенным на 50 метров под уровнем воды, по трем прочным трубам. Из турбин вода отводится по туннелю, в 2 километра длиной, обратно в реку к месту, расположенному приблизительно на 2 километра ниже водо-

пада. Рисунок 490 поясняет это; считаемь однако необходимымъ заметить, что ради большей ясности мы поместили выходъ изъ туннеля очень близко къ водопадамъ.

Въ верхнемъ конце туннеля, съ покатостью къ выходу, находится высеченная въ скале колесная или турбинная шахта, которая имела вначале 54 метра глубины, 42 метра длины и 5,5 метра ширины и предназначалась для устьяовки 3 турбинъ. При громадности спроса на токъ общество ока-



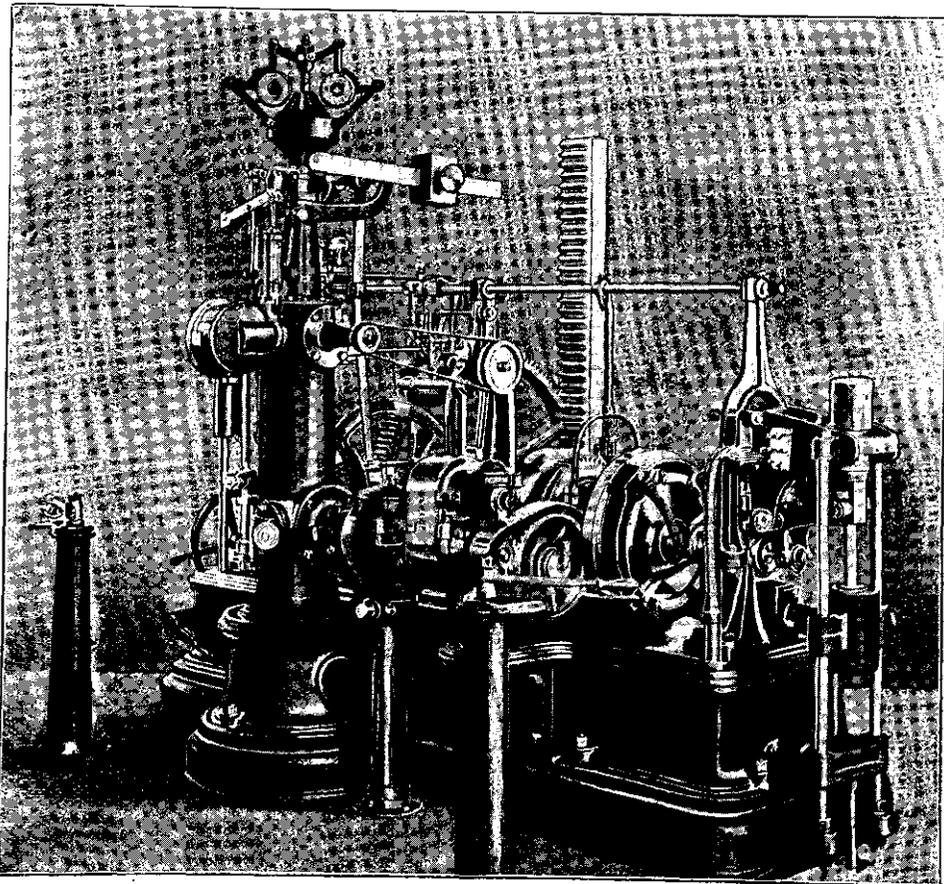
495. Двойная турбина Ниагарской станции.

залось въ невырожденномъ временн вынужденнымъ расширить всю установку, для чего прежде всего удлинено шахту. Для этой цели скала пропильвалась вдоль обеихъ стѣнъ мапшнами (алмазными пилами) на 2 метра, после чего оставшуюся часть взрывали, и затемъ повторяли всю работу въ прежнемъ порядкѣ. Такимъ способомъ получили глубокое ущелье, изображенное на рис. 491. Стѣны его закреплены для безопасности толстой кирпичной обшивкой.

Въ этой-то шахтѣ и установлены турбины; все устройство въ главныхъ чертахъ состоитъ изъ подводящихъ воду трубъ, турбинныхъ колесъ и валовъ съ подшипниками. Подводимая изъ верхняго течения вода направляется

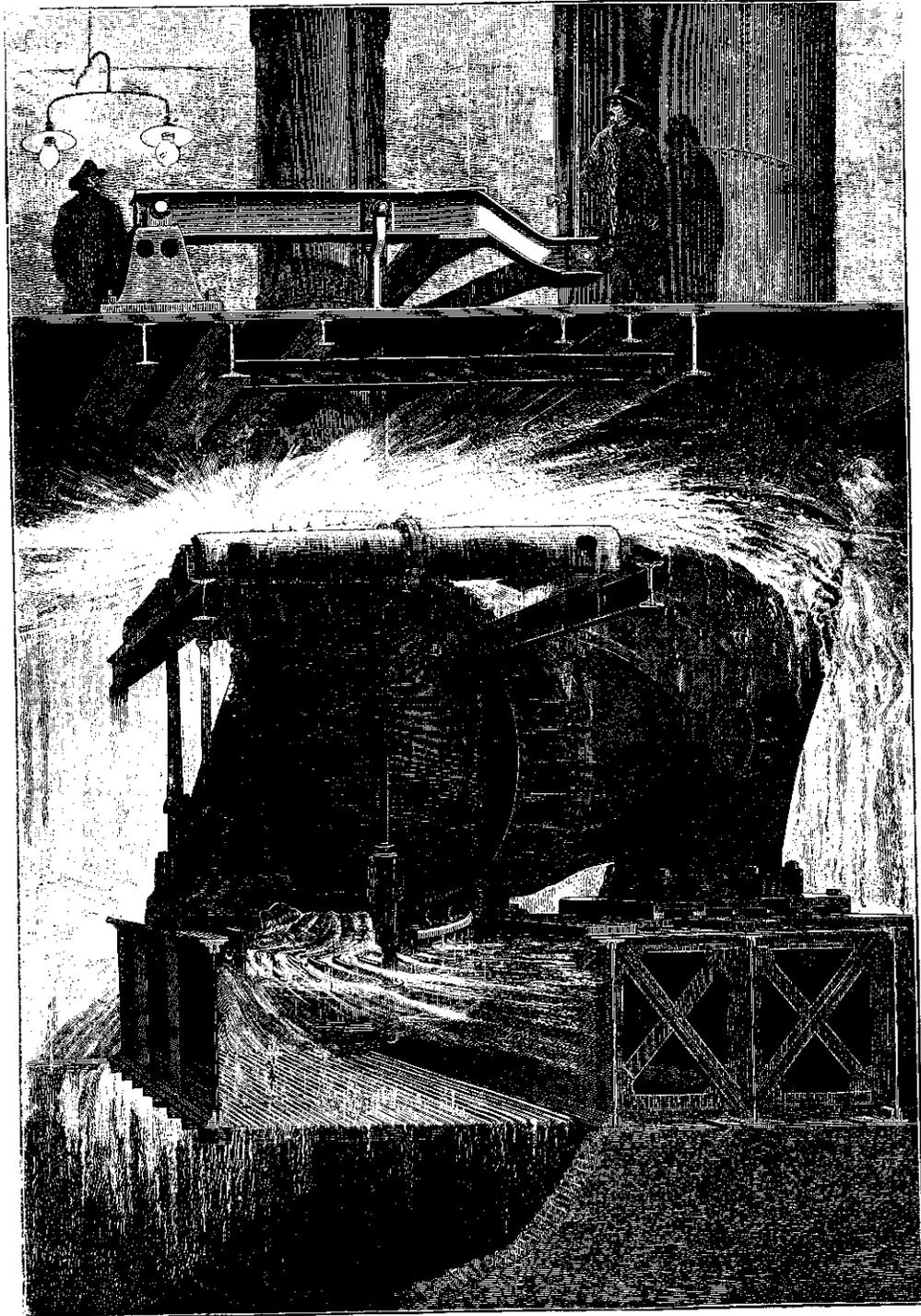
сначала во впускной канал, который показан на рис. 492, отсюда уже при помощи особого устройства вороты она подводится къ отдельнымъ турбиннымъ трубамъ. Трубы подводятъ ее къ самимъ турбинамъ, которыя, какъ показано на черт. 493, установлены немного выше подошвы шахты. Читателю конечно бросается въ глаза, какъ невелики эти машины въ сравнении съ остальною частью устройства, трубами и валами.

Въ устроенной до настоящаго времени шахте установлено въ общемъ 8 такихъ турбинъ, расположение которыхъ схематически указано на рис. 494..



496. Самодействующий регуляторъ.

Въ шахте устроено 3 галереи, позволяющихъ подходить къ подшипникамъ—каждый валъ, доходящъ до машиннаго отдѣленія, оканчивается въ соответствующей динамомашинѣ. Что же касается самихъ турбинъ, то оне быии построены по чертежамъ фирмы Фэтъ и Пиккаръ въ Генфѣ, ибо американцы оказались недостаточно компетентными въ конструкціи такихъ большихъ турбинъ. Каждая изъ нихъ состоитъ (рис. 495) изъ двухъ отдельныхъ турбинъ, которыя установлены одна подъ другой и соединены общей оболочкой—одна изъ нихъ расположена выше отверстия, впускающаго воду, другая ниже' и такъ какъ, благодаря такому расположению, громадное давление воды распределяется въ обе стороны, то оно и не обременяетъ черезчуръ сильно подшипниковъ. Помощью особаго приспособленія верхнему колесу сообщаютъ большее водяное давление, чѣмъ нижнему, благодаря чему этотъ из-



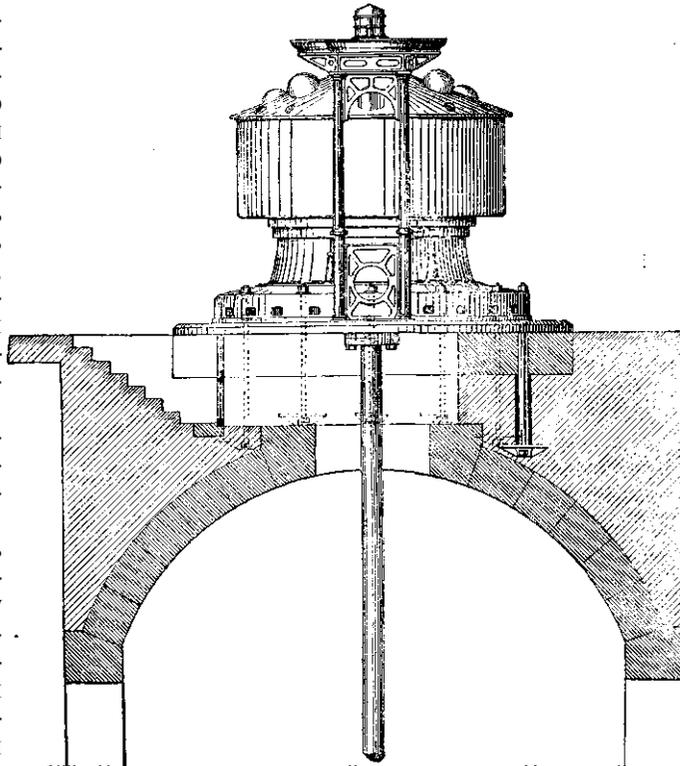
497. Ниагарския турбины во врешя действия. По „Scientific American“.

быток давления уравнивается, с точностью до нескольких процентов, вес турбины, вала и насаженной на вал части динамомшины, что составляет около 68 500 килограммов.

Каждое колесо заключено в особую оболочку из литого железа; отверстия вращающегося колеса могут быть закрываемы, в целях регулирования, совсем или отчасти. Каким образом сообщается автоматичности этому регулированию, мы расскажем несколько ниже. От соединяющего оба колеса вала отходит громадный вал из стальных труб, поддерживаемый направляющими и конечными подшипниками. Мы не будем одыако, за недостатком места, входить в подробности относительно этой в высшей степени искусно выполненной части всего устройства. Что дело идет о великом техническом произведении, в этом, думаем мы, читатель легко убедится сам, если даст себе труд*ь сообразить, как велико усилие, прилагаемое к валу, который служит для доставки 5000 лошадиных сил.

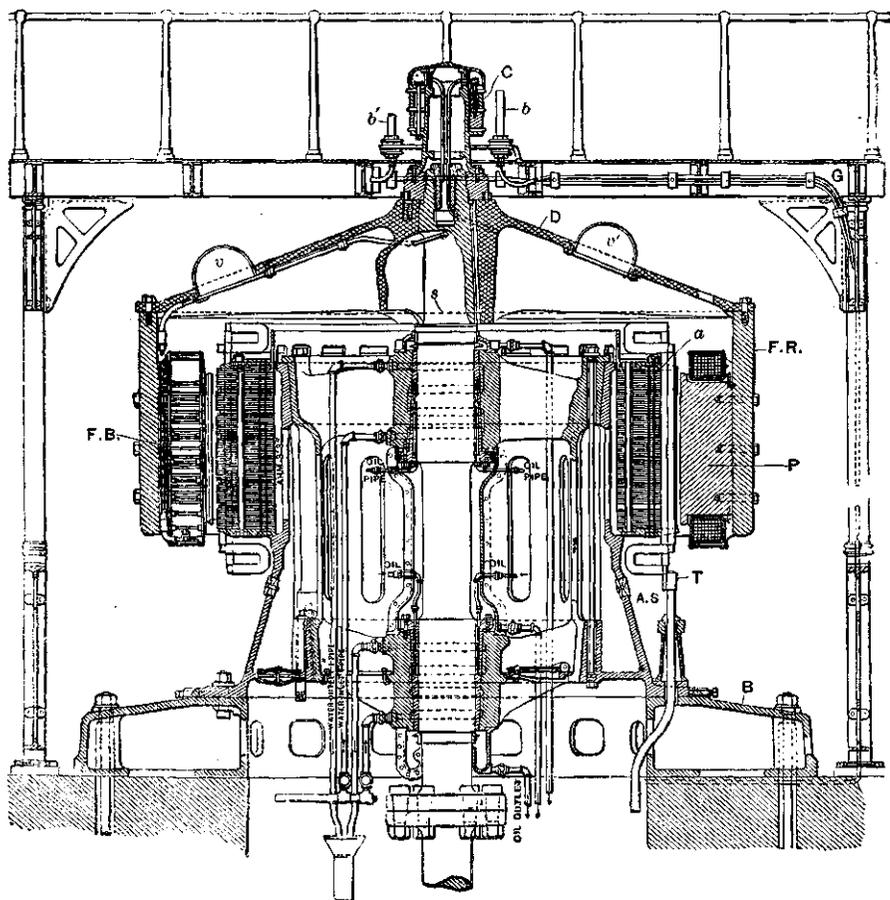
Если читатель запомнит это обстоятельство, то ему сделается совершенно ионятной необходимостью тщательной и автоматической регулировки двигателя и турбины. Если бы вследствие разрыва

провода или по какой-нибудь другой причине поглощающая ток машина отказалась бы функционировать, т.-е. лишилась бы тока, то двигатель, сразу лишившись нагрузки, так сказать, понес бы. Если сообразить, какия громадные массы приводятся им в вращение, то станет очевидной опасность, грозящая от увеличенной еще скоростью вращения центробежной силы машины. Да кроме этого крайняго случая динамомшины, испытывающия колебания в работе, а стало быть и в потреблении энергии, требуют, чтобы скорость вращения была приблизительно постоянной для того, чтобы оне могли поддерживать на постоянной высоте напряжение и число перемен, что необходимо для надежности производства. Для достижения подобнаго регулирования устанавливають регулятор, уравнивающий истечение воды из турбины помощью центробежнаго уравнивателя; последний то подымает, то опускает направляющую штангу, соединенную с перекрывающими и окружающими вращающимися колесами цилиндрами. Это производится следующим образом. В регуляторе



198. Соединение вала с машиной переменного тока Ниагарской станции.

двигутся два вала в противоположном направлении. Один или другой из них, т.е. может быть соединен с зубчатой передачей, захватывающей соединенную с направляющей штангой зубчатую рейку. Смотря по тому, который из соединенных валов начинает действовать, зубчатая рейка поднимается или опускается. То или другое соединение достигается помощью магнитного соединения, т.е. подобно обычным трещущимся соединениям; оба подлежащие соединению вала плотно соединяются или разъединяются вследствие воздействия электромагнита. Для вращающегося влево и вправо соеди-



499. Разрез машины переменного тока Ниагарской станции.

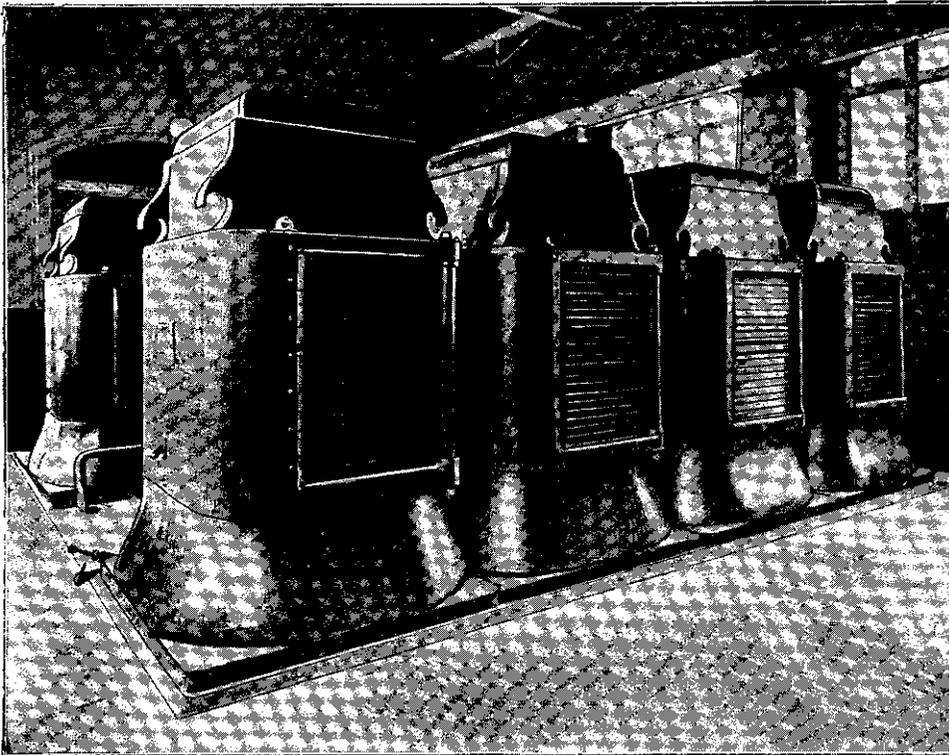
Иштельного вала должны быть применяемы два электромагнита, так что в зависимости от того, который из них двух возбуждается, зубчатая ииганга опускается или Июднимается, или же остается в покое, если ии один из магнитов не возбужденъ.

Центробежный регулятор соединенъ съ электрическимъ контактомъ. Если число оборотовъ турбиннаго вала нормально, оба шара центробежнаго двигателя расходятся настолько, что соединенный съ ними контактный ириборъ не производитъ нигде контакта. Съ замодлеиемъ хода турбиннаго вала шары сближаются, вследствие этого контактный апиаратъ приходитъ въ действие, и въ цепь включается тотъ электромагнитъ, который помощью целлаго ряда механизмовъ Июднимаетъ зубчатую штангу. Еслп валъ вращаетск

черезчурь быстро, то начипають действовать другой контактъ, другой маг-
ыить, другое соединение, и зубчатая штанга оттягивается внизъ.

Изображение придуманнаго Колеманомъ Селлерсомъ, знаменитымъ аме-
риканскимъ конструкторомъ, регулятора мы даемъ на рис. 496.

Прежде чемъ покинуть сырую и темную турбинную шахту и перейти
къ светлой электрической верхней части, мы даемъ на рис. 497 иллюстрацию
двойной турбины Ниагарской станции. Читатель ВРИДИТЬ на заднемъ плане
моищную водяную трубу, о размерахъ которой онъ можетъ составить себе
Иютитие, сравнивъ ее съ стоящимъ впереди сторожемъ. Немного далее видны
оба брызжущия колеса; около нижняго колеса отчетливо видень регулиющия



500. Трансформаторы.

цилиндръ и его наярвляющия штанги, изъ которыхъ одна, идущая вверхъ,
проходить мимо сторожа, ЛевЕе расяоложсний более тонкий цилиндръ
обозначаетъ валь турбины.

Поднимемъ теперь наверхъ къ динамомашинамъ. Изъ рис. 498
явствуеть, что турбишная Ияхта замыкаются наверху надежнымъ сводомъ,
иа которомъ располагаются динамомашини и сквозь который проходитъ го-
лова турбишнаго вала. На последнюю насаженъ индуктирующий магнитъ, обе-
гающий индукторъ; его Июлиосы раслололгены по радиусамъ и направлены впу-
трь.

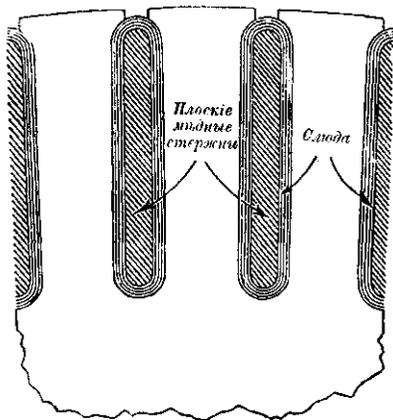
Такое устройство имеетъ целью воспользоваться взаимнымъ притяже-
ниемъ между магнитомъ я якоремъ для вротяводства дентробежной силе.
Что сила эта не можетъ быть малеяькой, явотвуетъ изъ того, что скорость
вращения турбнны и якоря достигаетъ 250 оборотовъ въ минуту, и что ли-
нейная скорость движения магнита равяются 2,8 кяломотражъ въ минуту и
что, наконецъ, весь якоря достнгаеть 35 000 кнлограммовъ.

Во внутреннем просвете магнита расположен якорь, покоящийся на головном своде шахты; весь его достигает до 40000 тшлограммовъ. Железный сердечникъ якоря (ср. рис. 449) составленъ изъ колець листового железа и установленъ на стальномъ цилиндрическомъ цоколе, плотно привинченномъ къ полу. Этотъ цилиндръ поддерживаетъ ступицу съ двумя рядами звездообразно посаженныхъ спиць; ступица эта просверлена и служить последнимъ подшипникомъ для турбиннаго вала.

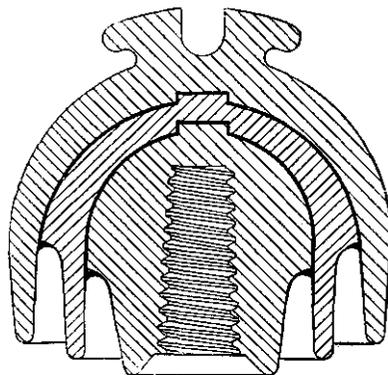
Обмотка якоря расположена въ желобе железнаго сердечника, что ясно видно на рис. 501. Мы видимъ, что надлежащимъ образомъ продыравленные пластины сердечника образуютъ сквозные каналы, въ которыхъ, съ применениемъ слюдяной прослойки, располагаются въ качестве обмотки плоскіе медные стержни. Такъ какъ дело идетъ о возбужденіи двухфазнаго тока, то применяются две отделенныя одна отъ другой обмотки, которыя поочередно входятъ въ желоба. Число переменъ полу-



Угнетенный полюс



501. Устройство якоря.



502. Трехъполюсный изоляторъ.

совъ достигаетъ 50 въ секунду; это число значитольно меньше применяемыхъ обыкновенно чисель.

Для того, чтобы динамомашина доставляла 5000 электрическихъ лошадиныхъ силъ, приходится къ ней подводить 5150 механическихъ лошадиныхъ силъ; 150 лошадиныхъ силъ очевидно затрачиваются на нагревание машины. Чтобы при такомъ огромномъ выделении тепла не получалось опаснаго перегрева, придуманы остроумные охладители, действующие вентиляцией и водой. Возбуждаемое машинами переменнаго тока напряжение доходитъ до 2100—2400 вольтъ, и каждый изъ обоихъ токовъ обладаетъ силою до 775 амперъ.

На особомъ рисунке мы даемъ видъ 8 машинъ, какъ она представляются намъ въ машинномъ отделении громадной станции. Для большей наглядности рядомъ помещена фигура сторожа, стоящаго у третьей машины. Рисунокъ даетъ намъ понять, насколько целесообразно и предусмотрительно все устроено, ибо несмотря на то, что приходится превращать въ этомъ помещении 40000 лошадиныхъ силъ въ электрическую энергию, прибегаютъ къ услугамъ лишь очень ограниченнаго числа служащихъ.

Большая часть добытой энергии расходуется въ непосредственной близости отъ станции, где быстро развилась и все еще растетъ электрическая

промышленность. Главнейшими потребителями являются электрохимические заводы, о деятельности которых мы будем говорить в следующей главе. Ближе всех расположены заводы „Carborundum С°“ (Компания Карборунда), которые расходуют 2000 лошадиных сил и вырабатывают ИИродуютвь свыше 700 тоннъ. „Pittsburg Reduction С°“ добываетъ аллюминий; она расходуетъ 3000 лошаад. силъ, а такъ какъ работа производится при помощи тока постоянного направления, то она трансформируетъ двухфазный токъ ИИомощью особаго умформера въ токъ постоянного направления въ 160 вольтъ наииряжения. „Union Carbide С°“, добывающая карбидъ кальция, увеличиваетъ въ непродолжительномъ времени свой расходъ энергии до 15 000 лошаад. силъ, ибо спросъ на карбидъ растетъ съ каждымъ днемъ. Затемъ идетъ „Mathieson Alkali С°“, вырабатывающая ЩЕЛОЧЕВЯ соли и белильные вещества; она пользуется 2000 лошаад. силъ, которыя трансформируются одиннадцатю умформерами въ токъ постоянного направления въ 225 вольтъ ыапряжения. Къ этимъ болъпимъ нредприятиямъ присоединяются еще 3 электрохимическихъ завода и городская электрическая станция г. Ниагара. Затемъ отъ 2000 до 3000 лошаад. силъ передается въ Буффало, Тонаванда и Локпортъ. Такъ какъ передаваемый токъ долженъ обладать более высокимъ напряжениемъ, то для этой цели устроено 10 трансформаторовъ, каждый мощностью въ 1250 лошаад. силъ, такъ что четыре изъ нихъ могутъ принять всю энергию, доставляемую одной изъ динамомашинъ въ 5000 лошаад. силъ. Эти трансформаторы довышають напряжение до 11000 вольтъ или, при надлежащемъ последовательномъ соединений, до 22 000 вольтъ. Такой трансформаторъ показанъ на рис. 500. Проводъ въ Вуффало состоитъ изъ проволокъ твердой меди, дрикрепленныхъ къ деревяннымъ штангамъ. Въ качестве изоляторовъ Июльзуются тройными фарфоровыми колпачками, доказанными на рис. 502 въ разрезе.

Этимъ мы закончимъ наше повествование. Изъ всей массы созданнаго и придуманнаго для этой установки мы могли рассказать, и то лишь вкратце, только объ очень незначительной части. Мы надеемся все же, что читатель имеетъ твердое убеждение въ томъ, что американцы, подчинивъ своей воле водопадъ, хотя и не весь, все же совершили великолепное и великое деяние, которое будетъ иметь въ будущемъ чрезвычайно важное значение для всего человечества. Они первые показали, какъ следуетъ устраивать электрическую станцию, которая должна передавать на болыпия разстояния болышия количества энергии. Передача на расстояние энергии имеетъ настолько важное значение для хозяйственной стороны жизни, что съ нею могутъ сравниться лишь железныя дороги, потому что потребление энергии начинается играть все более важную роль въ обнходе человека. Поэтому Ниагарский заводъ открываетъ собою новую эпоху въ развитии техники, которая будетъ иметь неизмеримое влияние на промышленныя ы национально-экономическия отношешя XX столетия, т.-е. она совершитъ то ж& самое, что сделалц телеграфъ И* ы железныя дрроги для нашего столетия.

Гальванотехника.

Покрывание металлов металлами (гальваностегия). Ванны и электроды. Источники тока. Провода. Регулировка тока. Сосуды для растворов. Подготовка покрываемых поверхностей. Изготовление растворов и обращение с ними. Никкелировка. Серебрение. Золочение. Платинирование. Цинкование. Лужение. Покрывание свинцом. Покрывание медью. Покрывание латуню. Cuivre poli. Покрывание железом. Различные применения.

Гальванопластика. Гальванопластика медью. Изготовление гальванопластических снимков. Приготовление форм. Различные применения гальванопластики.



огда токъ проходитъ чрезъ химически сложную жидкость, то онъ разлагаетъ ее. Мы уже видели раньше (стр. 42), что вода разлагается проходящимъ токомъ на свои составныя частп, кислородъ ии водородъ, ииричемъ первый выделяется въ месте входа тока въ воду, на положительномъ полюсе, а последний — въ месте его выхода, на отрицательномъ полюсе. Если жидкость соетойтъ нзь раствора соли, напр. меднаго купороса (сернокислой меди), то на положительномъ полюсе выделяется кислородъ, а на другомъ металлъ. Последний отлагается на теле, по которому токъ

выходитъ

изъ жидкости, въ виде слоя, толщина котораго возрастаетъ съ продолжительностью отложения.

Этимъ процессомъ воспользовался раньше всехъ русский учый Якобъ въ 1839 г. для изготовления снимковъ съ предметовъ при помощи получаемаго отложения, деля съ нихъ нредварительно слепокъ изъ соответствующей массы; внутренняя поверхность такой матрицы делалась соответствующимъ образомъ проводящей, и затемъ она помещалась въ растворе меднаго купороса, где соединялась съ отрицательнымъ полюсомъ источника тока. При этомъ выделялся осадокъ меди, который при продолжительномъ действии тока приобреталъ достаточную толщину и затемъ могъ быть снятъ съ матрицы. Такъ какъ медь при своемъ выделении отлагается даже въ самыя мелкия углубления, то осадокъ представлялъ точное изображение предмета, съ котораго былъ снятъ слепокъ. Сначала Якоби пользовался только металлическими матрицами, такъ какъ онъ Ишаче не умелъ делать ихъ проводящими, но уже годъ спустя Мюррей показалъ, что можно делать формы н нзь непроводящаго материала, деля поверхность проводящей для осаждсна металла покрываниемъ графитовымъ порошкомъ; этотъ способъ представлялъ важный успехъ въ деле пракческаго применения гальванопластики.

Во всякомъ случае заслуга открытия этого валшаго процесса покрывания металлами принадлежит Якоби.

Открытие Якоби было сейчас же применено въ технике, а именпо братьями Эллингтонъ въ Англии и де-Рюольцемъ въ Париже, бывшимъ камергеромъ Людовика XVIII, котораго революция заставила заняться промышленностью.

Разсматриваемое здесь применение электролиза распадается на две отрасли, гальванопластикy и гальваностегию. При гальванопластикe получается пластический снимокъ съ тель при помощи тока, а гальваностегия имеетъ целью образование осадка изъ одного металла на другомъ, причеь осадокъ не приходится снимать съ тела, служащаго какъ бы подкладкой, — наоборотъ, онъ долженъ прочно приставать къ последнему. Сначала мы разсмотримъ последнюю отрасль, такъ какъ здесь лучше можно выяснитъ различные электрохимические процессы.

Покрываете металловъ металлами (гальваностегия).

Чтобы придать малоценному металлу видъ благороднаго металла, его покрываютъ тонкимъ слоеь последняго; — серебрение и золочение являются очень древней отраслью техники. Способы, какими пользовались прежде, напримеръ для золочения, заключались въ томъ, что на неблагородный металлъ клали тонкий листокъ золота и соединяли его съ поверхностью металла трениемъ и надавливаниемъ или же делали растворомъ золота въ ртути золотую амальгаму и покрывали этой массой неблагородный металлъ, после чего ртуть испарялась нагреваниемъ, а золото оставалось въ довольно тесномъ соединении съ металломъ. Оба способа были дороги и мешкотны, а последний кроме того вреденъ для здоровья вследствие образующихся при немъ паровъ ртути; кроме того нельзя было изменять по желанию толщину золотого слоя. Для техники покрывания металломъ было крупнымъ шагомъ впередъ применение действия тока, потому что этимъ значительно облегчилась и упростилась работа, а кроме того явшгась возможность подбирать по желанию толщину яакладываемаго слоя, начиная отъ самой тонкой кожицы. Кроме того применение тока позволило вести работу заводскимъ путемъ, тогда какъ прежние способы требовали главнымъ образомъ ручной работы.

Вследствие такихъ выгодныхъ условий покрывание металлами получило Ииирокое распространение, и въ настоящее время съ успехомъ производится датке покрывание неблагородными металлами, а въ особенности весьма распространено никкелирование.

Ванны и электроды. — Прежде чемъ перейти къ подробностямъ современной гальваностегии, разсмотримъ электрический процессъ въ его главныхъ чертахъ. Какъ уя;з было сказано выше, токъ, проходя чрезъ растворъ металлической соли, разлагаетъ ее и осаждаетъ металлъ на томъ теле, по которому токъ выходитъ изъ жидкости. Такъ какъ этотъ осадокъ долженъ располагаться на покрываемомъ предмете, то последнимъ надо лользоваться для вывода тока изъ жидкости; для этого соединяютъ его проволокой съ отрицательнымъ полюсомъ источника тока и погружаютъ его въ жидкость. Такъ какъ покрываемый предметъ бываетъ обыкновенно металлический, то токъ изъ жидкости будетъ выходить въ предметъ и изъ него возвращается къ генератору по соединительной проволоке.

Для ввода тока въ жидкость подвешиваютъ въ ней металлическую пластинку и соединяютъ ее съ положительнымъ полюсомъ источникка тока. Она яе должна прикасаться къ покрываемому предмету, потому что Ишаче большая часть тока пойдетъ по более удобному пути черезъ место соприкосновения, и никакого разложения происходить не будетъ.

Оба проводника тока в жидкость называются электродами, хотя у них есть еще особые названия, а именно тот, который вводит тот же в жидкость, называется анодом, а другой, по которому ток выходит из жидкости, катодом; итак, покрываемый предмет служит катодом. Жидкость, из которой получается отложение металла, называется электролитом или просто ванной.

На катоде отлагается металл, а на аноде появляются продукты, представляющие прочие составные части разлагаемой металлической соли. Оне, литившись металлу, представляют ненасыщенные соединения, а потому действуют на анод. Если бы последний состоял не из того металла, какой должен осажаться на катоде, то ванна изменялась бы вследствие постепенного замещения осаждаемого металла другим, растворимым сь, анода, и спустя некоторое время на катоде отлагался бы не прежний металл, а металл анода вместе сь первым или одним. Это было бы очень нежелательным явлением, устранить которое весьма легко тем, что делают анод из того же металла, каким надо покрывать предметы. Тогда продукты разложения, иолучающиеся на аноде, будут растворять сь него столько металла, сколько взято от них на отложение; таким образом от насыщаются снова, ванна не изменяется, и, следовательно, конечный результат такого процесса заключается только в переносе металла сь анода на катод. При таком способе устройства электродов ванна не беднеет. Ит может служить как угодно долго, причем приходится возобновлять только расходуемые аноды. Такая простая теория непрерывного пользования ванной не всегда отвечает практике, так как и происходят вредные побочные действия, которые изменяют вь невыгодную сторону состав, а следовательно и работу ванны.

Вместо такого растворимаго анода можно употреблять также нерастворимый, причем ванна конечно делается беднее по содержанию металла и- богаче другими составными частями. Вь качестве таких анодов для некоторых ванн можно брать листы платины; применение анодов из угля, который не растворяется ни вь каких растворах, было оставлено специалистом по гальванопластике, д-ром Лангбейном из Лейпцига, потому что уголь разрушается от действия тока, и отпадающие части загрязняют ванну. Вообще нерастворимые аноды сь выгодою применяются только вь очень немногих случаях.

Согласно сказанному способу получения гальваническим путем металлических осадков оказывается вь своих основаниях крайне простым. Мы поясним это небольшим примером, иллюстрацией ЕВ которому послужит рис. 503.

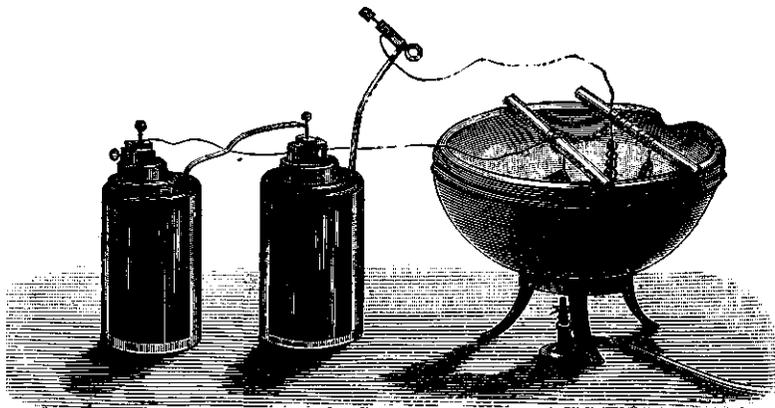
На рисунке представлено приспособление для золочения небольших предметов. Сосудом для ванны служит фарфоровая чашка, подогреваемая во время процесса золочения (это бывает иужно только при очень немногих ваннах). На двух стеклянных палочках, лежащих на краях чашки, подвешивается золотой анод и предметы, которые золотятся и играют роль катода. Для проводки тока служат голые медные проволоки, изь которых проволока анода не должна соприкасаться сь жидкостью, чтобы не загрязнять своим металлом ванну. Золотимые предметы можно соединять прямо сь медной проволокой; последняя обматывается несколько раз около стеклянной палочки, чтобы сохранять предметам надлежащее положение, и затем соединяется сь надлежащим полюсом источника тока, которым здесь служат два элемента Бунзена.

Для больших гальванопластических установок такое протитивное устройство не годится, так как вь таких случаях приходится иметь вь виду большие удобства относительно обращения, более сильные токи, со-

крашение издержек и, кроме того, изменения, какие происходят в электрических условиях вследствие переменной службы ванн. Сейчас мы рассмотрим с некоторой подробностью такие большие установки и способы их устройства.

Источники тока. — Для получения металлических отложений требуется незначительное напряжение на электродах и сравнительно большая сила тока, которая зависит от полной поверхности находящихся одновременно в ваннах предметов; кроме того действие тока должно продолжаться продолжительное время.

Прежде (а также еще и теперь для небольших установок) пользовались гальваническими элементами, из которых теперь почти исключительно употребляют элементы Бунзена. Для больших установок удобнее пользоваться током батарей, потому что приходится брать слишком большое число элементов, обращение с которыми бывает хлопотливо уже и при небольших батареях. Для больших установок батареи пря-



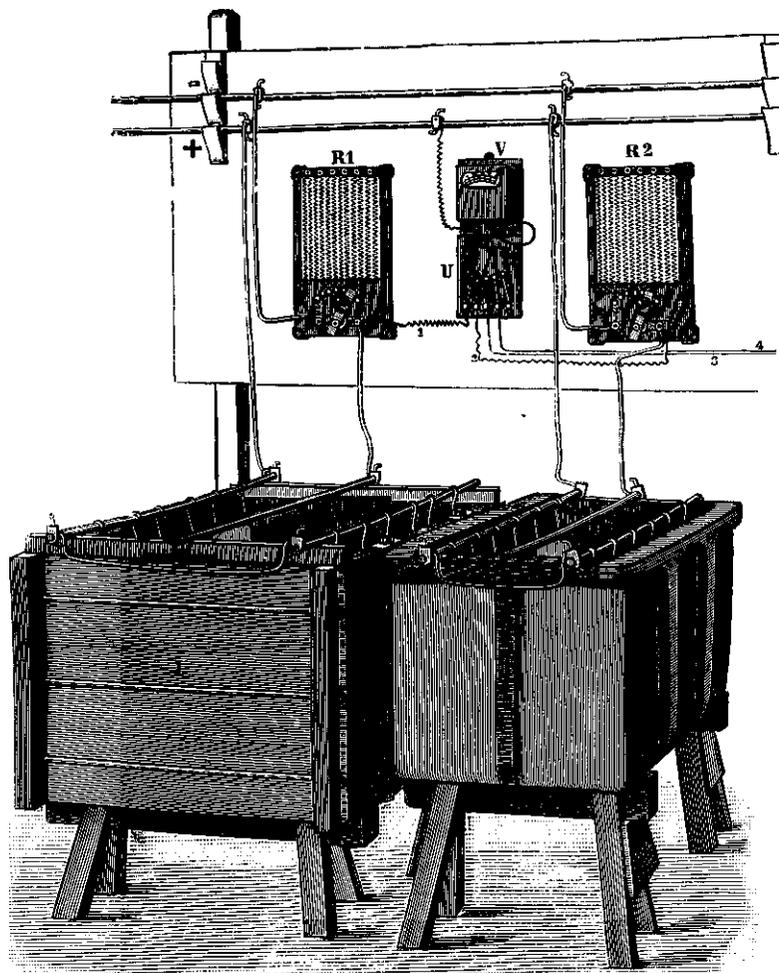
503. Небольшой прибор для золочения и т. п.

няли бы неудобные размеры, так как применяемая сила тока зависит от поверхности электродов, а сила тока, приходящаяся на единицу поверхности, плотность тока, не может быть слишком малой, потому что иначе процесс покрывания пришлось бы вести слишком долго.

Изобретение динамомашин устранило это затруднение, так как в ней нашли источник тока более удобный и выгодный, чем элементы Бунзена; вследствие этого динамомашина не замедлила получить применение в гальванопластике.

Так как для ванн требуется ток низкого напряжения, то динамомашин для гальванопластики отличаются по напряжению на борях от динамомашин для электрического освещения: последним приходится развзвать 65 или чаще 100 вольт, а при последовательном соединении ламп и значительно высшее напряжение, тогда как для ванн требуется всего несколько вольт; отсюда ясно, что одной и той же динамомашинкой нельзя пользоваться одновременно для гальванопластических ванн и для освещения, точно так же, как для первых неудобно применять ток центральных станций. Относительно последнего обстоятельства, может-быть, скажут, что для этого целю помогли бы служить трансформаторы, но здесь встречается другое препятствие: для гальванопластики нельзя применять переменный ток, так как направление тока в ваннах не должно меняться; итак, здесь нет возможности пользоваться весьма удобным в других

случаяхъ преобразованиемъ напряжения переменнаго тока,—трансформаторами. У насъ остаются еще въ распоряженіи трансформаторы постояннаго тока, но и при этихъ приборахъ расходы на установку и действие делаются больше, а обращение труднее, чемъ при установке особой динамомашины. Можно было бы прибегнуть еще къ одному искусственному средству для получения тока низкаго напряжения, а именно заряжать токомъ изъ централь-



504. Гальванопластическая мастерская.

пой станции батарею аккумуляторовъ при последовательномъ соединении и пользоваться ею при параллельномъ соединении, но и этотъ способъ непрактиченъ вследствие дороговизны и трудности обращения, — по крайней мере нетъ сведений ни объ одномъ случае, чтобы работала продолжительное время такая установка. Какъ последнее средство, можно было бы еще соединять последовательно по несколько ваннъ, чтобы требуемое для нихъ полное напряжение равнялось напряжению станции, но при этомъ ванны оказались бы въ чувствительной зависимости одна отъ другой, что можно было бы допустить только въ исключительныхъ случаяхъ.

У динамомашинъ, которыя строятся для гальваноластики, якорь обмо-

тывается, соответственно требуемой от них большой силе тока, толстой проволокой, но небольшим числом витков в виду незначительного напряжения. Так как разложение в ваннах приводит к такому же явлению, как и в аккумуляторах, к поляризации (ср. стр. 42), то надо заботиться о том, чтобы при нескольких замедленном ходе машины не перемагнитил ее появляющийся обратный ток, так как при невнимательности это могло бы привести к нежелательному результату: ток в ваннах изменил бы направление, катод стал бы анодом и начал бы растворяться. Поэтому эти машины строят, как машины с ответвлением, чтобы они не перемагничивались обратным током, или располагают на якоре две обмотки, снабжаемая каждая особым коллектором, так что яшина дает два тока, из которых один служит для возбуждения электромагнитов, а другой отводится в ванны, как рабочий ток.

Провода подбираются сообразно с условиями работы. Так как напряжение мало, то берут голые провода, по крайней мере в помещении для ванн, прокладывая их на деревянных или фарфоровых изоляторах. В качестве провода от машины в рабочее помещение лучше всего брать изолированную проволоку, чтобы устранить возможность побочных сообщений. В виду большой силы тока приходится выбирать толстые провода, а потому в помещении ванн прокладывают вдоль стен на деревянных подержниках массивные медные прутья, как можно видеть на рис. 504; ответвления к ваннам прикрепляются посредством винтовых зажимов.

Для проводки тока к электродам на ванны кладут массивные медные прутья (рис. 504), которые соединяются с ответвлениями от главных проводов винтовыми зажимами. На эти прутья вешают при помощи загнутых крючком проводов по-



сос. **АНОД-**крываемые предметы; этим достигается простое и надежное соединение, при котором предметы легко можно навешивать и снимать. Подобным же образом подвешиваются на стержнях аноды, которым придается форма пластинок (рис. 505).

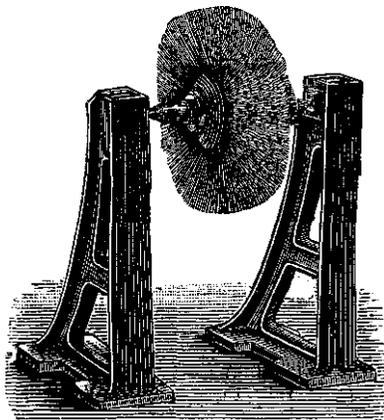
Регулировка тока. — Для получения хорошего осадка необходимо, чтобы поддерживалась надлежащая сила тока и чтобы на единицу поверхности катода приходилась сила тока определенной величины. Но так как величина поверхности часто изменяется от введения и вынимания предметов, то для работника было бы трудно поддерживать все время ток надлежащей силы. Здесь прибегают к очень простому и практическому способу поддержания постоянным напряжением на электродах. При изменении поверхности подвешиваемых предметов изменяется и сопротивление ванны в обратном отношении к поверхности; если поддерживается постоянным напряжением, то остается постоянным и плотность тока. Если определили последованием надлежащее напряжение для ванны, то регулированием его поддерживают постоянным и тем обеспечивают постоянную силу тока в ванне, при котором получается наилучшее отложение. Для такого регулирования пользуются реостатом, который вводят в провода к ванне. На рис. 504 показаны два таких реостата, которые по устройству одинаковы с регуляторами сопротивления для динамомашин (рис. 207); такой прибор ставится для каждой ванны. Чтобы знать напряжение на электродах, ставится вольтметр (на рис. между двумя реостатами), который можно вводить в ветви различных ванн при помощи рычажного коммутатора, так что можно в несколько мгновений определить напряжение у большого числа ванн.

Сосуд для растворов. — Жидкость и электроды помещаются в больших сосудах, которые ставятся обыкновенно на козлы и выделяются

изъ дерева, глины или эмальированнаго железа; при выборе материала сосудовъ пршшмаются въ расчетъ составъ ванны, такъ какъ некоторыя жидкости могутъ разъедають дерево. Очень большыя сосуды выделяются изъ Ишрпича на цементъ и покрываются съ внутренней стороны цементомъ.

Чтобы предметы покрывались со всехъ сторонъ равномерно, необходимо подвешивать аноды съ обеихъ сторонъ. Поэтому катодовый пруть располагають между двумя анодовыми, такъ что у каждаго сосуда послѣднихъ бываетъ вдвое больше первыхъ. Какъ было уже упомянуто, предметы подвешиваются на стержняхъ при посредстве медныхъ крючковъ, которые естественно также покрываются осаждающимся металломъ на той своей части, какая погружена въ жидкость. Для анодовъ надо брать крючки изъ того же металла, чтобы не попадалъ въ растворъ посторонний металлъ.

Подготовленіе покрываемыхъ поверхностей. — Прежде, чемъ опускать предметы въ ванны, надо приготовить ихъ поверхности для покрыванія и для того, чтобы оне казались, смотря по желанію, полированными, матовыми и пр. Сначала надо очистить поверхность, а затемъ, смотря по надобности, отполировать ее. Для первой операции, которой удаляютъ нечистоты, чистятъ поверхность проволочной щеткой и какимъ-нибудь полирующимъ веществомъ, напр. пескомъ, пока она не будетъ металлически чистой. Въ небольшихъ мастерскихъ это производится въ-ручную, а въ большихъ применяютъ щетки, приводимыя въ движение механически; послѣднія состоятъ изъ круглой щетиши изъ стальной проволоки, которая бываетъ посажена на ось токарнаго



606. Шлифовальный станокъ съ насаженнымъ дискомъ-щеткой.

или полировальнаго станка (рис. 507) и приводится въ быстрое вращательное движение.

Въ некоторыхъ большихъ мастерскихъ для очистки вещей пользуются также мехами, выдувающими песокъ.

После этой операции предметы шлифуются для получения гладкой поверхности. Для этого пользуются быстро вращающимися деревянными дисками, ободъ которыхъ бываетъ обтянутъ кожей; на послѣдней закрепляется посредствомъ клея зернистый наждакъ, который энергично сдираетъ неровности на предметахъ. Для обработки посредствомъ такихъ дисковъ каждой части предметовъ сложной формы требуется известная довкость.

При первой шлифовке у предмета уничтожаютъ только самыя крупныя неровности, а потомъ его шлифуютъ еще более мелкимъ наждакомъ во второй и третій разъ, чтобы получить совершенно гладкую поверхность; при второмъ шлифованіи удаляются борозды, произведенныя крупными зернами перваго шлифованія, а третье должно уничтожить более мелкія борозды отъ второго шлифованія и придать предмету гладкую поверхность. Для послѣдняго шлифованія пользуются крупными щетками изъ свиной щетины, насаженными на вращающуюся ось, причемъ въ качестве шлифующаго вещества берутъ наждакъ и масло.

Подобная щетка для машиннаго производства показана на рис. 506; въ ея стойку можно вставлять до произволу и другія оси съ шлифовальными колесами и прочимъ.

Описанный здесь способ шлифования применяется вполне только при твердых материалах; более мягкие металлы допускают более короткий способ шлифования посредством одних щеток.

После шлифования вещи полируются. Для этого в мастерских пользуются полировальными Ишлесами, которые насаживаются на оси и приводятся в быстрое вращение ножным или паровым приводом.

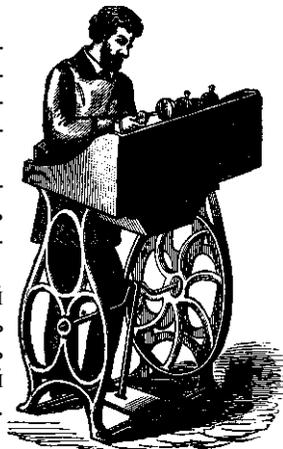
На рис. 507 показана полировальная машина с ножным приводом; насаживая на вал соответственные кружки, мы можем пользоваться ею как для полирования, так и для шлифования. Полировальные кружки делаются из войлока или из сукна. Производство кружков из последнего материала ведется следующим образом: в суконной полоске проделывают посередине отверстие, которым ее насаживают на ось, со следующей полоской иоступают так же, насадив ее под некоторым углом к первой и т. д.; полученное тело сдавливают затем небольшим железным кружком, навинчиваемым на ось, после чего мы и получаем круглый диск. На рис. 508 показан такой кружок, предназначенный для станка, изображенного на рис. 507.

Полируемый предмет, как и при шлифовании, прижимается к полировальному колесу, вращающемуся с большой скоростью и захватывающему вязкую какое-либо полирующее средство, венскую известь, трепель, железную окись и пр.

В отдельных случаях применяют полирующие сталь или камень, напр. для благородных металлов, так как при прежнем способе полирования много металла тратится.

После такой механической обработки у вещей остается нечистая поверхность, потому что к ним/ пристаёт жир, грязь и пр., которые надо удалить для получения чистого и прочного осадка. Для этой цели вещи отмываются от сала и декапируются.

По большей части они еще и перед полированием подвергнутся химической обработке, чтобы



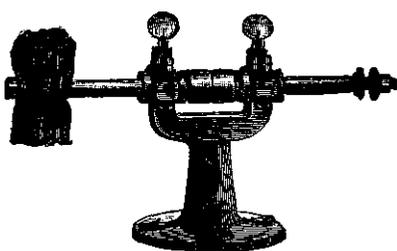
удалить приставший к ним слой окисла. Для этого используются протравы, составляемые различным образом, смотря по роду обрабатываемого металла; для железных вещей берут разведенную серную кислоту, иногда с прибавкой азотной кислоты. После протравки вещи надо хорошо ополоснуть и быстро высушить; для быстрого высушивания применяют простой и практичный способ, а именно: вещи погружают сначала в холодную воду, а потом в горячую, от которой предмет заимствует достаточно тепла, чтобы испарить после вынимания большую часть приставшей воды. Затем его обтирают оилками, которые отнимают от предмета остаток воды.

Освобождение от жира шлифованных и полированных предметов производится обмыванием нефтью или бензином или погружением в щелочь, которая взмывает жир. После этого предметы снова обмываются, и тогда остальной жир удаляется при помощи каши из едкой извести и мелового порошка. Так как после очистки от жира за предметы нельзя уже брать руками, потому что с пальцами опять пристает бычий жир, то уже перед очисткой их прикрепляют к проволоке, служащей для подвешивания в ванне. При этих процессах на предметах образуется тонкий слой окисла, который перед введением в ванну удаляют декапированием. Для этой цели предметы вводят в слабую протраву, обмывают и затем быстро подвешивают в ванну.

Изъ этого краткаго описанія можно видѣть, что столь простая въ сущности гальваностегія весьма усложняется подготовленіемъ и обработкой предметовъ и обращается въ искусство, для котораго опытность и ловкость представляють большое значеніе.

Изготовленіе растворовъ и обращеніе съ ними. — Кроме главнаго дѣйствія тока, которое выделяетъ металл*, въ ванне происходятъ еще несколько побочныхъ дѣйствій, оказывающихъ влияние на образованіе и свойства осадка. Здѣсь неуместно входить въ подробности этихъ условий, носящихъ химическій характеръ. На практикѣ по большей части приобретають готовые ванны или ихъ составныя части отъ специальныхъ фирмъ и обращаются съ ваннами по предписанію этихъ фирмъ. Последнія путемъ многочисленныхъ пробъ приобрели большую опытность относительно приготавливаемыхъ ими продуктовъ и для выясненія процессовъ въ ваннахъ прибегали къ помощи химіи.

Такихъ разностороннихъ и систематическихъ познаній нельзя конечно найти у практика-гальванотехника, обладающаго по большей части лишь печальнымъ образованіемъ, однако это обстоятельство не исключаетъ возможности и для него расширить свои познанія помощью старательныхъ наблюдений надъ ваннами.



508. полировальный кругъ.

Для состава ваннъ существуетъ безчисленное множество рецептовъ. Уже одна эта многочисленность не позволила бы намъ войти въ подробности различныхъ составовъ, а потому ниже мы приведемъ только главныя основанія, какихъ придерживаются ИИпрактики при составленіи ваннъ для осажденія различныхъ металловъ.

Составленіе

ванны лучше всего предо-

ставлять специалистамъ, тогда на долю

гальванотехника остается еще надлежащее

обращеніе съ ванной. Не все равно, приходится ли выливать ванну чрезъ несколько месяцевъ или она работаетъ годы одинаково успешно, чего можно достигнуть только надлежащимъ обращеніемъ съ нею. ИИ первое требованіе такого правильнаго обращенія заключается въ самомъ тщательномъ поддержаніи чистоты ванны, въ которую могутъ попадать постороннія составныя части отъ подвешиваемыхъ въ ней предметовъ или отъ попадающихъ въ нее постороннихъ телъ. Кроме того ея составъ можетъ изменитъ токъ, такъ какъ отъ разложенія могутъ образоваться такіе продукты, которые изменять химическія свойства ванны. Поэтому надо отъ времени до времени пробовать ванну; практика научаетъ наблюдать за ванной по известнымъ внешнимъ признакамъ. Чтобы показать на примере, какъ необходимы эти испытанія и наблюденія и какъ они производятся простымъ способомъ, рассмотримъ никкелевую ванну. Большинство этихъ ваннъ должно работать при маломъ содержаніи кислоты, чтобы получался чистый бѣлый осадокъ. Если въ ванне слишкомъ много кислоты, то осадокъ отстаетъ отъ предмета, если же ея слишкомъ мало, или ванна нейтральна или щелочна, то осадокъ бываетъ слишкомъ темный. Реакцію ванны можно быстро узнавать при помощи особаго рода реактивной бумаги ИИ определять безошибочно, надлежащая ли у ванны кислотность.

Никкелированіе. — Изъ всехъ гальваническихъ покрываній металлами нп одно не достигло въ последнее время такого широкаго примененія, какъ никкелированіе. Первый получилъ осажденіе никкеля проф. Беттгеръ во Франкфурте-на-М., которому удалось въ 1842 г. выделить никкель при помощи тока изъ двойной соли. Теперь никкелированіе достигло безпример-

наго распространения и во множестве случаев не только вытеснило покрытие такими веществами, как напр. лакомъ, но дает возможность снабжать красивой оболочкой большое число произведений, которыя прежде выходили въ светъ неприкрытыми. Покрытие никкелемъ сделалось столь популярнымъ и получило столь большое распространение благодаря приятному, похожему на серебро, цвету полированного никкеля, его способности соприотвляться окислению и принимать красивую Ююлировку.

Его распространению помогло еще следующее: этотъ сравнительно недорогой металлъ шель раньше лишь на изготовление новаго серебра; производители никкеля приобретали, благодаря распространению никкелирования, новую и значительную область для сбыта своего продукта; Америка очень богата никкелевой рудой, напримеръ въ 1892 г. она добыла 1000 тоннъ металла, что представляетъ около $\frac{1}{4}$ общей добычи; поэтому толчокъ, который былъ данъ распространению никкелирования, следуетъ искать въ обширной добыче этого металла.

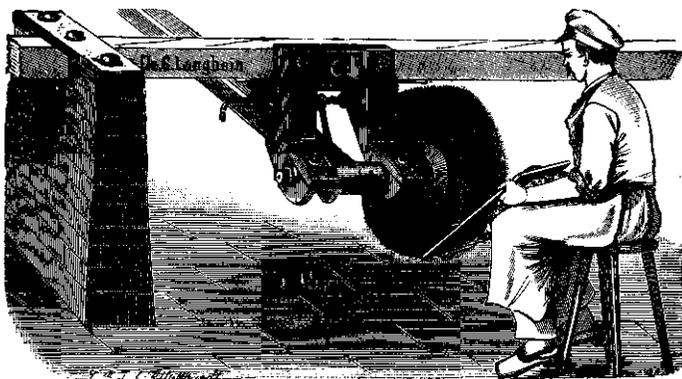
За основание для приготовления никкелевыхъ ваннъ берутъ по большей части серноокислый никкель или двойную соль, никкелево-аммиачную, серноы кислоты, къ раствору которой прибавляютъ для увеличения проводимости другую подходящую соль, серноокислаго аммония, хлористаго аммония и *gr.*, а иногда еще слабой кислоты (лимонной, борной и пр.); кислота прибавляется съ целью придать ванне известное количество свободной Ишслоты, которая, какъ было упомянуто выше, придаетъ белизну осаждающемуся никкелю. Кроме серноокислой соли применяется иногда хлористый яиккель, но не для железныхъ предметовъ. На применении этихъ никкелевыхъ соединений основано приготовление самой првмитивной никкелевой ванны, известной подъ названьемъ американской никкелевой ванны; она состоитъ изъ 15—20-процентнаго раствора хлористаго аммония (нашатыря), т.-е. предварительно совсемъ не содержитъ никкеля. Чтобы получить при этой ванне отделение никкеля, подвешиваютъ въ ней аноды изъ никкеля, какие угодно, металлическия предметы въ качестве катодовъ и пропускаютъ чрезъ нее токъ; при этомъ освобождается хлоръ, который соединяется съ никкелемъ и поступаетъ въ растворъ въ виде хлористаго никкеля. Чрезъ несколько часовъ ванна въ достаточной степени насыщается никкелевымъ соединениемъ, и тогда на катоде начинаетъ осаждаться металлъ. Подобной ванной можно пользоваться для никкелирования только тогда, когда можно довольствоваться самой плохой и дешевой работой: подобный же способъ применяется для получения хорошихъ железныхъ ваннъ, а потому о немъ надо было упомянуть здесь.

Применение никкелирования получило ИИоразительное распространение. Почти все ыелкия металлическия поделки покрываются слоемъ никкеля, для придания имъ более приятнаго для глаза наружнаго вида, и даже такія вещицы, которыя прежде постуиали на рынокъ безъ всякихъ прикрасъ, очень часто никкелируются въ настоящее время, чтобы показать ихъ покупателю съ казовой стороны. Машинныя части также часто покрываются никкелемъ, что даетъ ший несколько зализанный видъ, но зато имеетъ то неонровержимое преимущество, что облегчаетъ содержание ихъ въ чистоте. Очень распространено также покрытие никкелемъ инструментовъ и приборовъ, что отчасти даже вытеснило применение лака.

Теперь никкелирование получило между прочимъ довольно большое применение для приготовления никкелированной жести, которая идетъ въ большикжъ количестве на выделку различныхъ мелкихъ металлическихъ предметовъ; ихъ выдѣлываютъ для дешевизны изъ виккелированныхъ и полированныхъ уже листовъ, пользуясь по большей части цинковыми, а иногда и железными или стальными листами.

Предназначаемъж для ишкелирования ищнковый листъ сначала шлифуется и полируется; большой и тонкий листъ кладуть на доску и для шлифования берутъ венскую язвесть и масло, а полируютъ сухой известью; для удешевления работы на заводахъ эти операции производятся на особомъ шлифовально-полировальномъ станке (рис. 509).

После полирования листы очищаются отъ жира обтираниемъ мелкой венской известью, сначала сухой, а потомъ влажной; затемъ листъ обмывается водой. Такъ какъ по большей части должна никкелироваться тольш одна сторона такого листа, то ихъ складываютъ по два неполированными сторонами, закрепляютъ на верхнихъ углахъ винтовыми зажимами и медными полосами и подвеиваютъ въ ванне. Для этого берутъ большой прямоугольный резервуаръ, по длинньш сторонамъ котораго подвеиваютъ аноды. Никкель можно осаждать непосредственно на цинке или покрывать (также электролитически) последний предварительно тонкимъ слоемъ меди иди латуви, изъ которыхъ последняя придаетъ листу более белый оттенокъ.



509. Полировка листового цинка для предстоящаго никкелирования. щее время преобладаетъ все же

После
НИККЕЕ-
лирования листы
погружаются въ
горячую воду и
высушиваются въ
мелкихъ опил-
кахъ. Ихъ отдел-
ка заканчивается
полированиемъ.

Подобнымъ
же образомъ вы-
деляются ник-
келированные же-
лезные листы,
только въ настоя-
щее время преоб-

другой способъ; такъ, на вестфальскихъ никкелевыхъ заводахъ этотъ продуктъ получается не гальваническиимъ путемъ, но ИИросто свариваниемъ никкеля и железа и последующимъ вальцованиемъ этого соединеиия въ листы.

Серебрение. — После никкелирования наибольшее распространение въ промышленности получило серебрение, которое въ преащее время было самой распространенной отраслью гальваностегии. 0 степенн распространения электролитического серебрения можно судить по следующимъ цифрамъ: известная фирма Кристофля и К° въ Париже расходуетъ ежегодно на серебрение 6000 килогр. этого металла и за 50 летъ своего существования употребила на это около 200 000 килограмм.; столько же нзрасходовали братья Элькинтонъ въ Бирмингаме и другия крупныя фирмы и можно считать, что на серебрение ежегодно расходуетъ 110—120 тысячъ киллограмм. серебра.

Для растворения серебра нельзя брать кислоту,—для этого употребляютъ растворъ синеродиса гаго калия и готовятъ ваняу, растворяя въ последней хлористое, сииродистое или азотнокислое серебро. За аноды берутъ платиновые листы или, еще лучше, серебряные, которые поддерживаютъ надделсащее содержание серебра въ ванне. При этихъ ваннахъ надо наблюдать за надлежащимъ содержаниемъ синеродистаго калия, какъ при никкелевыхъ ваннахъ за содержаниемъ Ишслоты.

При покрывании благородными металлами представляетъ значение количество осаждаемаго металла, такъ какъ это сильно влияетъ на цену покрываемыхъ предметовъ; поэтому бываетъ желательно знать во всякое время.

сколько серебра уже отложилось на предметы. Для этого или вычисляют весь осадок по времени действия тока (для этого надо знать точно, какое количество отлагается в единицу времени) или подвешивают вещи на одном плече коромысла весовъ, определяя пристающий осадокъ грузами, которые кладутъ на чашку, висящую на другомъ плече, принимая конечно во внимание потерю веса металла въ жидкости. Существуетъ очень остроумный автоматически взвешивающий приборъ, который прерываетъ идущий въ ванну токъ, какъ только осадокъ на вещахъ достигнетъ желаемаго веса.

Золочение, платинирование.— Способъ электрическаго золочения похожъ на серебрение. Для приготовления ванны въ качестве растворяющаго средства пользуются опять синеродистымъ калиемъ или берутъ для этого желтое синильное кали (железисто-синеродистый калий), который передъ синеродистымъ калиемъ представляетъ то преимущество, что онъ не ядовитъ. Золотья ванны разделяются на ванны для холоднаго и горячаго золочения; у послѣднихъ процентное содержание золота можетъ быть меньше, а потому имъ отдають предпочтенье для золочения мелкихъ предметовъ; при большихъ предметахъ подогревание ванны было бы слишкомъ затруднительно, а потому для нихъ применяютъ холодное золочение.

При электролитическомъ золочении можно получать различные оттенки и окраски. Пользуясь токами различной сгшгы, можно изменять осадокъ отъ светложелтаго до золотистожелтаго и затемъ до темножелтаго тона. Прибавляя въ ванну серебро или медь, получаютъ соответственно зеленоватый, красноватый или даже розовый оттенокъ. Покрывая предметы соответствующей грунтовкой, получаютъ по желанію матовое золочение.

Представляетъ интересъ золочение проволоки и нитей, изъ которыхъ выдѣлываютъ галуны и пр. Для этого проволоку пропускаютъ съ мотковъ ИИю каткамъ, которые протаскиваютъ ее чрезъ золотую ванну; движение проволоки соразмеряется такъ, чтобы каждая ея часть оставалась достаточно времени подъ действиемъ тока; толщину позолоты можно изменять, замедляя или ускоряя прохожденіе проволоки чрезъ ванну. Токъ проводится въ проволоку чрезъ катки, по которымъ она движется.

Изъ другихъ благородныхъ металловъ употребляютъ иногда для покрытия платину и палладій. Покрываніе платиной представляетъ интересъ въ томъ отношеніи, что при его посредстве надеялись заменить большіе платиновые дистилляціонные сосуды, какіе нужны, напримеръ, при выделке серной кислоты, сосудами изъ более дешеваго металла, покрытыми внутри предохранительной оболочкой изъ платины. Применяемые до сихъ поръ способы платинирования не Июзволили однако получить достаточно плотный осадокъ. Ванны для такого иокрыванія состоятъ изъ хлористыхъ солей платины и сурьмы; ихъ приходится нагревать, и оне требуютъ напряжения, более высокаго въ сравненіи съ описанными выше ваннами (5—6 вольтъ). Употребляемые въ качестве анодовъ платиновые листы не растворяются въ ваннахъ, такъ что послѣднія беднеютъ содержаніемъ платины.

Покрываніе палладіемъ, которое можно производить подобнымъ же образомъ, нашло ограниченное примененіе при серебрении. Палладій очень похожъ на серебро, но представляетъ то преимущество предъ послѣднимъ, что на него не действуетъ сероводородъ воздуха; чтобы предохранить отъ такого действия высеребренные предметы, которые заметно темнеютъ отъ сероводорода, ихъ покрываютъ очень тонкимъ слоемъ палладія.

Цинкованіе, луженіе, покрываніе евинцомъ. — Цинкованіе, какъ известно, получило широкое иримененіе для предохраненія железныхъ изделий отъ ржавчины, но это цинкованіе производится не электрически, а погруженіемъ протравленныхъ железныхъ изделий въ расплавленный цинкъ.

Подобнымъ же способомъ можно лудить железо и покрывать свинцомъ;

луженое листовое л-железо я сталь находятъ себе большое применение подь названиемъ жести. Пытались заменить этотъ огневой способъ покрываниемъ электролитическимъ, но до сихъ поръ не могли достигчь удовлетворительныхъ результатовъ въ этомъ направлеви. При цинковании встречается то затруднение, что цинкъ выделяется въ местахъ наибольшей плотности тока, по угламъ и кромкамъ тела, служащаго катодомъ, тогда какъ остальная большая часть поверхности остается почти непокрытой; лучшие результаты получаютъ на листахъ, которые удается покрывать цинкомъ равномерно. По словамъ д-ра Лангбейна, при надлежащемъ ведении процесса можно достигчь покрывания, по меньшей мере настолько же хорошаго, какъ и при гальванизировании, но нельзя конкурировать съ последнимъ по цене, потому что действие тока должно быть очень медленно, если желаютъ достигчь прочнаго покрывания.

Электролитическое лужение производится удовлетворительно и применяется для покрывания железныхъ, медныхъ и латунныхъ предметовъ.

Покривание свинцомъ применяется только въ исключительныхъ случаяхъ для получения предохранительной оболочки на другихъ металлахъ. Съ другой стороны свинець находитъ себе применение при другихъ операцияхъ, при такъ называемой и р и з а ц и металловъ; свинець выделяется изъ некоторыхъ растворовъ въ виде перекиси свинца на положительномъ полюсе, на аноде, и тонкие слои отливаютъ, смотря по своей толщине, великолепными цветами; прерывая въ надлежащее время действие тока, можно Июлучать какие угодно изъ ряда следующихъ одни за другими оттенковъ.

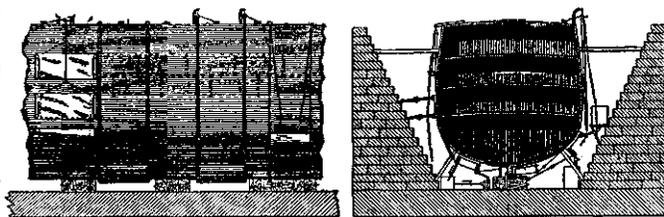
Покривание медью и латуною; cuivre poll.— Въ гальваностегии часто покриваютъ медью, чтобы получить на металле надлежащий грунтовой слой для дальнешаго покривания верхнимъ слоемъ требуемаго металла. Такимъ образомъ, приходится сначала покривать медью или латуною железо, никкель и т. п.; говоря о покривании никкелемъ щшковыхъ листовъ, мы уже упоминали, что это покривание лучше производить не непосредственно на цинковый листъ, а снабжая предварительно последний грунтовой оболочкой изъ меди или латуни. Для приготовления медныхъ ваннь при гальваностегическомъ процессе берутъ по большей части за растворяющее средство сибьеродистый калий, хотя применяются ванны и безъ этого вещества.

Со своеобразнымъ применениемъ гальваническаго покривания медью встречаемся мы въ настоящее время въ Америке; — мы говоримъ о покривании медью наружной части железныхъ судовъ. Железные корабли, подвергаемые для защиты отъ действия морской воды окраске, покриваются кишашими въ море моллюсками, которые образуютъ все более и более толстый слой, отчего скорость судна после продолжительнаго морского путешествия уменьшается почти до половины нормальной. Деревянные суда, которыя по своей подводной части покривались медными листами, избегали этой неприятной нагрузки, потому что постоянное, хотя и незначительное растворение меди въ морской воде облекало судно ядовитымъ для морскихъ животныхъ и растений слоемъ. Поэтому въ Америке было предложено покривать железные корабли слоемъ меди по всей подводной части, закрепляя его на корпусе судна гальваническимъ путемъ. Для этой цели судно вводятъ въ сухой докъ и окружаютъ стенки судна плоскимъ ящикомъ, открытымъ кверху и со стороны судна; ящикъ удерживается на месте помощью электромагнитовъ, прочно съ нимъ соединенныхъ. Щели между стенками судна и ящикомъ &аделываются резиновыми пластинами и тому подобными материалами. Соединенный таишмъ образомъ съ судномъ ящикъ, покривающий 2—3 квадрат. метра корабельной стенки, наполняется подходящимъ растворомъ меди: въ этотъ растворъ вводятъ медную пластину, соединенную съ положительнымъ полюсомъ генератора тока, железная же стенка корабля соеди-

няется съ отрицательнымъ полюсомъ, отчего начинается осаждение меди на стенке. Слой меди обыкновенно доводятъ до толщины въ 3—5 миллиметровъ. Когда покрытие одного участка окончено, то ящикъ передвигаютъ далее, захватывая часть прежняго участка, такъ что слой меди въ этомъ месте еще утолщается на несколько мм. Поступая такимъ образомъ, покрываютъ медью весь корпусъ судна. Было бы конечно проще поместить весь корабль въ докъ, наполненный меднымъ растворомъ и снабженнымъ медными электродами, что по всей вероятности и будутъ делать, если предприятие оправдаетъ возлагаемая на него надежды; при первыхъ опытахъ однако пришлось отказаться отъ подобнаго способа, ибо расходы по устройству оказались бы слугакомъ значительными, почему и былъ примененъ более дешевый способъ при- ставныхъ ваннъ.

Покрывание медью применяется также для декоративныхъ целей. Такъ, некоторые художественные металлические предметы снабжаютъ полированнымъ медными поверхностями, чего не следуетъ смешивать съ *cuivre poli*, такъ какъ последнее представляетъ собою не медь, а латунь. Стремление удешевить подобныя художественныя изделия вызвало довольно обширную промышленность приготовления тела предметовъ изъ железа и цинка и покрыва-
Иа дешеваго металла оболочкой

изъ лучшаго материала; такимъ образомъ, применяется покрывание медью съ целью придать предметамъ видъ массивныхъ медныхъ изделий.



510. Покрывание медью железныхъ кораблей.

Покрывание лату-
нью представляетъ

интересъ въ томъ отношении, что здесь осаждается сплавъ, который получается отъ одновременнаго присутствия въ ванне меди и цинка, обеихъ составныхъ частей латуни. При этихъ ваннахъ, изменяя силу тока, можно получать осадки съ преобладаниемъ того или другого металла и такимъ образомъ получать различные оттенки. Въ художественной промышленности зтотъ способъ получилъ обширное применение для выделки блестящихъ латунныхъ вещей, рамокъ, блюде и пр., извѣстныхъ подъ названіемъ *cuivre poli*.

Перепроизводство и возникновение дешевой и плохой промышленности понизили значительно ценность этихъ продуктовъ въ глазахъ публики, и гальванотехникамъ приходится придумывать новые эффекты, которые могли бы заменить латунныя покрытия. Это имеетъ и свою хорошую сторону, понуждая гальванотехнику къ дальнейшему развитію; съ художественной же точки зрѣнія это вредно въ томъ отношении, что техника служитъ дешевой подделкой, а не истинному искусству.

Покрывание железомъ.—Покрывание железомъ часто применяется для придания меднымъ клише прочной оболочки, которая не изменять ихъ наружной поверхности, но предохраняетъ ихъ отъ изнашивания и, въ случае надобности, можетъ быть снята и заменена новой. Впрочемъ, д-ръ Лангбейнъ утверждаетъ, что одинаково хорошо можно достигнуть той же цели, покрывая клише никкелемъ и кобальтомъ. Растворяющимъ средствомъ для железныхъ ваннъ служитъ хлоръ; поэтому ванну готовятъ изъ раствора хлористаго аммонія (нашатыря), къ которому прибавляютъ железную соль (железныи купоросъ) или вводятъ въ растворъ железо отщаннѣтмъ выше способомъ, пропуская несколько часовъ токъ чрезъ ванну съ железными

анодами и какими угодно катодами (причем ванна образуется вследствие растворения железа анодовъ.

Кроме покрывания железомъ следуетъ указать еще на гальванопластическия работы на железе, какия производятся, напр., съ недостижимымъ совершенствомъ Экспедицией заготовления государственныхъ бумагъ въ С.-

Петербурге; ея гальванопластическия художественныя изделия изъ железа, отличающіяся чудеснымъ матовымъ металлическимъ блескомъ, приобрели себе европейскую известность. Къ сожалению, способы для получения такихъ толстыхъ железныхъ осадковъ очень затруднительны, а кроме того приготовленные предметы надо тщательно предохранять отъ действия кислорода.

Различныя применения. — Въ последнее время начинаютъ входить въ употребленіе электрическіе приемы придаванія предметамъ особой окраски отъ темносерой до черноголубой, что въ соединеніи съ полировкой сообщаетъ предметамъ очень красивый видъ. Этой окраски достигаютъ, применяя мышьякъ, который наносится на предметы одинъ или въ соединеніи съ другими металлами.

При помощи гальваностегии можно также получать красивыя подражанія наводнымъ работамъ и инкрустациямъ. Для этой цели на теле наносятъ сначала линіи смывающаюся краской; затемъ неприкрытыя места покрываютъ лакомъ и предметъ опускаютъ въ протраву, которая удаляетъ смывающуюся краску и вытравляетъ на металле рисунокъ, оставляя нетронутыми места, покрытыя лакомъ. Затемъ предметъ переносятъ въ серебряную или другую ванну и заполняютъ вытравленные линіи осаждающимся металломъ. Потомъ лакъ смываютъ бензиномъ и предметъ шлифуютъ и полируютъ: рисунокъ тогда делается видимымъ по наведеннымъ серебрянымъ линіямъ. Вытравленные линіи можно не заполнять металломъ, а чернить въ ванне сернаго аммонія и получать такимъ образомъ дешевыя подражанія гравернымъ работамъ.

Гальванопластика.

Гальванопластика медью. — Какъ уже было сказано въ начале, гальванопластика имеетъ целью воспроизведеніе массивныхъ копій предметовъ, т.-е. она отличается отъ гальваностегии тѣмъ, что приходится производить болѣе толстыя осадки, которые снимаются со своей основы. Для этой цели пользуются главнымъ образомъ медными осадками, такъ какъ токомъ отлагается очень вязкая и чистая медь, и такая отложениа получаютъ легче другихъ. Въ некоторыхъ случаяхъ производятся гальванопластическія работы и съ другими металлами.

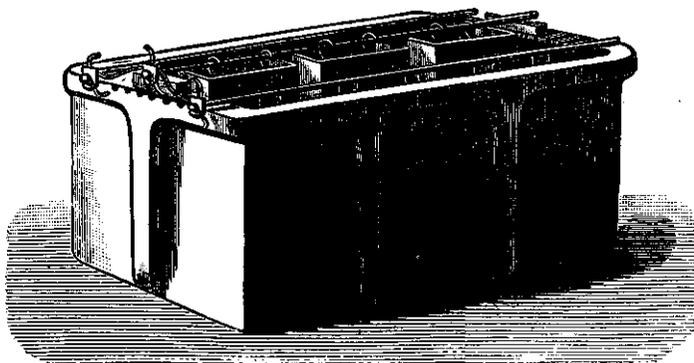
Для получения медныхъ осадковъ можно пользоваться какъ батареей, такъ и динамомашинной; въ первомъ случаѣ батарею и ванну соединяютъ въ одинъ аппаратъ. Говоря объ элементѣ Даниеля, мы уже упоминали, что въ немъ изъ раствора меднаго купороса осаждается медь въ медномъ электроде; следовательно, при соответствующемъ измененіи, имъ можно непосредственно воспользоваться для получения гальванопластическихъ снимковъ.

Для этого достаточно поставить въ медную ванну пористый глиняный сосудъ, наполненный разведенной серной кислотой, и опустить въ него цинковый цилиндръ, который затемъ соединяютъ съ подвешеннымъ въ медной ванне катодомъ; цинкъ играетъ при этомъ роль анода и растворяется въ серной кислоте соответственно выделенію меди изъ меднаго купороса. Такъ какъ за медную соль берутъ для этой дѣли медный купоросъ, то ванну подерживаютъ насыщенной, помещая тамъ коробочки съ отверстиями, наполненныя меднымъ купоросомъ, или, при небольшихъ аппаратахъ, подвешивая кнсейный мешечекъ съ меднымъ купоросомъ. Любитель, который желаетъ

заняться получениемъ небольшихъ гальванопластическихъ снимковъ, можетъ дешево устроить подобный аппаратъ, поставивъ пористый сосудъ въ просторную банку и взявъ такой динковый цилиндръ, чтобы онъ немного выступалъ изъ сосуда; на этотъ цилиндръ кладутъ проволочный крестъ, концы котораго соединяются между собой проволочнымъ кольцомъ; на последнемъ вешаютъ при помощи проволоки формы, на которыя должно производиться отложение меди.

При производствѣ операций въ большемъ масштабѣ гальванопласты часто применяютъ аппараты, хотя и большихъ размеровъ, но устроенные по тому же типу, а именно: въ чане достаточныхъ размеровъ ставятъ въ рядъ несколько пористыхъ сосудовъ съ цинковы-ми цилиндрами и соединяютъ последние надлежащимъ проводникомъ съ катодными стержнями. Удобный аппаратъ такого устройства, въ которомъ для экономии места взяты прямоугольные пористые сосуды, показанъ на рис. 511.

Какъ ни просты подобные приборы, все же рекомендуется отделять генераторъ тока отъ ванны, потому что въ этомъ случаѣ лучше можно изме-



511. Гальванопластическая ванна.

еять силу тока при помощи реостатовъ согласно съ родомъ и ходомъ работы. Тогда пользуются такими же приборами, съ какими мы уже познакомились въ гальваностегии.

Изготовление гальванопластическихъ клише.—Самое широкое применение нашла себе гальванопластика для выделки копій съ деревянныхъ клише и другихъ типографскихъ печатныхъ формъ. Она даетъ возможность излучать съ деревяннаго клише вполне точный снѣгокъ, отпечатокъ котораго едва ли можно отличить отъ оригинала; для печатанія можно брать не самыя деревянныя Ишлпе, а гальванопластическіе снимки съ нихъ, которыхъ можно наделать сколько угодно, не повреждая клише. Это важно еще въ томъ отношеніи, что долговечность деревяннаго клише бываетъ очень ограниченная, не только отъ правильнаго изнашиванія при печатаніи, но еще больше отъ того, что оно часто растрескивается подъ прессомъ.

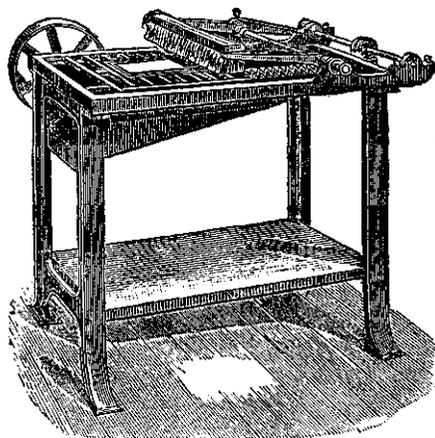
Для гальванопластическаго воспроизведенія деревяннаго клише сначала делаютъ матрицу или форму; для этого воспроизводятъ обратное изображеніе клише на гуттаперче или воске. При формованіи на гуттаперче, которая должна быть самой чистой, эту массу делаютъ пластичной подогреваніемъ въ горячей водѣ и кладутъ ее на пластинку, а сверху накладываютъ клише, окруженное железной рамкой. Рукой или, при большихъ клише, гидравлическимъ прессомъ прижимаютъ пластичную массу къ клише, и эта масса заполняетъ при этомъ все пустоты резьбы до самыхъ тонкихъ линий. Чтобы гуттаперча не прилипла къ клише, оно такъ же, какъ и накладыва-

ваемая поверхность гуттаперчи, натирается графитовым порошком. Когда гуттаперча остынет, форму снимают, причем она представляет точный отпечаток клише.

Вместо гуттаперчи часто берут воск, к которому для уничтожения хрупкости прибавляют стеарин. Из этой массы отливают в металлических коробках плитки надлежащей величины, которые еще тепловатыми накладываются вместе с коробками на клише и надавливаются на них вышеописанным способом.

Выделанные таким образом формы не проводят тока, и приходится сообщить проводимость всем частям слепка. Для этого покрывают форму, где должен осадиться металл, мелким графитовым порошком, натирая им форму при помощи мягкой щетки, пока не получится графитовый глянец на всей поверхности.

Так как производство гальванопластических клише развилось теперь в особый вид промыселности, то и здесь стремятся, в целях удешев-



513. Машина для покрывания графитом.

ления работы, ввести машинный труд. Подобная машина для покрывания графитом изображена на фиг. 512. В последней подлежащая покрытию графитом форма вставляется в салазки, движущиеся в раме стола автоматически. Над салазками помещается щетка из верблюжьего волоса, шириною равная салазкам, которая приводится помощью механизма в быстрое качательное движение, причем щетка все время трется о форму. Благодаря движению салазок форма медленно протягивается под щеткой, причем последняя растирает насыпанный на него графитовый порошок, излишний графит собирается в приемнике, помещаемом под салазками,

Для предохранения окружающих от образующихся облаков пыли, машину покрывают ящиком.

Графитированные формы обдувают мехом и снабжают проволокой-проводником. Гуттаперчевые формы протыкают шилом у кромки и через отверстия продевают две медные проволоки; выступающие концы проволоки скручивают вместе так, чтобы они прочно схватывали массу, и их концами пользуются для подвешивания формы на катодовых стержнях, тогда как оба других конца загибают и прижимают их острия к графитированной поверхности. При восковых формах для прикрепления проволоки пользуются ушками металлической коробки, в которой находится форма.

Когда осадок меди достигнет требуемой толщины около $\frac{1}{3}$ миллим., его осторожно снимают с формы и затем наливают сзади свинцом, к которому часто прибавляют олово и сурьму. После этого гальванопластическое клише представляет собою прочную пластинку около 3 мм. толщиной, кромки которой обрезают по прямой линии и под прямым углом, и выравнивают заднюю сторону. Затем это клише прикрепляется гвоздями или винтами к деревянной колодке надлежащей толщины, на которой оно и идет в дело.

Приготовление пластических снимков в своей электрической части мало отличается от описанного уже способа, тогда как приготовление

формъ существенно отличается отъ того простаго приема, съ какимъ мы познакомились при описании приготовления клише. Если приходится иметь дело съ простыми плоскими барельефами или со снимками съ монетъ и медалей, то можно поступать, какъ и при изготовлении клише, или же пользоваться гипсовыми слепками, масса которыхъ делается непроницаемой для жидкостей погружениемъ въ расплавленный стеаринъ или покрываниемъ лакомъ; затемъ формы металлизируются графитомъ, какъ было описано раньше. При большихъ художественныхъ предметахъ формование можно производить, въ большинствѣ случаевъ, только по частямъ, которыя затемъ складываются вместе.

Различныя применения гальванопластики. — Гальванопластика даетъ возможность делать снимки съ различныхъ редкихъ произведений природы и искусства, а также металлизировать ихъ, т.-е. покрывать медью. Такъ, теперь имеются въ продажѣ металлизированные цветы и трава, для которыхъ основаниемъ служатъ естественные цветы и проч. Сначала при посредстве особаго приема покрываютъ цветы тонкимъ слоемъ серебра, а затемъ помещаютъ ихъ въ ванну, где ихъ серебряный слой покрывается медной оболочкой. Последняя принимаетъ тогда первоначальную форму цветка, и такимъ произведениемъ можно пользоваться для декоративныхъ целей. Подобнымъ же образомъ можно металлизировать кружева и ткани и пользоваться ими уже въ этомъ состояннн.

Иногда гальванопластическимъ путемъ деревянные предметы снабжаются медной оболочкой. Замечательно, что такая покрытыя тонкимъ меднымъ слоемъ деревянные работы находили въ египетскихъ гробницахъ; отсюда делаютъ заключение, что гальванопластика была известна еще древнимъ египетскимъ жрецамъ.

Весьма своеобразное применение дано гальванопластике Эльморъ въ Англии, который выделяетъ гальванопластическимъ путемъ медныя трубы. Для этой цели въ корыте у него медленно вращается железный валь, диаметръ котораго одинаковъ съ внутреннимъ диаметромъ трубы, какую надо получить; корыто наполняютъ меднымъ купоросомъ настолько, чтобы верхняя часть вала выступала изъ жидкости. Медныя аноды расиолагаются снизу или сбоку вала. Последний соединяется съ катодомъ и на немъ отлагается медь. Сверху къ валу прижимается полирующее колесико; которое медленно движется взадъ и впередъ по оси вала и предназначается для обжимания ровно осаждающейся меди, которая представляетъ кристаллическое строение, и для придания ей болыпей плотности, прочности и вязкости.

Дальнейшие применения химического действия тока.

Введение. Электрическое добывание и очистка металловъ. Добывание золота. Добывание магния. Добывание алюминия, карборунда, карбидъ-кальция. Беление посредствомъ электричества. Электрохимическое получение бертолетовой соли и едкихъ щелочей.



роме применений химическихъ действий тока для запасания электрической энергии и въ описанныхъ выше гальваностегии и гальванопластике, электролизъ получилъ въ последнее время еще другія применения, которыя съ каждымъ годомъ приобретаютъ все болѣе и болѣе развитие, такъ что у насъ есть уже электрохимическая техника; здесь приходится имѣть дело промышленно уже не съ проектами и попытками, а съ развитаю отраслю электротехники. Область применений электролиза въ

фабрич-

ныхъ производствахъ расширяется съ каждымъ годомъ и, хотя многія применения этого рода кажутся еще незрелыми въ настоящее время, это развитие доказываетъ, что наша химическая технология преобразовывается и совершенствуется при содействии электролиза.

Такое состояние развития, въ какомъ находится эта новая техника, затрудняетъ, конечно, оценку многочисленныхъ появившихся процессовъ, такъ какъ очень многіе изъ нихъ не выдержали еще пробы практическаго применения. Все же ихъ нельзя оставлять безъ разсмотрѣнія, такъ какъ, не говоря уже о томъ, что они представляютъ интересъ, тотъ или другой изъ нихъ, можетъ-быть, скоро получить практическое применение.

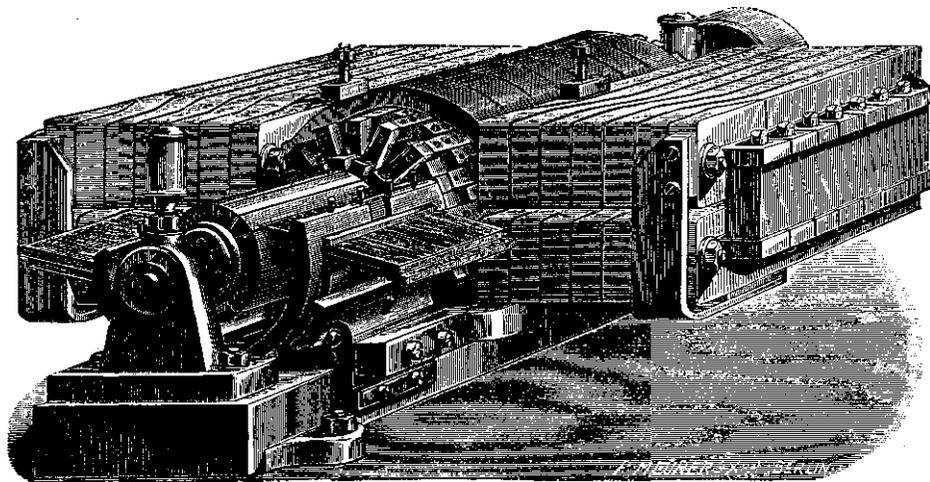
Самымъ раннимъ и самымъ развитымъ применением электролиза является после гальваностегии и гальванопластики электрометаллургия, которую намъ лучше всего разделить на две отрасли: 1) когда токъ действуетъ на растворы и 2) когда разлагающаяся жидкость получена плавлениемъ разлагаемаго вещества; при послѣднихъ способахъ токъ иногда играетъ второстепенную роль, содействуя только разложению, тогда какъ последнее производится собственно раскисляющимъ действиемъ угля; характернымъ примеромъ этого является способъ Коульса и его видоизменения въ другихи.

процессахъ.

Электролитическое добывание и очистка металловъ. — Хотя опыты падъ добываниемъ металловъ посредствомъ электролиза производились уже десятки летъ въ лабораторіяхъ, промышленное применение этого способа началось прежде всего съ электрической очистки меди, которая, конечно, сделалась возможной только после изобретения динамомашинъ; все,

что было раньше, можно прямо считать не имеющим промышленного значения. Впрочем надо упомянуть, что уже в середине шестидесятых годов Элькингтонъ выработалъ и применилъ способъ электрической очистки меди, который въ своихъ основныхъ чертахъ одинаковъ съ современными способами. Но Элькингтонъ имель въ своемъ распоряжении тольш машины Вильде (см. стр. 56) и нетъ ничего удивительнаго, что съ такими еще несовершенными машинами онъ не могъ достигъ удовлетворительныхъ результатовъ.

Первая успешная установка для очистки меди была устроена въ 1878 г. Сименсомъ и Гальске на заводе „Kommunion-Hittenwerke“, где она действуетъ и до сего времени. Примененный ими способъ въ сущности походить на способъ гальванопластики медью; очищаемая медь въ форме пластины располагается въ ванне въ качестве анода и осаждается на пластину чистой меди, служащей катодомъ. При такомъ переносе меди токомъ съ



513. Динамоташина для получения чистой меди въ „Ocker a. H“.

одного электрода на другой посторонния примеси по большей части выпадаютъ, и въ осадке получается металлъ, содержащий 99,5% или больше чистой меди. Ванной служить растворъ меднаго купороса, который постепенно загрязняется выпадающими и переходящими въ растворъ примесями неочищенной меди, а потому отъ времени до времени приходится перемѣнять ванну. О принадлежностяхъ для этой установки говорить много нечего; ванны взяты простой формы, какія уже описаны въ предыдущей главѣ, надо только сказать несколько словъ о применяемыхъ тамъ динамомашинахъ. Мощность этихъ машинъ незначительна: такъ, имъ приходится преобразовать въ токъ всего около 6 лоша. силъ механической энергии, но все-таки оне представляютъ интересъ въ томъ отношении, что ихъ пришлось строить для силы тока, очень большой для того времени, а именно для 1000 амперовъ; зато соответственно низка электровозбудительная сила машины (всего 3,5 вольта), что упрощаетъ изолировку обмотки. Машины построены по старому типу динамомашинъ Сименса и Гальске (см. рис. 513) съ барабаннымъ якоремъ; обмотка послѣдняго состоитъ изъ толстыхъ медныхъ прутьевъ, которые отделяются другъ отъ друга и отъ сердечника якоря прокладками изъ асбеста; на якорѣ расположено такимъ образомъ въ одинъ слой 14 витковъ. Коллекторъ и щетки устроены большихъ размеровъ соответственно большой силѣ тока. Обмотка каждой половины электромагнитовъ состоитъ изъ 7 витковъ

толстых медных полос. Каждая такая машина доставляет ток 12 соединенным последовательно ваннам и осаждает 250—300 кг. меди в день; на заводе ежегодно очищается токозиль 500—600 тонн меди.

Число предприятий для электрической очистки меди значительно возросло за последние годы. По словам Джона Кершау, в настоящее время насчитывается в Америке 9, в Германии 7, во Франции 6, в Англии 5, в России 3 и в Японии 1 такой завод, которые доставили в 1898 году около 170000 тонн электролитической меди. В 1899 г. предполагалось построить еще несколько заводов, так что число их должно было возрасти до 39.

Медь, равно как и цинк, можно добывать электрохимическим путем из руд; на подобные способы было заявлено много привилегий и оборудовано несколько больших и малых заводов. Детали различных способов содержатся в тайне, но все они, хотя с технической точки зрения и удовлетворительны, не могут еще конкурировать в дешевизне со старыми способами выплавки.

Способы выщелачивания золота. Как известно, содержащий золото кварц толчется машинами и затем еще размельчается, после чего на него действуют ртутью. Последняя растворяет содержащиеся в размельченной породе частицы золота, получается амальгама золота, из которой золото добывают возгонкой ртути. Этот способ имеет тот недостаток, что в кварце остается до 30—40 % золота, и поэтому старались придумать, как-бы извлечь и этот драгоценный остаток. В новейшее время Сименс и Гальске применяют способ, удовлетворяющий этой цели. Уже раньше было известно, что содержащееся в остатках амальгаматоров, в так называемых tailings (хвостах), золото можно извлекать выщелачиванием при помощи раствора цианиста кали, в котором золото растворяется. Дело было за извлечением золота из цианисто-калийного раствора; для этой цели прибегли к помощи очень простого на вид приема, а именно: в раствор золота вводили цинковые стружки, причем происходил обмен золота на цинк, и освобожденное золото осаждалось на стружках. Помощью обтирания стружек золотой налет освобождался.

Этот способ оказался на практике сложным и не обеспечивал успеха. Лишь после того как Сименс и Гальске усовершенствовали способ гальванического осаждения, метод выщелачивания получил требуемую практическую форму и применяется теперь в южной Африке и в других местностях, где добывается золото.

В способе Сименса и Гальске цианистый раствор золота отводится в деревянные ящики, в которых расположены попеременно железные и натянутые в деревянных рамах тонкие свинцовые листы. Соединенные между собою железные листы представляют аноды, тогда как соединенные между собою свинцовые листы являются катодами; на них и осаждается золото. Когда осадок достигает достаточной толщины, свинцовые листы вынимаются и замещаются новыми. Вынутые листы расплавляются, свинец удаляется помощью известных металлургических приемов, и остается одно золото.

Освобожденный от золота раствор снова направляется к содержащим золото минералам и возвращается в ящик вновь обогащенный золотом, так что процесс выщелачивания и освобождения золота идет непрерывно.

Этот способ уже получил значительное распространение, и почти все добычи золота в южной Африке производится таким путем.

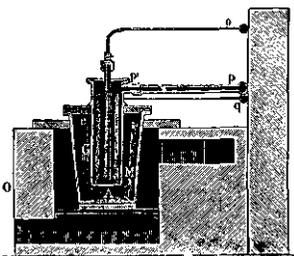
Добывание магния. Мы переходим теперь к электрометаллургическим приемам, при которых разлагаемое вещество переводится в жидкое состояние не растворением в холодной жидкости, но плавлением, причем требуемая температура достигается либо подведением теплоты извне, либо

посредственнымъ воздействиемъ тока, который играетъ такимъ образомъ въ последнемъ случае двойную роль: нагревателя и разлагателя.

Если подвергать действию тока соли щелочныхъ и земельныхъ металловъ въ расплавленномъ на огне состоянии, то на отрицательномъ полюсе выделяются металлы; такимъ путемъ Дэви открылъ въ 1808 г. калий и натрий. Въ 1851 г. Бунзену удалось разломить хлористый магний помощью тока на магний и хлоръ, и затемъ черезъ несколько десятковъ летъ изъ этихъ открытій развилось современное добывание щелочно-земельныхъ и земельныхъ металловъ помощью тока.

Магний, единственный щелочно-земельный металлъ, добывается въ настоящее время при помощи тока заводскимъ путемъ въ большихъ количествахъ въ Гемелингене, и добытый электрически металлъ начинаетъ постепенно вытеснять английский продуктъ, добываемый химическимъ путемъ. Впрочемъ область применения металла очень мала, — она ограничивается применениемъ для получения света. Приборъ, въ которомъ производится на гемелингенскомъ заводе электролизъ магниевыхъ соединений въ расплавленномъ состоянии, изображенъ на рис. 514; тигель *A* изъ литой стали служитъ здесь сосудомъ для плавления и вместе съ темъ катодомъ; для расплавления положеннаго въ него материала тигель ставится въ печь. Въ крышку изъ литой стали, которой закрытъ тигель, вставляется цилиндрический шамотовый сосудъ *G*, содержащий въ себе угольный анодъ. Нижняя часть этого цилиндра сделана сквозною для сообщения съ тиглемъ, а сверху онъ соединяется съ трубкой для отвода выделяющихся газовъ.

Разлагаемымъ материаломъ служить хлористый магний; для разложения требуется напряжение отъ 6 до 8 вольтъ; можно рассчитывать на добычу 40—45 граммовъ чистаго металла на лошадь-часъ.



14. Приборъ для получения магния электрическию машиною.

Добывание алюминия и его сплавовъ. — Изъ всехъ электрометаллургическихъ процессовъ для добывания металловъ ни одинъ не возбуждаетъ такого вниманія и не достигъ такого значенія въ новейшее время, какъ электрическое добывание алюминія, благодаря которому сделалось возможнымъ получение этого ценнаго материала въ большихъ количествахъ и по ценамъ, весьма незначительнымъ въ сравненіи съ древними. Благодаря этому металлъ, соединяющій въ себе несколько превосходныхъ качествъ, превратился почти сразу изъ рѣдкаго металла въ общепотребительный, который въ несколько летъ приобрѣлъ уже обширное распространение и для котораго въ будущемъ откроется еще более обширная область примененій.

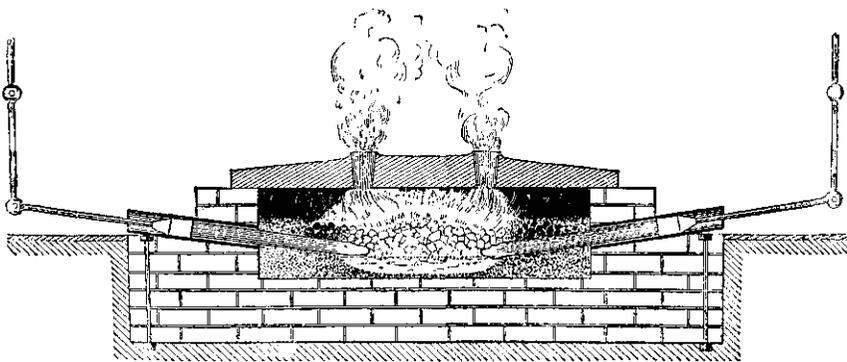
Если вначалѣ и возникли Игреувеличенныя мечтанія, считавшія, что железо и медь будутъ совершенно вытеснены алюминіемъ, мечтанія, которыя по известнымъ причинамъ никогда не исполнятся, то все же для алюминія остается еще большое поле для пользования въ суженной правильнымъ пониманіемъ дела области примененій, и надо ожидать, что этотъ новый металлъ еще не разъ съ пользой для дела заменитъ другіе металлы.

Алюминій известенъ намъ съ 1827 г., когда онъ былъ открытъ Велеромъ; но тогда не могли еще получить его въ видѣ связанной массы, — онъ представлялъ изъ себя серый порошокъ. Велеръ получилъ металлъ, действуя калиемъ на хлористый алюминій, т.е. чисто химическимъ путемъ, и этотъ способъ получения долгое время оставался единственнымъ, какимъ могли добывать алюминій. Въ сороковыхъ годахъ сталъ заниматься добываніемъ алюминія французскій химикъ Де виль, усилиями котораго тогда были осно-

ваны во Франции два алюминиевых завода. Последние пользовались несколько десятков лет монополией производства алюминия, так как не могло быть речи о широком применении металла и выгоды его производства при высокой цене, которая в 1856 г. достигла 1200 франков за кило, а позднее—300 франков.

Некоторые химики старались найти усовершенствованные способы производства металла; особенно успешно работали в этом направлении Кастверь, Нетто и др., но все эти успехи затмило электричество, когда применили его к этому производству; цена алюминия в несколько лет упала до 2 марок за кило, когда начали добывать металл электрическим путем.

Уже вскоре после изобретения динамомашин пытались применить ток к добычии алюминия, но прошло еще десятилетие, пока это производство не достигло стадии практической применимости. Долгое время рассчитывали найти возможность добывать металл электролизом из водных растворов и осаждал его на другие металлы, но не могли добиться никакого успеха в этом направлении, и все рецепты для отложения алюминия оказываются



515. Печь Нюльса для приготовления алюминиевой бронзы.

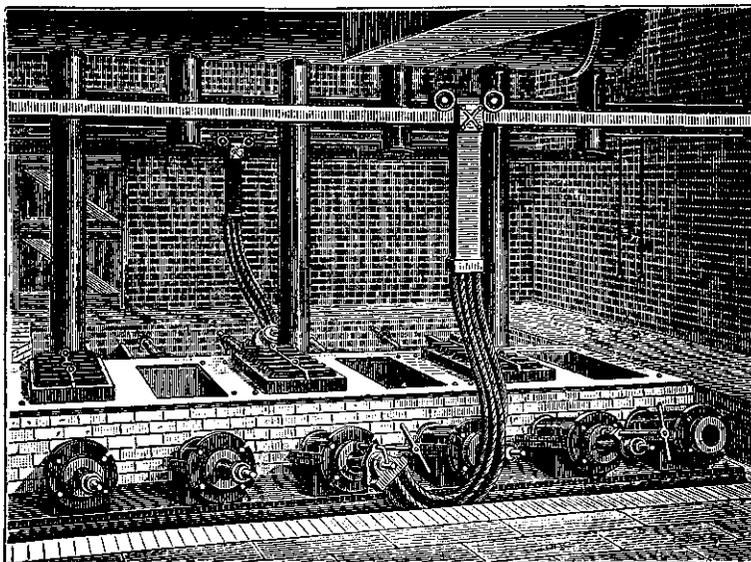
не имеющими значения, так как при электролизе алюминий не выделяется в виде металла, а окисляется при самом выделении из водных растворов и падает на дно в виде глинозема.

Гораздо счастливее оказались те, которые применили к делу электролизу расплавленных алюминиевых соединений, из которых можно получать металл в чистом состоянии таким же способом, как при добычии магния. Такой способ стал сначала применять гемелингенский завод, но несколько лет тому назад пришлось оставить это производство, потому что нашли другой способ более дешевого добывания металла. Изобретателями этого нового способа были два американца, братья Коульсы, изобретения которых развились затем дальнейшие усовершенствованные способы.

Братья Коульсы воспользовались током не для разложения алюминиевого соединения, а для нагревания смеси этого соединения с углем до такой температуры, при которой уголь начинает действовать раскисляющим образом на глинозем и восстанавливает металл.

Их способ состоит в том, что они нагревают вольтовой дугой смесь глинозема, зерен меди и угля. Благодаря необыкновенно высокой температуре, развиваемой вольтовой дугой, уголь производит раскисление окиси алюминия, и последняя, освобождаясь, сплавляется с расплавленной там же медью в так называемую алюминиевую бронзу. На рис. 515 изображена электрическая печь, в которой происходит этот процесс; она

сделана из огнеупорнаго материала; съ боковъ во внутрь проходятъ две наклонныя трубы, чрезъ которыя просовываются толстыя угольныя стержни. Ихъ концы настолько сблизяютъ, чтобы между ними образовалась вольтова дуга; токъ проходитъ между ними чрезъ плохо проводящий материалъ, въ которомъ концентрируется теплота. Для этой цели подъ печи покрывается древеснымъ углемъ и на этой набивке располагаются концы угольныхъ электродовъ, которые представляютъ собою отъ 7 до 9 параллельно поставленныхъ стержней въ 65 мм. диаметромъ. Сверху печь наполняется смесью глинозема, истолченной въ зерна меди и древеснаго угля и затемъ закрывается чугунной крышкою съ отверстиями для выхода образующихся газовъ. Пропускаютъ токъ, смесь нагревается, и глиноземъ начинаетъ разлагаться. Применяемый въ такой печи токъ доходить до 5000 амперовъ и производится динамомагнаттою въ 600 лош. силъ. Возстановление заканчивается въ



516. Расположение печей по системе братьевъ Коульсъ.

1—2 часа; расплавленный металл выпускаютъ чрезъ очко печи. Темъ временемъ готовятъ новую печь, которую теперь и вводятъ въ цепь, а прежней даютъ остыть; затемъ ее опоражниваютъ и набиваютъ снова. Такимъ образомъ последовательно действуютъ печи завода (рис. 516), и производство ведется непрерывно.

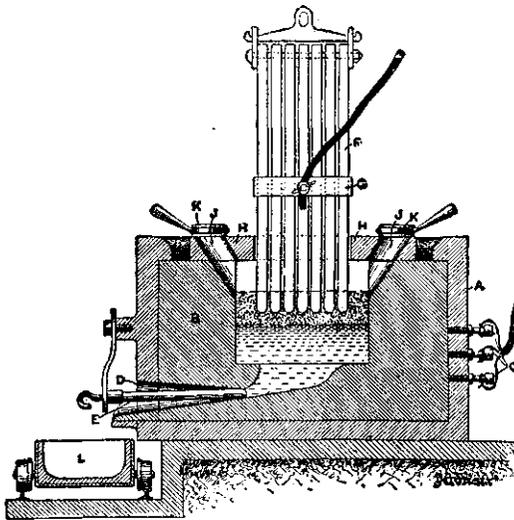
При паровыхъ двигателяхъ получение тока обходится довольно дорого; поэтому американское общество, применяющее этотъ способъ (Cowles Electric Smelting and Aluminium Co.), приобрело въ Локпорте (Нью-Йоркъ) значительную водяную силу, которая и доставляетъ энергию для добывания тока.

Кроме приготовления алюминиевой бронзы подобный же способъ служить и для выделки сплава алюминия съ железомъ, ферроалюминия, который прибавляютъ въ раславляемый чугунъ для увеличения его плавкости.

Что касается до свойствъ алюминиевой бронзы, то она отличается крепостью, вязкостью и прочностью относительно химическихъ действий. Десятипроцентная бронза по крепости превосходить литую сталь; къ последней подходятъ въ этомъ отношении даже бронзы съ меньшимъ содержаниемъ алюминия, превосходя все другия бронзы и сплавы, какъ напр. фосфорную бронзу, дельта-металлъ и др.; въ обработке она мало отличается отъ другихъ бронзъ.

Бронзы съ небольшимъ содержаниемъ алюминия (5%) обладаютъ краивымъ золотистымъ цветомъ, а при большемъ процентномъ содержаніи цветъ делается светлее. Прибавка алюминія къ латуни замечательно улучшаетъ физическія и химическія свойства этого сплава.

Хотя способъ Боульса даетъ возможность получать не чистый алюминій, а только его сплавы, но все-таки онъ представляетъ несомненно важный шагъ впередъ въ области добыванія алюминія, потому что онъ первый далъ возможность добывать практически этотъ металлъ при помощи тока въ большемъ количестве. Съ теоретической точки зрѣнія онъ представляетъ интересъ въ томъ отношеніи, что въ немъ впервые было применено въ большомъ масштабе воздействие электрическимъ путемъ развиваемой теплоты на металлургическіе процессы. Химики придерживаются того взгляда, что уголь возстановляетъ окись любого металла, если только температура достигаетъ требуемой высоты,



517. Приборъ для получения алюминія по способу Геру.

а такъ какъ для некоторыхъ металловъ температура должна быть очень высока, то воздействие развиваемой токомъ теплоты, допускающее значительную концентрацію и позволяющее получать температуры, которыхъ инымъ путемъ не могли достигнуть, является лучшимъ средствомъ къ достиженію условий, необходимыхъ для проявленія возстановляющей способности угля.

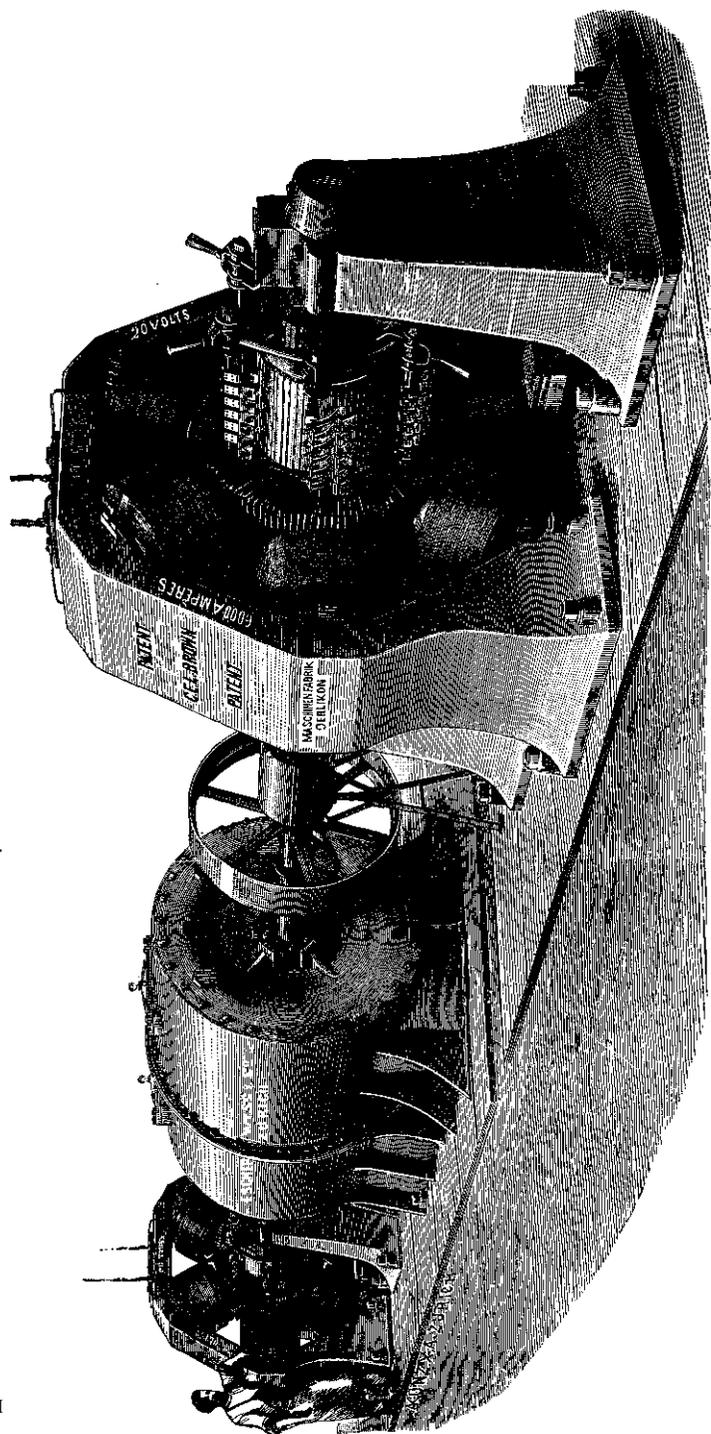
Другой способъ открылъ Геру; его применяетъ „Алюминіевое Промышленное Общество“, въ Нейгаузене (Швейцарія). Здесь токъ одновременно производитъ, нагреваніе и разложеніе, расплавленія разлагаемую массу, поддерживая ее въ этомъ состояніи и электролизируя ее. Прямоугольный железный ящикъ снабженъ

толстой облицовкой изъ угольныхъ пластинокъ, которыя служатъ отрицательнымъ электродомъ и соединяются надлѣющимъ проводомъ съ динамомашинной. Положительный электродъ состоитъ изъ пучка параллельныхъ угольныхъ пластинокъ, которыя электрически соединены въ одно целое; при помощи особаго приспособленія оне опускаются до требуемой глубины въ плавильную камеру. Если надо приготовить алюминіевую бронзу, то подъ камеры покрываютъ кусками меди и опускаютъ положительный электродъ настолько, чтобы онъ прикасался къ слою меди. Сильный токъ расплавляетъ медь; тогда въ плавильную камеру вводятъ глиноземъ. Вследствие надлежащаго подвѣтня положительнаго электрода образуется между жидкой медью и положительнымъ электродомъ сильная вольтова дуга, которая расплавляетъ глиноземъ. Последний въ расплавленномъ состояніи проводитъ токъ, а потому, когда онъ покрываетъ медь, по нему проходитъ токъ и разлагаетъ его. Освобождающийся алюминій сплавляется съ медью, а получающийся на положительномъ электроде кислородъ сжигаетъ положительный угольный электродъ, образуя углекислый газъ, который выходитъ вонъ. Соответственно уменьшенію массы, глиноземъ и медь опускаются внизъ, такъ что процессъ продолжается непрерывно. Скопляющийся въ плавильной камере металлъ выпускается чрезъ окошко въ литейную форму.

Чтобы
получить по этому
способу чистый
алюминий,
следует лишь
сначала
Иговести
некоторое
количество $\frac{1}{10}$ Ц
меди къ
расшивляемому
телу и затемъ
вводить только
Jftm

чистый глиноземъ.

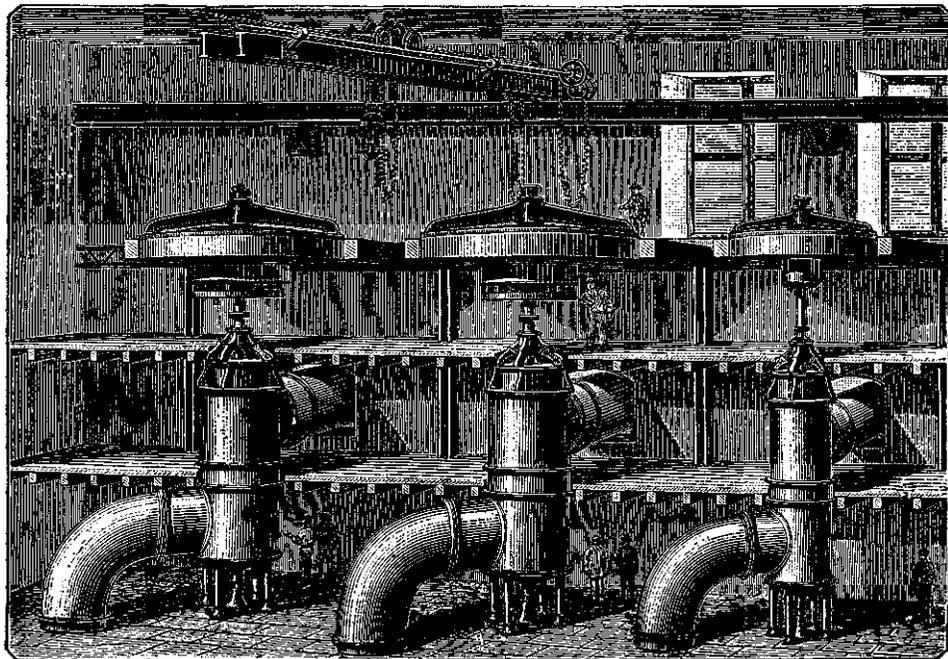
Впрочемъ
нейгаузен-
ское общество
применять
теперь
усовершенствован-
ный аппаратъ, но
такъ какъ
здесь надо было
только по-
знакомиться
читателя со спо-
собомъ Геру въ
его основныхъ
чертахъ, а по-
дробности приме-
няемаго на заво-
де способа удер-
живаются въ се-
крете, то можно
ограничиться
приведеннымъ
здесь описа-
ниемъ. Изъ него
можно видетъ,
что способъ Ге-
ру, усовершен-
ствованный
теперешнимъ
управляющимъ
завода,
д-ромъ Килиани,
имеетъ
много общаго со
 спосо-
бомъ Коульса, хотя
суще-
ственно отличается отъ
него въ некоторыхъ отно-
шенияхъ. Оба способа оди-
наковы по применению на-
гревательнаго действия



518. Первоначальная генераторная установка на алюминическомъ заводе при рейнскомъ водопаде.

ними есть существенная разница, и печи Геру следует отдать преимущество передъ печью Коульса.

Способъ Геру быть принятымъ основаннымъ для добыванія алюминія Акционернымъ обществомъ подъ фирмою „Швейцарское Металлургическое Общество“, которое хотело воспользоваться для этой цели водяной энергіей Рейна и думавшее было вначалѣ воспользоваться другимъ способомъ. Общество намеревалось пользоваться отъ водопада 15 000 лошадиныхъ силъ, но встретило неожиданное препятствіе: раздались голоса протѣявъ такого пользованія Рейнскимъ водопадомъ, выражавшіе опасенія, какъ бы столь значительное отведеніе воды не повліяло на красоту водопада. Предприниматели отказались поэтому отъ первоначальнаго проекта, приобрели патенты Геру, которые



519. Установка генераторныхъ машинъ на алюминіевомъ заводе при рейнскомъ водопаде.

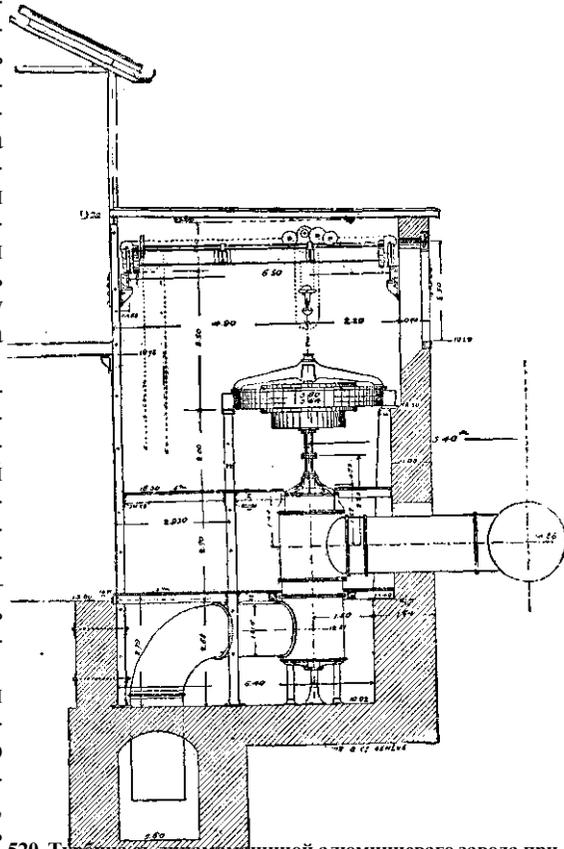
позволяли производить работы съ значительнымъ количествомъ водяной энергіи и соединились съ обществомъ „Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft“, электротехникъ котораго Килиани также заимался вопросомъ о добываніи алюминія и изобрелъ свой способъ. Было основано явное общество „Акционерное Общество Алюминіевой Промышленности“ съ 10 миллионами франковъ капитала въ акціяхъ, съ которымъ слилось „Швейцарское Металлургическое Общество“, БИИОСЯ приобретенное нмъ изобретеніе Геру.

Новое общество получило концессию на пользование нзъ водопада 20 куб. метр. воды въ секунду, приобрета такнмъ образомъ болѣе чѣмъ достаточное количество энергіи, ибо при высоте паденія въ 20 метровъ это количество равно приблизительно 3000 лошадиныхъ силъ. Такнмъ образомъ вопросъ о дешевомъ полученіи тока былъ решенъ, и общество тотчасъ приступило къ оборудованію своего предприятия, которое было закончено въ течение года, и въ началѣ 1890 г. уже началась работа. Вся установка распадается на две части, которыя представляютъ съ одной стороны матны для добыванія тока, а съ другой — приборы для разложенія, которые мы опишемъ ниже.

Машинная установка состоитъ изъ двухъ частей: старой, оставшейся отъ прежняго завода другой компании, и новой (рис. 518). Прежняя установка состоитъ изъ двухъ дьямомашинъ, непосредственно соединенныхъ съ горизонтальными турбинами (рис. 518); динамомашины — шестиполосныя, ИИостроенныя по системе Броуна, техника завода Эрликонъ; при 180 оборотахъ въ минуту оне доставляютъ 6000 амдеровъ при 15—20 вольтахъ.

При проектировании новой установиш заботились о возможно большени экономии имеющагося помещедия, а потсшу решиди применить вертикальыл турбины (реакционныя турбины системы Жонваля) и поставятъ динамомашины надъ ними, придавъ горнзонтальное положение якорю, насаженному непосредствено на валъ турбины. Благодаря такому расположению, достигли значительной экономии въ помещеаш, потому что новая установка на 1500 лощ. силъ занимаетъ место въ длину не больше старой, всего ба 300 лол. силъ.

Машинная установка рас-
Июлсжша такъ, какъ это показатио на рис. 519; въ подвале расположеш спускной каналъ съ отличными трубами, сверху, въ ИИервомъ этаже, — турбины съ регуляторами, а во второмъ этаже — динамомашины. Сверху надъ машинами проходить галлерей. Установлены. две турбины по 600 лощ. силъ и одна въ 300. Вода доставляется къ турбинамъ по трубамъ изъ листового железа въ $2\frac{1}{2}$ м. Диаметромъ, въ количестве 10 куб. м. въ секунду. Отъ главной линии трубъ отъветвляются отростки къ отдельнымъ турбинамъ,



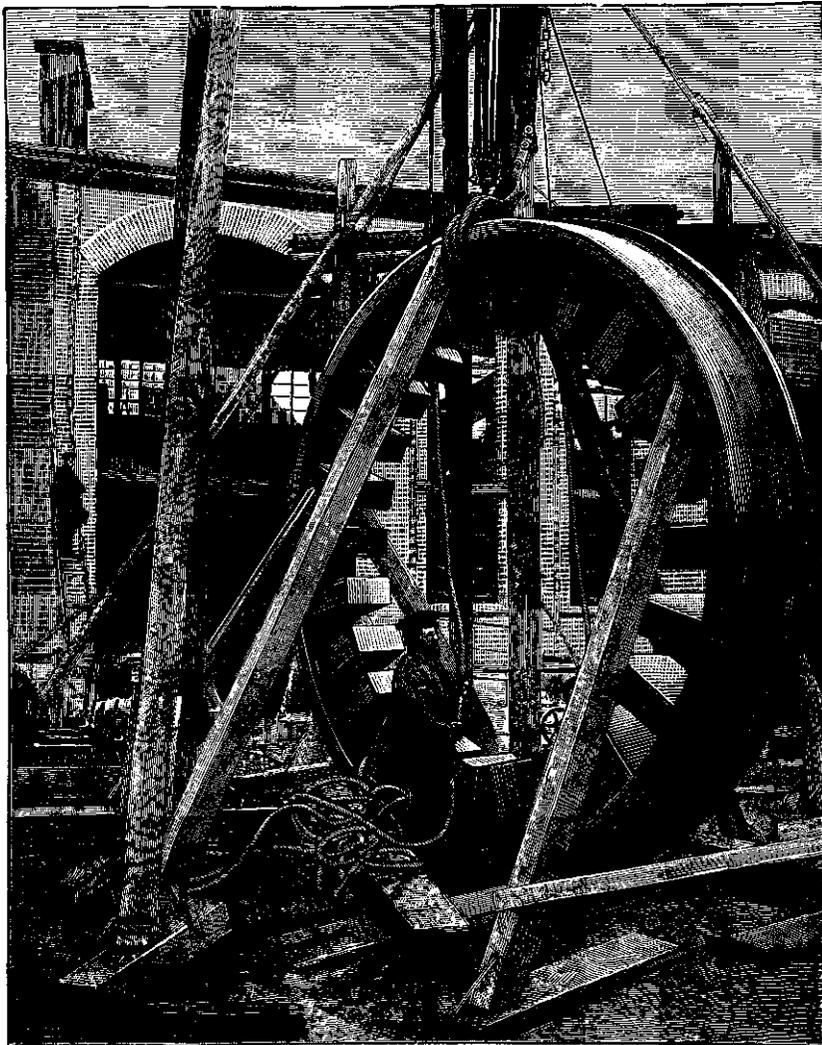
520. Турбина съ динамомашинной алюминневаго завода при реинскомъ водопаде.

снабженныя клапаями, которые находятся въ соединении съ регуляторамн и темъ поддерживаютъ постоянное число оборотовъ турбины при переменной нагрузке; большия турбины делаютъ 225 оборотовъ въ минуту, а малая —350. Устроено предохранительное приспособлеше, предохраняющее почти мгвовено проходжение воды чрезъ турбину, когда неожиданно прерывается токъ соответствующей дьямомашинны, и темъ снимается нагрузка съ турбины.

Рис. 520 даетъ вертикальный разрезъ здания, по оси одной изъ турбинъ.

Динамомашины — 24хполосныя. Огромное магнитное кольцо (рис. &^д, ₀₁₄), представляющее одну отливку, въ 3,6 метра диаметромъ безъ обмотки, весить 12 тоанъ; диаметръ внутренняго просвета, где вращается якорь, равняется

2,43 метра. Якорь барабанного типа Броуна и представляет ту особенность, что проволоки расположены не снаружи сердечника, а внутри, в казалах, которые сделаны вдоль наружной поверхности. Коллекторъ въ 1,8М. диаметром; его большой размер обусловливается необыкновенно большой силой тока (7 000 амперовъ); соответственно числу полюсовъ, по коллек-



Б2И. Кольцевой железный сердечник большой динамомашины алюминиеваго завода.

тору трутся 24 щетки, каждая изъ которыхъ составлена изъ 5 отдельныхъ Идетокъ въ 50 мм. шириной.

Для отвода воды изъ Рейна устроена выше водопада косо входящая въ реку стена, которая отводитъ воду въ приемный каналъ. Черезъ последний вода проводится въ приемную трубу и затемъ попадаетъ въ турбины, изъ которыхъ выпускается по отводному каналу опять въ Рейнь ниже водопада.

Благодаря добросовестному ведению дела, какъ въ коммерческомъ, такъ и въ техническомъ отношеняхъ, Неугаузенскому заводу удалось доставить алюминию право гражданства и найти для него многочисленныя применения.

Вследствие этого предприятие уже в самом начале дало хорошие результаты

и в течение некоторого времени удовлетворяло весь спрос на алюминий. Это обстоятельство побудило американцев устроить у себя алюминиевый завод („Pittsburgh Aluminium Redaction Co^m — „Питтсбургская Ко для добытия алюминия”), перебравшийся, когда возникла Ниагарская установка, в ее соседство и берущий теперь оттуда 3000 лошадиной силы энергии. Между тем и Нейгаузенский завод перестал удовлетворять все возрастающий спрос, почему устроен был дополнительный завод в Рейнфельдене, который будет пользоваться из устроенных там преобразователей водяной энергии несколькими тысячами лошадиной силы. В Англии построен алюминиевый завод при Foyer's водопаде, дающий 6000 лошадиной силы. Два подобных же завода имеются и во Франции.

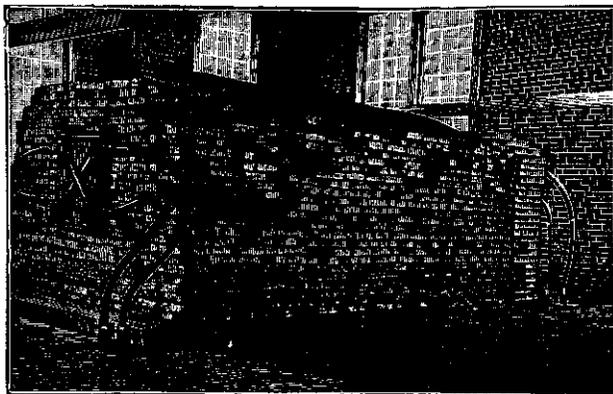
По словам Кершау, в конце 1898 г. имелись следующие 8 алюминиевых заводов: Нью-Кенсингтонский, Ниагарских два, Фойерский, Ля-Працкий, Селцэтский, Нейгаузенский и Рейнфельденский. Все эти заводы обладают общей мощностью в 20 000 лошадиной силы и добывают ежедневно около 12 тонн алюминия. Предполагается построить заводы в Живоре—во Францип и в Сарнсборге—в Норвегии.

Съ понижениемъ ценъ на алюминий для послѣдняго открывається новою полемъ применения, именно для электрическихъ проводовъ. Проводимость алюминия правда в два раза меньше проводимости меди, почему для достижения одинаковаго эффекта алюминиевой проволоке приходится придавать вдвое больший поперечный разрезъ сравнительно съ медной, следовательно приходится употреблять вдвое большее количество металла. Но удельный весъ алюминия лишь немногимъ больше $\frac{1}{4}$ веса меди, почему двойное количество алюминия веситъ приблизительно в два раза меньше соответственнаго количества меди.

Если бы алюминий стоилъ по весу вдвое дороже меди, то стоимость обоихъ металловъ при устройстве проводовъ была бы одинакова; но алюминий представилъ бы ту выгоду, что при менее значительномъ весе онъ нагр ужаль бы слабее столбы, или, другими словами, что те же самые столбы, нагруженные алюминиевой проволокой, могли бы обслуживать более значительную передачу энергии. Если ценность алюминия упадетъ еще больше, то преимущества окажутся на стороне этого металла, и намъ кажется, что, вследствие усиленнаго производства алюминия, мы уже приближаемся къ такому положению дель. Американцы уже соорудили значительную сеть проводовъ изъ этого металла, а именно для передачи энергии изъ завода при Сноквалми — водопаде въ Такома и Ситтль, которая передаетъ круглымъ числомъ 9000 лошадиной силы; всего металла пошло на эту сеть до 60 000 килограммъ. Проводъ состоитъ изъ шести проволокъ, укрепленныхъ на деревянныхъ столбахъ, расположенныхъ на разстоянии 40 метровъ одна отъ другаго, т.-е. значительно теснее, чѣмъ то делается для телеграфныхъ проволокъ.

Карборундъ. Простая по устройству печь Коуля сосредоточила на себе интересъ изследователей и изобретателей; после того какъ было доказано, что накаленный токкомъ углеродъ обладаетъ огромнымъ химическимъ средствомъ съ кислородомъ, отнимаемъ его изъ соединений съ другими веществами, возстановля послѣдняя, все набросились на это явление, стремясь излучить вещества, не встречающияся въ природѣ въ свободномъ состояннн и добывание которыхъ химическимъ путемъ крайне затруднительно. Среди этихъ попытокъ особенно замечательны два неправильно поставленныхъ опыта, приведшихъ совершенно неожиданно къ открытнню новыхъ веществъ, а именно къ открытнню карборунда и добыванию карбнда кальция. Въ обонхъ случаяхъ изобретатели хотели добыть основное вещество въ чистомъ виде, а получили вместо того соединенне этихъ элементовъ съ углеродомъ.

Американский электротехникъ Ачесонъ стремился добыть кремний изъ кварцеваго песка, для чего онъ смешивалъ последний съ углемъ и ИИомещалъ въ печь Коуля. Къ своему удивлению вместо кремния онъ получилъ светло-зеленоватый порошокъ, состоявшій изъ небольшихъ пластинчатыхъ кристалловъ. Анализъ показалъ, что эта масса представляетъ изъ себя соединеніе Еремния съ углеродомъ, т.-е. карбидъ кремния, которое Ачесонъ, соединяя два пазванія карбо и корундъ, на который Иювое соединеніе было похоже по своей твердости, назвалъ карборундъ; американцы, какъ известно, не стес-Ишють себя слишкомъ при новыхъ словообразованіяхъ. Этотъ карборундъ оказался обладателемъ столь значительной твердости, что оказалось возможнымъ пртшенать его для шлифования. Но не одна твердость, по которой онъ уступаетъ лишь алмазу, делаетъ его пригоднымъ для этой цели, онъ обладаетъ еще однимъ ценнымъ свойствомъ, котораго недостаетъ старому сопернику — наждаку. Небольшие кристаллы карборунда имеютъ острые края и сохраняютъ это свойство при употребленіи, тогда какъ зерна наждака,



522. Печь для приготовления карборунда.

имеющія также вначале острые края, постепенно прятупляются, благодаря чему понижается ихъ способность шлифовать. Дѣшь по цене карборундъ уступаетъ деипевому наждаку, но въ техъ случаяхъ, когда во-ИИирось о цене отходить ИИа второе место, напримеръ при шлифованіи стекла и камней, когда требуется значительная сила шлифования, карборундъ далеко превосходитъ наждакъ.

Примененіе связующихъ средствъ, оказывается возможнымъ готовить изъ карборунда шлифовальные кружки и стержни.

Карборундъ изготовляется теперь въ большихъ размерѣхъ на новомъ заводе „Компанія Карборунда“. Заводъ расположенъ вблизи Ниагарскаго водопада и Июльзуется необходимой электрической энергией отъ большой Ниагарской станціи. Общество расходуетъ пока до 1000 лошадиныхъ силъ, добывая ежедневно 2000 килограммъ карборунда. Съ развитіемъ потребления материала и спроса на него заводъ будетъ расширенъ, съ расходомъ пользоваться 3000—4000 лошадиныхъ силъ.

Для Июлученія карборунда пользуются коксомъ, пескомъ, солью и опилкамд, которые соответственно размельчаются и смешиваются въ определенныхъ весовыхъ отношеніяхъ. Таковую смесь вводятъ въ печь, наружный видъ которой вовсе не делаетъ ее похожей на электрическую печь. Последняя (рис. 522) сложена изъ кирпича, безъ применения связующихъ средствъ, нагидобие древнихъ стѣнъ Пеласага, и походить поэтому скорее на развалившуюся почъ весьма древней коиструкцин; размеры ея таковы: 5 метровъ длины и иемного больше 2 ы. высоты и ширины. На обоихъ кошцахъ вставлены бронзовыя пластины, поддерживающія проходящія во внутрь угольные электроды. Последние сделаны изъ угольныхъ стержней въ 75 мм. диаметромъ и пемного больше 60 сантиметровъ длиною; ихъ шестьдесятъ для каждой пластины. Съ обоими пластинами соединены провода помощью толстыхъ медныхъ канатовъ.

Печь загружается массой, которой идет не менее 10 000 килограммов на каждый заряд. В середину массы закладывается цилиндрическое ядро из коксовых зерен, соединяющее электроды обеих сторон. После этого пропускают ток, который предварительно преобразуют помощью трансформатора из тока высокого напряжения в ток низкого напряжения. Печь расходует 1000 электрических лошадиных сил, которые действуют 24 часа подряд, так что каждый заряд требует для своего изготовления 24000 электр. лошадиных сил-часов.

Приблизительно через два часа после начала действия тока начинают выходить из щелей печи газы, которые загораются и горят синим пламенем.

С дальнейшим ходом нагревания стенки и крыша печи нагреваются, причем через 12 часов последняя достигает красного каления. Когда через 24 часа наблюдающие рабочие убедились, что процесс закончен, они выключают эту печь и включают новую.

В высшей степени интересным оказывается зрелище, которое представляется, когда печь после охлаждения открывают. Угольное ядро кажется неизменным, но масса его оказывается очищенной от всех нечистот, которые испарились, почему оно потеряло около $\frac{1}{4}$ своего веса. При ближайшем рассмотрении оказывается, что вся масса состоит из графитных зерен, что заставляет предполагать действие весьма высокой температуры.



523. Электрические печи завода кальция-карбида у Ниагарского водопада.

Вокруг угольного ядра расположился концентрически цилиндр кристаллического сложения, кристаллы которого сварились в плотную на внутренней части и более рыхлую к наружной части цилиндра массу.

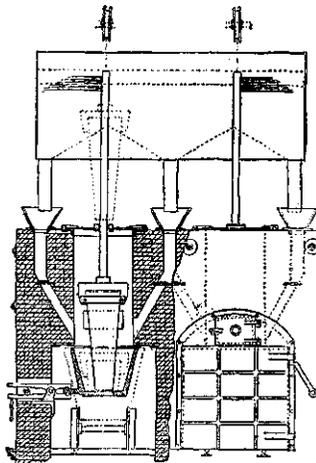
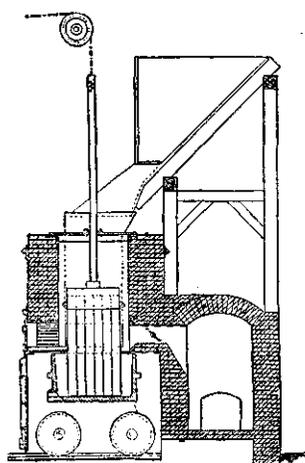
Стенки этого цилиндра достигают до 40 сантим. толщины. Далее идет концентрический слой, состоящий из аморфного, светло-серого материала, толщиной около 5 сантим., затем черная масса, состоящая из начальной смеси, с той лишь разницею, что благодаря расплавившейся соли она сварилась в комки.

Кристаллическое вещество, равно как и светло-серая масса, представляет из себя карборунд, которого одна печь дает около 2000 Ишлотграммов. Его вынимают, размалывают, промывают водою и кислотами для очищения от грязи, просеивают и затем упаковывают, как готовый продукт.

Карбидь кальция. Подобно открытию карбида кремния было открыто и другое соединение углерода, которое получило в последние годы весьма важное значение. Американец Вильсон, желая помпозно восстановить процесс получения металла калий из чистой окиси кальция, подверг последнюю совместно с углем действию электрической печи. Вместо ме-

талла онъ получилъ соединеніе его съ углемъ, карбидъ кальція. Впрочемъ и Муассанъ почти одновременно (1892 г.) добылъ это вещество въ электрической печи, но съ открытіемъ своимъ онъ познакомилъ публику лишь въ 1894 г. Это подало поводъ къ ограниченію права Вильсона на патентъ, но не следуетъ уиускать изъ виду, что знакомство съ процессомъ и оденка его произведены на основаніи открытія Вильсона. Карбидъ кальція обладаетъ однимъ замечательнымъ свойствомъ, которое впрочемъ уже было известно химишши (вещество это было уже открыто -ранее чисто химическимъ путемъ). Если положить карбидъ кальція въ воду, то последняя разлагается. Кислородъ соединяется съ кальціемъ и даетъ известь, а освобождающійся водородъ образуетъ съ углеродомъ газообразный углеводородъ, такъ называемый ацетиленъ $CaC_2 + 2 H_2O = C^2 + Ca(OH)_2$.

Ацетиленовый газъ уже приобрелъ техническое значеніе, о чемъ мы сейчасъ и будемъ говорить. Прежде однако должно обратить вниманіе чи-



624. Электрическая печь для приготовления кальция-карбида.

тателя на принципиальную сторону открытія. Читателю конечно известно, что химія постоянно стремится добывать органическія соединенія непосредственно изъ элементовъ, оставляя въ стороне добываніе ихъ при псшошъ организмовъ, растений и животныхъ. Кое-что уже удалось изследователямъ, но это были лишь лабораторные опыты, которымъ недостаотъ должной практичности. Карбидъ

кальція представляетъ изъ себя тело, которое даетъ намъ въ качестве исходнаго соединенія углеводородъ. Последний можетъ дать многочисленныя другія важныя соединенія, изъ которыхъ мы назовемъ имеющій громадное хозяйственное и политическое значеніе алкоголь. Въ настоящее время мы еще не ушли настолько впередъ, чтобы обращать ацетиленовый газъ непосредственно въ алкоголь; ведущіе къ этой цели процессы пока еще слишкомъ сложны и непрактичны. Но мы просимъ читателя запомнить, что решающее начало положено, и идущее впередъ развитіе науки и техники поможетъ намъ одолеть имеющіяся пока еще въ этомъ направленіи препятствія.

Мы должны прибавить, что въ настоящее время открыты еще некоторыя соединенія кальція, которыя разлагаютъ воду и соединяютъ освобождающійся водородъ съ темъ, что соединено было съ кальціемъ; такъ напримеръ, нитритъ кальція, который представляетъ изъ себя соединеніе азота съ кальціемъ. При погруженіи этого тела въ воду освобождается аммиакъ.

Въ настоящее время ацетиленовымъ газомъ пользуются только для освещенія. Большой процентъ содержанія углерода даетъ его пламени большую силу света, и это обстоятельство, въ связи съ простотой добыванія газа, который получается, какъ сказано, введеніемъ карбида кальція въ воду, возбудило всеобщую надежду, что приготовленіе осветительнаго газа при помощи карбида значительно упростится. Эти надежды оправдались лишь отчасти.

Прежде всего цена карбида еще слишком высока, чтобы пламя ацетилена, несмотря на значительную силу света, могло конкурировать съ пламенемъ светильнаго газа. Далее ацетиленъ оказался обладающимъ опасными свойствами. Думали, что будетъ целесообразнымъ заключать его подъ давлениемъ въ стальныя хранилища и въ такомъ виде доставлять къ месту потребления, считая устройство генераторовъ для небольшихъ станций слишкомъ сложнымъ. Оказывается, что въ сжатомъ состоянни ацетиленъ представляетъ изъ себя взрывчатое вещество, и опыты со сжатымъ газомъ имели послѣдствиемъ несколько несчастныхъ случаевъ. Вслѣдствие этого пользование газомъ въ сжатомъ "состоянни оставили и применяютъ его лишь подъ незначительнымъ давлениемъ, т.-е. оказываются вынужденными добывать его на месте потребления въ водяныхъ аппаратахъ. Кроме того онъ проявляетъ опасное стремление давать съ медью и медными сплавами взрывчатыя соединения, и, хотя до сихъ поръ не было несчастныхъ случаевъ, вызванныхъ этимъ свойствомъ, все же следуетъ обращаться съ газомъ осторожно и всегда помнить объ этомъ свойстве на стаціяхъ, где не должно допускать соприкосновений его съ названнымъ металломъ. Все эти неудобства однако понемногу устраняются, благодаря чему карбидъ кальція получаетъ все возрастающее потребление.

Для добыванія карбида кальція пользуются не старой конструкціей печи Коула, какъ напримеръ при фабрикаціи карборунда, а печью, загрузка и выгрузка которой упрощена и которая допускаетъ регулирование силы тока измененіемъ разстоянн между электродами. Мы опишемъ устройство печи „Компанн Ацетиленоваго Освѣщенн, Отопленн и Энергнн" (Acetylene Light, Heat & Power Co) въ Филадельфн, которая устроила въ 1896 г. карбидный заводъ у Ниагарскаго водопада, на который расходуется пока до 1000 лошадиныхъ силъ. Печь состоитъ изъ квадратнаго литаго железа ядника, длиною немного больше 1 метра, шириною до 70 ст. и высотой до 80 ст. при толщине стенокъ до 25 миллим. Эта печь служитъ, собственно говоря, подомъ для отапливаемаго пространства, для каковой цели ее заключаютъ, въ шахто-подобный очагъ (рис. 524).

Такъ какъ железный подъ служитъ одновременно электродомъ, то, чтобы предохранить его отъ действия вольтовой дуги, на него насыпаютъ слой угольной пыли толщиной до 30 ст. Вторымъ электродомъ является прямоугольнаго сеченн угольная призма, составленная изъ отдельныхъ угольныхъ пластинъ и укрепленная помощью металлической обоймы къ железной штанге; последняя повешена нацепи, иерешшутой черезъ роликъ, и можетъ быть приподнята вместе съ угольной призмой метра на 4 въ вышину. Соединенн угольной призмы съ полюсомъ динамомашнн производится помощью гибкихъ медныхъ канатовъ, прикрепленныхъ къ железному стержню. Когда печь долаша начать работу, опускаютъ призму до соприкосновенн съ подомъ и тотчасъ же слегка приподнимаютъ, такъ что между призмой и подомъ образуется вольтова дуга. Тогда изъ расположенной сбоку воронки всыпаютъ смесь изъ мелкаго порошка кокса со жженою известью, въ пропорціи 8 къ 10, которая, попадая въ дугу, превращается въ карбидъ. Постепенно призма подымается все выше, и постоянно подводится все новый материалъ. При этомъ въ продолженн отъ одного до трехъ часовъ между подомъ и призмой образуется все возрастающая колонка изъ карбида, вышину которой обыкновенно доводятъ отъ $\frac{2}{3}$ -2 метровъ, после чего токъ прекращается и производится охлажденн пещ въ теченн отъ 1 до 2 часовъ времени. После этого карбидъ выгружаютъ, охлаждаютъ и затемъ упаковываютъ въ жестяныя бочки. Затемъ печь снова приводится въ дѣйствн описаннымъ выше способомъ, такъ что процессъ идетъ непрерывно. Напряженн, при которомъ ведется процессъ, достигаетъ 65 вольтъ. Такъ какъ

каждая печь, из которых в действии всегда находятся две, расходует 500 лошадиных сил, то сила тока достигает приблизительно 5000 ампер. Ежедневно печь вырабатывает 2 2 тонны = 2500 килограммов карбида, так что завод может давать в день 5000 Ишлогаммов вещества. Стоимость производства еще точно не установлена. Упомянутое американское общество уверяет, что производство 1000 килограммов обходится в 90 марок, т. е. приблизительно в 45 рублей.

Электрическое белиenie. Французский химик Эрмитъ применил токъ для получения белильной жидкости. Для этой цели онъ пропускает токъ чрезъ растворъ хлористаго магния; при этомъ на положительномъ полюсе образуются соединения выделяющихся кислорода и хлора, которыя обладают сильною белящею способностью. На отрицательномъ полюсе получается магний и водородъ, изъ которыхъ первый разлагаетъ воду, образуя



525. Установка для приготовления белильной жидкости по способу Эрмита.

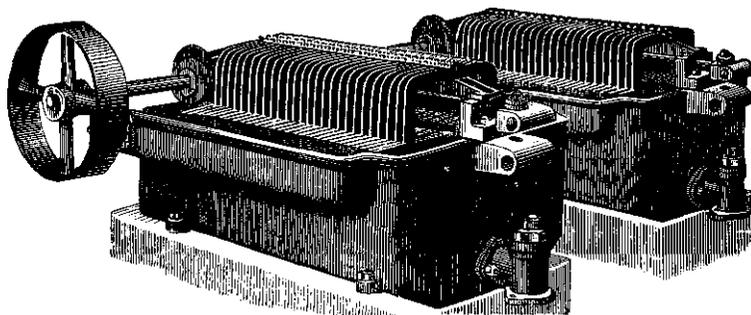
окись магния. Если въ эту жидкость ввести отбеливаемая волокна, то ихъ окрашивающія вещества окисляются кислородохлорнымъ соединениемъ, хлоръ освобождается и соединяется съ освободившимся водородомъ въ соляную кислоту, которая съ окисью магния образуетъ опять прежнее соединение, хлористый магний. Сомнительно, правильно ли такое объяснение, даваемое Эрмитомъ, такъ какъ электрохимические процессы по большей части совершаются не такъ просто, какъ это выражаютъ своими знаками химшш. Но во всякомъ случае, опыты показали, что электролизованныи хлористый магний белитъ, а это самое важное для практическаго применения.

Способъ Эрмита получилъ применение въ большомъ масштабе на одной бумажной фабрике близъ Кардифа; устроенная для этого большая установка, при затратѣ 300 лошадиных силъ, доставляетъ въ сутки белильную жидкость въ количестве, эквивалентномъ 2-мъ тоннамъ белильной извести. Эта установка состоитъ изъ 20 электролизаторовъ, по которымъ циркулируетъ растворъ хлористой соли. Электролизаторъ (рис. 526) представляетъ собою ящикъ изъ динкованнаго железа, въ которомъ расположены попеременно и параллельно

платиновые и цинковые пластинки на небольшом расстоянии одна от другой. Платиновые пластинки соединены между собой и с положительным полюсом динамомашин; точно также соединенные между собой цинковые пластинки находятся в сообщении с отрицательным полюсом. Раствор входит по трубе, сообщающейся с электролизатором около его дна, проходит между пластинками и выливается через край сосуда в желоб, откуда он стекает в общий резервуар. Для дальнейшего употребления он поднимается центробежной помпой в верхний резервуар, откуда снова протекает по электролизаторам. Вторая помпа доставляет его в белильные резервуары, откуда она опять отводится в общий резервуар для электролиза.

Для добывания электрохимическим путем белильной жидкости можно пользоваться вместо хлористого магния хлористым натрием, т.е. поваренной солью.

Электрохимические белильные процессы по способам Эрмита и других нашли многочисленныя применения в бумажных и прядильных заводах



526. Электролизатор для бленения по способу Эрмита.

Германии и Франции. Для бленения целлюлоза большею частью применяется способ Кельнера.

Эрмитъ пытался применить свое изобретение и для дезинфекционных целей; для этого онъ пользовался, какъ и для белильнаго процесса, особой, добытой электрическимъ путемъ, дезинфецирующей жидкостью, которую онъ добывалъ электролизомъ воды, содержащей хлористыя соли. Такъ какъ для дезинфекции одного кубическаго метра сточной воды требуется одинъ кило хлористой жидкости, то весьма важно, чтобы растворъ былъ возможно дешевъ, что и будетъ иметь место для приморскихъ городовъ, въ которыхъ можно пользоваться для производства дезинфеционной жидкости върской водой. Во многихъ фабричныхъ городахъ фабрики даютъ содержащую хлористыя соединения воду въ качестве отбросовъ, которыми и пользуются для этихъ делей.

Эрмитъ производитъ электролизъ въ разлагателе своей конструкции, въ общихъ чертахъ сходномъ съ применяемымъ для бленения аппаратомъ; онъ приводитъ подлежащий электролизу растворъ въ разлагателе во вращательное движение, для чего съ аппаратомъ соединяется небольшая ротационная Июмпа. Переработанная такимъ образомъ вода подводится къ еточнымъ водамъ и дезинфецируетъ послѣдняя.

Эрмитъ применилъ свой способъ въ большомъ масштабѣ, но практическое достоинство его сильно оспаривается; опытъ, предпринятый въ Бомбее въ широкихъ размерахъ, считается неудавшимся. Темъ не менее мы не считали возможнымъ обойти этотъ способъ молчаніемъ, полагая, что следуетъ

упоминать и о неудавшихся набегахъ въ область электрохимии, лишь бы они были на самомъ деле набегами.

Русский изобретатель, С. Н. Степановъ, выработалъ простой и экономичный способъ приготовления белильной жидкости электролизомъ поваренной соли, продукта дешеваго и добываемаго въ России въ изобилии. Все усовершенствование, сделанное Степановымъ въ электрохимическомъ отношении, заключается въ томъ, что въ растворъ поваренной соли прибавляется небольшое количество едкой извести. При пропускании тока въ растворе образуются хлорноватокислая известь, едкий натръ и хлористый кальций, а кроме того изъ него выделяется водородъ; затемъ половина едкаго натра разлагаетъ хлористый кальций, причеъ осажается известь. Получающаяся въ растворе хлорноватокислая известь лучше хлорноватистоватровой соли выдерживаетъ действие тока, не переходя въ хлорноватую соль, такъ что оказывается возможнымъ получать растворы съ 1,4—и,6^o/о этой соли, что вполне достаточно для практическихъ целей. Кроме того при этихъ реакцияхъ электровозбудительная сила бываетъ не больше 1,8 вольта, тогда какъ при способе Эрмита, напримеръ, она достигаетъ 4 вольтъ.

Что касается до аппарата-электролизатора, то, выработывая его устройство, Степановъ главнымъ образомъ имель въ виду следующие условия: 1) при применении на фабрикахъ его способа приготовления белильной жидкости должны оставаться безъ всякаго изменения те способы и приемъ белиния, какие теперь тамъ приняты; 2) дать возможность пользоваться для действия аппаратовъ теми дешевыми типами динамомашинъ, какие имеются въ продаже и какие употребляются, напримеръ, для электрическаго освещевия; 3) придать аппарату простую, прочную и возможно дешевую форму.

Существенное отличие аппарата Степанова заключается въ томъ, что отдельные элементы соединены въ цепи не параллельно (т.-е. не расположены въ одной ванне), а последовательно. Вообще число отдельных элементовъ и ихъ размеры можно подбирать по имеющейся въ распоряжении динамомашине. Для принятаго теперь размера требуется 90 вольтъ и 50 амперовъ.

Элементы аппарата расположены последовательно въ наклонной раме, и жидкость протекаетъ по всемъ элементамъ по порядку, подвергаясь на всемъ пути действию тока. Элементы состоятъ изъ узкихъ свинцовыхъ ящиковъ, играющихъ роль катодовъ и вставленныхъ въ железныя корзинки, которыя подвешены на раме при помощи фарфоровыхъ изоляторовъ. Въ ящики опущены аноды изъ тонкихъ платиновыхъ листовъ, подвешенныхъ на изогнутыхъ въ дугу толстыхъ медныхъ проволокахъ, вставленныхъ свовми концами въ изолирующие стаканчики, которые вделаны въ продольные брусья рамы и съ правой стороны наполнены ртутью, служа такимъ образомъ и для введения элементовъ въ цепь, такъ какъ въ каждый стаканчикъ опущенъ еще кроме того конецъ проволоки, идущей отъ свинцоваго ящика смежнаго нижняго элемента; такое соединение при помощи ртути, конечно, гораздо удобнее и надежнее соединения посредствомъ винтовъ; можно безъ всякихъ затрудневий вынимать изъ элементовъ платиновые электроды, выводить изъ цепи отдельные элементы, заменять ихъ новыми ж пр. Попеременно около того и другаго конца у свинцовыхъ ящиковъ сделаны носики для сливания жидкости въ следующий яижний элементъ, причеъ тамъ струя жидкости попадаетъ въ стеклянный цилиндрикъ, не доходящий до дпа свинцоваго ящика на 5 см.; этимъ достигается конечно лучшее перемешивание жидкости въ каждомъ элементе.

Таишмъ образомъ растворъ поваренной соли, выходя изъ распололшвнаго надъ аппаратомъ резервуара, протекаетъ последовательно вдоль всехъ

элементовъ, подвергается электролизу во всехъ своихъ частяхъ и спускается изъ нижняго элемента въ общий для всехъ аппаратовъ резервуаръ, откуда берутъ его по мере надобности для беляния. Отработавший растворъ спускается въ особый резервуаръ, где въ него приходится только добавлять поваренную соль до требуемой крепости, а затемъ онъ вновь поступаетъ въ электролизаторы; при этомъ приходится расходовать около пуда солп на то количество белильной жидкости, которое соответствуетъ 1 пуду белильной извести.

Аппаратъ упомянутыхъ размеровъ доставляетъ въ 24 часа 5180 литровъ (432 ведра) белильной жидкости, содержащей 6 гр. хлора на литръ, т.-е. всего 31,8 кгр., что соответствуетъ 7,8 пудамъ белильной извести (если считать, что она содержитъ 25% хлора, Ишторый вполне утилизируется, чего на самомъ деле, конечно, не бываетъ; свежая хлорная известь содержитъ обыкновенно 33% хлора, но въ лежалой ея содержание уменьшывается до 18%, вследствие чего здесь взято среднее содержанио въ 25%: въ действительности пробная установка на бумажной фабрике В. П. Печаткина въ Петербургѣ показала, что суточное производство этого аппарата соответствовать по количеству отбеливаемого материала 9—10 пудамъ хлорной извести).

Электролитическая белильная жидкость Степанова оказалась весьма удобнымъ средствомъ для беляния миткалей. Аппараты при урегулированномъ ходе процесса даютъ жидкость определеннаго и постояннаго насыщешя белильными солями, вследствие чего ее легко можно дозировать, смотря по роду отбеливаемаго товара, безъ всякаго риска сделать ошибку относительно крепости жидкости и темъ повредить прочности товара. Исключительное право применения этого способа беляния миткалей въ России приобретено акционернымъ обществомъ бумажныхъ мануфактуръ Гейнделя и Куниера, на фабрике котораго близъ Лодзи этотъ способъ беляния применяется уже несколько летъ, способствуя увеличению прочности товара.

Электрохимическое добывание бертолетовой соли и едких щелочей. Насыщенный растворъ хлористаго калия преобразуется отъ пропускания тока въ растворъ бертолетовой соли, а такъ какъ последняя гораздо менее растворима въ воде, то образующаяся соль сейчасъ же кристаллизуется и падаетъ на дно. На этомъ процессе, который открылъ Еольбе, основывается электрический способъ получения бертолетовой соли, применяемый Галлемъ и Монлеромъ на ихъ заводе въ Виллере-на-Орме (Уазь), где лош. сила даетъ килограммъ соли въ 24 часа. Для применения этого способа въ большомъ масштабе устроенъ заводъ въ Валлорбе въ Швейцарии, где для получения тока утилизируется водяная сила въ 3000 лош. силъ и, следовательно, разрешаетъ вопросъ о депиевомъ производстве тока для этого предприятия. Заводъ принадлежитъ компании Societe d'Electrochimie, въ рукахъ котораго находятся патенты Галля и де-Монлера; вследствие успеха, который имело предприятие, общество построило второй заводъ въ С.-Михеле въ долине Арка и Цири, расходующий также до 3000 лош. силъ.

Оба французскихъ завода вырабатываютъ ежегодно 1800 тоннъ бертолетовой соли. Производство оказывается довольно ИИростымъ. Растворъ хлористаго калия наливается въ ванны, выложенныя внутри свинцомъ и вмещающия до $\frac{1}{2}$ кубическаго ътра раствора. Свинцовыя пластины служатъ катодами, въ качестве анодовъ употребляются листы изъ сплава ИИлатины съ иридиемъ, довольно хорошо выдерживающаго действие хлора. Требуемое нагревание жидкости до 45° Ц. производится саимъ токомъ, сила котораго достигаетъ 49 амперъ. Вначале приходилось разделять электроды диафрагмой, т.-е. пористой перегородкой. Это бременительное условие тс-

перь удалось устранить, такъ что процессъ электролиза производится въ неразделенной ванне. Разложившіяся и обратившіяся въ бертолетову соль тѣлчества хлористаго калия соответственно замещаются новыми количествами этой соли. Детали процесса конечно сохраняются заводами въ тайне; даже объ относительномъ количестве нельзя было ничего узнать, въ чемъ конечно нельзя упрекать управленію заводовъ.

Вследствие хорошихъ результатовъ въ Виллере въ 1895 г. построили въ Мепсбюе въ Швеции, где производство безоисныхъ спичекъ поглощаетъ массу бертолетовой соли, другой заводъ, уже значительно большихъ размеровъ. Для этой цели пользуются энергией водопада, доходящей до 4000 лошадиныхъ силъ. Этой энергии пока идетъ въ дело меньше половины. Работа производится помощьюъ 8 турбинъ силою въ 220 лошадиныхъ силъ каждая, при силе тока въ 1200 амперъ. Напряжение достигаетъ 115 вольтъ, такъ какъ во избежаніе слишкомъ значительныхъ силъ тока, а следовательно и чрезчуръ толстыхъ проводовъ, применяютъ рядъ последовательно соединенныхъ электролитическихъ ваннъ.

Подобный заводъ устроили и въ Америке, само собою разумеется, около Ниагарскаго водопада, который какъ бы предназначенъ для питанія американскаго рынка; въ 1897 г. въ Америку было ввезено круглымъ числомъ 3000 тоннъ бертолетовой соли, часть которой теперь уже добывается Ниагарскимъ обществомъ, пользующимся для этой цели 1100 лошадиныхъ силъ. Затемъ возникли предприятия Чэддъ, Биттерфельдъ и Леопольдгалль, которыя занимаютъ отчасти еще и другими электрохимическими и химическими процессами. По словамъ Кершау, въ 1898 г. въ общемъ для добыванія хлоратовъ калия и натрия расходовалось 30 000 лошадиныхъ силъ, добыча же достигала 6500 тоннъ, продажная цена которой равна приблизительно 4 миллионамъ марокъ, или 2 миллионамъ рублей. Семь заводовъ почти-что удовлетворяютъ мировому спросу, такъ что Англія, производившая до сихъ поръ наибольшее количество хлоратовъ, теряетъ эту статью дохода. Между прочимъ мы заметимъ, что, благодаря удешевленному электрическому добыванію, цена 100 кгр. продукта упала съ 50—55 руб. до 30. Отсюда ясно, какое решающее влияние оказываетъ электрохимія на химическую промышленность, и ближайшіе годы, думаемъ мы, произведутъ еще значительные перевороты въ этомъ направленіи.

Если растворъ хлористаго калия употребляется въ холодномъ состояніи, то получается другой продуктъ, именно: на аноде хлоръ, а на катоде едкий калий; подобнымъ же образомъ растворъ хлористаго натрия (поваренная соль) даетъ хлоръ и едкий натръ. Эта реакція уже давно была известна науке, но долгое время она не могла приобрести техническаго примененія.

Обязательнымъ условіемъ выполнимости въ широкихъ размѣрахъ сказанныхъ процессовъ является наличность диафрагмы или промелсучной стенки, помощью которой разъединялись бы растворы, окружающіе электроды, но которая не представляла бы току значительнаго сопротивленія. Лишь после того какъ была разрешена не поддававшаяся долгое время разрешенію задача устройства прочной диафрагмы, электролитическое разложенье водныхъ растворовъ солей могло перешагнуть стадию опытовъ; после этого быстро возникло несколько значительныхъ заводовъ, которые снабжаютъ теперь торговлю уже значительными количествами добытыхъ электролитическимъ путемъ едкихъ щелочей и белильной извести.

Освобождающийся хлоръ идетъ также въ дело; его проводятъ надъ гашеной известью, добывая такимъ образомъ применяемую для бѣленія и многихъ другихъ целей белильную известь.

По свѣдѣніямъ, которыя даетъ Кершау, въ 1898 г. уже имелось слѣдующихъ 14 заводовъ для электрохимическаго добыванія щелочей: въ Рункорне,

С.-Эленсе, Фарнворте, Грисгейме, Биттерфельде (2), Рейнфельдене, Вестеррегелне, Людвигсгафене, С. Гобэне, Галлейне, Салтвилле, Ниагаре и въ Румфорде. Къ нимъ присоединяются еще 11 строящихся заводовъ, которые отчасти уже работаютъ: въ Остерниенберге, Женеве, Дзюмбкови, Клаво, Монтие, Жиффре, Ливе, затемъ по одному въ Испании, России, Франции и Америке. Въ заключение считаемъ необходимымъ заметить, что сырецъ—хлористый калий, изъ котораго вырабатывается бертолетова соль—добывается до настоящаго времени почти исключительно въ северной Германни.

Телеграфия.

Введение. Понятие о телеграфии и ее сущность. История телеграфии. Телеграфные аппараты. Телеграфы с магнитными стрелками. Стрелочные телеграфы. Телеграф Штейнгейля. Аппарат Морзе., Релэ. Ключи. Буквопечатающие телеграфы. Копирующие телеграфы. Телавтограф. Телеграфия чрезъ подводные кабели. Подводные кабели. Трансатлантическая телеграфия. Аппараты для подводныхъ линий. Пишущие аппараты для подводныхъ линий. Прокладка подводныхъ кабелей. Измерения, производимыя надъ кабелями. Соединения телеграфныхъ приборовъ. Сложная телеграфия.



ифименения тока, которыми мы занимались до сихъ яоръ, можно характеризовать, какъ передачу и преобразование энергии помощью электричества; а именно заимствуютъ энергию въ какой угодно форме ИИзь одного источшша, преобразовываютъ ее въ универсальную форму электричества и при помощи последняго развиваютъ въ другомъ месте энергию опять новаго вида. Такъ какъ при этомъ приходилось иметь дело съ сравнительно большими количествами зыергии, то тамъ примелялись токи большой силы. У электротех-
ншш есть еще другой отделъ, где применяются слабые токи.

Оба обозначения, сильные и слабые токи, не обозначаютъ существеннаго различия этихъ двухъ отделовъ техники; они служатъ лишь внешшши, но очевъ употребительными критериями. Техника слабыхъ токовъ, точно такъ же, какъ техника сильныхъ токовъ, занимается преобразованиемъ и передачей энергии на расстояние; но тогда какъ эти процессы представляютъ собою сущность техники сильныхъ токовъ, въ технике слабыхъ токовъ они служатъ лишь удобнымъ вспомогательнымъ средствомъ для достижения иныхъ делей, заключающихся въ стремлении связать два явлевия, удаленныхъ другъ от друга. Заставляя одно изъ нихъ функционировать въ качестве причигаы, другое }ке въ качестве следствия, мы оказываемся въ состоянии действовать для многообразныхъ целей даже на очень большия расстояния.

Одно изъ главныхъ такихъ применений электричества служить, какъ увидимъ ниже, важнымъ средствомъ сообщения для человечества: это—телеграфия въ широкшъ слиясле слова, распадающаяся на несколько отделовъ, изъ которыхъ прежде всего идетъ электрическая передача знаковъ, — телеграфия въ узкомъ смысле слова. Сюда относятся также электрические звонки и сигнализация, — отделы, между которыми нельзя провести резкой границы. Затемъ следуетъ электрическая передача речи, — телефония.

Понятие о телеграфии и ее сущность. — Телеграфия, въ широкомъ смысле, означаетъ каждое производимое по нашему желанию вдали действие, ко-

торое служить для передачи известий на разстояния большія, чѣмъ те, которыя могъ бы одолѣть человекъ, пользуясь СЕОИМИ физическими средствами, какъ-то голосомъ или жѣстами. Отправка письма или гонца не относится къ области телеграфіи, ибо не заключаетъ въ себе элементовъ действия на разстояніе; наоборотъ применение рупора и сигнальнаго флага уже представляютъ собою телеграфическій способъ сношеній, ибо въ этомъ случаѣ применяется орудіе для увеличенія разстоянія передачи. Еще лучше поймемъ мы сущность телеграфіи изъ ея цели, — передавать известіе на большія разстоянія скорѣе, чѣмъ то делается помощью посланія, ИИередаваемого письмомъ или устно, или даже передавать известія въ такихъ случаяхъ, когда пересылка посланія невозможна.

Потребность въ такой передаче известій явилась уже давно и конечно должна была развиться изъ сообщения людей между собою; такъ, мы видизгъ, что телеграфированіе применялось еще въ древнія времена, когда пользовались оптическими знаками, светомъ факеловъ, издалека видимымъ сияніемъ зажженныхъ древесныхъ стволовъ, сигналами, флагами и т. п. Съ изобретеніемъ пороха стали прибегать къ далеко разносящемуся грохоту выстреловъ изъ пушекъ. Примеромъ акустической телеграфіи иредставляется говорыая труба; сюда можно отнести также церковные колокола, сзывающие богомольцевъ въ церковь. Еще одинъ ИИрпмеръ телеграфіи, очень простой и поучительный, представляеть звонокъ, приводимый въ дѣйствіе дерганіемъ проволоки.

Мы называемъ этотъ примеръ „поучительнымъ“, потому что онъ показываетъ намъ способъ передачи известій по определенному ИИути, при помощи такого приспособленія, въ которомъ стоитъ лишь представить себе механическую энергию преобразованной въ электрическую, чтобы получить хотя и грубое, но вполне верное понятіе объ электрической телеграфіи.

Исторія телеграфіи. — Оставимъ теперь прежнія случайныя примененія телеграфіи и начнемъ исторію развитія съ того момента, когда изобрели приспособленія для передачи какихъ угодно сведеній правильнымъ образомъ; это случилось въ концѣ восемнадцатаго столѣтія, когда бачала дѣйствовать ИИервая оптическая телеграфная линия по системе Шаппа. Отсюда бачалось дальнѣйшее развитіе телеграфіи, которая впрочемъ только тогда приобрела значеніе, какъ средство сообщенія, когда стали применять электрическій токъ.

Телеграфъ Шаппа состоялъ изъ подвижныхъ рычаговъ, которые располагали на мачтахъ, на высокыхъ башняхъ и переставляли при помощи проволоки изнутри башни. Знаки, обозначаемые различными положеніями рычаговъ, воспроизводили на каждой башне и передавали ихъ такимъ образомъ отъ башни къ башне, отъ одного конечнаго пункта линіи до другого. При высокомъ развитіи современной технииш татся первобытная телеграфія, неудобная въ смысле затраты большаго труда, дороговизны и зависимости отъ состоянія погоды, кажется незначительнымъ дриобретеніемъ, но въ свое время она была важнымъ прогрессомъ и, какъ первоначальная телеграфія, она еще и въ настоящее время не утратила своего историческаго значенія. Не следуетъ умалять значеніе телеграфа Шаппа, ибо при хорошей погодѣ онъ передавалъ известіе изъ Парижа въ Брюссель въ теченіе 6^{1/2} минутъ. Къ началу тридцатыхъ годовъ во Франціи было устроено более 170 соединительныхъ пунктовъ для передачи депешъ между Парижемъ и главными дунктами страны, а въ 1834 году было уже 534 такихъ пункта, передававшихъ около 7000 депешъ ежегодно и стоившихъ въ среднемъ по 150 франковъ каждая. Лучшая заслуга этого телеграфа заключалась въ томъ, что онъ явился побудительной причиною къ изобретенію лучшаго телеграфа и къ примѣненію электрическаго тока для этой цели. Эта побудительная причина стоитъ въ связп съ событіемъ, о которомъ расскажемъ вкратцѣ. Въ апрѣлѣ 1809 года

австрийцы вторглись въ Баварию и прогнали курфюрста Макса Иосифа. Вскоре извѣстие объ этомъ событіи полетѣло по телеграфу Шаппа въ Парижъ, и Наполеонъ бые замедлил придти на помощь своему союзнику, такъ что, спустя две недели после вторженія австрийцевъ, Мюнхень былъ освобожденъ отъ осады и австрийцы были вытѣснены изъ Баваріи. Такая быстрота действий была необычайнымъ явленіемъ при тогдашнемъ веденіи войны, и, являясь неожиданностью, она по необходимости должна была направить вѣщаніе военачальниковъ и политиковъ на телеграфъ. Вскоре затемъ баварскому анатому, д-ру Земмерингу, пришло на мысль заменить оптическую задачу депешъ электрической. Въ 1809 г. онъ представилъ баварской академіи телеграфъ, который былъ первымъ электрическимъ телеграфомъ, хотя онъ еще далеко не удовлетворялъ требованіямъ сообщенія.

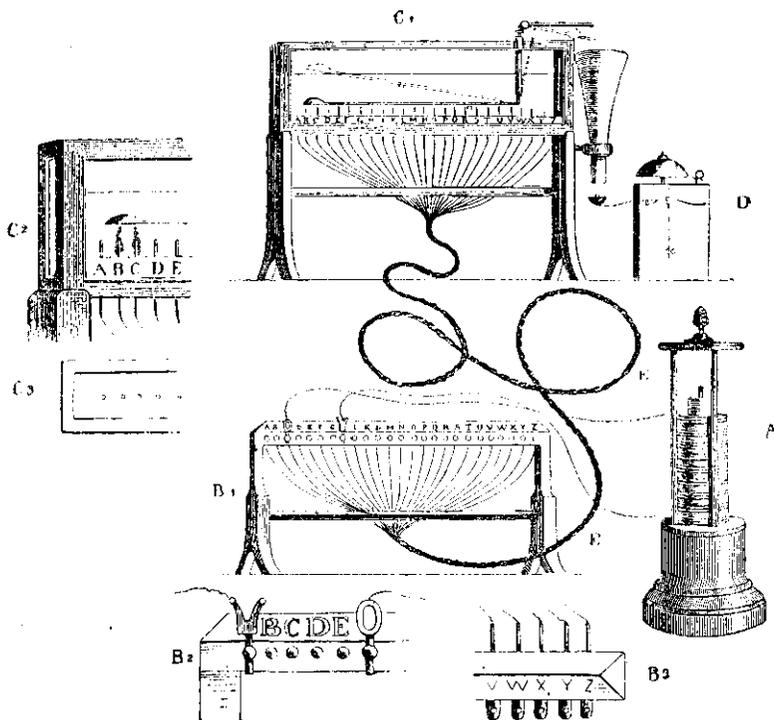
Этотъ телеграфъ былъ основанъ на химическомъ действии тока, на разложеніи воды, которое на приемномъ пунктѣ проявлялось поднимающимися пузырьками газа. Аппаратъ этого телеграфа былъ слѣдующаго устройства. На плоскомъ стеклянномъ ящике, наполненномъ подкисленной водой, установлены 25 штифтиковъ изъ тонкой золотой проволоки. При соединеніи двухъ какихъ-либо штифтиковъ съ полюсами источника тока, надъ ними поднимаются пузырьш водорода и кислорода, а такъ какъ количества образовавшихся газовъ различны, то при одновременншъ введеніи въ цепь двухъ штифтовъ легко заметить, где выделяется водородъ и где кислородъ. На каждолъ штифте намечено по букве азбуки, и при попеременномъ соединеніи штифтовъ съ источникомъ тока можно составлять целыя слова, вводя въ цепь каждый разъ по два соответствующихъ буквамъ Иптифта. Этотъ аппаратъ былъ соединенъ посредствомъ 24 проволокъ съ другимъ аппаратомъ, дававшимъ возможность изъ отдаленнаго пункта вводить въ цепь любой изъ штифтовъ. Для этой цели каждая ИИЗъ 24 проволокъ соединялась съ одшимъ изъ 24 соответственныхъ валиковъ, расположенныхъ въ рядъ на деревянномъ бруске, какъ показано на рис. 527 В2 и В3. Въ этихъ валикахъ были кошическія отверстия, въ которыя вставлялись металлическія пробки, соединивши съ полюсами вольгова столба. Представимъ себе теперь, что оба аппарата установлены на далеишмъ разстояніи другъ отъ друга. ПриИИ вставленіи на посылающемъ сигналы пуыкте металлическихъ пробокъ поочередно въ соответствующія буквамъ отверстия, на приемномъ пунктѣ газовыя пузырьки появляются надъ соответственными золотыми проволочными штифтиками; такимъ образомъ эти аппараты даютъ возможность передавать извѣстія.

Для обращенія вниманія приемнаго пункта на наступленія подачи сигналовъ, Земмерингъ построилъ вызывающій аппаратъ. Онъ состоялъ изъ двулелчаго рычага, более длинное плечо котораго было расположено въ стеклянномъ сосудѣ с и снабжено на своемъ концѣ перевернутой ложечкой. Эта ложечка находилась надъ штифтами В и С (рис. 527 С2). При желаніи сообщаться съ приемншмъ пуыктомъ соединяли проволоки отъ В и С съ вольтовшмъ столбомъ, такъ что скопивтпиеся на приемномъ пунктѣ подъ ложкой газовыя пузырьки поднимали плечо рычага. Отъ этого расположенное сваружи более короткое плечо, снабженное скользяишмъ металлическимъ шаромъ, наклонялось, шаръ падалъ черезъ воронку на рычагъ, находящійся въ соединеніи со стопоромъ колокольчика, стопоръ отпадалъ и колокольчикъ продолжительнымъ звономъ призывалъ телеграфиста приемной станціи.

"Это изобретение представляло мало пракческаго значенія, такъ какъ приходилось прокладывать 24 проволоки для телеграфной линіи, что делало ее слишкомъ дорогой. Швейгеръ хотель устранить это затрудненіе, примешш только два электрода съ двумя проволоками, а для различія между буквами изменяя продолжительность выделения газа или перевода его вътде-

ление от одного острия къ другому и пользуясь комбинацией такихъ переменъ для обозначения буквъ. Такъ напримеръ, образование водорода въ течение одной секунды должно было обозначать первую букву, въ течение восьми секундъ — восьмую; или же образованиемъ водорода на левомъ штифтѣ и вслѣдъ затемъ на правомъ обозначалась буква А, образованиемъ же на правомъ штифтѣ и непосредственно затемъ тремя образованиями на левомъ — буква В и т. д.

Но и въ этомъ упрощенномъ видѣ не удалось ввести телеграфъ Земмеринга, и оптический телеграфъ еще просуществовалъ тридцать лѣтъ, пока не былъ вытесненъ усовершенствованными электрическими телеграфами. Изобретение Земмеринга однако не осталось безполезнымъ, послуживъ впослед-



527. Телеграфный аппаратъ Земмеринга.

ствии начальной точкой въ развитии современнаго электрическаго телеграфа.

Изобретениемъ Земмеринга заинтересовался нашъ соотечественникъ, Шиллингъ фонъ-Каннштадтъ, который привезъ проектъ такого телеграфа съ собой въ Россію и представилъ его императору. Съ тѣхъ поръ мысль воспользоваться электрическимъ токомъ для телеграфнаго сообщения не покидала его, и онъ занимался ею двадцать лѣтъ.

Между тѣмъ Эрстедъ открылъ отклонение магнитной стрелки подъ действиемъ тока, Амперъ—электродинамичесиши действия, а Швейггеръ изобрелъ мультипликаторъ. Эти изобретения дали барону Шиллингу совершенно новое средство достигнуть для телеграфии передачи действий тока въ даль, а именно отклонение токомъ магнитной стрелки. На этомъ явлении и былъ основанъ телеграфъ со стрелкой, изобретенный Шиллингомъ въ началѣ тридцатыхъ годовъ.

Этотъ телеграфъ состоялъ изъ магнитныхъ стрелокъ, которыя вились на шелковыхъ нитяхъ и двигались внутри мультипликатора, т.-е.

плоской катушки изъ большого числа витковъ проволоки. Когда изъ станции отправления пропускали токъ по линии чрезъ витки мультипликатора, то стрелка оклонялась въ ту или другую сторону, смотря по направлению тока. Чтобы слѣдить за движениемъ стрелки, ее соединяли съ картошнымъ дискомъ, который, пока стрелка оставалась въ якое, былъ обращенъ къ наблюдателю ребромъ, а при отклонении стрелки поворачивался къ нему той или другой своей стороной въ зависимости отъ направления отклонения.

Ставили отъ одной до пяти такихъ стрелокъ и при помощи комбинации ихъ движений имели возможность телеграфировать буквы и числа.

Телеграфъ Шиллинга также не получилъ практическаго применения, но онъ послужилъ непосредственнымъ поводомъ къ введению въ употребленіе телеграфіи. Съ этимъ изобретениемъ познакомился англичанинъ Вильямъ Кукъ, который съ практической дальнорукостью, свойственной его нации, понялъ необыкновенно важное значеніе этого изобретения и рѣшилъ заняться его практической разработкой и введениемъ въ употребленіе.

Кукъ устроилъ модель телеграфа Шиллинга и, такъ какъ онъ мало былъ знакомъ съ физикой, то прежде всего сталъ искать себе въ помощь специалиста. Такого сотрудника онъ нашелъ въ Витстонѣ, котораго согласился разработывать вместе съ шиллинговскимъ изобретениемъ. Вскорѣ после этого, въ концѣ 1837 г., они уже получили привилегію на изобретенный ими телеграфъ съ пятью стрелками.

Геттингенскій профессоръ Гаусъ видѣлъ въ 1816 г. телеграфъ Земмеринга, и тогда у него явилась впервые мысль устроить электрическую передачу знаковъ. Въ двадцатыхъ годахъ, работая вместе съ Веберомъ надъ выводомъ известныхъ основныхъ законовъ магнетизма и электричества, онъ изобрелъ гальванометръ со стрелкой, и тогда этимъ ученымъ яришло на мысль соединить проводомъ свою лабораторію съ астрономической обсерваторіей и переговаривать знаками при помощи гальванометра. Въ 1833 г. профессоръ Веберъ протянулъ надъ домами города две проволоки и соединилъ ими какъ оба эти пункта, такъ и магнитную обсерваторію. Эту установку можно считать нервной телеграфной линіей въ свѣтѣ, такъ какъ Кукъ и Витстонъ стали производить опыты со своими линіямъ несколько лѣтъ спустя.

Благодаря Гаусу, телеграфіей сталъ заниматься еще другой ученый и изобретатель, Карлъ Штейнгейль, тогда профессоръ математики и физики въ мюнхенскомъ университетѣ. По предложенію Гауса онъ сталъ заниматься усовершенствованиемъ телеграфа съ технической стороны и весной 1837 г. устроилъ 4 линіи между академіей, обсерваторіей, своей собственной обсерваторіей и физической мастерской, причемъ проволоки закрепили отчасти на мачтахъ, а отчасти на высоишихъ зданіяхъ.

Телеграфъ съ пятью стрелками Кука и Витстона получилъ первое практическое примененіе 25 июля 1837 г.; тогда они устроили линію въ 60 килом. длиною на участкѣ бирмингамской желѣзной дороги. Что касается до дальнѣйшихъ работъ Штейнгейля, то онъ ввелъ въ телеграфъ существенныя усовершенствованія.

Со свойственной ему практической сметливостью Штейнгейль скоро заметилъ недостатокъ телеграфа Гауса, заключавшійся въ томъ, что знаки запечатлевались не надолго, и И*этому со стороны приемщика требовалось много вниманія и быстроты сообразительности; для устранения этого недостатка Штейнгейль его преобразовалъ такъ, что знаки на разматывающейся бумажной лентѣ записывались, чѣмъ и была устранена необходимость немедленнаго чтенія ихъ. Это важное усовершенствованіе Штейнгейля, не паходя практическаго яремененія, было забыто, но снова воскресло уже въ другомъ мѣстѣ, въ телеграфѣ Морзе.

Второй неоспоримой заслугой Штейнгейля была его идея пользоваться

землей, какъ обратнымъ проводомъ; это открытiе имееъ очень важное техническое значенiе, такъ какъ, сберегая ИИроволюку, оно значительно сокращаетъ расходы на устройство телеграфной линiи.

Въ 1835 году американскiй живописецъ Самуэль Морзе, возвращаясь изъ Европы на родину, встретиъ среди пассажировъ д-ра Джаксона; этотъ последнiй, занимая общество разсказами объ электрическихъ опытахъ, виденныхъ имъ въ Париже, высказалъ мнение о возможности применения электромагнита для электрической телеграфii. Это сильно заинтересовало Морзе и дало толчокъ къ его дальнейшимъ открытiямъ. Иделъ объ электрической телеграфii въ то время уже была распространена Земмерингомъ, ПИиллингомъ, Гаусомъ и Веберомъ; отъ Джаксона же она перешла къ Морзе. Этой тонкой нитью американскiй телеграфъ связанъ съ европейскимъ;—во веемъ остальномъ можно предположить, что Морзе самостоятелно избрелъ свои телеграфы, не будучи знакомъ съ изобретенiями въ Европе, такъ какъ дередь этимъ путешествiемъ онъ не занимался ни физикой, ни техникой.

После разговора съ Джаксономъ Морзе пришло на мысль воспользоваться движениемъ якоря, притягиваемаго и отпускаемаго электромагнитомъ, чтобы писать знаки на бумажной ленте посредствомъ прикрепленнаго къ якорю свинцоваго штифта.

Въ 1837 г. онъ устроилъ первый пишущiй телеграфъ, который былъ впрочемъ еще весьма несовершеннымъ приборомъ, непригоднымъ для практическаго пользования; более усовершенствованный аппаратъ Морзе устроилъ въ 1840 году.

Первая американская телеграфная линiя Морзе между Вашингтономъ и Балтшюрой начала действовать въ 1843 г., и съ этого времени телеграфъ сталъ быстро расдространяться въ Америке.

Въ Германii пишущiй телеграфъ Морзе былъ виервые примененъ на Гамбургъ Куксгафеыской линии.

Въ средине сороковыхъ годовъ телеграфъ начинаетъ переходить изъ области попытокъ въ применение къ практической жизни, распространяясь и совершенствуясь въ то же время технически.

Все большее и большее распространение телеграфа побуждаетъ многихъ ученыхъ и практиковъ посвящать свои силы на его изучение, следствиемъ чего является громадное накопление умственнаго труда въ области усовершенствования телеграфа. Такъ, мы видимъ, что телеграфная техника разрастается въ обширную отрасль науки, и телеграфъ, будучи въ пятидесятихъ годахъ еще весьма несовершеннымъ, мало-по-малу превращается въ усовершенствованный телеграфъ нашего времени.

Толчкомъ къ дальнейшимъ усовершенствованиямъ телеграфа послужили также и недостатки, обнаружившиися при первыхъ его примененияхъ. Перечислимъ лишь вкратце главнейшие результаты последовавшихъ измененийъ въ устройстве телеграфа.

Телеграфъ Кука, Витстона и Морзе передаетъ буквы комбинациями знаковъ, и потому пользование имъ требовало довольно большаго навыка телеграфиста. Это побудило устроить аппараты, показывающие буквы въ ихъ естественной форме или отпечатывающие ихъ на бумаге.

Вскоре появились подобные аппараты, изъ которыхъ стрелочные т е л е г р а ф ы ышли обширное применение во Франци и Германii; п е ч а т а ю щ и й аппаратъ Юза сталъ входить въ употребленiе лишь въ начале шестидесятихъ годовъ.

Частая ИИорча ироволюкъ побудила телеграфныхъ техниковъ изыскивать средства для ея устранения, результатомъ чего является постепенное совершенствованiе изоляторовъ. Еще дри первыхъ опытахъ пытались прокладывать подземные провода, но при тогдашнемъ техъическомъ несовершенстве изо-

ляции проводов пришлось отказаться от этого и перейти къ воздушнымъ проводамъ.

Лишь въ 1847 году Сименсъ снова предпринялъ постройку подземныхъ проводовъ, но не достигъ цели, такъ какъ проложенные имъ провода скоро испортились. Примененная при этомъ неудачномъ опыте гуттаперчевая изолировка вскоре после этого вошла въ большое употребленіе при прокладываніи подводныхъ кабелей.

Въ 1849 г. положили начало подводнымъ телеграфнымъ линиямъ, соединивъ Англию съ Франціей простой, изолированной гуттаперчей, проволокой, оболочка которой впрочемъ разрушилась отъ истиранія въ несколько часовъ. Это былъ очень полезный урокъ, который показалъ, что изолировку надо еще прикрывать особой оболочкой для защиты отъ механическихъ поврежденій. Вследствие этого проложили новый кабель, четыре жилы котораго были обмотаны пенькой и железной проволокой; этотъ кабель началъ действовать въ 1851 г. и работаетъ еще теперь. После этого стала быстро развиваться подводная телеграфия, и въ 1857 г. былъ уже проложенъ первый трансатлантический кабель для соединенія Англии съ Америкой, который впрочемъ скоро испортился; чрезъ 9 летъ удалось устроить более прочное сообщеніе чрезъ океанъ. Въ настоящее время существуетъ не меньше 1300 подводныхъ телеграфныхъ линий, которыя даютъ въ совокупности 180000 миль кабеля.

После того какъ техника подводныхъ кабелей была усвоена, стали снова применять подземные провода, и въ 1877 году въ Германіи началась постройка подземной сети проводовъ для охраненія телеграфныхъ линий отъ случайностей непогоды и войны.

На ряду съ подводными и подземными линиями стали распространяться воздушныя, которыя, благодаря своей длине и необходимости проведенія ихъ чрезъ ненаселенныя и некультурныя страны, представляли такія же трудности, какъ проложеніе подводныхъ кабелей: таковы соединенія Индіи съ Европой, транссибирская телеграфная линия, австралийская.

По отношенію къ дальнейшему техническому развитію телеграфіи следуетъ упомянуть о механическомъ усовершенствованіи аппаратовъ, о все болыпемъ увеличеніи быстроты телеграфированія и объ изобретеніи способа одновременнаго пользованія одной и той же линіей для посылки несколькихъ депешъ; но это въ главныхъ чертахъ будетъ описано въ дальнейшемъ изложеніи, здесь же мы хотели лишь показать, какимъ образомъ Человечеству удалось побороть пространство и сделать возможнымъ неизомержно быстрое сообщеніе между самыми отдаленными пунктами земнаго шара.

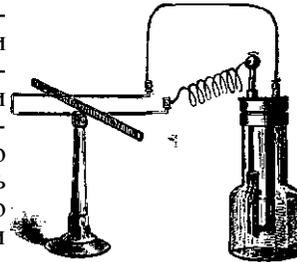
Телеграфные аппараты.

Въ телеграфной установкѣ мы различаемъ 4 главныхъ части: источникъ тока, аппаратъ, производящій телеграфирующее дѣйствіе, линію и наконецъ аппаратъ, воспроизводящій телеграфные знаки. Къ этимъ аппаратамъ относятся еще различныя второстепенныя приборы.

Источникъ тока и линіи мы разсматривали уже въ предыдущихъ главахъ, а потому здѣсь остается указать только те особенности ихъ, какія требуются для телеграфіи. Наоборотъ, намъ следуетъ разсмотрѣть аппараты, которые посылаютъ и воспроизводятъ телеграфные знаки, — передаточныя и приемныя аппараты. Разсматривая различныя типы, мы будемъ описывать оба эти аппарата вместе, потому что передатчикъ и приемникъ образуютъ одно органическое целое. При описаніи различныхъ системъ мы будемъ следовать историческому развитію аппаратовъ.

Телеграфы съ магнитными стрелками. — Мы начинаемъ съ этихъ телеграфовъ, потому что не только они стоятъ впереди другихъ въ историческомъ развити, но на нихъ легче выяснитъ принципъ электрической телеграфии. Они основаны на явлении отклонения магнитной стрелки токомъ, открытомъ Эрстедомъ. Проводникъ — кусокъ проволоки или полоска жести — такъ расположенъ вокругъ стрелки (рис. 528), что пропущенный черезъ него токъ проходитъ надъ стрелкой въ одномъ направлении и возвращается въ обратномъ направлении, проходя подъ ней. Какъ верхняя, такъ и нижняя части тока, отклоняя стрелку въ одну и ту же сторону, стремятся поставить ее своей магнитной осью,

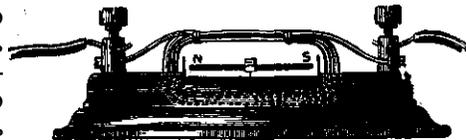
т.-е. линией, соединяющей оба полюса, перпендикулярно къ плоскости, образованной двумя ветвями витка проволоки, — на нашемъ рисунке къ плоскости бумаги. Если стрелка и витокъ проволоки расположены въ плоскости магнитнаго меридиана, то земной магнетизмъ стремится возвратитъ отклоненную стрелку въ плоскость меридиана, и вследствие обоихъ этихъ действий — отклонения токомъ и земного магнетизма — стрелка получаетъ среднее положение, устанавливаясь которымъ угломъ къ магнитному меридиану. Если смотреть на стрелку сверху, она представляется въ положении рис. 529-а. При обратномъ направлении тока въ проволоке стрелка отклонится въ противоположную сторону, какъ показано на рис. 529-б.



523. Отклонение токомъ магнитной стрелки.

529. Изменение отклонения магнитной стрелки съ изменениемъ направления тока.

Легко понять, какъ можно пользоваться этимъ явлениемъ для передачи знаковъ. Представимъ себе, что въ одномъ пункте поставлены батарея и приспособление, позволяющее пропускать токъ по цепи по желанию въ томъ или другомъ направлении, а въ отдаленномъ пункте расположена магнитная стрелка внутри витка проволоки, соединеннаго съ предыдущимъ приспособлениемъ двумя проводами: такимъ образомъ мы имеемъ возможность производить изъ передаточнаго пункта движения стрелки вправо или влево на другомъ пункте; если же связать съ темъ и другимъ положениемъ стрелки условныя значенія, то можно по желанию передавать эти сигналы изъ одного пункта въ другой.



530. Мультипликаторъ.

Но двухъ знаковъ недостаточно для передачи депешъ, а потому надо составить более полную систему условныхъ знаковъ, получаемыхъ при посредстве несколькихъ следующихъ одно за другимъ отклонений стрелки вправо или влево, комбинируемыхъ въ известной системе.

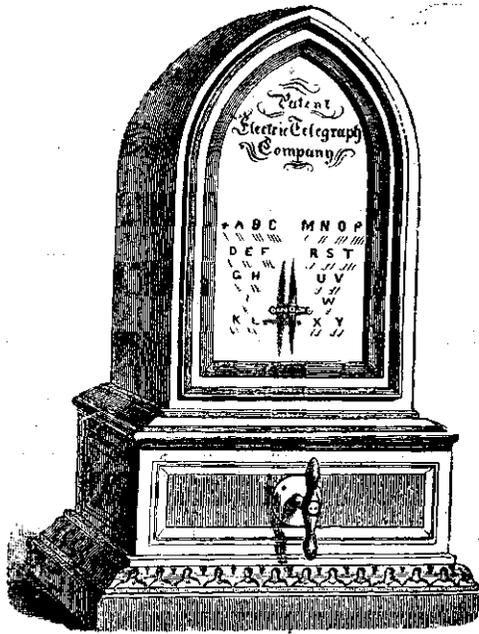
По этой системе при весьма маломъ числе комбинируемыхъ движений мы располагаемъ достаточнымъ количествомъ условныхъ знаковъ для телеграфирования всехъ буквъ азбуки, цифръ и знаковъ препинанія; если обозначать отклонение одного полюса стрелки направо буквою п, налево — буквою л и произвести отклонения въ ниже написанномъ порядке, то посредствомъ трехъ отклонений уже получается 14 знаковъ.

п
 л
 пп пп лп
 ппп ппп лпп ппп лпп лпп

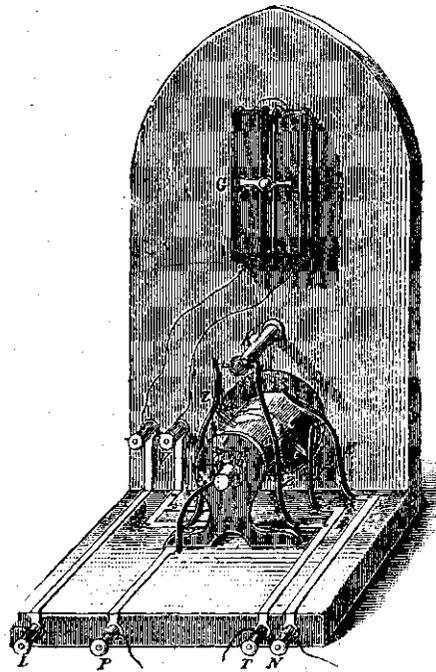
При четырехъ комбинируемыхъ отклонений мы получаемъ достаточное количество условныхъ знаковъ для передачи всехъ буквъ, и такимъ образомъ, отклоняя стрелку въ одну и другую сторону, мы получаемъ возможность передавать цѣлыя фразы.

Таковъ принципъ телеграфа съ магнитной стрелкой.

Стрелка, окруженная однимъ виткомъ проволоки (рис. 528), заметно отклоняется лишь при большой силе тока, что обуславливаетъ применение очень сильныхъ источниковъ тока, ибо наибольшая часть энергии тока теряется во время его прохождения черезъ длинные провода, и лишь незначительная часть, проходящая черезъ витокъ проволоки, подействуетъ отклоняющимъ образомъ на стрелку. Вместо того, чтобы окружать стрелку



БЭИ. Телеграфъ Витстона и Кука;
внешний видъ.



532. Внутреннее устройство телеграфа
Витстона и Кука.

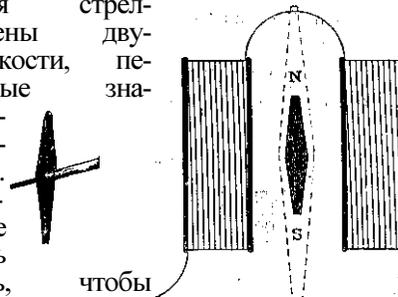
однимъ виткомъ проволоки, ихъ наматываютъ несколько въ одномъ направлении (рис. 530); такъ какъ каледый витокъ действуетъ отклоняющимъ образомъ на стрелку въ одномъ и томъ же направлении, то при двухъ виткахъ возможно будетъ довольствоваться токомъ вдвое слабѣйшимъ, при трехъ — вътрое, а при ста — въ ст.о.разъ болѣе слабѣйшимъ, чемъ при одномъ. Такая катушка изъ большаго числа витковъ проволоки со стрелкою и внутри называется мультипликаторомъ, который и применяется въ телеграфе съ магнитными стрелками. Конечно при увеличении числа витковъ проволоки увеличивается также сопротивление, но сопротивление всей линии, при этомъ, растетъ въ гораздо меньшей степени, чемъ усиление действия на стрелку. Теперь легко будетъ лонять устройство аппарата Кука и Витстона. На рис. 531 Еоказанъ передний видъ прибора, а на рис. 532—расположение мультипликатора и коммутатора въ этомъ аппарате. Магнитная стрелка, которая качается внутри плоской рамки, прикрытой витками проволоки, распо-

ложена здесь вертикально; ея ось проходить чрезъ стенку футляра и енаб-жена на конце второй большой магнитной стрелкой съ полюсами, распо-ложенными обратно, чемъ у внутренней стрелки; катушка действуетъ й на эту стрелку въ одинаишвомъ направлении съ первои, чемъ еще усиливается отклоняющее действие.

Передняя стрелка, качания которой ограничены двумя штифтиками изъ слоновой кости, передаетъ телеграфисту сообщаемые зна-

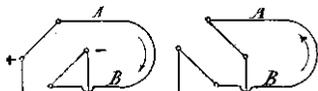
Иш. Видъ двойнои стрелки и расположе-ние обеихъ частей катушки мульти-пликатора показаны на рис. 533 и 534. Состоящий изъ коммутатора пере-даточникъ приводится въ дей ствие вращениемъ рукоятки. Передаточникъ долженъ быть устроень такъ,

посредствомъ него можно было про-пускать токи разнаго направления, т.-е. соединять оба провода съ источникомъ тока такимъ образомъ, чтобы про-водъ А былъ соединенъ съ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМЪ полюсомъ, а проводъ В съ отрицательнымъ, и наоборотъ. Выяснимъ принципъ этого коммутатора. Представимъ себе 4 зажима, распложенныхъ на додставке въ углахъ квад-рата (рис. 535 и 536). Два изъ нихъ, со знаками + и —, соединены

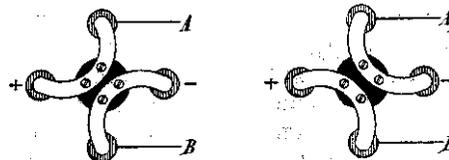


533 и 534. Двойная стрелка телеграфа. Рас-положение мультипликаторныхъ катушекъ телеграфа.

чтобы про-водъ А былъ соединенъ съ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМЪ полюсомъ, а проводъ В съ отрицательнымъ, и наоборотъ. Выяснимъ принципъ этого коммутатора. Представимъ себе 4 зажима, распложенныхъ на додставке въ углахъ квад-рата (рис. 535 и 536). Два изъ нихъ, со знаками + и —, соединены

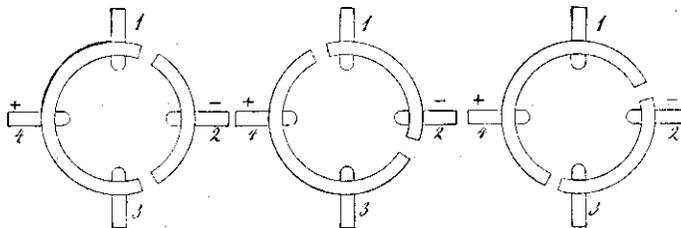


535 и 536. Принципъ коммутат ра.



537. Коммутаторъ.

съ лоложительнымъ ц отрицательнымъ полюсомъ гальванической батареи, а два другие — съ двумя ирпроводами А и В. Если соединить проволокой зажимъ (+) съ верхнимъ зажимомъ (рис. 535), а зажимъ (-) съ нижнимъ, то токъ иойдетъ ио А въ отдаленный пунктъ и вернется Ию В ызадъ. Если



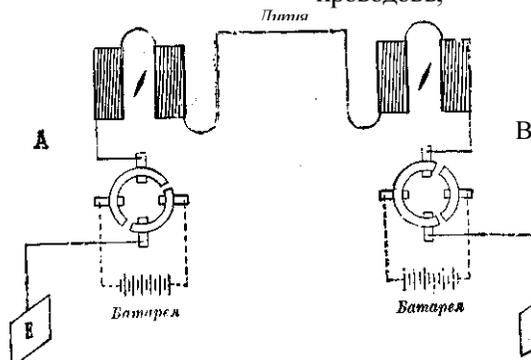
538. Пйложение покоя 539. Левое положение 540. Правое положение передатчика телеграфа съ магнитной стрелкой.

изменить теперь соединения и соединить зажимъ (-J-) съ нижнимъ, а зажимъ (-) съ верхнимъ, то токъ пойдетъ по проводамъ въ обратномъ направлении. Чтобы воспроизвести эти перемены на самомъ деле, придадимъ четыремъ зажиамъ плоския головки, по которымъ скользятъ коицы двухъ дугообраз^

ныхъ пружинъ (рис. 537), прикрепленныхъ къ поворотному эбонитовомъ кружку.

Последний можетъ вращаться вокругъ оси, стоящей въ средине между четырьмя зажимами. Пружины, какъ видно изъ рисунка, соединяютъ по два близлежащихъ зажима; при поворачивании кружка на 90° соединение проводовъ съ полюсами изменяется, и токъ идетъ по проводамъ въ обратномъ направлении.

Но передатчику телеграфа со стрелками приходится выполнять еще другое назначение, а именно поддерживать надлежащее соединение обоихъ проводовъ,

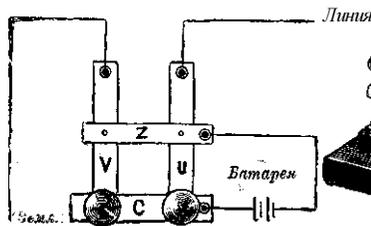


Июка не пропускаютъ тока, чтобы не были прерваны путь для тока, по ссылаемаго съ другого конца линии. Для этой цели приспособление рис. 537 несколько изменяется: къ деревянной или эбонитовой пластинке съ рукояткой для ея вращения прикрепляютъ медное контактное кольцо, разрезанное на две изолированные одна отъ другой части (рис. 538) Эти части не одинаковой ве-

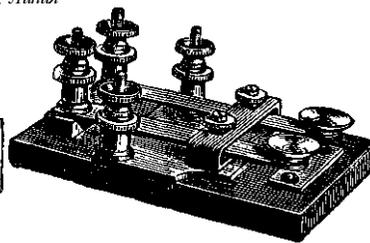
641. Схема соединений двухъ телеграфовъ съ магнитной стрелкой.

ЛИЧИНЫ. На рис. 538 большая часть соединяетъ между собой 1-ю и 3-ю контактные пружины,

а другая находится съ соединении только со 2-й пружиной. Если повернуть кружокъ по направлению движения часовой стрелки (рис. 540), то большая половина кольца оставитъ контактъ 3, продолжая соединять И съ 4, а меньшая соединитъ 2 съ 3. При поворачивании влево (рис. 539) соединяется 1 съ 2 и 3 съ 4. Если контакты 2 и 4 соединить съ полюсами батареи, то при первомъ положении (рис. 538) оба контакта 1 и 3 будутъ соединены между собой и съ положительнымъ полюсомъ батареи, а



542. Передатчикъ съ ключами.



. Двойной ключъ.

другой ея полюсъ изолированъ, такъ что ея токъ не попадаетъ въ линию. На рис. 540 соединение между 1 и 3 уничтожено, 1 соединенъ съ положительнымъ полюсомъ, а 3 съ отрицательнымъ, тогда какъ на рис. 539 являются обратныя соединения.

Если соединить контакты 1 и 3 съ проводами линии, то получимъ схему соединений рис. 541, которая пояснитъ намъ действие телеграфа. Оба мультипликатора введены въ линию такимъ образомъ, что линия соединяется съ положительнымъ полюсомъ батареи, а на станции В коммутаторъ поставленъ такъ, какъ показано на рис. 538, т.е. чтобы тамъ линия соединялась съ землей. Поворачивая ручку коммутатора, телеграфистъ въ А можетъ про-

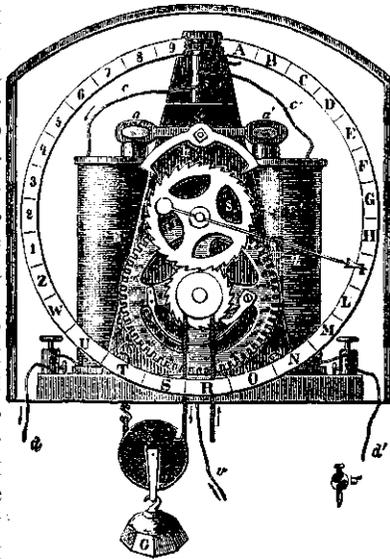
изводить отклонение обеих стрелок направо или налево; подобным же образом и станция В может посылать свои токи в А.

Вместо коммутатора с вращательным движением можно применять передатчик с двумя ключами, при котором стрелка отклоняется в ту или другую сторону нажатием на тот или другой ключ. Такой передатчик с ключами показан на рис. 542. Расположенные здесь на разной высоте контактные планки Z и С соединяются с полюсами батареи. Между шпильками проходят ключи U и V, соединенные с линией и землей. В положении покоя оба ключа прижимаются пружинками к верхней планке Z и тем соединяют землю и линию с шпильковым полюсом батареи, тогда как ее положительный полюс остается изолированным. Если нажать напр. V, то земля придет в соединение с положительным полюсом батареи, а U и линия остаются в соединении с отрицательным. Итак, ток проходит по земному проводу в отдаленную станцию и возвращается по линии в батарею. При надавливании другого ключа, ток пойдет по линии в обратном направлении. Телеграфы с магнитными стрелками получили большое распространение в Англии, где они применяются еще и теперь в виду их преимуществ относительно простоты устройства и незначительности требуемых для них токов. Их главный недостаток заключается в том, что они не записывают своих знаков.

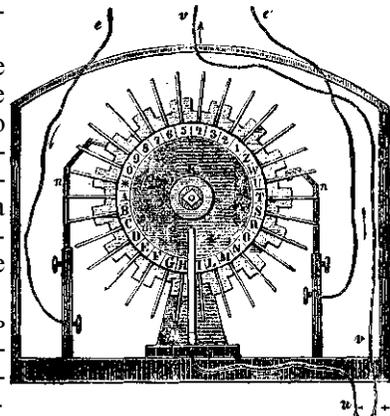
Стрелочные телеграфы, получившие применение во Франции и Германии, также производят только временные знаки, но не в виде комбинаций знаков, а непосредственно буквами. Они характеризуются тем, что в них от действия тока стрелка движется по циферблату с буквами азбуки и останавливается на короткое время на передаваемых буквах.

Чтобы из одного пудкта приводить стрелку на отдаленном пункте в определенное положение, надо передвигать ее последовательными действиями от начального положения до желаемого. Разрешить эту задачу было нетрудно, потому что то же самое достигается в часовом механизме.

Можно передвигать стрелку с одного положения в другое, от начального до желаемого, последовательными пропусками тока или приводить в движение стрелку пружиной или грузом, пользуясь током только для отскакивания пружины или груза. Наконец можно дать стрелке двигаться по циферблату, чтобы в момент пропускания тока остановить ее на желаемой букве. Этот последний принцип применен к телеграфу Юза, о котором речь будет ниже.

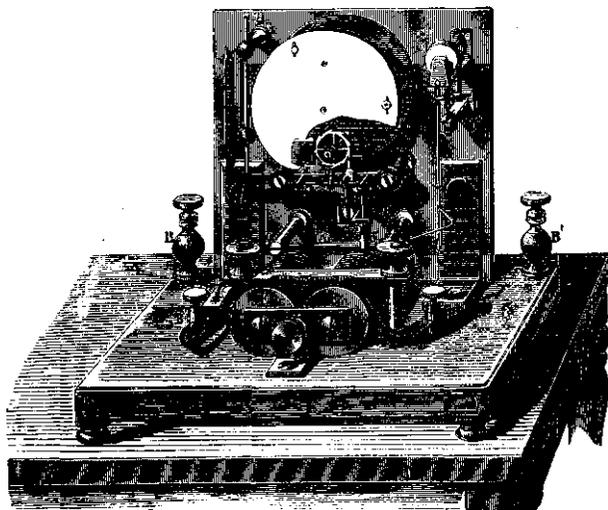


544. Стрелочный телеграф Виттона.



Виттона. телеграфа

Первый изъ стрелочныхъ телеграфовъ построенъ Витстономъ въ 1839 г., который применилъ второй способъ действия. Стопоромъ служило храповое колесо, за которое захватывало коромысло съ зубцами на концахъ, какъ въ часахъ. При замыкании тока попеременно притяжение двухъ

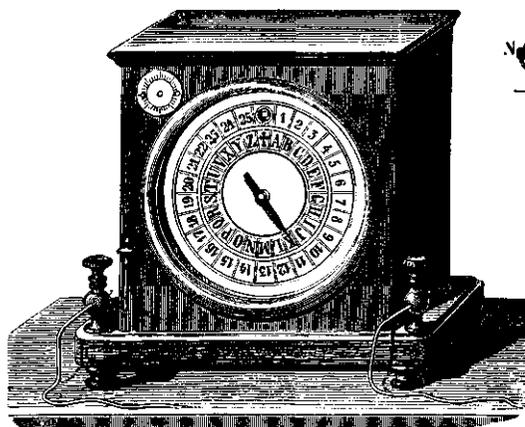


546. Стрелочный телеграфъ Брегета; приемникъ.

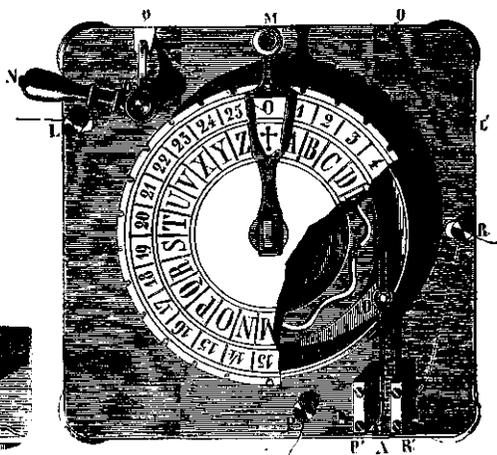
электромагнитовъ приводило это коромысло въ качательное движение, и оно освобождало храповое колесо зубецъ за зубцомъ. Такъ какъ оба электромагнита возбуждаются каждый въ отдельности и попеременно, то для каждаго изъ вихъ необходимо иметь особый проводъ, следовательно, считая и обратный проводъ, три провода. Если же заменить одинъ изъ электромагнитовъ пружиной, то она будетъ оттягивать коромысло, и тогда не требуется более двухъ

ВРОВОДОВЪ.

Передачикъ этого аппарата съ двумя электромагнитами долженъ быть такого устройства, чтобы проводить токъ попеременно ТО по одному, ТО по другому проводу; для этой цели зубчатое колесо соединялось съ однимъ изъ полюсовъ батареи, а две контактные пружины скользили по зубцамъ такимъ обра-



547. Стрелочный телеграфъ Брегета; внешний видъ.

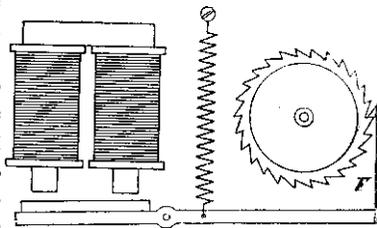


548. Передачикъ стрелочнаго телеграфа Брегета.

зомъ, что когда одна изъ пружинъ касалась зубца, другая, попадая въ промежутокъ между зубцами, не касалась колеса. Изъ рисунка 545 видно, что при каждомъ повороте колеса отъ одного до другого зубца последуютъ два кратковременныхъ тока, изъ которыхъ одинъ проходитъ по одному, другой по другому магниту, отчего стрелка передвинется съ начальнаго въ

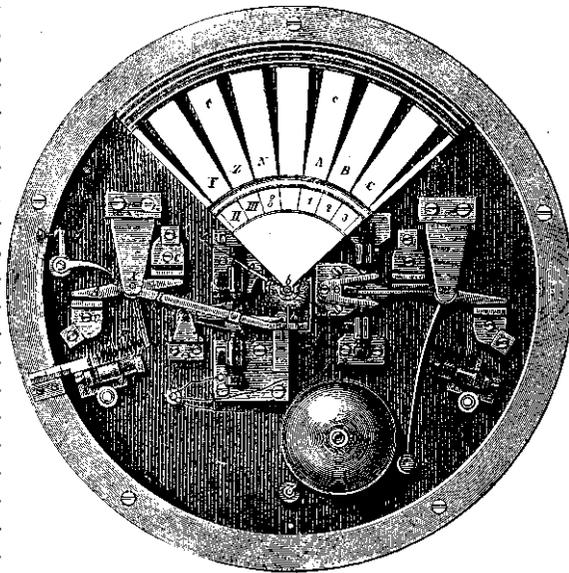
третье положение. Если снабдить каждый зубец и каждый промежуток между зубцами буквами, соответствующими знакам на циферблате приемника, то для передачи знаков потребуется лишь вращать колесо съ буквами передатчика до тех поръ, пока стрелка не дойдетъ до желаемой буквы, и прервать вращение на короткое время, давая этимъ знать телеграфисту приемной станции о передаваемой букве, после чего продолжаютъ вращать колесо въ томъ же направлении до следующей буквы.

Этотъ телеграфъ представляетъ то преимущество, что при передаче и приеме не требуется большого навыка; благодаря этому преимуществу онъ былъ примененъ на германскихъ и французскихъ железныхъ дорогахъ, откуда былъ окончательно вытесненъ лишь по истечении несколькихъ де-



549 Вращение зубчатого колеса якоремъ электромагнита.

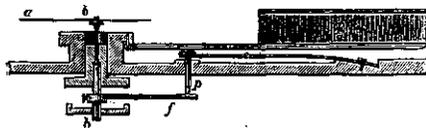
Во Франции применялся повсюду стрелочный телеграфъ Бреге, который былъ устроенъ по тому же принципу, какъ и телеграфъ Витстона. Какъ показано на рисунке 546, здесь стрелка, приводимая въ движение пружиной, также соединена съ храповымъ колесомъ, стопоръ котораго приводится въ качательное движение электромагнитомъ и съ каждымъ движениемъ передвигаетъ стрелку изъ одного положения въ соседнее. Целесообразнымъ устройствомъ въ аппарате Бреге было приспособление, приводящее одновременно стрелку передатчика, и приемника при начале телеграфирования въ полоншии -f- (рис. 548); для этой цели стопоръ былъ насаженъ на рычагъ С, удерживаемый обыкновенно пружиной въ такомъ положении, при которомъ стопоръ захватывалъ за храповое колесо. При надавливаньи на свободный конецъ рычага стопоръ освобождалъ храповое колесо, и подъ действиемъ пружины стрелка двигалась свободно, а, приходя въ положение -f-, задерживалась штифтомъ. По уставовлении стрелки въ положение + телеграфистъ отпускалъ рычагъ; тогда штифтъ отодвигался, и подвижный стопоръ снова захватывалъ за храповое колесо. Передний видъ аппарата изображенъ на рис. 547.



550. Стрелочный телеграфъ Сименса.

Передачный аппаратъ несколько отличается отъ такого же аппарата Витстона. Какъ показаво на рис. 548, Игодъ неподвижной пластинкой съ буквами, на которой подвигается кривошипъ со стрелкой, расположена круглая металлическая пластинка, соединенная съ осью и вращающаяся вместе съ этой последней. Въ этой пластинке имеется волнообразная выемка, въ которой двигается штифтъ, васаженный на более короткое плечо рычага 0. При вращении кривошипа штифтъ, а вместе съ нимъ и рычагъ приходятъ въ

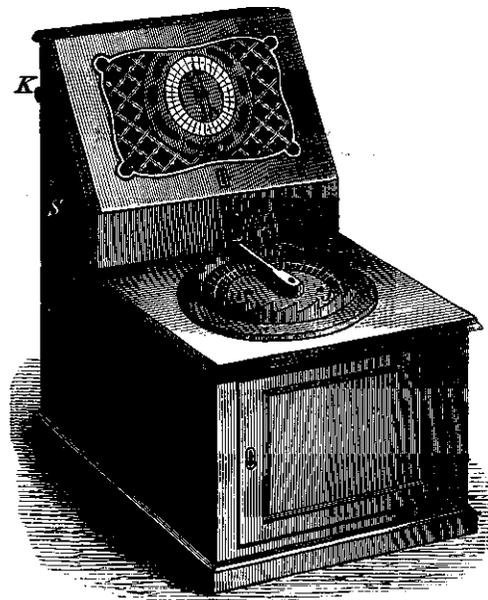
качательное движение, вследствие чего более длинное плечо рычага, снабженное контактной пружиной, касается контакта P', который соединяется с одним из полюсов батареи. Число волн выемки такь соразмерено, что при нолномъ обороте кружка производятся тринадцать замыканий тока, и такь какъ каждое замыкание и каждое размыкание тока передвигаютъ стрелку приемнаго аппарата изъ одного положенія въ соседнее, то соответственно



551.

Клавиша стрелочнаго телеграфа Сименса.

вскоре затемъ эти аппараты получивши большое распространение въ Германии, России и другяx странахъ. Въ этихъ телеграфахъ токъ поддерживаетъ стрелки у аппаратовъ ИИередаточной и приемной станции въ непрерывномъ вращении, и эти стрелки задерживаются на требуемомъ знаке циферблатовъ надавливаниемъ соответствующей клавиши на одномъ изъ циферблатовъ. Итакъ, телеграфисту приходится только надавливать на клавиши техъ зыаковъ, которые онъ желаетъ передавать, и приемная станция по короткимъ остановкамъ своей вращающейся стрелки увидитъ, какия буквы телеграфируются. Такая система обезпечивала довольно большую скорость телеграфирования въ сравнении съ ИИережными системами и облегчала манипуляции телеграфистовъ. Чтобы получить такое вращение стрелки действиемъ тока, Сименсъ применилъ прерыватель тока, который приводилъ якорь электромагнита въ колебательное движение; этимъ движениемъ можно воспользоваться для сообщения стрелке вращения следующимъ простымъ способомъ; конецъ якоря снабжается крючкомъ F (рис. 549), который задеваетъ за храповое колесо. При притяжении якоря крючокъ тянетъ колесо Ишизу и поворачиваетъ его такимъ образомъ на одинъ зубецъ. При обратномъ ходе якоря подь действиемъ пружины крючекъ задеваетъ снова за следующую зубецъ колеса, приговляясь опять



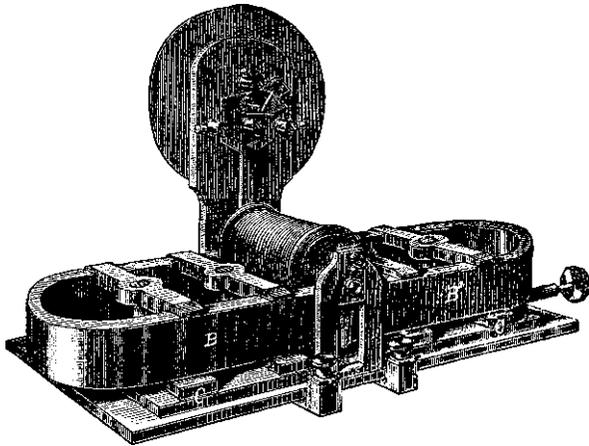
552. Индукционный телеграфъ Сименса.

вернуть еще на зубецъ, и т. д. Устройство стрелочнаго телеграфа Сименса показано на рис. 550. Якорь A, вращающийся на ось X, притягивается двумя полюсами электромагнита, расположеннаго подь металлической подставкой. Съ якоремъ соединенъ рычагъ H, который, будучи снабженъ на своемъ конце захватывающимъ для храпового колеса R крючкомъ, своимъ движениемъ вращаетъ стрелку. Подь этимъ рычагомъ расположена скобка, которая при движении рычага передвигается вверхъ и внизъ между двумя винтами; дзъ нихъ нижний — контактный винтъ, верхний — изолированный отъ скобки. Токъ проходить

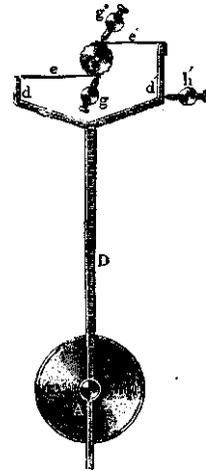
26 положенія стрелки на циферблате при каждой двадцатшестож части поворота стрелка подвигается на одинъ знакъ.

Совершенно новый принципъ применилъ къ стрелочнымъ телеграфамъ Вернеръ Сименсъ, первый аппаратъ котораго былъ построенъ въ 1846 г.;

через контактный винт в скобку, а затем по электромагниту в ир-
водь. Когда скобка передвигается вверх, что происходит лишь по про-
хождении рычагом Н наибольшей части своего пути, ток к магниту пре-
рывается, и притягивающее действие последнего прекращается. Пружина F
оттягивает рычаг Н и поворачивает таким образом храповое колесо



553. Индукционный телеграф Сименса; внутренний механизм.



554. Якорь и храповое колесо индукционного телеграфа Сименса.

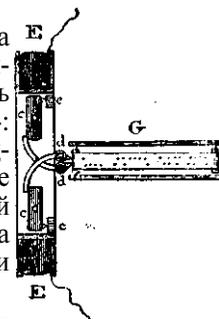
на один зубец. Обратный идущий рычаг Н снова придвигает скобку к контактному винту, замыкает ток, и все снова повторяется в том же порядке до тех пор, пока ток не прерван.

Если соединить два таких аппарата, то ток будет проходить по их электромагнитам, подвергаясь периодическим прерываниям и замыканиям, и их стрелки будут вращаться притом совершенно синхронно, потому что притяжение якоря у обоих приборов может происходить только одновременно.

Если прервать ток в то мгновение, когда стрелка достигнет определенной буквы, то стрелки обоих аппаратов остановятся на этой букве, и таким образом она будет телеграфирована. Для этой цели служат расположенные по кругу на циферблате клавиши, посредством которых можно надавливать снизу маленькие штифтики p, рис. 551. При надавливании снизу каждый такой штифтик задевает за рычаг f, насаженный на оси стрелки ad, как скоро этот подойдет к нему при вращении стрелки.

Вследствие этого храповое колесо и рычаг задерживаются в том положении, при котором этот последний еще не успел придвинуть скобки к контакту. Итак, ток прерван на короткое время, и обе стрелки останавливаются на букве, соответствующей нажатой клавише. Хотя рычаг Н приемного аппарата и возвращается в положение контакта, но ток остается прерванным до тех пор, пока также и рычаг f не отступит в исходное положение, после чего оба якоря опять начинают действовать.

Таим образом достигается синхронное вращение обеих стрелок:

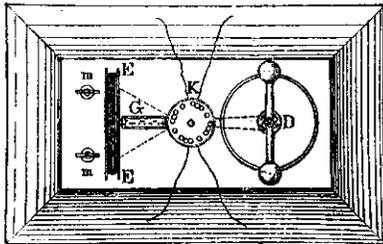
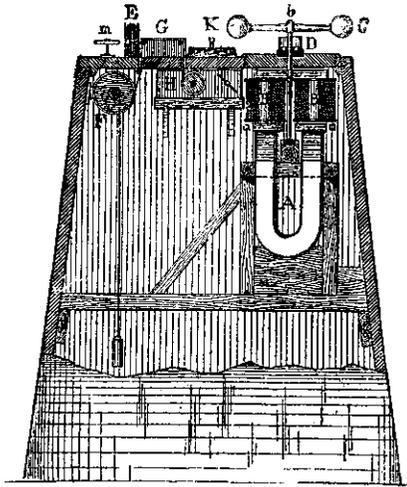


555. Способ записи в телеграфе Штейнгейля.

очевидно, что и приемная станция, имея возможность останавливать вращающуюся стрелку, может телеграфировать на другая станции.

Аппарат снабжается вызывающим приспособлением — звонком, действие которого также основано на прерывании тока.

В своих магнитно-индуктивных телеграфах (рис. 552) Сименс применил другой принцип. Здесь производится столько кратковременных токов переменного направления, сколько положений должна переменить стрелка. Для этой цели якорь индуктора так соединен с кривошипом, что при вращении последнего от одной буквы к следующей якорь делает половину оборота. У приемника ток проходит по электромагниту, кото-



556. Телеграф Штейнгейля.

рый состоит из проволочной катушки и подвижного железного сердечника, вращающегося вокруг своей оси (рис. 553). Электромагнит, по которому проходят эти токи, качается между полюсами двух стальных подковообразных магнитов, сообщая это качательное движение прикрепленному к нему маятнику D (рис. 554) с вилкой на конце, к которой прикреплены два крючка e e'; последние захватывают за храповое колесо, соединенное со стрелкой; при каждом качании маятника это колесо подвигается на один зубец одним из крючков (верхним — при качании влево, и нижним — при обратном качании). Этот телеграф представляет то преимущество, что при нем не требуется батареи, так как утилизируются индуцированные токи магнитного индуктора.

Некоторые приспособления, подобные указанным в стрелочных телеграфах, мы встретим еще впоследствии в электрических часах.

Телеграф Штейнгейля. — Так как Штейнгейль выработал свой аппарат на год раньше Морзе, то его можно считать изобретателем иишущаго телеграфа, тем более,

что он придал своему аппарату ирименимую на практике форму, чего Морзе достиг в своем изобретении только через несколько лет.

Штейнгейль пользуется в своем телеграфе, подобно Шиллингу и Куку с Витстоном, отклонением магнитной стрелки от тока, причем эта стрелка производит прочные знаки на сматывающейся бумажной полоске, которые можно прочесть в какое угодно время.

В качестве приемника Штейнгейль взял плоскую проволочную катушку, в которой помещались две свободно вращающихся магнитных стрелки ss (рис. 555). У концов этих стрелок находились маленькие изогнутые рычажки с сосудиками d для краски. При пропускании тока через катушку отклонялась та или другая из стрелок, смотря по направлению тока, и притом таким образом, что ее рычажок с сосудиком выдвигался на несколько миллиметров из середины катушки и ири-

d делалъ цветную сосудикъ
касался къ бумажной полоске, на которой полоску.

Каждая стрелка ставила свои точки въ особую строку, и такимъ образомъ движениемъ стрелокъ можно было воспроизводить на сматывающейся бумажной ленте группы точекъ, представляющихъ различные условные знаки.



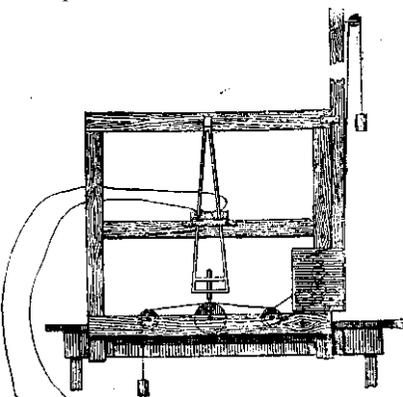
557. Кривая, записанная на движущейся бумажной ленте штифтомъ, отклоняющимся перпендикулярно къ ея движению.

Для этой цели стрелкамъ сообщаютъ рядъ следующихъ одно за другимъ движений, пропуская соответствующимъ образомъ мгновенные токи.

Передатчикомъ служилъ магнитный индукторъ, который при каждой половине оборота производилъ отклонение одной изъ стрелокъ.

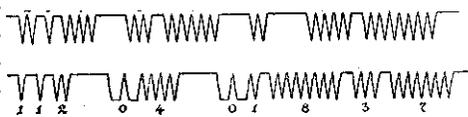
Передатчикъ и приемникъ соединяются въ одинъ аппаратъ, вертикальный разрезъ котораго изображенъ въ рис. 556.

Катушка съ магнитными стрелками и пишущимъ приспособлениемъ расположены надъ левой стороной колпака. Бумажная лента подвигается надъ пишущимъ аппаратомъ при помощи часового механизма. На правой стороне расположенъ магнитный индукторъ, состоящий изъ сильнаго стального подковообразнаго магнита и изъ снабженнаго несколькими катушками якоря. Для движения якоря имеется рукоятка, расположенная надъ колпакомъ.



Аппаратъ Штейнгейля представляетъ, безъ сомнения, значительный прогрессъ въ сравнении съ прежними аппаратами, хотя онъ не можетъ похвалиться скоростью телеграфирования; имъ можно было телеграфировать всего по 6 словъ въ минуту.

Аппаратъ Морзе. — Морзе пришло на мысль воспользоваться для закрепления знаковъ колебательнымъ движениемъ якоря электромагнита. Въ первомъ его аппарате бумажная полоска двигалась по направлению, перпендикулярному движению якоря, и такимъ образомъ явилась возможность воспроизводить довольно большое разнообразие знаковъ при посредстве вычерчиваемой прикрепленнымъ къ якорю свинцовымъ штифтомъ зигзагообразной линии (рис. 557). Устройство такого примитивнаго телеграфа можно понять безъ всякихъ пояснений изъ рис. 558. Свою азбуку знаковъ Морзе составилъ сначала по весьма несовершенной системе: по числу зигзаговъ воспроизводимой линии составлялись цифры, которыя по известному ключу переводились въ слова (рис. 559)

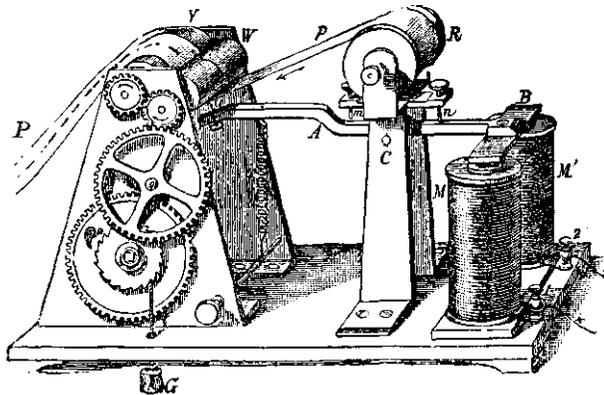


55E. Первоначальный зигзагообразный шрифтъ Морзе.

Впрочемъ эту систему онъ скоро оставилъ и перешелъ къ хорошо известной комбинации длинныхъ и короткихъ черточекъ, которыя обозначали различныя буквы. Вместе съ темъ онъ усовершенствовалъ и устройство аппарата, заменивъ вертикально подвижный пишущий рычагъ съ якоремъ горизонтально расположеннымъ коромысломъ, которое оттягивалось отъ бу-

мажной полоски пружиной, а прижималось къ ней пишущимъ штифтикомъ подь действиемъ электромагнита и оставалось въ соприкосании съ нею, вычерчивая прямую линию до техъ поръ, пока не прерывали токъ. Знаки свои Морзе составилъ изъ двухъ элементовъ: точки и черты или, лучше сказать, короткой и длинной чертъ; изъ этихъ двухъ знаковъ онъ составилъ азбуку, которая получила всеобщее распространение и приведена здесь, на рис. 561, съ изменениями для русскихъ телеграфовъ.

Такимъ образомъ въ 1840 г. Морзе придалъ своему ашиарату весьма удобную форму, въ которой онъ получилъ очень широкое распространение во всемъ цивилизованномъ мире. Часовой механизмъ, приводимый въ движение грузомъ, вращаль два небольшихъ валика, которые заставляли двигаться пропущенную между ними бумажную ленту. Одинъ катокъ былъ снаб-



560. Аппаратъ Морзе въ первоначальной формѣ.

женъ въ середине кольцевой бороздкой, въ которую вдавливалъ бумагу штифтикъ, прикрепленный къ концу коромысла якоря, выдавливая на ней заметныя черточки (рис. 560).

Передачикъ для такого аппарата былъ крайне простаго устройства, такъ какъ онъ долженъ былъ только замыкать токъ на желаемое время. Такой приборъ называется ключомъ и представляетъ собою двуплечий

рычагъ, более короткий конецъ котораго оттягивается книзу пружиной (рис. 562), а более длинный снабженъ рукояткой для удобства машпулирования; надавливаниемъ на эту рукоятку поднжимаютъ короткий конецъ съ его опоры и ириводятъ другой конецъ въ соприкосание съ его опорой.

Вриводъ соединяется съ шарниромъ, Июддерживающимъ рычагъ. Оба его плеча снабжены платиновыми контактами, которымъ соответствуютъ подобные же контакты на оиорахъ. Пока ключъ не нажать, линия находится

А . —	Б — . . .	В . —	Г —
Д — . .	Е — . . .	Д —	З —
И, I .	К — . —	Е —	М —
Н — .	Л — . . .	Ж —	Р —
С . . .	М — . —	З —	Ф —
Х . . .	Н — . . .	И —	Ш —
Щ ~ —	О — . . .	Й —	Е .
Ю — . —	П — . —	К —	
	Р — . . .	Л —	
	С — . . .	М —	
	Т — . . .	Н —	
	У — . . .	О —	
	Ф — . . .	П —	
	Х — . . .	Р —	
	Ц — . . .	С —	
	Ч — . . .	Т —	
	Ш — . . .	У —	
	Щ — . . .	Ф —	
	Ю — . . .	Х —	
	Я — . . .	Ц —	

561. Азбука

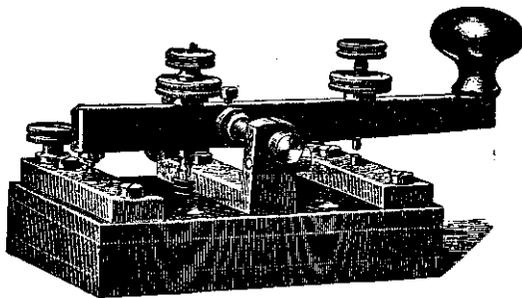
Морзе.

въ соединении съ правымъ контактомъ, который соединенъ съ электромагнитомъ пишущаго агшарата, такъ что токъ, идущий изъ другой станции, будетъ проходить по электромагниту въ землю и Ию ней обратно на станцию отправления. Если нажать теперь рукоятку, то прерывается соединение между землей и линией черезъ приемникъ; вместо того линия соединяется съ одишью изъ полюсовъ батареи, другой полюсъ которой находится въ соединении съ землей. Итакъ, въ линию пропускается при этомъ токъ. Схема соединений

показана на рис. 563. Какъ видимъ, на станции II ключъ Т нажать и приведенъ въ соединеніе съ батареей. Токъ идетъ въ линію L и по ключу Т, станции I, проходить по электромагниту приемыка этой станции, откуда онъ уходитъ въ земляную пластину E и чрезъ земляную пластину станции II возвращается въ батарею.

Телеграфистъ, налшмая ключъ на короткіе и длинныя промежутки, производитъ на другой станции притяженіе пишущаго якоря, который даетъ при этомъ черточки и точки, образующія буквы передаваемыхъ словъ; для такой переда^и известій съ надлежащей скоростью отъ телеграфиста требуется некоторый навыкъ.

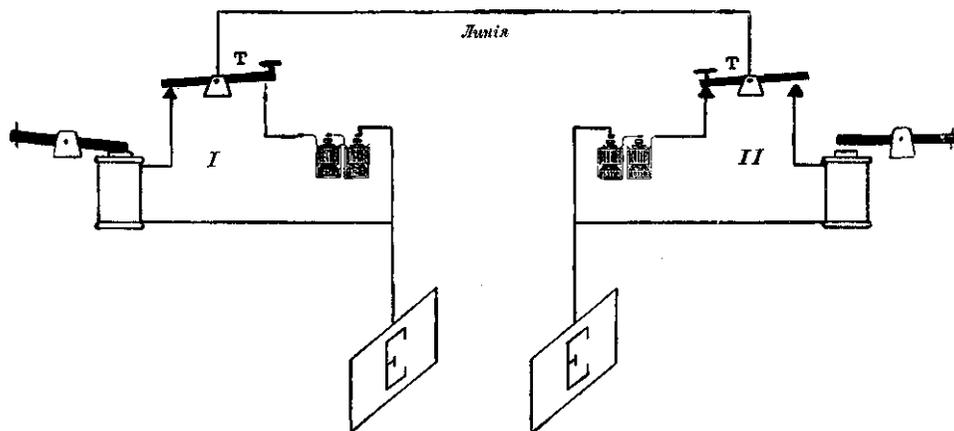
Въ скоромъ времени первый усовершенствованный аппаратъ Морзе сталъ подвергаться различнымъ изменениямъ для улучшения деталей механическаго устройства. На рис. 565 представлена одна изъ позднейшихъ формъ аппарата съ усовершен-



562. Ключъ Морзе.

ствованнымъ механизмомъ для протягиванія бумажной ленты и съ часовымъ механизмомъ, приводимымъ въ действие пружиной.

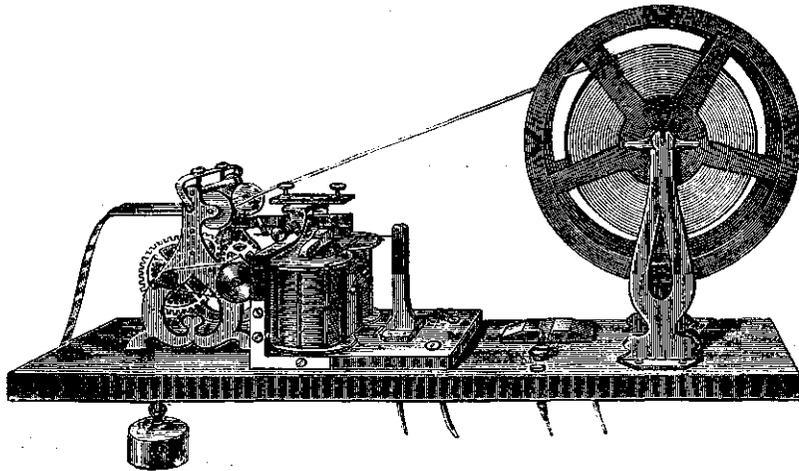
Во всехъ аппаратахъ Морзе, о которыхъ упоминалось до сихъ поръ, знаки только выдавливались на бумаге, т.-е. воспроизводились рельефио, для разбирания которыхъ требовалось хорошее освещеніе, чего не всегда можно было достигнуть при искусственномъ освещеніи, а потому при такихъ рельефо-пишущихъ аппаратахъ утомлялись глаза у телеграфистовъ. Кроме



563. Соединеніе двухъ станцій Морзе.

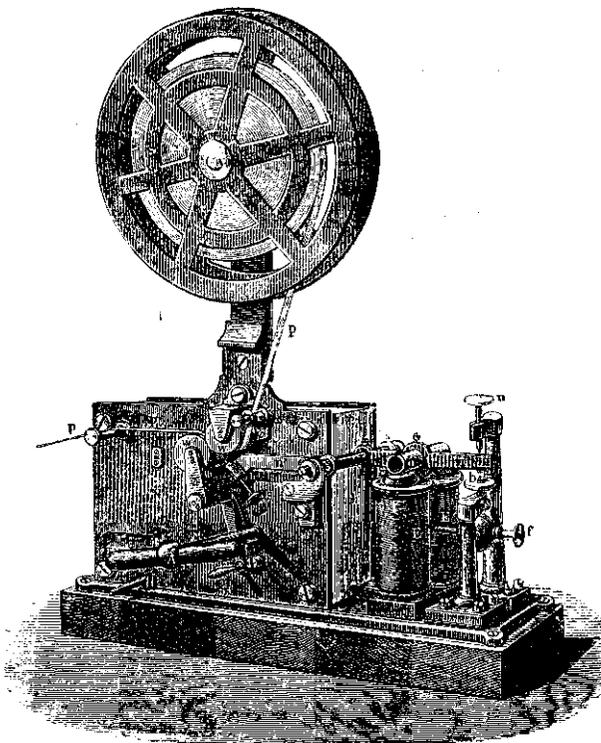
того выдарливаніе знаковъ требовало сравнительно сильнаго действия электромагнита. Оба эти неудобства устранены въ чернопишущемъ аппарате, который вычерчиваетъ знаки на бумажной ленте черной краской. Для этой цели стальной пишущій штифтъ заменяется колесикомъ, ободокъ котораго смачивается краской и прижимается къ бумажной ленте, производя на ней метки краской въ мѣстахъ соприкосновенія.

Такой чернопишущій аппаратъ изображенъ на рис. 566. У него пишущее колесико одето на валикъ, вращаемый часовымъ механизмомъ и имею-



564. Пишущий аппарат Морзе 1843 г.

ший возможность несколько перемещаться вверх на своих подшипниках. Этот валик подхватывается крючкообразным концом пишущего рычага, в другой же при своем движении поднимает и опускает валик, прижимая и удаляя колесико от бумажной ленты, сверток которой помещается в ящике стола.

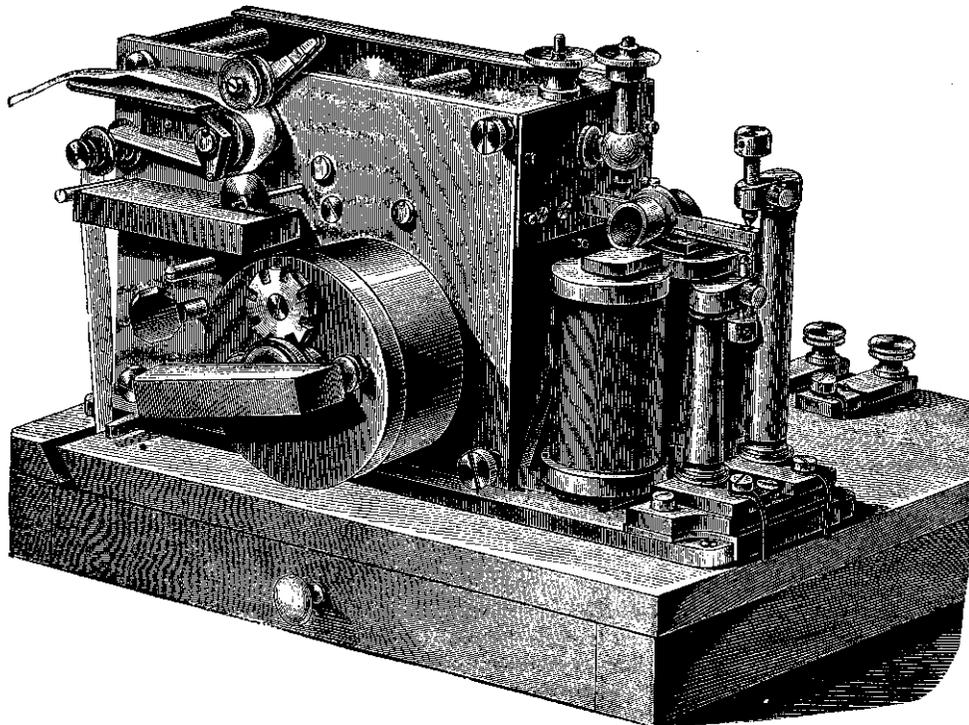


Морзе.

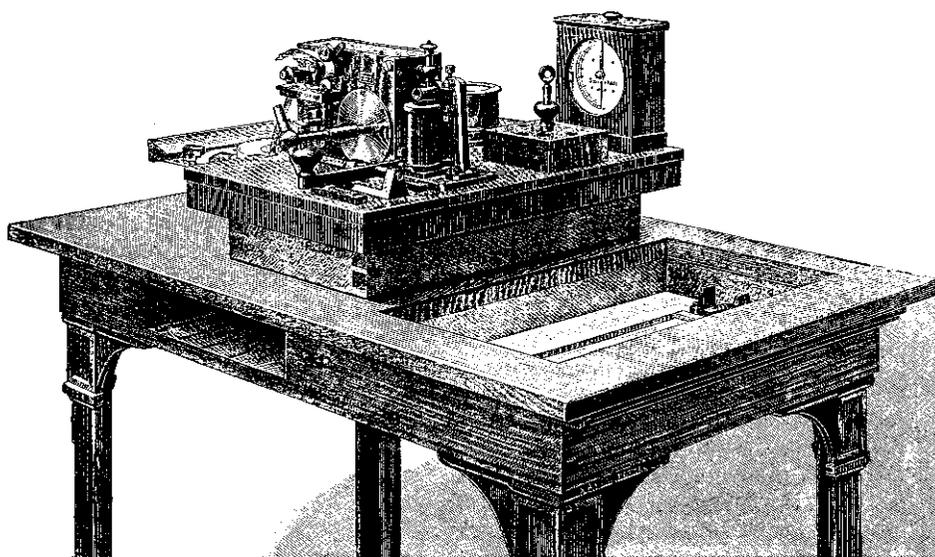
Бумажная лента выводится из ящика по ролику и по стальному штифту через небольшой разрез, находящийся в крышке ящика. Пишущее колесико погружается своим ободком в резервуар для краски, смачиваясь, таким образом, этой последней. При нажатии колесика на бумагу оно отпечатывает на ней своим ободком черту, длина которой соответствует продолжительности прикосновения. Знаки Морзе таким образом получаются черными на белой бумаге и могут быть разбираемы при всяком освещении.

565. Новейший пишущий аппарат
Чернопишущий аппарат с ключом, галь-

ваноскопъ, релэ и громоотводъ помещаются на столе (рис. 567). На нашем рисунке подставка, на которой помещается аппарат во время телеграфирования, вынута из углубления стола. На дне этого углубления находятся



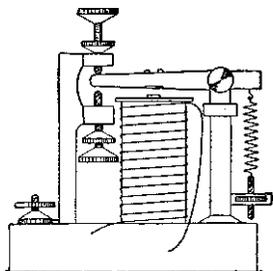
566. Чернопишущий аппарат.



567. Полная телеграфная станция.

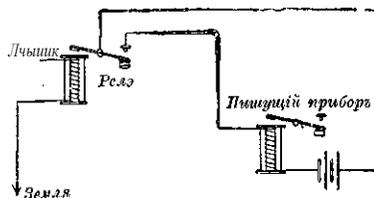
зажимы, соединенные съ внешними проводами и съ батареей. При вставлении подставки аппарата въ углубление стола соответствующие контакты на подставке соединяютъ аппаратъ съ этими зажимами. При такомъ устройстве испорченный аппаратъ можетъ быть быстро замененъ запаснымъ. Батарея помещается въ шкафу и она легко доступна для пристрамотра.

Батарея



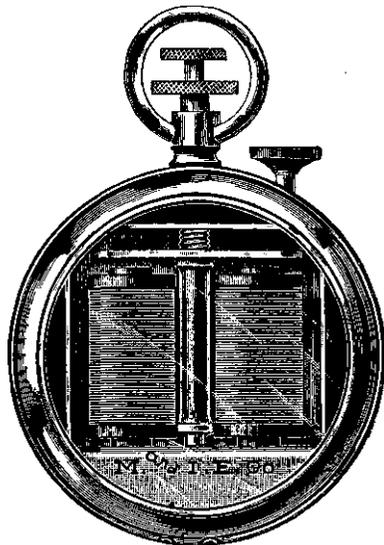
568. Рел.Э.

569. Соединение при употреблении рел.э.



Рел.э. — Если бы захотели приводить въ действие аппаратъ. Морзе въ очень длинной линии батареей посылающей станции, то для этого пришлось бы взять очень сильную батарею, число элементовъ которой увеличивалось бы съ удлинениемъ линии; большія батареи требуютъ сложнаго ухода и очень дороги, а потому устраиваютъ такъ, чтобы токъ линии служилъ не для возбуждения электромагнитовъ, а для приведения въ действие особаго прибора,

рел.э, который соединяетъ обмотку электромагнита съ батареей, установленной на приемной станции, въ тотъ самый моментъ и на такое же время, какъ проходитъ по линии токъ; находясь около послѣдняго, онъ играетъ роль ключа для него. Его устройство показано на рис. 568. Электромагнитъ, какъ только пойдетъ по нему токъ линии, притягиваетъ книзу рычагъ и прижимаетъ его конецъ къ нижнему контактному винту, замыкая-темъ цепь местной батареи. При прекращении тока въ электромагните, его якорь оттягивается кверху пружиной и прижимается къ верхнему контактному винту. Приборы и батареи соединяются следующимъ образомъ: все устраивается какъ и при простомъ соединении, но только вместо телеграфнаго аппарата вводится въ линию электромагнитъ рел.э (рис. 569); съ рычагомъ послѣдняго и его кон-



570. Карманный слуховой телеграфный аппаратъ.

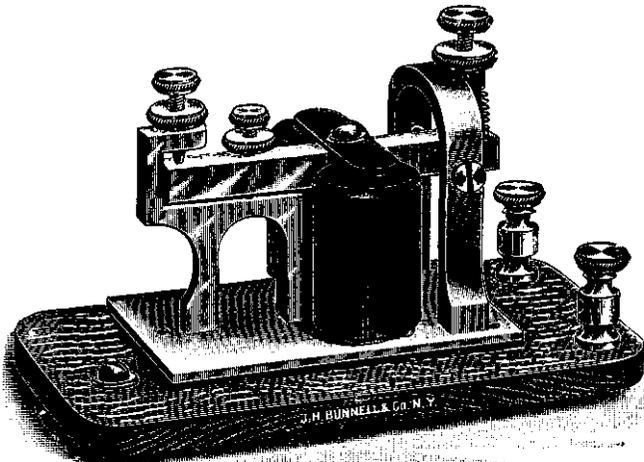
тактнымъ винтомъ соединяются полюсы второй, местной батареи, въ цепь которой вводится и телеграфный аппаратъ.

Итакъ, если изъ передаточнаго пункта пропустить токъ черезъ проводъ, рел.э притянетъ свой якорь и, темъ замыкая жесткую цепь, проведетъ токъ изъ местной батареи въ электромагнитъ телеграфнаго аппарата; поэтому якорь будетъ притянутъ электромагнитомъ во все время, пока проходящий ИИю линии токъ будетъ приводить въ действие рел.э.

Такъ какъ рел.э приходится производить гораздо меньше работы, чѣмъ электромагниту аппарата, то для него достаточно гораздо более слабого тока.

Достигается такимъ образомъ экономия столь значительная, что элементовъ приходится брать меныпе, несмотря на применение второй батареи.

Клопферь. — Опытдые телеграфисты уже по одному стуку рычага узнаютъ условные знаки, не нуждаясь въ отпечатывании ихъ на бумажной ленте. Практичные американцы воспользовались этимъ, чтобы заменить дорого стоящий и сложный чернопишущий аппаратъ особенными аппаратами, такъ называемыми слуховыми аппаратами, воспроизводящими условный стукъ громко и отчетливо. Этотъ аппаратъ, конечно крайне простого устройства, состоитъ изъ электромагнита, который притягиваетъ рычагъ и сильно имъ ударяетъ. Оттягивающая пружина приводитъ якорь въ первоначальное положение (рис. 571).



571. Слуховой телеграфный аппарат (клопферь).

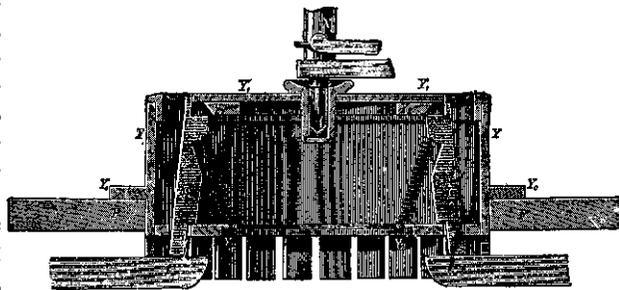
Несмотря на простоту устройства, ЭТОТЪ аппаратъ НЕ нашель применения

въ Европе, такъ какъ онъ оставляетъ заишъ ненадолго и при приеме депешъ требуетъ большаго навыка, чемъ при чтении пишущихъ знаковъ Морзе.

Для военныхъ и другихъ целей, при которыхъ желательна быстрая установка аппарата, американцамиг устроень слуховой аппаратъ, имеющий видъ карманныхъ часовъ (рис. 570).

Буквопечатающие аппараты. — Уже вскоре после изобретения стрелочныхъ телеграфовъ явилась мысль соединнтъ пронсходящее въ этнхъ телеграфлахъ останавливающие стрелки на буквахъ съ надавливаниемъ последнихъ на листъ бумаги, чтобы воспроизводить такимъ образомъ телеграмму печатнымъ способомъ.

Представвмъ себе напримеръ стрелочный аппаратъ Бреге (рис. 546), въ которомъ вращается не стрелка, а дифсрблатъ,



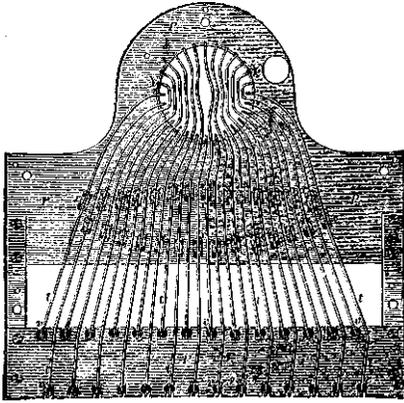
572. Коробка для штифтовъ у аппарата Юза.

соединенный для этой цели съ храповымъ колесомъ. Представимъ себе далее, что циферблатъ насаженъ на кружокъ, на ободке котораго имеются буквы, смоченныя краской; тогда, приведя любую букву въ известное положение и прижимая къ этой букве полоску бумаги при помощи второго тока, пропущеннаго изъ передаточной станции, мы отпечатываемъ букву.

При этомъ не требуется особаго провода для тока, прижимающаго полосу бумаги къ тшовому колесу, а можно для вращения кружка пользоваться токами одного направления, для прижатия же бумаги —

токами другого направления, применяя при этом поляризованные электромагниты.

Эти аппараты работают медленно, так как приведение в движение током сравнительно тяжелого аппарата не может происходить с достаточной быстротой. Поэтому, для быстрого вращения типового колеса изобретатели воспользовались часовым механизмом, пропуская ток лишь для надавливания полоски бумаги на колесо.

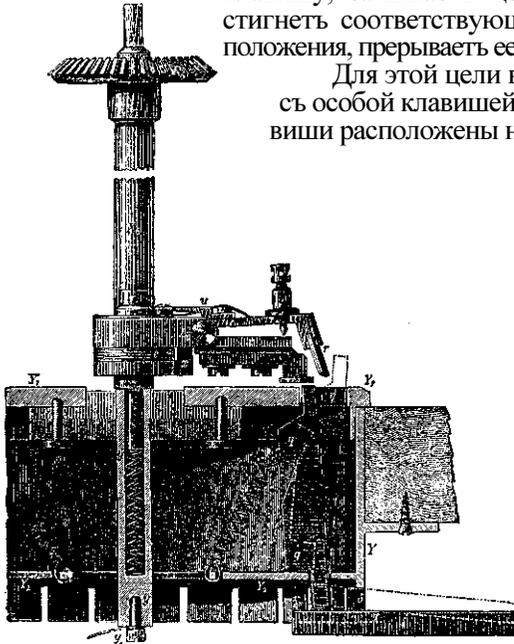


573. Устройство клавиатуры в аппарате Юза.

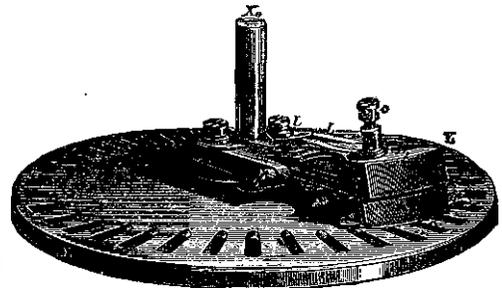
Придумывали много комбинаций подобного рода, но вполне удовлетворительным образом разрешили задачу построения печатающего аппарата только Юза. Его аппараты получили весьма широкое распространение, и мы опишем их с некоторой подробностью.

Сначала надо рассмотреть приспособление, пропускающее ток в то мгновение, когда синхронично движущиеся аппараты на обеих станциях находятся как раз в том положении, которое соответствует желаемой букве. Телеграфисту приходится только нажимать клавишу, соответствующую передаваемому знаку, и сам аппарат, встречая при своем вращении нажатую клавишу, замыкает цепь в то мгновение, когда она достигнет соответствующего положения, и, выходя из этого положения, прерывает ее снова.

Для этой цели в аппарате Юза имеется клавиатура с особой клавишей для каждого передаваемого знака. Клавиши расположены на концах двуплечных рычагов, другие концы которых идут под металлический колпак, где расположено по кругу столько же стальных штифтов q (рис. 572), сколько клавишей; каждый из них опирается своим



574. Тележка аппарата Юза.



нижним концом на конец рычага, так что он поднимается кверху при надавливании на соответ-

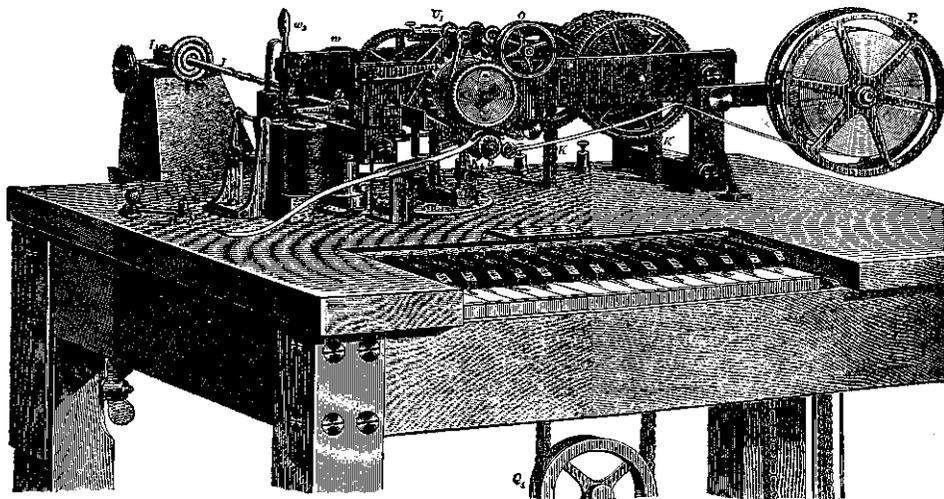
575. Тележка аппарата Юза.

ствующую клавишу. Клавишам придана особая форма, как показано на рис. 573.

По верху колпака со штифтами движется скользящий, который закреплен

образной латунной части L (рис. 574), которая накрепко соединена съ осью и въ средней части снабжена особымъ пестикомъ s. Съ обеихъ сторонъ части L расположены вращающиеся рычаги, одно плечо которыхъ действуетъ своимъ концомъ на подвижную муфту, одетую на ось X₆; другой конецъ, приходящийся на круге штифтиковъ, снабженъ треугольной пластинкой, острие которой обращено книзу.

При надавливании на клавишу поднимается надъ плоскостью УJ соответствующий штифтъ q. Когда приблизится къ нему скользянъ, то сталкивается съ нимъ сначала пестикъ и отталкиваетъ его своей круглой кромкой дальше внаружу; затемъ, когда встретится съ нимъ треугольная пластинка г, она поднимается по нему своей косою кромкой, причемъ рычагъ L[^] L₂ поднимается, конецъ Z₊ опускается и оттягиваетъ ввизъ муфту H. Но въ последней движется штифтъ, находящийся на конце другого рычага C[^] такъ что онъ надавливаетъ на него. Другой конецъ послѣдняго снабженъ кон-



576. Аппаратъ Юза; общій внешний видъ.

тактной пружиной, которая при этомъ прижимается къ контактному штифту и замыкаетъ цепь.

Такимъ образомъ цепь замкнется въ то мгновение, когда скользянъ проходитъ надъ поднятымъ штифтомъ q. Благодаря особому приспособленію, телеграфистъ имеетъ возможность заметить моментъ прохождения скользяна по штифту, после чего и отпускаетъ клавишу.

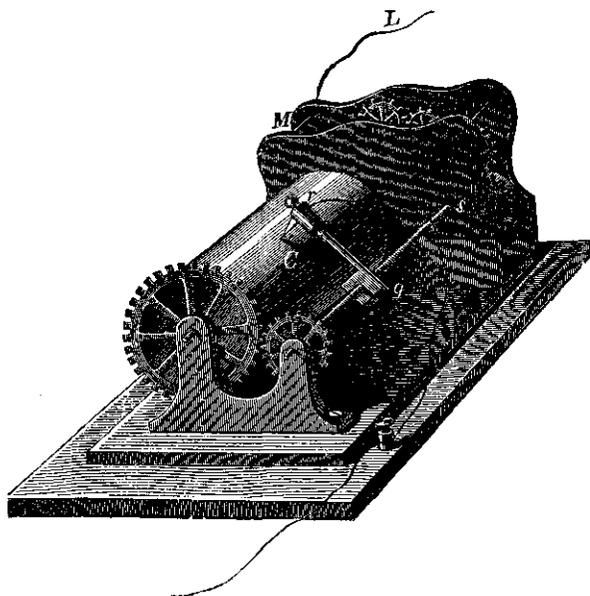
Чтобы при замыкании тока у приемника производилось надавливание на букву на томъ же месте вращения, приемникъ снабжается типовымъ колесомъ, которое также вращается часовымъ механизмомъ синхронично со скользяномъ. На его ободе имеются буквы, которыя при его вращении окрашиваются на особомъ катке. При пропусканіи тока самому шшнему месту обода типоваго колеса и отпечатываетъ стоящую тамъ букву. Если типовое колесо приемника вращается синхронично со скользяномъ передатчика и обе движущіяся части такъ установлены, что при начале движения скользянъ передатчика касается штифта, соответствующаго букве самой низшей точки типоваго колеса, то и остальные буквы будутъ двигаться синхронично.

Итакъ, при надавливании на клавишу передатчика, цепь замкнется въ то мгновение, когда надлежащая буква типоваго колеса у приемника займетъ

самое нижнее положение, а так как при замыкании цепи происходит прижатие полоски бумаги к типовому колесу, то эта буква и отпечатывается. Синхронизм хода передатчика ИИ приемника обеспечивается особым регулятором.

Передатчик и приемник соединяются в один аппарат, перспективный вид которого дает рис. 576; для вращения скользящего и типового колеса служить один и тот же часовой механизм.

Выше было сказано, что скользящий передатчик и типовое колесо приемника должны двигаться синхронно и исходить из одного и того же начального положения. Следовательно должно существовать приспособление, благодаря которому достигается этот синхронизм. Прежде всего очевидно, что недостаток в синхронизме легко обнаружить. Если, примерно, теле-



577. Копирующий телеграф Бануэля.

графист ИИ передаточной станции несколько раз надавливает на одну и ту же букву, то при недостатке в синхронизме, на приемной станции получатся разные буквы, и телеграфист приемника, ожидавший одинаковых букв, убеждается, что его аппарат не синхронен с передаточным аппаратом. Если же получаются одинаковые буквы, но вместо телеграфированного ряда букв а а а а... — получается ряд букв в в в в в... телеграфист приемника из этого заключает, что аппараты хотя и синхронны, но не исходят из одного и того же начального положения, и ему стоит лишь пере-

двинуть типовое колесо до совпадения буквы а с ИИ режним положением, буквы в, чтобы получить буквы, точно соответствующая передаваемым.

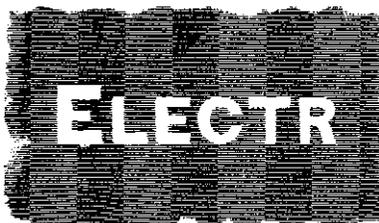
Скорость передачи аппаратом Юза весьма значительна, а ИИ опытный телеграфист может передать пмь до 40 слов в минуту.

Копирующие телеграфы. — Идеаль телеграфии заключается в точном воспроизведении телеграммы на приемной станции тем же почерком, каким она была написана на станции отправления. Конечно этот идеал можно считать достигнутым только тогда, когда для такой ИИ передачи потребуются не большие проводы, чем при употребляемых теперь аппаратах, и будет достижима такая же скорость телеграфирования, как при аппаратах Юза или Морзе. Применение тайшх телеграфов дало бы возможность подавать на станции отправления депеши написанными на карточках указанного размера, причем приемный аппарат воспроизводил бы их в точности на карточках одинаковой величины, так что приемной станции оставалось бы только вкладывать эти карточки в конверты и посылать по адресу.

Часть изложенной здесь задачи уже разрешена, а именно можно точно ИИ передавать ИИю телеграфу ппсыя, но такая передача занимает еще слишком

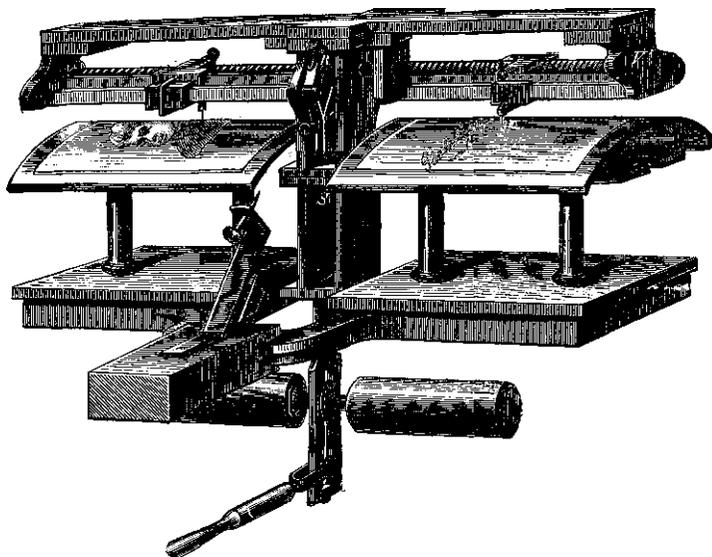
много времени, и копирующие телеграфы, как называют эти аппараты по скорости телеграфирования стоять настолько позади обыкновенных, применяемых теперь, что об их практическом применении пока не может быть речи. Копирующие телеграфы и в настоящем неусовершенствованном виде представляют для нас некоторый интерес, показывая нам, каким образом, благодаря воздействию электрического тока, стало возможным передавать контуры букв и рисунка на дальних расстояниях.

Копирующие телеграфы делятся на два типа, из которых в одном написанное воспроизводится химическим действием тока, а в другом механическим действием. Приборы первого рода основаны на том, что ток разлагает известные безцветные химические реактивы на окрашенные вещества. Мы указывали уже на это, когда шла речь о бумаге служащей для определения электрических полюсов и окрашиваемой при прохождении через нее тока на отрицательном полюсе в красный цвет. Подобные электрохимические реакции можно получать со многими химическими соединениями. Если установить пишущий шрифт аппарата Морзе таким образом, чтобы он слегка прикасался к движущейся бумажной полоске, и соединить его с одним полюсом батареи, а катод, на котором движется бумага, с другим полюсом, то, пропитав бумагу производящим окрашивание веществом и сделав ее смачиваемой электропроводящей, мы будем получать при каждом замыкании тока окрашенную точку в месте прикосновения шрифта к бумаге, а при сколько-нибудь продолжительном действии тока получится цветная черта. Таким образом можно было бы выбросить электромагнит аппарата



Морзе и воспроизводить написанное разлагающим действием тока. ⁷⁸ Запись КТМС? ДГ° телегража
Пытались несколько раз строить такие пишущие аппараты, но они не имели успеха. На том же действии основаны химические копирующие телеграфы принцип которых мы выясним на аппарате Бакуэлля. На рисунке 577 мы видишь металлический барабан, приводимый в медленное вращение часовым механизмом. В этот барабан упирается металлическое острие, вклиненное в рычаг и медленно передвигающееся помощью проходящего сквозь основание рычага стержня с винтовой нарезкой. При прохождении острия по барабану на последнем вырисовывается частая тонкая винтовая линия. На передаточной и приемной станциях установлено по такому аппарату, барабаны которых движутся синхронно, тиричем острия всегда ходят на тождественных точках барабанов. Барабан передатчика обертывается тонким металлическим листом, на котором передаваемые знаки пишутся непроводящими током чернилами. На барабане приемника расположен влажный лист бумаги, пропитанный дающим окрашивание раствором. Если ввести в цепь оба аппарата таким образом, чтобы ток от батареи шел к пишущему острию, отсюда в барабан, далее по проводу к пишущему острию приемника, затем через смоченную бумагу к барабану, отсюда в землю и наконец через эту последнюю обратно в батарею, то пишущий штифт приемника произведет на бумаге окрашенную спиральную линию. При прохождении Ишущаго штифта передатчика по точке барабана, покрытой непроводящими током чернилами, ток прерывается, и на тождественном месте приемника, где разложение уже больше не происходит, появляется белая точка. Таким образом все контуры букв, по которым пройдет пишущий штифт передатчика, останутся у

приемника белыми, следовательно контуры букв получаются белыми на черномъ, какъ показано на рис. 578. Сохранение точнаго синхронизма обоихъ барабановъ въ этомъ аппарате представляеть не малое затруднение. При нарушении синхронизма, у приемника белая точка не появится на томъ месте, которое соответствуетъ точке контуръ буквы у передатчика; тогда соседняя точка также передвинется, такъ что написанное искажается; поэтому наибольшее внимание въ этихъ копирующихъ телеграфахъ должно быть обращено на достижение точно синхроннаго движения штифтовъ по барабанамъ. Въ пятидесятыхъ годахъ Джованни Казелли, стремясь къ достижению такого синхронизма, изобрелъ аппаратъ слѣдующаго устройства. Движение штифтовъ производилось тяжеловесными маятниками, длиною въ два метра, къ верхней части которыхъ были прикреплены штифты; эти маятники приходили въ качательное движение надъ соответственно выгнутыми пластин-



579. Копирующий телеграфъ Казелли.

ками. На рисунке 579 представленъ этотъ аппаратъ безъ длинныхъ стержней маятниковъ. Какъ видно изъ рисунка, въ аппарате имеется два пишущихъ штифта, чтобы две телеграммы могли быть передаваемы одновременно по одному направлению; для этого не требуется больше одного провода, такъ какъ каждый штифтъ производитъ действие лишь при движении въ одномъ направлении, такъ что при качании маятниковъ оба штифта работаютъ попеременно.

Штифты насажены на скользуны, приводимые въ движение стержнемъ съ винтовой нарезкой и передвигающиеся понемногу при каждомъ качании. Довольно точный синхронизмъ уже достигается перестановкой ихъ чечевиць; для достижения же более точнаго синхронизма при каждомъ изъ маятниковъ у концовъ описанной дуги установлены электромагниты, удерживающие маятникъ въ наивысшей его точке раскачивания до техъ поръ, пока хронометръ, съ которымъ маятникъ движется синхронно, не прерываетъ цепь электрическаго тока. Каждое качание маятниковъ поэтому начинается одновременно, и синхронизмъ между ними не можетъ быть нарушенъ.

Благодаря особому способу соединения аппаратовъ передача письма достигается чернымъ шрифтомъ на беломъ фоне. Аппаратъ Казелли воспро-

изводить знаки короткими параллельными черточками. Представленный на рис. 580 оригинал получится у приемника в томъ виде, какъ показано на рис. 581.

Въ начале шестидесятыхъ годовъ во Франци воспользовались телеграфомъ Казелли для передачи депешъ, но его незначительная работоспособность въ смысле недостаточной скорости телеграфирования побудила телеграфныя правления изъять его изъ употребленія. Какъ остроумная попытка решения весьма интересной проблемы, изобретение Казелли и теперь еще имеетъ значеніе, и весьма возможно возрожденіе этого аппарата въ будущемъ въ более усовершенствованномъ виде.

Въ последнее время неоднократно были дѣлаемы попытки улучшить копирующие телеграфы; съ этой целью телеграфный техникъ Мейеръ съ успехомъ заменилъ химическое дѣйствіе тока механическимъ приспособленіемъ для печатанія. Этотъ аппаратъ также неоднократно былъ пробо-ванъ на практикѣ, но, не обладая достаточной работоспособностью, не получилъ распространенія.

Въ самое последнее время пытались применить телеавтографъ для верной передачи почерка; но такъ какъ это искусство есть скорее достояніе будущаго, чѣмъ настоящаго, то здѣсь упомянемъ лишь въ краткихъ



580. Оригиналъ переданнаго телеграфомъ Казелли.

о такого рода попыткахъ.

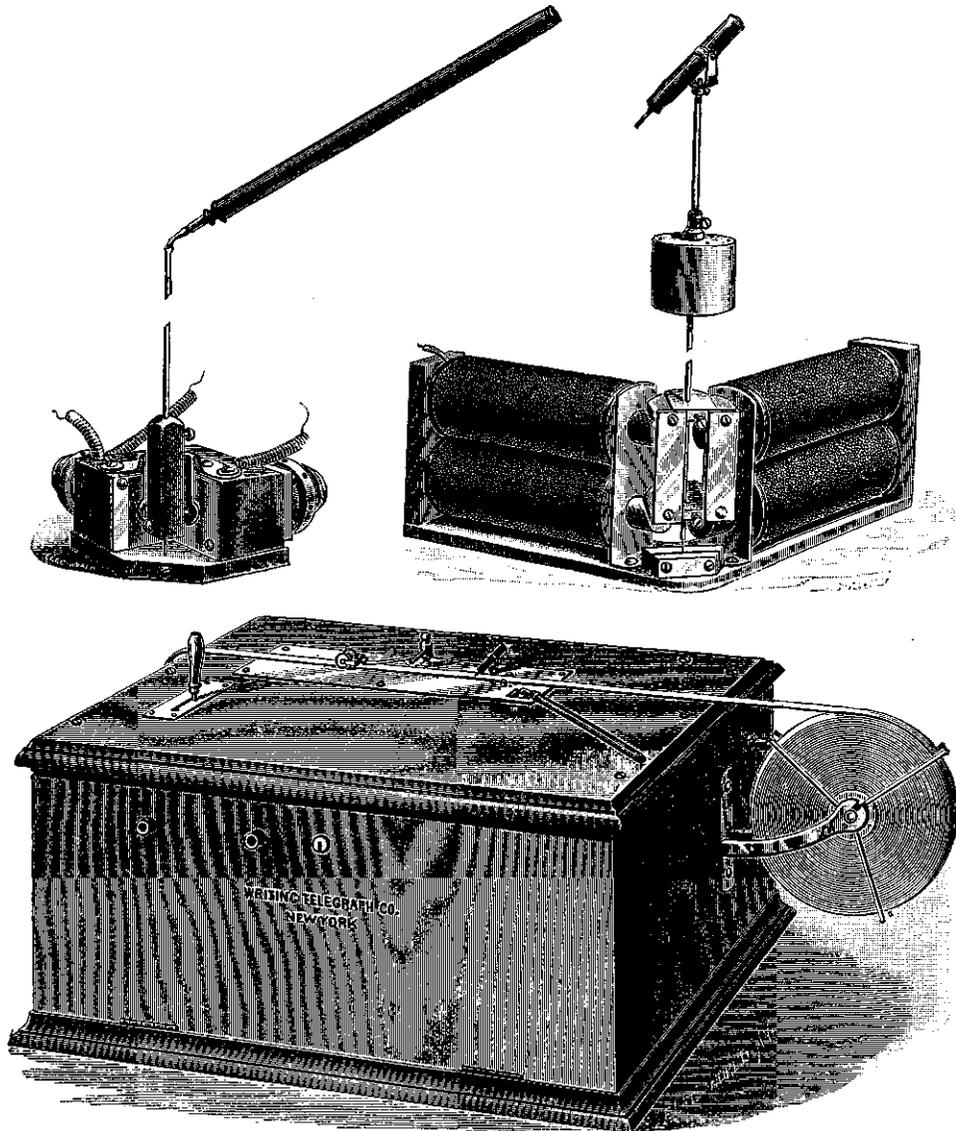
Телавтографъ.

531. Воспроизведенное телеграфомъ Казелли.

Оригинальный пишущий телеграфъ изобрела Элиза Грѣ; въ этомъ аппарате пишущий штифтъ на приемномъ пунктѣ точно следуетъ движеніямъ штифта на передаточномъ пунктѣ; такимъ образомъ на полоскѣ бумаги приемника получаютъ точныя очертанія, написанныя штифтомъ передатчика. При такомъ аппарате для передачи и чтенія депешъ не требуется никакого навыка и, кроме того, почеркъ воспроизводится съ достаточной точностью.

На рисункѣ 582 представленъ передатчикъ; валикообразная рукоятка служить пишущимъ штифтомъ, который подобно перу производитъ пишущія движенія, причѣмъ эти сложныя движенія могутъ быть разложены па два, перпендикулярныя другъ къ другу. Пишущій штифтъ соединяется съ вертикальнымъ упругимъ стержнемъ, снабженнымъ внизу прямоугольной планкой; последняя давитъ двумя перпендикулярно расположенными сторонами на два изменяющихся сопротивленія, причѣмъ при более сильномъ обнаруженіи одного или другаго изъ слагаемыхъ сложнаго движенія игланка также надавливаетъ сильнее на подлежащее сопротивленіе. Имеются две цепи, изъ которыхъ каждая заключаетъ въ себѣ одно изъ сопротивленій; обратный проводъ — общий для обеихъ цепей. При уменьшеніи сопротивленія въ одной или другой изъ депей сила тока въ соответствующей цепи увеличится, такъ

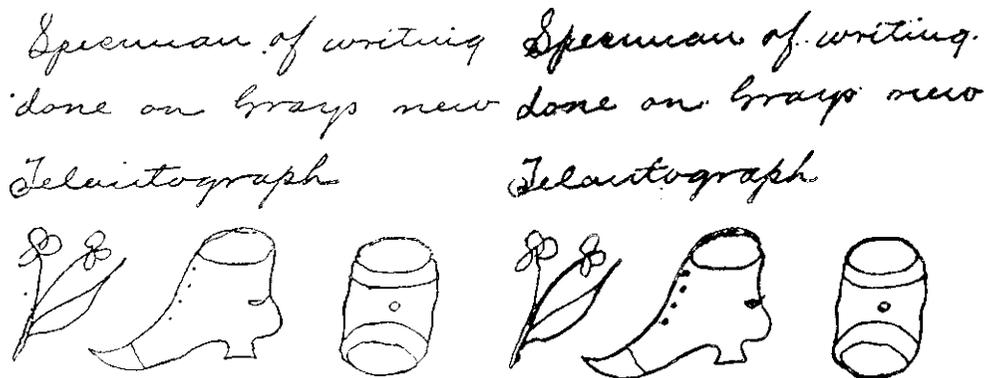
что отношение силъ тока въ обеихъ цепяхъ будетъ изменяться, а именно ояо будетъ всегда въ соответствии съ темъ отношециемъ, въ которомъ находятся элементарныя движения, полученныя отъ разложения сложныхъ движений. Итакъ, разновидность письма преобразовывается въ количественное отличие отношений силъ тока въ обеихъ цепяхъ.



582—584 Телавтографъ.

Въ приемнике происходитъ обратное преобразование. Механизмъ приемника, представленный на рис. 583, состоитъ изъ прикрепеннаго къ полу упругаго стержня, снабженнаго внизу железнымъ якоремъ, тиритягиваемымъ расположенными подъ прямымъ угломъ электромагнитами. Пока сила тока въ обоихъ электромагнитахъ, изъ которыхъ одинъ вводится въ одну, друговъ въ другую цепь, одивакова, упругий стержень остается неподвижнымъ; при

изменения же силы тока изменяются также отношения сил притяжений, и следовательно стержень будет направляться в разные стороны, соответственно этим отношениям. Отношение сил тока снова преобразовывается в два элементарных движения, слагающихся в сложное движение. Вершина стержня снабжена пишущим штифтом, наполненным краской и записывающим на протянутой бумажной ленте, приводимой в движение часовым механизмом, как показано на рис. 584. На рис. 585 и 586 оригинал написанного сопоставлен с телеавтографированным; это опыты с первоначальными аппаратами, у которых записывание производилось карандашом; этого уже нет у аппаратов, изображенных на прилагаемых рисунках. Практическое значение телеавтографа не велико. Недостатки его заключаются в необходимости применения двух проводов, в его незначительной скорости телеграфирования и в сложном уходе, требуемом деликатным устройством аппарата. Нельзя однако отрицать в нем оригинальности мысли и удачного осуществления последней.



585. Оригинал переданного телеавтографомъ.

586. Воспроизведенное телеавтографомъ.

Подводная телеграфия.

Телеграфные аппараты, которыми мы занимались до сих пор, служат главным образом для воздушных линий, хотя ими можно пользоваться также на коротких "подземных" и подводных линиях; для длинных же подводных линий они не годятся, — тогда берут другие аппараты гораздо большей чувствительности. Подводная телеграфия отличается от сухопутной не одними аппаратами, — гораздо значительнее она отличается способом прокладки проводов.

Подводные линии гораздо дороже сухопутных одинаковой длины.

Если принять во внимание, что десять проводов, соединяющих Европу с Америкой, стоили больше, чем вся Германская телеграфная сеть, и что число ежедневно по ним передаваемых слов ничтожно в сравнении с числом слов, передаваемых по германским линиям, то станет ясно, насколько подводная линия в торговом отношении отличается от сухопутной.

Для нас в данном случае эта разница имеет лишь второстепенное значение, во взятая вместе с большими техническими различиями, которыми отличаются морские кабели от сухопутных линий, подводная линия составляет особый род телеграфии и потому будет здесь рассмотрена особо.

Первая мысль о подводном телеграфном сообщении явилась у Витстона, который в 1837 году выработал план телеграфного соединения Англии с Францией. Он думал воспользоваться для этого канатом, свитым из 7 обмотанных смоленой пенькой медных проволок. Совершенно такая же мысль явилась у Морзе, который в 1843 г. предложил правительству Соединенных Штатов устроить телеграфное соединение между Америкой и Англией. Но тогдашние изолирующие средства были еще недостаточны для поддержания изоляции лежащего в воде кабеля; удовлетворительную оболочку для подводных проводов получили только тогда, когда привезли в Европу (в начале сороковых годов) каучук и гуттаперчу. Применимость последней для изолирования впервые открыл Вернер Сименс, который и построил машины для покрытия ею проводов. Он же проложил в Киле в 1848 г. изолированные гуттаперчей провода, которые должны были служить для взрывания мин. Подобный же опыт погружения таких проводов в воду произвел одновременно Армстронг в Америке и, получив хорошие результаты, предложил устроить телеграфное соединение между Америкой и Англией.

За год до этого Джон Бретт получил от французского правительства концессию на устройство телеграфного сообщения между Францией и Англией, но потерял ее, так как не выполнил установки к установленному сроку. В 1849 г. возобновили ему концессию с условием, чтобы сообщение было устроено к 1 сентября 1850 г. Тогда образовалась особая компания, приготовившая кабель для подводного провода. Он состоял из 2 медных проволок в 2 мм., на которых была положена гуттаперчевая оболочка с наружным диаметром 12,5 мм.

В 1850 г. 23-го августа вышло в море кабельное судно „Голиае“ и буксирный пароход; впереди шло военное судно „Вигдеон“, указывая им заранее определенный путь. После полудня „Голиае“ прибыл в Калэ, где береговой конец кабеля был укреплен за бакан. Вечером с судна уже переговаривались с английским берегом, а на другое утро соединили оба кабеля, желая спуститься с телеграфной станцией, но, не получив с английского берега никакого ответа, убедились, что кабель испортился.

Весьма важным недостатком этого кабеля было то, что он не был защищен от механических повреждений; вследствие этого он испортился раньше, чем им успели воспользоваться, что послужило полезным уроком для телеграфной техники.

В 1851 г., благодаря энергичному содействию Крамптона, был проложен новый кабель, Ишторый впоследствии стали принимать за образец для других кабелей. Он состоял из 4 медных проволок, каждая с гуттаперчевой оболочкой около 6 мм. толщиной; они были свиты вместе с пятью круглыми просмоленными пеньковыми шнурами в один кабель, обвитый просмоленным пеньковым шнуром. Сверху наложен был еще пеньковый слой и все это было обвито десятью железными цинкованными проволоками в 7 мм. диаметром.

Благодаря полному успеху этой линии, стали скоро устраивать новые соединения, напр. между Англией и Ирландией, Англией и Голландией, Швецией и Норвегией, между Италией, Сардинией и Корсикой.

Теперь мы переходим к самому важному предприятию, трансатлантическому соединению, причем познакомимся с приемами прокладки кабелей.

Это соединение было выполнено, несмотря на* все затруднения и неудачи, благодаря энергии и талантливости америкаица Сайруса Фильда. В 1856 г. он приехал в Англию и пригласил участвовать в своем предприятии соединении Ирландии с Ньюфаундлендом Брета и других лиц.

IV. Подвинный кабель между Берлином и Гааге 1876 года.



III. Втрояк транль-втажнтнческнй кабель 1885 года.



I. Кабель Дюверр-Кананга 1851 года.



-Veit
чу

ипш

люг
юи

-ЛО-
odif

4,411

-шГ

(н)
ч.гпч
энш
-lll п

еип

ч и
Вин
-ии

При предварительных испытаниях, которые производились Вайтхаузом, заметили в первый раз замедление в передаче знаков; вместе с тем Вайтхауз заметил, что это замедление уменьшается при употреблении переменных токов.

Трансатлантическое сообщение. — В феврале 1857 г. начали выделку кабеля, который состоял из семипроволочного медного каната с гуттаперчевой оболочкой около 15 мм. диаметром снаружи; жилы были обложены смоленой пенькой, и снаружи кабель был обвит 18 пгаурами из 7 железных проволок. Вследствие слишком спешного приготовления кабеля (он был приготовлен в 4 месяца) на нем оказались неисправные места, которые впоследствии привели кабель в негодность.

Для прокладки кабеля выбрали большую возвышенность на дне океана, которая тянется между Ирландией и Ньюфаундлендом; здесь песчаный грунт, весьма благоприятный для прокладки кабелей. В 1857 г. 6-го августа вышла из Валенции в Ирландию флотилия судов для прокладки кабеля; начали эту операцию удачно, прокладывая со скоростью 2 морских миль в час, но вскоре кабель соскочил с вьюппш и оборвался; соединение восстановили вечером на другой день. 11-го августа, во время волнения, произошел разрыв кабеля, когда уже было проложено больше 300 миль. Так как не удалось достать оборванного конца, то суда вернулись обратно и стали вынимать кабели из судов, чтобы пересмотреть их. Плохие места были вырезаны, и приготовлен новый кусок кабеля в 750 морских миль.

Весной 1858 г. два кабельных судна сошлись на середине океана, сросли концы своих кабелей и начали прокладку, одно по направлению к Ньюфаундленду, а другое — к Англии. Три раза операция останавливалась вследствие перерыва кабеля, но все-таки 5 августа благополучно довели ее до конца, достигнув берегов Старого и Нового света. Не кончились еще празднества по случаю удачного выполнения этого грандиозного предприятия, как в действии кабеля стали проявляться неисправности, а 1-го сентября он перестал совсем действовать, проработав всего 20 дней.

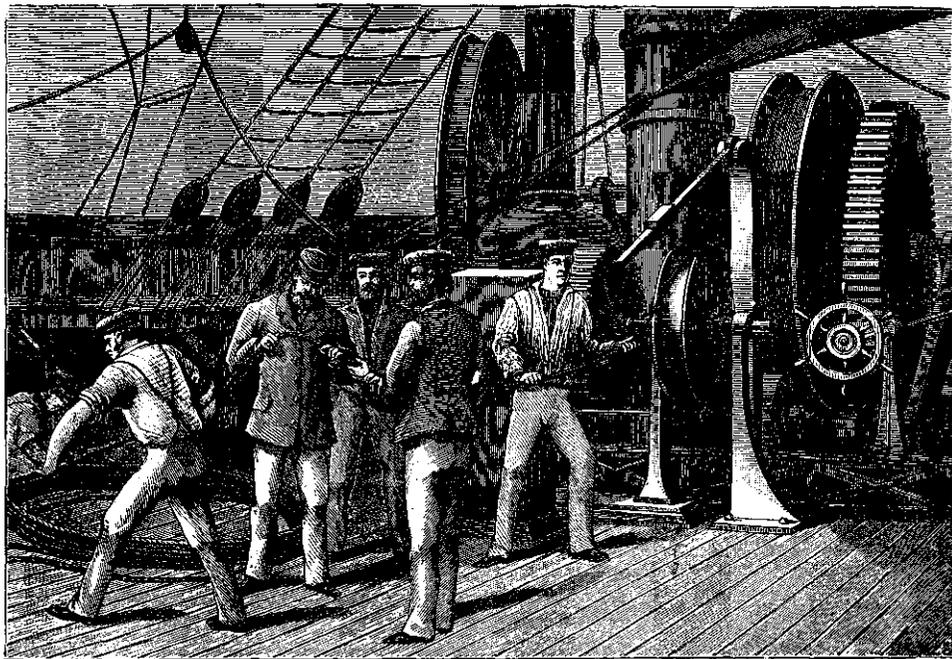
Причины этой неисправности выяснить не могли. Кабель не удалось вынуть, и он так и остается на дне океана. Эта неудача не охладила энергии смелых предпринимателей, которые принялись за дело снова и в конце концов счастливо довели его до конца.

Немедленно после неудачи с трансатлантической линией последовала в 1857 г. прокладка второго кабеля из Суэца в Индию, длиною в 3000 морских миль, но вскоре пришлось бросить и этот кабель. На два эти предприятия, трансатлантический и индийский кабели, затрачено было больше 12 миллионов рублей. Прежде чем выдавать дальнейшие концессии, английское правительство назначило специальную комиссию для выработки подробностей выделки и прокладки кабелей. Свои исследования эта комиссия закончила только в апреле 1861 г., и ее выводы послужили основанием для устройства всей современной подводной телеграфии.

Неутомимый Сайрось Фильд снова принялся за свою работу, причем тщательным исследованием морского дна была подыскана лучшая линия для прокладки кабеля. Последний состоял из семипроволочного шнура, изолированного четырьмя слоями; между проволокой и внутренней гуттаперчевой оболочкой так же, как и между остальными слоями гуттаперчи, прокладывали слой состава Чаттертона, тесно связывающий вместе проволоку и оболочку и утрачивающий появление воздушных пузырьков. Самая проволока была взята толще и из лучшей меди, чем прежде. Снаружи кабель был покрыт слоем смоленой пеньки и обмотан 10 стальными проволоками, так что полный диаметр кабеля равнялся 27 мм.

Кроме того концы кабеля были обвиты двенадцатью шнурами из железной проволоки, из которых каждый состоялъ из трех проволокъ диаметромъ въ 6,5 мм.

Для прокладки этого кабеля былъ приспособленъ огромный пароходъ Греть-Истеръ, которъ 23 июля 1865 г. вышелъ въ море въ сопровождении двухъ английскихъ военныхъ кораблей. На немъ въ качестве техника находился Вильямъ Томсонъ. Уже на другой день въ кабеле обнаружилось повреждение: сообщение между железной оболочкой и внутренними жилами; поврежденную часть вырезали и концы сростили. Подобное же повреждение обнаружилось черезъ 5 дней, когда были проложены 716 миль. Это причинило большую тревогу, и уже стали говорить о наемныхъ



587. Поиск поврежденъ въ кабеле.

убийдахъ кабеля, которые проникли на судно въ качестве рабочихъ. Для обнаружения такихъ повреждений надо было изследовать каждый дюймъ кабеля длиною въ несколько тысячъ миль.

2-го августа обнаружилось новое повреждение, когда уже было проложено 1200 миль. Кабель пришлось поднимать съ необыкновенно большой глубины въ 2000 сажени, причемъ повредилась машина для такого подъема, и „Греть-Истеръ“ пришлось остановить. Отъ ветра и волнения судно пришло въ сильное движение, кабель отъ натяжения оборвался и утонулъ.

Сейчасъ лѣ приступили къ поискамъ потеряннаго кабеля, которые были весьма затруднительны при такой огромной глубине. Къ проволочному канату привязали большую кошку (якорь съ открытыми лапами) и волочили его по дну, направляя судно поперекъ линии прокладки кабеля. Черезъ 15 часовъ кабель поймали, начали поднимать его и уже выбрали на судно 700 сажени проволочнаго каната, какъ последний внезапно оборвался и кабель вместе съ Ишкой опять упалъ на дно.

Сейчасъ же снова принялись за работу, опять поймали кабель, но и

на этот раз проволочный канат оборвался, когда выбрали на судно 500 сажень. Настолько же неудачны были еще две попытки поднять кабель, после чего на судне не оказалось больше канатов и якорей для дальнейших работ, и пришлось вернуться ни с чем в Англию.

Права на устройство трансатлантического сообщения приобрела другая компания, Anglo-American Co., которая сейчас же заказала новый кабель такого же устройства, весивший около 1 кгм. на метр длины. „Гритель-Истерн" снабдили тщательно устроенными машинами для прокладки кабеля. Машина для спуска кабеля состояла из шести одно за другим расположенных вертикальных колес с канавками, из которых каждое было снабжено приспособлением для прижимания кабеля к колесу и тормозами. Выходящий из своего помещения кабель двигался по этим колесам, прижимаясь к ним при помощи роликов. Далее он проходил по двум барабанам диаметром в 2 метра, затем через динамометр и отсюда уже проводился в море. Оба барабана были снабжены двумя тормозами особой конструкции для установок кабеля. Динамометр служил для показания силы натяжения кабеля. Эта машина для спуска кабеля приводилась в движение Иларовой машиной в 70 лошадиных сил, что давало возможность пользоваться машиной для спуска кабеля как подъемным краном. Кроме этого был установлен еще особый подъемный кран с паровой машиной в 70 лошадиных сил, — а машина судна была преобразована так, что каждое колесо могло быть приводимо в движение независимо от других, что давало возможность быстро поворачивать судно.

7 июля 1866 г. приступили к прокладке кабеля по направлению, параллельному линии прежнего кабеля. На этот раз предприятие увенчалось полным успехом, и 27 июля 1866 г. пароход с кабелем без всяких приключений достиг берега Ньюфаундленда.

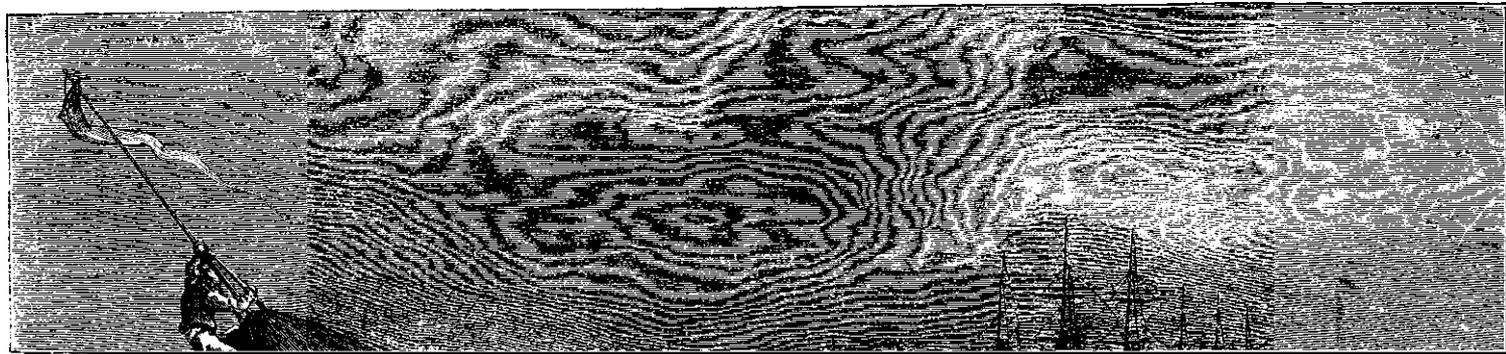
Успешно закончив установку телеграфного сообщения между двумя отдаленными материками, предприниматели снова снарядили экспедицию для извлечения из океана утонувшего в предыдущем году кабеля, конец которого находился приблизительно в 600 милях от американского берега.

Так как в море не было никаких указателей и не было возможности точно определить местоположение утонувшего кабеля, то пришлось искать его наудачу. Однако руководители этого предприятия не теряли надежды на успех и немедленно приступили к поискам кабеля с намерением довести его до берега помощью приготовленного для этой цели добавочного куска.

9 августа 1866 г. „Гритель-Истерн" снова отправился в море к тому месту, где был потерян конец кабеля и где уже зашлось поисками другое кабельное судно „Альбани". Очень скоро удалось поднять конец кабеля на судно, но только-что хотели закрепить его, как он сорвался и упал в море. Вслед за этим снова принялись за работу, поймали кабель и в 11 часов вечера вытащили из воды кошку, обхватившую кабель. Кабель имел превосходный вид, — верхняя его половина была блестяще-черная, нижняя же морская тина придала беловатый оттенок.

В то время как спешили укрепить кабель, он сорвался с якоря и снова погрузился в море. 19 августа его опять поймали и подняли на 1000 саж., но так как море волновалось, то не было возможности укрепить его за бакань, и кабель опять упал на дно. Так прошла целая неделя в безуспешных попытках поднять кабель.

27 августа удалось поймать кабель и привязать его к бакану, Ино оказалось, что это был лишь конец отрезанного куска кабеля.



Вследствие неудачныхъ попытокъ поднять его за конецъ, перешли на 80 миль къ востоку, где глубина была всего 1900 сажений; здесь 31 августа приподняли кабель до 800 сажений отъ поверхности воды и привязали къ бакану. Затемъ суда перешли на другое место, еще на несколько миль къ востоку, и здесь, нащупавъ кабель, перерезали его особымъ ножевиднымъ якоремъ, чтобы облегчить подъемъ.

2 сентября кабель добыли на поверхность воды. Сообщивъ конецъ его сердечника съ зеркальнымъ гальванометромъ и установивъ такимъ образомъ телеграфное сообщенье съ Англией, электротехниши убедились, что это поднять конецъ не отрезаннаго куска, а всего остального кабеля.

Добытый такимъ образомъ конецъ сростили съ имевпшся на „Грить-Истерне“ его продолжимъ, и пароходъ направился къ берегамъ Ньюфаундленда, которыхъ благополучно достигъ 8 сентября, установивъ такимъ образомъ второе трансатлантическое соединенье по кабелю 1865 г.

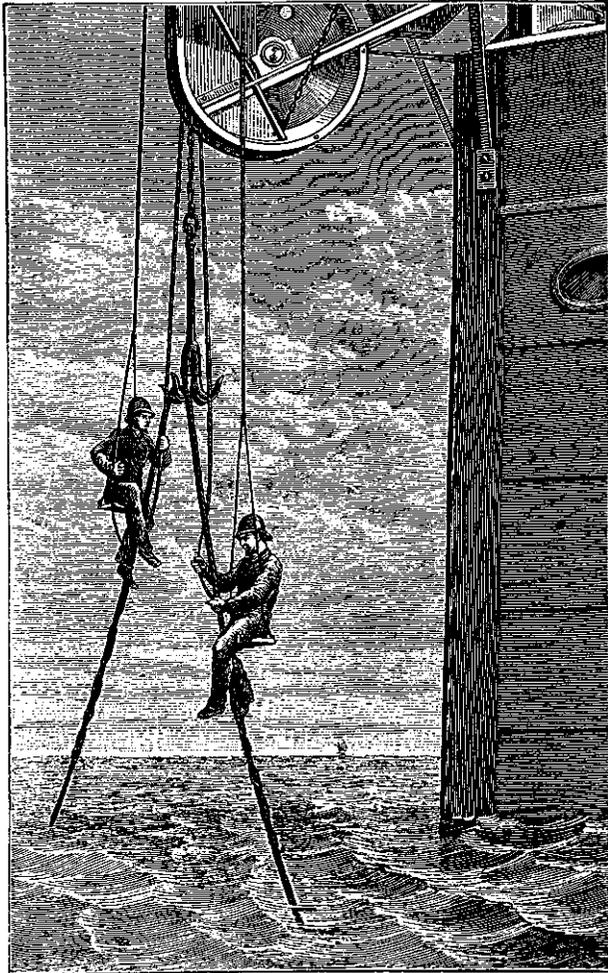
Какъ видно изъ нашего рисунка 590, показывающаго прокладку индйскаго кабеля въ Шатъэль-Арабе, прокладка конца кабеля до берега чрезвычайно затруднительна, такъ какъ при небольшой глубине у берега неть возможности укладывать кабель съ судна, а приходится тащить его на рукахъ.

Прокладка этихъ двухъ кабелей доставила специалистамъ такой запасъ опытности, что даль-

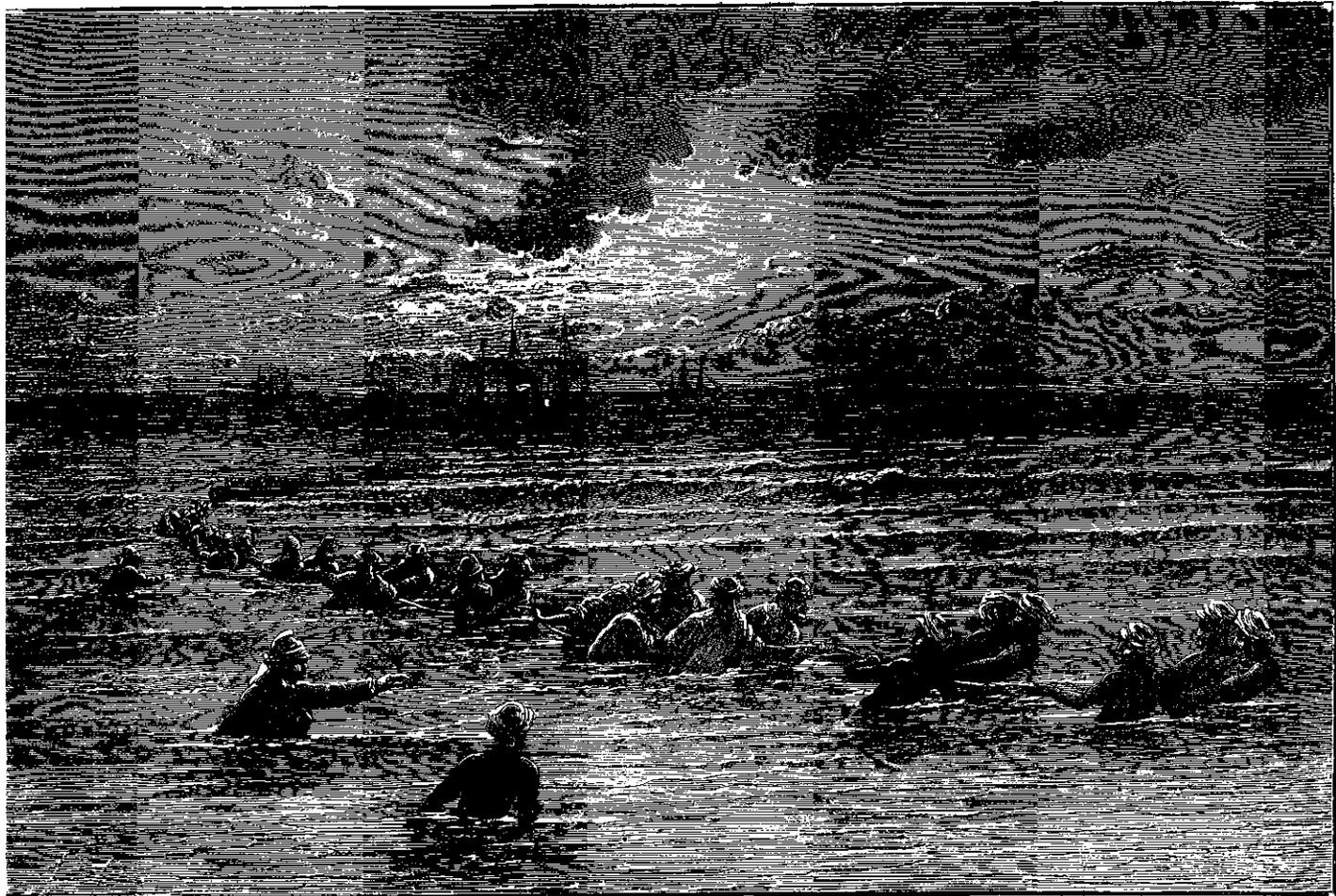
нейшья лредприятия такого рода не представляли уже никакого затруднения, и подводная телеграфия стала быстро развиваться.

Предприятие это было очень выгодно и въ финансовомъ отношении; общество вначале выплачивало акционерамъ крупныя дивиденды, такъ какъ депеши стоили очень дорого — 6 марокъ слово (около 3 руб.). Цена конечно скоро упала, и въ настоящее время изъ Германии въ Нью-Йоркъ слово стоить лишь 1,05 марки (около 50 коп.).

Въ настоящее время между Европой и Америкой имеются 10 телеграфныхъ линий, не считая двухъ лервыхъ, прокладку которыхъ мы описывали и



589. Запрелнение поднятаго кабеля.



590. Укладка берегового конца кабеля.

которыя были оставлены вследствие обнаружившихся поврежденій въ 1873 и 1877 гг.

Подобно Севериой Америке, южная часть материка втиследствии также бытла соединена съ Европой, а Восточно-индiйская линия продолжена одкой своей ветвью до Китая и Японии, другой до Австралии. Кроме этихъ главныхъ лиий было пролсжено множество второстепенныхъ, такъ что въ настоящее время огромная сеть кабелей въ 180 000 морскихъ милъ, стоимитая около 800 мшлiионовъ марокъ (400 миллионовъ рублей), соединяетъ между собото все причастные ко всемирному сообщению пунктътъ земного шара. Единственное море, черезъ которое еще не проложенъ кабель — это Тихий океавл>, но и здесь уже существуютъ проекты соединения Китая съ западнымъ побережьемъ Америки посредствомъ кабеля.

Всего считается 310 подводныхъ линий, длиттою около 360 000 клм., принадлежащихъ 28 частнымъ компаниямъ, и 994 правительственныхъ линии, длиттою около 34 000 клм.

Къ этому краткому очерку истории подводныхъ кабелей мы прибавимъ описаше магнанъ и изложение способовъ, примененныхъ при прокладке кабелей.

Аппараты для подводныхъ линий.—

При подводныхъ линияхъ необходимо применять совершенно особые телеграфные аппараты; вследствие большой длины, а следовательно и сопротивления линии, — обыкновенные приемные аппараты потребовали бы очень сильныхъ батарей. Длинный подводный кабель, кроме того, обладаетъ свойствомъ не только передавать электрическую энергию, но и брать довольно значительное количество последней ииа свое

5ЭИ. Принципъ зеркальнаго отсчета.

заряжение; онъ представляетъ собого огромную лейденскую банку, у которой внутренняя обкладка — медный сердечникъ, а наружная — окружающая кабель вода. Если соединить кабель съ полюсами источника электричества высокаго напрялсения, то онъ сначала зарядится электричествомъ, на что потребуется известное время, какъ и при его разрядении, вследствие чего замедляется телеграфная передача, — приходится выжидать после подачи каждаго знака, а иначв передача делается неясной. Итакъ зарядение кабеля обуславливаетъ ограниченную скорость телеграфирования, что составляетъ весьма важное неудобство при дорогомъ кабеле, когда необходима возможно полная утилизация времени.

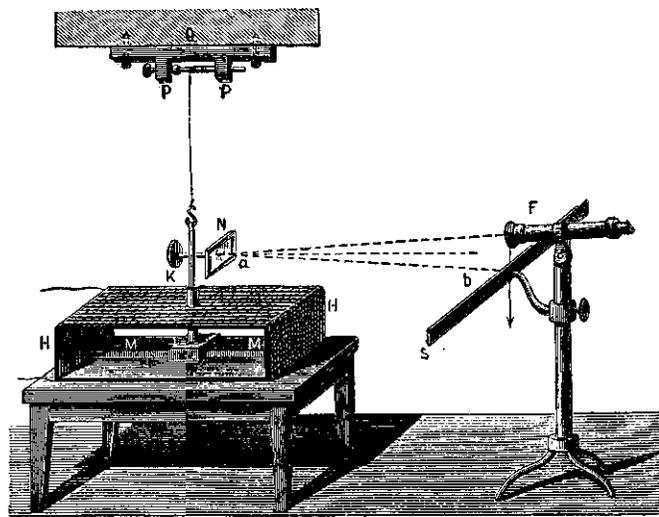
Такъ какъ приходится ограничиться итрименениемъ весьма слабыхъ тотовъ, то является необходимость брать особенно чувствительные аппараты, описание которыхъ мы начнемъ съ зеркальнаго гальванометра, исходнаго пункта аппаратовъ кабельной телеграфии.

При измерении очень слабыхъ токовъ отклонение магнитной стрелки можетъ бизить настолько ничтожнымъ, что трудно измерить уголъ этого отклонения, особенно если стрелка коротка. Вместо того, чтобы прикреплять къ стрелке длинный указатель, который можетъ сделать ее слиткомъ тлшлой, лучше взять въ качестве такого указателя лучъ света, соединяя стрелку съ маленькимъ легкимъ зеркальдемъ ss (рис. 591), прикрепляемъ по оси вращения стрелки NS, перпендикулярно къ длине последней. Противъ зеркальца располагается зрительная труба P со шкалой подъ нею, причемъ въ трубу можно видеть отражение делений пикалы въ зеркале. Когда стрелка не отклонена, въ трубу видно нулевое деление тпкальт, а при отклоттении стрелиш — другое деление, темъ дальгае отстоящее отъ нулевого, чемъ больше разстоя-

ние от трубы до зеркала, причём длина FQ является мерой угла отклонения FOQ.

Если представить себе на месте зрительной трубы лампу, бросающую тонкий, но сильный пучок лучей света на зеркало, которое отражает его на шкалу, то случимь то же, что и при трубе; только в этом случае легче понять, как при помощи луча света, действующаго в качестве длиннаго указателя, можно точно измерить весьма маленькое отклонение магнитной стрелки.

Гаусъ и Веберъ применили этотъ принципъ къ своимъ зеркальнымъ гальванометрамъ, окруживъ соединенную съ зеркаломъ магнитную стрелку рамкой съ обмоткой и пропуская черезъ обмотку токъ, подлежащий измерению. Такой приборъ оказался пригоднымъ для измерения наиболее слабыхъ токовъ и въ БЕМЪ наука приобрела одинъ изъ точнейшихъ измерительныхъ прибо-



592. Зеркальный гальванометръ Гауса и Вебера.

ровъ. На нашемъ рисунке 592 показано устройство такого зеркальнаго гальванометра, употреблявшагося Гаусомъ и Веберомъ при постройке ииы телеграфныхъ линий. Магнитная стрелка MM подвѣшена на тонкой металлической проволоке въ середине проволочной катушки H; къ стержню, къ которому привешенъ на проволоке магнитъ, прикреплено зеркальце N, позволяющее видеть шкалу S въ зрительную трубу F.

Для большей ясности

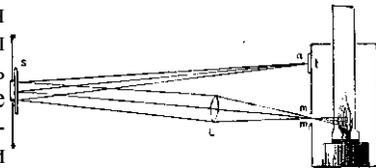
на рисунке гальванометръ представленъ черезчуръ большшъ сравнительно съ зрительной трубой.

Подобнымъ зеркальнымъ гальванометромъ, ЕОНЕЧНО самаго совершеннаго механическаго устройства, пользуются и въ подводной телеграфии, такъ и-какъ онъ можетъ довольно ясно отзываться на очень слабые токи. Впрочемъ здесь не прибегаютъ къ наблюдениямъ отклонении зрительной трубкой, а заставляютъ лучи отъ лампы падать на зеркало, которое отражаетъ ихъ на шкалу. На последней появляется узкая освещенная полоска, которая движется вправо или влево, смотря по направлению тока. Если считать отклонение въ одну сторону за точку, а отклонение въ другую за черту, то, пропуская по телеграфной линии токи различнаго наиравления, можно легко и быстро передавать знаки азбуки Морзе.

Наблюдение за перемещениемъ светлаго пятна, отбрасываемаго на шкалу помощью зеркала, имеетъ то преимущество передъ наблюдениемъ въ трубу, что менее утомляетъ телеграфиста; последнее важно въ виду того, что приемъ кабельныхъ депешъ, кроме того, что требуетъ большаго навыка, очень скоро утомляетъ приемщиковъ и лишаетъ ихъ возможности работать продолжительное время безъ перерыва. При дорогихъ кабеляхъ, когда необходимо по возможности полное утилизование времени, ни одна минута не должна быть

Иютерьяна даромъ; поэтому нужно принимать все меры для обеспечения скорого и вернаго приема депешъ. Такъ какъ отклонение светового пятна вправо и влево происходитъ не съ полной отчетливостью, а съ мигающими колебаниями, появляется быстро и, не останавливаясь, такъ же быстро исчезаетъ, приемъ депешъ требуетъ большого навыка и напряженнаго вниманія телеграфиста.

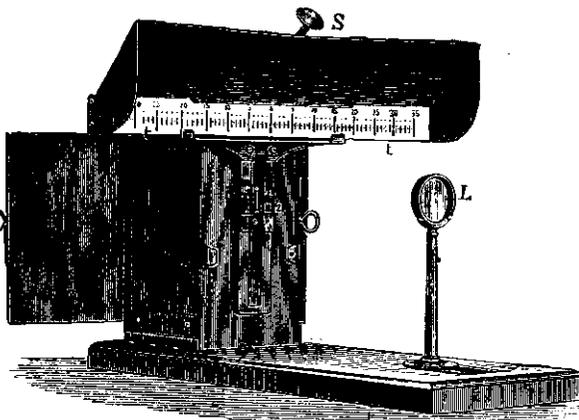
Устройство осветительнаго аппарата показано на рис. 593 и 594. Зеркало гальванометра расположено противъ лампы, бросающей концентрированныйъ помощьюъ оптическаго стекла пучекъ света на зеркало. Отсюда лучи отражаются на устаивовленный въ стороне отъ лампы экранъ, на которомъ онъ проявляется въ виде светящейся линии. Съ целью болѣе легкаго наблюденія светлой полоски и ея перемещеній по шкале, телеграфистъ со своими



аппаратамп помещается въ темной комнатѣ. 593. Расположеніе аппарата для освещенія и зеркальнаго гальванометра.

Гальванометръ представленъ на рисункѣ 595. Онъ состоитъ изъ катушки, намотанной пещколышми тысячами витковъ очень тонкой проволоки. Вънутрь катушки вставляется медная трубка, снабженная на одномъ концѣ зеркаломъ и магнитной стрелкой. Это зеркало, передний видъ котораго показанъ на рисункѣ, прикреплено двумя короткими шелковыми нитками къ трубкѣ и можетъ легко поворачиваться. Къ оборотной сторонѣ зеркальца прикреилень тонкий кусочекъ намагниченной стали, такимъ образомъ зеркало и магнитъ образуютъ одну накрепк соединенную систему. При такомъ устройствѣ по прекращеніи тока магнитъ еще некоторое время продолжалъ бы качаться по инерціи, что могло бы быть принято телеграфистомъ за телеграфный знакъ; для устранения этого неудобства фирма „Братья Сименсъ“ наполнила медную трубку глицериномъ (рис. 596), благодаря вязкости котораго, колебания стрелкиИ быстро успокоиваются, и по прекращеніи тока зеркало весьма быстро приходитъ въ положеніе покоя.

Пропусканіе токовъ различнаго направленія производится двумя ключами, надавливаніе на которые даетъ огъ одной и



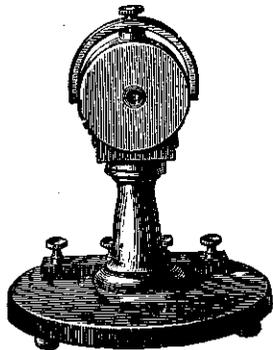
КО- 591. Аппаратъ для освещенія шкалы.

той же батареи токи обратнаго направленія. Ключи для подводной телеграфіи отличаются только тѣмъ, что они снабжаются для болѣе надежнаго действия двойными контактами рис. 597. Ими можно пользоваться также для пропусканія тока въ пишущій аппаратъ на самой посылающей станціи для контроля.

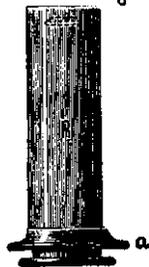
Соединеніе обеихъ станцій и ихъ аппаратовъ поясняетъ схема на рис. 599. Ключъ соединяется съ батареей также, какъ и раніише. Пересоединеніе линіи отъ приемника на передаточникъ производится ручными коммутаторами I_1 и I_2 . Какъ можно видѣть, обе станціи отделены отъ кабеля въ точкахъ $(\wedge$ и C_2 ; чтобы выяснитъ себе цель такого устройства

линии,

обкладку с положительным полюсом батареи, то она зарядится положительным электричеством, а на другой ее обкладке появится отрицательное электричество, которое оттолкнет положительное. Представим себе, что C_1 и C_2 — две лейденские банки, внутренние обкладки которых соединены между со-



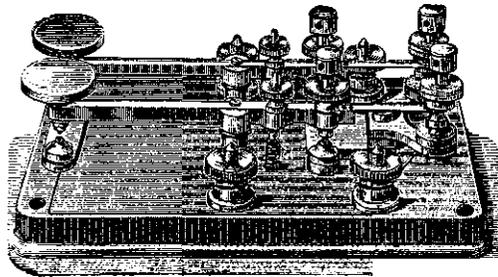
595. Зеркальный гальванометр для подводной телеграфии.



596. Трубка с зеркалом и магнитом для зеркального гальванометра.

бой по кабелю, а наружные находятся в соединении соответственно с передатчиком и приемником. Если левая станция, надавливая на соответствующий ключ, зарядит наружную обкладку своей банки положительным электричеством, то на внутренней обкладке скопится отрицательное электричество, а положительное оттолкнется. И пойдет по кабелю на другую станцию и зарядит внутреннюю обкладку поставленной там банки. Из наружной обкладки этой банки оттолкнется тогда подобным же образом положительное электричество, пойдет через приемник станции в землю и там найдет возможность

соединиться с уходящим также в землю отрицательным электричеством первой станции. Как видим, лейденские банки передают отдельные импульсы тока, а так как этими импульсами и производится телеграфирование по кабельным линиям, то введение в линию банок не препятствует телеграфной передаче. Они представляют следующее преимущество: если бы соединили кабель непосредственно с полюсом батареи, то он весь зарядился бы



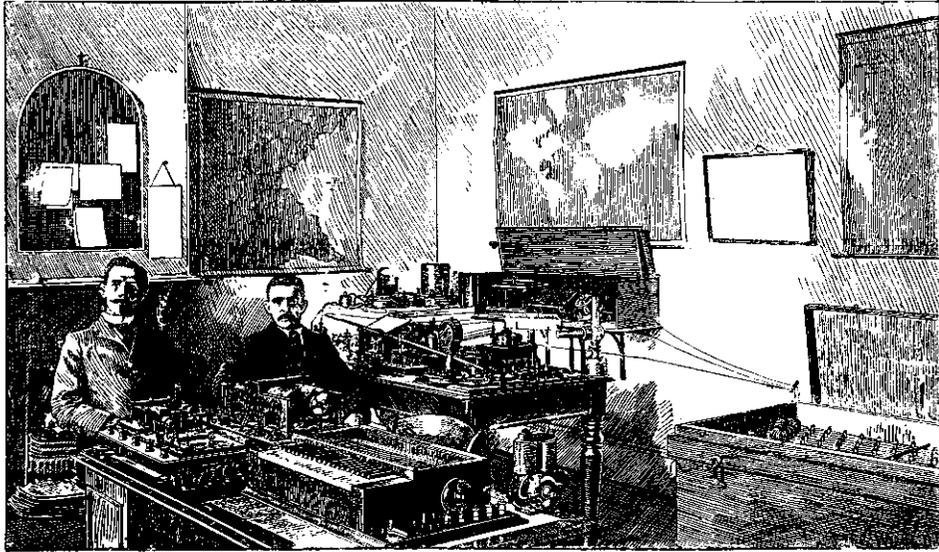
597. Двойной ключ для подводной телеграфии.

электричеством полюса; при применяемом же устройстве на концах кабеля скопляются два заряда различных знаков. Когда банка на станции отправления разрядится, заряды, удерживаемые у той и другой банки, освободятся и, будучи разнородными, сейчас же уничтожатся, чего не могло бы быть при непосредственном соединении кабеля с аппаратом. Итак, применение лейденских банок ускоряет уничтожение заряда кабеля, а следовательно и самое телеграфирование. Кроме того они представляют еще то преимущество, что при продолжительном надавливании на ключ по линии пробегает все-таки только мгновенный импульс, так что стрелка, отклонившись под его влиянием, сейчас же возвращается в положение покоя.

В действительности применяются не лейденские банки, а приборы, способные собирать гораздо большие заряды, — конденсаторы. Они состоят из тонких листиков изолирующего вещества, обложенных с обеих сторон станиодем; такие листики с изолирующими прокладками между ними складываются вместе в вылежащем числе, и все четные обложки станиоля соединяются между собою, а нечетные между собою.

так что весь прибор представляет собою две отделенные изолирующей прокладкой металлические облицовки.

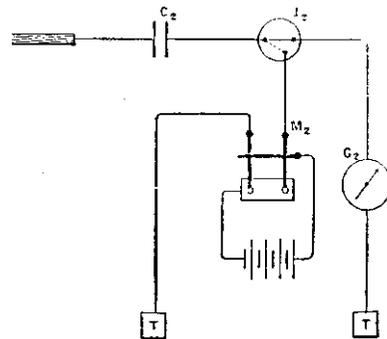
Для передачи телеграфных знаков достаточно слабого источника тока, напр. 10 элементов из цинка и меди; отсюда видно, как необычайно чувствительны зеркальные гальваномотры.



593. Телеграфная станция подводной линии.

Здесь надо указать еще одно бы мало важное преимущество применения конденсаторов. Земля сама заряжена электричеством, и на иряжение e заряда не во всех местах одинаково; вследствие этого возникают так называемые земные токи, проходящие по поверхности земли, и кабеля мог бы оказаться весьма удобным путем для их, если бы имь бы

(/)



599. : Соединение для подводной телеграфии.

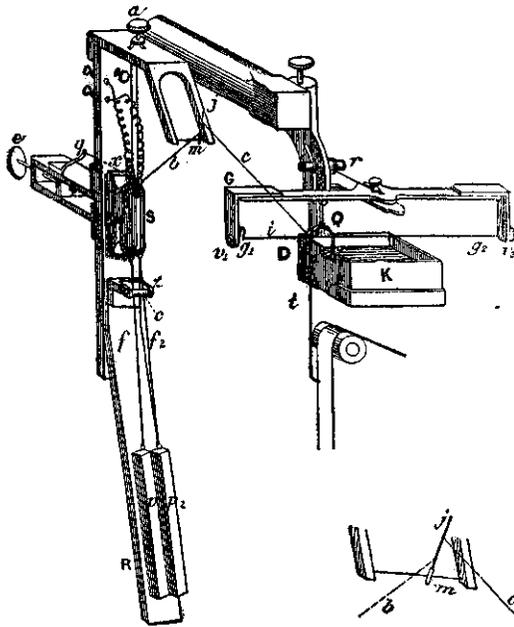
мешали на пути конденсаторы, что конечно мешало бы передаче телеграфных знаков.

Пищущие аппараты для подводных линий. — Применение зеркального гальванометра не только требовало крайне утомительной работы от телеграфистов, но и представляло все неудобства аппаратов, которые не заишьсывают знаков. Поэтому старались воспользоваться передаваемым

токама для закрепления знаковъ, что представляло очень трудную задачу въ виду крайне слабого действия этихъ токовъ. Подобный весьма остроумно устроенный аппаратъ удалось изобрести гениальному английскому физику Вильяму Томсону (ныне лорду Кельвину). •

Это — пишущий сифонъ (сифонъ — рекордеръ), названный такъ по одной своей части, съ которой мы и начнемъ описание прибора. На весьма значительномъ разстоянии отъ бумажной ленты, которая приводится въ движение часовымъ механизмомъ, расположено острие крайне тонкой изогнутой стеклянной трубочки *t* (рис. 600 и 602), опущенной своимъ короткимъ концомъ въ сосудъ *K* съ синей краской (растворъ анилина).

Когда сифонъ движется перпендикулярно къ направлению движения бумажной ленты, онъ вычерчиваетъ на последней ломаную линию краской,



600. Сифонъ-рекордеръ; соединеи сифона съ подвижной катушкой.

постепенно стекающей по трубке. Если заставить его двигаться такъ, чтобы при пропусканьи по кабелю тока одного направления онъ перемещался вправо, а при обратномъ токе — влево, то его движениями можно передавать знаки такимъ же образомъ, какъ и движениями стрелки зеркального гальванометра. Остается только рассмотреть, какъ пользуются получаемыми изъ кабеля слабыми импульсами тока для движения сифона и затемъ какъ заставляютъ синюю краску течь по трубке (такъ какъ сама собою жидкость не пойдет по волосяной трубке).

Телеграфными токами пользуются для движения сифона при помощи следующего приспособления: — между полюсами *N* и *S* очень сильного магнита (рис. 601) виситъ пряшугольная рамка, обмотанная ⁵большимъ числомъ витковъ очень тонкой проволоки; она легко вращается, будучи подвешена на тонкой шелковой нити, а въ положение покоя возвращаютъ ее две привязанныя снизу нити съ подвешенными на нихъ маленькими грузами. Внутри рамки наудится неподвижный не соединяющийся съ рамкой железный сердечникъ. Если пропустить по обмотке рамки токъ, то она действуетъ какъ магнитъ и, стремясь повернуться въ ту или другую сторону, смотря по направлению тока, вращаетъ ж рамку. Эта обмотка вводится въ телеграфную ливию.

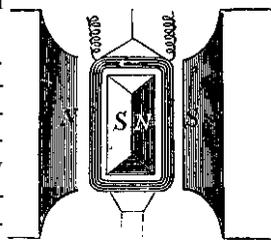
Каждый получающийся изъ кабеля импульсъ тока сообщаетъ рамке отклонение; приборъ настолько чувствителенъ, что для сообщения ему этихъ движений достаточно и слабыхъ телеграфныхъ токовъ. Для передачи этихъ движений отъ катушки сифону последний положенъ на алюминиевое корытце *Q* (рис. 602), которое виситъ на вертикально натянутой проволоке ии.

При сообщении этой проволоки ии помощью кнопки маленького вращения сифонъ отклоняется въ одну сторону; онъ возвратится въ это ике положение, если его вследъ за этимъ передвинуть въ другую сторону и отпустить. Къ подвижной рамке прикреплена шелковая нить *b* (рис. 600^),

соединяющаяся съ рычажкомъ J, съ которымъ соединенъ сифонъ при помощи нити с. При вращении катушки въ одну сторону нить в натягивается, и острое сифона передвигается по бумажной ленте. При ослаблении нити острое сифона подвигается на другую сторону бумажной ленты благодаря упругостж проволоки ии.

Благодаря этому приспособленію, въ которомъ трение при движении доведено до минимума, имеется возможность применять действие слабыхъ токовъ для сообщения сифону отклонений влево или вправо.

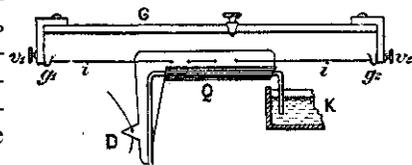
Вторая задача разрешена Томсономъ гениально. Сосудъ съ краской соединяется съ полюсомъ маленькой электрической машинки; когда электричество последней проходитъ черезъ жидкость въ сифоне и бумагу въ другой Июлюсь машины, въ силу ОДЕОГО закоья физишш оно гонитъ жидкость по трубке. Эта электрическая машинка представляетъ собою электрическую машину въ соединении съ электродвигателемъ для ея вращения.



601. Подвижная катушка между полюсами магнита.

На нашемъ рисунке 603 электрическая машина стоитъ на вершине аппарата. Для разъяснения рисунка следуетъ еще указать на то, что цилиндръ ММ содержитъ электромагнитъ и расположенъ между полюсами обмотанной рамки (рис. 603), черезъ витки которой пропускается токъ. На рисунке 604 изображенъ волнообразный шрифтъ аппарата, представляющій отдельныя буквы азбуки Морзе, а нижняя — черты.

Автоматические телеграфы. — На ливияхъ, где приходится заботиться о возможно лучшемъ утилизировании времени, применяютъ такие аппараты, которые автоматически подаютъ депеш и такимъ образомъ даютъ возможность вести телеграфирование съ гораздо большей скоростью, чѣмъ при ручной работѣ. Само собою разумеется, что депешамъ приходится предварительно придавать такую форму, чтобы оне преобразовывались въ аппарате въ соответствующіе импульсы тока.

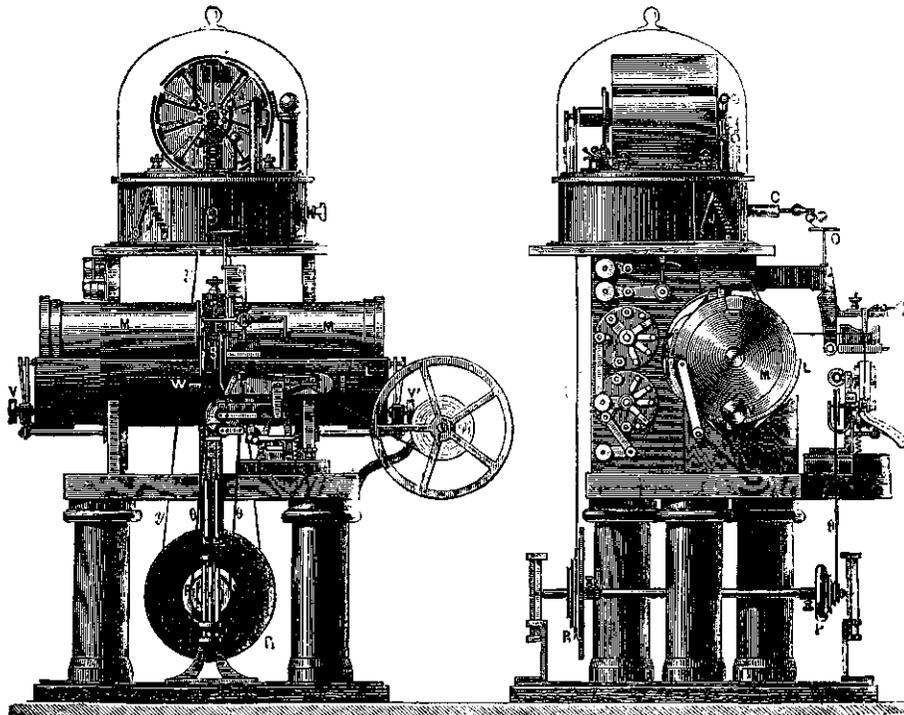


Такимъ аппаратомъ является, напримеръ, ондуляторъ Лаурицена, который применяется на кабельныхъ линияхъ между Скандинавией, Англией и Данией, длиною до 1300 Ишлометровъ. Онъ состоитъ изъ часового механизма, который, какъ и въ аппарате Морзе, приводитъ въ движеніе бумажную ленту (рис. 605 и 606). По последней движется въ ту и другую сторону, перпендикулярно къ ней, пишущая трубка, производя по ней волнистую линию, какъ и въ сифоне - рекордере Томсоиа.

Пиниущий аппаратъ устроенъ такъ, что при одномъ направлении тока пишущее острие отклоняется въ одну сторону, а при другомъ въ обратную, такъ что передатчикъ вместо точки азбуки Морзе пропускаетъ токъ одного направления, а вместо черты токъ противоположнаго направления.

Отклонения пишущей трубки производятся следующимъ образомъ: на латунной четырехугольной пластинке стоятъ 4 электромагнита, между которыми движется поляризованный якорь. Последний (рис. 607 и 608) состоитъ

изъ двухъ дугообразныхъ, соединенныхъ въ видѣ буквы X, стальныхъ пластинокъ, сильно намагниченныхъ и обращенныхъ одинаковыми полюсами въ одну сторону. Полярность электромагнитовъ подобрана такъ, чтобы напр. при одномъ направленіи тока левый магнитъ притягивалъ соответствующую стальную пластинку, а сзади его стоящій отталкивалъ ее. Подобнымъ же образомъ вторая пластинка приводится въ движение своими электромагнитами такимъ образомъ, что она перемещается назадъ. Такимъ образомъ все 8 полюсовъ электромагнитовъ действуютъ въ одинаковомъ направленіи на поляризованный якорь. Этотъ якорь насаженъ на вертикальномъ валѣ, къ которому прикреплена и пишущая трубка. Последняя соединяется съ сосудомъ съ анилиновою краской, которая проходитъ по ней на бумажную ленту.



03. Сифонь-рекордеръ; наружный видъ.

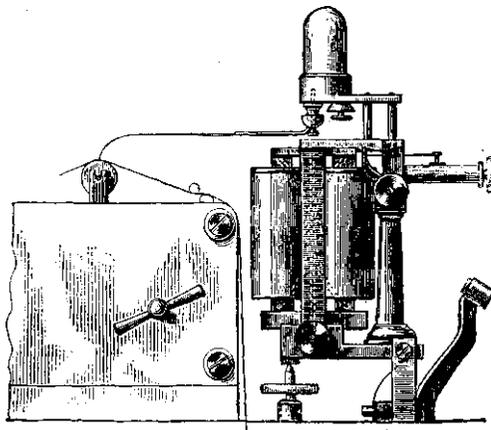
Перемагничиванія электромагнитовъ, происходящія при прохожденіи по нимъ телеграфическихъ токовъ того и другого направленія, записываютъ на бумажной ленте волнистую линію.

Пропусканіе импульсовъ тока различнаго направленія производится автоматическимъ слѣдующимъ образомъ. Бумажная лента приводится въ движеніе часовымъ механизмомъ; на ней заранее сделаны вырезки въ два ряда. причѣмъ для каждой вырезки одного ряда аппаратъ замыкаетъ токъ въ одномъ направленіи, а для каждой вырезки другого — въ другомъ. Для этой цели къ бумажной дощечкѣ прилегаютъ два контактныхъ рычага, по одному для каждого ряда вырезокъ.

При прохожденіи вырезки одного ряда мимо подлежащаго контактнаго рычага, последний входитъ въ вырезку и замыкаетъ токъ. Контактные рычаги соединяются съ батареей такимъ образомъ, что одинъ изъ рычаговъ пропускаетъ по линіи токъ одного направленія, другой — другого направленія.

ции передатчика Витстона, который мы опишем в кратких чертах вместе с автоматическим приемником.

Автоматический аппарат Витстона (рис. 611) представляет черношущий аппарат, пишущее колесико которого надавливается на бумажную ленту пропусканием положительного тока под действием поляризованного якоря, причём ток противоположного направления отдаляет колесико от

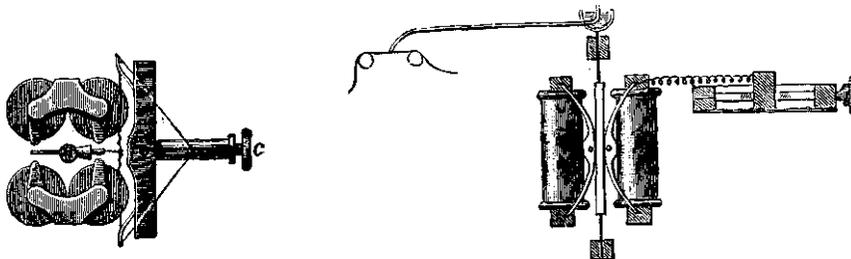


606. Ondуляторъ Лаурицена.

бумаги. Автоматическим аштаромъ Витстона, подвижныя части котораго очень чувствительны и легки, можно передавать до 400 словъ въ минуту.

Автоматически передаваемые аппарату импульсы тока одного вследъ затемъ другого направления заставляють пишущее колесико то прикасаться къ бумажной ленте на более или менее короткое время, то отдаляться отъ последней; вследствие этого появляются черты, точки и промежуточные пространства. При надавливании на левую кнопку (рис. 610) появляются на бумажной ленте

три вырезки въ томъ виде, какъ это показано на рисунке 612-а; при надавливании же на правую кнопку — четыре вырезки, какъ показано на рисунке 612-б. При Июмощи средней Ишопки производятся вырезки въ среднемъ ряду. При прохождении перфорированной полоски, показанной на рис. 612-а, мимо контактных рычаговъ, автоматический передатчикъ (рис. 609) пропускаетъ по линии быстро одинъ вследъ за другимъ положительный и отрицательный импульсы тока и воспроизводитъ такимъ образомъ у приемнииха точку. При прохо-



607 и 608. Устройство поляризованнаго якоря и электромагнита въ ондуляторе.

ждении же полоски, показанной на рис. 612-б, появится Июложительный импульсъ тока, отрицательный же последуетъ лишь чрезъ более продолжительное время, что у приемника вызываетъ появление черты. Итакъ, посредствомъ импульсовъ тока различнаго направления и различной продолжительности, посылаемыхъ передатчикомъ при передвижении снабженной соответствующими вырезками бумажной ленты, производится передача депешъ на' приемную станцию.

Прокладка подводныхъ кабелей. — Для прокладки кабелей требуются особыя приспособления, которыя не всегда можно найти на судахъ, а потому построили специально приспособленные для прокладки и исправлений кабелей в:ароходы, первымъ изъ которыхъ былъ „Гуперъ" въ 5000 тоннъ.

Въ 1874 г. братья Оименъ построиш новое кабельное судно, которое они назвали въ честь великаго ученаго „Фарадеемъ". Это судно положило много кабелей и до сихъ поръ еще слушть образцомъ для судовъ подобнаго рода.

„Фарадей" въ 120 метр. длиной, 17 м. шириной и 12 м. углублениемъ. Въ немъ устроено три большихъ помещения для кабеля въ 13 м. диаметромъ и 9 м. вышиной. Судно приводится въ движение двумя машинами при посредстве двухъ гребныхъ винтовъ. Съ обоихъ концовъ оно снабжено рулями, такъ что имъ легко управлять и при заднемъ ходе.

У передняго и задняго штевена кабельнаго судна имеется по спусковому колесу, прикрепленному къ значительно выступающему за штевень мостику (рис. 615). Машины для прокладки кабеля, установленныя на баке и верхней палубе, показаны на рисунке 614.

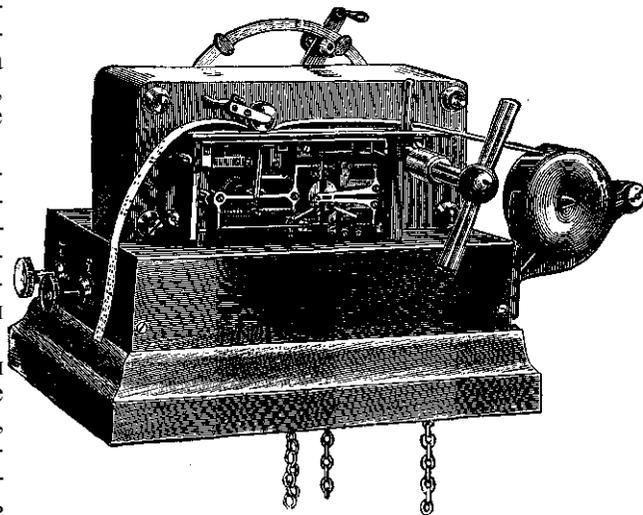
Кабельное помещение (рис. 613) представляет собою склепаный изъ листового железа цилиндръ, въ которомъ кабель кладется спиралями.

Чтобы кабель при выпускии съ судна не свертывался кольцами, что легко можетъ произойти благодаря слипанию его осмоленныхъ сторонъ, вокругъ конического ядра кабельна-

го помещения расположено приспособление для протягивания кабеля, представляющее по мере выпуска кабеля.

Кабель изъ фабричнаго помещения проводится въ помещение судна по колесамъ, причѣмъ конецъ длиною въ 50—60 м. вытягивается по внутренней стене кабельнаго помещения, чтобы имѣть къ нему доступъ при испытаньи кабеля и при сообщеньи съ берегомъ; затемъ кабель укладываютъ на дно помещения тесно прилегающими другъ къ другу витками, идя постепенно отъ края къ центру. Уложивъ одинъ слой, кабель отводятъ отъ центра по прямой лини къ стене помещения и укладываютъ въ томъ же порядкѣ второй слой на первый; продолжая укладку такимъ образомъ, наполняютъ помещение до верха. Второй слой покрываютъ кусками полотна, служащими въ послѣдствьи при прокладкѣ кабеля метками, по которымъ узнаютъ, что кабельное помещение скоро опорожнится и необходимо принять меры для соединенья этого кабеля съ кабелемъ слѣдующаго помещения. По укладкѣ кабеля помещение наполняютъ водою, наблюдая, чтобы уровень ея совпадалъ съ высотой верхняго слоя.

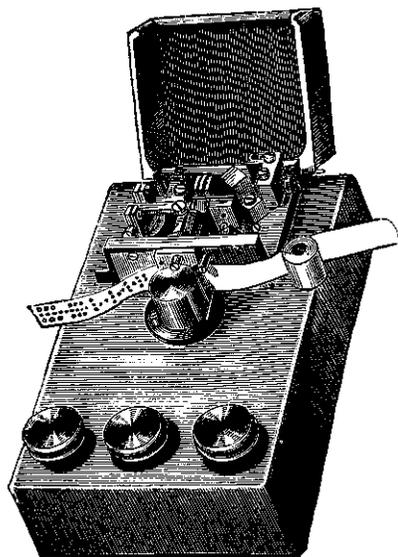
При прокладкѣ кабеля, когда по меткамъ увидятъ, что одно кабельное помещение скоро опорожнится, замедляютъ ходъ судна и приступаютъ къ сращиванью конца кабеля съ началомъ кабеля слѣдующаго помещения. Когда дойдутъ до послѣдняго слоя, судно останавливаютъ, а когда останется только несколько витковъ, кабель задерживаютъ и даютъ судну задний ходъ; остающийся въ опорожненномъ помещении кабель переносятъ въ слѣдующее



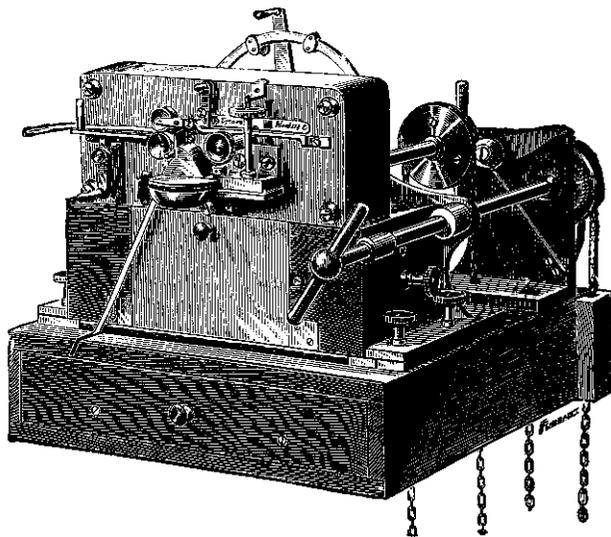
соз. Автоматический передатчикъ Витстона.

кабельное помещение, и затем прокладка продолжается, пока не опорожнится и это помещение. При подобномъ переходе отъ одного кабельнаго помещения къ другому теряется напрасно несколько километровъ кабеля.

Выходящий изъ помещения кабель проходитъ прежде всего чрезъ особое приспособление для его вытягивания и поступаетъ на большой барабанъ изъ листового железа, диаметромъ около 2 метр., отсоло котораго онъ обматывается 3 или 4 раза и который, соединяясь съ тормозомъ, служить для регулирования натяжения выпускаемаго съ судна кабеля. Съ барабана кабель идетъ на динамометръ, которымъ непрерывно измеряютъ натяжение кабеля.



610. Перфораторъ передатчика Витстона.



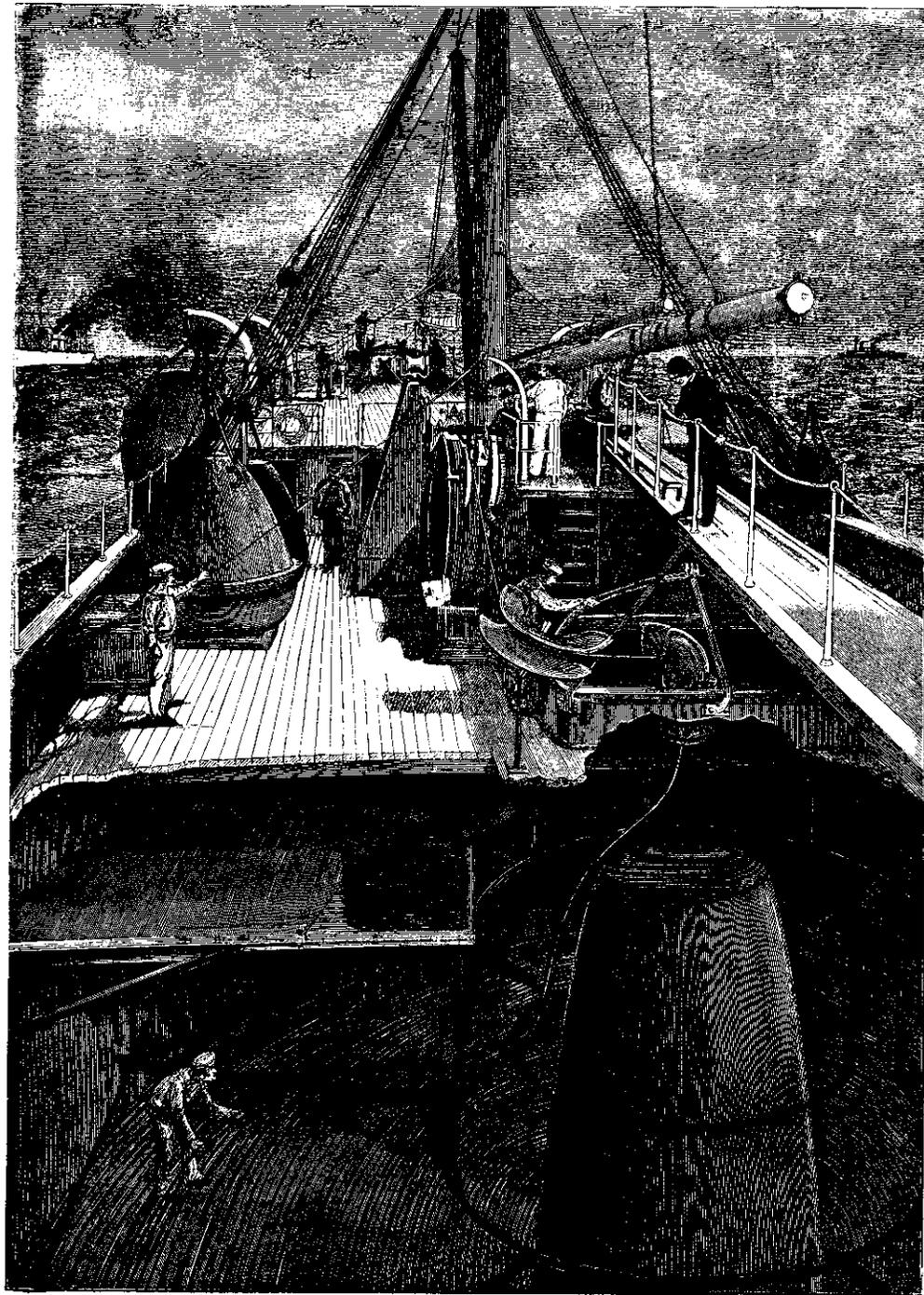
611. Автоматический приемникъ Витстона.

Динамометръ состоитъ изъ двухъ направляющихъ колесъ, по которымъ движется кабель (рис. 617 и 618), и третьяго колеса, подъ которымъ проходитъ кабель; последнее колесо передвигается вертикально и оттягивается книзу посредствомъ груза. На стержень, къ которому подвешенъ грузъ, насаженъ поршень, движущийся въ наполненномъ глицериномъ цилиндрѣ. Промежуточное пространство между стенками поршня и цилиндра столь незначительно, что жидкость можетъ лишь медленно переме-

- ○ ○ щаться съ нижней на верхнюю поверхность поршня или
- ○ обратнo; глицеринъ, служа такимъ образомъ тормозомъ,
- ○ устраняетъ резкия передвижения указателя динамометра, наса-
- ○ женнаго на подвижное колесо и перемещающагося передъ
- ○ шкалой. По мере натяжения кабеля подвижное колесо под-

нимается, указывая такимъ образомъ степень натяжения; на-
 тяжение это можетъ быть регулировано тормозомъ. Меха-
 низмы для прокладки кабеля были конечно во многомъ изме-
 нены и улучшены; укажемъ здѣсь лишь на одну изъ такихъ
 новыхъ машинъ кабельнаго судна „Джонъ Пендеръ“, представленную на
 рис. 616. Въ середине судна подъ железнымъ мостомъ установлена паровая
 машина, приводящая въ движение барабанъ D; подобный же барабанъ
 расположенъ на другой стороне моста и можетъ быть приводимъ въ дви-
 жение такой же паровой машиной независимо отъ перваго барабана. Возле
 барабана расположены тормоза, управляемые и регулируемые съ моста при

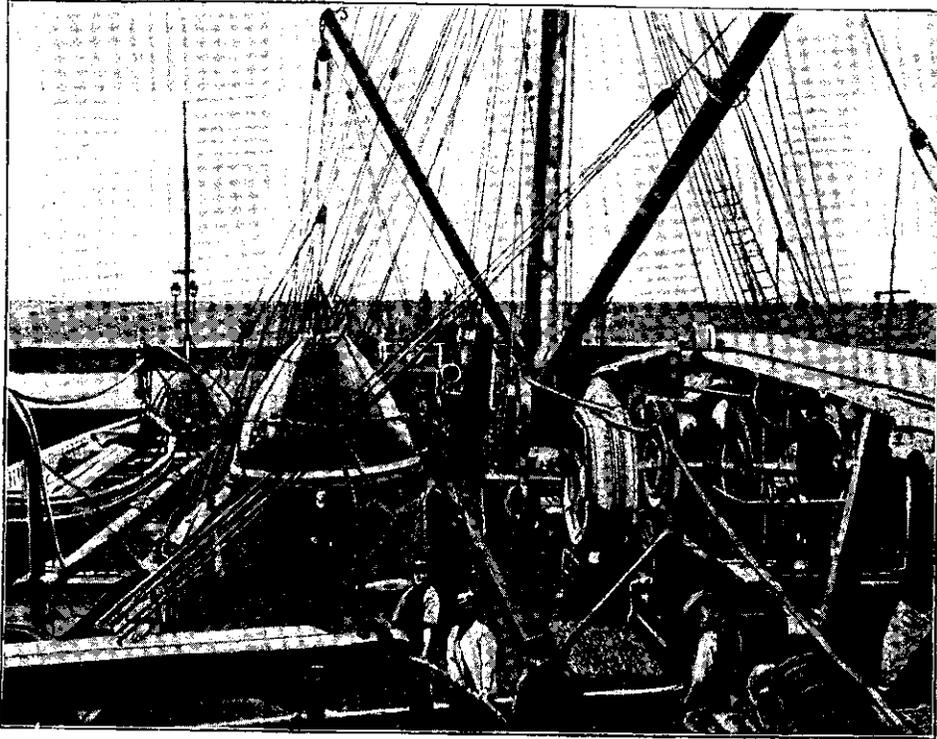
612. Отверстия
 для передатчи-
 ка Витстона.



613. Кабельное помещение. Изъ журн. „Scientific American“.

помощи рычагов. Съ динамометра кабель отнускается через сиусковое колесо въ море.

Если въ кабеле окажется неисправность, то ея место на кабеле можно определить съ берега электрическими измерениямк. Но если этимъ определениемъ желаютъ воспользоваться для нахождения и устранения неисправности, то надо точно знать, где находится въ море кусокъ съ неисправностью; для этой цели прокладываемый кабель снабжается по всей длине помилно метками и на судне замечаютъ время выхода каждой метки, а такъ какъ известно изъ путевого журнала судна, по какому пути оно шло и на какомъ пункте пути находилось въ данное время, то "впоследствии



614. Передняя палуба „Фарадея“.

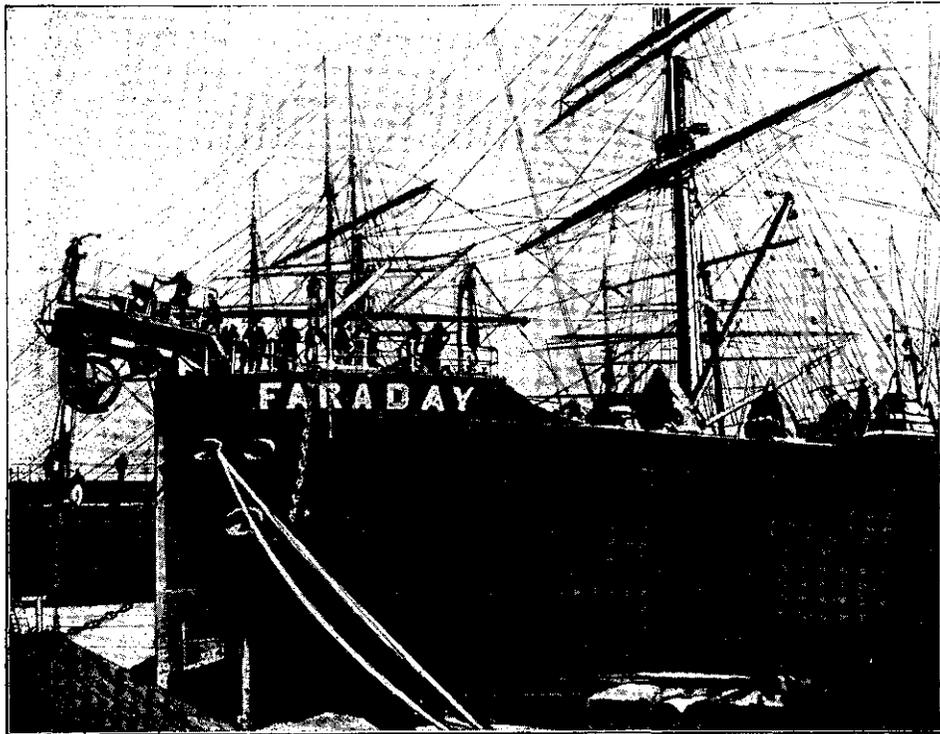
можно знать, на какомъ месте моря находится часть кабеля, удаленная на столько - то миль отъ берега. Такимъ образомъ является " возможность впоследствии быстро устранить нередко случающияся въ кабеляхъ неисправности; подобныя работы исполняются во всехъ моряхъ целымъ флотомъ особо приспособленныхъ судовъ (больше 30).

Какъ производится поимка кабеля, лежащаго на дне моря, при помощи кошки, наглядно показано на рисунке 620.

Измерения, производимыя надъ кабелями. — Какъ во время выделки, такъ и во время своей службы кабели подвергаются регулярнымъ измерениямъ для определения всехъ измененийъ въ нихъ, которыя могутъ привести *ЕБ* нарушениямъ действия, и для ихъ локализации. При этихъ измеренияхъ определяются три величины: сопротивление меднаго провода и изолирующей оболочки и емкость, т.-е. количество электричества, какое можетъ воспринять кабель при екреленномъ напряжении." Эти измерения вачинають сейчасъ же Юю изготовлении кабеля и старательно измеряють эти

три величины для каждаго куска кабеля, изъ котораго составляется вся линия, чтобы съ одной стороны иметь точную характеристику для каждаго лежащаго въ воде куска, а съ другой стороны, чтобы заранее открывать неисправные куски и не допускать ихъ въ кабельную линию. Если, напримеръ, у одного куска сопротивление оказывается больше, чемъ должно быть по вычислению, то это указываетъ на неисправность въ выделке: на плохо проводящую медь проводовъ или на переломъ въ нихъ.

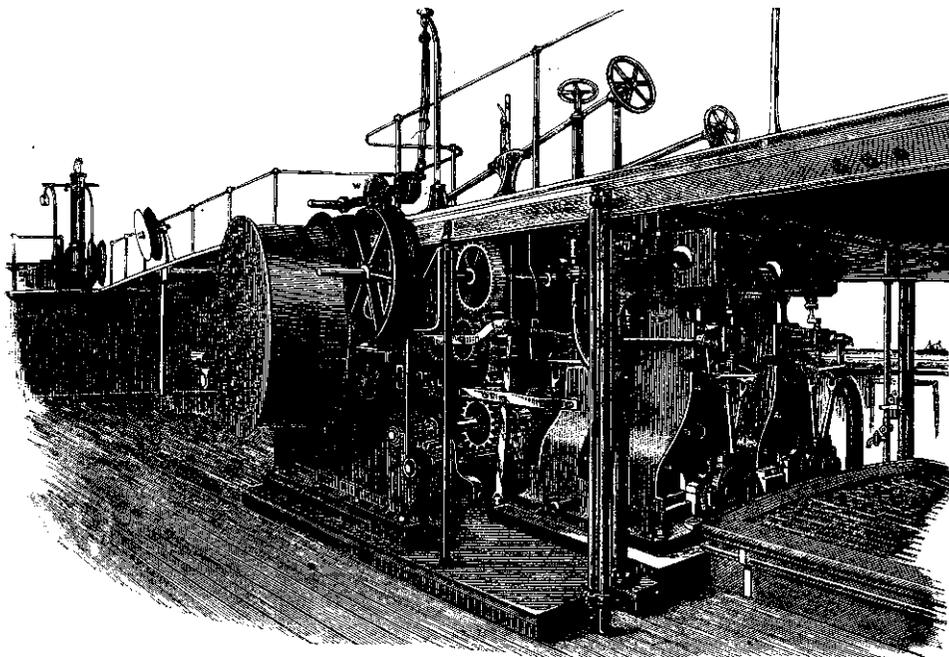
Если измерения изоляции показываютъ, что сопротивление изолирующей оболочки слишкомъ мало, то этотъ кусокъ кабеля также надо выбросить; если это сопротивление оказывается очень малымъ, то надо заключить, что



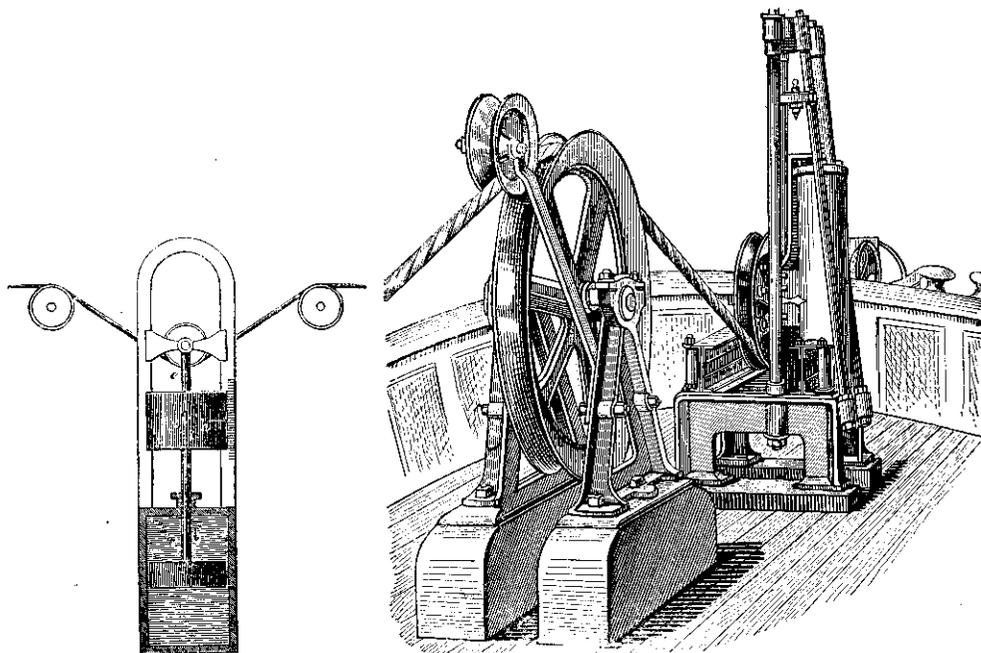
615. Форштень „Фарадея“

изоляция пробита въ одномъ месте, положение котораго можно определить посредствомъ электрическихъ измерений.

Здесь мы не будемъ останавливаться на способе производства этихъ очень точныхъ измерений, такъ какъ это завело бы насъ слишкомъ далеко; ограничимся ихъ пояснениемъ въ несколькихъ словахъ. Для измерения сопротивленийъ сравниваютъ измеряемое сопротивление съ другими, известными. Таковымъ служитъ сопротивление ртутнаго столбика съ поперечнымъ сечениемъ въ 1 кв. миллим. и въ 106,3 сантим. длиной, соответствующий сопротивлению въ 1-омъ. По этой основной мере устраиваютъ сопротивления различной величины, въ 2, 5, 10 и т. д. омъ изъ проволоки надлежащей длины, которая сматывается въ катушки и помещается въ коробке, которая получила название магазина сопротивления. При измерении сопротивления изоляшки кабеля последнюю кладутъ въ воду и оставляютъ тамъ на одинъ или несколько дней, чтобы вода проникнуть въ имеющиеся въ оболочке отверстия и трещины. Затемъ измеряютъ сопротивление между мед-



616 Машина для прокладки кабеля.



617. Динамометръ.

618. Динамометръ.

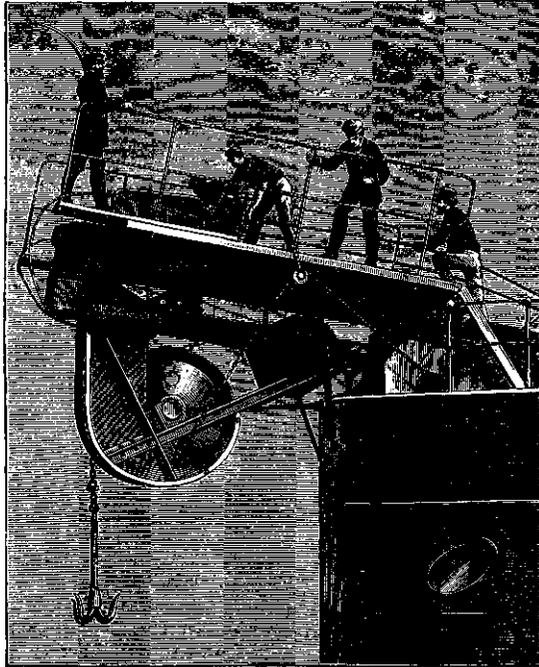
нымъ сердечникомъ и водой, которое и должно представить сопротивление лежащей между ними изолирующей оболочки.

Для измерения емкости служить конденсаторъ известной емкости.

Для этихъ измерений, требующихъ большой тщательности, инструменты ставятся въ особомъ помещении, где они не подвергаются никакимъ возмущающимъ влияниямъ. Аппараты стоятъ на каменныхъ столахъ, покоящихся въ свою очередь на особыхъ фундаментахъ; делается это во избежание сотрясения весьма чувствительнаго гальванометра и внешнихъ толчковъ на зрительную трубу наблюдателя. Изследуемые кабели вне измерительнаго кабинета соединяются съ инструментами проводами.

Какъ при выделке, такъ и во время прокладки кабель испытывается при помощи регулярныхъ измерений и при каждой неправильности въ показаніяхъ приборовъ осматриваютъ, нетъ ли неисправности, или где она случилась. Во время службы кабель также подвергается повременамъ измерениямъ и, если онъ перестаетъ действовать или уменьшается его проводимость, то определяют электрическими измерениями, на какомъ месте случилась въ кабеле неисправность. Такъ какъ свойства кабеля известны во всехъ его частяхъ, то этими измерениями можно определить место неисправности съ точностью до несколькихъ сотенъ метровъ.

При подземныхъ кабеляхъ, которые находятся въ такихъ же условияхъ, какъ и подводные, часто оказывается возможнымъ определить географическое положение неисправности съ точностью до несколькихъ метровъ, такъ какъ тамъ известно, где лежитъ каждая метръ кабеля; при подвод-



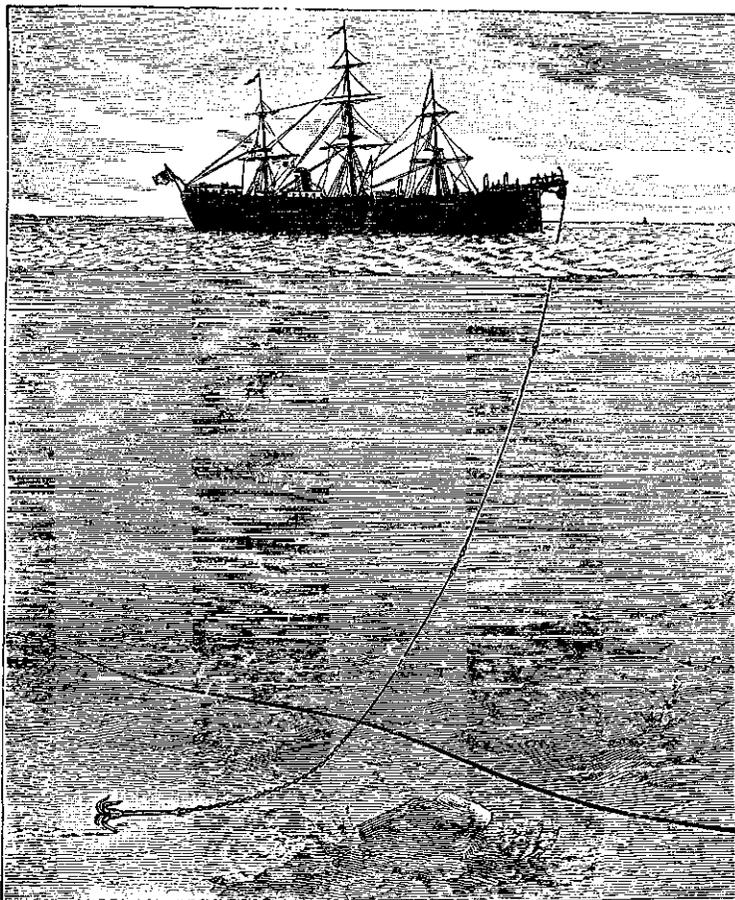
619. Спусковое колесо

ныхъ кабеляхъ такая точность недостижима, такъ какъ положение кабеля известно только по астрономическимъ наблюдениямъ. Въ заключение упомянемъ еще объ одномъ совершенно новомъ и усовершенствованномъ кабеле, проложенномъ между Брестомъ и Нью-Йоркомъ, сечения котораго показаны на рисункѣ •621 въ натуральную величину. Сечение, обозначенное буквою D, показывает уложенную на глубине моря часть кабеля, защищенную лишь тонкими стальными проволоками; пеньковая же часть C защищена 15 более толстыми стальными проволоками. Буква B обозначаетъ сечение части расположеннаго у берега кабеля, для образования котораго воспользовались частью, обозначенной буквою D, обмотавъ вокругъ ея джутовой оболочки 15 толстыхъ стальныхъ проволокъ, сверхъ которыхъ положили еще вторую джутовую оболочку; еще лучше защищены конечныя части кабеля, какъ показано на сечении A. Медный сердечникъ состоитъ изъ центральной медной проволоки диаметромъ въ 3,04 мм. и 12 ее окружающихъ медныхъ проволокъ диаметромъ въ 1,06 мм. Вокругъ этихъ шнуровъ расположена гуттаперчевая оболочка толщиной

въ 3,5 мм., а затемъ уже внутренняя джутовая оболочка. Вся длина кабеля 5700 километровъ, весь его 9 250 000 килограм. или около 1000 тоннъ; изъ этого на желѣзныя и стальныя проволоки приходится 5 500 000 килограм., на медь—930000 и на гуттаперчу 560000 килограм.

Соединение телеграфныхъ аппаратовъ

Разсмотренные нами телеграфные аппараты воспроизводятъ телеграфные знаки, когда ихъ часть, находящаяся подъ влияниемъ тока, переходитъ



620. Поимка кабеля при помощи кошки

пзъ одного положенія въ другое, и эта перемена происходитъ при пропускании тока по линіи жли при изаиененіи направленія тока въ ней, или же на-
конецъ при томъ и другомъ вместе. Въ аппарате Морзе пишущій рычагъ производитъ знакъ, когда онъ притягивается, т.-е. при пропускании тока по линіи. Если введемъ въ лянцію релэ, то последнее можетъ замыкать токъ либо-въ томъ случае, когда притягивается якорь его магнита, либо въ трмъ случае, когда онъ отпускается. Въ первомъ случае пишущій аппаратъ приходитъ въ дѣйствіе, какъ и прежде, при пропускании тока по линіи, а во второмъ, наоборотъ, релэ соединяетъ его съ ыестной батареей, когда въ линіи нѣтъ тока, т.-е. для произведенія знака приходится прерывать токъ въ линіи.

Итакъ, действие телеграфныхъ аппаратовъ бываетъ троякаго рода: 1) действие рабочимъ токомъ, когда ИИропускаемый по проводу импульсъ тока воспроизводитъ знакъ въ приемнике; 2) действие непрерывнымъ токомъ, когда знакъ получается при прерывании тока въ линии, а пока онъ остается замкнутымъ, не производится никаКаго знака; наконецъ 3) действие переменнымъ токомъ, какой требуютъ для себя известные аппараты: телеграфъ съ магнитной стрелкой, сифонъ-рекордеръ, кздуляторъ Лауричена и др. Последний способъ въ свою очередь можетъ производиться по одному изъ двухъ первыхъ, такъ какъ и при переменномъ токе телеграфные знаки можно производить замыканиемъ или прерываниемъ тока въ линии. Есть еще другие способы, которые впрочемъ применяются очень редко.

Соединение по системе рабочего тока мы разсматривали уже раньше при описании различныхъ телеграфныхъ аииисиратовъ. Сбединение, иирименяемое для аппаратовъ Морзе, изображено на рис. 563. Ояо же применяется для длинныхъ линий и для известныхъ аишаратовъ, какъ напр. для печатающихъ аппаратовъ Юза,

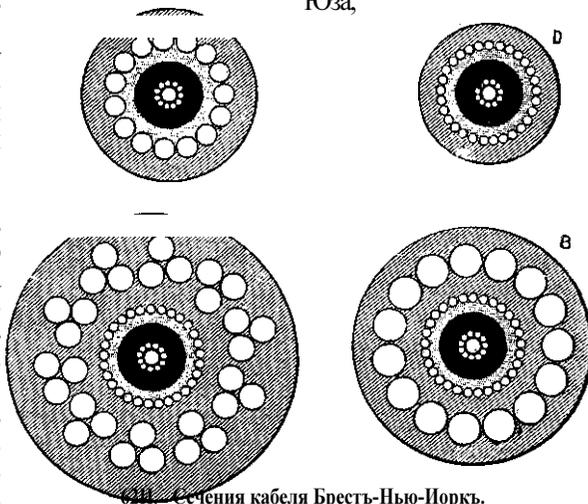
При системе непрерывнаго тока въ одую и ту же линию можно ввести несколько станций, п перерывъ цепи на одной станции будетъ производить знакъ на всехъ соединенныхъ станцияхъ; впрочемъ онъ воспринимается только той станцией, которая была вызвана посылающей станцией. Такое соединение применяется только на небольшихъ линияхъ.

Схема соединений показана на рис. 622. Какъ видимъ, токъ изъ общей батареи проходитъ по отдельнымъ станциямъ и по соединяюидей ихъ линии, возвращаясь изъ последней станции чрезъ землю въ батарею.

На каждой станции вводится въ сквозной проводъ релэ или прямо пишущий аппаратъ, который воспроизводитъ знаки при прерывании тока батареи. Итакъ, если на одной изъ станций нажмутъ ключъ и темъ прервутъ цепь тока, то на всехъ станцияхъ пишущие штифты или колеса воспроизведутъ на бумажной ленте телеграфный знакъ. Такимъ образомъ посылаемую телеграмму можетъ принимать каждая станция.

Устройство релэ для такого способа соединения показано было раньше на рис. 569; у него рычагъ якоря долженъ прилегать къ контактному штифту, когда электромагнитъ остается безъ тока и освобождаетъ свой якорь. Если же непрерывный токъ проходитъ непосредственно чрези, пишущий ашиарать, то якорь электромагнита долженъ воспроизводить знакъ, когда его освобождаетъ электромагнитъ, т.-е. работаетъ обратно тому, какъ въ описанныхъ раньше аппаратахъ Морзе (рис. 565 и 566). Этого легко можно достигнуть, насаживая пишущий штифтъ не на заднее плечо рычага якоря, а на то же, где и якорь, или же располагая электромагнитъ надъ якоремъ.

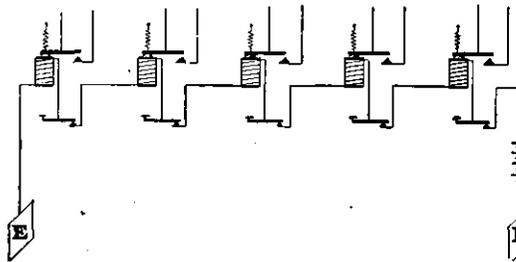
Въ нормальномъ чернопишущемъ аппарате применяется однако другое устройство, а именно пишущее колесико насаживается не на якорный ры-



Сечение кабеля Брестъ-Нью-Йоркъ.

чагъ, а на другой, который поднимается и опускается первымъ, и эти рычаги соединяются такимъ образомъ, что колесико поднимается при поднимании якоря, т.-е. когда его отпускаетъ электромагнитъ.

На схеме соединений, рис. 622, для непрерывнаго тока показана одна батарея, служащая для всехъ станций. Такая централизация батарей для линии очевь выгодна, но она соединена съ неудобствами ея применения. Въ самомъ деле, даже въ наилучшемъ образомъ изолированной линии токъ, идущий изъ станции съ батареей, находитъ пути для утечекъ въ землю, и число последнихъ возрастаетъ съ увеличеніемъ разстоянія отъ батареи. Вследствие этого вторая станция получаетъ уже не полный токъ, идущий изъ первой станции, — часть его раньше уходитъ чрезъ ответвления въ землю. Эта потеря у третьей, четвертой станции и т. д. делается все больше и больше и такимъ образомъ по мере удаленія отъ батареи токъ ослабеваетъ. Если прервать линию на отдаленной станции, то можетъ случиться, что по промежуточной линии будетъ проходить въ утечки столько тока, что магниты промежуточной станции сохранять достаточно силы для удерживанія якоря релэ или аппарата, такъ что тамъ не получится никакого внака. Чтобы устранить это неудобство, батарею не ставятъ на одной станции, а распре-



622. Соединение для рабочего тока.

деляютъ по возможности на всехъ станцияхъ, какъ показано на рис. 623. Тогда сила тока будетъ довольно постоянна во всехъ частяхъ линии и при перерыве цепи отзываются непременно все аппараты.

При очень длинныхъ линияхъ рабочаго тока, где тотсу приходится преодолевать большое сопротивление, для дости-

жения достаточно сильнаго дей-

ствия тока на приемной станции требуется очень сильная батарея, и даже при этомъ условиіи не всегда будетъ возможно производить ясные знаки, такъ какъ потери на утечки возрастаютъ съ длиной линии. Чтобы выйти изъ этого затрудненія, подразделяютъ линию на отсеки и ставятъ для каждаго изъ нихъ особую батарею. Токъ, выходящий изъ первой батареи, замыкаетъ выключатель у второй батареи, такъ что токъ последней идетъ по второму отсеку линии къ третьей батарее; здесь последняя соединяется замыкателемъ со своей линіей и т. д., такъ что действия тока распространяются изъ одного участка въ другой и наконецъ достигаютъ конечнаго пункта. Какъ видимъ, у насъ здесь такое же устройство, какъ и при релэ, и такимъ образомъ действие передается дальше. Очевидно также, что замыкателемъ должно быть не что иное, какъ релэ. Сказанное легко понять по рис. 624.

Мультиплексная телеграфия. — Для лучшаго утилизиrowанія линій ИИзобрели такой способъ, который даетъ возможность посылать одновременно по одной и той же линіи въ одномъ или разныхъ направленіяхъ больше одной телеграммы; такое усиленное утилизиrowаніе особенно важно при очень длинныхъ и дорогихъ линіяхъ, такъ какъ оно увеличиваетъ работоспособность линіи. Для этой мультиплексной или сложной телеграфии можно применять два способа; при первомъ линію на Ишроткое время соединяютъ последовательно съ различными передатчиками на одномъ конце и одновременно съ соответствующими приемниками на другомъ конце, такъ что каждый передатчикъ бываетъ соединенъ короткое время со своимъ приемникомъ, затемъ отделяется и снова соединяется, когда опять дойдетъ оче-

редь до него, причем во время соединения ток передается обыкновенным образом.

Если периоды времени, в течение которых линия соединяется последовательно с отдельными передатчиками и приемниками, очень коротки, то, когда данный передатчик замыкает ток, приемник прерывает не непрерывный ток, а ряд быстро следующих один за другим импульсов тока, которые однако действуют, как связанный ток; при надавливании ключа на передающей станции происходит притяжение якоря в соответствующем приемнике, потому что намагничивание электромагнитов, пропадающее не мгновенно, поддерживается быстро следующими один за другим импульсами. Таким образом импульсы тока, доставляемые группой передатчиков, пропускаются по линии отдельно, хотя их части чередуются между собой и независимы один от другого; подобным же образом они отдельно воспринимаются на приемных пунктах, каждый соответствующим приемником. Эту задачу весьма талантливо разрешил Делэни.

Второй способ состоит в том, что передатчики действуют на линию одновременно, и состояние линии, обусловливаемое такими совместными действиями, разделяется у приемников на два действия, соответствующие действиям того и другого передатчика.

При последнем способе не перешли еще за 4 одновременно передаваемых депеши, тогда как при первом достигли уже более высокого предела.

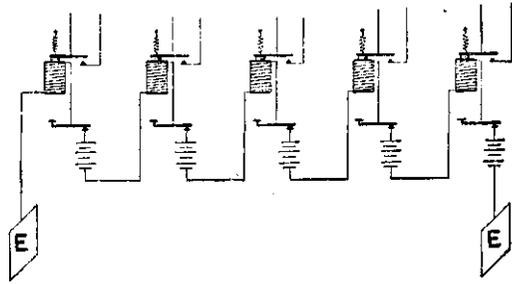
Мы рассмотрим только одну, мультиплексную телеграфию, которая появилась раньше и получила более широкое распространение. Здесь встречаем следующие разновидности: 1) депеши идут в одном направлении, или 2) встречаются в линии, или же наконец 3) возможно и то и другое.

Телеграфия первого рода называется дуплексной, второго встречной и соединение обеих квадруплексной.

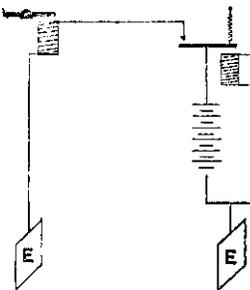
Мы начнем с встречного телеграфирования, при котором можно посылать по линии две телеграммы противоположного направления.

Для этого очевидно необходимо, чтобы импульс тока, посылаемый станцией А, возбуждал электромагнит пишущего аппарата в В, оставляя в покое электромагнит собственной станции, и точно также при посылке тока из В магнит в А приходил бы в действие, а в В оставался бы в бездействии; кроме того при одновременном послании тока из А и В должны намагничиваться электромагниты обеих станций. Для достижения этого можно применять несколько способов, из которых мы рассмотрим только самый ранний Гиптля, изобретателя встречного телеграфирования, и его упрощение.

В принципе эти способы основываются на том, что станция отпра-

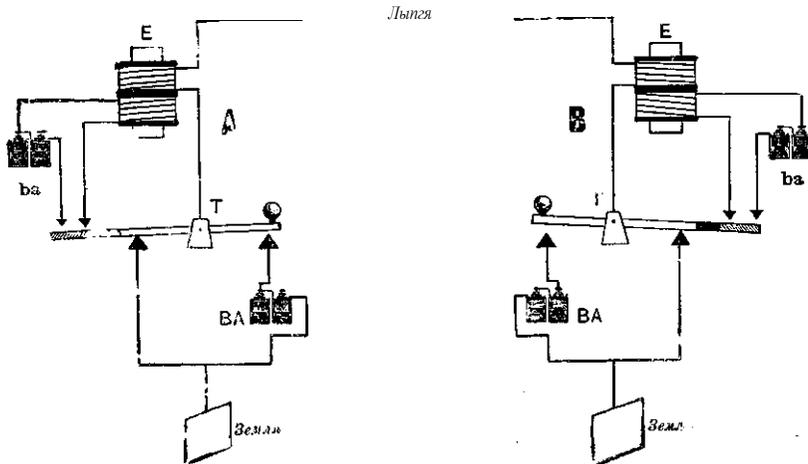


623. Распределение линейной батареи между отдельными станциями.



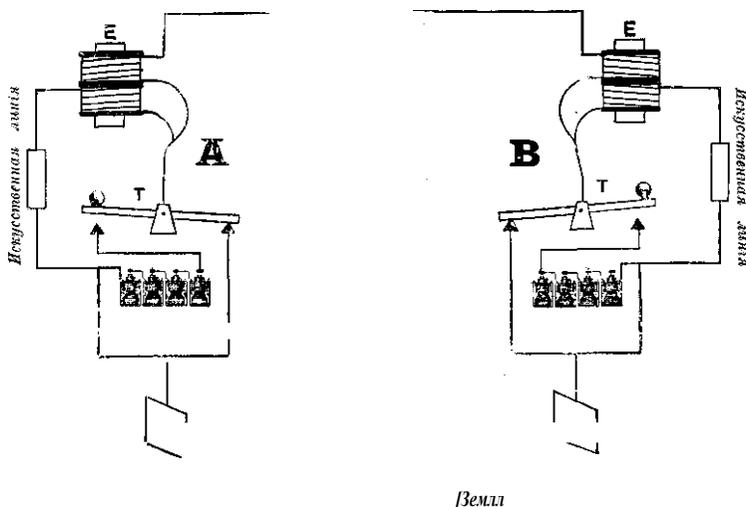
— 624. Соединение по системе передач.

вления пропускает в свой собственный электромагнит два тока, которые взаимно уравновешиваются по своему действию на сердечник. Один из этих токов передается по линии на другую станцию, и возбуждается там магнит. Если пропускают токи одновременно обе станции, то на каждой стан-



625. Встречное телеграфирование по системе Гинтля.

ции действует только ток чужой станции. Посмотрим, как этого достигают. Прежде всего каждый электромагнит *Е* снабжается двойной обмоткой, которая на нашем схематическом рисунке (рис. 625) изображена в виде двух отдельных катушек на одном и том же сердечнике, в действительности же проволокой обеих обмоток образуют одну катушку. По спо-



626. Встречное телеграфирование по системе Фришена и Сименса и Гальске.

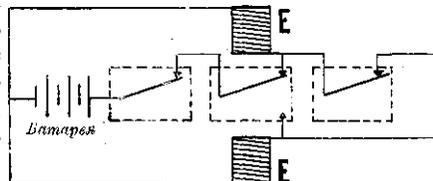
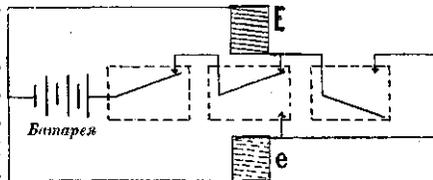
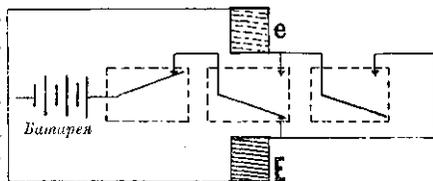
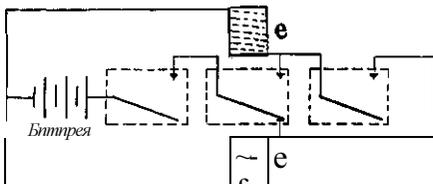
сому Гинтля надавливанием на ключ замыкаются две батареи, из которых *BA* пропускает свой ток по верхней катушке и в линию, а другая *Ба* только по нижней катушке. Сила токов, их направление и число витков в катушках выбираются так, чтобы намагничивающее действие верхней катушки уничтожалось действием нижней. Итак, если одна из стан-

ций замыкает ток, ея собственный электромагнитъ не возбуждается. Но токъ, идущий изъ А, проходить въ В только по верхней катушке, а нижняя остается безъ тока; вследствие этого здесь электромагнитъ возбуждается, ИИ мы достигаемъ того, что А можетъ действовать на В, не влияя на свой электромагнитъ.

То же самое происходитъ, понятно, и въ томъ случае, когда В посылаетъ свой токъ въ А. Но что будетъ, если токъ посылають обе станции? Въ этомъ случае въ линию не попадаетъ никакой токъ, потому что батареи ВА введены въ цепь въ А и В навстречу. Вследствие этого верхняя катушки не оказываютъ никакого намагничивающаго действия. ИИо такъ какъ на обеихъ станцияхъ ключи нажаты, то батареи Ыа оказываются соединенными съ нижними катушками, которыя вследствие этого возбуждаютъ электромагниты; итакъ, при одновременномъ пропускании токовъ изъ А и В оба электромагнита возбуждаются каждыи токкомъ своей батареи Ыа.

Итакъ, для этого, такъ называемаго, компенсационнаго способа требуется ирименение двухъ батарей и кроме того двойного ключа, который долженъ замыкать обе цепи ВА и Ыа.

Вскоре после Гинтля Фришенъ и одновременно съ нимъ Сименсъ и Гальске показали, что применять вторую батарею на каждой станции нетъ надобности, — можно довольствоваться одной. Для этой цели токъ разделяется на две ветви, изъ которыхъ одна заключаетъ въ себе верхняя катушки магнитовъ, а другая нижнюю собственную станции. Чтобы поддерживать точно въ равновесии противоположныя действия обеихъ ветвей въ магните посылающей станции, во вторую ветвь



627. Возбуждение любого изъ двухъ электромагнитовъ или помощи трехъ ном

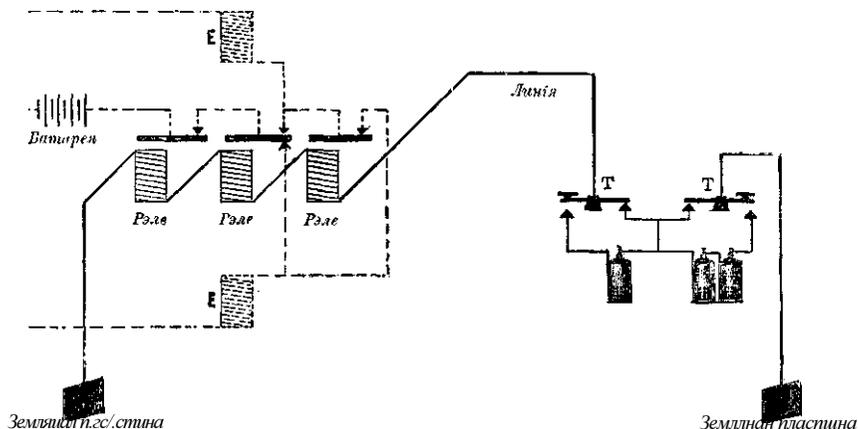
введено переменное сопротивление для регулирования силы тока въ этой ветви такимъ образомъ, чтобы токъ ИИе возбуждал магнитъ своей собственной станции.

Какъ показываетъ схема на рис. 626, соединение при этомъ способе производится, какъ и прежде. Две ветви посылающей станции не возбуждаютъ магнита этой станции; токъ же, идущий по линии къ магниту другой станции, возбуждаетъ этотъ магнитъ. Если пропускають въ линию токи обе станции, то действие токовъ въ линии взаимно уничтожаются, но остаются съ токкомъ нижняя катушки, которыя возбуждаютъ магшты.

Заметимъ здесь, что описываемые процессы происходятъ только тогда, когда ключи или нажаты или находятся въ состоянии покоя; если же они занимають промежуточное всячее положение, то линия прерывается; если напр. А нажметъ свой ключъ, а В держитъ свой въ всячемъ положении, то никакого тока изъ А въ В идти не можетъ, а уравновешивающий токъ про-

ходить через прежнюю катушку магнита в А, так что в этом случае на магнит в А действует ток той же станции; в В при этом не производится никакого знака.

Кроме этого способа изобретались многие другие, на которых мы останавливаться не будем, а обратимся к дуплексной телеграфии, при кото-



628. Соединение для дуплексной телеграфии.

рой можно одновременно по одной и той же линии две телеграммы в одном и том же направлении.

При дуплексной телеграфии в В должен возбуждаться только I магнит при нажатии в А I ключа и только II магнит при нажатии II ключа, или должны делаться активными оба магнита, когда нажимаются оба ключа. Для

достижения этой цели в различных случаях пропускаются токи различной силы, так что I ключ пропускает ток = 1, II ключ — ток = 2, а оба вместе — ток = 3. Если поставить в В три последовательно соединенных релэ, из которых при силе тока в 1 отзывается только первое, при силе тока = 2 также второе и при силе тока = 3 и третье, т.-е. во втором случае два релэ, а в третьем все три, то этими различными действиями можно пользоваться для направления тока местной батареи в одном случае на магнит первого пишущего аппарата, во втором — второго и в третьем — обоих. Схему соединения для этого можно пояснить, взяв три простых коммутатора наподобие изображенного на рис. 234 ИИ вспомнив, что релэ легко приспособить наподобие такого прибора с двумя ветвями.

629. Тройное изменение силы тока посредством двух ключей.

На рис. 627-А рычаг первого из трех коммутаторов соединен с цепью; его верхний контакт находится в соединении с рычагом второго коммутатора, а верхний контакт последнего подобным же образом соединяется с рычагом третьего коммутатора. У второго коммутатора — нижний контакт соединен с I магнитом, а верхний — со II магнитом.

Передвинем теперь рычаг первого коммутатора кверху, что соответствует воздействию на I релэ (рис. 627-В). Тогда ток батареи пойдет от

I коммутатора ко второму и здесь через нижний контакт попадает в I магнитъ. Затемъ переставимъ кверху и рычагъ II коммутатора (рис. 627-С); тогда ТОЕЪ пойдетъ в II магнитъ,—линия в I прервана. Наконецъ, поставимъ кверху рычагъ и III коммутатора; теперь такъ пойдетъ в оба магнита, приче́мъ по достиже́нии II коммутатора онъ будетъ разветвляться, и отъ III коммутатора пойдетъ ветвь в I магнитъ (рис. 627-Д).

Введенные в линию магниты обозначены на предыдущихъ схемахъ чрезъ E, а не введенные — чрезъ e.

Итакъ, устроить дуплексную телеграфию можно простымъ способомъ, поставивъ указаннымъ образомъ три релэ и соединивъ ихъ съ местной батареей двумя пиниущими аппаратами и между собой, какъ показано на рис. 628. Два ключа T соединяются съ тремя последовательно введенными в цепь элементами, какъ показано на рис. 629. Если нажать I ключъ, то вводится в линию I элементъ (рис. 620-А). При надавливании ва II ключъ (рис. 629-В) вводятся в линию II и III элементы, электровозбудительная сила удваивается такъ же, какъ приблизительно и сила тока. Если нажать оба ключа (рис. 629-С), то вводятся все три элемента, и следовательно сила тока еще увеличивается. Само собой разумеется, что применяютъ не три элемента, а три батареи, соединяемыя последовательно.

Комбинируя системы соединений для встречной и дуплексной телеграфии, получаютъ возможность посылать по две телеграммы изъ А в В и изъ В в А по одной и той же линии. Такимъ образомъ получается двадуплексная телеграфия, которая получила большое распространение в Америке.

Домашняя телеграфия.

Введение. Источники тока для домашней телеграфии. Электрические звонки. Приборы для замыкания тока. Указатели. Релэ. Прокладка проводов. Схемы устройства звонковых цепей.



оставляя средства для быстрого сообщения между городами, странами и частями света, электрическая телеграфия кроме того находит для себя еще другую область применений, которая составляет отрасль, хотя и более скромную по целям, но важную по своему огромному распространению. Мы разумеем здесь телеграфию домашнего обихода — электрические звонки в совокупности с другими сигналами приспособлениями. Если бы возник вопрос о значении различных отраслей электротехники по числу применений, то домашняя телеграфия, без сомнения, заняла бы первое

место

между отдельными применениями тока, так как число электрических звонков, находящихся в применении повсюду, куда только проникла цивилизация, следует считать миллионами; производство всех необходимых для домашней телеграфии приборов составляет довольно крупную отрасль промышленности.

Другое значение домашней телеграфии заключается в том, что она доставляет заработок мелким и средним производителям и что проведением ее, как выгодным побочным занятием, часто занимаются ремесленники, что в свою очередь оказало влияние на электротехнику, пробудив к ней интерес в среде ремесленников и послушав таким образом подготовительной школой для монтажеров крупных электротехнических установок.

Историю развития домашней телеграфии можно изложить в нескольких словах, так как здесь не требовалось никакой особой изобретательности. Главная цель домашней телеграфии — производство сигналов звонком при посредстве тока, а потому развитие домашней телеграфии начинается с изобретения электрического звонка. Теперь сигнализирование электрическим звонком составляет самое простое дело: молоточек притягивается электромагнитом и ударяет в колокольчик; замыкая и прерывая ток, можно подавать такой сигнал вдаль. Такое простое приспособление пытались устроить вскоре после изобретения телеграфии, но оно теперь не удовлетворило бы нас, — оно было бы совсем не удобно, так как для подачи сигнала пришлось бы замыкать и прерывать ток много раз. При помощи

простого приспособления мы заставляем токъ автоматически производить это многократное замыкание и прерывание, такъ что при замыкании цепи получается не одинъ ударъ въ звонокъ, а целый рядъ быстро следующихъ одинъ за другимъ ударовъ. Домашняя телеграфия начинается съ изобретения этого дребезжащаго звонка.

Кто его изобрелъ? Вернеръ Сименсъ въ своемъ стрелочномъ телеграфе применилъ уже самопрерывание, на которомъ основывается дребезжащий звонокъ, и тогда, кажется, иервый разъ ввелъ его въ электротехнику, но онъ имель въ виду применить свое приспособление только въ телеграфии. Первый применилъ дребезжащий звонокъ для домашней телеграфии Миро въ Руане, которому въ 1853 г. пришла счастливая мысль применить такие звонки вместо обыкновенныхъ дверныхъ звонокв. Домашняя телеграфия обязана своимъ распространениемъ еще другому французу, Локланше, элементы котораго превосходно приспособлены для этой цели и вместе съ электрическимъ звонкомъ сделались самымъ распространеннымъ электрическимъ приборомъ.

При домашней телеграфии часто одно и то же место должно получать вызовы изъ различныхъ пунктовъ; поэтому оно должно иметь возможность различать, изъ какого пункта делается вызовъ. Въ цепь вводится особый аппаратъ, коммутаторная доска, которая показываетъ, откуда сделанъ вызовъ. Не можемъ сказать, когда оя появилась, и кто первый далъ ей ИИдею.

Можно предположить, что это изобретение было вызвано силою необходимости. Вероятнее всего, что домашний телеграфъ сначала сталъ применяться въ гостиницахъ, где хозяева имели много поводовъ быть недовольными звонками, приводимыми въ действие дерганиемъ проволоки: ихъ должно было находиться въ действии всегда большое количество; кроме того въ силу своей непрочности, они требовали частыхъ поправокъ, а неисправность ихъ возбудила неудовольствие со стороны публики. Все это и даетъ намъ поводъ къ предположению, что электрический звонокъ прежде всего долленъ былъ найти применение въ гостиницахъ. Для механическихъ звонковъ уже тогда существовали указатели въ виде пластинокъ, падающихъ при дергании проволоки и указывающихъ, такимъ образомъ, вызывающее место. Гостиницы, не будучи въ состоянии обойтись безъ такого приспособления, заявили потребность въ немъ при введении электрическаго звонка, что и иобудило конструкторовъ къ изобретению коммутаторной доски.

Не имея достоверныхъ историческихъ источниковъ, мы принуждены прибегнуть къ предположениямъ, какъ это обыишовенно делаетъ история въ иодобныхъ случаяхъ. Неизвестнымъ остался и изобретатель кнопки, не смотря на то, что его изобретение, благодаря простоте своего устройства, должно было оставить о немъ лучшую память; не выяснено также, кому мы обязаны некоторыми другими приспособлениями. Въ последнее время, благодаря распространению периодической литературы, история изобретений стала на более твердую почву, и недоразумения подобнаго рода отчасти устранены, но только отчасти, ибо въ то время какъ прежде сведения объ изобретенияхъ совершенно отсутствовали, въ настоящее время несколько изобретателей часто изьявляютъ претензию на право первенства въ одномъ и томъ же изобретении.

Применение простого сигнальнаго звонка принимаетъ многообразныя формы въ домашней телеграфии, благодаря способности приборовъ, служащихъ для замыкания тока, приспособляться къ разнаго рода потребностямъ. Такъ, мы видимъ применение тока въ качестве двернаго сторожа, уведомляющаго владельца магазина объ открытии двери; въ столовыхъ токъ часто применяется къ ножнымъ контактамъ, приводимымъ въ действие ногой, чтобы незаметно звать слугъ. Токъ такле съ уведомляетъ ученаго, забывшагося ыдъ книгами,

что сейчас в его почтовый ящик было опущено письмо; в качестве сторожа он заботится о сохранности товаров, кассы и т. д. Подобные применения сделали домашнюю телеграфию наиболее популярнейшей частью электротехники; в то же время она стала излюбленным занятием любителей, преимущественно школьников, которым устройство установок подобного рода доставляет полезное удовольствие. Итак, домашняя телеграфия имеет также воспитательное значение: внимание юноши часто привлекается установкой электрического звонка, причём удачное устройство доставляет ему удовольствие, неудачное же побуждает его отыскать ошибку и приобрести таким образом кой-какие полезные сведения по электротехнике.

Источники тока для домашней телеграфии. — Так как при звонках цепи устраиваются по большей части по системе рабочего тока, а система постоянного тока применяется только в исключительных случаях, т. е. ток замыкается только на короткое время, то самым подходящим элементом для установок такого рода следует признать элемент Лекланше в его различных формах. Прежде пользовались по большей части старинной формой, изображенной на рис. 29, теперь же чаще применяют элемент с цилиндром из пиролюзита (рис. 30). Большое распространение нашли также сухие элементы, которые не требуют частого присмотра и доливания; если они приобретены от хорошей фирмы, то при обычных условиях они могут служить по несколько лет.

Кроме того иногда применяются элементы с цинком и медью, т. е. Мейдингера или Калло, и именно в таких случаях, когда устраивают цепь по системе постоянного тока или когда ток приходится замыкать на продолжительное время.

Прежде применялись и другие элементы, которые вместе с более новыми видами нередко еще теперь находятся в установках подобного рода, но так как можно вполне обойтись элементами Лекланше, при системе постоянного тока элементами с цинком и медью, то нет основания заменять эти удобные и действующие наилучшим образом элементы — другими.

Что касается до обращения с элементами Лекланше, то они требуют некоторого ухода за собой; их приходится чистить и заливать свежей жидкостью. Надо поддерживать чистыми в местах соприкосновения контактные выходы и закручивать их крепко.

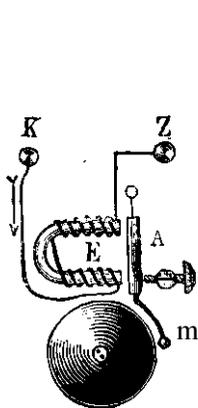
Для установки батареи лучше всего выбирать сухое, не слишком теплое и не слишком холодное место, настолько доступное, чтобы можно было без затруднений осматривать элементы. Если же бояться расходов, то лучше всего ставить батарею в особом шкафу, повешенном на стене и держать ее под ключом.

Для батареи надо выбирать такое соединение, чтобы при данном сопротивлении она доставляла самый сильный ток. Но так как установщик звонков вообще бывает не в состоянии измерять сопротивление устройств цепей, то по большей части придерживаются правила брать для коротких линий два последовательно соединяемых элемента, а для длинных свыше 40 метров — три и свыше 60 м. — 4 элемента. Если требуется большая сила тока (например в гостиницах, где часто соединяют с батареей несколько линий), то параллельно первой батарее вводят такую же вторую. За дальнейшими подробностями относительно этого следует обращаться к специальным руководствам.

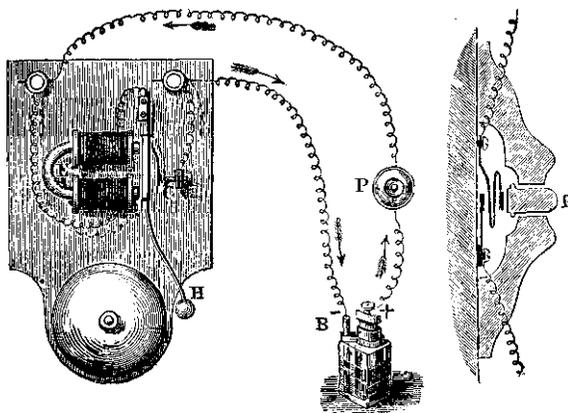
Электрические звонки. — Телеграфирование в домашнем быту производится главным образом звоном колокольчика, производимым током, при посредстве электромагнита, действующего на молоточек. Для этого служит особый механизм, простейшая форма которого изображена на рис.

630. Молоточек m подвешен вертикально на пружинке и соединяется сверху с якорем A , который притягивается электромагнитом E при пропускании через последний тока. При притяжении якоря молоточек ударяет в колокольчик, и, таким образом, при каждом замыкании тока происходит удар в звонок. Чтобы придавать якорю правильное положение, перед электромагнитом имеется переставляемая упорка. Стержень молоточка гибкий, благодаря чему звон не заглушается при ударах.

Эти звонки, называемые одноударными, представляют тот недостаток, что для каждого удара приходится замыкать и размыкать ток, что весьма неудобно. Поэтому звонки обыкновенно снабжают таким приспособлением, при котором, раз замкнута цепь, ток замыкается и прерывается автоматически, и тем получается ряд быстро следующих один за другим ударов. Принцип этого приспособления нам уже известен. Применяемое здесь его устройство показано на рис. 631. Представим себе, что на рис. 630 ток входит в упорный винт, затем идет через якорь



630. Схема одноударного звонка.



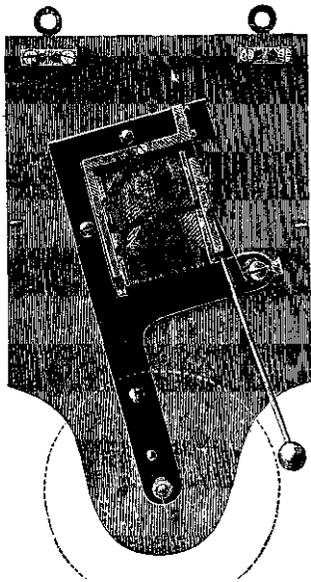
631. Электрический звонок с автоматическим прерыванием.

и соединенную с ним рамку звонка в электромагнит и, пройдя по последнему, возвращается в батарею. Если соединить звонок с батареей, то в первое мгновение замыкания цепи электромагнит притянет якорь, и молоточек ударит в колокольчик. Но при этом уничтожается соприкосновение якоря с упорным винтом, т.е. ток прерывается, и магнит освобождает якорь, который опять придет в соприкосновение с упорным винтом и замкнет ток. Таким образом молоточек будет быстро ударять в колокольчик до тех пор, пока звонок остается в соединении с батареей.

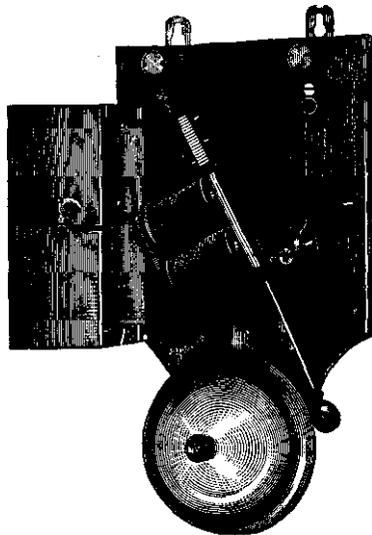
Простой способ соединения, какой примешается при этом, показан на рис. 631. Здесь ток элемента идет сначала к замыкателю P . Если он замкнут, то ток идет к электромагниту E , отсюда в якорь и чрез прикрепленную к нему контактную пружинку в контактный штифтик C , откуда возвращается в элемент. Контактная пружинка вставлена с такой целью: при замыкании тока и притяжении якоря магнитом ток прерывается не сразу, потому что пригнутая пружинка остается еще мгновение в соприкосновении с C . Поэтому притяжение продолжается некоторое время, в продолжение которого молоточек успевает приобрести достаточную живую силу и производит сильное удар в колокольчик.

Дребезжащие звонки устраиваются в настоящее время различным способом. Чтобы придать всем частям щучию связь, колокольчик, маг-

нить и молоточек прикрепляютъ къ общему железному основанию. На рисунке 632 показана деревянная дощечка съ привинченными къ ней чугуннымъ основаниемъ, на которое насаженъ угольникъ; къ последнему при-

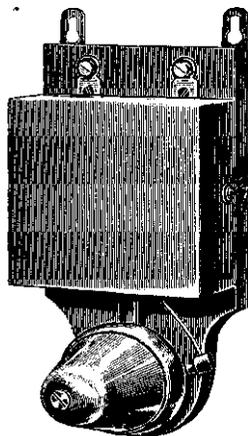


632. Современное устройство дребезжащаго звонка.



633. Дребезжащій звонокъ съ чашкообразнымъ колпакомъ.

винчиваются сердечники электромагнитовъ, надъ которыми расиюложены обмотиш. Сверху къ угольнику прикреплена пружинка, служащая также контактомъ; снизу приделаны контактный винтъ, штифтикъ котораго платиновый. Къ пружинке на месте соприкосновения ея съ штифтикомъ припаяна также платиновая пластинка, такъ какъ всякий другой металлъ окислялся бы подъ действиемъ появляющейся искры, вследствие чего металлическое соприкосновение было бы нарушено. Колокольчикъ насаженъ на ручку, привинченную снизу къ чугунному основанию. На рис. 632 показано, что къ деревянной дощечке привинчено чугунное основание звонка, къ которому и привинчиваются сердечники электромагнитовъ и снизу колокольчикъ. При такомъ устройстве молоточекъ располагается наЕлонно, чтобы электромагнитъ можно было поместить прямо надъ КОЛОЕОЛЬЧИЕОМЪ, не придавая молоточку невыгоднаго изгиба; съ другой стороны при этомъ пржтяжению магнита содействуетъ весь молоточка.

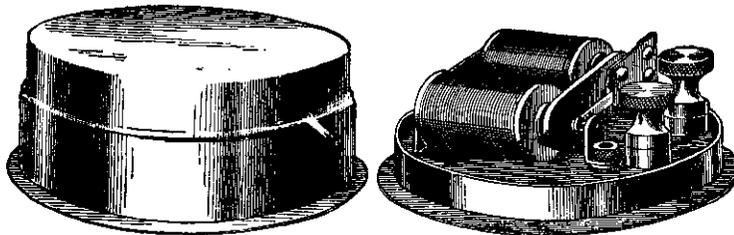


634. Звонокъ съ коническимъ колпакомъ.

Для защиты механизма, его прикрываютъ воробкой, Еакъ показано на рис. 633 и 634. На последнемъ рисунЕе изображенъ весьма Еомпатно устроенный звоеоеъ.

На рис. 634 мы видимъ совершенно собранный звонокъ; онъ представляетъ ту особенность, что чашкообразный БОЛОЕОЛЬЧИЕЪ предыдущихъ образцовъ звонка замененъ ВЫСОЕИМЪ, воронкообразнымъ, такъ называемымъ тирольсьЕимъ колокольчикомъ. Делаютъ таЕую замену для изменения

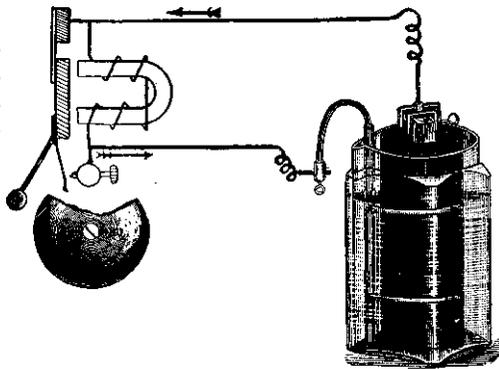
звона, чтобы отличать один звонок от других или чтобы заметить пронзительный звонок последних, не для каждого места приятный, более глухим, какой издают эти колокольчики. Пронзительный звук электрического звонка не всегда приятен; поэтому устроили небольшое приспособление, в котором нет ни колокольчика, ни молоточка, и якорь заменен пружиной. Прибор для размыкания тока такой же, как при колокольчиках. Действие тока стальная пружинка приводится в



635. Жужалка.

колебательное движение и издает жужжащий звук, ясно слышимый вблизи. Такой прибор изображен на рисунке 635 в $\frac{2}{3}$ натуральной величины.

Кроме описанного выше соединения можно пользоваться еще другим, при котором ток не прерывается, а проходит попеременно ТО по электромагниту, ТО по ответвлению, так что и здесь магнит попеременно то притягивает, то отпускает якорь. Устройство звонка остается такое же, как и прежде, изменяется только соединение. Оба конца обмотки электромагнита находятся в постоянном соединении с обоими борнами звонка (рис. 636), так что магнит при замыкании цепи остается в неизменяемом соединении с источником тока. Молоточек соединяется с одним борном и при притяжении якоря приходит в соприкосновение с контактным винтом, который соединяется с другим борном. Пока не произойдет этого соприкосновения, ток проходит по электромагниту и притягивает якорь. Вследствие этого молоточек приходит в соприкосновение с контактным винтом, и ток проходит по этому более короткому пути, а по магниту проходит очень незначительная доля, так что его магнетизм почти пропадает, и он отпускает якорь. Молоточек отскакивает назад и прерывает ответвление; опять весь ток проходит по электромагниту, последний притягивает якорь, и действие повторяется в том же порядке.

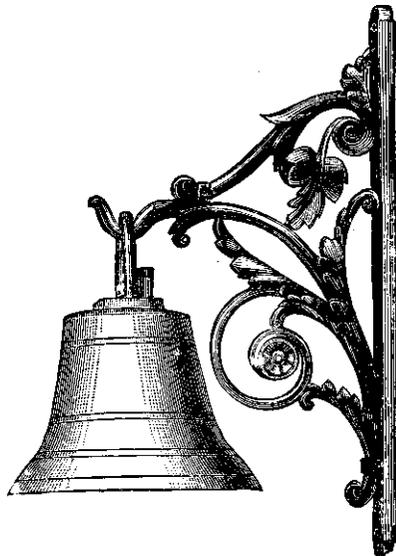


636. Элемент, замкнутый звонком.

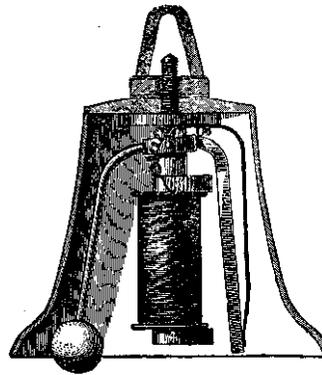
Употребительные формы электрических звонков, изображенные на рис. 631—636, практичны, но некрасивы, а потому пытались применять другие формы, у которых однако действие бывает слабее или расходует больше тока. Наибольшее распространение получил тип с колоколами, наружный вид и устройство которого показано на рис. 637 и 638. Подобным же образом пытались достигнуть красивой формы, располагая механизм внутри плоского чашеобразного колокольчика, который ставят на плоской

подставке. Тогда звонок получает форму, представленную на рис. 639 и 640.

Звонки для переменных токов отличаются от описанных выше звонков, действующих постоянными токами, тем, что у них движение молоточка производится изменением направления тока, а потому в них можно обходиться без всякого механизма для прерывания тока. Звонки та-

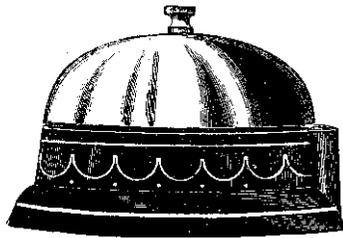


637. Башенный колоколь; внешний вид.

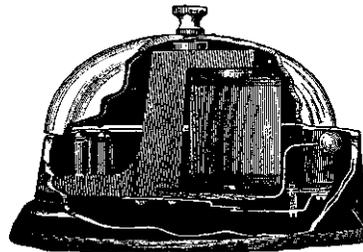


638. Внутреннее устройство башенного колокола.

кого рода часто встречаются в сигнальных приспособлениях, особенно в телеграфных установках. Образец такого звонка представлен на рис. 641. Два меньших стальных подковообразных магнита прикреплены рядом к подставке таким образом, что у основания приходятся одинаковые полюсы обоих магнитов. Верхние также одинаковые полюсы снабжены идущими вертикально вниз железными сердечниками, на которые одеты ка-



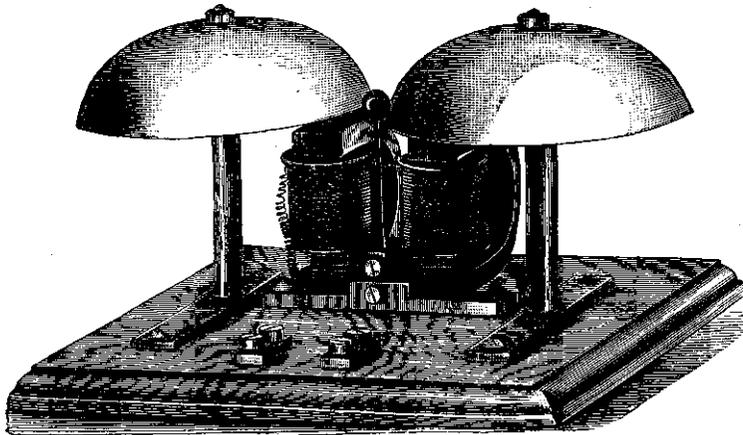
639. Настольный звонок; внешний вид.



640. Настольный звонок; внутреннее устройство.

тушки, соединенные между собой таким образом, что они образуют на свободных концах сердечников различные полюсы при пропускании через них тока. Положим, верхние полюсы стальных магнитов — северные; тогда вследствие их магнитного действия на свободных концах будут также северные полюсы. Пропустим через катушки ток, направление которого таково, что в нижнем свободном конце правого сердечника он произведет северный полюс; тогда у другого сердечника на свободном конце получится

южный полюс. , Итакъ, намагничивание праваго сердечника катушкой происходитъ въ одинаковомъ направлени, какъ и соответствующимъ стальнымъ магнитомъ, т.-е. магнетизмъ этого сердечника долженъ усиливаться. Но у леваго сердечника намагничивание катушкой происходитъ обратно намагничиванию отъ соответствующаго магнита; здесь магнетизмъ въ сердечнике



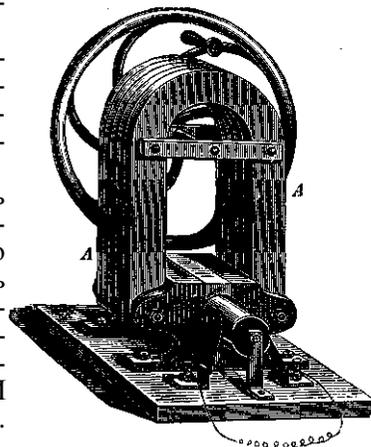
641. Звониль переменнаго тока.

вполне или отчасти пропадетъ, и, следовательно, магнитное действие полюса на свободный конецъ прекратится' или уменьшится.

Когда направление тока изменится, усилится магнетизмъ въ левомъ сердечникѣ и, наоборотъ, уменьшится или пропадетъ въ правомъ. Ятакъ, какъ видимъ, свободные концы обоихъ сердечниковъ попеременно намагничиваются при пропускании по ихъ катушкамъ переменнаго тока.

Расположимъ между концами сердечниковъ и нижними полюсами стальныхъ магнитовъ маленькое коромысло изъ мягкаго железа, соединенное съ молоточкомъ, какъ показано на рисунке.

Если теперь по катушкамъ проходить токъ, намагничивающій сильнее правый сердечникъ и размагничивающій соответственно левый, то правое плечо коромысла будетъ притягиваться къверху сильнее леваго, и вследствие этого молоточекъ ударитъ въ левый колокольчикъ. При следующемъ импульсе тока пересилитъ действие на левое плечо коромысла, и молоточекъ ударитъ въ правый колокольчикъ. Такимъ образомъ при каждой перемене тока МОЛОТОЧЕКЪ ПОПЕРЕМЕННО БУДЕТЪ УДАРЯТЬ ТО

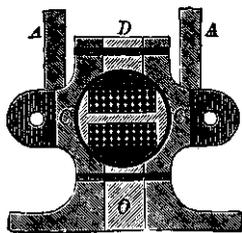


въ тотъ, то въ другой колокольчикъ.

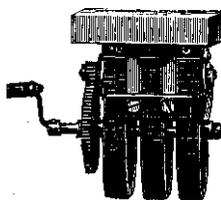
Вместе съ механизмомъ опишемъ генераторъ переменнаго тока для такихъ звонковъ. Для этого пользуются маленькими магнито-электрическими машинками безъ коммутатора, которая вращаютъ въ-ручную. На рис. 642 и 643 показана такая машинка, но только она снабжена коммутаторомъ и следовательно приспособлена для доставления постояннаго тока. Два железныхъ полюсныхъ наконечника *СС* привинчены къ основанию и соединены въ одно целое ири посредствомъ цинковой или латунной прокладки *D*. Въ углуб-

лении между ними вращается двойной Т-образный якорь. Къ полюсным наконечникамъ прикреплены сквозными болтами подковообразные стальные магниты А. Представимъ себе, что вместо коммутатора на ось надеты два изолированныхъ кольца, каждое изъ которыхъ соединяется съ концомъ обмотки якоря; тогда въ трущиеся по нимъ контактные щетки будутъ поступать переменные токи.

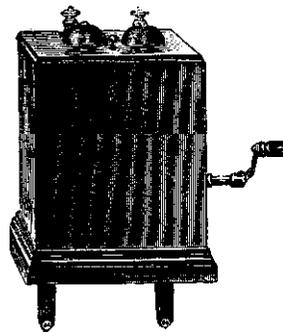
Для приведения въ действие звонковъ этому магнитному индуктору дадутъ видъ, показанный на рис. 644, где онъ показанъ примерно въ $\frac{1}{5}$ Д—х/6



643. Малый индукторъ; разрезъ черезъ полюсные наконечники и якорь.



644. Индукторъ.



645. Звонковъ переменнаго тона съ индукторомъ.

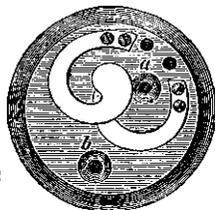
натуральной величины. Передача вращения отъ коленчатой рукоятки къ валу производится зубчатыми колесами.

Такъ какъ при пользовании звонками переменнаго тока по ббльшей части бываетъ желательно производить вызовъ изъ обоихъ соединенныхъ пунктовъ, то описанный индукторъ обыкновенно соединяютъ со звонкомъ и все заключаютъ въ коробку, рис. 645. Такой аппаратъ устанавливаютъ въ каждомъ изъ соединяемыхъ пунктовъ.

Преимущество звонковъ переменнаго тока въ соединении съ магнитными индукторами заключается, прежде всего, въ томъ, что при нихъ можно обхо-



646. Кнопка; общій видъ.



647. Кнопка; внутр. устройство.



даться безъ батареи, — у нихъ передается электрическимъ путемъ къ отдаленному звонку движение рукою, мускульная работа.

Приборы для замыкания тока

при электрической

домашней телеграфии весьма просты, такъ какъ ихъ действие въ электрическомъ отношении ограничивается замыканиемъ тока въ простой цепи со слабыми токами, и онъ, въ большинствѣ случаевъ, бываетъ защищенъ отъ влияния сырости. Въ некоторыхъ случаяхъ коммутатору приходится кроме замыкания тока переводить токъ съ одной цепи на другую, но, за редкими исключениями, это производится самымъ простымъ способомъ. Что касается нейотораго влияния сырости въ техъ случаяхъ, когда онъ расположенъ вне помещения и подвергается влиянию сырого воздуха, то это влияние технически легко устранимо, какъ увидимъ ниже.

Самымъ распространеннымъ приспособлениемъ для замыкания тока служить кнопка, въ которой контактъ производится надавливаниемъ на пу-

говку; это приспособление въ виду легкости обращения съ нимъ и установки сделалось наиболее употребительнымъ (рис. 646).

Если свинтить крышку съ киошш, то внутри увидимъ две лежащия пружинки (рис. 647 и 648). Этимъ пружинкамъ придана форма короткихъ спиралей, и ихъ концы приходятся въ середине одинъ надъ другимъ, ЕО не соприкасаются, пока не надавятъ на пуговку, вставленную въ крышку и лежащую на верхней пружинке. Другие концы привинчены къ основанию и находятся въ соединении съ двумя проволоками-проводами. Еакъ только надавятъ на пуговку, верхняя пружинка прижимается къ яижней, и прерванная здесь цепь замыкается.

Каждая изъ контактныхъ пружинокъ ирикрепляется къ основанию двумя винтиками, изъ которыхъ однимъ пользуются также для закрепления проволоки, загнутой въ виде кольца. Кнопка, свободно вставленная въ отверстие крыпки, прочно поддерживается на верхней пружинке; широкий конецъ пружинки не позволяетъ Ишопке свалиться въ сторону. Крышка прикрепляется къ основанию на резьбе, что даетъ возможность легко снимать, ее и ставить на место. Если принять во внимание, что въ основании Ишопки еще остается достаточно свободного места для двухъ отверстий, въ которыя вставляются служащие для прикрепления кнопки винты, и еще для двухъ отверстий, черезъ которыя вводятся провода, то становится очевиднымъ, сколько технической ловкости воплощено въ такомъ простомъ аппарате.

Описанное здесь приспособление можетъ принимать разнообразныя наружныя формы. Въ некоторыхъ случаяхъ не желаютъ закреплять замыкатель неподвижно, чтобы можно было передвигать его; поэтому иногда придаютъ ему форму прессъ-папье, которое можно класть на письменный столъ и передвигать, куда угодно. Въ другихъ случаяхъ подвешиваютъ замыкатель сверху или со стены, и для этого служатъ грушевидная форма, изображенная на рис. 649: ее нередко снабжаютъ несколькими контактами для вызова несколькихъ местъ.

Этотъ контактъ представляетъ то преимущество, что онъ подвиженъ, и его можно, напримеръ, удобно располагать подъ рукой у большого, лежащаго въ постели или въ кресле. Подобное же простое приспособление представляетъ нажимной грушевид-

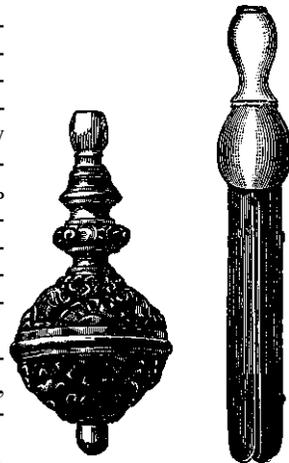
контактъ (рис. 650), который состоитъ изъ круглой палочки съ разрезомъ, идущимъ до двухъ третей его длины; обе половинки снабжены на внутренней стороне металлическими наделками, которыя при сжатии палочки приходятъ въ соприкосновение одна съ другой и темъ замыкаютъ цепь, концы которой соединяются съ наделками.

Эти контакты приходятъ въ действие отъ нажатия рукой, а следующие служатъ для дерганья (рис. 651). Если желаютъ приспособить звонокъ для действия дерганиемъ, то берутъ контактъ, у котораго средняя соединительная планка, прикрепленная къ пружине, притягивается книзу при дергании за шнуръ и устаяавливаетъ соединение между расположеннымИИ по бокамъ пружияками, замыкая цепь. При прекращении дерганья за шнуръ пружина оттягиваетъ планку опять кверху и темъ прерываетъ цепь.



648

Позднейшее устройство кнопки.

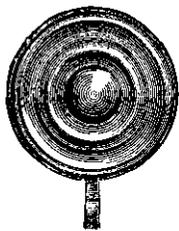


ная кнопка.

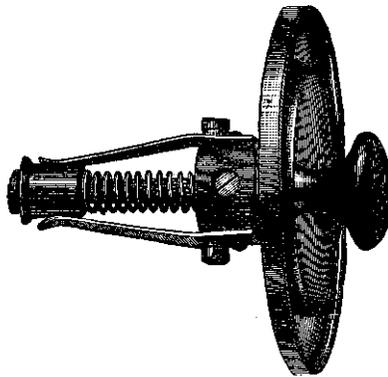
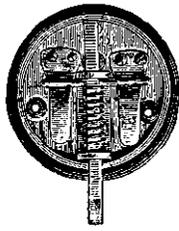
для сдавли-

вания.

Чаще применяется другого рода контактъ для дерганья (рис. 652), который по своему наружному виду походить на обыкновенный дверной звонОЕЪ. И этотъ контактъ основанъ на томъ же прнжнще. Изолированно насаженный на стержень металлический кружокъ при дергании попадаетъ между двухъ контактныхъ пружинъ и темъ производитъ замыкание тока. Когда рукоятку отпускаютъ, расположенная около стержня пружина отжимаетъ назадъ стержень, и контактная пружинка придутся на изолирующую муфточку, устроенной изъ рогового каучука и лежащей передъ металлическимъ кружкомъ. Такъ какъ эти контактъ больше описанныхъ раньше подвергаются действию сырого воздуха (первые больше приспособлены для помещения въ комнатахъ), то здесь надо заботиться о томъ, чтобы между металлическимъ кружкомъ и пружинками существовало довольно значительное трение для поддержания поверхностей соприкосновения чистыми.

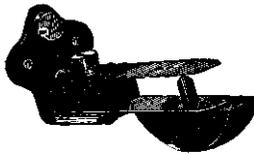


651. Кнопка для дерганья.



652. Кнопка для входныхъ дверей.

Кроме этихъ ручныхъ контактовъ употребляются еще другие, напримеръ ножные, приводимые БЪ действие ногой; они часто ирименяются въ столовыхъ, чтобы незаметно звать слугъ. Ихъ можно делать подвижными или вделывать въ полъ. Въ первомъ случае годятся кнопки описаннато выше вида, но только съ более тяжелымъ основаниемъ, чтобы оне не легко передвигались. При неподвижныхъ контактахъ на полу кладутъ наклонно расположенную дощечку или педаль, къ которой снизу прижимается пружинка. Соединение между педалью и пружинкой устраиваютъ такъ, что его легко можно уничтожить, вкладывая педаль въ ея углубление; делается это съ той делью, чтобы приспособление не действовало, когда не желаютъ пользоваться имъ, для предохранения контакта во время мытья



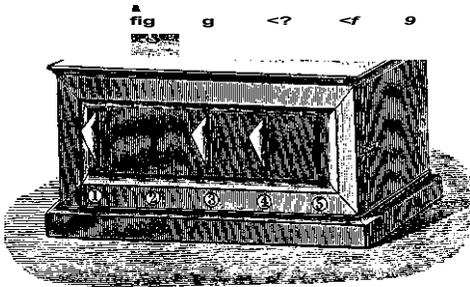
654. Дверной контактъ.

половъ и проч.

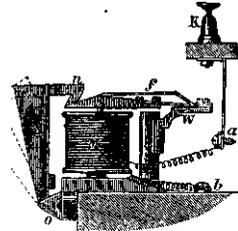
Въ некоторыхъ случаяхъ контактъ долженъ устанавливаться не рукой или ногой, а друпшь способомъ въ связи съ какимъ-либо механическиимъ процессомъ. Примеръ этого представляетъ дверной контактъ, который замыкаетъ токъ при открывании двери, — приспособление, которое часто применяется у дверей лавокъ и магазиновъ.

Для этой цела слушть простое приспособление (рис. 653), которое вставляется въ косякъ двери. Приходящаяся на поверхности косяка узкая металлическая пластинка соединяется однимъ концомъ съ проводомъ, а другимъ — съ прикрепленной на задьей стороне пружинкой, которая изолирована отъ металлической пластинки, прикрепленной къ ней эбонитовой прокладкой. Конецъ пружинки снабженъ кнопкой, которая при надавливании удаляетъ пружинку отъ контактной пластинки.

жинку от металлической пластинки. Пока дверь заперта, она надавливает на контактную пружинку и удерживает ее в удалении от металлической планки, при открывании же двери пружинка прилегает к пластинке, цепь замыкается, и звонок начинает действовать. Так как здесь между поверхностями соприкосновения не происходит никакого трения, то их полезно



655. Нумерной указатель Брегета; общий вид.

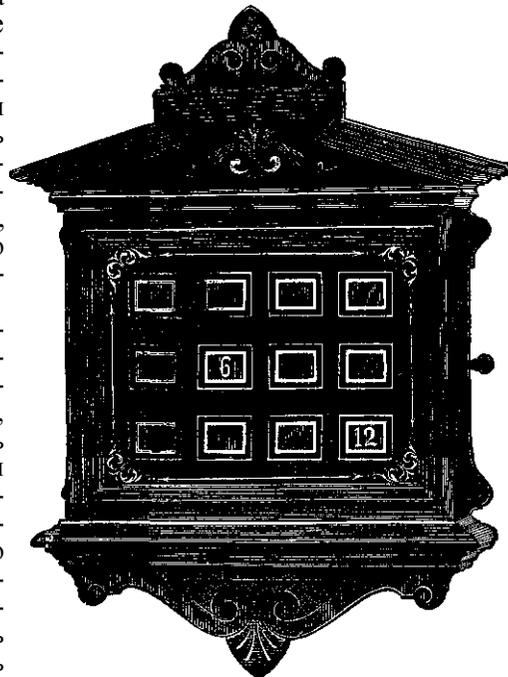


656. Нумерной указатель Брегета; внутреннее устройство.

снабжать платиновыми наделками, пластинками или пластинкой и штифтом, так как этот металл не подвержен окислению.

Иногда желают, чтобы при открывании двери происходил не непрерывный звон, а только кратковременный. Тогда пользуются ударным контактом, изображенным на рис. 654. В нем имеются две пружинки, которые при надавливании приходят в соприкосновение; надавливание производится дверью, когда она при своем открывании задевает своей верхней кромкой за полукруглую эбонитовую прикрепленную наделку, к одной из пружинки. Это приспособление прочно прикрепляется над самой дверью.

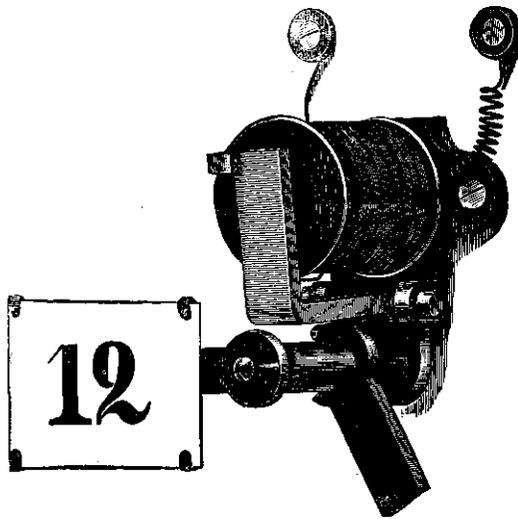
Указатели. Там, где звонок можно приводить в действие из нескольких мест, необходимо ставить такой прибор, который позволял бы узнавать вызывающее место. Прежде для этого часто пользовались прибором Бреге (рис. 655), в котором для каждого вызывающего места устраивается кружок, выпадающий из прорези в коробке, как только через прибор к звонку начинает проходить ток из соответствующего вызывающего места. Узнав, откуда делается вызов, вызываемое лицо должно лишь задвинуть кружок обратно в прорезь, чтобы прибор был готов для нового сигнала. Электрический механизм этого прибора можно видеть на рис. 656. Ток из места вызова проходит через электромагнит М., который вследствие этого



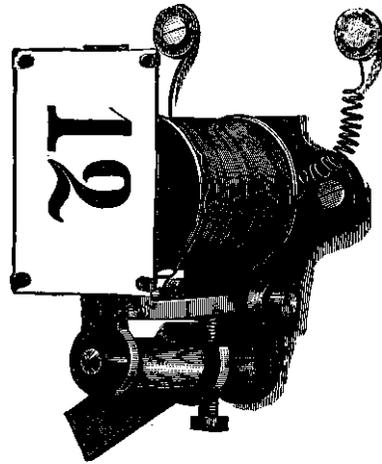
657. Нумерной указатель.

притягивает якорь А, оттягиваемый от него пружинкой. На конце якоря имеется зарубка, которая задевает за соответствующую трубку п у падающей пластинки s. От притяжения якоря обе зарубки расходятся, и вследствие этого пластинка s, снабженная шарниром на нижнем конце, падает вперед от своего веса. Когда по прекращении тока пластинку вталкивают обратно в прорез, зарубки задевают одна за другую.

Само собою разумеется, что каждый электромагнит можно соединять только с той цепью, которая принадлежит соответствующему вызывающему месту; но это не требует, чтобы у каждого вызывающего места была полная собственная цепь, — должен быть только особый провод от кнопки к сигнальному аппарату. За последним отдельные провода соединяются, и идет уже один общий провод через звонок к батарее. Ниже на рис. 670 показано, что от батареи к кнопкам идет общий провод, и к каж-



658. Устройство нумерного указателя; номер появился в окошечке.



650. Устройство нумерного указателя номер исчез.

дой из Ишопок отвечаетя отросток; от кнопок идут отдельные провода к указателю, к каждому из его электромагнитов. Затем они соединяются в один провод, который идет через звонок обратно к батарее. Таким образом при надавливании на ту или другую Ишопку ток проходит по ее проводу в сигнальный аппарат, заставляет упасть соответствующую пластинку и приводит в действие общий звонок.

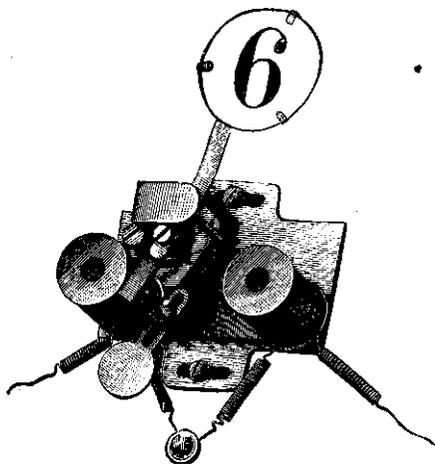
Описанный здесь указатель представляет тот недостаток, что вызывающее место не видно издали, а кроме того прорезы дают доступ для пыли внутрь прибора. Поэтому теперь предпочитают другое устройство, при котором знак вызывающего места появляется позади маленького окошечка. Наружный вид такого указателя представляет рис. 657, на котором мы видим 15 таких маленьких окон для соответствующего числа вызывающих мест с появившимися номерами в двух из них. На правой стороне выступает стержень с кнопкой; он служит для того, чтобы заставить исчезать появляющиеся номера и приводить сигнальный механизм в прежнее положение, чтобы он был готов для следующих сигналов.

На наших рисунках 658 и 659 показано, каким образом номер появляется позади окошечка и исчезает за непрозрачной стенкой. Номер одет на кружок и под действием тока выводится из положения, пока-

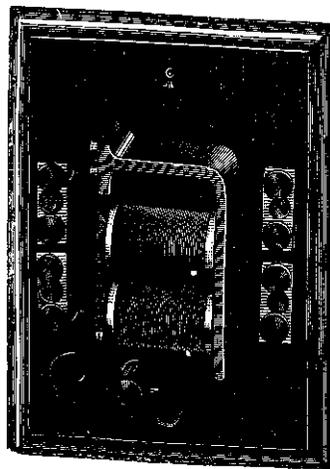
занного на рис. 659, въ положение, показанное на рис. 658, причемъ онъ располагается прямо передъ окномъ, между темъ какъ при первомъ положеніи онъ назгодился позади непрозрачной стенки.

На рисунке 658 виденъ небольшой электромагнитъ, расположенный на железномъ основаніи, привинченномъ къ задней стенке шкафа. При возбужденіи магнита токомъ онъ притягиваетъ снабженный шарниромъ железный якорь, на конце котораго имееется выступъ. Надъ выступомъ скользитъ рычагъ съ сигнальнымъ кружкомъ, который въ моментъ прохождения надъ выступомъ задевается за ѳего, причемъ якорь подается немного впередъ. Сигнальный кружокъ тогда приходить въ положение рис. 659. При притяженіи якоря электромагнитомъ сигнальный кружокъ отцепляется отъ выступа и падаетъ, появляясь позади окошечка.

Съ рычагомъ сигнальнаго кружка соединяется еще второй внизъ идущій рычагъ, служащій для приведения сигнальнаго кружка въ прожнее поло-



660. Поляризованный нумерной указатель.



661. Рельс для домашней телеграфии.

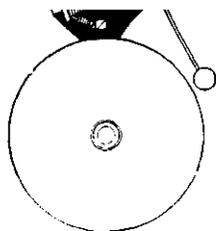
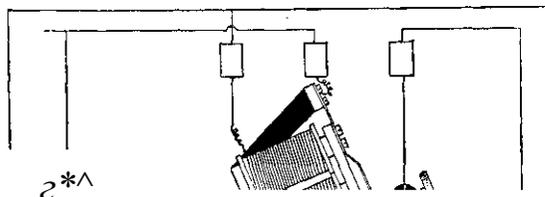
жение (рис. 659). Для этой дели подъ каждымъ рядомъ падающихъ кружковъ расположены подвижные латунные рельсы, соединяющіеся между собою посредствомъ поперечныхъ полосъ и передвигающіеся справа валево при надавливании на имеющуюся сбоку шкапчика кнопку (рис. 657).

На эти рельсы насажено для каждого изъ внизъ идущихъ рычаговъ по маленькой цапфе, касающейся правой стороны рычага и выводящей последний при передвиженіи полосъ изъ положенія рис. 658 въ положеніе рис. 659, заставляя такимъ образомъ якорь задевать за рычагъ кружка. Итакъ, достаточно надавить на кнопку, чтобы привести все упавшіе кружки въ нормальное положеніе. После надавливанія кнопки полосы съ цапфой передвигаются пружиной, такъ что упомянутые нижние рычаги отпускаются, и кружки получаютъ возможность падать вновь.

Несколько другое устройство представляютъ поляризованные нумерные указатели, изображеніе образца которыхъ представлено на рис. 660. Какъ видимъ, здесь вместо одного электромагнита на общемъ основаніи расположены два. Они притягиваютъ якорь, который представляетъ собою легкий подковообразный магнитъ. Обмотка одного изъ электромагнитовъ соединена съ вызывающей линіей; надо заботиться о томъ, чтобы вызывающее место пропускало токъ определеннаго направленія, а именно такого, при которомъ возбуждаемый электромагнитъ притягивать бы поляризованный якорь.

При этом соединенный с якорем кружок с номером передвигается из своего положения, как на рис. 660, в сторону и появляется позади своего окошечка. Если его надо привести опять в прежнее положение, то надавливанием на имеющуюся у указателя кнепку пропускают ток через другой электромагнит, который таким образом намагничивается и притягивает якорь в прежнее положение. Здесь упавшие кружки также приводятся в нормальное положение все одновременно, пропуская ток одной кнопкой через все левые электромагниты прибора.

Релэ. Для длинных звонковых линий, чтобы получить требуемую для действия звонков силу тока, приходится брать батарею соответственно большого напряжения, чего можно достичь последовательным соединением большого числа элементов. Но в некоторых случаях оказывается выгоднее применять релэ, с которым мы уже познакомились в его применении для телеграфии (рис. 568). Для звонков обыкновенно берут не такой деликатный и чувствительный прибор, как для телеграфии, — до-



вольствуются более простым приспособлением, рис. 661. Здесь электромагнит вводится в длинную линию и возбуждается током, идущим из места вызова; тогда он притягивает свой якорь и замы-

кает цепь установленной у звонка маленькой батареи; в эту цепь введен звонок, который таким образом приводится в действие от релэ. Замыкание цепи производит это релэ тем,

что прикрепленная к якорю контактная пружинка при притяжении якоря прилегает к контактному штифтику и

662. Звонок для рабочего тока.

тем производить замыкание цепи. Схема проводов будет приведена ниже. Иногда релэ помещают в самом звонке, что облегчает установку. Если расположить контактный штифик по другую сторону контактной пружинки, то при размыкании главной цепи происходит замыкание тока; такое устройство применяется, когда мы желаем работать по системе постоянного тока. При помощи простого изменения самого звонка можно обходиться без релэ и при установках постоянного тока, если имеются короткая линия.

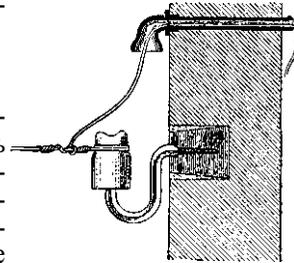
Звонок тогда устраивается таким образом, что при перерыве непрерывного тока, когда электромагнит отпускает якорь, звонок соединяется со второй местной батареей. Якорь тогда прилегает к контактному штифту, который соединен с одним из полюсов местной батареи; ток при этом проходит через электромагнит и возвращается в батарею. Это устройство легко можно понять по схеме на рис. 662.

Прокладка проводов. Относительно проводки линий домашняя телеграфия представляет самую нетребовательную отрасль электротехники, так как здесь приходится иметь дело только со слабыми токами, и линии по большей части проходят внутри зданий. Все-таки не следует думать, что здесь можно оставить всякую предусмотрительность и для вполне надежной прокладки достаточно только закрепить проволоку; такая небрежная

И прокладка очень скоро привела бы къ неприятнымъ последствиямъ. Во всякомъ случае въ сравненіи съ проводами для сильныхъ токовъ прокладка представляеть то преимущество, что нужно заботиться только о проводимости и изоляции; при многочисленности вводимыхъ въ цепь приборовъ приходится прокладывать большое число проволокъ, которыя надо старательно отличать одну отъ другой и соединять правильнымъ образомъ.

Первый пунктъ, какой представляется при этихъ проводкахъ, касается изоляции.

Слабые токи и низкое напряжение въ домашней телеграфии требуютъ не многого въ этомъ отношеніи, но это немного должно быть выполнено. Тамъ, где провода не подвергаются сырости, достаточно оплетенныхъ проволокъ, и удовлетворяеть цели самая тонкая оплетка, если она не портится. Но такъ какъ эта тонкая оболочка можетъ пострадать отъ механическихъ вліяній уже при самой прокладкѣ, *то рекомендуется брать провода съ более прочной оплеткой.



663. Вводъ провода.

Если приходится опасаться сырости, то простой оплетиш недостаточен; при незначительной сырости, какая бываетъ на стенахъ въ мало отапливаемыхъ помещенияхъ, пришиваютъ провода съ оплеткой, пропитанной воскомъ. Кроме защиты отъ сырости пропитывание воскомъ представляеть еще то преимущество, что оно скрепляетъ оплетку и темъ обезпечиваетъ некоторую механическую защиту.

При сильной сырости, на сырыхъ стенахъ пользуются часто проволоками съ гуттаперчевой оболочкой. Гуттаперча представляеть собою хороший изолирующій материалъ, но страдаетъ темъ недостаткомъ, что она разлагается въ сухомъ воздухе и крошится, такъ что линію, которая попеременно подвергается сырости и сухому воздуху, нельзя устраивать изъ гуттаперчевыхъ проводковъ.

Некоторую защиту для гуттаперчи доставляеть оплетка бумажной или асфальтированной пеньковой пряжей; провода такого рода применяются въ особено сырыхъ местахъ, въ подвалахъ и т. п.



В

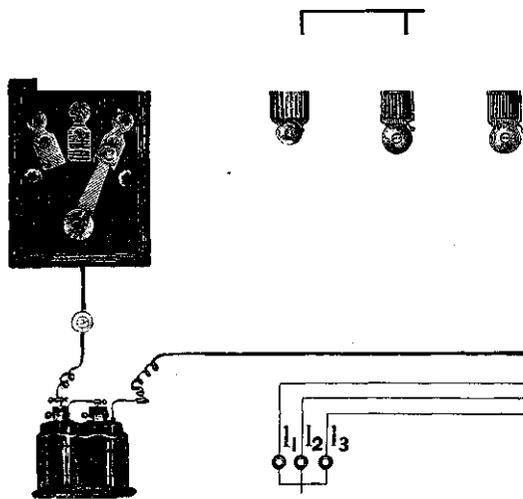
Въ домахъ часто желаютъ по возможно-сти скрыть отъ глазъ проволоку, и для этого, прокладывая ее около бордюра обоевъ, подбирають оплетку приблизительно одинаковаго съ бордюромъ цвета. Часто заделываютъ проволоки въ штукатурку стѣнь, и тогда она бываетъ совершенно скрыта отъ глазъ. Для этой цели въ сырой еще штукатурке делаютъ желобокъ, прокладываютъ въ нее, когда высохнетъ штукатурка, Броволоки (гуттаперчевая съ оплеткой) и замазываютъ ихъ штукатуркой. Но, если въ проложенныхъ такимъ образомъ проводахъ появится неисправность, придется отдирать обои и доставать провода изъ-подъ штукатурки, или же прокладывать еще другой Иководъ поверхъ обоевъ.

Часто прокладку проводовъ производять такимъ образомъ: по линіи провода вбиваютъ, чрезъ каждый метръ, гвозди съ полукруглыми головками и туго натянутую проволоку прокладываютъ, обвивая ее одинъ разъ около каждаго

664. Простейшее устройство звонковой цепи.

изъ гвоздей, вбитыхъ наполовяпу, а затемъ последние забиваютъ настолько, чтобы они крепко держали проволоку, не слишкомъ придавливая ее. Такъ какъ обвивать проволоку около гвоздей неудобно, то лучше пользоваться крючками, которые поддерживаютъ проволоку своимъ загнутымъ подъ прямымъ угломъ концомъ. Если приходится закреплять несколько проволокъ въ одинъ пучокъ, то применяютъ скобы, U-образно изогнутыя проволоки съ заостренными концами.

Если приходится делать ответвление, то главную проволоку въ месте ответвления освобождаютъ отъ изолирующей оболочки и обвиваютъ здесь обнаженный также конедь ответвляющейся проволоки, после чего соединение запаиваютъ и обнаженное место тщательно обвиваютъ резиновой материей, чтобы снабдить его изолирующей оболочкой. При этихъ соединенияхъ, какъ и при такихъ, где приходится соединять две проволоки въ одинъ проводъ, вместо спаивания применяютъ иногда обкладывание станиолемъ, который хорошо прилегаетъ



666.

ся

фарфоровая

665.
Вызовъ несколькихъ местъ изъ одного пункта при помощи коммутатора.

при помощи несколькихъ кнопокъ.

Ишизу раструбъ на конце вводной трубиш обезпечиваетъ для изолированного провода сухое пространство, такъ что токъ не можетъ переходить изъ голаго провода въ стену. Съ другямъ приспособлениемъ для ввода проводовъ, вводнымъ колоколомъ, мы познакомимся впоследствии, — оно употребляется въ телефонныхъ установкахъ.

Схемы устройства ЗВОНЕОВЫХЪ цепей. Такъ какъ мы не предполагаемъ дать читателю руководства для устройства ЗВОНЕОВЫХЪ цепей, то мы приведемъ здесь только краткий очеркъ различныхъ способовъ устройства цепей. Изъ множества возможныхъ и применяемыхъ способовъ соединений мы можемъ остановиться конечно только на самыхъ типичныхъ и общеупотребительныхъ.

Для разгруппирования способовъ соединения лучше всего взять за исходную точку цель ихъ устройства. Съ этой точки зрения мы разделимъ различные случаи прежде всего на две главныя группы; къ одной относятся те случаи, когда можетъ делать вызовы только одно место, а другия только вызываются; въ другой группе, наоборотъ, будутъ такие случаи, когда каждое место можетъ вызывать и вызываться.

И-И — II васть
достаточную электро-
проводность.

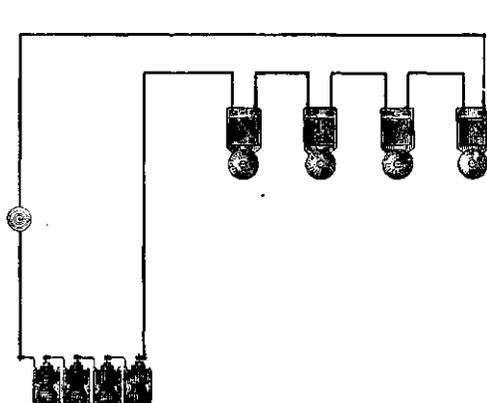
Воздушные провода для звонковъ не отличаются отъ проводовъ для телеграфии ИИ были описаны уже раньше. Здесь намъ надо только упомянуть, какъ делается переходъ отъ воздушнаго провода къ комнатному. Воздушный проводъ доводится до того места стены, где долженъ быть произведенъ переходъ, и надъ его конеч- нымъ пунктомъ располагает-

вводная трубка (рис. 663). Черезъ нее продевается комнатный проводъ и соединяется съ голымъ проводомъ. Обращен-

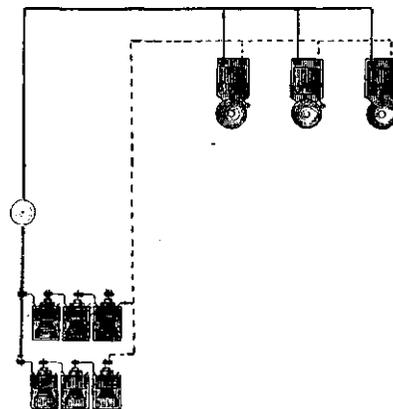
числу вызывающих и вызываемых мест и их комбинаций; тогда у нас будут следующие главнейшие случаи:

- 1) одно вызывающее и одно вызываемое место,
- 2) одно вызывающее и несколько вызываемых мест,
- 3) несколько вызывающих и одно вызываемое место,
- 4) несколько вызывающих и несколько вызываемых мест.

Съ первымъ случаемъ, самымъ простымъ и основнымъ, мы уже познакомились на рис. 631. Применяемое при этомъ устройство цепи мы приводимъ въ схематической форме на рис. 664. Ейа этомъ рисунке, какъ и на следующихъ, В обозначаетъ батарею, G — звонокъ, К — кнопку, I и L — провода. Когда Ишопка нажата, цепь замыкается, и звонокъ начинаетъ действовать. Отсюда очевидно, что батарею можно вводить въ какомъ угодно месте провода L, около кнопки или звонка или где-нибудь между ними.



667. Последовательное соединение нескольких звонковъ.



668. Параллельное соединение нескольких звонковъ.

Во второмъ случае надо различать, должно ли вызывающее место иметь возможность делать вызовъ въ каждое изъ вызываемыхъ местъ отдельно или во все одновременно. Первый изъ этихъ случаевъ является въ сущности развитиемъ нредыдущаго, если мы представимъ себе, что кнопка можетъ по нашему желанiю соединяться съ какой угодно изъ несколькихъ цепей. Но тогда для каждой цепи требовалась бы особая батарея, а этого желательно избежать, такъ какъ очевидно молшо пользоваться одной батареей для всехъ цепей. Поэтому мы поступаемъ такимъ образомъ: все цепи снабжаемъ отдельными проводами по одному направлению, но общимъ обратнымъ проводомъ, и въ последний вводимъ батарею. Для этой цели отъ каждаго изъ звонковъ идетъ по одному проводу къ коммутатору, который даетъ возможность соединять кнопку съ какимъ угодно изъ проводовъ (рис. 665). Другие борны звонковъ соединяются съ общимъ проводомъ, въ который введена батарея.

Вместо того, чтобы применять коммутаторъ, проще будетъ поставить кнопку для каждаго провода, что будетъ гораздо удобнее при небольшомъ числе линий. Тогда левая сторона рис. 665 будетъ устроена, какъ показано на рис. 666, где для каждаго изъ трехъ проводовъ имеется особая кнопка.

Для следующего случая, когда вызывающий пунктъ долженъ иметь возможность делать вызовы одновременно въ несколько местъ, необходимо только ввести въ проводъ несколько звонковъ, которые будутъ приводиться въ действие общимъ токомъ. Но здесь мы встречаемся съ небольшимъ

депи съ несколькими вызывающими и одним вызываемым местом. Этот случай часто повторяется на практике; достаточно указать на звонковые цепи в гостиницах, где из каждой комнаты можно звать звонком слугу. Здесь надо различать случаи, когда должен производиться только вызов, или же приходится вводить в цепь указатель. В первом случае цепь бывает гораздо проще, потому что приходится проложить только двойной сквозной провод в различны вызывающия места и соединить съ нимъ отдельные кнопки

кнопки короткими ответвлениями, как

показываетъ рис. 669. Другое дело, когда надо ввести в цепь указатель.

Бъ этомъ случае токъ, пропускаемый вь пунктъ, вызывающимъ идти вь указателю, принадлежащий этому пунктъ.

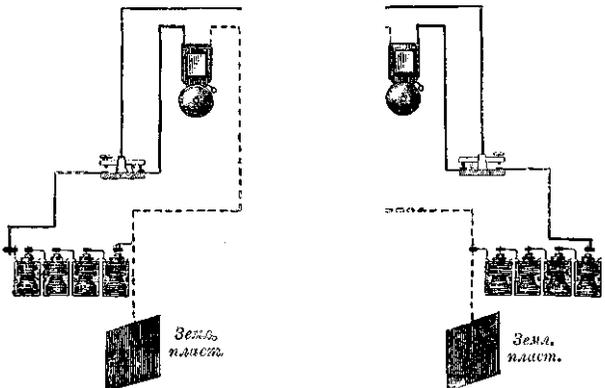


Этого достигаютъ соединениемъ на рис. 670. 671. Устройство цепи для взаимнаго вызова двухъ пунктовъ, показан

Если нажать здесь одну кнопку, то токъ изъ батареи пойдетъ по общему проводу L чрезъ Ишопку и затемъ по особому проводу I кнопки къ указателю; здесь онъ проходитъ по соответствующему электромагниту, заставляя упасть сигнальную пластинку и идетъ по общему проводу, который проходитъ чрезъ звонокъ къ батарее.

Четвертый случай, когда имеется несколько вызывающихъ и несколько вызываемыхъ пунктовъ, представляетъ особый интересъ тогда, когда каждый изъ вызывающихъ пунктовъ долженъ иметь возможность делать вызовъ какому угодно изъ вызываемыхъ местъ. Проще всего этого можно достигнуть, соединяя каждый вызывающий пунктъ съ каждымъ вызываемымъ особой линией.

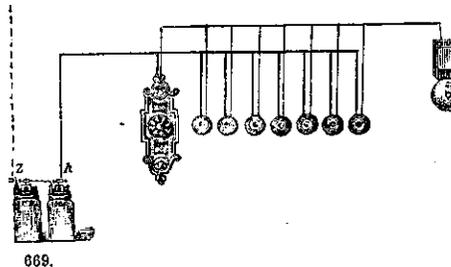
Но при большомъ числе ихъ нельзя делать непосредственныхъ вызововъ, а потому приходится применять другой способъ, который впрочемъ не вполне пригоденъ для простой домашней телеграфии; — онъ получилъ весьма широкое распространение на телефонныхъ центральныхъ станцияхъ. Отъ каждаго изъ соединяемыхъ пунктовъ ведутъ два провода на центральную стацию, которая по мере надобности соединяетъ каждый вызывающий пунктъ съ какимъ угодно другимъ пунктомъ и такимъ образомъ устанавливаетъ между двумя пунктами временное соединение наподобие показаннаго на рисунке 664.



672. Взаимный вызовъ двухъ пунктовъ при одномъ соединительномъ проводе.

Если каждый вызывающий пунктъ долженъ иметь возможность делать вызовъ всемъ вызываемымъ пунктамъ, то у насъ окажется соединеніе II и III случаевъ, которое не требуетъ никакаго поясненія.

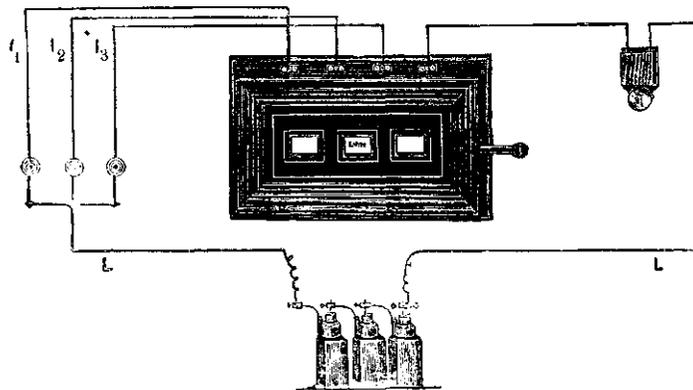
затрудниемъ, если желаемъ применять нашъ дребезжащій звонокъ съ самопрерываніемъ. Въ самомъ деле, если включимъ несколько такихъ звонковъ последовательно въ одну цепь, какъ показано на рис. 667, то они будутъ мешать одинъ другому, потому что, когда одинъ звонокъ, действуя, прерываетъ токъ, можетъ случиться, что въ этотъ моментъ другой или третій притягиваетъ свой молоточекъ, но вследствие перерыва тока этотъ звонокъ не можетъ произвести удара въ колокольчикъ и долженъ ждать, пока не замк-



Вызовъ одного мѣста изъ несколькихъ пунктовъ.

нется опять цепь. Такъ какъ звонки не могутъ двигаться совершенно синхронично, то каждый перерывъ тока въ одномъ нарушаетъ действие другихъ, а потому такое последовательное соединеніе дребезжащихъ звонковъ съ самопрерываніемъ не применяется.

Звонокъ съ автоматическимъ выключеніемъ (рис. 636) представляетъ изъ себя такой приборъ, въ которомъ токъ никогда не прерывается, а только пропускается попеременно по двумъ различнымъ путямъ. Такимъ образомъ эти звонки можно применять при последовательномъ соединеніи и для этой-то цели главнымъ образомъ и служатъ звонки такого рода. У насъ есть еще другое средство устроить последовательное соединеніе, а именно можно ввести въ цепь только одинъ звонокъ съ самопрерываніемъ, а остальные взять одноударные. Тогда дребезжащій звонокъ будетъ прерывать и замыкать токъ и темъ сообщать другимъ звонкамъ непрерывные импульсы тока, такъ что они будутъ ударять въ колокольчики при всякомъ замыканіи тока дребезжащимъ звонкомъ.



670. Устройство цепи при употребленіи нумерного указателя. до только ввести ихъ въ цепь не-

сколько иначе, а именно такимъ образомъ, чтобы каждый получалъ для своего действия изъ общаго тока отдельную долю, или, другими словами, надо ввести ихъ въ линию не последовательно, а параллельно. Тогда получимъ схему соединеній, рис. 668.

Надо заметить, что при последовательномъ соединеніи току приходится преодолѣвать сопротивление большее, чѣмъ при параллельномъ, а потому въ первомъ случаѣ необходимо брать батарею более высокаго напряжения, а во второмъ — батарею меньшаго внутренняго сопротивления и въ этомъ отношеніи надо руководствоваться тѣмъ, что было сказано на стр. 14—47.

Теперь перейдемъ къ третьему случаю нашей маленькой таблицы, къ

цепи съ несколькими вызывающими и одшгъ вызываемымъ местомъ. Этотъ случай часто повторяется на практике; достаточно указать на звонковыя цепи въ гостиницахъ, где изъ каждой комнаты можно звать звонокомъ слугу. Здесь надо различать случаи, когда долженъ производиться только вызовъ, или же приходится вводить въ цепь указатель. Въ первомъ случае цепь бываетъ гораздо проще, потому что приходится проложить только двойной сквозной проводъ въ различныя вызывающія места и соединить съ нимъ отдельныя кнопки

кнопки короткими ответвлениями,

показываетъ рис. 669.

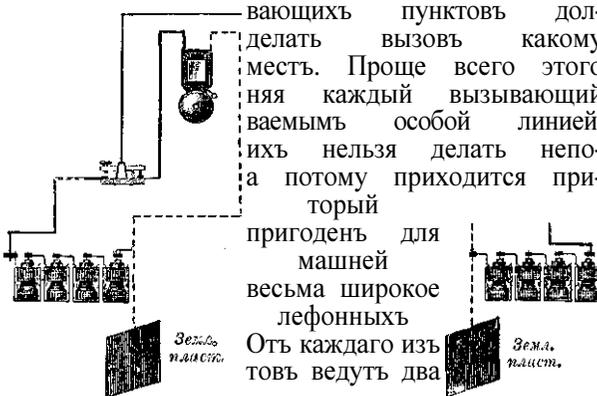
Другое дело, когда въ цепь пропускаемый вызывающимъ пунктомъ, долженъ идти указатель этому



пункту. Этого достигаютъ 671. Устройство цепи для взаимнаго вызова двухъ пунктовъ соединениемъ, показаннымъ на рис. 670.

Если нажать здесь одну кнопку, то токъ изъ батареи пойдетъ по общему проводу L чрезъ Ишопку и затемъ по особому проводу I кнопки къ указателю; здесь онъ проходитъ по соответствующему электромагниту, заставляя упасть сигнальную пластинку и идти по общему проводу, который проходитъ чрезъ звонокъ къ батарее.

Четвертый случай, когда имеется несколько вызывающихъ и несколько вызываемыхъ пунктовъ, представляетъ особый интересъ тогда, когда каждый изъ вызывающихъ пунктовъ долженъ иметь возможность изъ вызываемыхъ местъ. Проще всего этого можно достигнуть, соединяя каждый вызывающий пунктъ съ каждымъ вызываемымъ особой линией. Но при большомъ числе средственныхъ вызововъ, ихъ нельзя делать по-иному, а потому приходится приходить къ другому способу, который пригоденъ для машинъ телеграфной связи; — онъ получилъ весьма широкое распространение на центральныхъ станцияхъ соединяемыхъ пунктовъ.



провода на центральную 672. Взаимный вызовъ двухъ пунктовъ при одномъ соединительномъ проводе.

надобности соединяетъ каждый вызывающий пунктъ съ какимъ угодно другимъ пунктомъ и такимъ образомъ устанавливаетъ между двумя пунктами временное соединение наподобие показаннаго на рисунке 664.

Если каждый вызывающий пунктъ долженъ иметь возможность делать вызовъ всемъ вызываемымъ пунктамъ, то у насъ окажется соединение II и III случаевъ, которое не требуетъ никакого пояснения.

Намъ надо рассмотреть еще задачу, когда каждый пунктъ долженъ иметь возможность быть вызывающимъ и вызываемымъ. Достигнуть этого очень просто, располагая рядомъ две установки, устроенныя по рис. 664, чтобы кнопка одной установки и звонокъ другой находились въ одномъ пункте. Здесь не требуется много пояснений. Однако эту двойную установку можно несколько уииростить, если соединимъ два изъ четырехъ требуемыхъ проводовъ въ одинъ общий и заменимъ две батареи одной. Этому достигнемъ, устроивъ цепь, какъ показано на рис. 671. Здесь правая кнопка при нажатии действуетъ на левый звонокъ, а левая кнопка на правый звонокъ?.

При большихъ разстоянйяхъ такая цепь была бы невыгодной вследствие дороговизны лшгии; поэтому на каждомъ пункте ставить особую батарею и применять ключъ Морзе, назначение котораго было уже объяснено раньше. Этотъ ключъ соединяетъ главную линию или съ батареей или со звонкомъ, смотря по своему положению; когда онъ находится въ покое, линия поддерживается въ соединении со звонкомъ, такъ что этотъ ключъ, при надавливании на ключъ на другои станции, пропускаетъ токъ вызывающаго пункта къ звонку. Итакъ, каждая станция можетъ посылать токъ своей батареи на другую станцию и обратно, пока она сама не делаетъ вызовъ. Такое устройство депи, представленное на рис. 672, мы встретимъ еще въ телефонныхъ установкахъ.

Электрическая сигнализация для различных целей.

Железнодорожная сигнализация. Сигналы по линии. Дистанционные сигналы. Сигналы для указания свободного пути. Контрольные аппараты скорости движения поездов. Пожарная сигнализация. Электрические часы. Механизмы электрических часов. Электрические передатчики времени. Электрическая регулировка часов. Оптические сигналы. Хронографы.



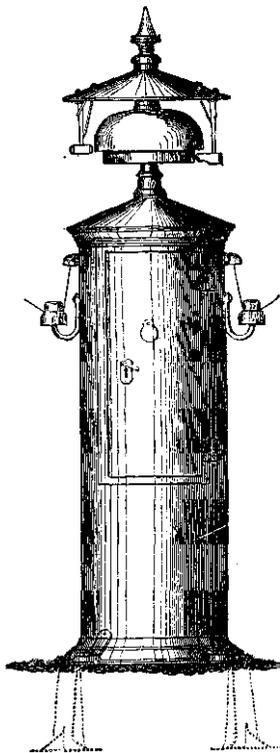
Железнодорожная телеграфия.

Электрический ток оказался весьма полезным агентом для безопасного ведения железнодорожной службы. Прежде всего для сообщения станций между собою и для сообщения важных пунктов одной станции с кабинетом начальника службы служат телеграфные аппараты, которые дают возможность передавать словесно известия. Для этого пользуются пипиущим аппаратом Морзе (в России и Германии), стрелочными телеграфами (в Англии) или клопферожь (в Америке). Эта часть железнодорожной телеграфии не отличается существенно от описанной выше общественной телеграфии, за исключением некоторых детальны́х различий, обуславливаемых особыми требованиями железнодорожной службы; впрочем на этомъ мы не будем останавливаться, такъ какъ эти подробности не входятъ въ программу этого сочинения. Для насъ представляютъ интересъ приспособления другого рода, а именно электрическая железнодорожная сигнализация, которая служитъ для передачи ымногихъ, но очень важныхъ известий въ отдельные пункты при помощи простыхъ видимыхъ или слышимыхъ сигналовъ. Кроме этихъ весьма распространенныхъ приспособлений, которыя сделались необходимыми для безопасности действия, намъ надо рассмотреть еще такія электрическия приспособления, которыя применяются для действия стрелокъ. Наконецъ намъ остается описать еще некоторыя контрольныя приспособления, при которыхъ въ центральномъ пункте делается известнымъ движение иездовъ ИИю линии.

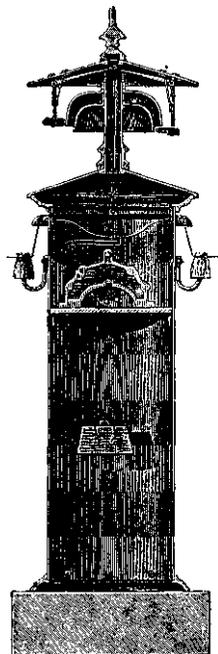
Электрический токъ приобрелъ огромное значение въ железнодорожной службе. Относительно этого достаточно только сказать, что теперь мы путешествуемъ по железнымъ дорогамъ гораздо безопаснее, чемъ прежде на почтовыхъ, и этимъ мы обязаны въ значительной степени оберегательной службе электрическаго тока.

Сигналы по линии. Какъ известно, на железныхъ дорогахъ имеются сторожа, которые наблюдаютъ каждый за своимъ участкомъ дороги, забо-

тятся о его безопасности, открывают и закрывают переезды. Эти сторожа несут одну из важнейших обязанностей по линии, давая сигналы идущим поездам; для этого служат сигнальные приборы или, проще, сигналы по линии, для которых устраивают кроме сигнальных мачт, сигнальные колокола. Для последних применяется электрический ток, который пропускается станцией и приводит в действие стоящие на будках сторожей колокола. Последние отличаются от звонков, применяемых в домашней телеграфии, тем, что здесь ток не поднимает молоточек и не сообщает ему силу для удара, — эта работа производится поднятым грузом, а току приходится только давать толчок этой работе, т.-е. освобо-



673. Железнодорожный сигнальный аппарат; внешний вид.



674. Железнодорожный сигнальный аппарат; внутреннее устройство.

ждать и дать ему возможность приводиться в движение, задерживаемый грузом, причём зубчатых колёсь, и при ея посредстве молоток производит удары в колоколь. Могут спросить, почему ток не действует непосредственно на молоток. Главная причина этого заключается в том, что для нескольких колоколов, которые находятся между двумя станциями, потребовалась бы значительная электрическая работа, и для этого нельзя было бы пользоваться обычными генераторами тока. Конечно теперь можно было бы найти средство для приведения в действие непосредственно током большого числа последовательно соединённых колоколов, но приспособления для производства такого тока еще недостаточно прочны,

чтобы ими можно было пользоваться для станционной службы.

Поэтому предпочитают поручать сторожам поднимать грузы, приводящие в действие колокола, и таким образом движущей силой служить мускульная сила сторожей, а ток только пускает в ход механизмы.

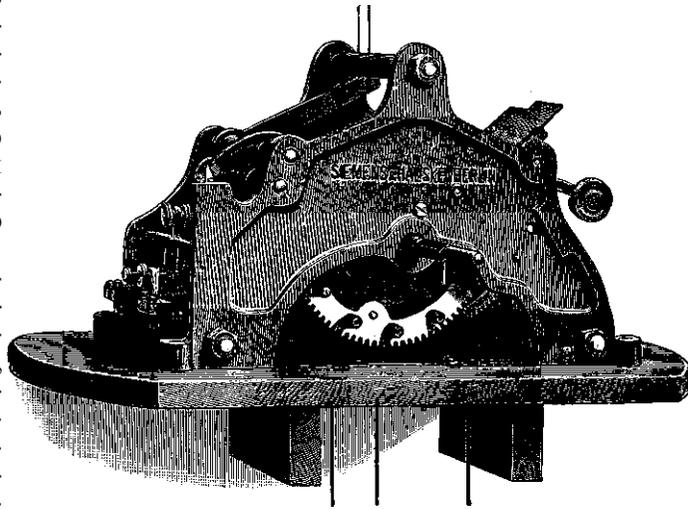
Из различных форм сигнальных колоколов мы приведем здесь устройство, принятое фирмой Сименса и Гальске (рис. "673, 674, 675). На каменном фундаменте или на чугунной плите становится цилиндрическое сооружение из листового железа, в котором помещается механизм и сверху которого на крыше ставится колоколь. Внутри на двух третях высоты ставится часовой механизм, который приводится в действие грузом; он поднимает при помощи проволоки молоток и ударяет им в колоколь. Дверца в стенке дает доступ во внутрь, а в середине дверцы имеется задвижка, которая прикрывает отверстие, служащее для вставления рукоятки для подъема груза. Сбоку расположены изоляторы, к

которым прикрепляются концы обоих проводов, идущих отсюда через фарфоровые втулки внутрь къ электромагнитамъ.

Дистанционные сигналы представляют собою приспособления, служащая для доставления безопасности данному пункту и устанавливаемая на определенномъ разстоянии отъ него, чтобы заблаговременно давать сигналъ Июходящему поезду. Такихъ сигналовъ бываетъ по большей части только два: „стой" и „путь свободенъ".

Самый сигналъ состоитъ изъ диска, который поворачивается къ подходушему поезду той или другой стороной или своей кромкой, подавая сигналъ своимъ положениемъ, или изъ крыла, положение котораго означаетъ сигналъ. Въ ночное время сигналомъ служитъ светъ фонаря, который при посредстве надвигаемыхъ передъ нимъ стеклянныхъ дисковъ, делается краснымъ, зеленымъ или белымъ; движение стекляннаго диска соединяется съ движениемъ сигнальнаго диска или рычага. Прежде эти сигналы подавалъ сторожъ, тогда какъ теперь электрические дистанционные сигналы даютъ возможность подавать ихъ изъ отдаленнаго пункта, со станции или отъ центральнаго сторожеваго пункта.

Сигналы представляются по большей части часовымъ механизмомъ, который приводится въ движение грузомъ, а электрическому току приходится только отstopоривать этотъ



ча- 675. Механизмъ железнодорожнаго сигнальнаго аппарата.

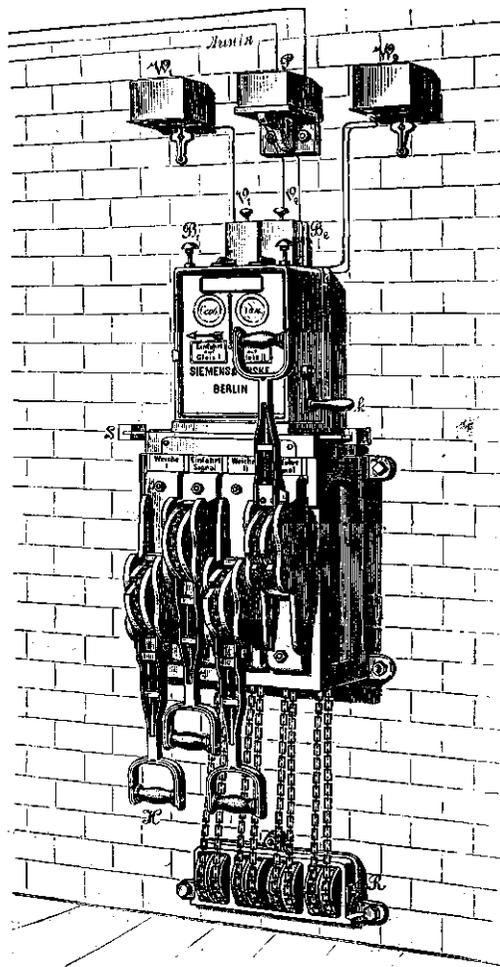
своей механизмъ и соединять его съ приводомъ къ сигналу такимъ образомъ, чтобы последний занялъ требуемое положение. Это можетъ быть достигнуто различными способами, и соответственно этому строятся сигналы различнаго устройства.

Мы не можемъ входить здѣсь въ подробное описание этихъ приборовъ, такъ какъ это чисто механическия приспособления, въ которыхъ электрическая часть ограничивается притяжениемъ якоря электромагнитомъ.

Сигналы для указанія свободнаго пути имеютъ целью предохранять поезда на пути, преграждая входъ поезда на участокъ пути, где находится другой поездъ. По большей части весь путь разделяется на несколько частей, каждая изъ которыхъ защищается сигналами, поставленными на концахъ, такъ что Июздь не можетъ вступить на новый участокъ до техъ поръ, пока не получитъ на это разрешеице сигналомъ. Эти сигналы переставляются электрически или сторожемъ въ-ручную, по получении известия отъ своего соседа. Въ последнемъ случае применяются простыя телеграфныя приспособления, при помощи которыхъ сообщаются между собой сторожа.

Наибольшее распространение получили телеграфныя приспособления Спемьса и Гальске, Ишторья не только передаютъ сторожу известие, чтобы онъ переставилъ сигналъ, но вместе съ темъ отstopориваютъ приводъ для сигнала, который до того оставался заstopореннымъ.

У этого аппарата имеется два окошечка, в которых являлся белый или красный диск, смотря по тому, должен ли сторож дать пропускной или задерживающий сигнал. Каждое из окошечек служит для одного из двух направлений поездов. Когда поезд вступит на участок, сторож при посредстве своего прибора заставляет скрыться красный диск в аппарате сторожа лежащего тызади участка и темь сообщает, что промежуточный участок свободен. Одновременно съ атимь онь ставить въ



076. Блокировочный аппарат.

своёмь аггларате красный диск позади соответствующаго окошечка, и этотъ дискъ, разь онь явился, можетъ быть убранный только сторожемь лежащаго впереди участка, который производить эту перестановку только тогда, когда пройдетъ мимо него поездъ. Итакъ освобождение одного участка обусловливаетъ запираение, блокирование следущаго участка; при этомь два идущихъ одинъ за другимь поезда не могутъ оказаться на одномь и томь же участке и остаются все время на безопасномь разстоянии одинъ отъ другого.

Аппаратъ Сименса и Гальске (рис. 676) состоитъ изъ железной коробки, въ которой помещается передатчикъ и приемникъ вместе съ лебедкой для переставления сигналовъ. Генераторомъ тока служитъ магнитный индукторъ, который приводится въ действие рукояткой, находящейся сбоку коробки. Спереди находятся два круглыхъ отверстия, закрытыхъ стекломь; въ нихъ появляются красные и белые сигнальные диски для того и другого направления пути. Сверху на коробке имеются две кнопки, которые служатъ для пропуска освобождающихъ токовъ, а двумя находящимися между ключами кнопками замыкають токъ для действия коло-

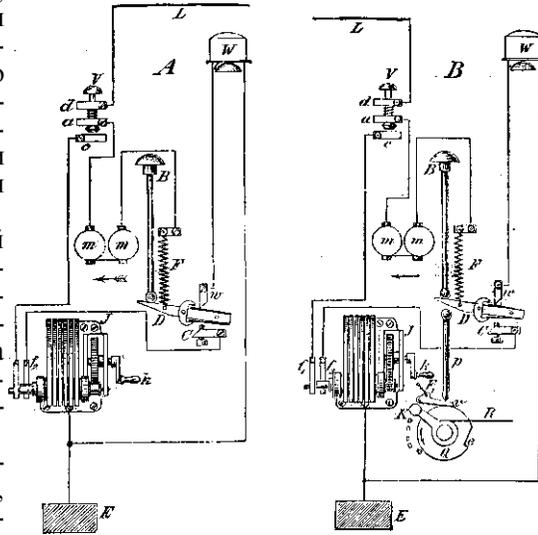
коловъ. Первыми пропускають

переменный токъ, который заставляетъ скрыться въ окошке красный дискъ, заменяющийся белымъ, а при надавливании ключей пропускается постоянный токъ, который приводитъ въ действие электрический колоколь. Для этой дели магнитный индукторъ снабжается простымъ приспособлениемъ, которое можно было бы назвать полукоммутаторомь; а именно на конце оси магнитнаго индуктора надето коллекторное кольцо, отъ котораго половина отрезана. Вследствие этого здесь токи якоря собираются только въ течение половины оборота, и эта половина совпадаетъ съ импульсомъ тока одного направления, тогда какъ при следущемь импульсе обратнаго направления ЕОН-тактная пружина оказывается не прилегающей къ кольцу и тока не беретъ.

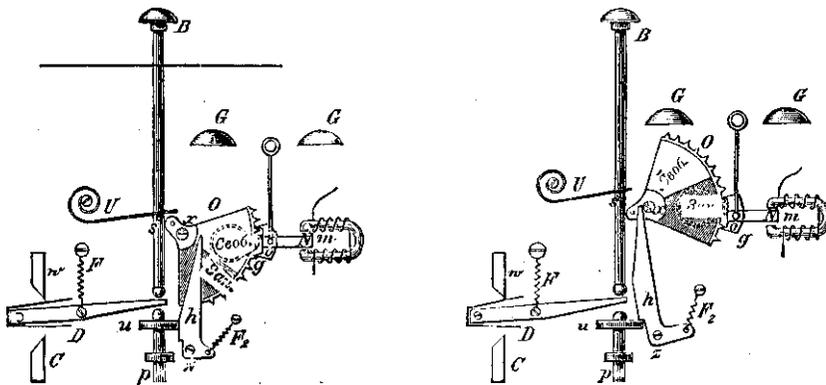
Около этого полукольца находится полное кольцо, которое соединяется с тем же концом обмотки якоря и остается в сообщении со своей контактной пружинкой в течение всего оборота. Итак из этой пружинки выходят переменные токи, и, соединивши Иироводъ съ той или другой пружинкой, можно пропускать въ него импульсы тока или постояннаго или переменнаго направления. Другой конец обмотки якоря находится въ соединении съ землей через валъ якоря.

Давлениемъ на стопорный ключъ *B* (рис. 677 и 678) проводъ *L* соединяется съ пружиной переменнаго тока, между темъ какъ ключъ колокола *V* приводитъ проводъ въ контактъ съ пружиной постояннаго тока.

Сторожъ, когда онъ желаетъ подать сигналъ назадъ, нажимаетъ сначала ключъ колокола и вращаетъ свой индукторъ. Онъ звонитъ на отделенный постъ и обращаетъ ВНИМАНИЕ НАХОДЯЩАГОСЯ тамъ сторожа. Затемъ первый сторожъ нажимаетъ на блокировочный ключъ и темъ пропускаетъ въ линию переменный токъ. Посмотримъ теперь, что происходитъ въ дремномъ посту. Здесь въ окошечке аппарата виденъ красный дискъ, который былъ поставленъ сторожемъ при освобождении Юста, лежащаго позади. Приходить переменный токъ к электромагниту двигается вверхъ и внизъ Июльаризован-



е ? и 678. Механизм блокировочнаго аппарата.



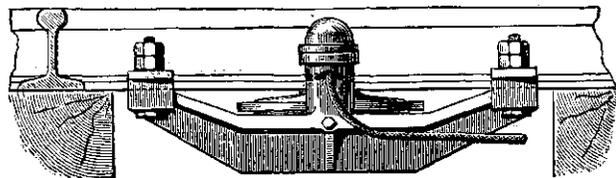
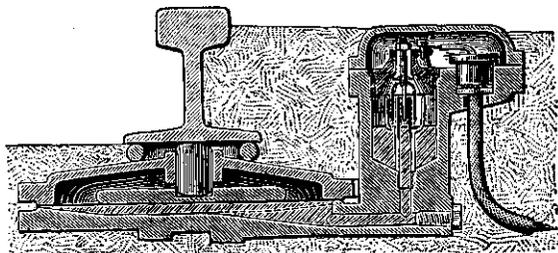
679 Механизм блокировочнаго аппарата.

ный якорь. Вследствие движения соединеннаго съ якоремъ двузубца опускается задвижная зубчатка *o*, и вместо краснаго диска появляется белый. На посылающемъ посту при подаче сигнала въ окне бываетъ виденъ белый дискъ. Но при надавливании блокаваго ключа опускается конецъ пружины *U*, который удерживался до сего времени сидящимъ на ключе штифтомъ *S*, а палецъ крыла и старается такимъ образомъ поднять дискъ

вверх. Но такъ какъ вследствие переменныхъ токовъ и собачка на посылающемъ посту приходитъ въ движение, то крыло поднимается вверхъ, и когда на получающемъ посту появляется за окошкомъ белый дискъ, на посылающемъ устанавливается красный.

Одновременно съ нажатиемъ блокаваго ключа на посылающемъ посту и поднятиемъ диска, и рычагъ *h*, удерживающий штангу \wedge з, улавливается въ его тормозящемъ положеніи, и вместе съ темъ устанавливается штанга *p*. Последняя въ свою очередь тормозитъ подъемный механизмъ сигнальнаго крыла и такимъ образомъ после подачи отсепаривающаго сигнала оно можетъ быть ириведено въ движение не ранее, чемъ изъ слѣдующаго поста придетъ отсепаривающій токъ, который одновременно съ опусканіемъ крыла освобождаетъ и рычагъ *h*.

Контрольные аппараты скорости движенія поездовъ. Представимъ себе, что вдоль пути расположены на равныхъ разстояніяхъ ключи, которые



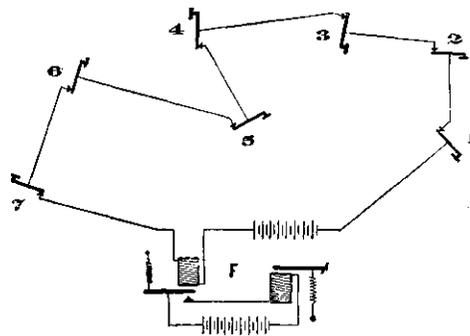
680 и 681. Рельсовый контактъ Сименса и Гальске.

нажимаются проходящими поездами; такими приспособленіями можно заставить установленный на станции аппаратъ Морзе писать точки. Если бумажная лента аппарата Морзе движется равномерно съ известной скоростью, то намечаемая на ней точки своимъ разстояніемъ другъ отъ друга покажутъ, въ какое время поездъ проходитъ различные ключи и сколько времени онъ употребляетъ на переходъ отъ одного до другого.

Для устройства такихъ контрольных приспособленій надо брать надлежащіе ключи. Здесь нельзя пользоваться такими деликатными приборами, съ какими мы познакомились раньше, такъ какъ ихъ будетъ приводить въ действие быстро катящийся по рельсамъ поездъ, надавливая своимъ огромнымъ весомъ. После многочисленныхъ попытокъ пришли къ тому, чтобы не пользоваться непосредственно давленіемъ, какое производитъ весь поездъ, а пригибомъ рельсовъ, происходящимъ при прохожденіи поезда. Величина этого прогиба сама по себе незначительна, а потому для надежнаго контакта приходится соответственно, увеличивать его. Проще всего этого можно достигнуть при помощи неравноплечаго рычага, ыа более короткое плечо котораго действуетъ движеніе рельса.

Вместо рычажной передачи Сименсъ и Гальске употребляютъ гидравлическую съ ртутью. Въ ихъ аппарате подъ рельсомъ располагается плоскій круглый чугунный сосудъ (рис. 680 и 681), въ крышу котораго вставлена стальная пробка. Она приходится подъ основаніемъ рельса и вдавливается въ крыдиу прогибомъ послѣдняго; чтобы не попадала внутрь песокъ и пр., около пробки кладутъ сверху резиновое кольцо. Своимъ нижнимъ концомъ пробка упирается въ прокладку, которая въ свою очередь лежитъ на стальной диафрагме. Последняя закрываетъ нижнее тарелкообразное пространство сосуда, которое наполнено ртутью и соединяется трубкой съ горшкомъ. При надавливаніи на диафрагму ртуть гонится вверху п

поднимается по соединительной трубке; последняя закрыта стеклянной крышкой, через которую проходит вверх стальной зубец, изолированный и соединенный с проводом. Поднимающаяся ртуть приходит в соприкосновение с нямь и устанавливает контакт, так как ртуть находится в соединении с землей через чугунный сосуд. Верхнюю часть соединительной трубки окружает стакан, в который стекает выливающаяся из трубки ртуть; в этом стакане находятся два из трех зубцов, а третий находится в самой трубке, и таким образом первый приходит в соприкосновение с поднимающейся ртутью. Затем при посредстве вытекающей ртути приходят в соединение с землей и два других зубца. Когда колесо прокатится по рельсу и давление прекратится, ртуть в трубке падает обратно, и соединение со средним зубцом прекращается, но собравшаяся в стакане ртуть поддерживает еще соединение с землей, а потому прохождение отмечается не группой ОТДЕЛЬНЫХ ТОЧЕК, а ДЛИННОЙ чертой. После прохождения поезда вследствие движения вверх стальной диафрагмы ртуть вытягивается из стакана по узкому каналу обратно в нижнее пространство прибора.

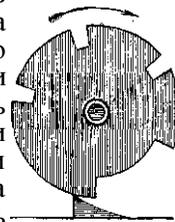


682. Соединение пожарных сигналов.

Поперечные сечения ртутной тарелкообразной камеры и соединительной трубки относятся между собой, как 600 к 1, так что небольшой прогиб рельса производит значительный подъем столбика ртути.

Пожарная сигнализация.

Цель пожарной сигнализации — сообщать возможно быстро о случающихся пожарах. Электрические приспособления могут здесь оказать важные услуги для быстрого уведомления центрального пожарного поста. Для этой цели в различных пунктах города устраивают вызывающие станции, откуда можно подавать сигналы на центральный пост. Сначала пользовались для этого обыкновенными телеграфными аппаратами, стрелочными телеграфами, которые устанавливались в полнейших участках или других подобных местах. Впоследствии перешли к другой системе, при которой сигнал о пожаре могла подавать сама публика, причем

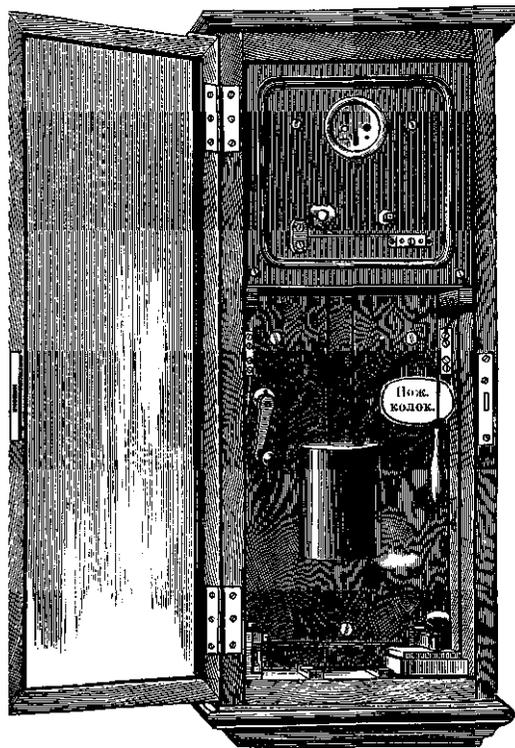


в приёжном пункте имели возможность узнавать, откуда был подан сигнал. Аппарат для такой сигнализации естественно надо было устроить так, чтобы действовать им было просто. Отсюда появились автоматические пожарные телеграфы, применяемые в больших городах.

Чтобы пояснить, как действуют эти пожарные сигналы, представим себе, что несколько сигнальных пунктов 1—1 (рис. 682) соединены между собою и с пожарным постом F круговым проводом. Линия на каждом сигнальном пункте замыкнута через ключ, причем по линии циркулирует ток, доставляемый батареей центрального пункта. Если нажать на ключ в каком-нибудь пункте, цепь тока прервется, и этот перерыв обнаружится

въ центральномъ пунктѣ въ видѣ сигнала, какъ уже мы видели раньше, когда шла речь о введеніи въ цепь несколькихъ станцій по системе непрерывнаго тока.

Несведущій могъ бы надавать ключъ, не произведя определеннаго сигнала на центральномъ пунктѣ. Чтобы этого не было, ключу пожарнаго сигнала прждають особую форму. На ось, вращаемую часовымъ механизмомъ, наложено маленькое латунное колесо съ соответствующими вырезками, къ кромке котораго прикасается контактное лезвие пружинки (рис. 683). Колесо и пружинка изолированы другъ отъ друга за исключеніемъ места соприкосновения, причеь колесо соединяется съ однимъ, а пружинка съ другимъ изъ двухъ проводовъ, идущихъ къ центральному пунктѣ. При вращеніи



684. Пожарный сигнал Сименса и Гальске.

колеса въ техъ местахъ, где его кромка вырезана, соприкосновение между нимъ и контактной пружинкой прекращается и затемъ опять устанавливается, когда къ лезвию пружинки подойдет не вырезанная часть окружности кружка. Каждый перерывъ цепи производить знакъ въ пишущемъ аппарате пожарнаго поста, а такъ какъ вырезки у колесъ устраиваются различныя на отдельныхъ вызывающихъ пунктахъ, то послѣдніе производятъ различныя знаки, по которымъ можно узнать, изъ какого пункта идетъ сигналъ.

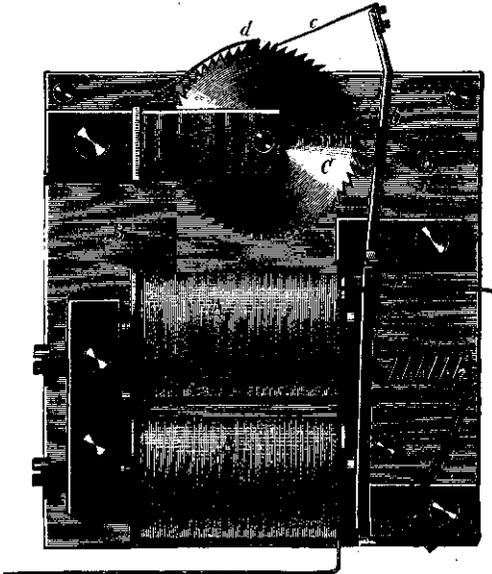
Остается снабдить каждый аппаратъ спусковымъ приспособленіемъ, которымъ можно было бы приводить въ действие часовой механизмъ, производящій после этого описаннымъ способомъ свой телеграфный знакъ. Это спусковое приспособленіе можно скомбинировать очень просто изъ выдвигнаго контакта, кнопки и т. п.; все это обезаечиваетъ достаточную простоту действия.

На рис. 684 изображенъ основанный на этомъ принципѣ аппаратъ Сименса и Гальске. Въ верхней части шкапчика, запертаго крышкою со стекляннѣмъ окошечкомъ, установленъ часовой механизмъ, который приводится въ действие гирей. Сбоку, около груза, видна рукоятка для дерганія, которою пускають въ действие часовой механизмъ для подачи сигнала. Когда дернуть за рукоятку, начинаетъ вращаться контактное колесико, которое видно на стенке, прикрывающей часовой механизмъ, и совместно съ находящейся подъ нимъ пружинкой производятъ соответствующіе перерывы тока. Когда колесико сделаетъ несколько оборотовъ, часовой механизмъ застопоривается автоматическимъ приспособленіемъ, и затемъ аппаратъ опять готовъ для подачи новаго сигнала. На дне аппарата находится ключъ Морзе, который даетъ возможность знакомому съ телеграфированіемъ пожарному часовому посылать на центральный постъ какую угодно депешу, такъ что

сигнальнымъ пунктомъ можно пользоваться вместе съ темъ, какъ телеграфной станцией отправления.

Чтобы предохранить аппаратъ отъ злонамеренной порчи, дверца шкапика остается запертой, а для пользования аппаратомъ разбиваютъ стекло въ дверце; при этомъ предполагается, что простая злонамеренность не можетъ идти такъ далеко, хотя бы въ виду того, что разбить стекло нельзя безъ шума. Все-таки самой лучшей защитой такихъ аппаратовъ остается здравый смыслъ публики, и въ Америке на это надеются столь сильно, что въ некоторыхъ случаяхъ применяютъ простыя кношш, располагаемая въ открытыхъ коробкахъ. Это, конечно, дешевле и проще, но при этомъ приходится рассчитывать на добросовестность публики, что не везде возможно. Поэтому при такихъ легко доступныхъ сигнальныхъ аппаратахъ встречается следующее приспособление: коробки бывають закрыты крышкой, и, какъ только откроютъ последнюю, начинаютъ действовать звонокъ. Это обращаетъ внимание проходящихъ, которые знаютъ значение прибора.

Для небольшихъ установокъ аппаратъ упрощается въ томъ отношении, что сигнальное колесико вращается въ-ручную за рукоятку; но при этомъ воспроизведение знаковъ зависитъ отъ большей или меньшей скорости вращения, а также отъ



635. Часы Сименса и Гальске.

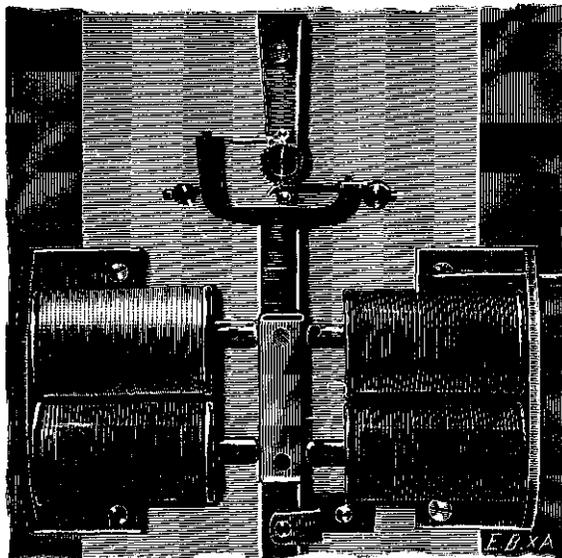
его равномерности, такъ что могутъ возникнуть недоразумения, темъ более, что сигнализирующийъ по большей части бываетъ въ беспокойномъ состоянии, при которошъ онъ вращаетъ рукоятку не съ назначенной скоростью.

Электрические часы.

При устройстве электрическихъ часовъ можно иметь въ виду три задачи: 1) непрерывно показывать верное время на разстоянии, 2) отмечать определенныи моментъ времени, чтобы можно было исправлять часы, или наконецъ 3) влиять на часы въ определенные моменты такимъ образомъ, чтобы исправлять ихъ неверный ходъ. Для этихъ трехъ задачъ применяются различныя системы; здесь мы опишемъ вкратце только самыя главныя изъ нихъ.

Механизмъ электрическихъ часовъ.* Если надо непрерывно сообщать время вдаль, то при настоящемъ состоянии электротехники этого можно достигнуть лишь передвижениемъ системы стрелокъ при помощи импульсовъ тока, пропускаемыхъ каждую секунду, минуту или другой промежутокъ времени, на уголь, соответствующий взятому промежутку времени, такъ что, если стрелки показывали при начале движения верное время, и импульсы тока пропускаются чрезъ правильные промежутки времени, стрелки будутъ подвигаться впередъ соответственно течению времени. Для пропускания импульсовъ тока должны служить часы съ вернымъ ходомъ.

Легко понять, что одни и те же посылающие ток часы могут приводить в действие целый ряд электрических часов, и в этом заключается существенное преимущество последних: требуются только одни верно-идулице часы, и для указания верного времени одновременно во многих пунктах приходится ставить в последних электрические часы простого устройства.

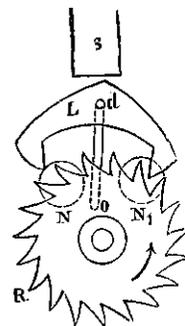


686. Часы Тиде для трех проводов.

Сначала размотришь такие электрические часы, которые походят по устройству на стрелочные телеграфы. В последних мы видели, как следующие один за другим импульсы тока двигают стрелку по циферблату от буквы к букве. Представим теперь себе, что вместо букв поставлено 60 минутных черточек и что ось стрелки соединяется при посредстве определенной системы зубчатых колес еще с осью часовой стрелки; в этом и заключается принцип электрических часов, которые получили уже широкое распространение.

В стрелочных телеграфах якорь притягивается электромагнитом и это дви-

жение передается колесу, которое поворачивается при этом на один зубец. Такое же устройство мы находим в прежних электрических часах, наиболее простым образом которых являются часы Сименса и Гальске (рис. 685). В них электромагнит притягивает одноплечий рычаг, который по прекращении притяжения оттягивается в прежнее положение пружиной. Рычаг снабжен стерженьком, который при притяжении рычага подвигает храповое колесо на один зубец вперед. Чтобы это движение не перешло за ширину одного зубца, на рычаге насажен под стерженьком еще штифик, который при движении вперед рычага задевает за храповое колесо, как только последнее повернется на один зубец, и удерживает его в этом положении. Мы не будем описывать, как храповое колесо соединяется с минутной и часовой стрелками, так как эта часть механизма тождественна с соответствующими частями обыкновенных часов. Итак, импульсы тока, следующие один за другим через правильные промежутки времени, поворачивают храповое колесо и стрелки соответственно течению времени, и, следовательно, электрические часы идут синхронно с главными часами.



687. Часы переменного тока Штёпера.

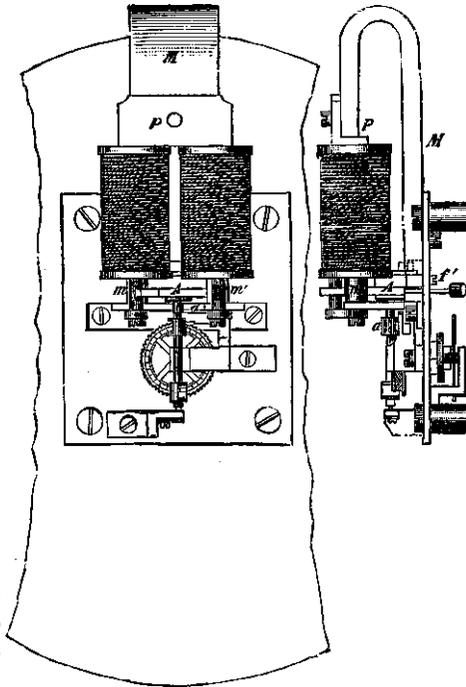
• Довольно хорошо устроены часы Тиде в Верлине, которыми пользуются в берлинской обсерватории для передачи времени от главных астрономических часов. Механизм для передачи движения якоря храповому колесу здесь тождествен с той передачей, с какой мы познакомились в магнито-индукционном телеграфе Сименса и Гальске; — таким телегра-

фомъ можно прямо пользоваться для передачи времени, если пользоваться переменнымъ токомъ, какъ это мы увидимъ далыне. Однако Тиде вместо переменнаго тока беретъ переменный магнитъ, т.-е. ставитъ по электромагниту (рис. 686) съ каждой стороны рычага и пропускаетъ въ нихъ попеременно импульсы тока, такъ что электромагниты двигаютъ рычагъ въ ту и другую сторону, а последний, въ свою очередь, поворачиваетъ храповое колесо. Конечно приходится устраивать две цепи и пропускать импульсы тока попеременно въ ту и другую. Для этихъ двухъ цепей употребляютъ два отдельныхъ прямыхъ провода и общий обратный; для большихъ установокъ это неудобно, но при маленькихъ установкахъ небольшой перерасходъ въ проволоке не представляетъ значенія, и тогда можно рекомендовать систему Тиде, представляющую одинаковыя преимущества съ часами переменнаго тока, но имеющую еще то преимущество передъ ними, что у нея проще замыкание цепи, съ которымъ мы сейчасъ познакомимся.

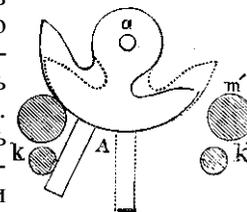
Въ часахъ, которые работаютъ импульсами тока одного направления, вследствие несовершенства контакта при замыкании ПОСЛЕДНЯГО МОГУТЪ ПРОИЗОЙТИ ДВА толчка вместо одного, и стрелка

передвинется на два интервала, тогда какъ она должна была бы подвднуться только на одинъ. Этотъ недостатокъ устраненъ въ часахъ Тиде, потчшу что, когда одинъ магнитъ притягиваетъ якорь два раза или большее число разъ последовательно, эти многократные импульсы тока произведутъ все-таки только одно движение якоря, который притягивается къ соответствующему магниту при первомъ импульсе, а при последующихъ остается въ этомъ положенни. Намагничивание перваго электромагнита можетъ произвести новое движение якоря только после того, какъ импульсъ тока попадетъ въ другой магнитъ и притянетъ якорь въ другую сторону. При длинныхъ воздушныхъ проводахъ можетъ случиться, что якорь придетъ въ движение отъ попадающаго въ линию атмосфернаго электричества, и отъ этого онъ уйдетъ впередъ въ своемъ ходе на одно

689. Поляризованный якорь часовъ Гиппа.
и несколько положенни. И этотъ недостатокъ устраненъ въ системе Тиде съ переменнымъ магнитомъ, потому что попадающее въ линию атмосферное электричество или не передвинетъ якорь, такъ какъ онъ находится уже у возбуждаемаго имъ электромагнита, или передвинетъ его. Въ последнемъ случае воздушное электричество ускоритъ движение якоря, но когда придетъ следующий импульсъ тока, онъ найдетъ уже якорь притянутымъ электромагнитомъ и следовательно не изменитъ положения стрелки, которое опять окажется правильнымъ.



ess. Электрические часы Гиппа.



689. Поляризованный якорь часовъ Гиппа.

Те же преимущества можно достигнуть с двумя проводами при использовании переменного тока. Это сообразил еще И. П. Гейдгейль, которому в 1893 г. пришло в голову устроить электрические часы. Первый практически применил переменный ток для действия электрических часов Штерер, который придать своим часам устройство, изображенное на рис. 687. Стальной полосовой магнит S намагничивает поворотный якорь

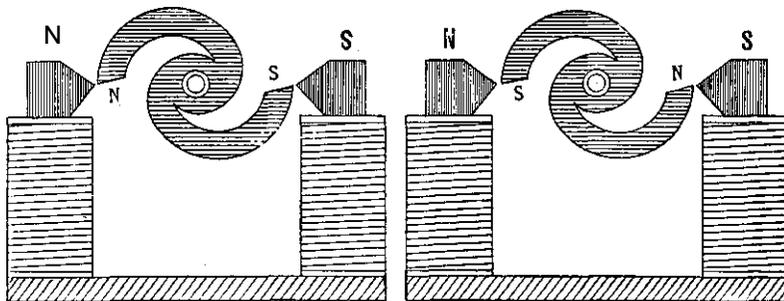


рис. 687. Непрерывное вращение симметрического якоря под влиянием переменного тока.

0 из мягкого железа, так что у последнего на свободном конце получается такой же полюс, как и у намагничивающего конца S. Этот якорь качается между полюсами NN' двух электромагнитов. Если напр. N' — одинаковый полюс с S, то N — противоположный, и якорь придет в положение, указанное на рисунке. При перемене направлений тока в электромагнитах меняется их полярность,* и якорь переходит в противоположное положение. При таком качании якоря приходит в движение соединенный с ним двузубец, который поворачивает храповое колесо на один зубец.

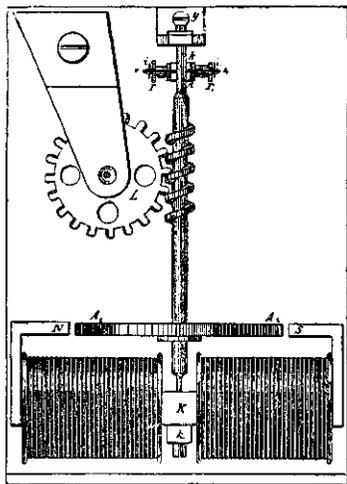
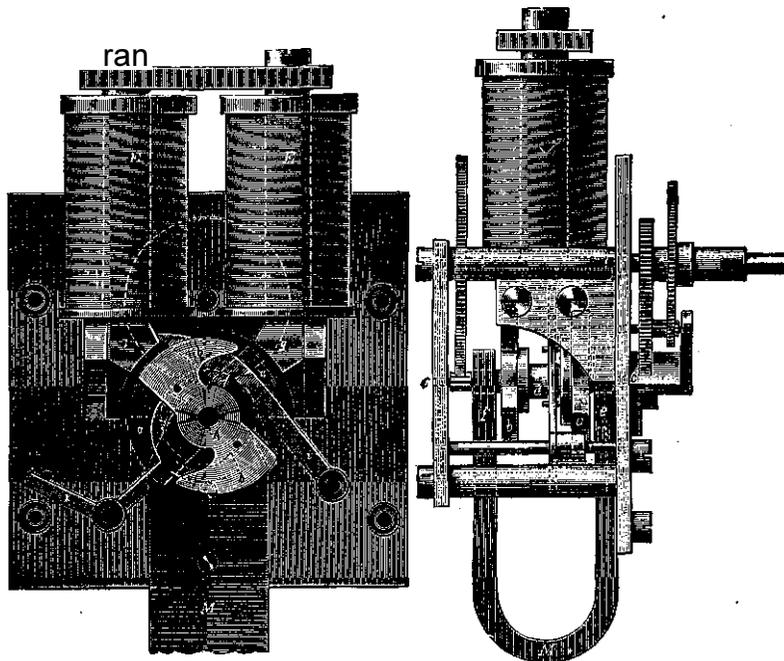


рис. 688. Электрические часы Гиппа.

Совершенное устройство Гиппа, электрические часы которого получили широкое распространение. В них так же, как и в часах Штерера, применяется поляризованный якорь, но здесь иначе устроены якорь, поляризующий магнит и электромагниты. Рис. 688 и 689 показывают главные части аппарата. Подковообразный электромагнит прикреплен своей поперечиной P к полюсу сильного стального магнита M, так что у обоих его свободных концов такая же полярность, как и у полюса стального магнита, к которому он прикреплен. При пропускании тока по обмотке электромагнита на одном полюсе последнего возбуждается такая же полярность, какую сообщает ему стальной магнит, и здесь происходит усиление намагничивания, а на другом полюсе ток стремится произвести противоположную полярность и ослабить или уничтожить магнетизм, возбуждаемый стальным магнитом. При перемене направления тока в обмотке усиление происходит на последнем полюсе, а усиливаемый прежде полюс ослабляется, так что при переменном токе будет действовать до своего действия то один, то другой полюс. С помощью устройства мы встречались уже раньше в звездках доременного тока (рис. 041).

Стальной магнитъ (также подковообразной формы) снабженъ удлиненнымъ вторымъ коленомъ, къ концу котораго прилегаеть горизонтальный поворотный якорь А, приобретающий на свободномъ своемъ конце полярность, одинаковую съ полюсомъ магнита, т.-е. противоположную полюсамъ электромагнита, которыми онъ прдтягивается съ одинаковой силой, когда по обмоткамъ не проходитъ никакого тока. При прохождении же тока притяжение одного полюса электромагнита перевешиваетъ, и якорь притягивается этимъ полюсомъ. При следующей перемене тока перевешиваетъ притяжение другого полюса электромагнита, и якорь переходитъ къ нему, такъ что переменный токъ вызываетъ качательное движение якоря.

Боковые отростки якоря служатъ къ тому, чтобы притягивающий полюсъ производить на якорь возможно равномерное действие во все время качания.



692 и 693. Электрические часы Грау-Вагнера.

Съ якоремъ соединяется стержень, который при каждомъ двойномъ качании якоря подвигаетъ храповое колесо на одинъ зубецъ, такъ что перемены тока сопровождаются перемещениемъ стрелки.

Какъ видимъ, во всехъ этихъ приборахъ токъ двигаетъ якорь взадъ и впередъ, а это движение передается храповому колесу. Въ приборахъ другого устройства якорю сообщается непрерывное вращение, такъ что якорь можно соединить зубчатыми колесами непосредственно съ осью минутной стрелки.

Для этой цели применяются переменный токъ и поляризованный якорь, который вследствие своей особенной формы передвигается полюсами электромагнита постоянно въ одну и ту же сторону. Простейший примеръ тому мы видимъ на рис. 690. Вращающимся якоремъ служитъ S-образный магнитъ, полюсы котораго диаметрально-противоположны. Онъ принимаетъ на мгновение положение, указанное на левой стороне рисунка, и пусть электромагнитъ возбуждается теиерь такъ, что полюсы якоря подходят къ одинаковымъ съ ними полюсамъ электромагнита. Тогда левый, северный полюсъ

электромагнит будет отталкивать противоположный северный полюс якоря и притягивать его южный полюс, благодаря чему якорь будет двигаться в направлении часовой стрелки. Когда он несколько повернется, притяжение южного плеча якоря северным полюсом электромагнита будет продолжать вращение до тех пор, пока якорь не придет в положение, изображенное на правой стороне рисунка.

При перемене полюсов электромагнита якорь повернется далее на 180° , и мы видим, что посылаемые в электромагнит удары тока переменного направления имеют следствием вращение якоря все в одну и ту же сторону. Если удары тока следуют через равные промежутки времени, то прибором можно воспользоваться для указания времени, применяя каждый полуоборот якоря на передвижение стрелки часов на один интервал, напр. на 1 минуту.

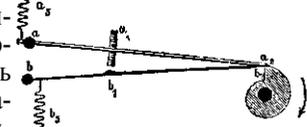
Подобное устройство применяется в часах Томаса (рис. 691), в которых на вертикальном валике насажен снизу полярный якорь упомянутой формы, вращающийся между полюсами электромагнита. Передача вращения минутному колесу производится посредством бесконечного винта. Действие часов понятно из вышесказанного.

Подобный же принцип мы встре-

чаем В; Ч) ц' Оныаем В; Ч) ц' Г Ч; Ев Т

чають ту же полярность, что и противостоящая якорная часть (следовательно h южный полюсь и g северный полюсь), то южный полюсь у b действует на близлежащая якорная часть b и a, а именно отталкивая b и притягивая a, въ то время какъ северный полюсь у g отталкиваетъ a и притягиваетъ b. Якорь вследствие этого вращается до техъ поръ, пока притягиваемая якорная часть не приблизится къ полюсу возможно близко, т. - е. пока конецъ плеча не будетъ противостоять полюсному наконечнику.

Въ следующую минуту нормальные часы посылають токъ противоположнаго направления, и якорь вращается опять на 90° далее въ томъ же направлении. Эти вращения при посредстве находящагося на оси движущаго колеса передаются непосредственно часамъ. Особый тормоз препятствуетъ стрелке качаться въ ту и другую сторону.



Электрические передатчики времени. Намъ

остается еще описать приспособления, которыя пропускають въ электрические часы каждую секунду, жинуту или чрезъ другой промежутокъ времени импульсы тока, двигаюидие ихъ скачками.

Если импульсы тока должны следовать каждую секунду или каждая две секунды, какъ это тре-

буется при астрономическихъ приборахъ, то кон-

тактное приспособление можно расположить на

секундномъ маятнике астрономическихъ часовъ.

Проще всего было бы заставить маятникъ при-

касаться къ пружинному контакту при качании въ

каждую сторону, какъ показываеьтъ рис. 694, за-

мыкая темъ цепь тока; однако ходъ этихъ де-

ликатныхъ часовъ нарушался бы при этомъ толчками пружины, когда она раз-

гибается, какъ бы ни была мала ея сила, а потому применяютъ другия при-

способления, которыя меньше нарутають ходъ маятника. Тиде снабжаетъ

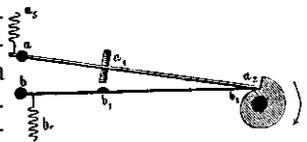
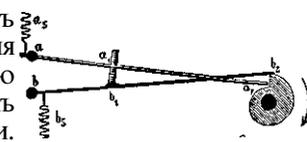
маятникъ тонкимъ платиновымъ лезвиемъ (рис. 695), которое при крайнемъ

положении маятника разрезаетъ каплю ртути, выступающую изъ трубочки, и

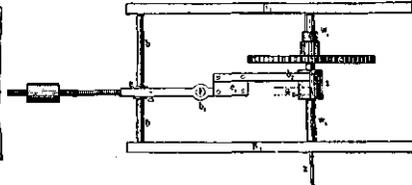
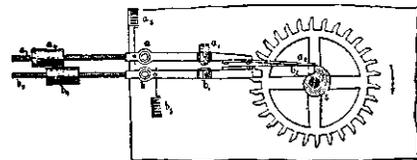
темъ замыкаетъ токъ. Трубка, заключающая въ себе ртуть, прикрепляется

къ задней стенке ящика часовъ и снабжена винтомъ, которымъ можно вы-

давливать насколько нужно каплю, чтобы придавать ей надлежащую величину.



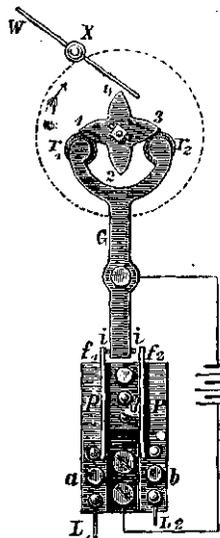
697—699. Принципъ контакта Арибергера.



700 и 701. Контактъ Арибергера.

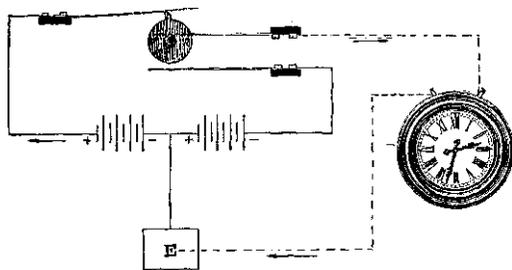
Если передаточные или первичные часы должны пропускать импульсы тока каждую минуту, то можно пользоваться более простымъ контактомъ. Проще всего было бы насадить на секундную ось первичныхъ часовъ колесико съ кулачкомъ (рис. 696), которое задевало бы за контактную пружинку при каждомъ обороте оси, т.-е. каждая 60 секундъ, и темъ замыкало бы токъ. При такомъ устройстве секундная ось вращалась бы большую часть своего оборота свободно, а при задевании кулака за контактную пружинку ей пришлось бы совершать гораздо большую работу, и это внезапное увеличение сопротивления нарушало бы равномерность хода часовъ. Чтобы устранить это

неудобство, Арцбергеръ распределяетъ работу, потребную для замыкания тока, на все время хода, такъ что каждый ударъ секунднаго маятника доставляетъ часть этой работы. Для этой цели онъ насаживаетъ на секундную ось спиральнаго кулака (рис. 697—699), по которому скользятъ две пружинки а и б, не прикасаясь одна къ другой. Одна изъ нихъ несколько длиннее другой, такъ что более длинная прилегаетъ еще къ самой верхней точке кулака, когда более короткая уже опустилась внизъ. И при этомъ опускании штифтикъ а приходитъ въ соприкосновение съ контактною наделкой б, а они остаются въ соприкосновении до техъ поръ, пока при следующемъ ударе маятника кулакъ не повернется настолько, что опустится и более длинная пружинка и темъ уничтожитъ сообщение между ними. Со штифомъ и съ контактною наделкою бываютъ соединены два провода, такъ что соприкосновение между ними производитъ замыкание цепи. Само собою разумеется, что кулакъ не долженъ проводить токъ между двумя пружинками, а потому пружинки, трущаясь по кулаку, изолируются отъ рычаговъ, къ которымъ прикреплены контакты, какъ видно на рис. 700 и 701.



702. Контактъ Вагнера.

Если главные часы должны пропускать переменный токъ, то лучше всего выбрать ту схему соединения, какая была указана при описании ключа переменнаго тока (рис. 542). Такъ поступаетъ Вагнеръ, который, впрочемъ, пользуется для замыкания тока не непосредственно часами, а особымъ механизмомъ, кото-



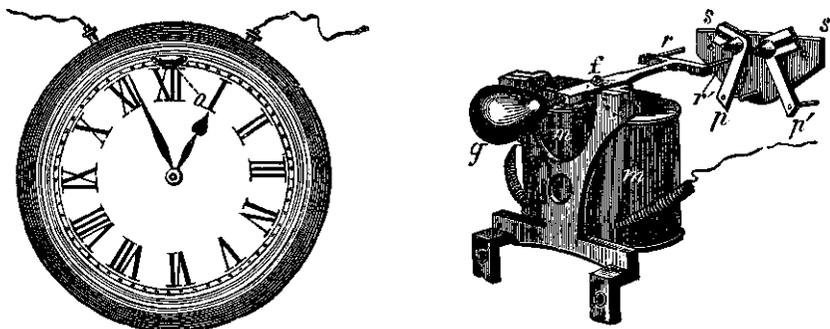
703. Перемены тока контактомъ при двухъ

батареяхъ. По переменно въ томъ и другомъ направлении.

направлении.

Можно устроить цепь проще, если и не целесообразнее, применивъ две батареи. Если соединить средину батареи (рис. 703) съ однимъ проводомъ, а съ другимъ контактный кулакъ, вращаемый часами, то кулакъ, который при каждой половине оборота приходитъ въ соприкосновение съ одной изъ контактныхъ пружинокъ, будетъ пропускать переменные токи. Въ самомъ деле, пружинки соединены съ двумя полюсами батареи, и когда проводъ, соединенный съ кулакомъ, приходитъ въ сообщение съ положительнаго полюсомъ батареи, то второй проводъ оказывается соединеннымъ съ отрицательнымъ полюсомъ половиною батареи, находящейся между положительнымъ по-

люсомъ п вторымъ проводомъ, а другая половина батареи при этомъ не дежствуетъ. Когда кулакъ приходитъ въ соприкосновение съ другой пружинкой. то ея проводъ приходитъ въ сообщеніе съ нимъ, и при этомъ вводится въ цепь не действовавшая прежде половина батареи, а другая остается выведенной; проводъ, идущій изъ середины батареи, приходитъ въ сообщеніе съ положительнымъ полюсомъ.



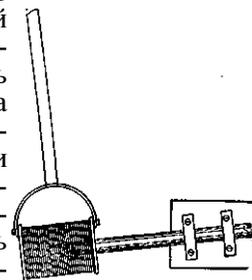
704 и 705. Электрические исправители часовъ сист. Барро и Лунда.

Тамъ, где требуется мало тока, удвоение батареи можно вознаградить экономіей въ устройствѣ контактовъ, но при большихъ батареяхъ увеличеніе числа элементовъ могло бы оказаться дороже контактнаго коммутатора, какъ у Грау-Вагнера.

Едва ли нужно говорить, что кроме этихъ контактныхъ приспособленій для передаточныхъ часовъ было предложено и вошло въ употребленіе еще много другихъ, но такъ какъ намъ здѣсь надо было только показать, какъ можно устроить приспособленія въ передаточныхъ часахъ для пропускающа импульсовъ тока чрезъ определенные промежутки времени, то мы должны ограничиться только приведенными выше механизмами.

Электрическое исправленіе хода часовъ.

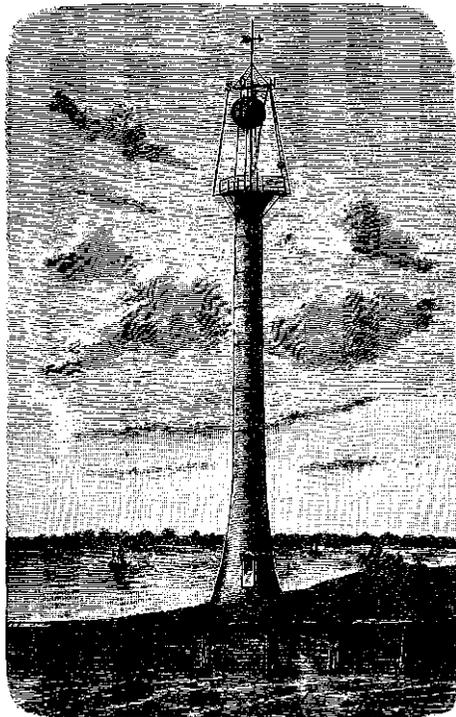
После электрическихъ часовъ намъ надо разсмотрѣть еще такія приспособленія, въ которыхъ электрический токъ не двигаетъ стрелокъ синхронно съ ходомъ главныхъ часовъ, но служитъ для того, чтобы исправлять ходъ часовъ. Здѣсь мы можемъ различать два класса приборовъ: въ одномъ стрелки переставляются каждый часъ, такъ что исправляются все неправильности въ ихъ ходѣ, случающіяся за этотъ промежутокъ времени. Въ приспособленіяхъ второго класса оказываетъ влияние не на стрелки, а на самый ходъ часовъ согласно съ ходомъ астрономическихъ часовъ. Приспособленія перваго рода назовемъ электрическими 706. Регулированіе часовъ въ Берлинѣ.



Приборы перваго рода можно основать на предположеніи, что отклоненіе часовъ отъ вернаго времени за часъ составляютъ одну или по крайней мерѣ две минуты впередъ или назадъ. Такимъ образомъ, когда минутная стрелка должна стоять на 12 часахъ, она будетъ находиться очень близко къ этому пункту; она тогда переставляется на черту XII часовъ. Достаточно описать одно такое приспособленіе, и мы выберемъ для этого приборъ Барро и Лунда, который давно уже приженается въ Лондонѣ и замечателенъ по

своей простоте. На циферблате часовъ (рис. 704), надъ цифрой XII, сделана дуговая вырезка, въ углахъ которой расположены два несколько выступающихъ штифта. При полныхъ часахъ эти штифты сдвигаются къ середине вырезки и, такъ какъ та или другая изъ нихъ задеваетъ за находящуюся вблизи минутную стрелку, передвигаютъ ее на то место, где сходятся на черте XII часовъ оба штифта.

Штифты сдвигаются простымъ электрическимъ механизмомъ (рис. 705). Оба уюмянутыхъ выше штифтика вставлены въ концы двухъ коленчатыхъ рычаговъ, верхняя плечи которыхъ снабжены прорезьями. Въ последняя проходятъ два штифтика, которые представляютъ собою рога прикрепленной къ



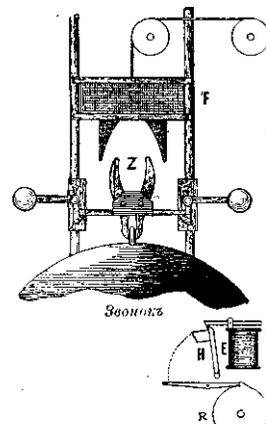
707. Сигнальный шаръ. ответствующею точностью, такъ что вторичные часы, хотя и не обладаютъ

точностью по своему устройству, все-таки приобретаютъ точный ходъ. Для этой цели лучше всего пользоваться воздействием на маятникъ, исправляя его ускорение или замедление въ сравнении съ маятникомъ регулирующихъ часовъ. Изъ вошедшихъ въ употребленіе системъ мы опишемъ въ несколькихъ словахъ систему, применяемую въ берлинскихъ нормальныхъ часахъ. На астрономической обсерватории поставлены центральные часы, которые каждая две секунды, т.-е. при качаніи маятника въ одну сторону, производятъ контактомъ на маятнике, какъ ИИа рис. 694 и 695, замыкание тока приблизительно на Од секунды и пропускаютъ токъ въ 6 линий, которыя идутъ къ столькимъ же образцовымъ часамъ. Последние представляютъ изъ себя обыкновенные часы съ маятникомъ, ходъ которыхъ поддерживается центральными часами въ точномъ согласіи съ ходомъ последнихъ. Для этой цели они заставляютъ маятники у образцовыхъ часовъ качаться совершенно одинаково со своимъ собственнымъ, откуда получается согласіе зависимыхъ часовъ съ центральными часами. Для достиженія этого токъ ускорять

якорю электромагнита вилки; на нашемъ рисунке штифты лежатъ въ прорезьяхъ, потому что электромагнитъ для большей наглядности представленъ несколько отодвинутымъ. Подъ действиемъ противовеса, расположеннаго на коромысле якоря, последний поднимается отъ электромагнита, вследствие этого у коленчатыхъ рычаговъ, которые связаны между собой наподобіе ножницъ, нижняя Ишлена бывають раздвинуты такъ же, какъ и штифтики, передвигающие стрелку. Когда въ точный моментъ окончания часа по электромагниту пропускается токъ, онъ притягиваетъ свой якорь, рога вилки прижимають верхнія плечи ножницъ книзу, нижнія ихъ плечи вместе со штифтиками для передвиганія стрелки сходятся, и стрелка передвигается на XII.

Электрическое регулирование хода часовъ. При электрическомъ регулировании часовъ влияют электрически на ходъ часовъ и заставляютъ ихъ идти согласно съ ходомъ образцовыхъ часовъ, обладающихъ со-

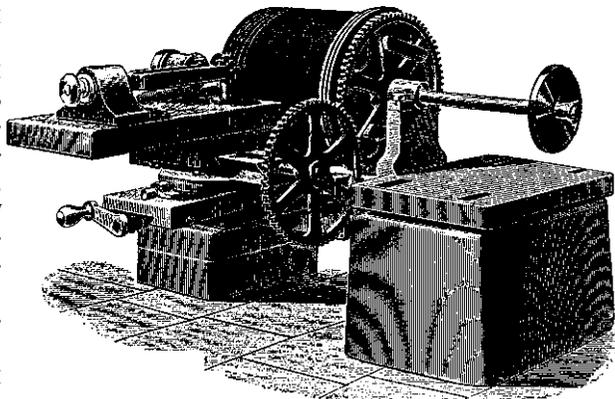
ходь маятника отстающих часовъ и задерживаетъ маятникъ идущихъ впередъ, пока зависимый маятникъ не будетъ идти согласно съ маятникомъ централь-ныхъ часовъ. Для этого маятникъ регулируемыхъ часовъ (рис. 706) снабженъ катушкой изъ тонкой проволоки, концы которой идутъ вдоль маятника до его конца и надлежащимъ образомъ оединяются съ цепью. Сбоку въ футляре часовъ расположенъ полюсовой магнитъ, на свободный полюсъ котораго надвигается зиятушка, не прикасаясь къ нему, при качании маятника въ сторону магнита. При пропускании тока по катушке она притягивается магнитомъ. Если короткий импульсъ тока пробегаетъ какъ разъ въ то мгновение, когда маятникъ занимаетъ самое крайнее положение, то притяжение не действуетъ на маятникъ. Но если маятникъ несколько отсталъ и его катушка не достигла еще магнита, когда появляется импульсъ тока, то происходящее при этомъ притяжение ускоряетъ ходъ маятника. Подобнымъ же образомъ при ускорении маятника импульсъ тока задерживаетъ удаляющуюся уже отъ магнитнаго полюса катушку, замедляя такимъ образомъ ходъ маятника. Итакъ, маятникъ долженъ поддерживать тактъ, одинаковый съ импульсами тока, или, что то же самое, съ маятникомъ образцовыхъ часовъ; другими словами, регулируемые часы должны поддерживать ходъ, одинаковый съ очень точно идущими нормальными часами.



708. Отстопоривающий механизмъ сигнальнаго шара.

Оптические сигналы о времени. Надо еще упомянуть о такихъ электрическихъ часахъ для регулировапия времени, которыя не действуютъ механическимъ путемъ на отдаленные часы, а служатъ для подачи въ определенный моментъ времени (например, точно въ 12 часовъ дня) видимаго для всехъ знака, чтобы по нему можно было поправлять свои часы. Такимъ образомъ сообщается, между прочимъ, точное время на телеграфныя станции. Это очень важно для судовъ, которыя, какъ известно, пользуются точнымъ временемъ для определения места на море, где нетъ маяковъ, а потому у судовыхъ часовъ следуетъ поддерживать точный ходъ.

Для этой цели служатъ сигнальный шаръ. На высокий шестъ, который ставятъ на мачту или на



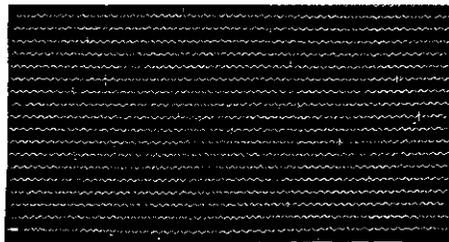
башню, 709. Камертонный хронографъ.

чтобы былъ онъ видимъ издалека, поднимаютъ большой шаръ и закрепляютъ его тамъ стопорнымъ механизмомъ. Последний отстопоривается токомъ, пропускаемымъ точно въ 12 часовъ, и шаръ падаетъ, показывая точный моментъ полдня и давая возможность судамъ исправлять свои хронометры (рис. 707).

Простой электрический механизмъ этого сигнала изображенъ на рис. 708.

Шарь, скользящий по трем стержням, удерживается клещами Z. Пропускаемый в 12 часов импульс тока заставляет электромагнит E притянуть якорь, который роняет задерживаемый до сих пор молоточек. Последний ударяет в стопорный рычажок колеса R и освобождает его. При этом колодка F падает и своей нижней наделкой сжимает верхние концы •клещей Z; их нижние концы расходятся и освобождают шарь.

Хронографы. Описанные до сих пор приспособления для сигналов о времени служат для передачи вдале указаний времени или для регулирования предназначенных для этой цели механизмов. Но токъ применяется и еще для одной дели, а именно для измерения времени, главнымъ образомъ для точныхъ измерений этого рода и для измерения очень малыхъ периодовъ времени. Наука, и прежде всего астрономия, даютъ возможность доводить точность при определении времени до очень высокаго предела; при навыке и известной ловкости астрономъ можетъ определить время съ точностью до десятыхъ долей секунды, но встречается надобность еще увеличивать эту точность, по возможности исключая при этомъ субъективныя влияния; для этого астрономъ пользуется электрическимъ токомъ.



7Ю. Запись и значки камертоннаго хронографа.

Физику или технику часто приходится определять очень малые промежутки времени, сотыя или даже тысячныя доли секунды; здесь они также прибегаютъ къ помощи тока, который можетъ, напримеръ, измерять такие промежутки времени, въ какие пролетаетъ различныя части своего пути ружейная пуля.

Въ изображенномъ на рис. 709 хронографе применень тотъ же принципъ, съ которымъ мы встретимся ниже въ другосъ приборе —фонографе.

Въ немъ отмечаютъ движения колеблющагося тела, камертона, а такъ какъ эти колебания происходятъ очень равномерно и въ очень малые периоды времени, то посредствомъ этого приспособления можно разлагать время на очень малые, равные между собой, промежутки времени и отличать ихъ одинъ отъ другого, определяя кроме того посредствомъ вспомогательнаго приспособления, въ какой изъ этихъ периодовъ времени случилось явление.

Камертонъ располагается передъ барабаномъ, который обернуть закопченнымъ листомъ бумаги. Одна изъ ножекъ камертона снабжена на конце маленькимъ легкимъ металлическимъ штифтикомъ, который прикасается къ листу бумаги и при колебании камертона вычерчиваетъ на бумаге белую линию. При вращении барабана, отъ соединения двухъ движений, на листе вычерчивается волнообразная линия, каждая волна которой соответствуетъ одоому и тому же промежутку времени, зависящему отъ частоты колебаний камертона. Чтобы после полнаго оборота барабана вычерченная линия не прикрывалась линией, получаюищейся при следующемъ обороте, камертонъ располагается на подставке, несколько передвигаемой винтомъ при каждомъ обороте барабана. Зубчатое колесо, насаженное на оси винта и сцепляющееся съ такимъ же колесомъ на оси барабана, связываетъ движения барабана съ движениемъ камертона. Чтобы поддерживать камертонъ въ непрерывномъ колебании, одну изъ его ножекъ подвергаютъ действию небольшого электромагнита, который попеременно притягиваетъ и отпускаетъ ее, сообщая такимъ образомъ непрерывныя толчки камертону.

Вершины волнъ ограничиваютъ, какъ и минутныя черточки на циферблате часовъ, известные промежутки времени, которые впрочемъ здесь по-

рядка сотых долей секунды. Если отмечать вторым штифтиком, приводимым в движение электромагнитом, поперечные черты на волнообразной линии (рис. 710), то расстояние между двумя такими чертами можно легко и верно определять по числу приходящихся между ними вершин волн.

Если надо определить момент какого-нибудь события, то электрически соединяют подобный ищущий электромагнит или другой подобный прибор с аппаратом, в котором происходят определяемые явления, и распоряжаются так, чтобы явления замыкали цепь тока, вследствие чего притягивается якорь пишущего магнита и вычерчивается поперечная черта на волнообразной линии. Промежуток времени можно определять по двум таким чертам, соответствующим двум следующим одна за другой событиям, отсчитывая число промежуточных волн.

Телефония.

Введение. Изобретение телефона. Принцип телефона. Различные конструкции телефонов. Телефон, как передатчик и приемник. Микрофон. Передача звуковых колебаний индукционными токами. Соединение телефонных аппаратов и способы коммутации. Различные типы телефонных приборов. Коммутационные системы. Устройство телефонных центральных станций. Телефония по подводным кабелям. Одновременная телеграфия и телефония по одному проводу. Различные применения телефона и микрофона. Фонограф. Передача изображений при помощи электрического тока.



Телефон представляет из себя такой инструмент, который сообщает словам способность перелетать в одно мгновение много верст и делаться слышными в другом месте так, как они были сказаны в месте исхода.

Его изобретение расширило необычайно пределы устного сообщения между людьми, весьма узкие до того времени; легко представить себе важность этого изобретения, если принять во внимание огромное значение речи в нашей жизни. Уже теперь, когда изобретение это вошло в практику всего 20 лет тому назад, прибор

получил огромное распространение и, раз введенный в употребление, делается необходимым средством сообщения. Через несколько десятков лет он вероятно в усовершенствованной форме станет общепотребительным средством сообщения как отдельных лиц, так и народов, играя роль такого же важного и необходимого орудия цивилизации, как и деро.

Изобретение телефона.

Изобретением телефона мы обязаны Филиппу Рейсу и Беллю; первый сконструировал такой прибор, который мог передавать звуковые электрическим путем, а второй преобразовал этот прибор и придавал ему применимую к практике форму; он является творцом того гениального и простого устройства, какое мы видим у современного телефона. Вопрос о том, которому из двух изобретателей следует отдать первенство, был бы праздным; каждый из них внес свою долю в изобретение, и затруднительно определить, чья доля больше.

Филипп Рейс родился в 1834 г. в Гельнгаузене, где его отец был булочником. Рано осиротев, он поступил по предложению своего опекуна учеником в одно торговое заведение, хотя сам чувствовал больше призвания к технике; впрочем занятия за прилавком и конторкой не могли

убить въ немъ интереса къ естественнымъ наукамъ, и онъ старался продолжать свое самообразование, занимаясь ими въ свободное время.

По окончаніи учения онъ поступишь ученикомъ въ техническую школу д-ра Поппе, и такъ какъ при взаимномъ обученіи учениковъ ему показалось, что въ немъ есть призваніе къ преподаванію, то онъ решилъ еделаться учителемъ. Благодаря счастливому случаю, онъ досталъ себе место учителя въ институте Гарнье въ Фридрихсдорфе на 24 году жизни и на этомъ месте оставался до своей, къ сожаленію, слишкомъ преждевременной смерти въ январѣ 1874 г., за несколько летъ до изобретенія Белля.

Уже вскоре после своего поступленія въ институтъ Гарнье у Рейса явилась идея объ электрической передаче звуковъ, и въ 1860 г. онъ изобрелъ телефонъ (такъ назвалъ онъ свое изобретеніе, и это названіе осталось за приборомъ навсегда).

Чтобы познакомиться съ аппаратомъ Рейса, рассмотримъ сначала приемникъ, который воспроизводитъ звукъ. Еще за 30 летъ до Рейса заметили, что электромагнитъ при известныхъ условіяхъ издаетъ звукъ, когда токъ быстро прерывается и замыкается. При надлежащемъ устройствѣ число колебаній у этого звука соответствуетъ числу перерывовъ.

Если устроить такой второй аппаратъ, который прерывалъ бы цепь тока соответственно съ волнами звука, то, введя въ цепь этотъ аппаратъ и упомянутый выше электромагнитъ, можно заставить второй приборъ воспроизвести тотъ звукъ, который действовалъ на первый, а такъ какъ оба аппарата могутъ находиться далеко одинъ отъ другого, то мы получаемъ передачу звуковъ на разстояніе электрическииъ путемъ. Такова была идея Рейса, которую онъ осуществилъ на практикѣ. Важная его заслуга заключается въ томъ, что онъ сумелъ преобразовать звуковыя волны въ колебанія тока, которыя изменялись съ такой же скоростью, какъ и звуковыя колебанія, и эти измененія въ отдаленномъ иункте проявлялись опять, какъ звуки. Въ этомъ заключается привищъ телефоніи.

Посмотримъ теперъ, какъ Рейсъ получалъ перерывы тока, синхроничныя звуковымъ волнамъ. Для этой цели онъ взялъ за образецъ, механизмъ уха, въ которомъ попадающій туда звукъ действуетъ сначала на барабанную перепонку, приводитъ ее въ колебаніе и затемъ передается дальше по прилегающимъ косточкамъ. Эти механическіе процессы и применилъ Рейсъ въ своемъ передатчикѣ (рис. 711). Это была четырехугольная деревянная коробка съ раструбомъ сбоку, въ которын говорили. Сверху у коробки было круглое отверстіе, закрытое упругой диафрагмой. Когда говорили или пели въ раструбъ, звуки действовали на диафрагму и вызывали въ ней колебанія, которыя были одинаковы съ колебаніями, соответствовавшими звукамъ.

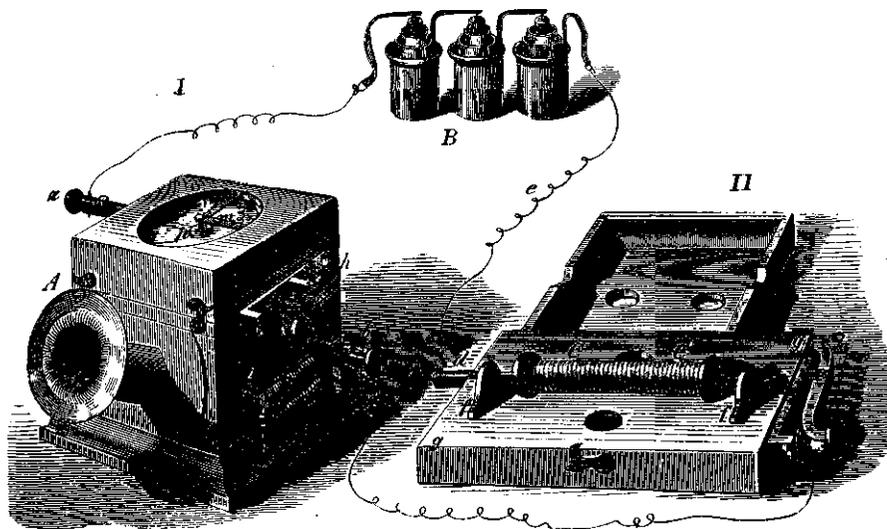
Сверху, въ центре диафрагмы, находилась платиновая пластинка, которая соединялась съ однимъ полюсомъ батареи по идущей къ краю диафрагмы платиновой полоскѣ. Надъ диафрагмой прикреплялся къ коробкѣ металлическій колеччатый мостикъ съ направленной книзу платиновой иглой, которая прикасалась къ пластинкѣ на диафрагмѣ, когда последняя была въ покое. Отъ мостика проводъ шелъ къ приемнику, который будетъ сейчасъ описанъ, и затемъ отъ послѣдняго обратно къ батарее. Когда диафрагма подъ действиемъ звуковъ приходила въ колебаніе, то платиновая пластинка, отходя отъ иглы при колебаніи внаружу, прерывала токъ и замыкала его снова, приходя въ соприкосновеніе съ иглой при колебаніи внизъ. Такимъ образомъ, каждая звуковая волна производила замыканіе и размыканіе тока, т.-е. отдельный импульсъ тока.

Приемникъ состоялъ изъ вязальной спицы, укрепленной горизонтально на резонаторномъ ящикѣ и окруженной катушкой проволоки CC , по которой проходитъ токъ. При каждомъ импульсѣ тока спица намагничивалась, а при

прекращении отчасти размагничивалась. Вследствие этого появлялись звуки, одидаковые съ произнесенными передь передатчикомъ.

Втими приборами можно было довольно ясно передавать музыкальные звуки, а съ некоторымъ ограничениемъ и членораздельные звуки. Впрочемъ, практическаго применения аппаратъ не получилъ, такъ какъ его действие было еще слишкомъ плохо и ненадежно; все же изобретение Рейса послужило, безъ сомнения, основаниемъ для телефонии.

Чтобы оценить долю Белля въ изобретении телефона, мы должны выяснитъ недостатки телефона Рейса. Въ этомъ приборе передатчикъ замыкаетъ рядъ импульсовъ тока. Колеблющееся въ приемнике тело, будь то вязальная спица или диафрагма, применить которую Рейсъ не догадался, уже при ИИачале Ишпульса тока оттягивается въ определенную сторону и затемъ удерживается въ оттянутомъ положении, пока токъ не прервется; по пре-



711. Телефонный аппаратъ Рейса.

кращении тока колеблющееся тело быстро возвращается въ прежнее положение и остается въ немъ до новаго импульса. Здесь притяжение наступаетъ стремительно и остается неизменнымъ въ продолжение некотораго времени, а затемъ совсемъ прекращается на некоторый промежутокъ времени. Для яснаго же воспроизведения звука нужно, чтобы сила, двигающая диафрагму, постепенно возрастала, затемъ постепенно убывала и чтобы затемъ еще то же повторялось въ противоположномъ направлении, т.-е., чтобы токъ двигалъ диафрагму въ течение всего ея колебания въ ту и другую сторону.

Для этого прежде всего требуется, чтобы токъ возрасталъ и убывалъ постепенно и чтобы импульсы тока изменяли свое направление. Кроме того надо устраивать приемникъ такъ, чтобы диафрагма при возникновении тока притягивалась изъ своего положенія покоя въ крайнее положеніе постепенно и затемъ переходила обратно чрезъ положеніе покоя въ противоположное крайнее положеніе. Это очень важное условіе выяснилъ Белль своими изслѣдованіями, и мы сейчасъ увидимъ, съ какой гениальной простотой онъ достигъ намеченной съ замечательной проникающей силой цели.

Принципъ телефона. Если мы будемъ приближать къ полюсу магнита железной якорь, то этимъ мы усилимъ магнетизмъ магнита, или, иными словами, чрезъ приближеніе куска железа улучшается путь выходящихъ изъ

полюса линиямъ силъ и чрезъ это большое число этихъ линий выступаетъ изъ полюса. Если мы удалимъ кусокъ железа, то, соответственно этому, должно уменьшиться и число линий силъ. Если теперь мы поместимъ у полюса магнита короткий круглый железный стержень, находящийся внутри проводочной катушки, то чрезъ отрывание якоря число линий силъ, идущихъ отъ одного полюса стального магнита къ другому, чрезъ железную внутреннюю часть обмотки и железный якорь, уменьшится, и вследствие этого въ проводочной катушке образуется мгновенный токъ. Если мы теперь снова приложимъ оторванный якорь къ свободному концу железнаго сердечника обмотки, то путь для линий силъ снова улучшится, ихъ число снова возрастетъ, и, вследствие этого возрастания, появится новый мгновенный токъ въ катушке, но въ направлении, противоположномъ тому, который образовался при отрывании якоря. Если мы теперь стаиемъ попеременно быстро отрывать якорь и затемъ его снова прикладывать, то приборъ будетъ посылать рядъ импульсовъ тока переменнаго направления. Пропустимъ теперь эти токи переменнаго направления чрезъ обороты второго, подобнаго же аппарата. При этомъ, очевидно, импульсы тока одного направления будутъ усиливать намагничение железнаго сердечника, усиливать то намагничение, которое получено при посредстве стального магнита, между темъ какъ импульсы тока противоположнаго направления должны его ослаблять. Если мы теперь представимъ себе, что къ якорю второго прибора прикреплена пружина, достаточно сильная, чтобы преодолеть притяжение якоря магнитомъ, когда магнетизмъ ослабленъ индуктированнымъ токомъ, но не способная оторвать якорь въ томъ случае, когда индуктированный токъ усиливаетъ намагничение полюснаго наконечника, то въ такомъ случае ¹¹ *комплоттоцеюся* железной диафрагмой. вследствие быстрого чередования импульсовъ тока якорь второго аппарата будетъ тянуться къ полюсамъ, то отрываться отъ него действиемъ пружины и будетъ двигаться съ темъ же точно ритмомъ, какъ и изменения импульсовъ тока, то-есть какъ якорь перваго вызывающаго токи аппарата. Если бы при этомъ последний сталъ колебаться столь быстро, что вызвалъ бы возникновение музыкальнаго тона, то столь же быстро двигающийся якорь второго аппарата въ свою очередь вызвалъ бы возникновение того же тона. Если мы теперь представимъ себе, что оба эти аппарата значительно удалены одинъ отъ другого и соединены проводниками, то мы будемъ иметь простейший примеръ электрической передачи звука.

Но передача звука была бы очень несовершенной, если бы мы захотели производить движение якоря передатчика въ-ручную ЕЛИ механически, — необходимо очевидно, чтобы передаваемый звукъ самъ приводилъ въ движение якорь и притомъ точно съ такой же скоростью, какая соответствуетъ числу его собственныхъ колебаний, и эта скорость изменялась бы съ такой же быстротой, съ какой происходятъ изменения скорости звуковыхъ колебаний. Само собою очевидно, что это невозможно при тяжеломъ якоря разсмотреннаго нами выше прибора, а потому задача заключается въ томъ, чтобы устроить такой якорь, который колебался бы одинаково съ передаваемымъ звукомъ и приходилъ бы въ движение отъ послѣдняго. Задача не легкая, такъ какъ механическое действие звука крайне слабо.

Разсмотримъ теперь, какъ звукъ можетъ приводить въ колебание якорь и темъ производить импульсы тока съ такой же скоростью, какъ и его собственные колебания. Изъ акустшш известно, что упругия ИИдастинки подь

действием звука приходятъ въ колебания; этимъ явлениемъ можно воспользоваться для нашей цели. Закрепимъ въ неподвижной рамке пластинку EE (рис. 712) изъ тонкаго железнаго листика. Тогда при действии на нее звука съ одной стороны она будетъ выгибаться въ ту или другую сторону отъ отдельныхъ сгущений и разрежений воздуха, которыя производятся звукомъ. Если

поставить сзади нея магнитный полюсъ, снабженный полюснымъ наконечникомъ изъ мягкаго железа съ надетою на него катушкой изъ проволоки, то колебания пластинки будутъ увеличивать и уменьшать число выходящихъ изъ полюса линий силы, а это вызоветъ въ катушке импульсы индуктированнаго тока. Эти импульсы тока

достаточно, чтобы усиливать и ослаблять магнетизмъ въ другомъ подобномъ же приборе, соединенномъ съ первымъ проводами.

Когда во второмъ приборе (рис. 713) притяжение магнита усиливается, середина железной пластинки $E_1 E_2$ выгибается къ полюсу магнита; когда притяжение ослабеваетъ, вследствие упругости пластинки выгибание уменьшится, и такимъ образомъ середина пластинки $E_1 E_2$ колеблется въ ту и другую сторону, соответственно изменениямъ силы тока. Такъ какъ пластинка $E_1 E_2$ совершаетъ колебания, соответствующия звуку, который действуетъ на нее, то пластинка $E_1 E_2$ будетъ совершать такая же колебания; действуя же на окружающий воздухъ и сообщая ему свои колебания, она произведетъ такой же звукъ, какой действовалъ на пластинку $E_1 E_2$.

Такимъ образомъ получается электрическая передача звука на разстояние, причемъ импульсы тока следуютъ не внезапно и съ перерывами, а волнообразно

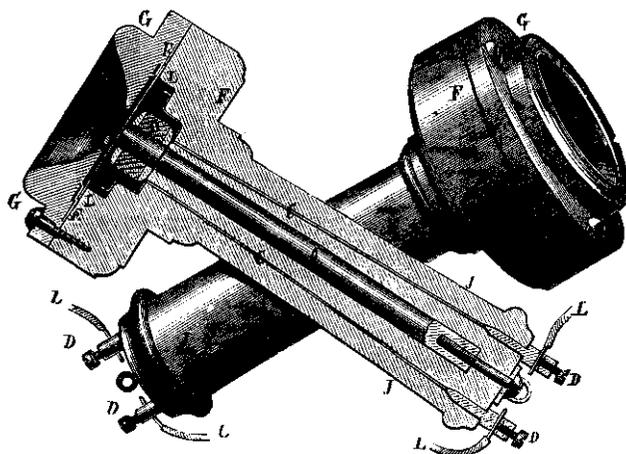
возрастая, убывая и меняя направление; такимъ образомъ въ приборе Белля устранены упомянутые выше недостатки аппарата Рейса и вместе съ темъ аппаратъ упрощенъ, — передатчикъ и приемникъ сделались тождественными приборами, такъ что каждымъ изъ нихъ можно пользоваться какъ въ качестве передатчика, такъ и въ качестве приемника.

Различныя конструкции телефоновъ.

714) состоитъ изъ цилиндрическаго деревяннаго коряуса, который служитъ футляромъ ручкой. Въ центральномъ канале расположенъ нрямой стальной магнитъ, на верхнемъ конце котораго насаженъ полюсный наконечникъ изъ мягкаго железа; на последний надета небольшая катушка изолированной проволоки, соединенная проводами, проходящими чрезъ дерево ручки, съ зажимными винтами. На конце ручки оставляется заплечикъ отъ 6 до 10 мм. шириной, къ которому прикладывается диафрагма. Последняя закрепляется на месте иривинчиваемой къ заплечику амбушорой. Въ середине последней сделано отверстие, расширяющееся внаружу въ виде воронки, чтобы концен-



713. Принципъ телефонной передачи звуковъ.



714. Телефонъ Белля.

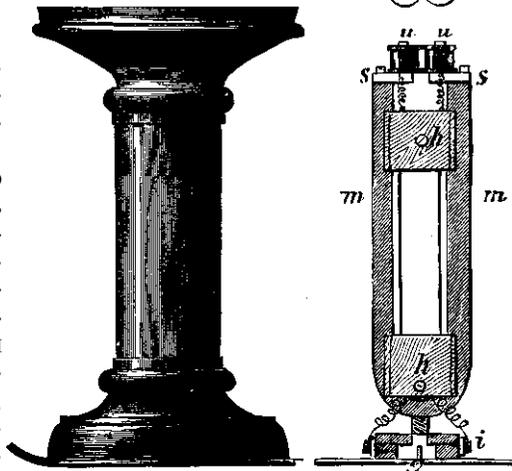
Телефонъ Белля (рис.

трировать произносимые въ амбушюру звуЕИ и направлять ихъ на диафрагмы. Последней служить лшлезный ЛИСТИЕЪ ОЕОЛО 0,2—0,4 шириной, Еоторый съ нарушюп стороны лакируется для защиты отъ емой при разговорѣ влаги; иногда диафрагму делаютъ изъ жести, материалъ менее пригодень по своей меншеп упругости.

середин^
мм. тол-
выдыха-
но этоп

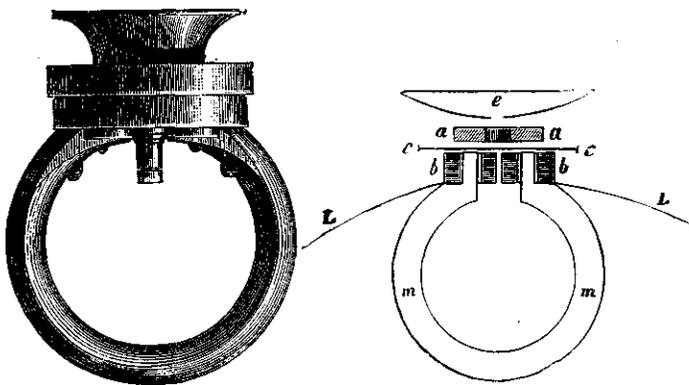
Чтобы усилить магнитизмъ
^ss=~~~~~b 7

и его колебания, Вернеръ Си- о^м^м
менсь взялъ вместо одного по-
люса два противоположныхъ, за-
меивъ полосовой магнитъ под-
ковообразнымъ. Наши рис. 715
ИИ 716 изобразилиають устройство
этого телефона. На полюсахъ
подишвообразнаго магнита при-
винчиваются маленьгие науголь-
НИЕИ изъ мягкаго лселеза, кото-
рые образуютъ полюсные наЕО-
нечники, снабженные плоскими
катушЕами изъ проволоиш. Си-
менсь взялъ диафрагму толще,
чемъ въ телефоне Белля, пото-
му что путь у линий силы луч-
ше и движения диафрагмы индук-
тируютъ более сильныя ТОЕИ. Это 715 и 716. Телефонъ Сименса.
преимущество конечно теряется

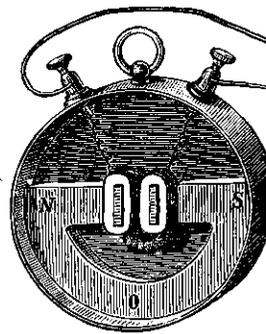


отчасти вследствие меншеп упру-
гости более толстой диафрагмы, что бываетъ особенно невыгодно, Июгда те -
лефонъ служить приемниЕомъ, въ Еоторомъ механичесЕое действие на диа-
фрагму бываетъ меншеп, чемъ въ передатчиЕе.

Показанный на рис. 717 и 718 телефонъ А д е р а 'въ Париже—тавже
двухполюсный телефонъ. Въ немъ магниту придана форма кольцевой ручЕи,



717 и 718. Телефонъ Адера.

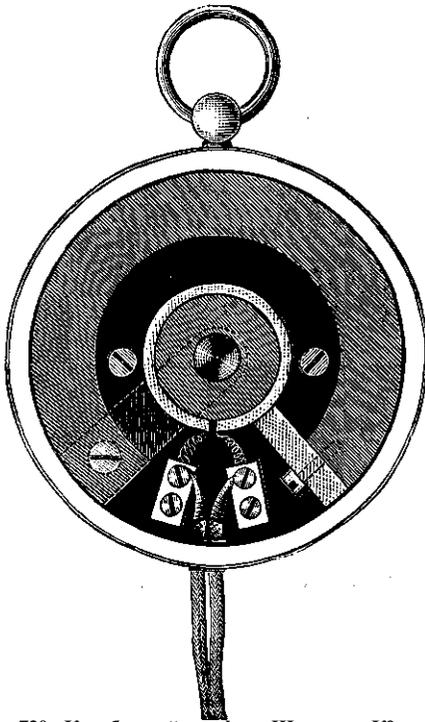


719. Телефонъ Говера.

Еоторая наверху имеетъ металлическую капсулу; последняя обхватываети
полюсы и полюсные наконечниЕИ и завлекаеть въ себе диафрагму и амбу-
шюру. Кольцевой магнитъ, каЕЪ видно на рис. 718, вверху разрезанъ И
имеетъ здесь два полюсныхъ наЕонечниЕа съ катушками. Между диафрагмой
и амбушюрой расположено железное кольцо *aa*, служащее для усиления
магнитнаго действия. Размеры и весь телефона Адера значительно меншь*

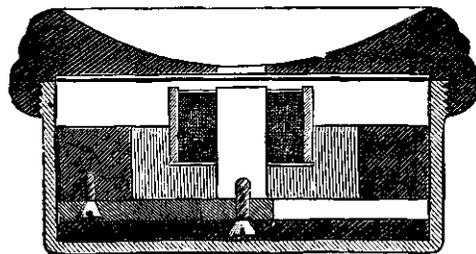
телефона Сяменса, несмотря на это онъ действуетъ превосходно, какъ приемникъ.

Адеровскій телефонъ нашель широкое распространение во Франци, где онъ часто применяется въ телефонныхъ устайовкахъ вместе съ описаннымъ ниже микрофономъ Адера.



720. Коробочный телефонъ Штэкера и К°.

Подобное же устройство имеетъ рабочнй телефонъ Штэкера и К° въ Лейпциге (рис. 720), только въ немъ мы видимъ вместо двухъ катушекъ одну, расположенную въ центре коробки. Эта катушка окружаетъ полюсный наконечникъ одного полюса; другой полюсъ имеетъ кольцообразный наконечникъ, который окружаетъ катушку. При такомъ устройстве лини силъ также тсонцентрируются хорошо и направляются чрезъ диафрагму; кроме того, телефонъ этотъ имеетъ то преимущество, что



721. Коробочный телефонъ Штэкера и К° въ вертикальномъ разрезе.

действие концентричнаго полюса направляется на центръ диафрагмы, между темъ какъ въ ранее описанныхъ двухполюсныхъ телефонахъ оба исходныхъ пункта эксцентричны, хотя и находятся въ равныхъ и противоположныхъ разстоянияхъ отъ центра. Концентрирование действия на центръ диафрагмы делаетъ передачу звуковъ чище, вследствие чего однополюсные телефоны, которые действуютъ на диафрагму въ центре, говорятъ чище, хотя и не

столь громко, какъ телефоны съ двумя, одинъ возле другого стоящими полюсами.

Укрепление магнита и катушки и устройство диафрагмы и амбушюры въ телефоне Штэкера и К° видны на рис. 721, который .показываетъ телефонъ въ вертикальномъ разрезе.

Стремление сделать телефонъ возможно удобнее и легче, что мы уже видели въ адеровскомъ телефоне, побудило Гоуэра придать магниту такую форму, чтобъ онъ помещался въ плоской круглой коробке. Какъ онъ этого достигъ, показываетъ рис. 719, который после сказаннаго не требуетъ пояснения. Телефонъ можно уменыпить при подобномъ устройстве до такихъ размеровъ, что онъ помещается въ кармане жилета, не теряя отъ того въ ясности передачи звуковъ. Здесь однако нужно иметь въ виду еще другой вопросъ, а именно насколько удобно держать въ рукахъ такой плоский телефонъ при продолжительномъ пользовании имъ. Во всякомъ случае удобнее и менее утомительно, если телефонъ можно держать за ручку, которую обхватываетъ вся рука. Несколько ниже мы вернемся еще къ этому вопросу.

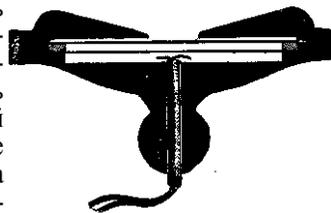
Подобное же устройство имеетъ рабочнй телефонъ Штэкера и К° въ Лейпциге (рис. 720), только въ немъ мы видимъ вместо двухъ катушекъ одну, расположенную въ центре коробки. Эта катушка окружаетъ полюсный наконечникъ одного полюса; другой полюсъ имеетъ кольцообразный наконечникъ, который окружаетъ катушку. При такомъ устройстве лини силъ также тсонцентрируются хорошо и направляются чрезъ диафрагму; кроме того, телефонъ этотъ имеетъ то преимущество, что действие концентричнаго полюса направляется на центръ диафрагмы, между темъ какъ въ ранее описанныхъ двухполюсныхъ телефонахъ оба исходныхъ пункта эксцентричны, хотя и находятся въ равныхъ и противоположныхъ разстоянияхъ отъ центра. Концентрирование действия на центръ диафрагмы делаетъ передачу звуковъ чище, вследствие чего однополюсные телефоны, которые действуютъ на диафрагму въ центре, говорятъ чище, хотя и не

Маленькие телефоны, какъ телефонъ Адера, и коробочные несомненно более удобны для поиззования, чемъ тяжелые телефоны Сименса; зато применение сильныхъ магнитовъ и большихъ, более тяжелыхъ диафрагмъ представляетъ то преимущество, что такого рода телефоны говорятъ громче. Во многихъ телефонныхъ установкахъ, между прочимъ въ германскомъ телеграфномъ ведомствѣ, приняты поэтому более тяжелые приборы; однако и имъ придали здѣсь надлежащимъ видоизменениемъ более удобную форму, а именно магнитъ располагаютъ не перпендикулярно къ диафрагмѣ, а параллельно ей; такимъ образомъ получается ложкаобразный приборъ, который удобно держать у уха за ручку. Такой телефонъ показанъ на рис. 722. Въ сущности онъ походить на упомянутый выше телефонъ Сименса, отличаясь отъ него только конструктивнымъ усовершенствованиемъ, такъ какъ регулирование, т.-е. установка диафрагмы на самомъ выгодномъ разстоянии отъ поверхностей полюсныхъ наконечниковъ производится не передвижениемъ магнита къ диафрагмѣ или отъ нея, какъ въ прежнихъ приборахъ, а перестановкой диафрагмы. Для этой цели около головки магнита расположена кольцеобразная амбушюра, снабженная нарезкой на наружной кромке; сюда навинчивается головка телефона (коническая часть съ диафрагмой), снабженная для этого соответствующей внутренней нарезкой. Поворачивая эту головку въ ту или другую сторону, можно навинчивать и свинчивать ее и темъ приближать или удалять диафрагму отъ полюсныхъ повер-



722
ложкообраз-
ностей. Установивъ диафрагму, закрепляютъ головку въ ный телефонъ. этомъ положении особымъ зажимомъ.

Интересный телефонъ замечательно простаго устройства скомбинировалъ Дольбиръ. Какъ можно видеть на рис. 723, онъ состоитъ изъ двухъ тонкихъ железныхъ листиковъ, расположенныхъ параллельно на незначительномъ разстоянии одинъ отъ другого. Одинъ листикъ соединяется съ однимъ проводомъ, а другой со вторымъ, такъ что цепь тока прервана между листиками. Действие этого прибора основано на томъ, что импульсъ тока заряжаетъ одинъ листикъ положительнымъ электричествомъ, а другой отрицательнымъ, подобно тому, какъ заряжаются импульсами тока конденсаторы. Листики съ противоположными зарядами притягиваются, и такъ какъ каждый импульсъ тока, въ какомъ бы направлении онъ ни происходилъ, заряжаетъ оба листика противоположно, то каждый импульсъ будоть производить притяжение, а при каждомъ следующемъ затемъ разрядении листики вследствие своей упругости будоть возвращаться въ положение покоя. Въ этомъ заключается большая разница въ сравнении съ описанными раньше электромагнитными телефонами; у последнихъ одинъ импульсъ тока возбуждаетъ притяжение, а при следующемъ противоположнаго направления, вследствие ослабления магнитнаго действия, происходитъ удаление диафрагмы отъ полюсовъ, т.-е. два импульса тока сопровождаютъ полнымъ колебаниемъ диафрагмы въ ту и другую сторону. Въ телефоне же Дольбира каждыш импульсъ тока производитъ полное колебание, а потому одна и та же волна тока, доставляемая одновременно въ электромагнитный и дольбировскій телефоны, произведеть въ последнемъ вдвое больше колебаний или, другими словами, звукъ, производимый въ телефоне Дольбира, будеть на октаву выше, чемъ въ электромагнитномъ. Кроме этого, не всегда выгоднаго изменения высоты звука,



723. Телефонъ Дольбира.

следующемъ противоположнаго направления, вследствие ослабления магнитнаго действия, происходитъ удаление диафрагмы отъ полюсовъ, т.-е. два импульса тока сопровождаютъ полнымъ колебаниемъ диафрагмы въ ту и другую сторону. Въ телефоне же Дольбира каждыш импульсъ тока производитъ полное колебание, а потому одна и та же волна тока, доставляемая одновременно въ электромагнитный и дольбировскій телефоны, произведеть въ последнемъ вдвое больше колебаний или, другими словами, звукъ, производимый въ телефоне Дольбира, будеть на октаву выше, чемъ въ электромагнитномъ. Кроме этого, не всегда выгоднаго изменения высоты звука,

применению телефона Дольбира мешает еще его недостаточная ясность; но этот аппарат, несмотря на его малое практическое значение, представляет Иштересъ съ теоретической стороны, такъ какъ онъ показываетъ, какія ничтожныя действия можетъ улавливать наше ухо.

Телефонъ, какъ передатчикъ и приемникъ. Выше было объяснено, что телефонъ можетъ выполнять два назначенія. Когда двигаютъ его диафрагму, онъ производитъ импульсы тока, а когда онъ получаетъ импульсы тока, то движется его диафрагма, и колебания последней происходятъ синхронно съ импульсами, независимо отъ того, которое изъ этихъ действий бываетъ причиною. Телефонъ является, такимъ образомъ, обратимымъ приборомъ, подобно динамомашиной, а потому имъ можно иользоваться на обоихъ концахъ линии, на одномъ — какъ генераторомъ тока, передатчикомъ, а на другомъ — какъ электродвигателемъ, приемникомъ. Если говорить въ одинъ лъзъ двухъ еоединенныхъ между собою телефоныхъ, то звуковыя волны передаются въ виде волнъ тока въ другой телефонъ, и последний воспроизводитъ вновь звуковыя волны. Итакъ, два телефона и соединяющий ихъ проводъ представляютъ самую простую установку для передачи звуковъ электрическимъ путемъ.

Не трудно понять, что изъ того количества энергии, какое мы расходуетъ на произведение звука, мало доходить до уха нашего слушателя у другого телефона. Прежде всего большая часть энергии, сообщаемой воздуху нашимъ голосомъ, совсемъ не попадаетъ на диафрагму телефона, потому что звукъ распространяется во все стороны, и только часть звуковыхъ волнъ действуетъ на диафрагму. Далее последняя беретъ отъ звуковыхъ волнъ только часть ихъ энергии двшкения и затемъ изъ этой части только некоторая доля преобразуется въ электрическую энергию; часть последней идетъ въ провода линии, другая—на работу намагничивания, третья теряется на бесполезныя токи и такимъ образомъ въ конце концовъ остается только небольшая доля, которая проявляется въ виде движения диафрагмы приемнаго телефона; мы ясно понимаемъ слова, переданныя телефономъ на разстояние несколькихъ верствъ, только благодаря чудному устройству нашего уха, которое по чувствительности равняется и даже, можетъ - быть, превосходить глазъ. Кроме того при понимании не малую роль играетъ сообразительность, догадливость; известно, что въ телефоне трудно понимать незнакомыя слова, имена и пр.

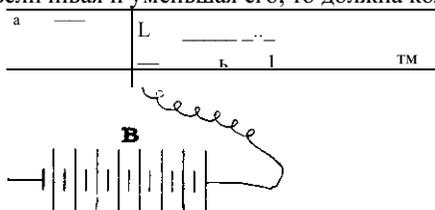
Телефонъ оказывается более приспособленнымъ для преобразования волнъ тока въ звуковыя волны, чемъ обратно; поэтому старались усовершенствовать телефонъ въ качестве передатчика. Прежде всего стали увеличивать размеры передаточнаго телефона чтобы сделать его способнымъ воспринимать больше энергии, сообщаемой нашимъ ртомъ воздуху; но практика показала, что достигнуть многого, идя въ этомъ направлении, нельзя, что наилучшимъ образомъ устроенный телефонъ все же является плохимъ передатчикомъ.

Поэтому пошли по совершенно другой дороге. Развиваемая нашими органами речи энергия не утилизируется въ качестве движущей силы для машины переменнаго тока, — телефона, а ею пользуются лишь для того, чтобы сообщить току, доставляемому приемнику особымъ источникомъ, волнообразную форму, увеличивая и уменьшая его силу. Чтобы пояснить это на возможно простомъ примере, представимъ себе, что въ цепь введенъ реостатъ, какой показанъ на рис. 207. Ясно, что мы можемъ, передвигая рукоятку взадъ и впередъ, при незначительной затрате энергии вызывать значительныя колебания силы тока, а, стало-быть, и энергии тока, посылаемаго въ цепь постороннимъ источникомъ, совершенно независимо отъ того, какова будетъ полная энергия, передаваемая въ цепи. Такимъ образомъ надо лишь устроить аппаратъ, который согласно съ движениемъ звуковыхъ

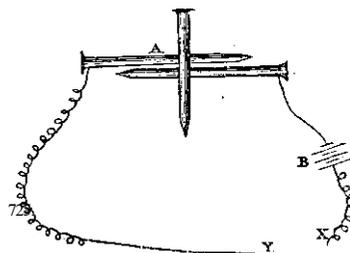
волнь вводилъ бы и выводилъ изъ цепи сопротивление и темъ усиливаль бы и ослабляль токъ. Это и сделано въ форме очень простаго и остроумно придуманнаго прибора, известнаго подь именемъ микрофона. Прежде чемъ перейти къ этому интересному прибору, заметимъ следующее: Реишь, какъ мы видели, передаваль работу тока особому генератору, а звуковыя волны заставляль лишь регулироваль соответствующимъ образомъ этотъ токъ. Того же мы достигаемъ и въ микрофоне.

Микрофонъ.

На вопросъ, какъ можно достигать такого регулирования тока, чтобы онъ усиливался и ослабеваль соответственно звуковымъ волнамъ нашего голоса, дасть намъ первый ответъ законъ Ома. Если имеется цепь определеннаго сопротивления и въ ней действуетъ электровозбудительная сила определенной величины, то токъ будетъ также определешюй силы. Если изменять какимъ-нибудь способомъ въ известныхъ пределахъ сопротивление, увеличивая и уменьшая его, то должна колебаться и спла тока, уменьпясь



724. Образование волнь тока путемъ измененийъ сопротивления.



Микрофонъ изъ проволочныхъ гвоздей.

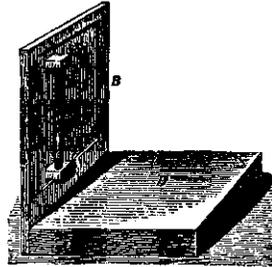
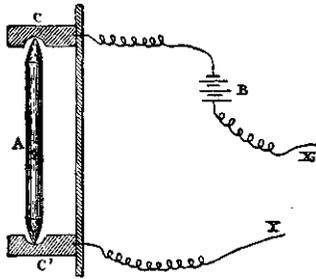
при возрастании сопротивления и увеличиваясь при его уменьшении. Если позаботиться, чтобы сопротивление изменялось согласно съ звуковыми волнами, то въ цепя появятся колебания силы тока, согласныя съ звуковыми волнами; если пропустить такой колеблющийся токъ чрезъ телефонъ, то его диафрагма долшна делать такое же число колебаний, т. е. вызвать звукъ такой же высоты, какъ и тотъ, который вызваль колебания сопротивления.

Чтобы выяснитъ, какъ можно получить такое изменение сопротивления, представимъ себе, что батарея *B* (рис. 724) соединена съ телефономъ, причемъ въ цепь введенъ кусокъ голой проволоки, къ которому прикасаются проволока отъ одного изъ полюсовъ батареи. Если водить конедъ проволоки по голому проводу взадь и впередъ, то въ цепи будетъ оставаться то большая, то меньшая часть этого провода, и соответственно этому будетъ изменяться сопротивление введенной въ цепь части голаго провода. Такъ какъ сопротивление остальной цепи остается неизменнымъ, то передвигание конца проволоки по голому проводу вправо и влево должно соответствеино увеличивать и уменьшать совокуишее сопротивление цепи, производить колебания силы тока и, следовательно, двигать диафрагму телефона.

Представимъ теперь себе, что подвижная проволока отъ полюса батареи соединена съ диафрагмой, противъ которой мы говоримъ, и которая такимъ образомъ, колеблясь, двигаетъ конедъ проволоки взадь и впередъ по голому проводу; мы получимъ колебания тока, согласныя съ нашими звуковыми волнами. Такое устройство было бы неприменимо на практике, такъ какъ незначительное передвижение проволоки производило бы недостаточно сильныя колебания въ сопротивлении и силе тока, а большихъ передвижений

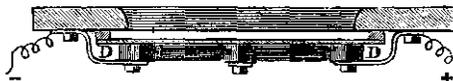
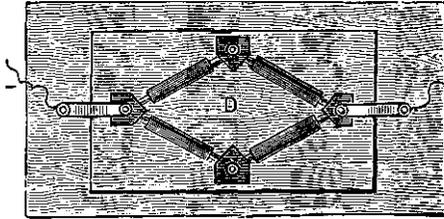
было бы невозможно получить въ виду незначительной силы звуковых волнъ. Къ счастью у насъ въ распоряжении есть другой способъ для измененийъ сопротивления. Когда свободно соприкасаются два проводника, то место соприкосновения обладаетъ известнымъ сопротивлениемъ, которое изменяется съ силой надавливания одного проводника на другой.

Если положить, напримеръ, параллельно два проволочныхъ гвоздя (рис. 725), соединить ихъ съ обоими полюсами батареи и замкнуть цепь третьимъ гвоздемъ, положеннымъ поперекъ двухъ первыхъ, то въ местахъ со-



726 и 727. Микрофонъ Юза; прежняя форма. действию, чтобы произвести колебание въ силе

тока, такъ какъ оно происходитъ уже и тогда, когда мы дунемъ на верхний гвоздь или будемъ говорить, а если ввести въ цепь телефонъ, то въ него будутъ слышны малейшия изменения давления между гвоздями. Если говорить передъ гвоздями, то каждая звуковая волна будетъ регулярно увеличивать и уменьшать давление между гвоздями и производить колебания тока; совокупность ряда волнъ воспроизведетъ въ телефоне звукъ. Если ударить Юю столу, на которомъ лежатъ гвозди, то ударъ приведетъ гвозди въ движение одинъ относительно другого и темъ изменить давление между ними, вследствие чего произойдутъ колебания тока и звуки въ телефоне.



728 и 729. Микрофонъ Кросслэя. угольные.

Можно достигнуть того же уже при гораздо более слабыхъ действияхъ — достаточно положить на столъ карманные часы, и ихъ тикание слышно въ отдаленномъ телефоне.

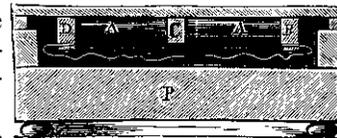
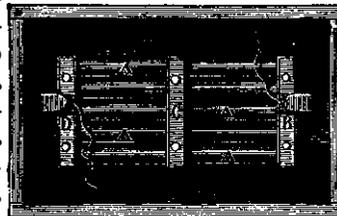
Отсюда видно, что подобныя приспособления для изменения сопротивления производятъ действия, гораздо более сильныя, чѣмъ телефонъ въ качестве передатчика; получится еще более чувствительный приборъ, если вместо металлическихъ гвоздей взять

Первымъ приборомъ такого рода былъ угольный микрофонъ, устроенный Юзомъ и изображенный на рис. 726 и 727. На вертикальной деревянной резонаторной дощечке закрепляются перпендикулярно къ ней две угольныхъ колодки С и С', въ которыхъ на граняхъ, обращенныхъ одна къ другой, сделаны полушаровыя углубления. Между колодками въ углубления вставляются заостренную на концахъ угольную палочку А и вводятъ колодки въ цепь съ батареей и телефономъ. Если, теперь, говорить передъ резонаторной дощечкой, то сказанное будетъ ясно слышно въ отдаленный телефонъ. Легкия прикосновения къ дощечке производятъ трекучш шумъ въ телефоне, легкое дуновение на угли—шумъ въ приемнике. Въ приемнике бываетъ ясно слышно даже ползание мухи по дощечке.

Простой микрофон Юза быть видоизменен другими изобретателями и приспособлен для практических требований.

Вертикальное положение угольной палочки не совсем выгодно, потому что она перемещается в своих поддержках и тем часто производит треск в телефоне. Во избежание этого Кросслей расположил угольные палочки в наклонном положении. Микрофон Кросслея показан на рис. 728 и 729. Резонаторная дощечка прикрешилась к крышке коробки в форме пюпитра. На ее нижней стороне прикреплялись четыре контактных колодки, в боковых круглых углублениях которой лежали цапфы соединительных угольных палочек. Токъ вступаетъ чрезъ одну изъ боковых угольных колодокъ, разветвляется по двумъ парамъ соединительныхъ палочекъ, проходитъ въ противоположную угольную колодку и по ней идетъ дальше въ цепь.

По тому же принципу устроен микрофон Адера, который приобрел себе хорошую репутацию. Здесь (рис. 730 — 731) резонаторной дощечке придают такое же положение, какъ и въ предыдущемъ микрофоне; десять угольных палочекъ расположены въ два ряда параллельно одинъ другому и соединяютъ три поперечныхъ параллельныхъ угольных бруска съ соответствующими углублениями для вкладывания цапф палочекъ. Токъ входитъ въ одинъ изъ боковых угольных брусковъ и выходитъ чрезъ другой. Устройство Адера представляетъ то преимущество передъ Крослеевскимъ, что средний угольный брусокъ находится в томъ месте диафрагмы, где происходитъ самое сильное прогибание щетки ж, следовательно, само энергичное действие на угольные контакты.



730 и 731. Микрофон Адера.

Микрофон Адера считается однимъ изъ лучшихъ, и въ различныхъ видоизмененияхъ онъ получилъ весьма широкое распространение.

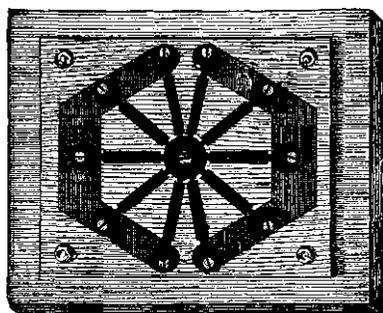
Число угольных палочекъ можетъ быть произвольнымъ; уже при одной палочке получается хорошее микрофонное действие, которое, однако, улучшается съ каждымъ Иштнствомъ. Обыкновенно не переходятъ за десять палочекъ, отчасти чтобы не слишкомъ отягощать дощечку (диафрагму) микрофона, а отчасти потому, что дальнейшее увеличение числа палочекъ не даетъ заметнаго улучшения.

Съ микрофономъ Адера одинаковъ по принципу, но отличается только по числу и расположению угольных контактовъ, микрофонъ Гоуэра-Белля. Здесь отъ центральной колодки расходятся радиально восемь угольных палочекъ, упирающихся въ две пластинки, которыя образуютъ вместе шестиугольникъ на резонаторной дощечке (рис. 732); этотъ микрофонъ превращается въ микрофонъ Адера, если мы выпрямимъ поддерживающія пластинки и сделаемъ ихъ параллельными. Такое устройство жмеетъ целью придать возможную подвижность центру, -что въ микрофоне Адера, повидимому, уничтожается средней поддержкой. На рис. 733 показана отдельная угольная палочка, употребляющаяся какъ въ трехъ вышеозначенныхъ микрофонахъ, такъ и въ последующихъ.

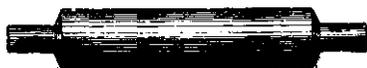
Микрофоны Кросслея, Адера ж Гоуэра-Белля страдаютъ темъ недостаткомъ, что резонаторная пластинка должна быть расположена приблизительно горизонтально, такъ какъ угольные палочки производятъ давление въ контактахъ только своимъ весомъ. Вследствие горизонтальнаго расположения диафрагмы при пользовании микрофономъ приходится наклонять голову, что-

бы говорить противъ диафрагмы; безъ сомнѣнія гораздо удобнѣе, если можно говорить, стоя прямо, противъ расположенной вертикально пластинки, находящейся на высоте рта, а потому старались видоизменить микрофонъ такъ, чтобы его диафрагма была расположена вертикально.

Если поставить вертикально одинъ изъ описанныхъ выше микрофоновъ, то его действие заметно ухудшается, такъ какъ при движеніи диафрагмы не происходитъ достаточнаго измененія давленія въ контактахъ, за то происходитъ катаніе угольныхъ палочекъ въ гнездахъ цапфъ, отчего въ телефоне слышится безпорядочный шумъ. Это легко понять изъ рис. 734, который показываетъ сбоку часть угольнаго бруска съ гнездомъ цапфы и цапфу, а также вертикально поставленную диафрагму Р. Вследствие движенія диафрагмы вправо стенка цапфоваго гнезда не прижимается сильнѣе или слабѣе къ прилегающей поверхности цапфы, а палочка перекатывается по краю гнезда, въ которое она вставлена. Напротивъ того, при горизонтальномъ положеніи,



732. Микрофонъ Гоуэра-Белля.



733. Угольная палочка.



734. Катящееся движение угольной палочки въ гнезде цапфы.



735. Угольная палочка прилегаетъ сбоку къ внутренней стенке гнезда цапфы.

движеніе диафрагмы сопровождается такимъ движеніемъ гнезда (вверхъ и внизъ), при которомъ давленіе на место контакта то увеличивается, то уменьшается.

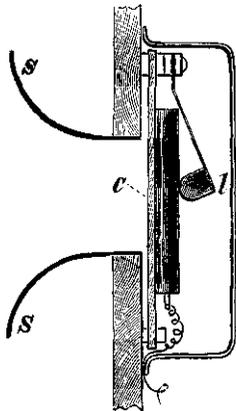
Чтобы достигнуть того же при вертикальномъ положеніи диафрагмы, приходится пользоваться не силою тяжести, а другою силою, подъ действиемъ которой цапфы прилегали бы не къ нижней, а къ одной изъ боковыхъ поверхностей своихъ гнездъ (рис. 735). Это достигается различными способами; здесь мы укажемъ только некоторые изъ нихъ.

Одно изъ самыхъ простыхъ приспособленій этого рода предложилъ Тейлеръ, который располагаетъ на диафрагме две параллельныхъ угольныхъ ИИалочки к к вертикально; къ нимъ прилегаетъ третья I, подвешенная горизонтально на резиновой ленте g такимъ образомъ, чтобы она прижималась къ вертикальнымъ палочкамъ своимъ весомъ (рис. 736). При движеніяхъ диафрагмы вправо и влево это надавливаніе увеличивается и уменьшается.

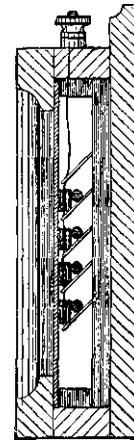
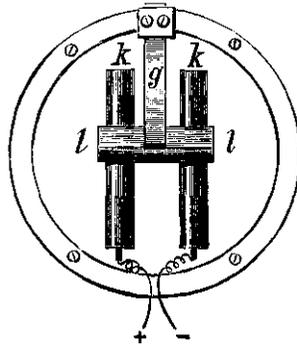
Лучшее устройство предложилъ Дежонъ, который увеличилъ число контактовъ. Въ его микрофоне на диафрагме расположено два вертикальныхъ ряда угольныхъ пластинокъ (рис. 737); пластинки каждаго ряда соединяются между собой; каждый рядъ находится въ соединеніи съ однимъ изъ дроводовъ. Каждая пара расположенныхъ на одинаковой высоте пластинокъ обемъх группъ сообщается между собой прилегающей къ нимъ горизонтальной угольной палочкой. Последняя лежитъ на латунныхъ штифтикахъ, вби-

тыхъ наклонно въ заднюю стенку и прижимается къ угольнымъ пластинкамъ своимъ весомъ.

Целесообразнее и проще устроить другой микрофонъ, выработанный берлинской компаниею Микса и Генеста. Въ немъ на диафрагмѣ располагаются два угольныхъ бруска *b*, которые соединяются между собой

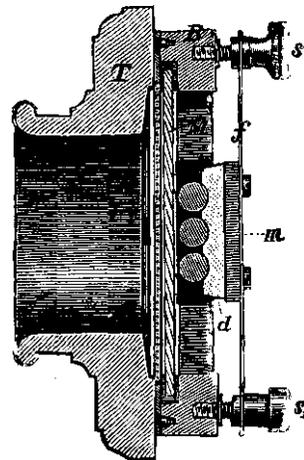
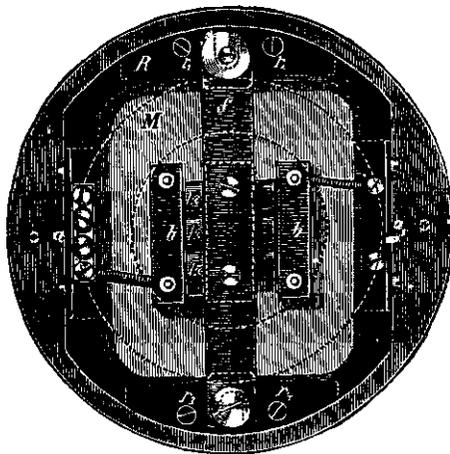


736. Микрофонъ Тейлера.



737. Микрофонъ Дежова.

угольными палочками такимъ же способомъ, какъ и въ микрофоне Адера (рис. 738—739). Чтобы цапфы прижимались сбоку къ своимъ гнездамъ, за угольными палочками располагается упругая подушка, состоящая изъ полоски толстаго войлока. Эта подушка, прикрепленная къ регулируемой пружинке, прилегаетъ къ середине палочекъ и прижимаетъ ихъ цапфы къ той стороне



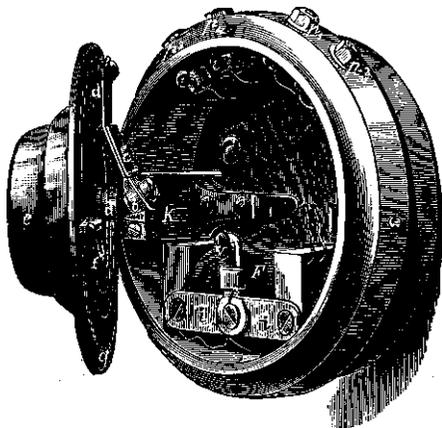
738 и 739. Микрофонъ Миса и Генеста.

ихъ гнездъ, которая обращена къ диафрагмѣ; ея эластичность обеспечиваетъ Ииалочкамъ достаточную подвижность, чтобы оне могли несколько изменить свое положение относительно угольныхъ брусковъ и прикаться къ нимъ съ большимъ или меньшимъ нажатиемъ; перекатываться оне при этошъ не могутъ.

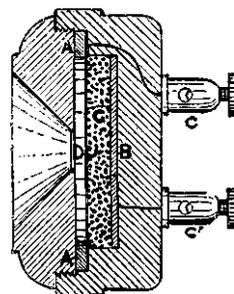
Той же дели можно достигъ и другими механическими способами.

Въ описанныхъ выше жикрофонахъ имеется по несколько контактовъ, на которые колеблющаяся диафрагма действуетъ одновременно. Можно однако применять другое расположение съ однимъ только контактомъ, находящимся въ середине диафрагмы, въ центре движения. Эти микрофоны представляютъ то преимущество передъ многоконтактными, что они могутъ лучше следовать движениямъ диафрагмы, которая здесь менее нагружена, чемъ въ описанныхъ выше микрофонахъ, и потому лучше воспроизводятъ самые мелкие оттенки звука.

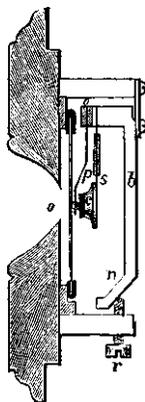
Раньше другихъ подобный одноконтактный микрофонъ предложилъ Берлинеръ (рис. 740). На середине железной диафрагмы расположена маленькая круглая угольная пластинка съ полированной наружной поверхностью. Къ этой поверхности прилегаеъ круглая полированная головка угольнаго цилиндрика, который вставленъ въ металлический футляръ, прикреплennyй при посредстве пружинки къ рычагу. Токъ поступаеъ въ угольную пластинку, идетъ оттуда чрезъ место контакта въ угольный цилинд-



740. Микрофонъ Берлинера.



742. Микрофонъ Гуннинга въ разрезе.



741. Микрофонъ Блэка.

рикъ и затемъ въ линию. При движении диафрагмы угольная пластинка прижимается или отжимается отъ головки цилиндрика и темъ изменяеъ сопротивление контакта.

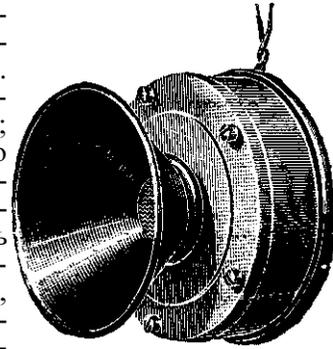
Еще чувствительнее оказываеъся микрофонъ Блэка, въ которомъ на диафрагме нeтъ никакой контактной наделки. Въ этомъ приборе (рис. 741) къ середине диафрагмы прилегаеъ платиновый штифтикъ или шарикъ, закреплennyй на тонкой пружинке и прикасаюидийся своимъ другимъ концомъ къ полированной поверхности угольной пластинки также подвешенной на

последней усиливает или ослабляет сжатие угольного порошка и темь изменяет сопротивление этого слоя; вследствие этого изменяется сила тока, входящего въ платиновую пластинку и выходящего изъ угольной. Видь микрофона въ его новой форме даетъ рис. 743.

Видоизменениемъ этого микрофона Гуннинга является универсальный

передатчикъ Берлинера, представленный въ разрезе на рис. 744.

Плоская цилиндрическая деревянная Ищробка В съ отверстиемъ снизу прикреплается къ прямоугольной деревянной коробке, заключающей въ себе части микрофона. Къ первой коробке привинчивается вторая, которая запираетъ ее и снабжена амбушуромъ; вместе съ темь она зажимаетъ металлическую диафрагму. На дне верхней коробки прикрепленъ на выходящимъ внаружу винтомъ угольная плитка С, снабженная концентричными бороздками съ треугольнымъ поперечнымъ сечениемъ. Угольную плитку окружаетъ войлочный цилиндрокъ, доходящий до диафрагмы. Свободное пространство между диафрагмой и угольной плиткой заполнено угольнымъ лорошкомъ, на который колеблющаяся диафрагма действуетъ подобно тому, какъ это имеетъ место въ микрофоне Гуннинга. Для направления звуковыхъ волнь на диафрагму къ нижней коробке прикрепляется каучуковая амбушюра, изогнутая наподобие рожка; благодаря этому въ микрофонъ можно говорить, не наклоняя головы. Видь прибора въ перспективе шжазанъ на рис. 745.

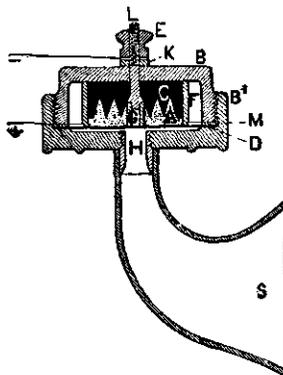


743. Внешний видь телефона Гуннинга.

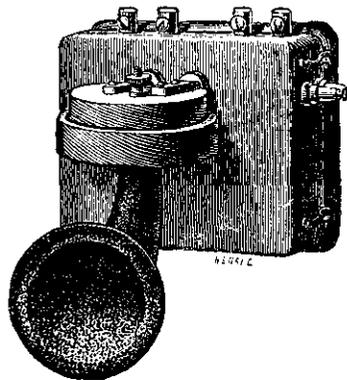
въ микрофоне Гун-

Этотъ микрофонъ Берлинера съ угольнымъ порошкомъ оказался хорошимъ, особенно для длинныхъ линий, такъ какъ микрофоны этого рода отличаются главнымъ образомъ силою действия.

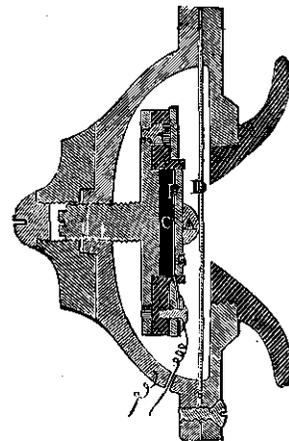
Намъ надо разсмотреть еще одинъ передатчикъ, который принадлежитъ къ числу мшфофоновъ, но отличается отъ описанныхъ до снхъ иорь типовъ



744. Универсальный передатчикъ Берлинера.



745. Микрофонъ Берлинера. Наружный видь.



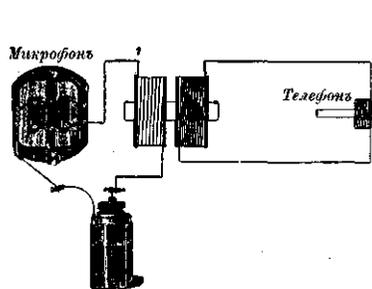
746. Микрофонъ Эдисона.

темь, что въ немъ изменяется не сопротивление контакта между двумя кусками угля, а сопротивление одного угольного куска. Уголь обладает темь свойствомъ, что его проводимость жзменяется отъ давления; этимъ свойствомъ и воспользовался Эдисонъ въ своемъ передатчике, который онъ построилъ въ 1878 г. Въ этомъ микрофоне (рис. 746) къ металлической

пластинке приложенъ угольный кружокъ, окруженный изолирующимъ кольцомъ. На угольномъ кружке положенъ платиновый листикъ съ полукруглой пуговкой изъ слоновой кости, которая прикасается къ диафрагме. Токъ идетъ изъ платинового листика по угольному кружку въ металлическую пластинку, которую можно приближать или удалять отъ диафрагмы регулирующимъ винтомъ. При движении диафрагмы изменяется давление на угольную пластинку и вследствие происходящихъ при этомъ изменений проводимости и сопротивления угольного кружка являются колебания тока, соответствующия движениямъ диафрагмы, т.-е. звуковымъ волнамъ.

Наилучшимъ материаломъ для угольного кружка оказалась сажа, получающаяся при неполномъ сгорании терпентина; кружки получаютъ изъ нея прессованиемъ.

Этотъ приборъ лапоминаетъ по устройству микрофоны съ угольнымъ порошкомъ; въ угольномъ микрофоне Эдисона очевидно играютъ роль те же причины, какъ и въ другихъ микрофонахъ, а Ишенн'0 переходъ тока изъ одной угольной части въ другую облегчается увеличениемъ и затрудняется уменьшениемъ давления.



Индукция — Передача звуковыхъ колебаний

индукционныи токами. Легко понять, что иока полное сопротивление всей цепи не особенно велико, по сравнению съ темъ изменениемъ сопротивления, которое происходитъ въ микрофоне, это изменение сопротивления должно сильно отзываться на силе тока, проходящаго по цепи, т.-е. при разговорѣ передъ микрофономъ сила тока въ цепи должна

747 претерпевать значительныя колебания, отчего

Индукционная передача волнъ тока. Въ Приемникѣ ЯСНО И ГРОМКО СЛЫШНЫ ЗВУКИ.

Когда же сопротивление всей цепи становится очень большимъ, то незначительныя его изменения, которыя вызываются въ микрофоне, отзываются на силе тока въ цепи весьма слабо, отчего звуки въ приемникѣ слышны слабо и неясно. Это служитъ причиной, почему соединеніе телефона съ микрофономъ по схеме рис. 724 пригодно только лишь для телефонирования на очень небольшія разстоянія, въ пределахъ одвой и той же квартиры или одного и того же зданія. Въ техъ же случаяхъ, когда телефонная цепь становится длинной, приходится включать микрофонъ и телефонъ въ две отдѣльныя цепи и прибегать къ помощи особаго трансформатора, схема котораго дана на рис. 14. Соответствующія этому случаю соединенія показаны на рис. 747. Источникъ тока, микрофонъ и одна изъ обмотокъ трансформатора включаются въ одну цепь, другая обмотка трансформатора и телефонъ-приемникъ включаются въ другую.

Вследствие колебаний силы тока, производимыхъ изменениями сопротивления микрофона, число линий силъ, появляющихся въ железномъ сердечникѣ, то увеличивается, то уменьшается и притомъ синхронично съ колебаниями силы тока. Вследствие этого, во вторичной обмотке трансформатора индуктируются токи, которые, проходя по обмотке телефона, действуют на него совершенно такъ же, какъ действовали бы колебавія слнлы тока, происходящія въ цепи микрофона. Такъ какъ можно повышать напряженіе вторичныхъ токовъ, подбирая соответствующимъ образомъ число ВЕТКОВЪ во второй катушке, то имеется возможность применять телефоны съ большимъ числомъ витковъ и темъ избегать того, чтобы значительная часть передаваемой энергии терялась въ лжнии.

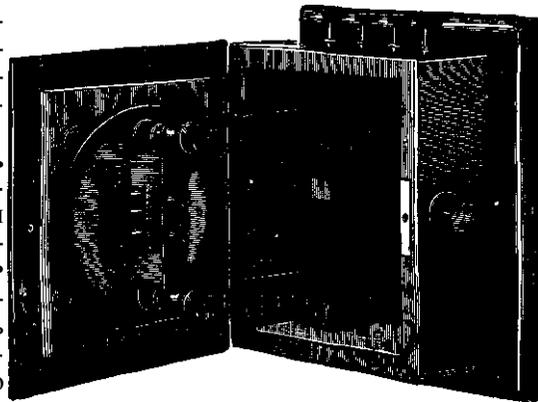
При этихъ условияхъ сила тока въ микрофоне не зависитъ отъ длины динии къ телефону и при маломъ сопротивленіи цепи микрофона изменения

сопротивления въ угольныхъ контактахъ производять значительныя колебания силы тока.

Употребляющийся для этой цели трансформаторъ, называемый индукторомъ или индукционной катушкой, очень простъ. Онъ состоитъ изъ короткой (около 6—8 см.) катушки, на которой сначала навита въ качестве первичной обмотки введенная въ цепь микрофона и обмотанная шелкомъ проволока около 0,5—0,6 миллим. диаметромъ (около 200 витковъ), а поверхъ нея более тонкая, подобнымъ же образомъ изолированная проволока въ 0,15 мм. (1500—1800 витковъ). Сердечникомъ служитъ пучекъ тонкихъ железныхъ проволокъ. Этотъ индукторъ помещаютъ обыкновенно въ футляре коробки. Такъ, на рис. 748, изображающемъ микрофонъ Микста и Генеста, который принадлежитъ къ типу рис. 738—739, индукционная катушка расположена въ маленькомъ шкапике, служащемъ футляромъ для микрофона. Изъ 4 зажимныхъ винтовъ, которые мы видимъ въ верхней части прибора, два служатъ для цепи микрофона; одинъ изъ нихъ проводитъ токъ батареи въ первичную катушку индуктора, а оттуда въ микрофонъ, изъ котораго онъ идетъ во второму винту и обратно въ батарею. Оба другихъ винта соединяются съ концами вторичной обмотки и проводятъ возникающія тамъ волны тока въ линию къ телефону.

Соединения телефонныхъ аппаратовъ и способы коммутации.

При пользовании телефонными аппаратами недостаточно иметь возможность говорить изъ одного места въ другое, — надо иметь возможность и отвечать. Такъ какъ телефонъ — обратимый приборъ, то система соединений для такого сообщения очень проста, а



748. Микрофонъ съ индукционной катушкой.

именно стоитъ только соединить двумя проводами два телефона, установленныхъ на обоихъ отдаленныхъ пунктахъ, и получается возможность говорить и слушать по обоимъ направлениямъ, причемъ говорящий держитъ свой телефонъ передъ ртомъ, а слушающий — у уха. Но такъ какъ для разговора необходимо, чтобы каждыя изъ собеседниковъ подносили свой телефонъ то къ уху, то ко рту, то обыкновенно на каждомъ пункте располагаютъ по два телефона, одинъ для говорения и другой для слушания. Это не представляетъ никакого затруднения, потому что телефоны вводятъ въ линию для этой цели последовательно (рис. 749). Можно было бы вводить въ линию два телефона на каждомъ пункте и параллельно (рис. 750), но такой способъ соединения хуже.

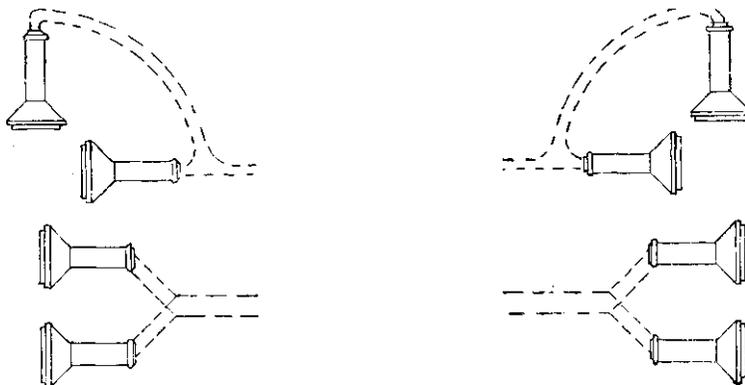
Телефонныя сообщения устраиваются на практике не такъ просто, какъ описано здесь, такъ какъ одно лицо, желающее разговаривать съ другимъ по телефону, должно позвать его, делая ему видимый или, еще лучше, слышимый сигналъ.

Для такого вызова на короткихъ линияхъ можно пользоваться самимъ телефономъ, применяя вызывной свистокъ, какимъ снабжаются телефоны Семенса и Гальске. Онъ состоитъ изъ конической эбонитовой трубочки (рис. 751), вставляемой въ амбушюру телефона. Внутренность трубки разделяется Z-образной латунной перегородкой на две части, и въ перегородке вырезано четырехугольное отверстие, прикрываемое несколько отстоящей упрюгой

иластинкой *b*. Если дуть в верхнее отверстие трубки, то пластинка начинает колебаться и производить звук в роде кларнетного, который передается диафрагме телефона и производит в другом телефоне, на вызываемом пункте, тонкий, но довольно внятный звук. Для усиления звука вставляют внизу в перегородку подвижной штифтик, который прикасается своим утолщенным концом к диафрагме и при дутье в трубку колеблется, ударяя в диафрагму и усиливая звук.

Для длинных линий и для сильных вызовов недостаточно этого простого приспособления, а потому применяют электрические звонки. Здесь мы не будем входить в подробности соединений. Само собою разумеется, что проводами, которые служат для телефонной передачи, пользуются и для вызовов, потому что при длинной линии устройство особой звонковой линии повело бы к нежелательному увеличению расходов на установку.

Если соединить звонки последовательно с телефонами, то значительно увеличилось бы сопротивление линии и пришлось бы применять сильные звонковые батареи, ясность телефонной передачи уменьшилась бы ИИ происходя-



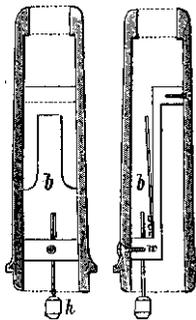
749 и 750. Последовательное и параллельное соединения двух телефонов.

щая последовательно в звонках замыкания и размыкания цепи производили бы сильное движение телефонной диафрагмы, не особенно желательное для телефонов. Но совсем и нет вадобности устроить такое соединение; указанные неудобства устраняются простым способом,—коммутацией, помощью которой в обыкновенное время соединяются с линией только звонки, а вызываемый пункт вводит в цепь свой телефон только тогда, когда будет сделан вызов.

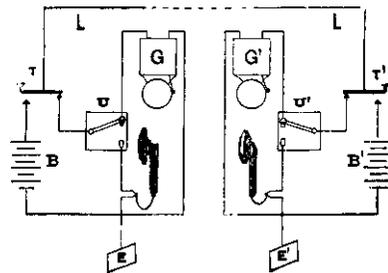
На рис. 672 было показано, как можно делать вызовы по одной линии в ту и другую сторону. Такое же соединение применяется и при соединении двух телефонных станций. Чтобы приспособить его для коммутации с вызывного аппарата на телефон, надо только ввести в цепь еще коммутатор, какой показан на рис. 234. Итак соединение устроивается следующим образом: Концы линии *L* (рис. 752) соединяются с рычагами двух ключей *T* и *T'*. Пока рычаг не нажат, он соединяет линию с коммутатором *U* или *U'*. Последние в обыкновенное время ставят так, чтобы они соединяли линию со звонками *G* и *G'*. Когда один пункт вызывается другим, то сначала переставляют свой коммутатор *U* так, чтобы линия соединялась с телефоном, и затем нажимают на ключ *T*. При этом линия соединяется с одним полюсом батареи *B*, ток идет в линию, пробегает по ключу *T* в коммутатор *U'*, проходит из него в звонок и возвращается по земле в батарею. Здесь, как и в после-

дующихъ схемахъ, за второю проводъ взята земля, какъ и делаютъ действительно въ очень многихъ случаяхъ; не трудно представить себе, какъ ее можно заменить особой проволокой. На другой станции раздастся звонокъ, и вызываемый подходитъ къ аппарату. Сначала онъ переставляетъ коммутаторъ U' и соединяетъ линию со своимъ телефономъ. На вызывающемъ пункте лицо, желающее разговаривать, въ ожидании ответа на вызовъ, производимаго условнымъ способомъ въ телефонъ, приставляетъ свой телефонъ къ уху. По окончаніи разговора коммутаторы U и U' ставятся опять на звонки и темъ установка делается готовой для вызова съ тсакой угодно стороны.

Въ качестве коммутатора обыкновенно употребляютъ автоматическое приспособление, при которомъ коммутация производится подвешиваніемъ или сниманіемъ телефона съ рычага коммутатора. При этомъ устраняются всякія ошибки отъ рассеянности или незнания, потому что, когда на вызываемомъ пункте пожелаютъ отвечать, тамъ должны снять свой телефонъ съ подвески и темъ вводить его въ линию. По окончаніи разговора даже при



751. вызывной свистокъ
Сименса и Гальске.



752. Соединение для вызововъ
и разговоровъ по телефону.

большой рассеянности нельзя оставить телефонъ болтаться на его шнуре, — его вешаютъ на место и темъ переводятъ соединеніе на вызывное приспособленіе.

Такой самодействующій коммутаторъ устроить нетрудно. Устраивается поворотный рычагъ (рис. 758) съ крючкомъ на более длинномъ конце, на который вешается телефонъ, оттягивающій своимъ весомъ крючокъ книзу. При этомъ другой конецъ рычага прижимается къ верхнему контакту, который соединяетъ его съ вызывнымъ приборомъ. Если снять телефонъ, то пружинка оттягиваетъ короткое плечо рычага къ нижнему контакту, соединенному съ телефономъ.

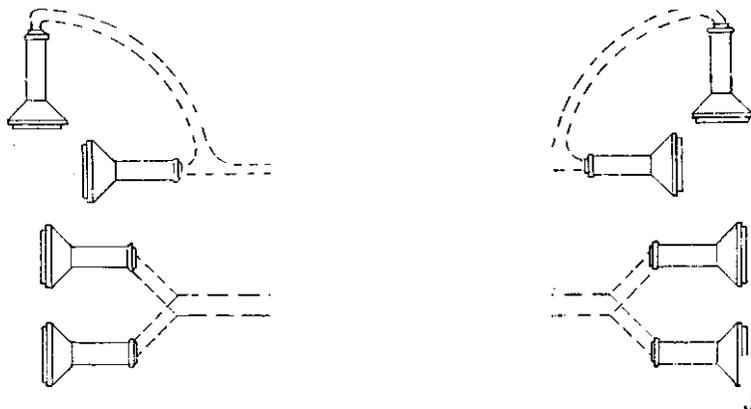
Эти отдѣльныя части, необходимыя для телефоннаго сообщенія, соединяются соответствующимъ образомъ въ одинъ приборъ (рис. 754), где на одной дощечке расположены три части: телефонъ, коммутаторъ и ключъ. Изъ 4 верхнихъ зажимныхъ винтовъ два служатъ для соединенія прибора съ линіей и землей, а по двумъ другимъ устраивается сообщеніе со звонкомъ; съ двумя нижними винтами соединяется батарея.

Несколько более усовершенствованный приборъ (рис. 755) снабжается двумя телефонами, изъ которыхъ одинъ для говоренія укрепляется неподвижно, а другой для слушанія вешается на крючке коммутатора. Находящійся сбоку отъ коммутатора ключъ состоитъ изъ пружины, приводимой въ движеніе снаружи нажимной кнопкой; пружина эта въ свободномъ состояніи прилегалъ къ среднему контакту, при нажиманіи же упирается въ верхнюю металлическую дужку. Четвертое приспособленіе, которое видно въ аппарате, —

ИИластинкой *b*. Если дуть въ верхнее отверстие трубки, то пластинка начинает колебаться и производить звукъ въ роде кларнетнаго, который передается диафрагме телефона и производитъ въ другомъ телефоне, на вызываемомъ пункте, тонкий, но довольно внятнй звукъ. Для усиления звука вставляютъ внизу въ перегородку подвюкной штифтикъ, который прикасается своимъ утолщеннымъ концомъ къ диафрагме и при дутье въ трубку колеблется, ударяя въ диафрагму и усиливая звукъ.

Для длинныхъ линий и для сильныхъ вызововъ недостаточно этого простаго приспособления, а потому применяютъ электрическия звонки. Здесь мы не будемъ входить въ подробности соединений. Само собою разумеется, что проводащ, которые служатъ для телефонной передачи, пользуются и для вызововъ, потому что при длинной линии устройство особой звонковой линии повело бы къ нежелательному увеличению расходовъ на установку.

Если соединить звонки последовательно съ телефонами, то значительно увеличилось бы сопротивление линии и пришлось бы применять сильныя звонковыя батареи, ясность телефонной передачи уменьшилась бы и происходя-



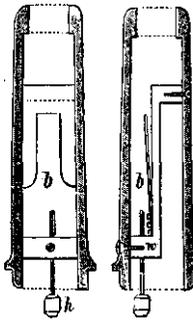
7и9 и 750. Последовательное и параллельное соединения двухъ телефоновъ.

щая последовательно въ звонкахъ замыкания и размыкания цепи производили бы сильное движение телефонной диафрагмы, не особенно желательное для телефоновъ. Но совсемъ и нетъ вадобности устраивать такое соединение; указанныя неудобства устраняются простымъ способомъ,—коммутацией, помощью которой въ обыкновенное время соединяются съ линией только звонки, а вызываемый пунктъ вводитъ въ цепь свой телефонъ только тогда, когда будетъ сделанъ вызовъ.

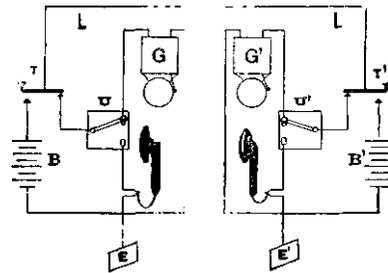
На рис. 672 было показано, какъ можно делать вызовы по одной линии въ ту и другую сторону. Такое же соединение применяется и при соединении двухъ телефонныхъ станций. Чтобы приспособить его для коммутации съ вызывнаго аппарата на телефонъ, надо только ввести въ цепь еще коммутаторъ, какой показанъ на рис. 234. Итакъ соединение устраивается следующимъ образомъ: Концы линии *L* (рис. 752) соединяются съ рычагами двухъ ключей *T* и *T'*. Пока рычагъ не нажать, онъ соединяетъ линию съ коммутаторомъ *U* или *U'*. Последние въ обыкновенное время ставятъ такъ, чтобы они соединяли линию со звонками *G* и *G'*. Когда одинъ пунктъ вызывается другимъ, то сначала переставляютъ свой коммутаторъ *U* такъ, чтобы линия соединялась съ телефономъ, и затемъ нажимаютъ на ключъ *T*. При этомъ лшня соединяется съ однимъ полюсомъ батареи *B*, токъ идетъ въ линию, пробегаетъ по ключу *T'* въ коммутаторъ *U'*, проходитъ изъ него въ звонокъ и возвращается по земле въ батарею. Здесь, какъ и въ после-

дующихъ схемахъ, за второй проводъ взята земля, какъ и делаютъ действительно въ очень многихъ случаяхъ; не трудно представить себе, какъ ее можно заменить особой проволокой. На другой станции раздастся звонокъ, и вызываемый подходитъ къ аппарату. Сначала онъ переставляетъ коммутаторъ U' и соединяетъ линию со своимъ телефономъ. На вызывающемъ пункте лицо, желающее разговаривать, въ ожидании ответа на вызовъ, производимаго условнымъ способомъ въ телефонъ, приставляетъ свой телефонъ къ уху. По окончании разговора коммутаторы U и U' ставятся опять на звонки и темъ установка делается готовой для вызова съ тсакой угодно стороны.

Въ качестве коммутатора обыкновенно употребляютъ автоматическое приспособление, при которомъ коммутация производится подвешиваниемъ или сниманиемъ телефона на рычага коммутатора. При этомъ устраняются всякия ошибки отъ рассеянности или незнания, потому что, когда на вызываемомъ пункте пожелаютъ отвечать, тамъ должны снять свой телефонъ съ подвески и темъ вводить его въ линию. По окончании разговора даже при



751. вызывной свистокъ
Сименса и Гальске.



752. Соединение для вызововъ
и разговоровъ по телефону.

большой рассеянности нельзя оставить телефонъ болтаться на его шнуре, — его вешаютъ на место и темъ переводятъ соединение на вызывное приспособление.

Такой самодействующий коммутаторъ устроить нетрудно. Устраивается поворотный рычагъ (рис. 753) съ крючкомъ на более длинномъ конце, на который вешается телефонъ, оттягивающий своимъ весомъ крючокъ книзу. При этомъ другой конецъ рычага прижимается къ верхнему контакту, который соединяетъ его съ вызывнымъ приборомъ. Если снять телефонъ, то пружинка оттягиваетъ короткое плечо рычага къ нижнему контакту, соединенному съ телефономъ.

Эти отдельныя части, необходимыя для телефоннаго сообщения, соединяются соответствующимъ образомъ въ одинъ приборъ (рис. 754), где на одной дотечке расположены три части: телефонъ, коммутаторъ и ключъ. Изъ 4 верхнихъ зажимныхъ винтовъ два служатъ для соединения прибора съ линией и землею, а по двумъ другимъ устраивается сообщение со звонкомъ; съ двумя нижними винтами соединяется батарея.

Несколько более усовершенствованный приборъ (рис. 755) снабжается двумя телефонами, изъ которыхъ одинъ для говорения укрепляется неподвижно, а другой для слушания вешается на крючке коммутатора. Находящийся сбоку отъ коммутатора ключъ состоитъ изъ пружины, приводимой въ движение снаружи нажимной кнопкой; пружина эта въ свободномъ состояннии прилегаетъ къ среднему контакту, при нажимании яю упирается въ верхнюю металлическую дужку. Четвертое приспособление, которое видно въ аппарате,—

громоотвод. Этот аппарат употреблялся долго в центральных телефонных станциях германского почтового ведомства и был вытеснен только микрофонными станциями. Наружный вид всего прибора представлен на рис. 756, который показывает также соединение звонков с прибором.



753. Автоматический коммутатор.

Соединение телефонных аппаратов значительно усложняется при применении микрофонов. Здесь кроме автоматической коммутации линии необходимы еще автоматическое выключение и включение микрофонной батареи, так как ее нельзя оставлять в цепи, когда переговоры не происходят. Само собой разумеется, что обе автоматических коммутации соединяются таким образом, чтобы они производились подвешиванием и снятием телефона, так как обе они должны функционировать в одном направлении. При микрофонных аппаратах без индуктивной передачи достичь этого не трудно, потому что включение батареи и телефона происходит одновременно, как показывает схема соединений на рис. 757. Когда телефон снимают, контактный рычаг прижимается к контакту, вводящему в цепь телефон, но одновременно вводится также и микрофон с батареей. Другой полюс батареи выходит в соединении с землей. Тогда ток проходит по телефону и микрофону к коммутационному контакту и оттуда в линию. Остальные части, звонок, ключ и вызывная батарея здесь выпущены, так как они располагаются так же, как и на рис. 752.



754. Простейший телефонный аппарат.

Если прибор надо приспособить для индукционной передачи, то соединения усложняются еще больше, так как прибавляется новая часть, индуктор. Здесь уже имеются две отдельных цепи: цепь микрофона и цепь телефона. Первая здесь замыкается коммутатором при снятии с крючка телефона. Микрофон M (рис. 758), микрофонная батарея MB и первичная обмотка P индукционной катушки соединены в одну цепь, которая замыкается при снятии телефона через два соответствующих контакта на рычаге коммутатора. Вторичная обмотка индуктора соединяется одним концом с землей, и в эту ветвь введен телефон; другой конец идет к соответствующему контакту на коммутаторе, который при снятии телефоне сообщается с линией. При этом волны тока, возбуждаемая микрофоном и передаваемая индуктором, идут по линии на ближайшую станцию и возвращаются через землю и по телефону в индуктор.

Указанных здесь соединений достаточно для пояснения, как производятся необходимые для телефонных сообщений коммутации и соединения, так как они составляют основание для дальнейших более сложных устройств; на последних мы не будем останавливаться, так как они служат только для особых второстепенных целей.

Различные типы телефонных аппаратов. Мы рассмотрим только несколько употребительнейших форм телефонных аппаратов. Их конструкция, кроме экономических соображений, обуславливается целесообраз-

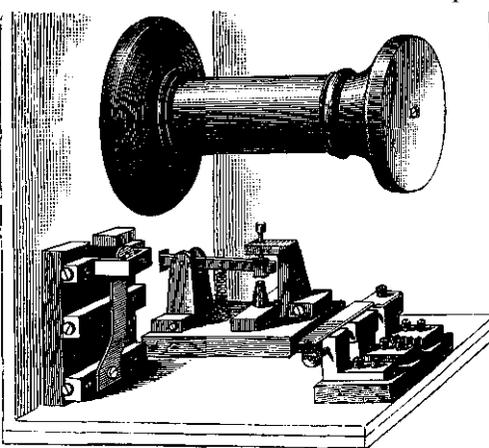
нымъ расположениемъ частей, удобствами установки и обращения. Что касается удобства обращения, то следуетъ иметь въ виду, что отъ публики должно требовать возможно менее и стремиться къ тому, чтобы всякое неудобство при пользовании аппаратомъ было устранено. Говорящему можно доверить лишь нажатие кнопки, снятие и вешание телефона и вращение

рукоятки; поэтому аппаратъ долженъ быть такъ устроенъ, чтобы онъ самъ исполнялъ все остальное. Для этой цели служатъ описанныя уже нами автоматическия приспособления. Теперь надобно соединить все эти приспособления такимъ образомъ, чтобы говорящему оставались доступными только те части, которыми онъ долженъ пользоваться. Все остальное должно быть скрыто, какъ для предохранения отъ пыли, такъ и для предохранения отъ поломки.

Въ более простыхъ аппаратахъ все части располагаются въ коробке микрофона. При микрофонахъ типа Адера аппаратъ принимаетъ форму маленькой конторки, крышку которой образуетъ диафрагма микрофона. Такой аппаратъ

представленъ на рис. 759. Ящикъ микрофона поддерживается на основной доске, которая прикрепляется къ стене винтами. Съ левой стороны выступаетъ крючокъ коммутатора для подвешивания телефона; последнимъ надо всегда пользоваться, когда желаютъ говорить, такъ какъ при его снятии производится коммутация. Надъ столикомъ видна кнопка вызывного коммутатора, которую приходится нажимать для вызова другой станции. Снизу расположены зажимные винты, два для микрофонной батареи и два для вызывной; сверху имеется два винта, изъ которыхъ одинъ служитъ для соединения съ линией, а другой для соединения съ землей. Большой дискъ надъ приборомъ — тремоотводъ; онъ состоитъ изъ двухъ круглыхъ, выжелобленныхъ металлическихъ пластинъ, которыя расположены на небольшомъ разстоянии одна передъ другой и изъ которыхъ одна соединена зажимомъ съ проводомъ, а другая съ землей.

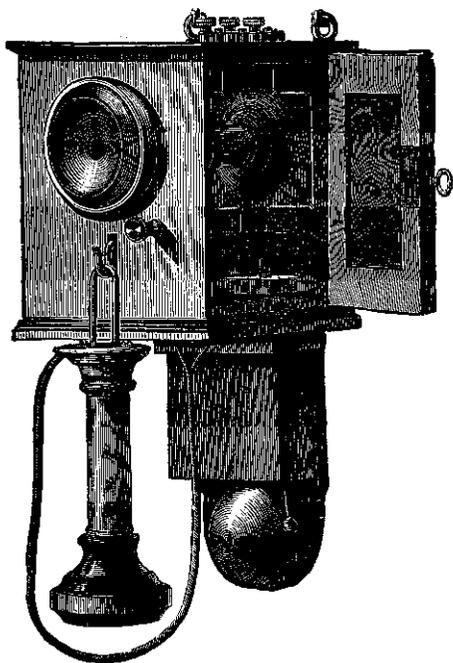
При микрофонахъ съ вертикальной диафрагмой аппарату придается более удобное устройство, такъ какъ онъ получаетъ форму простого шкапика, на которомъ помещается и звонокъ. Подобный телефонный аппаратъ изображенъ на рис. 760 и 761. Въ дверце шкапика сделана круглая вырезка, образующая отверстие для диафрагмы микрофона, которая и ставится позады отверстия вместе съ углями и закрепляющими приспособлениями, описанными выше (рис. 738). Внутри слева расположенъ Ишочъ, приводимый въ движение пуговкой, видной на рис. 760 слева. На правой стороне индукционная катушка и рычагъ коммутатора, который при своемъ движении подходитъ подъ пружины и производитъ соответствующия переключения. Нижнее пространство шкапика занято механизмомъ дребезжащаго звонка, колокольчикъ котораго расположенъ снаружи, внизу. Для соединения микрофона съ аппаратомъ служатъ петли дверцы, на которыхъ для большей верности расположены еще контактные пружинки, прижимающияся одна къ другой при запирании дверцы. Несколько иного вида аппаратъ, представленные



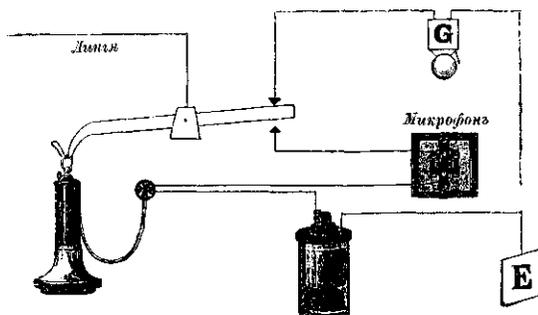
755. Внутренность прежняго аппарата германскаго почтоваго ведомства.

на рис. 762, часто употребляемый в Германии почтовым ведомством. Внутреннее устройство в принципе то же, что и в упомянутых выше аппаратах, только конструкция отдельных частей их прочнее.

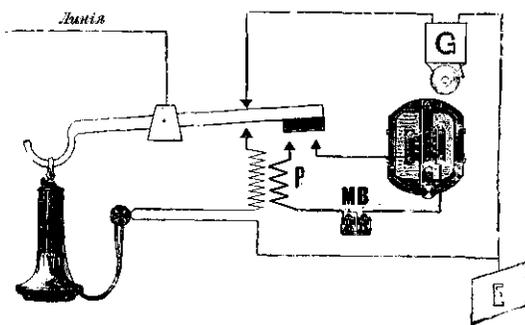
Вместо батарейных звонков во многих случаях пользуются магнитными индукторами в соединении с звонками для переменных токов. Индуктору придают такую форму, чтобы его удобно было поместить в аппарате. Он вместе со звонком располагается в ящике и прикрепляется к общей с телефонным аппаратом доске. Иногда в этом же ящике снизу помещается рычаг коммутатора для телефона. Такая телефонная станция компании Белля с микрофоном Блека представлена на рис. 763. Ниж-



756. Общий вид старых телефонов Германского почтового ведомства.



757. Коммутатор при применении микрофона.



758. Коммутатор при применении индуктивной передачи.

ний из трех ящиков заключает в себе микрофонную батарею. Если вместо микрофона Блека, который вследствие большой чувствительности должен быть защищен от сотрясений, происходящих при движении ручки индуктора, употребляется микрофон Гуннинга, то и он может быть помещен в ящик индуктора, и тогда все аппараты умещаются в одном футляре. Расположение их показано на рис. 764.

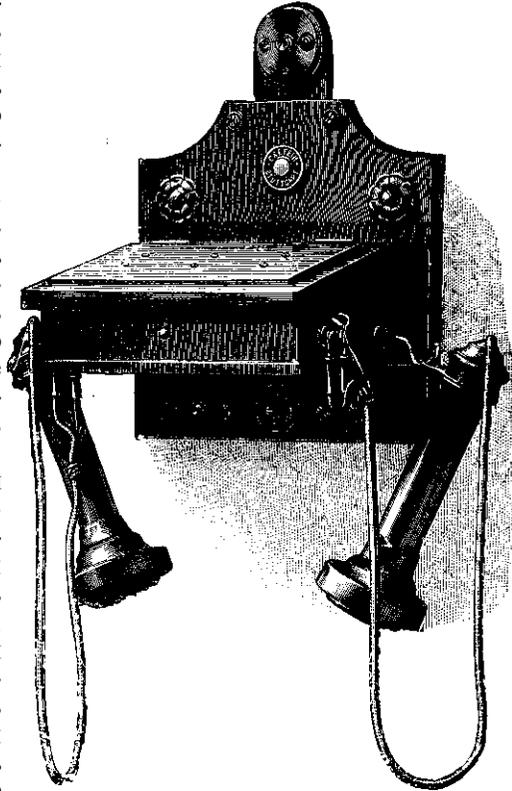
Недостатком таких подвешиваемых на стену телефонных аппаратов является их неудобоподвижность; было бы, например, желательнее приспособлять высоту расположения микрофона к росту пользующихся телефоном. Для устранения этого недостатка появились столовые аппараты, при которых можно вести разговор, сидя у письменного стола. Сначала это были маленькие, устанавливаемые на столе приборы с вертикальным микрофоном. В последнее же время телефон соединили удобным образом с микрофоном помощью ручки, и оба прибора берутся сразу одной рукой, представляя один к уху, а другой ко рту. На рис. 765 показан такой ручной аппарат; будучи не в употреблении, он подвешивается на

поддержку, которая ставится на столъ и снабжается какъ коммутаторомъ, такъ и нажимной кнопкой; съ линией приборъ соединяется гибкимъ шнуромъ. Чтобы и стенные аппараты приспособить къ маленькому и высокому росту, въ Англия ввели въ употребленіе стойщи, на которыхъ аппаратъ можетъ быть поднятъ и опущенъ.

Коммутационныя системы. Во многихъ случаяхъ телефонное сообщеніе не ограничивается двумя станціями, а оказывается необходимымъ дать возможность одному пункту сообщаться съ несколькими другими, или еще общіе, каждому изъ несколькихъ пунктовъ сообщаться съ несколькими другими. Въ первомъ случае можно ограничиться темъ, что одна главная станція будетъ имѣть возможность сообщаться съ какой угодно изъ остальныхъ станцій; если каждая изъ послѣднихъ должна имѣть возможность вызывать главную станцію, то мы перейдемъ ко второму изъ указанныхъ случаевъ.

Что касается до вызова любой изъ станцій съ главной станціи и соединенія послѣдней съ одной изъ первыхъ, то этотъ случай следуетъ разсматривать, какъ особый, только тогда, когда число станцій мало, въ противномъ же случае применяются такія же приспособленія, какъ и во второмъ случае.

Соединеніе главной станціи съ любой изъ побочныхъ производится крайне просто коммутаторомъ, въ роде того, какой для двухъ направлений изображенъ на рис. 234. Число направлений, по какимъ соединяется главный аппаратъ, можно увеличить, прибавляя число контактовъ; этотъ приборъ не представляетъ почти ничего особеннаго. Коммутаторъ съ передвижнымъ рычагомъ не всегда удобенъ, а потому иногда пользуются приборомъ другого устройства: штепсельнымъ коммутаторомъ самаго простаго устройства. На деревянной подставкѣ (рис. 766) привинчивается несколько латунныхъ планокъ, изъ которыхъ каждая соединяется съ линіей одной изъ побочныхъ станцій. Проводъ, идущій отъ главнаго аппарата, соединенъ со шнуромъ, оканчивающимся коническимъ металлическимъ штепселемъ, хорошо пригнаннымъ къ коническому гнезду въ серединѣ каждой изъ латунныхъ планокъ. Если вставить штепсель въ гнездо одной изъ планокъ, то соответствующій планкѣ побочный аппаратъ соединится съ главнымъ аппаратомъ. Такой приемъ соединенія встречается не часто, напримеръ тамъ, где начальникъ желаетъ имѣть возможность разговаривать съ различными подчиненными ему пунктами, и не требуется, чтобы эти пункты имѣли возможность вызывать начальника. Вообще предпочитаютъ устраивать соединеніе между несколькими пунктами такимъ образомъ, чтобы между ними была общая свобода сообще-

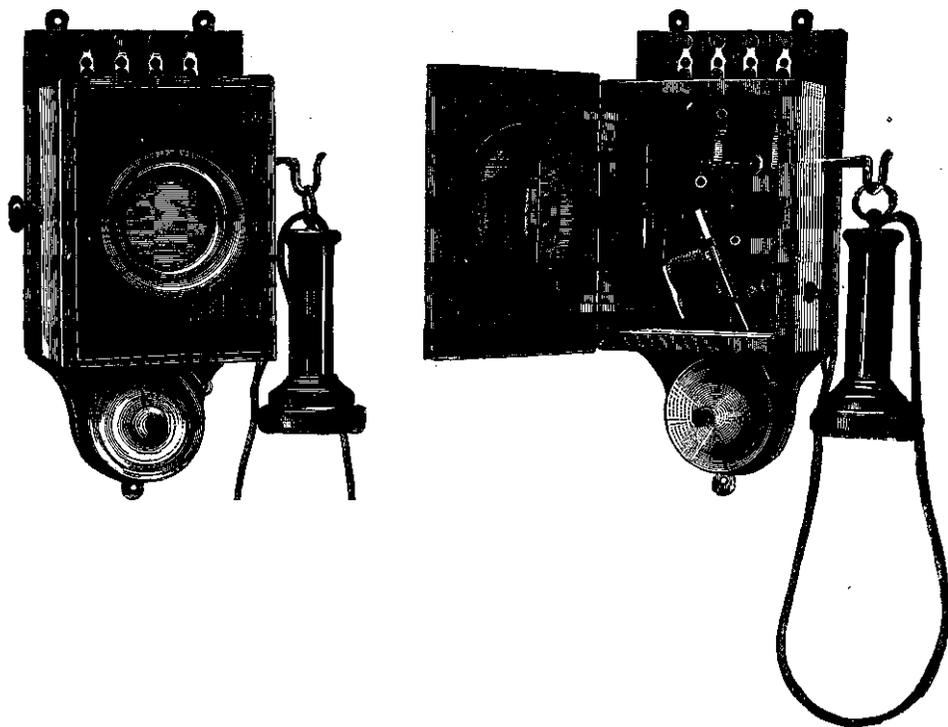


759.
Телефонный аппаратъ съ микрофономъ Адера.

ний, и такимъ образомъ мы переходимъ ко второму случаю, при которомъ телефонное сообщение приобретаетъ свое надлежащее значение.

Мы говорили выше, что можно устроить непосредственное сообщение между несколькими пунктами, но приспособления для этого уже при небольшомъ числе станций делаются столь сложными и потому ненадежными, что предпочитаютъ централизовать средства сообщения, т.-е. проводить все линии отдельныхъ станций на центральную станцию, которая по требованию соединяетъ вызывающую станцию съ вызываемой и по окончании разговора разъединяетъ ихъ.

При такомъ устройстве требуется, чтобы, во-первыхъ, каждая станция могла вызывать центральную станцию и разговаривать съ ней, во-вторыхъ,



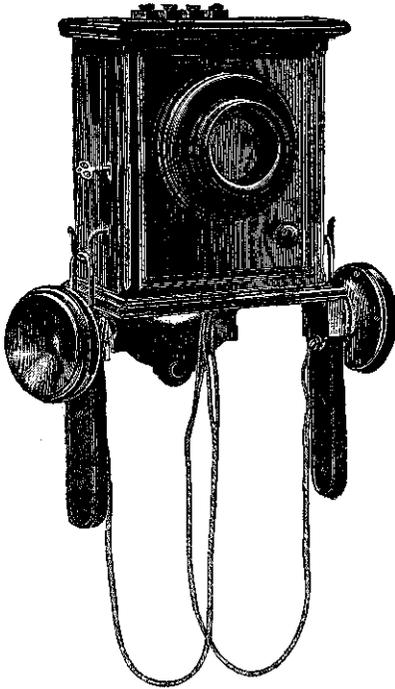
760 и 761. Телефонный аппаратъ съ вертикальной диафрагмой.

чтобы центральная станция могла узнавать, когда и какая станция делаетъ вызовъ, и, въ-третьихъ, чтобы центральная станция имела возможность соединять между собой любыя две станции помимо остальныхъ и прекращать это соединение по окончании разговора.

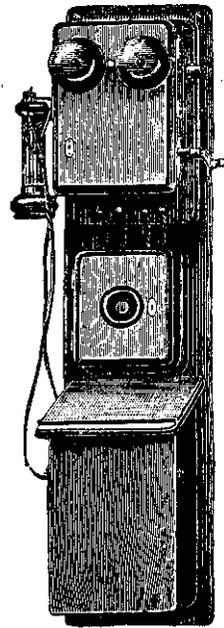
Вызовы и определение вызывающей станции не представляютъ никакихъ затруднений; можно представить себе, что для этого пользуются звонкомъ и номернымъ указателемъ, какъ описано на стр. 519 и след. Впрочемъ на центральныхъ станцияхъ пользуются другими приспособлениями, а именно отпадающей дверцей, где токъ, идущий изъ вызывающей станции, заставляетъ укасть дверцу и открываетъ закрытый прежде номеръ ея. Сигналъ бываетъ оптический и кроме того акустический, такъ какъ дверца, падая, издаетъ звукъ. Впрочемъ иногда устраиваютъ такъ, чтобы падающая дверца замыкала цепь со звонкомъ и темъ производила хорошо слышный вызовъ.

Принципъ такой отпадающей дверцы ясенъ изъ представленнаго на рис. 767 механизма Фейна. На основной металлической пластинке поддер-

живается дверца К, которая может поворачиваться около шарнира на своем нижнем конце; тания перемещения легко понять по рис. 768, где некоторая дверца представлена открытыми. На внутренней стороне дверца снабжена крючком, задевающим за соответствующий крючок на переднем конце якоря а, который своим концом прикреплен при посредстве пружинки f к кронштейну и прижимается пружинкой кверху, задевая за крючок дверцы. Подъ якорем расположен на том же кронштейне электромагнит, один конец которого соединяется с линией, идущей из телефонной станции, которой принадлежит эта дверца, а другой конец с землей или с обратным проводом, если таковой имеется. Когда телефонная станция пропускает ток в электромагнит прибора, то его якорь притягивается, осво-



762. Новейший телефонный аппарат германского почтово-телеграфного ведомства.



763. Телефонный аппарат с индукторным вызовом и микрофоном Блека.

бождающаяся дверца отпадает, и появляется находящийся за дверцей номер вызывающей станции.

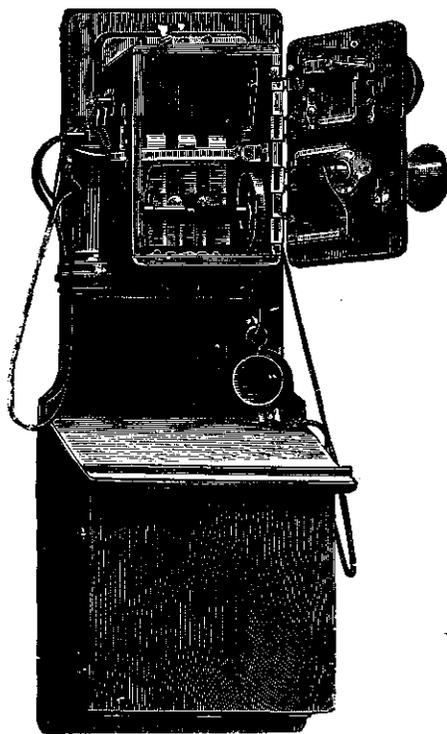
На одной доске располагают столько таких отпадающих дверец, сколько станций соединяется с центральной станцией.

Посмотрим теперь, как центральная станция соединяет свой телефонный аппарат с вызывающей станцией и производит требуемое соединение между вызывающей и вызываемой станциями. Проще всего можно достигнуть этого, применяя штепсельный контакт, как это было описано и показано на рис. 766. Чтобы соединить между собою две линии, пользуются шнуром с двумя штепселями на концах, вставляя его штепсели в гнезда планок соединяемых линий. Такой соединительный шнур представлен на рис. 769.

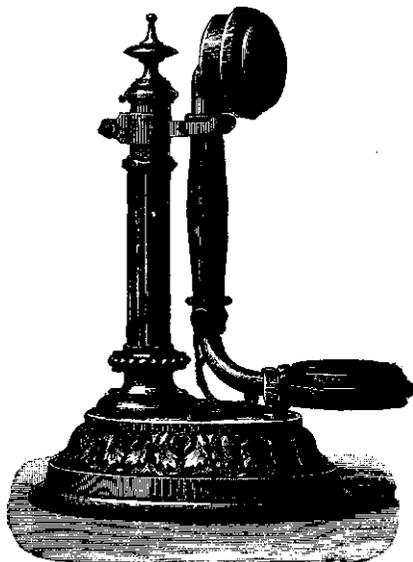
Но этого еще недостаточно. Выше было сказано, что один конец обмотки электромагнита должен соединяться с землей для замыкания цепи или со вторым проводом, если есть обратный провод. При соединении

двух станций через центральную должно очевидно прерываться их соединение с землей, потому что иначе ток не пойдет из одной станции на другую и потом обратно, а найдеть себе обратный путь яа самой центральной станции. Если имеются особые обратные провода, которые обыкновенно соединяются на центральной станции с прямыми проводами чрез электромагниты отпадающих дверец, то приходится прерывать это соединение на центральной станции и соответственно соединять прямые и обратные провода вызывающей и вызываемой станцип.

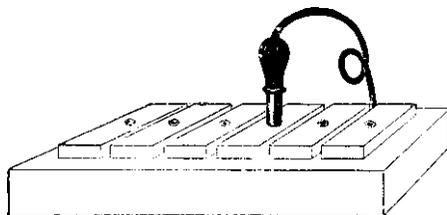
764.



Телефонный аппарат с индукционным вызывным аппаратом и микрофоном Гуннинга.



765. Ручной телефонный аппарат.



766. Простой штепсельный коммутатор.

Эти коммутации производятся посредством надлежащим образом устроенного штепсельного прибора. Для простоты рассмотрим здесь тот случай, когда обратным проводом служат земля. Вместо латунной плашки с коническим отверстием, как показано на рис. 766, ставится контактная пружинка, которая прижимается к штепселю. Устройство представлено схематически на рис. 770.

Въ доску, на которой поддерживается дверца, вставляется изолированная металлическая втулка, въ которую вкладывается штепсель с рукояткой. Къ внутренней стенке доски приделана изолированная нагибающаяся кшизу пружинка *K*, форма которой показана на рисунке. Ея свободный конец прилегаеть къ латунной планке *z*, но когда вставлень штепсель, его головка отжимаетъ пружинку кверху и отодвигаетъ ее отъ планки *г*.

Различныя части прибора соединяются следующимъ образомъ: отъ линии *L* цепь идетъ сначала къ обмотке электромагнита *S* и затемъ къ пружинке

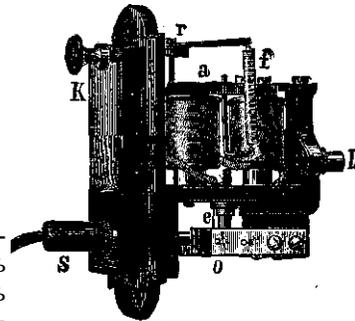
К, отсюда она идетъ къ планкѣ z, которая соединяется съ землей. Если вставленъ штепсель, то сообщеніе съ землей прервано, и цепь идетъ чрезъ штепсель и его шнуръ въ другой штепсель и соединенную съ нимъ линію другой станціи. На рисункѣ показанъ еще одинъ проводъ, идущій изъ L къ втулкѣ штепселя. Этотъ проводъ служить для пропуска тока изъ L непосредственно къ вставленному штепселю, мимо обмотки электромагнита, сопротивление которой довольно значительно. Такое контактное игриспособленіе располагается подъ каждой дверцей рис. 768, и оно даетъ возможность соединять линію каждой станціи съ какой угодно другой при помощи шнура со штепселями.

Помещеніе штепсельныхъ гнездъ непосредственно подъ отпадающими дверцами упрощаетъ устройство и облегчаетъ манипуляціи, такъ какъ можно прямо находить гнездо для требуемаго соединенія; но при большомъ числѣ дверецъ шнуры вставляемыхъ штепселей будутъ закрывать ту или другую дверцу. Чтобы устранить это неудобство, въ новыхъ аппаратахъ для центральныхъ станціи дверцы и штепсельные контакты располагаютъ отдѣльно.

Такая коммутаторная доска изображена на рис. 771. Здѣсь 25 дверецъ расположены сверху въ 5 рядовъ, подъ ними 25 штепсельныхъ гнездъ.

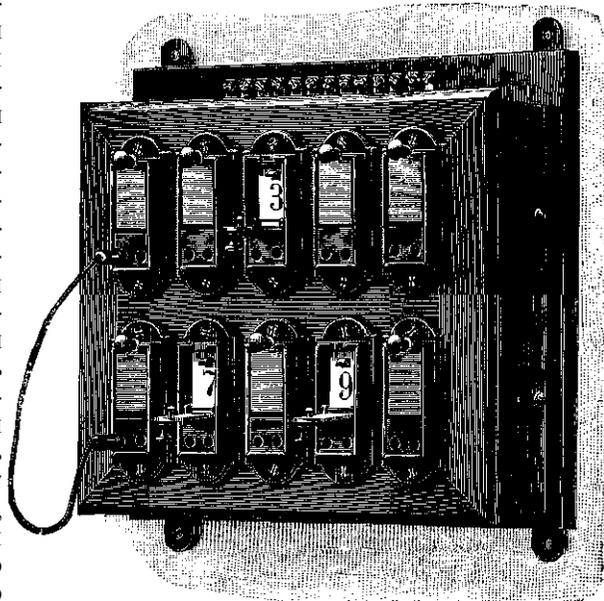
Штепсели снабжены длинными шяурами и въ обыкновенное время бывають вставлены въ наибольшую доску впереди аппарата. Шнуры проходятъ сквозь доску и поддерживають блокъ съ небольшимъ грузомъ, назначеніе котораго поддерживать шнуры натянутыми и не позволять имъ путаться. Подъ штепсельными гнездами видимъ еще рядъ изъ пяти дверецъ, которыя служатъ указателями окончанія разговора: въ каждое соединеніе между станціями вводится одна, изъ этихъ дверецъ, и ея отпаденіе указываетъ, что разговоръ оконченъ и что сообщеніе между станціями следуетъ прервать.

Такая коммутаторная доски можно устраивать и для большаго числа станцій—до 100—200. Но если послѣднихъ больше этого числа, то придется несколько изменить систему. Въ часы оживленнаго сообщенія одинъ телефонистъ не можетъ справиться больше, чѣмъ съ 200 станціями, а потому приходится ставить рядомъ по несколько такихъ коммутаторныхъ досокъ, изъ которыхъ каждая поручается одному телефонисту. Но здѣсь встре-



767.

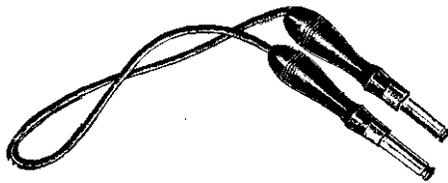
Механизмъ отпадающей дверцы.



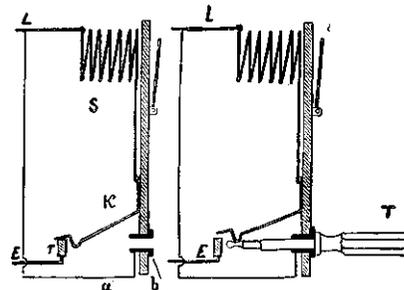
768. Коммутаторная доска на 10 отпадающихъ дверецъ.

чается следующее затруднение: если напр. абонентъ, принадлежащий къ I доске, желаетъ разговаривать съ другимъ абонентомъ, линия котораго идетъ къ II, III или X доске, то телефонисту у I доски приходится прежде всего произвести соединение съ II, III или X доской и сообщить стоящему тамъ телефонисту, чтобы онъ на своей доске соединилъ съ требуемымъ номеромъ. Такимъ образомъ на самой центральной станции образуются подстанции, которыя должны соединяться между собою и извещать одна другую о требуемыхъ соединенияхъ. Это сильно затрудняетъ сообщеніе, а потому американцы выработали такую коммутаторную доску, на которой каждому телефонисту поручается только ограниченное число абонентовъ, имеющихъ возможность вызывать его, но онъ можетъ соединять ихъ непосредственно со всеми абонентами центральной станции, не имея надобности сообщаться сначала съ другой коммутаторной доской. При такой мультиплексной коммутаторной доске действие сильно упрощается и ускоряется.

Этотъ приборъ основанъ на следующемъ принципе. У каждого телефониста имеется штепсельное гнездо для каждого абонента, и соответствующи



769. Соединительный шнуръ.



770. Схема устройства коммутаторнаго прибора.

контакты на всехъ отдельныхъ доскахъ соединяются проводомъ, такъ что каждый телефонистъ можетъ устанавливать соединеніе на своей доске. Если напр. со станцією соединены 2000 абонентовъ и имеется 10 досокъ, то для каждого абонента есть 10 контактовъ, и всего имеется 20 000 контактовъ.

Часть такой мультиплексной коммутаторной доски показана на рис. 772. Она обслуживается тремя телефонистами.

Надъ столомъ, на которомъ стоятъ несколько коммутаторовъ, видны 200 отпадающихъ дверецъ для столышекъ же соединенныхъ съ этою доскою абонентовъ. На вертикальной доске расположены рядами, тесно одно къ другому, штепсельныя гнезда для всехъ соединенныхъ со станцією абонентовъ. Эти штепсельныя гнезда не обозначены номерами, но каждыя пять горизонтальныхъ рядовъ отделены ребрами и такимъ же образомъ разделены на группы по десяти вертикальныхъ рядовъ. Телефонистъ, пользуясь этими знаками, долженъ отсчитать требуемый номеръ, чтобы найти надлежащее штепсельное гнездо. При некоторомъ навыке это делается легко и, благодаря отсутствию нумерации, выигрывается место для штепсельныхъ гнездъ, что въ виду большого числа ихъ, на изображенной доске свыше 4500, является необходимымъ.

Проводъ каждого абонента заканчивается шнуромъ, который на свободномъ концѣ снабженъ контактнѣмъ штепселемъ. Этотъ послѣдній имеетъ на своемъ нижнемъ концѣ, которымъ онъ вставляется въ принадлежащее ему отверстие на столе, металлическое кольцо, соединенное съ проводомъ. Когда абонентъ не соединенъ ни съ кемъ, его штепсель остается въ отверстіи стола и при этомъ соединяется металлическимъ кольцомъ съ прикре-

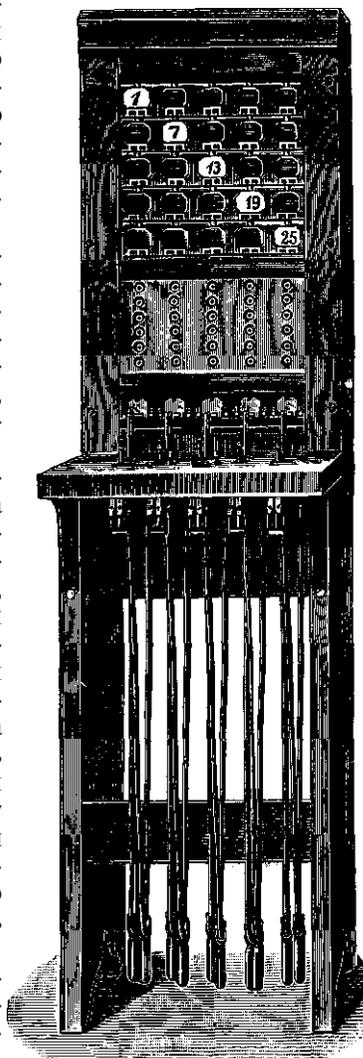
плненнымъ къ столу контактомъ, который отведенъ въ землю. Если же штепсель вынимается изъ стола для требуемаго соединения и встсузляется въ штепсельное гнездо требуемаго абонента, то вместе съ темъ прекращается соединеніе съ землею, и штепсель соединяется съ проводами вызываемаго абонента.

Между рядомъ штепселей, стоящихъ на горизонтальной доске, и отпадающими дверцами, которыя укреплены на вертикальной доске, виденъ двойной рядъ нажимныхъ кнопокъ, расположенныхъ на наклонной доске. Оне служатъ для соединенія телефонаго аппарата служащаго съ вызывающимъ абонентомъ, для чего служащій нажимаетъ кнопку, принадлежащую проводу соответствующаго абонента. На каждой доске поэтому находится столько же кнопокъ, сколько отпадающихъ дверей, а именно 200.

Кнопки эти имеютъ еще другое назначеніе; вытягивая и поворачивая кнопку, телефонистъ посылаетъ токъ служебной батареи въ соединенную линию и такимъ образомъ можетъ подать звонокъ второму абоненту, съ которымъ онъ соединилъ вызывающаго, если случайно батарея вызывающаго действуетъ недостаточно сильно.

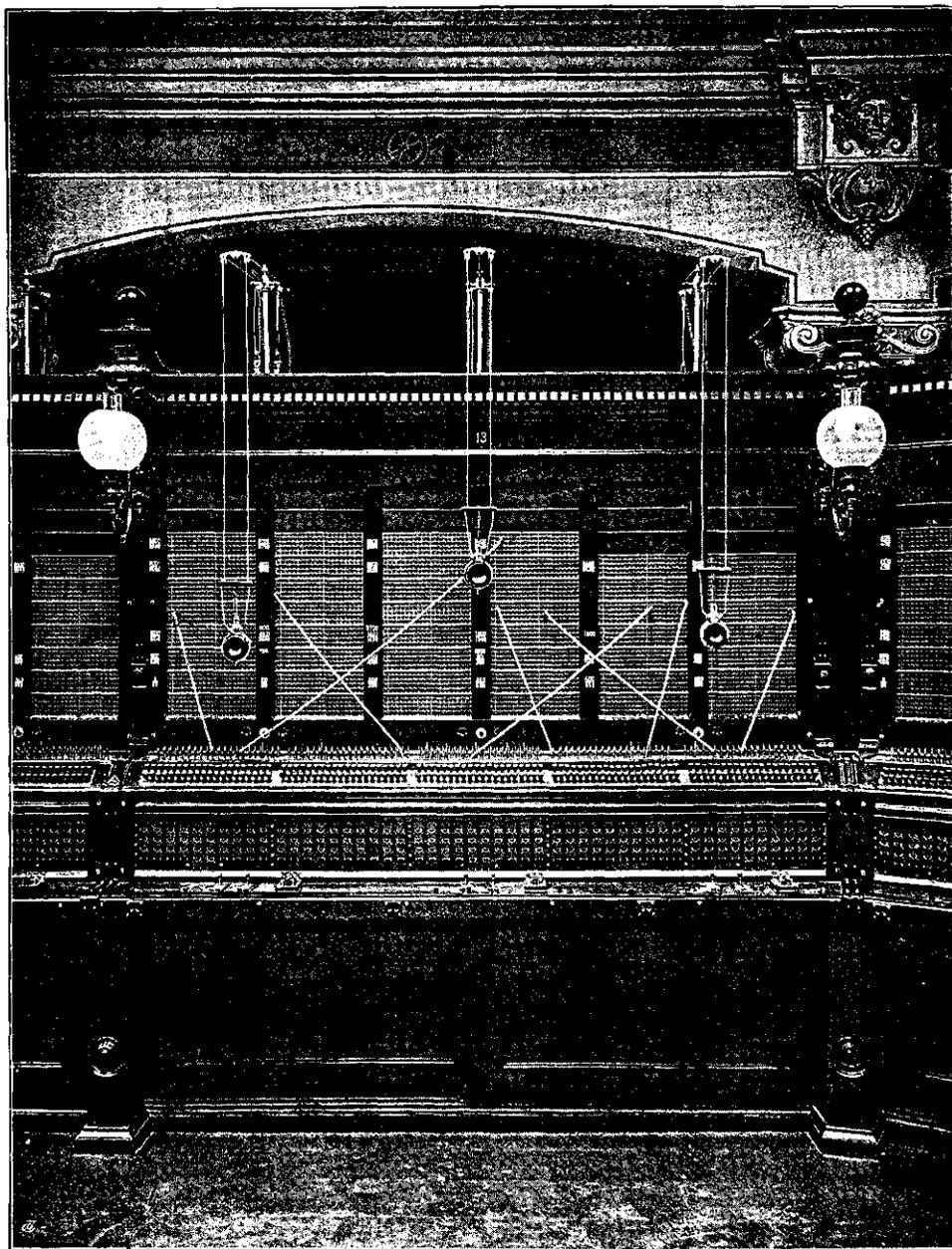
Соединеніе абонентовъ по сказанному выше производится очень просто. Падаеть на какой-нибудь доске дверца, тотчасъ телефонистъ ея соединяется съ вызывающимъ абонентомъ, нажимая соответствующую кнопку, и спрашиваетъ, что нужно. Узнавъ требуемый ямеръ, онъ прежде всего смотритъ, не занятъ ли соответствующій проводъ на другой доске. Для этого ему нетъ надобности спрашивать все доски, достаточно соединить на своей доске свой собственный телефонъ съ контактнымъ гнездомъ требуемаго абонента, и тогда сейчасъ слышно, благодаря особому устройству, свободенъ проводъ или нетъ. Если свободенъ, то телефонистъ вставляетъ штепсель вызывающаго въ гнездо вызываемаго абонента, и тогда оба могутъ разговаривать другъ съ другомъ.

Чтобы узнать, продолжается ли еще разговоръ на соединенной линии или нетъ, телефонистъ прикладываетъ проводъ своего телефона къ штепселю соединеннаго абонента, что даетъ возможность слышать, оконченъ ли разговоръ или нетъ. Такъ какъ это средство для определения окончания разговора недостаточно надежно, то у каждого абонента установленъ элементъ, который включается въ линию, когда телефонъ снимаютъ съ крючка, и, пока телефонъ снятъ, телефонистъ при соединеніи своего телефона съ соединенными проводами будетъ слышать трескъ въ своемъ аппарате. Истому что токъ включеннаго элемента идетъ въ то время чрезъ аппаратъ телефониста; отсутствие этого шума означаетъ прекращеніе разговора, телефонистъ вытягиваетъ тогда штепсель и ставитъ его



77и. Коммутаторная телефонная доска на 25 проводовъ.

на место на стол, соединяя темь абонента чрезъ станцію съ землею, такъ
 Это онъ можетъ вновь вызвать станцію.



772. Часть коммутаторной доски берлинской телефонной станции.

Въ Америке и Англии недавно замешили отпадающую дверцу маленькои
 кали льной лампочкой, которая соединяется съ батареей абонента при сни-
 ман и имь телефона. Светъ лампочки привлекаетъ внимание телефонистки
 на соответствующий номеръ, и она окликаетъ абонента. По соединении лам-

почка, оставаясь включенной, продолжает гореть, и ее потухание, которое наступает при вешании телефона вызывавшего, дает право телефонистке разъединить линию. Такой вызов калильными лампочками, говорят, действует хорошо.

Устройство центральных телефонных станций. Познакомимся сначала с петербургской центральной станцией, описание которой заимствуем из журнала „Электричество“ (1891 г. №№ 11—12).

Все подписчики перенумерованы и разделены на несюлько группь сообразно съ направлениями Ихъ линий отъ центральной станции. Все линии сходятся на крыше здания къ особой башне, составленной изъ стоекъ для изоляторовъ. Каждая голая проволока линии идетъ только до известнаго изолятора, къ которому и прикрепляется, а ее продолжениемъ служить изолированный проводъ. Последние провода распределены въ груши по 20 штукъ, заключены въ железныя трубы и въ нихъ проходятъ чрезъ крышу на чердакъ здания. На чердаке провода идутъ въ кабеляхъ, въ строгомъ порядке, до верхняго этажа, где помещается доска скрещивания линии, где контакты послѣднихъ расположены по порядку нумерации. Эти контакты перенумерованы и распределены на упомянутыя вѣтвие группы (по направлениямъ линий абонентовъ).

Доской скрещивания пользуются для ежедневной поверки исправности цепей изъ станции, для чего имеется измерительный столъ съ измерительными приборами. На доске скрещиваний установлены тагше громоотводы для каждой линии, состоящие изъ медныхъ пластинокъ, изолированныхъ тонкой, пропитанной парафиномъ бумагой. Отъ доски скрещиваний провода идутъ въ кабеляхъ по 20 штукъ къ коммутаторнымъ доскамъ, каждая изъ которыхъ представляетъ собою небольшою вертикальный шкафъ съ двумя столиками.

Доски рассчитаны на 200 абонентовъ, и каждая изъ нихъ состоитъ изъ двухъ слѣдующихъ главныхъ частей: 1) приспособлений для ввода и размещения проводовъ и 2) приспособлений для сообщения и включения. станционного аппарата въ линию абонента. Съ приспособлениями пераго рода мы уже знакомы; это штепсельные контакты и отпадающия дверцы, причѣмъ у каждаго абонента имеется по штепсельному гнезду на каясдой коммутаторной доске (согласно указанному выше принципу устройства этихъ досокъ).

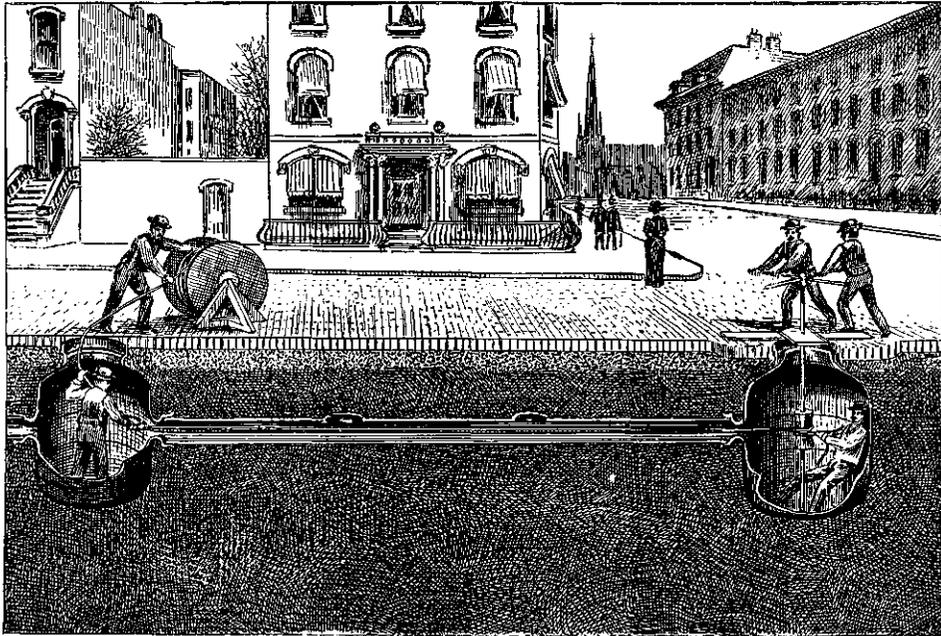
ИИередъ телефонистомъ повѣшенъ на гибкихъ шнурахъ микрофонъ, а къ его ушамъ плотно прижимается пружинкой телефонъ. Этотъ телефонный аппаратъ можно соединять со станцией вызывающаго абонента при помощи особаго переговорнаго ключа, когда вставятъ Интепсель въ контактное гнездо этого абонента. Узнавъ, съ кемъ желаетъ разговаривать вызывающій абонентъ, телефонистъ вставляетъ второй штепсель въ гнездо требуемаго нумера и приводитъ ключъ въ преящее положение. При этомъ устанавливается требуемое сообщение между двумя абонентами: сигналъ звонкомъ вызываемому абоненту подается нажатиемъ на кнопку, которая сообщаетъ линию абонента съ индукторомъ, находящимся въ непрерывномъ вращении.

Кроме того у коммутаторныхъ досокъ имеется особое приспособление, имеющее целью показывать телефонистамъ, свободна ли лкжня, требуемая вызывающимъ абонентомъ. Штепсельныя гнезда снабжены особыми пружинками, которыя на всѣхъ доскахъ соединены между собой. Если въ одно изъ гнездъ даннаго нумера вставленъ штепсель, то этимъ сообщаются все пружинки, и телефонистъ, переставивъ рычагъ своего переговорнаго ключа и дотронувшись Иптепселемъ до металлическаго гнезда данной линии, узнать по треску въ своемъ телефоне, что эта линия уже занята на одной изъ другихъ досокъ. Подобное приспособление делаетъ ненужными какие-либо переговоры между телефонистами.

Здесь мы видим ряд коммутаторных досок, расположенных прямоугольником. Пред каждой доской сидит служащая, которая держит свой телефон на голове при помощи стальной пружины. Пред нею на высоте рта висит микрофон.

Провода от абонентов к станции прежде прокладывали исключительно воздушные по крышам домов, где для этой цели ставили особые железные стойки. В качестве проводов прежде употребляли динкованную стальную проволоку, которая теперь заменяется проволокой из кремнистой бронзы и т. п. материала.

Воздушный провод оканчивается у абонента на изоляторе, укрепленном на стене, и вводится во внутрь дома в виде свинцового кабеля. Чтобы воспрепятствовать уходу тока в свинцовую оболочку кабеля и далее в



775. Два кабельных колодца с соединяющим их трубопроводом.

землю, что непременно случилось бы вследствие сырости, применяется следующее устройство. Медная жила свинцового кабеля припаивается к железной проволоке, которая сама спаивается с проводом. Между обоими спаями находится эбоничный винт, который уже при фабрикации соединен с железной проволокой (рис. 774). На него навинчивается эбонитовый колоколь, защищающий соединение от дождя и пр. Свинцовая оболочка кабеля обрезается от места спая настолько, что она доходит только до колокола, а оттуда до спая идет обнаженная изолирующая оболочка провода, образуя также образцы между спаем и свинцовой оболочкой сухую изолирующую поверхность. Войдя внутрь здания, свинцовый кабель соединяется с хорошо изолированной проволокой, которая идет к аппарату. Обратным проводом к земле служит голая медная проволока, которая идет к водопроводу и припаивается к трубам последнего. В городах, где нет водопровода, который представляет из себя самый удобный обратный провод, устраиваются особые земные провода из проволочных канатов (цинкованного железа), которые проводятся до влажных слоев грунта.

Необыкновенно сильное разрастание телефонныхъ линий въ Берлине заставляло телеграфное управление прокладывать линии по главнымъ улицамъ подь землей въ виде большого числа проводовъ, соединенныхъ въ кабели и идущихъ изъ центральной станции въ распределительные пункты; отъ нихъ отзветвляются по различнымъ путямъ къ абонентамъ воздушные провода.

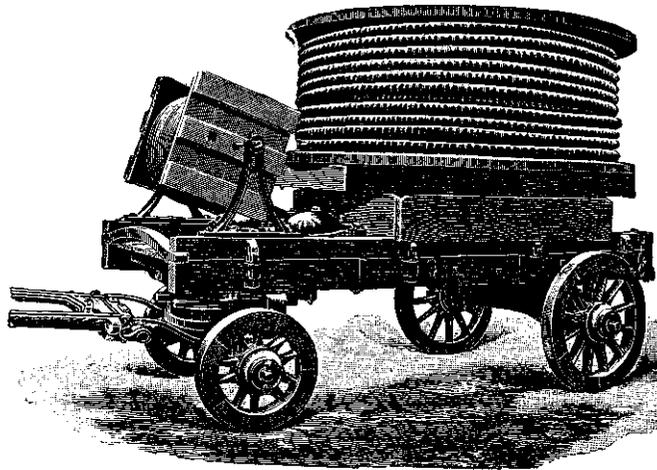
Подземная проводка избавляетъ отъ необходимости загромождать улицы и крыши домовъ проводами, а кроме того она представляетъ то преимущество, что при надлежащемъ устройстве облегчается увеличение числа линий,



776. Соединение кабеля съ веревкой.

какое можетъ потребоваться съ течениемъ времени. Для этой цели на улицахъ прокладываютъ сеть трубъ, въ которыя можно по мере надобно протаскивать кабели. Отдельныя линии трубъ устраиваютъ изъ чугунныхъ трубъ въ 200—300 миллим. диаметромъ съ перерывами въ кабельныхъ колодцахъ на поворотахъ и изгибахъ проводовъ. Эти колодцы даютъ возможность протаскивать кабель сквозь трубы и делаютъ доступными для изслѣдованія какъ кабели, такъ и трубы. Она устраиваются изъ кирпичной кладки и запираются крышкой.

Приблзительную картину такихъ кабельныхъ колодцевъ съ соединяющими ихъ трубами можетъ дать рис. 775, который впрочемъ не воспроизводитъ конструкции, примененной въ берлинской установкѣ. Но мы пользуемся случаемъ, чтобы одновременно показать читателю, какъ делается въ Нью-Йорке проводка электрическаго освѣщенія, а такъ какъ при этомъ въ общемъ



777. Кабельная фура.

поступаютъ такъ же, какъ при берлинской телефонной кабельной установкѣ, то мы сразу ловимъ двухъ зайцевъ. Въ действительности колодцы стоятъ гораздо дальше другъ отъ друга, чемъ на рисункѣ, где они только ради шшещения на одной страницѣ значительно сближены. О прорытій кабельныхъ колодцевъ и каналовъ для трубъ распростра-

Продевание кабеля въ трубы представляетъ собою интересную операцию. Протаскиваемый кабель привязывается къ продетой черезъ трубу веревкѣ, и последняя протягивается сильной лебедкой, поставленной на конце линии трубъ. Въ несколько примитивномъ видѣ это показано на нашемъ рис. 775. Посмотримъ теперь, какъ продевается предварительно черезъ трубы упомянутая веревка. Практичные американцы пользуются для этой цели таксой, къ которой привязываютъ тонкий шнурокъ и посылаютъ ее бежать по трубе; затемъ къ продетому шнуру привязываютъ более толстый, а къ последнему — веревку для продеванія кабеля. Берлинское Главное Почтовое Управление для этой цели пользуется особыми стержнями, которыя состоятъ изъ тонкихъ

трубокъ въ метръ длинной. Берутъ одну такую трубку и вдвигаютъ ее изъ колодца въ кабельную трубу; къ ней привинчиваютъ вторую трубку, которую вместе съ первой продвигаютъ дальше, затемъ следуетъ третья, четвертая и т. д., пока конецъ первой трубки не покажется изъ кабельной трубы въ другомъ колодце, где стержень направляютъ на следующий отсекъ кабельной трубы или разбираютъ на части, вытаскивая вместе съ темъ привязанную къ его концу веревку.

Конецъ продаваемого кабеля соединяютъ особымъ способомъ съ упомянутой веревкой (рис. 776) и наматываютъ последнюю на лебедку, протаскивая такимъ образомъ въ трубу кабель.



778. Спускание кабеля въ трубу.

Продаваемый кабель наматываютъ на большой деревянный барабанъ съ колесами (рис. 777), подвозятъ къ первому колодцу и вводятъ въ него (рис. 778).

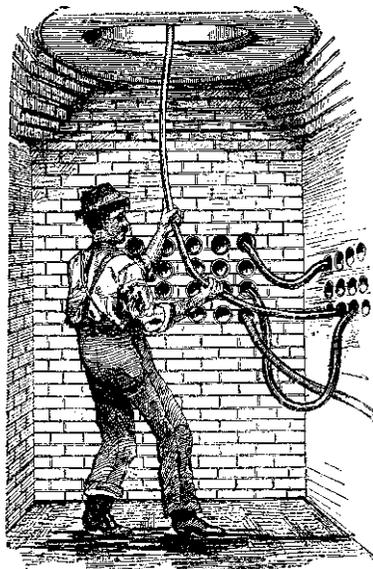
Нашъ рисунокъ 779 показываетъ, какъ рабочий въ этомъ колодце направляетъ кабель въ надлежащую трубу, причемъ заметимъ, что на нашемъ рисунке нѣтъ накатывающихъ роликовъ, какіе употребляютъ германскимъ телеграфнымъ ведомствомъ; съ другой стороны мы видимъ несколько отдельныхъ трубъ, какъ это применяется въ Нью-Йорке, между темъ какъ въ Берлине телеграфные кабели лежатъ въ одной общей широкой трубе. Помимо этой незначительной разницы прокладка какъ въ Берлине, такъ и въ Нью-Йорке производится одинаково.

Вместе съ кабелемъ въ трубы продевается шнурокъ, къ которому потомъ привязываютъ веревку для продевания новаго кабеля.

Въ Европе наиболее распространены телефонные кабели Фельтена и Гильома, состоящие изъ шести шнуровъ по четыре провода. Каждый проводъ состоитъ изъ медной проволоки, снабженный изолирующей оболочкой,

которая представляет собою тройную обвивку из пропитанной бумажной пряжи, покрытую сверху станиолемъ. Шесть шнуровъ свиты въ одинъ кабель, который обвить пропитанной лентой и затемъ покрыть двойной свинцовой оболочкой, каждая по крайней мере въ 1,2 миллим. толщиной. Снаружи свинцовой оболочки навивается асфальтированная лента, и все это окружается 19 железными цинкованными фасонными проволоками. Берутъ фасонныя проволоки вместо применявшихся прежде круглыхъ съ той целью, чтобы придать кабелю гладкую наружную поверхность, благодаря чему уменьшается его диаметр и облегчается продевание кабеля. Изображение кабеля во всехъ его подробностяхъ дано на рис. 780 и 781.

Въ последнее время названная фирма конструируетъ свои кабели несколько иначе, пользуясь бумажной изоляцией. Полоса бумаги фальцуется такимъ образомъ, что она получаетъ +-образную форму и одновременно ей сообщается спиральное вращение. Въ образующиеся такимъ образомъ 4 каналчика, которые спирально выются одинъ около другого, вкладываются 4 медныя проволоки a, a', a'', a''' , которыя оказываются надежно изолированными другъ отъ друга. Все обвертывается тогда бумажными полосами, образуя цилиндрическое тело, и затемъ окружается свинцовой оболочкой (рис. 782).



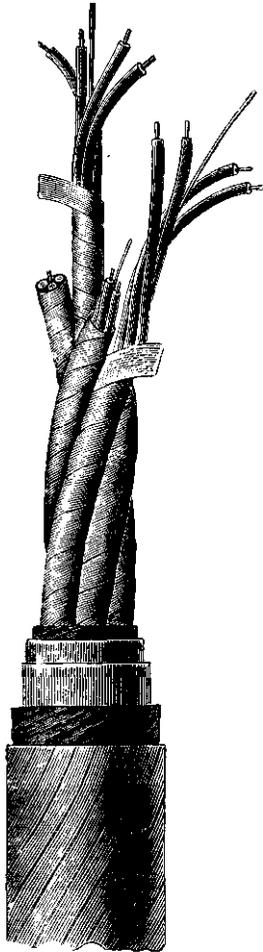
779. Рабочий въ кабельномъ колодце. Века окружаетъ нижнюю часть кабелей, выше же арматура кабеля составляетъ достаточную защиту. Въ то время какъ на распределительныхъ пунктахъ поднимается не более 16 кабелей, число проводовъ, ведущихъ къ станциямъ, значительно больше и доходитъ до 200 и больше. Где для подъема кабелей внутри зданій не имеется удобныхъ пролетовъ, у наружныхъ стѣнъ устанавливаются железныя, крытыя волниutoй жестию леса, которые могутъ поддерживать всю тяжесть кабелей, не отягощая домовыхъ стѣнъ. Такого рода приспособление показано на рис. 783.

Для проводки кабелей въ станци и распределительныя места концы кабелей вводятся въ воронкообразныя ящики (рис. 784) и здесь делятся на отдельные провода, ведущие къ особымъ изолированнымъ зажимамъ (рис. 785 ИИ 786). Отъ этихъ же зажимовъ изолированныя провода ведутъ далее къ коммутаторнымъ доскамъ или воздушнымъ проводамъ. Внутренность воронки заливается изолирующей смоляной массой, чтобы защитить концы кабелей отъ сырости.

Въ заключение еще несколько чиселъ, которыя могутъ дать понятие объ объеме установкы. До конца 1890 г. было устроено всего около 42 000 м. труппровода съ 500 кабельныхъ колодцевъ и протянуто въ немъ около 145 000 м. кабеля. Все расходы по установкѣ определяются въ 1 850 000 марокъ, изъ

которых почти две трети пошли на устройство трубопровода, остальное на приобретение и проводку кабеля. Къ концу 1890 г. установка имела 6800 отдельных проводовъ общео длиною свыше 4000 клм. Заметимъ еще, что вся установка была устроена самимъ телеграфнымъ ведомствомъ.

Германское телеграфное ведомство ради экономии применило въ телефонной установке однопроводную систему, пользуясь землей, какъ общимъ обратнымъ проводомъ. Хотя эта система значительно уступаетъ двухпро-



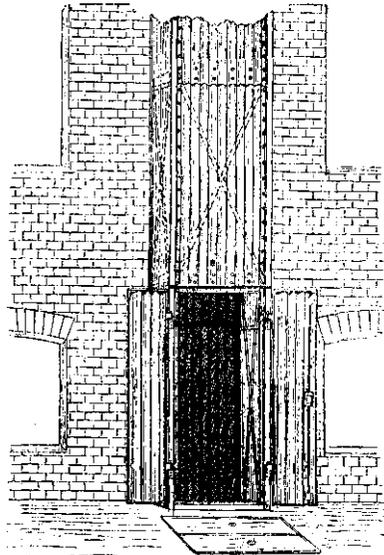
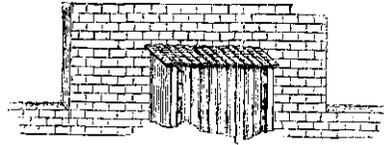
780. Устройство телефоннаго кабеля.



782. Кабель съ бу мажкой изоляцией



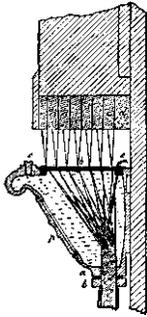
781. Сечение кабелп.



733. Вводъ кабеля въ наемное помещенне.

водной въ отношеки хорошей передачи речи и устранения блуждающихъ земляныхъ токовъ, однако она могла удержаться более пятнадцати летъ, дока не появились электрическия дороги, которыя, какъ выше сказано, таише пользуются землею, какъ обратнымъ проводомъ. Эти дорожные токи являютя дикими спутниками, такъ какъ распространяются далеко за поясъ рельсовъ и превращают на версты электрический уровень въ дикия волны. Вследствие этого между различными точками подверженной электрическому действию поверхности возникаютъ значительныя разности потенциаловъ, которыя выравниваются не только чрезъ землю, но, само собою разумеется, н чрезъ удобные для тока телефонные провода. Чувствительный телефонъ сейчасъ же

воспринимает эти быстро изменяющиеся и сравнительно сильные токи, и в нем слышен сильный шумящий, жужжащий и тому подобный шумъ, который затрудняет телефонное сношение и иногда делает его невозможнымъ. При такихъ условияхъ телеграфное ведомство признало необходимымъ не пользоваться землей для телефонныхъ сообщений ии устроить вполне изолированное соединение проводами между станцией и абонентомъ, т.е. ввести двухпроводную систему. Для этого естественно должны быть не только прибавлены вторые провода, но и коммутаторныя доски изменены по двойной системе. На это переустройство рейхстагомъ ассигновано управлению 20 милл. марокъ (10 милл. рублей).



784. Залелка
конца кабеля.

Въ очень выгодныхъ условияхъ относительно подземной прокладки проводовъ находится парижская телефонная компания Societe General des Telephones, которая имеетъ возможность съ удобствомъ прокладывать свои провода въ сети большихъ каналовъ города Парижа, причемъ для каждаго соединения она прокладываетъ двойной проводъ, чтобы устранить всякия вредныя индукционныя действия; такое устройство следуетъ признать очень выгоднымъ для телефоннаго сообщения.

Употребляемые въ Париже телефонные кабели состоятъ изъ 14 гуттаперчевыхъ проволокъ, образующихъ 7 двойныхъ проводовъ; отъ сырости они защищаются свинцовой оболочкой. Кабели подвешиваются на крюкахъ, на стенахъ каналовъ. Вводъ проводовъ въ дома абонентовъ производится по домовымъ колодцамъ, ведущимъ въ общий каналъ; тамъ проводъ доходитъ до стены дома и затемъ идетъ по стене къ окну абонента. Если нельзя дойти до дома абонента по подземнымъ каналамъ, то изъ ближайшаго къ дому пункта прокладывается воздушный проводъ, причемъ все воздушныя провода делаются также двойными.

Когда, несколько летъ тому назадъ, французское правительство приобрело парижскую установку, телеграфное управление намеревалось построить для всего Парижа одну центральную станцию. Но отъ этого проекта вскоре отказались въ виду расходовъ, которые потребовались бы на проводку кабелей, а также техъ трудностей, какія возникли бы отъ стечения несколькихъ тысячъ кабелей въ одномъ месте; въ настоящее время и въ Париже имеется несколько центральныхъ станцій для отдельныхъ округовъ, которыя сообщаются между собою соединительными проводами.

Въ Америке также перешли отъ однопроводной воздушной къ двухпроводной кабельной системе, и, какъ въ Германии, проведены трубопроводы для кабелей, которые англичане и американцы не безъ основания называютъ латинскимъ словомъ „duct". Но тамъ предпочли дать каждому кабелю отдельную трубу, а не соединять ихъ, какъ въ Германии, въ одной трубе, потому что такое разъединение облегчаетъ стягивание и вытягивание кабеля и его выхождение. Для этой цели дукты состоятъ изъ прямоугольныхъ цементныхъ ящиковъ, которые содержатъ 60 параллельныхъ трубъ. Эти ящики ставятся

785 и 786.
Переходъ отъ кабеля къ внутреннимъ проводамъ.

въ канале, соответствующей глубины (см. рис. 787), въ рядъ одинъ за другимъ и на стыкахъ заливаются цементомъ и бетономъ, прочно соединяясь въ непрерывный трубопроводъ. По устройстве дукта кабели протягиваются какъ описано раньше..

Междугородная телефония. Телефонъ можетъ служить не только для сообщений внутри городовъ, но и для междугородныхъ сообщений. Улучшая приборы, старались по возможности расширить границы, какія ставить ясность передачи относительно разстояний сообщения. Последняя зависятъ главнымъ образомъ отъ проводовъ, у которыхъ сопротивление, емкость и самоиндукция обуславливаютъ ихъ способность передачи. Уменьшая сопротивление, можно значительно увеличить разстояние передачи, но такъ какъ уменьшение сопротивления обуславливаетъ увеличение поперечнаго сечения, т.-е. расхода материала, то важнѣйшъ факторомъ для соображения являются расходы на установку, и они ставятъ границу для теоретически еще возможнаго разстояния передачи. Надо прибавить, что для ясной передачи на большия разстояния пригодны только жедные провода, и надо дрокладывать по два такихъ провода, не прибегая къ дешевому обратному проводу чрезъ землю. Представляютъ интересъ 110 СВОей длине телефонныя линии Парижъ-Врюссель, Парижъ-Лондонъ и Москва-Петербургъ. Длина первой—320 километровъ, второй—498 километровъ и длина третьей 660 километровъ. Вторая изъ этихъ линий пересекаетъ каналъ, и такъ какъ раньше нея ни одна еще телефонная установка не устраивалась съ кабельнымъ проводомъ такой или приблизительно такой длины, то это предприятие представляло собой задачу, счастливое разрешение которой имело большое значение для телефонии.

— На междугородныхъ линияхъ, какъ и на всехъ длинныхъ телефонныхъ линияхъ, приходится бороться съ влияниемъ индукции, которая при известныхъ условияхъ делаетъ невозможнымъ понимание. Проволока, проводящая переменные токи, индуктируетъ въ параллельно проложенной проволоке соответствующие переменные токи и такимъ образомъ колеблющийся телефоиншый токъ возбуждаетъ въ другой проволоке, проложенной на техъ же самыхъ



787. Американский кабельный трубопроводъ.

Парижъ-Врюссель, Парижъ-Лондонъ и Москва-Петербургъ. Длина первой—320 километровъ, второй—498 километровъ и длина третьей 660 километровъ. Вторая изъ этихъ линий пересекаетъ каналъ, и такъ какъ раньше нея ни одна еще телефонная установка не устраивалась съ кабельнымъ проводомъ такой или приблизительно такой длины, то это предприятие представляло собой задачу, счастливое разрешение которой имело большое значение для телефонии.

— На междугородныхъ линияхъ, какъ и на всехъ длинныхъ телефонныхъ линияхъ, приходится бороться съ влияниемъ индукции, которая при известныхъ условияхъ делаетъ невозможнымъ понимание. Проволока, проводящая переменные токи, индуктируетъ въ параллельно проложенной проволоке соответствующие переменные токи и такимъ образомъ колеблющийся телефоиншый токъ возбуждаетъ въ другой проволоке, проложенной на техъ же самыхъ

столбахъ, токи съ одинаковымъ числомъ переменъ. такъ что звуковыя волны передаются изъ первой проволоки во вторую и по последней можно слушать, что говорятъ по первой. Если затемъ на однихъ столбахъ съ телефонными проводами проложены телеграфные, то каждый импульсъ тока въ послѣднихъ при своемъ начале и концѣ производитъ сильный трескъ въ телефоне, что не только затрудняетъ разговоры по телефону, но даетъ еще возможность подслушивать телеграммы.

Эти неудобства старались устранить, и для этого удобнее всего применять безиндукционную прокладку проводовъ, хотя это обходится довольно дорого. Для этого прежде всего необходимо, чтобы прямой и обратный проводы были изолированными металлическими, т.-е. нельзя брать землю за

Г-

L

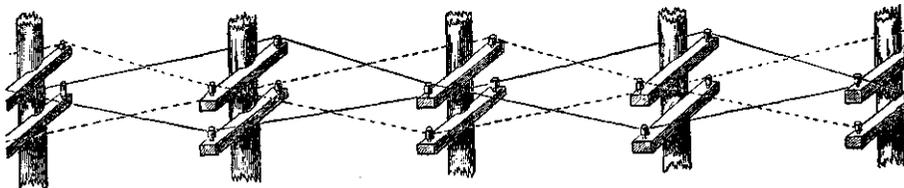
Г'

788 Устранение индуктивнаго действия телеграфнаго провода на двойной телефонный симметричнымъ расположениемъ.

789. Скрещивание проволокъ двойнаго телефоннаго провода для устранения индуктивнаго действия.

обратный проводъ. Этимъ достигается еще то преимущество, что устраняется доступъ въ провода земныхъ токовъ, а такъ какъ послѣдние часто делаютъ невозможною телефонную передачу, особенно на длинныхъ линияхъ, производя шумъ въ телефонахъ, то важно устранить и ихъ вредное действие на междугородныхъ линияхъ.

Если у междугородной линии имеется только одинъ проводъ, оказывающій вредное индуктирующее действие на оба провода телефонной цепи, то оба телефонныхъ провода можно расположить симметрично относительно ординарнаго провода и темъ устранить вредное действие индукции. Въ самомъ деле, если расположить этотъ проводъ L (рис. 788) на одинаковомъ разстоянии отъ обоихъ телефонныхъ проводовъ Г' и Г'', то пробѣгающій по L по направлению стрелки импульсъ тока возбуждетъ въ ветвяхъ Г' и Г'' противоположные



790. Спиральная прокладка телефонныхъ проводовъ.

импульсы, направление которыхъ указано стрелками. Но они действуют въ телефонной цепи противоположно одинъ другому и въ результате взаимно уничтожаются, т.-е. не будетъ никакого индуктивнаго действия; При этомъ нетъ ни, чтобы L, Г' и Г'' лежали въ одной плоскости; L можетъ находиться отъ Г' и Г'', только бы онъ былъ расположенъ симметрично послѣднихъ.

Также нельзя достигнуть полной симметрии этимъ путемъ,

и другимъ способомъ, перекрещивая провода Г' и Г''

другими. Такимъ образомъ прокладываютъ два провода

какъ на рис. 789. Здесь на одномъ промежуткѣ про-

ходятъ на ветвь Г', на следующемъ действие сильнее

Фиг. 789

и *^>

Г' и Г'' меняютъ отъ одного промежутка къ другому

нахож. то, и его индуктивныя действия на обе ветви

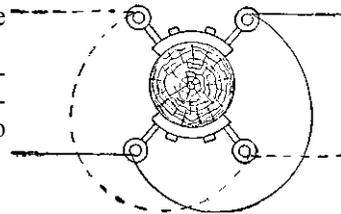
Л, будучи расположены повсюду симметрично послѣднихъ.

Л, будучи расположены повсюду симметрично послѣднихъ.

Л, будучи расположены повсюду симметрично послѣднихъ.

Въ Англии для такого обмена положений отдельных частей проводовъ проволоки прокладываютъ, обвивая ихъ спирально одну около другой, какъ показано на рис. 790. При такомъ устройстве бываетъ затруднительно проследивать отдельные проволоки.

Въ ИШвейцарии оба провода одной линии прокладываютъ параллельно, одинъ около другого, и производятъ скрещивание на столбахъ, на которыхъ (рис. 791) ставятъ по два изолятора для каждого провода, и устраиваютъ перекрещивающияся соединения изъ толстыхъ, дугообразно согнутыхъ проводовъ. Самый верхний проводъ прокладывается прямо, безъ перекрещивания (рис. 792); второй перекрещиваютъ одинъ разъ на середине длины, третий два раза на конце первой и третьей четверти длины, такъ что онъ защищается отъ индукции какъ перваго, такъ и втораго провода. Четвертому проводу дали бы четыре перекрещивания, пятому пять и т. д.



Германское почтовое управление совершенно оставило скрещивание проводовъ и располагаетъ ихъ параллельно такимъ образомъ, что взаимодействие проводовъ почти исчезаетъ.

Оба изолятора двойной проводки располагаются на железной угловой подпорке; эти подпорки укрепляются на столбахъ на разстоя-

791. Устройство скрещивания въ Швейцарии

нии 50 см. одна подъ другой, какъ показано на рис. 793. Здесь 1 и 2 проволоки образуютъ одну линию, 3 и 4 — вторую. По прежнимъ воззрениямъ при этомъ расположении должно было ожидать достаточно сильной индукции, а на самомъ деле оказалось, что вредное действие индукции при такой проводке совершенно или почти что уничтожается.

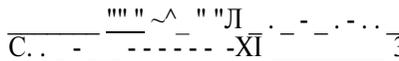
Для междугородныхъ линий при большихъ разстоянйяхъ железные провода непригодны. Это приписываютъ замедляющему действию, происходящему отъ магнитныхъ действий тока. Но и при небольшихъ разстоянйяхъ медь, какъ материалъ для телефонныхъ проводовъ, оказывается лучше железа, что обусловливается между прочимъ ея лучшей проводимостью. При линии въ 170 килом. изъ железной проволоки въ 4 миллим. диаметромъ ИИередача оказывается не такъ хороша, какъ при медномъ проводе такой же длины въ 2,7 миллим. диаметромъ.

При 500 килом. по железному про-

ЦШИИИИИ

И)

воду передается еще речь, хотя уже неясно, а при 1000 пропадаетъ. По медному проводу около 1000 килом. длиной и 2,7 миллим. Диаметромъ могъ еще очень хорошо переговаривать



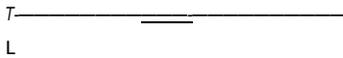
792. Безиндукционная проводка проводовъ.

Риссельберхе при своихъ опытахъ въ Америке, а по составному проводу, который состоятъ изъ стального сердечника въ 3 миллим. и медной оболочки въ 1,5 миллим. толщиной, онъ могъ вести переговоры безъ всякаго труда между Нью-Йоркомъ и Чикаго. Звуки воспроизводились ясно и громко. Этотъ опытъ имелъ большое значение, потому что онъ показалъ, что при достаточныхъ размерахъ проводовъ можно говорить на очень большия разстоянйя. Цепь тамъ была больше 1600 килом. длиной для каждого провода, т.е. весь двойной проводъ былъ больше 3200 килом.

Теперь Нью-Йоркъ и Чикаго соединены постояннымъ телефономъ; къ этой линии присоединился затемъ рядъ промежуточныхъ городовъ, такъ что эта установка является одною изъ наибольшихъ междугородныхъ линий. Примененная на ней медная проволока имеетъ 4,3 миллим. въ диам. и проведена на высоте 8 м. надъ землею. Проволоки скрещиваются подобно тому, какъ на рис. 790, но по более простому и дешевому способу.

столбахъ, токи съ одинаковымъ числомъ переменъ, такъ что звуковыя волны передаются изъ первой проволоки во вторую и по последней можно слушать, что говорятъ по первой. Если затемъ на однихъ столбахъ съ телефонными проводами проложены телеграфныя, то каждый импульсъ тока въ Июследнихъ при своемъ начале и конце производить сильный трескъ въ телефоне, что не только затрудняетъ разговоры по телефону, но даетъ еще возможность подслушивать телеграммы.

Эти неудобства старались устранить, и для этого удобнее всего применять безиндукционную прокладку проводовъ, хотя это обходится довольно дорого. Для этого прежде всего необходимо, чтобы прямой и обратный проводы были изолированными металлическими, т.-е. нельзя брать землю за

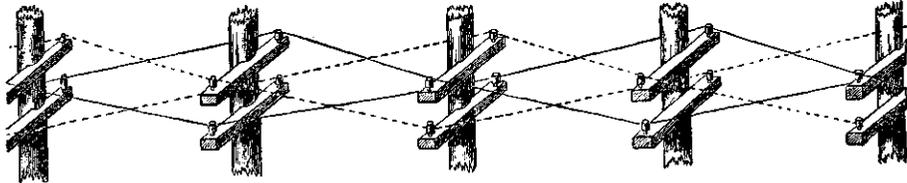


788. Устранение индуктивнаго действия телеграфнаго провода на двойной телефонный симметричнымъ расположениемъ.

789. Скрещивание проволокъ двойнаго телефоннаго провода для устранения индуктивнаго действия.

обратный проводъ. Этимъ достигается еще то преимущество, что устраняется доступъ въ провода земныхъ токовъ, а такъ какъ последние часто делаютъ невозможною телефонную передачу, особенно на длинныхъ линияхъ, производя шумъ въ телефонахъ, то важно устранить и ихъ вредное действие на междугородныхъ линияхъ.

Если у междугородной линии имеется только одинъ проводъ, оказывающий вредное индуктирующее действие на оба ИИпровода телефонной цепи, то оба телефонныхъ провода можно расположить симметрично относительно ординарнаго провода и темъ устранить вредное действие индукции. Въ самомъ деле, если расположить этотъ проводъ L (рис. 788) на одинаковомъ разстоянии отъ обоихъ телефонныхъ проводовъ T и T", то пробегая по L по направлению стрелиш импульсъ тока возбудитъ въ ветвяхъ T и T" противоположные



790. Спиральная проводка телефонныхъ проводовъ.

импульсы, направление которыхъ указано стрелками. Но они действуют въ телефонной цепи противоположно одинъ другому и въ результате взаимно уничтожаются, т.-е. не будетъ никакого индуктивнаго действия: При этомъ нетъ вадобности, чтобы L, T и T" лежали въ одной шюскости; L можетъ иаходиться сбоку отъ T и T", только бы онъ былъ расположенъ симметрично относительно последнихъ.

Однако на практикѣ нельзя достигнуть полной симметрии этимъ путемъ, а потому поступаютъ другимъ способомъ, перекрещивая провода T и T" чрезъ известные промежутки. Такимъ образомъ прокладываютъ два лпровода T' и T'', какъ иоказано на рис. 789. Здесь на одномъ промежутке проводъ L сильнее действуетъ на ветвь T, на следующемъ действие сильяее на T" и таишмъ образомъ T' и T'' меняютъ отъ одного промежутка къ другому свое положение относительно L, будучи расположены повсюду симметрично относительно последняго, и его индуктивныя действия на обе ветви становятся равными.

Въ Англии для такого обмена положений отдельных частей проводовъ проволоки прокладываютъ, обвивая ихъ спиралью одну около другой, какъ показано на рис. 790. При такомъ устройстве бываетъ затруднительно проследивать отдельные проволоки.

Въ Швейцарии оба провода одной линии прокладываютъ параллельно, одинъ около другого, и производятъ скрещивание на столбахъ, на которыхъ (рис. 791) ставятъ по два изолятора для каждого провода, и устраиваютъ перекрещивающияся соединения изъ толстыхъ, дугообразно согнутыхъ проволокъ. Самый верхний проводъ прокладывается прямо, безъ перекрещивания (рис. 792); второй перекрещиваютъ одинъ разъ на середине длины, третий два раза на конце первой и третьей четверти длины, такъ что онъ защищается отъ индукции какъ перваго, такъ и втораго провода. Четвертому проводу дали бы четыре перекрещивания, пятому пять и т. д.

Германское почтовое управление совершенно оставило скрещивание проводовъ и располагаетъ ихъ параллельно такимъ образомъ, что взаимодействие проводовъ почти исчезаетъ.

Оба изолятора двойной проводки располагаются на железной угловой подпорке; эти подпорки укрепляются на столбахъ на расстоянии 50 см. одна подъ другою, какъ показано на

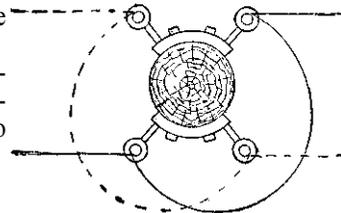


рис. 793. Здесь 1 и 2 проволоки образуютъ одну линию, 3 и 4 — вторую. По преншимъ воззренямъ при этомъ расположении должно было ожидать достаточно сильной индукции, а на самое деле оказалось, что вредное действие индукции при такой проводке совершенно или почти что уничтожается.

Для междугородныхъ линий при большихъ расстоянияхъ железные провода непригодны. Это приписываютъ замедляющему действию, происходящему отъ магнитныхъ действий тока. Но и при небольшихъ расстоянияхъ медь, какъ материалъ для телефонныхъ проводовъ, оказывается лучшею железа, что обуславливается между прочимъ ея лучшей проводимостью. При линии въ 170 килом. изъ железной проволоки въ 4 мм. диаметромъ передача оказывается не такъ хороша, какъ при медномъ проводе такой же длины въ 2,7 миллим. диаметромъ.

При 500 килом. по железному проводу передается еще речь, хотя уже неясно, а при 1000 пропадаетъ. По медному проводу около 1000 килом.

длиной и 2,7 миллим. диаметромъ могъ еще очень хорошо переговаривать

Риссельберге при своихъ опытахъ въ Америке, а по составному проводу, который состоялъ изъ стального сердечника въ 3 миллим. и медной оболочки въ 1,5 миллим. толщиной, онъ могъ вести переговоры безъ всякаго труда между Нью-Йоркомъ и Чикаго. Звуки воспроизводились ясно и громко. Этотъ опытъ имелъ большое значение, потому что онъ показалъ, что при достаточныхъ размерахъ проводовъ можно говорить на очень большаго расстояния. Цепь тамъ была больше 1600 килом. длиною для каждого провода, т.-е. весь двойной проводъ былъ больше 3200 килом.

Теперь Нью-Йоркъ и Чикаго соединены постояннымъ телефономъ; къ этой линии присоединился затемъ рядъ промежуточныхъ городовъ, такъ что эта установка является одною изъ наибольшаго междугородныхъ линий. Примененная на ней медная проволока имеетъ 4,3 миллим. въ диам. и проведена на высоте 8 м. надъ землею. Проволоки скрещиваются подобно тому, какъ на рис. 790, но по более простому и дешевому способу.

С. J-V 3

792. Безиндукционная проводка проводовъ.

После этихъ результатовъ нѣтъ никакого сомнѣния, что изъ С.-Петербурга можно разговаривать по телефону съ Берлиномъ, Гамбургомъ и пр.; единаственнымъ затрудненіемъ къ осуществленію такого сообщенія оказываются расходы на линію, которые заставили бы принять слишкомъ высокій тарифъ за пользование такими длинными телефонными линіями.

Въ виду такихъ большхъ расходовъ на устройство длинныхъ телефонныхъ линій пытались несколько разъ пользоваться для телефонирования существующими телеграфными линіями; мы рассмотримъ сейчасъ одно подобное устройство, которое въ свое время возбудило большой интересъ.

Ванъ-Риссельберхе, электротехникъ бельгийскаго телеграфнаго управления, изобрелъ способъ одновременнаго телефонирования и телеграфирования по одной и той же линіи. Значеніе этого изобретенія заключается въ томъ, что оно даетъ возможность пользоваться для телефонныхъ сообщеній



793. Расположеніе изоляторовъ для двойной проводки

раскинутой по всемъ странамъ телеграфной сети. Надо однако сказать, что преувеличенныя ожиданія, которыя возлагались на это изобретеніе, оправдались только отчасти.

Сначала ванъ-Риссельберхе работалъ надъ устраненіемъ индуктивнаго дѣйствія телеграфной линіи на телефонную. Для этой цели онъ заставлялъ постепенно и медленно возрастать и ослабевать импульсы токовъ для знаковъ Морзе, которые обыкновенно почти моментально достигаютъ своей полной силы и столь же быстро пропадаютъ. Вследствіе этого индуктивные токи, возбуждаемые ихъ появленіемъ и исчезновеніемъ, появились не мгновенно и не на короткое время, производя трескъ въ телефонахъ, а возрастали постепенно, длились некоторое время и подобнымъ же спокойнымъ образомъ проиисходили. При этомъ диафрагма телефона переходила въ отклоненное положеніе постепенно, оставалась въ немъ некоторое время и спокойно освобождалась, не производя звука.

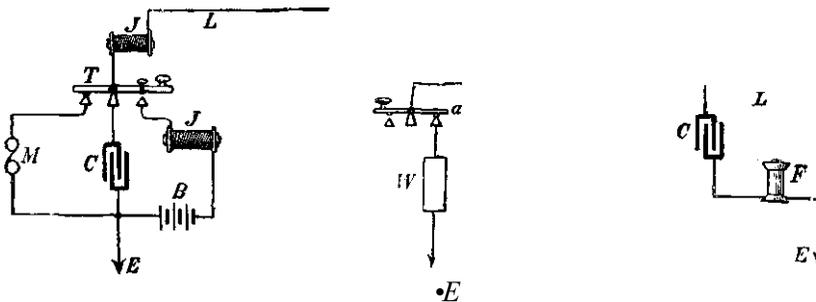
Для достиженія такого постепеннаго нарастанія и ослабеванія телеграфныхъ токовъ ванъ-Риссельберхе вводилъ въ линію передъ аппаратомъ Морзе катушку съ самоиндукціей. На стр. 26 было объяснено, что такая индукционная катушка замедляетъ возникновеніе и исчезновеніе волнъ тока, а именно дѣлаетъ волны более широкими. Такимъ приборомъ съ самоиндукціей служить катушка съ железнымъ сердечникомъ.

Такъ какъ одного такого прибора было недостаточно для устраненія дѣйствія волнъ тока на телефонъ, то ванъ-Риссельберхе вводилъ въ цепь два такихъ прибора jj , одинъ между батареей и ключемъ и другой за ключемъ, какъ показано на рис. 794. Такимъ образомъ при надавливаніи на ключъ, токъ батареи идетъ сначала по катушке, находящейся между батареей и ключемъ, потомъ по второй за ключемъ, затемъ по линіи на другую станцію, где онъ проходитъ по третьей катушке, находящейся тамъ между линіей и ключемъ.

Но этого еще было недостаточно, чтобы устранить индуктивное дѣйствіе на телефоны, а потому ванъ-Риссельберхе употреблялъ еще конденсаторъ, который при надавливаніи на ключъ соединялся съ обоими полюсами батареи. Этотъ конденсаторъ сначала беретъ большую часть тока батареи на

свое зарядение и позволять току идти в линию только при возрастании своего заряда; когда он вполне зарядится, он больше тока не берет, и тогда весь ток идет в линию. При прерывании тока он возвращает свой заряд в линию и не позволяет последней остаться мгновенно без тока.

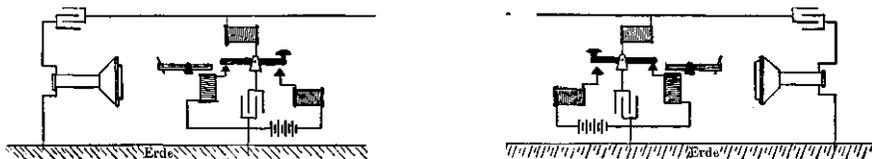
Таким способом вань-Риссельберге удалось уничтожить действие телеграфного тока на соседние телефонные линии, и ему пришло на мысль, что при этом не издавать бы звуков и телефон, введенный прямо в телеграфную линию. Отсюда явилась мысль воспользоваться для телефонирования



794. Схема соединений по системе вань-Риссельберге для устранения нарушающего влияния телеграфных токов на телефонные линии.

самой телеграфной линией. Но здесь надо бы решить две задачи. Телеграфный ток не должен идти через телефон, и точно также электрические волны телефонного аппарата не должны проводиться через телеграфный аппарат.

Не допустить телеграфный ток в телефон нет никакой трудности. Для этого надо только ввести телефон не непосредственно в линию L (рис. 794), а в ветвь за конденсатором C. Последний будет заряжаться от приходящего телеграфного тока, но так как он изменяется только постепенно, то он не будет влиять на телефон. Но когда конденсатор зарядится, то весь телеграфный ток пойдет через электромагнит телеграфного аппарата. Так как продолжительность даже самого короткого



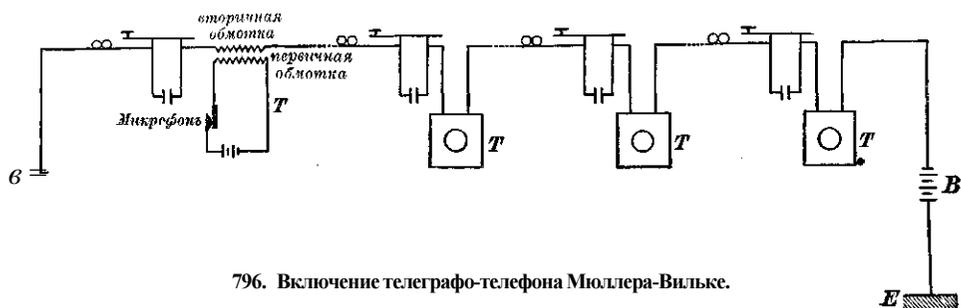
795. Разъединение телеграфных и телефонных токов.

телеграфного тока велика в сравнении с временем зарядения конденсатора, то незначительное замедление, какому подвергается телеграфный ток от конденсатора, не причиняет никакого неудобства телеграфированию.

Телефонные токи конденсатором не прерываются, так как мы видели, что переменные токи (какие и бывают при телефонировании) конденсатором не прерываются (см. сказанное на стр. 21 и след.). Но телефонные токи не пройдут через приборы с самоиндукцией, потому что последние вследствие действия самоиндукции оказывают большое сопротивление переменным токам, причем это сопротивление возрастает с быстротой переменного тока и при большом числе переменных телефонных токов бывает достаточно, чтобы пропускать через телеграфный аппарат только незначительную долю телефонных токов (рис. 795).

Такимъ образомъ, телеграфные токи отделяются отъ телефонныхъ, и для каждаго обеспечивается особый путь къ своему аппарату.

Если снабдить такими приборами съ самоиндукцией все провода системы параллельныхъ линий, то по одному изъ нихъ можно телеграфировать безъ индуктивнаго действия. Можно однако применять только одинъ изъ системы проводовъ, потому что приборы съ самоиндукцией устраняютъ только действие телефонныхъ токовъ на введенный въ линию телефонъ; телеграфные же токи могутъ действовать изъ одного провода на другой, такъ что при пользовании несколькими изъ параллельныхъ проводовъ для телеграфнаго сообщения можно слушать во все телефоны, что говорятъ по одному проводу. Въ этомъ заключается существенное неудобство системы. Все параллельныя линии приходится снабжать предохранительными приборами, какъ было объяснено, но всей этой системой линий можно пользоваться только для одного телефоннаго прибора. Если число параллельныхъ линий велико, то устройство предохранительныхъ приспособлений можетъ оказаться слишкомъ дорого въ сравнении съ достигаемой выгодой. Кроме того пониженныя волны тока могутъ быть пригодны только для аппарата Морзе, а не Юза, потому что она вредятъ



796. Включение телеграфо-телефона Мюллера-Вильке.

надежности действия послѣдняго. Это обстоятельство вместе съ другими, указанными выше, побудили германское телеграфное управление не применять систему ванъ-Риссельберхе. Въ Бельгии же напротивъ вся телеграфная сеть снабжена его приспособлениями, и темъ создана телефонная сеть по всей стране, которая делаетъ возможнымъ сообщение между городами.

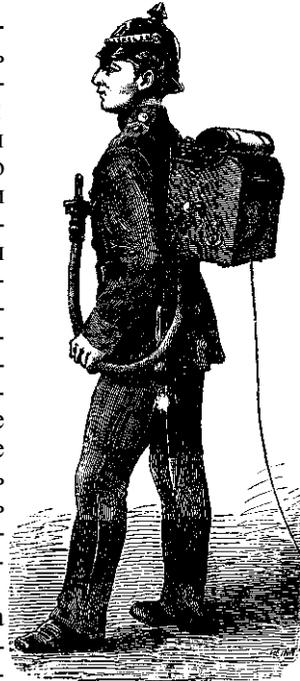
Оставляя въ стороне практическое значение риссельберховскаго прибора, мы охотно признаемъ, что это остроумное изобретение и что, быть-можетъ, съ развитіемъ электротехники оно делается исходной точкой для дальнѣшаго значительнаго усовершенствования телефонии.

Телеграфнымъ инженеромъ Э. Мюллеромъ и авторомъ этой книги придуманъ другой способъ одновременнаго телеграфирования и телефонирования по одной проволоке, который рассчитанъ на телеграфирование постояннымъ токомъ. Если телефонировать по такой линии, то при одновременномъ телеграфировании являются два препятствія, а именно: перерывъ линии при нажатіи ключа и сильный трескъ въ телефоне. Для устранения послѣдняго, Мюллеръ соединилъ каждый ключъ линии съ конденсаторомъ, какъ показано на рис. 796. Черезъ это при перерыве линии токъ поддерживается короткое время, пока заряжается конденсаторъ и падаетъ не вдругъ, а постепенно; поэтому и магнетизмъ электромагнитовъ исчезаетъ замедленно, и на место сильнаго индуктивнаго импульса, который производитъ нестерпимый трескъ въ телефоне, является более тихое действие индукции, не вредящее телефонному разговору.

Но включение конденсаторовъ оказываетъ еще другое действие; оно делаетъ линию непрерывной для телефонныхъ токовъ; когда ключи нажаты,

телефонный токъ идетъ чрезъ конденсаторъ, который не прерываетъ его въ цепи, но не пропускаетъ телеграфнаго тока. Въ устроенную такимъ образомъ линію телефонныя ашиараты могутъ быть включены непосредственно и последовательно, какъ показано на рис. 796. Но последовательное включение требуетъ, чтобы сопротивление вторичныхъ обмотокъ было столь мало, чтобы оно не слишкомъ отягощало проводъ и не требовало усиления батареи. На этомъ основаніи индукціонныя катушки телеграфо-телефона Мюллеръ-Вильке значительно больше обыкновенно употребляемыхъ, и вторичная обмотка ихъ состоитъ изъ сравнительно толстой проволоки, такъ что все сопротивление вторичныхъ обмотокъ составляетъ только несколько омовъ. Такое увеличеніе сопротивления ливии не влияетъ на телефонъ, и поэтому телеграфо-телефонъ можетъ быть прямо включенъ въ проводъ.

Различныя применения телефона и микрофона. Простота обращенія съ телефономъ даетъ возможность пользоваться имъ для короткихъ телеграфныхъ линій въ военно-полевой службѣ, и во всехъ странахъ делались попытки применять его для форпостной службѣ. Это не представляло бы никакого затрудненія, если бы особыя условия не требовали быстрой, надежной и легко выполнимой прокладки линіи. Для этой цели берутъ тоякий, особенно легкий и прочно выделанныя кабель, который можно прокладывать по землѣ для устройства линіи. Чтобы сделать такой кабель удобнымъ для переноски, прокладки и убирания, его наматываютъ на катушку, которую солдатъ носить къ ящику наподобіе ранца. Этотъ ящикъ заключаетъ въ себя также телефонъ, служащій передатчикомъ и приемникомъ и устроенный особенно прочно. Передача звуковъ отъ телефона и къ телефону происходитъ по шлангу (рис. 797), такъ какъ солдатъ совсемъ не трогаетъ аппарата.



797. Форпостный телефонъ.

Прокладка кабеля, длина котораго у аппарата равна 500 метрамъ, производится простымъ способомъ: конецъ кабеля соединяется съ концомъ кабеля втораго аппарата и оба носильщика идутъ по противоположнымъ наиравлениямъ или, если разстояние не больше 500 м., идетъ только одинъ солдатъ. Если кабель надо убирать, то солдатъ снимаетъ со спины ящикъ и наматываетъ кабель посредствомъ рукоятки ва катушку.

Для вызова служить свистокъ, который вставляется въ амбушору переговорной трубиш и вынимается, когда надо разговаривать. Весь аппаратъ весить 15 кгр., такъ что его не трудно носить. Подобныя ашиараты еще не испытывались при военныхъ действияхъ, а потому нельзя сказать ничего окончательнаго относительно степени ихъ полезности.

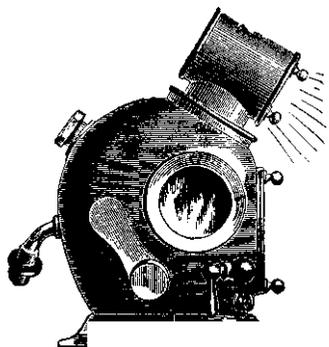
Телефонъ находить себе применение не для однехъ только войскъ, которыя ведутся людьми между собой, — онъ оказывается весьма полезнымъ въ более благородной войнѣ, а именно въ борьбѣ человечества съ силами природы.

Въ соединеніи съ электрическимъ светомъ сопутствуетъ онъ водолазу въ глубину водъ и поддерживаетъ сообщеніе между нимъ и судномъ. На рис. 798 показанъ шлемъ водолаза, снабженный этими новейшими орудіями (телефонъ расположенъ внутри шлема и на рисунке не виденъ). Сверху

шлема видна лампа накаливания, расположенная в герметически закупоренном футляре; она освещает поле зрения водолаза и дает ему возможность производить работу в темных недрах воды. Телефонный аппарат удобно прилегает к ушам и рту водолаза.

Здесь можно упомянуть еще об одном подобном же применении телефона, а именно о соединении судов на рейде с берегом, что бывает важно сделать, когда судам приходится оставаться долгое время на рейде. Для этой цели прокладывается кабель от берега до бакана на рейде, и бакан снабжается надлежащим зажимом. Пришедшее судно соединяет кабелем свой телефонный аппарат с баканом и затем может прямо переговаривать с берегом. •

Интересное применение находить телефон в Бухаресте. Здесь выходит с утра до полуночи телефонная газета, которая не печатается, а говорится. В центральном месте сидит говорящий и сообщает новости дня, телеграммы и пр. в микрофон, с которым соединены телефоны подписчиков. Подписчик, который за пользование платит сравнительно не-



798. Водолазный шлем с лампой накаливания.

большую сумму, может приложить свой телефон к уху и слушать, что говорит ему газета. Не особенно почтенное применение нашель микрофон к подслушиванию. В комнате вешают небольшую картину, которая не бросается в глаза ни своим художественным исполнением, ни своими размерами. В действительности же она заслуживает всякого внимания, ибо она скрывает деревянную диафрагму, на которой она написана, и за этой диафрагмой укреплены угольные контакты известной формы, делающие из аппарата очень чувствительный микрофон. Незаметным образом

к картине проведены

д^не ифоволоиш, которья подводят к углям нвободимый ток и отводят его в отдаленную комнату, где он соединен с телефоном.

При помощи этого устройства можно слышать все, что в комнате говорится, и таким непочтенным образом подслушать находящихся в комнате лиц, которые считают себя незамеченным.

Полезное применение микрофон может получить в тюрьмах для подслушивания разговора заключенных.

Всем вероятно приходилось слышать о телефонной передаче музыки, когда передается в отдаленные пункты музыка из оперных театров и концертных зал. Устройство приборов для этого довольно просто. Вблизи оркестра или на сцене ставят один или два сильно действующих микрофона, которые передают звуковые волны в отдаленный пункт. Впрочем передача бывает довольно неудовлетворительная, и мы еще далеки от того, чтобы слушать оперы, сидя дома. Такая передача была устроена на Венской электрической выставке. Пианист, скрипач и певца давали концерт, который передавался по проволоке на выставку. Три артиста находились не в одном месте, но на расстоянии нескольких миль друг от друга и были соединены между собою телефоном. Несмотря на это, их тоны согласовались прекрасно, и можно себе представить, что в будущем не только слушатели концерта могут оставаться дома, но и артисты. Конечно, тогда на станциях не должно быть нечестного соединения, иначе может случиться, что Патти запоет басом. В Америке по случаю электрической выставки в Нью-Йорке в 1896 г. гром Ниагарского водопада передавался с водопада в здание выставки в Нью-Йорке на раз-

стояние около 800 клм. Для этой цели микрофонъ, заключенный въ деревянный ящикъ и снабженный резонаторной трубою въ несколько метровъ длины, былъ установленъ въ пещере ветровъ и соединенъ съ телефоннымъ проводомъ. Въ Нью-Йорке въ проводъ были включены телефоны, и устройство вблизи живая модель водопада въ 4 м. длиною, для усиления впечатления.

Въ некоторыхъ больницахъ телефонъ даетъ возможность сообщаться со своей семьей или знакомыми такимъ больнымъ, которые не могутъ общаться съ ними непосредственно вследствие своей заразной болѣзни.

Телефонъ, благодаря своей необыкновенной чувствительности, ясно обнаруживаетъ переменные токи самой незначительной силы, а потому имъ часто пользуются для обнаруживанія присутствія такихъ токовъ или колебаній тока, а также его применяютъ, какъ самый простой амперметръ, напримеръ при пробѣ громоотводовъ.

Микрофономъ, въ соединеніи съ телефономъ, часто пользуются для обнаруженія малыхъ движеній. Подобнымъ образомъ применяютъ микрофонъ для передачи электрическимъ часамъ секундныхъ ударовъ астрономическихъ часовъ, механизмъ которыхъ не желаютъ обременять контактнымъ приспособленіемъ; при этомъ тиканіемъ часовъ пользуются для возбужденія волнъ тока, которыя при ИИосредстве надлежащаго релэ замыкаютъ цепь часовъ. Въ последнее время пошли еще дальше въ этомъ отношеніи и применили описанное ниже радифоническое дѣйствіе: маятникъ при каждомъ своемъ качаніи прерываетъ лучъ света, падающій на радифонъ, и темъ вызываетъ волну тока. Такъ какъ маятникъ при проходе черезъ лучъ света не встречаетъ никакого сопротивленія, то при такомъ устройствѣ устраняется всякое замедленіе маятника при возбужденіи тока.

Фонографъ.

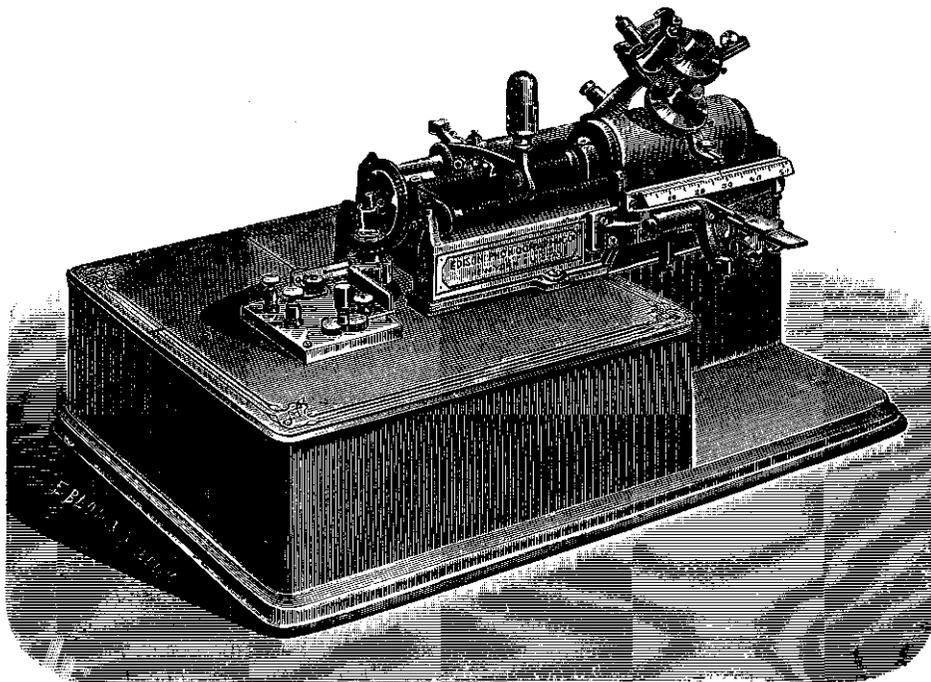
Подобно тому, какъ электрическая энергія передается по проводу и запасается аккумуляторами, такъ и звуки, которые передаются вдаль по телефону, можно с о б и р а т ь при помощи одного приспособленія, такъ что ихъ можно впоследствии воспроизводить въ другомъ пунктѣ. Для этого служить приспособленіе, называемое фонографомъ. Впрочемъ этотъ приборъ не заключаетъ въ себѣ ничего электрическаго, такъ какъ закреплени и последующее воспроизведеніе звуковъ производится чисто механическимъ путемъ, но мы несколько остановимся на немъ, такъ какъ онъ представляетъ собою дополненіе къ телефону и, можетъ-быть, въ соединеніи съ последнимъ будетъ играть современемъ валшую роль.

Мы уже видели выше (стр. 548), какъ можно графически закреплять звуки. ИИредставимъ теперь себѣ, что волновыя линіи въ томъ приборѣ не пишутся на слое сажи, а вырезаются на слое воска. Затемъ представимъ себѣ, что такой гравированный восковой цилиндръ расположенъ противъ очень легко подвижнаго камертона, который на концѣ одной изъ своихъ ветвей снабженъ тонкимъ штифтикомъ. Вставляемъ этотъ штифтикъ въ награвированную восковую линію и затемъ начинаемъ вращать нашъ барабанъ. Очевидно штифтикъ, а вместе съ нимъ и ветвь камертона, приобретаетъ колебательное движеніе въ этой колеѣ, такое же движеніе, какое прежде произвело волновую линію. Если при этомъ барабанъ вращается съ такой же скоростью, какъ и при вычерчиваніи волновой линіи, то ветвь камертона будетъ дѣлать такое же число колебаній, какое было и у вычертававашаго камертона, — другими словами, она воспроизведетъ тотъ же звукъ, какой былъ у писавшаго камертона. Если бы пишущій камертонъ записывалъ несколько звуковъ подрядъ, то они воспроизводились бы въ той же последовательности.

Надъ практическимъ осуществленіемъ подобнаго закрепленія звуковъ работали несколько изобретателей, ИИ Эдисону, наконецъ, удалось устроить

такой приборъ, который закрепляетъ и затемъ воспроизводитъ всякие звуки и членораздельную речь. Это и есть всеъ известный фонографъ. Здесь мы опишемъ новую его форму.

Какъ видно на рис. 799, фонографъ Эдисона состоитъ изъ барабана, укрепленнаго на валике, который вращается часовымъ механизмомъ или маленькимъ электродвигателемъ. По барабану скользятъ пишущая или воспроизводящая звуиш часть аппарата, существенныя части которой показаны на рис. 800 и 801. Последняя представляетъ собою вделанную въ металлическое кольцо круглую диафрагму, пространство надъ которой закрыто крышкой съ раструбомъ. Если говорить въ этотъ раструбокъ, то звуковыя волны достигаютъ диафрагмы и приводятъ ее въ колебательное движение. Снизу къ



799. Фонографъ Эдисона.

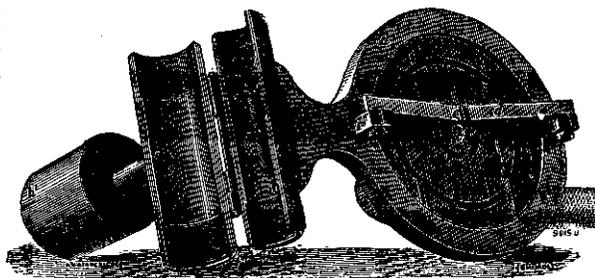
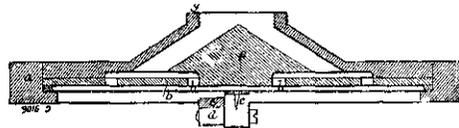
середине диафрагмы прикреплено тонкое пишущее острие, назначение котораго вырезать на восковой оболочке барабана бороздку, более или менее глубокою, соответственно колебаніямъ диафрагмы.

Диафрагма со своими принадлежностями поддерживается на рычаге, который прикрепленъ къ скользящему приспособленію и вместе съ последнимъ передвигается, при вращеніи барабана, справа налево. Чтобы это передвиженіе происходило согласно съ вращеніемъ барабана, на скользящемъ приспособленіи укрепленъ второй рычагъ, который своимъ переднимъ концомъ покоится на видимомъ впереди аппарата винтовомъ шпинделе, налегая на него частью гайки; такимъ образомъ при движеніи шпинделя передвигается скользящее приспособленіе, и такъ какъ шпиндель соединенъ безконечнымъ шнуромъ съ валомъ барабана, то скользящее приспособленіе и вмѣстѣ съ нимъ штифтикъ двигается согласно съ вращеніемъ барабана; вследствие этого штифтикъ вырезаетъ на восковой массе винтовую линію.

Пока диафрагма не колеблется, штифтикъ вырезаетъ бороздку равномерной глубины; но какъ скоро диафрагма начинаетъ колебаться подъ вліяніемъ

звуковыхъ волнь, глубина бороздки все время то уменьшается, то увеличивается, что и показано на рис. 802 въ увеличенномъ виде.

Въ этой волнообразной бороздке фиксируются движения диафрагмы, и нзъ сказаннаго выше легко видеть, что этимъ фиксированиемъ можно пользоваться для приведения въ движение другой подобной же диафрагмы, къ которой прикрепленъ скользящій по бороздке штифттикъ. Для этой второй диафрагмы расположена на рычаге, поддерживающемъ оправу первой диафрагмы, вторая подобная же диафрагма, которая приводится въ положение первой поворотомъ. Съ этой оправой соединена резонаторная трубка, которая на своемъ свободномъ конце делится на две ветви. Эти ветви оканчиваются согнутыми эбонитовыми трубочками, которые для слушанія воспроизводимыхъ фонографомъ звуковъ вставляются въ отверстия обонихъ ушей.



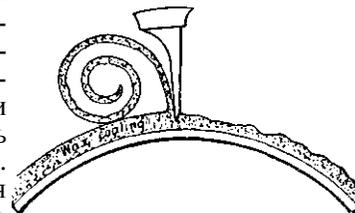
800 и 801. Записывающая часть фонографа.

Барабанъ, на которомъ фиксируются движения диафрагмы, состоитъ изъ латуннаго цилиндра, покрытаго надлежащей восковой массой; точный составъ этой массы Эдисонъ держитъ въ секрете.

Чтобы поверхность барабана была вполне ровной, можно се обточить на самомъ аппарате, прикрепляя на скользящемъ приспособлении ножицъ. Приводя аппаратъ въ движение, барабанъ выгачивается подвигающимся ножицкомъ какъ на станке. Также поступають, если хотягъ уничтожить запись на барабане и приготовить барабанъ для новой фонограммтъ.

Обращаются съ аппаратомъ следующимъ образомъ: — ставятъ диафрагму съ пишущимъ штифттикомъ на правый конецъ барабана и вриводятъ аппаратъ въ движение. Затемъ произносятъ фиксируемыя слова передъ раструбомъ у диафрагмы. По окончании речи или, если пишущий штифттикъ достигъ леваго конца барабана, передвигають рычагъ диафрагмы назадъ, и тогда валикъ диафрагмы можно вынуть, снять съ вего барабанъ и заменить его новымъ.

Барабанъ съ фонограммой сохраняють и для воспроизведения речи вставляютъ его въ тотъ же или другой фонографъ. Для этого надевають соответствующий барабанъ на валикъ аппарата и вставляютъ штифтвкъ говорящей диафрагмы въ начало винтовой линии, вырезанной на барабане. Повторяться фонограмма можетъ не безпределное число разъ, потому что, несмотря на тонкость и чувствительность говорящей диафрагмы и ея штифттика, они постепенно стирають восковую массу и портятъ вырезанную волнистую линию. Другой изобретатель фонографа старался найти выходъ отсюда, употребляя вместо оригинальной фонограммы гальванопластическую копию съ нея, которую можно приготовить въ несколькихъ экземплярахъ.



802. Вырезание бороздки въ восковой массе.

Въ заключение еще несколько словъ о применении фонографа. Читатель вспомнить, какъ въ начале 90-хъ годовъ вся пресса стараго и новаго света ратовала за фонографъ и ежедневно рассказывала какую-нибудь новую историю о „Г-не фонографе“. По словамъ тогдашнихъ газетъ, не нужны будутъ стенографы, ибо фонографъ записываетъ сказанныя слова дешевле и лучше, чемъ ошибающееся существо — человекъ. Письма впредь будутъ не писать, но говорить на барабанъ, и уже ожидали отъ почты, что она будетъ пересылать фонограммы валки за ту же плату, какъ простыя письма.

Свои арии певецъ пелъ бы дома и разсылалъ ихъ затемъ въ безчисленныхъ фонографическихъ копияхъ всемъ, которые его желаютъ слушать. Библиотеки для чтенія не держали бы более печатныхъ книгъ, а романы говорились бы на валики, и всякій могъ бы слушать ихъ въ живомъ слове. Для изученія иностранныхъ языковъ стоило бы только вставить въ ухо слуховую трубку фонографа и тотчасъ полились бы въ умъ ученика слова и фразы чистейшаго произношенія. Подобнаго и въ десять тысячъ разъ большаго ждали въ газетахъ отъ великаго изобретенія, и читателю нечего стыдиться, если онъ верилъ этому; но онъ удивляется теперь, что изъ всехъ этихъ обещаній пока еще столь мало исполнилось. Мы раскроемъ ему тайну. Все эти рассказы пускались въ свѣтъ дельцами, приобретшими эдисоновское изобретеніе для того, чтобы создать рекламу для продажи патентовъ, и пресса охотно принимала все, что къ ней прилетало изъ Америки въ видѣ утокъ. Поэтому, желая правильно судить объ эдисоновскомъ изобретеніи, мы прежде всего должны отбросить девять десятыхъ того, что говорилось объ его достоинствѣ; вместе съ темъ конечно обращается въ дымъ большая часть значенія изобретенія, но и остающаяся десятая часть делаетъ честь человеку, чья заслуга — изобретеніе фонографа, — и какъ заслуженная, делаетъ ему чести более, чемъ остальные девять десятыхъ, которыя, не принеся ему никакой пользы, много ему повредили.

Эдисоновскій фонографъ въ настоящее время не имеетъ практическаго примененія. Не говоря о стоимости аппарата, которая при массовомъ производствѣ скоро значительно понизилась бы, имъ трудно владеть. Нужна сноровка механика, чтобы аппаратомъ пользоваться въ надлежатцѣмъ состояннн. Устранить ошибкн, которыя легко встречаются при чувствительномъ механизме, большая публика, для которой фонографъ и долженъ быть рассчитанъ, не въ состояннн. Дальнейшій недостатокъ тотъ, что на валике не можетъ поместиться много словъ; онъ заполняется въ несколько минутъ и при более или менее пространной корреспонденціи потребовалось бы въ одинъ день значительное число валиковъ. Наконецъ и передача аппарата далеко не совсемъ ясная, и при случае могутъ произойти черезъ это весьма неприятыя недоразумѣннн. Что касается воспрнннтя парламентскихъ и судебныхъ речей, то фонографъ для этого слишкомъ нечувствителенъ, и о такомъ примененнн нечего и думать, пока не будетъ изобретенъ лучшнн аппаратъ этого рода.

Итакъ, фонографъ остался отчасти интереснымъ научнымъ аппаратомъ, отчасти игрушкой и выставочнымъ объектомъ въ паноптикумахъ, и въ послѣдней роли онъ имель даже наибольшнн успехъ.

Электрические волны.

Электромагнитная теория света Фарадея Максвеля. Опыты Герца надъ распространениемъ электрической силы. Опыты Тесла. Холодный светъ Мура. Прерыватель Венельта. Безпроводная телеграфия Маркони.



'се течеть!" сказал некогда глубокомысленный греческий философ и темъ выразилъ, что только въ вѣчномъ течении ВЕБИЕЙ бырь доступенъ нашему познанию. Однако его мудрое изречение верно только наполовину, если его относить къ физическимъ явлениямъ; не односторонне направленный потокъ энергии составляетъ самую общую форму физическаго явления, а чередование потоковъ, направленныхъ въ противоположныя стороны, — волна, составляетъ первоисточникъ явлений чувственно воспринимаемаго мира. Великое значение

волнообразнаго движения, колебания, познано во всей его полноте лишь въ новейшее время. Исходя изъ представления о звуковыхъ волнахъ, создали теорию для объясненія световыхъ явленій, въ которой светъ разсматривается, какъ распространение колебательнаго движения. При этомъ пришлось допустить существованіе особаго, заполняющаго весь миръ вещества, эфира, способнаго съ необычайной быстротой передавать во все стороны колебательное движение, зародившееся въ какомъ-нибудь пунктѣ.

Сравнивая различныя колебания, можно отличать ихъ другъ отъ друга по частоте или по времени, затрачиваемому на совершеніе одного полнаго колебания. Можно представить себѣ безконечный рядъ колебаній, отличающихся по этому признаку. Можно представить себѣ, что каждое колебаніе происходитъ въ тысячу лѣтъ или въ 100 лѣтъ, 10 лѣтъ, 1 годъ, 1 часъ, 1 секунду, или же въ одну секунду совершаются 2, 10000, 100000, миллионъ, биллионъ и т. д. отдельныхъ колебаній. Явленія света вызываются лишь небольшою частью этого безконечнаго ряда колебаній; именно, светъ представляетъ лишь такія колебания, число которыхъ составляетъ приблизительно отъ 30 биллионовъ до 8000 билл. въ секунду. Невольно возникаетъ вопросъ: чему же соответствуютъ, какія явленія вызываютъ эфирныя колебания, заключающіяся вне этого короткаго ряда? Ответъ на этотъ вопросъ въ настоящее время можно формулировать такъ: все колебания эфира, какова бы ни была ихъ частота, въ томъ числѣ и те колебания, которыя соответствуютъ световымъ явленіямъ, имеютъ электрическую природу. Это заключеніе есть результатъ изслѣдованій новейшаго времени, изслѣдованій, открывшихъ для физики совершенно новыя горизонты.

Электромагнитная теория света Фарадей-Максвелля. Еще остроумный английский физик Максвелль, разрабатывая математически идеи Фарадея, теоретическимъ путемъ пришелъ къ тому, что светъ и электричество стоятъ въ тесномъ родстве, но доказать это родство опытомъ впервые удалось немецкому исследователю Герцу. Герцъ показалъ, что электрически заряженное тело, зарядъ котораго быстро изменяется, посылаетъ въ окружающее пространство волны, которыя отличаются отъ световыхъ волнъ только темъ, что оне не способны действовать на нашъ глазъ; въ остальномъ свойства ихъ тождественны со свойствами световыхъ волнъ, и оне, безъ сомнения, были бы видимы, т.-е. стали бы светомъ, если бы можно было увеличить скорость из-

менений заряда до частоты световыхъ колебаний.

Этимъ открываемъ указывается путь къ превращению электрической энергии въ светъ безъ посредства накаливания.

Николай Тесла, родомъ изъ Кроаціи, молодымъ человекомъ уехавший въ Америку я скоро нашедший тамъ место для своей плодотворной деятельности, трудился надъ разработкой открытїя Герца въ направлении его практическихъ применений. Пользуясь въ своихъ опытахъ переменными токами, съ частотой переменъ гораздо большей обыкновеннаго, Тесла натолкнулся на совершенно новыя явления, которыя, какъ кажется, открываютъ совершенно новую область для электротехники.

При огромномъ значении, которое повидимому приобретаетъ вся затронутая здесь область электрическихъ



803. Г. Герцъ, род. въ 1857 г. въ Гамбургѣ, умеръ профессоромъ физики въ Боннѣ въ 1894 году.

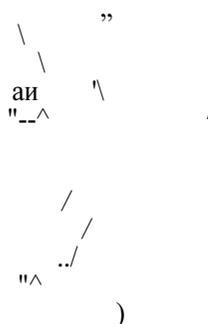
колебаний, мы опишемъ явления, открытыя до настоящаго времени въ этой области, настолько подробно, насколько это кажется допустимо для нашихъ целей.

Великий английскій физикъ Фарадей въ 1845 г. открылъ своеобразную связь между светомъ и магнетизмомъ. Какъ читателю конечно известно, современная физика разсматриваетъ светъ, какъ колебания светоноснаго эфира, совершающіяся перпендикулярно къ направлению светового луча. Если аб (рис. 804) лучъ света въ поперечномъ разрезе (т.-е. лучъ идетъ перпендикулярно къ плоскости чертежа), то эфирная частичка колеблется отъ а къ б и обратно, и это движение передается отъ частяцы къ частице вдоль луча. Пучокъ лучей, въ которомъ все эфирныя частички колеблются въ параллельныхъ плоскостяхъ, напр. въ направлении аб и въ параллельныхъ ему направленияхъ, называется Юлюляризованнымъ; это выражение произведено отъ устарелаго уже представления. Плоскость, въ которой колеблются эфирныя частички поляризованнаго луча, называется плоскостью поляризации. Если

такой поляризованный лучь пропуститъ сквозь просветъ полой катушки съ большимъ числомъ оборотовъ, по которой проходитъ токь,—такъ, чтобы токь окружалъ лучь, какъ онъ окружаетъ электромагнитный сердечникъ, то положение плоскостя поляризации меняется, она поворачивается въ направлении тока, и эфирныя частички (рис. 804) не колеблются уже какъ до вступления въ катушку въ направлении ab , но, смотря по направлению и силе тока, въ направлении $a_1 b_1$ или $a_2 b_2$ или $a_3 b_3$.

Это открытие послужило исходной точкой для остроумнаго теоретика Максвелля, который облекъ фарадеевския идеи въ математическую форму и глубокомысленно развилъ ихъ далее. Исходя изъ электрическихъ и магнитныхъ действий на разстояние (см. стр. 16) и изъ теорин линий силъ, которую создалъ Фарадей, онъ пришелъ къ тому заключению, что эти явления должны основываться на измененияхъ шютности эфира и что колебания эфира, которыя мы называемъ светомъ, суть частные случаи этихъ изменений плотности въ эфире, какъ общей причины. Такъ создалъ онъ свою гениальную электромагнитную теорию света, которая имела лишь одинъ недостатокъ, что по существу она была чисто математической и не имела за собою опытнаго доказательства.

Опыты Герца. Этотъ пробель былъ заполненъ Г. Герцомъ (род. въ 1857 г., умеръ 1 января 1894 г.), который открылъ новый родъ эфирныхъ колебаний — электрическия волны (онъ опубликовалъ это открытие въ 1888 г.). Оказалось, что эти волны во всемъ подобны лучамъ света; они распространяются въ пространстве со скоростью, равной скорости света, претерпеваютъ отражение, преломление, диффракцию, интерференцию, поляризацию, т.-е. обнаруживаютъ все свойства света; отсюда можно было сделать обратное заключение, что световые лучи не что иное, какъ электрическия волны, причемъ нашъ



804 Направления колебаний различныхъ частицъ эфира въ световомъ луче.

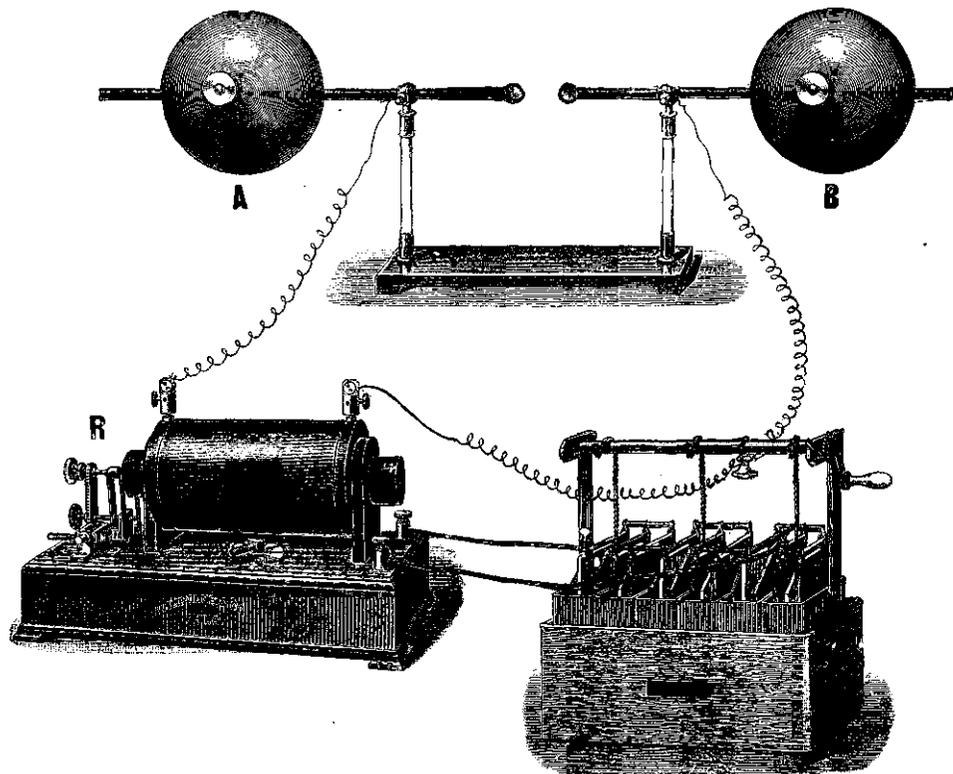
глазь способенъ воспринимать только такие электрическия лучи, въ которыхъ эфирныя частицы делаютъ въ секунду отъ 450 биллионовъ колебаний (крайний красный) до 700 биллионовъ (крайний фиолетовый). Уже задолго до того было известно, что въ спектре находятся световые лучи, которые глазь не воспринимаетъ, а именно инфракрасные лучи, частота колебаний которыхъ понижается до 30 биллионовъ въ секунду, и ультрафиолетовые съ числомъ колебаний до 3000 биллионовъ въ секунду. Герцомъ было доказано, что эфирныя колебания и гораздо меньшей частоты распространяются совершенно подобно световымъ лучамъ.

Прежде чемъ излагать, какъ Герць наблюдать электрическия колебания, покажемъ, какъ производятся такая колебания. Читатель припомнитъ себе для этой цели то, что было сказано на стр. 25 и 29 о колебательныхъ разрядахъ. Этн разряды были впервые наблюдаемы Феддерсеномъ на лейденской банке; именно при помощи вращающагося зеркала онъ показалъ, что искра отъ такой банки состоитъ изъ десколькихъ быстро следующихъ другъ за другомъ отдельныхъ разрядовъ и что эти разряды изменяють свое направление. Это явление мы объяснили на аппарате съ водою (рис. 13) и теперъ ссылаемся на сказанное тамъ.

Электрическия массы, двигающияся туда я обратно при колебательныхъ разрядахъ, действуютъ на окружающий эфиръ, вызывая въ немъ образование волнь, распространяющихся во все стороны. Наглядную картину этого явления даетъ намъ насекомое, пчела напр., которая упала въ воду и старается

спасти движениями крыльевъ. Дрожащее, качательное движение крыльевъ распространяется по воде и производитъ на поверхность ея концентрично расходящіяся волны.

При колебательномъ разряде частота вибрацій или колебаній зависитъ отъ емкости (стр. 28) лейденской банки или конденсатора (стр. 29), содержащаго оба равныхъ другъ другу заряда, и отъ самоиндукціи (стр. 25) проводника, по которому направляется переменный токъ; подбирая емкость и самоиндукцію надлежащимъ образомъ, можно привести частоту колебаній къ определенной величине.



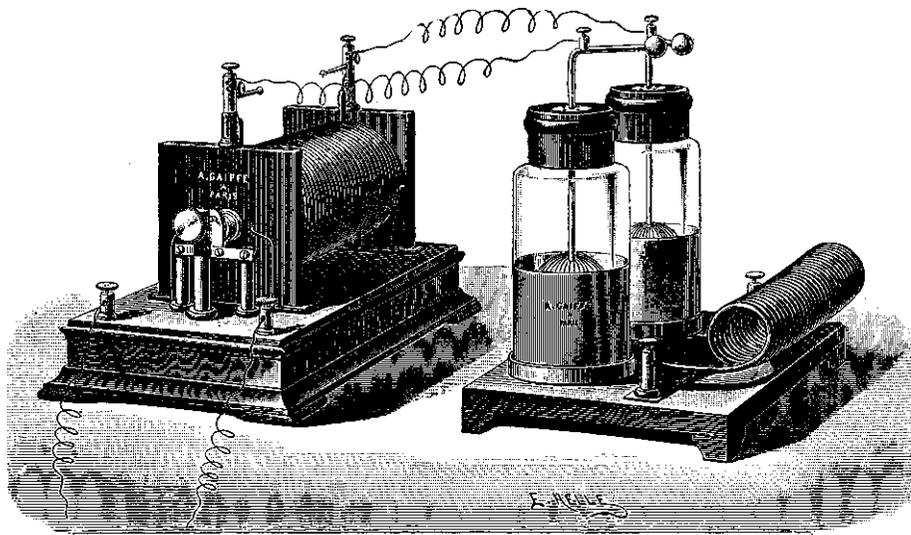
805. Осцилляторъ (вибраторъ) Герца.

Герцъ пользовался колебательными разрядами для образования электрическихъ волнъ и, благодаря целесообразному устройству аппаратовъ, производилъ разряды съ числомъ колебаній около 60 милл. въ секунду, т.-е. колебания, гораздо более редкия, чѣмъ световыя. Его аппаратъ, который въ послѣдствіи видоизменялся и имѣ самимъ и другими, въ главныхъ частяхъ состоялъ въ следующемъ.

Е (рис. 805) — спираль Румкорфа (стр. 95), производящая токъ весьма высокаго напряженія (40 000 вольтъ и болѣе). Между зажимами ея вторичной обмотки расположенъ разрядчикъ. Последний состоитъ изъ двухъ стержней, соединенныхъ съ зажимами катушки. Медыя стержни не касаются другъ друга, концы ихъ удалены на нѣсколько сантиметровъ другъ отъ друга; поэтому разрядный токъ долженъ проходить чрезъ воздушный промежутокъ, что онъ и делаетъ въ формѣ искры. Такъ какъ искра можетъ получиться только тогда, когда напряжение достигаетъ требуемой величины, то въ такъ называемомъ дскровомъ промежутке появляются искры, быстро следующія

одна за другой, но отделенныя короткими промежутками времени. Другие концы медных, стержней снабжены металлическими шарами в 30 см. диам., которые имеют определенную, хотя и очень небольшую ёмкость. Эти шары заряжаются при увеличении напряжения и разряжаются при проскакивании искры. Разрядъ, происходящий между обоими шарами, сопровождается определенной, хотя и очень небольшой самоиндукцией. благодаря чему каждая искра представляла изъ себя колебательный разрядъ, число колебаний котораго составляло 62 милл. въ секунду. При помощи надлежащихъ изменений прибора можно было повысить это число до 50 миллиардовъ, что уже приближается къ частоте колебаний световыхъ волнь. Заметимъ, что число колебаний, сопровождающихъ каждую искру, мало и равно приблизительно 30—40, такъ какъ колебания довольно скоро затухаютъ.

Это последнее легко понять, если принять во внимание, что заключенная въ шарахъ электрическая энергия при разряде превращается въ теплоту



СОВ. Осцилляторъ Гѣфа.

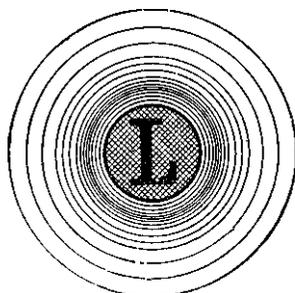
вследствие сопротивления и, кроме того, рассеивается въ пространство въ видѣ электрическаго лучеиспускания.

Подобный же по принципу аппаратъ показанъ на рис. 80б, только здѣсь заряжающіеся проводники заменены лейденскими банками; внутреннія обкладки ихъ соединены съ концами вторичной обмотки катушки Румкорфа, наружныя же обкладки соединены между собою проволочною спиралью. При разрядѣ въ формѣ искры соединяются между собою противоположныя заряды какъ внутреннихъ обкладокъ, такъ и наружныхъ. Между послѣдними включена спираль, сажиндукція которой вследствие витковъ значительно больше, чѣмъ въ прямыхъ стержняхъ прибора Герца. Вследствие этого при разрядѣ внешнихъ обкладокъ появляются волны значительно большей продолжительности колебаний, а такъ какъ внутреннія заряды зависятъ отъ наружныхъ, то и въ искре между обоими шарами банокъ образуются болѣе медленныя колебания.

Таковъ приборъ для образования электрическихъ колебаний—„вibratorъ" или „осцилляторъ". Какъ же обнаруживаются электрическія волны?

Читатель знаетъ, что если звуковыя волны определенной высоты тона, т.-е. определенной частоты колебаний, встречаютъ камертонъ или струну, ко-

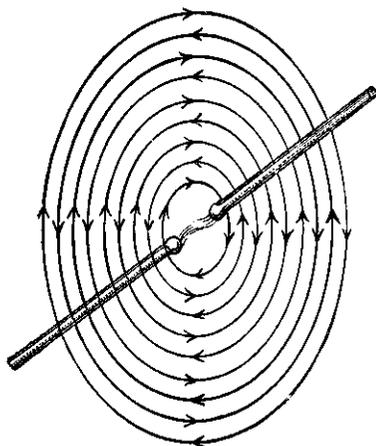
торая настроена на тотъ же тонъ, то камертонъ или струна начинаютъ звучать. Это явление известно подъ названіемъ резонанса. Вполне аналогичное явление происходитъ и съ электрическими волнами. Чтобы объяснить это, припомнимъ прежде всего, что колебательный разрядъ представляетъ изъ себя переменный токъ съ весьма большимъ числомъ переменъ въ секунду. Но где является токъ, тамъ являются и магнитныя линии силы



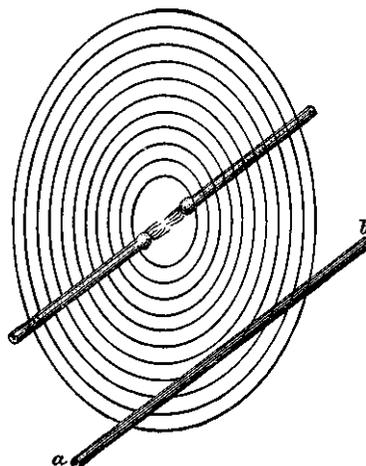
807. Кольца магнитныхъ силовыхъ линий, окружающія проводникъ L .

(стр. 19), которыя окружаютъ проводникъ L (рис. 807). Такимъ образомъ токъ колебательнаго разряда окруженъ линиями силы, которыя соответственно измененію направления тока огибаютъ его попеременно то въ одномъ, то въ другомъ направленіи; эти линии магнитныхъ силъ, создаваемыя колебательнымъ разрядомъ, распространяются отъ места разряда во все стороны: после некотораго числа колебаній пространство, окружающее место разряда, будетъ представлять картину, показанную на рис. 808. Мы видимъ, что непосредственно за полосой искръ лежитъ круговая магнитная линия силъ. Предыдущее колебание произвело противоположно направленную кривую, которая темъ временемъ уже подвинулась на некоторое разстояніе. Третье колебание произвело кривую, одинаково направленную съ первой, которая подвинулась соответственно еще далее, и такъ далее, рядомъ колебаній произведено известное число попеременно направленныхъ линий силъ, которыя расширяются въ пространстве концентрично.

Если эти линии силъ встречаютъ на своемъ пути распространения проводникъ, который оне пересекаютъ, то каждая изъ нихъ вызываетъ въ немъ



808. Направление магнитныхъ волнъ.

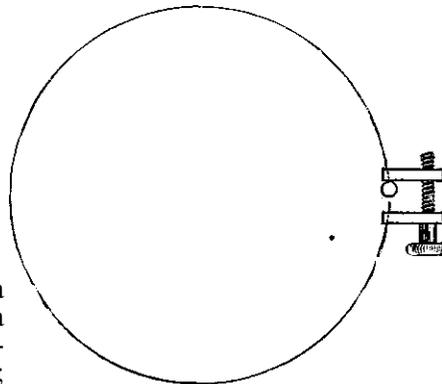


809. Проводникъ, перерезываемый распространяющимися волнами.

индуктированный токъ (ср. со сказаннымъ на 19 стр.), а вследствие переменнаго направления кривыхъ—переменный токъ. На рис. 809 проводникъ ab расположенъ параллельно искре, благодаря чему кольца магнитныхъ силовыхъ линий его пересекаютъ и возбуждаютъ въ немъ переменную электродвигательную силу. Если замкнуть второй проводникъ въ цепь, то переменная электродвигательная сила будетъ давать въ ней переменный токъ. Каждый проводникъ имеетъ определенную ёмкость и самоиндукцію,

вследствие чего в нем могут возникнуть электрические колебания только определенной частоты; при всякой другой частоте колебания произведенные в проводнике волны будут мешать одна другой. Читатель видит здесь аналогию с камертоном; другим примером может служить маятник. Маятник определенных размеров способен производить определенное число качаний в секунду; если раскачивать его рукой в темп его собственным колебаниям, то он раскачивается легко и достигает значительных размахов; если же раскачивать его не в темп его колебаниям, то растасать маятник не удастся. Это особенно заметно на тяжелых маятниках, каковы например языки больших колоколов.

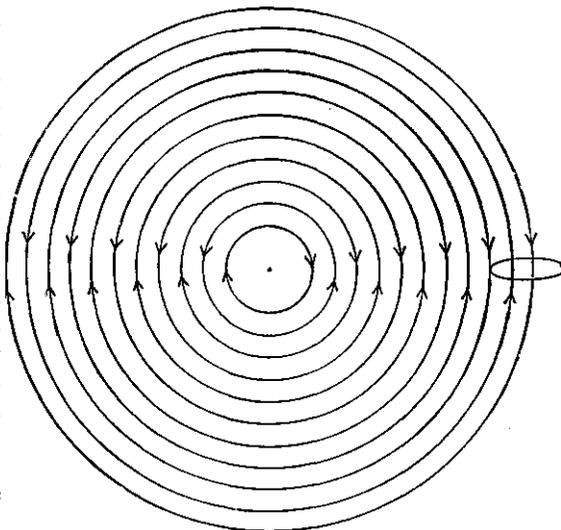
Положим, что мы помещаем на некотором расстоянии от вибратора проводник, частота колебаний которого равна частоте колебаний вибратора; если распространение электрических колебаний факт, такая колебания



810. Резонатор Герца.

возникнуть и в проводнике, и если мы будем в состоянии уловить таковыя, то распространение электрических волн в пространстве будет доказано.

Индуктируемый волнами переменный ток Герц обнаруживал следующим образом. Он брал перерезанное проволочное кольцо (рис. 810), концы которого могли быть сближены маленьким винтом на расстояние до одного миллиметра, и помещал его на расстоянии нескольких метров от вибратора в таком положении, чтобы проволока перпендикулярно своей длине пересекалась кольцами силовых линий. Когда в вибраторе появлялась искра, он замечал, что в перерыве проволочного кольца также возникала искорка. Этим было доказано, что энергия передавалась проволочному кольцу от искры путем распространения волн, называемых также электрическими лучами, и там вызвала ток, сопровождавший появление искры в разрыве кольца.



811. Положение резонатора

Открытие Герца возбуждало чрезвычайный интерес;

им не только была доказана с давних пор предугаданная теоретиками связь между светом и электричеством, но и указана возможность непосредственного обращения электрической энергии в световую, без посредства энергии тепловой. Правда, наивысшее достигнутое пока число колебаний в секунду 50 миллиард., как мы упомянули выше, еще далеко от частоты световых колебаний, но если количественный успех еще не достиг-

нуть, то качественный несомненен. Опыты Герца показали тот путь, по которому направились исследователи и изобретатели; они еще не достигли цели, но сделанные успехи уже многочисленны. Так как можно надеяться, что и конечная цель будет достигнута современем, то пока мы сообщим то, что уже достигнуто до настоящего времени.

Опыты Tesla. Побуждаемый открытиями Герца, Николай Tesla, с которыми мы уже познакомились, как с изобретателем индукционного двигателя (см. стр. 371), начал заниматься электрическими колебаниями. Но в то время как Герц пользовался для получения действия на расстоянии магнитными волнами, появляющимися при колебательных разрядах, Tesla применял для той же цели волны электрические. Как между полюсами магнита возникает магнитное поле, линии сил которого, пересекая проводник, индуцируют в нем электродвигательные силы, так между



812. Свечение Гейслеровой трубки в электрическом поле.

двумя уединенными друг от друга проводниками с противоположными электрическими зарядами возникает электрическое поле, и изолированный проводник, помещенный в такое электрическое поле, испытывает действия, аналогичные с теми, какие испытывает проводник, находящийся в магнитном поле. В нем появляется два противоположных заряда, которые располагаются так, что конец проводника, обращенный к положительно заряженному телу, получает отрицательный заряд, а противоположный конец его, который обращен ко второму, отрицательно заряженному телу, — получает положительный заряд. Для возбуждения двух таких отдельных зарядов необходима затрата энергии, которая получается от электрического поля. Если же заряд двух тел исчезает, то исчезает и электрическое поле, а также и оба заряда на расположенном в поле проводнике не остаются разделенными друг от друга. Они соединяются и производят при этом другую форму энергии, — тепловую, световую или еще какую-нибудь другую. Поэтому если электрическое поле возникает на небольшие промежутки времени или быстро меняет свое направление от быстрой перемены заряда на возбуждающих поле телах, то каждый вновь возникающий заряд передает некоторый запас электрической энергии расположенному в поле проводнику, а при исчезновении за-

ряда или при перемене направления поля эта энергия, сообщенная проводнику, превращается в другую форму энергии. Вследствие этого в проводнике в короткое время может накопиться большое количество энергии последней формы, и проводник станет испускать энергию в этой последней форме, наир. в форме света.

Нагляднее всего выступают эти явления в высокоинтересном опыте Tesla. Он вешал на двух противоположащих стенах комнаты два больших изолированных жестяных листа (рис. 812) и соединял их с полюсами своего источника переменных токов высокого напряжения, который мы сейчас опишем. При этом лист I заряжался положительным электричеством, а лист II отрицательным; затем оба заряда исчезали, после чего происходила перемена зарядов, т.е. лист I становился отрицательным, а лист II положительным, затем вновь заряды исчезали, наступала новая перемена зарядов и т. д.; такая перемена зарядов продолжалась непрерывно, причем число перемен в секунду доходило от 20000 до 30000. При помещении в свободном пространстве между обоими листами гейслеровой трубки наблюдалось яркое ее свечение (рис. 812). В таком переменном электрическом поле Tesla мог накаливать платиновые проволоки. Здесь мы встречаем новую и своеобразную форму передачи электрической энергии.

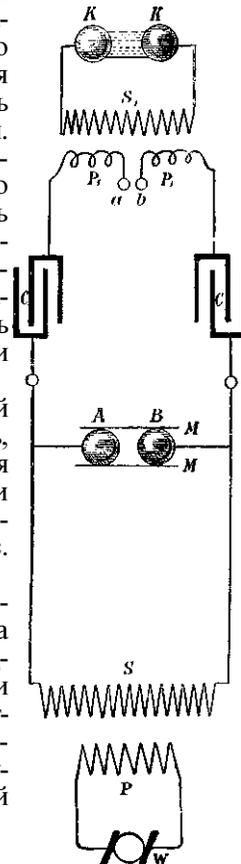
Вначале Tesla пользовался для получения большой частоты переменного тока, которая требуется для его опытов, особо устроенной машинкой переменного тока, которая производила 30000 перемен в секунду: впоследствии он стал пользоваться вибратором, подобным Герцовскому, дающим гораздо большую частоту. На рис. 813 показана схема его вибратора.

Машина переменного тока W соединена с первичной обмоткой P индукционной катушки. Оба конца вторичной обмотки соединены с внутренними обкладками двух лейденских банок СС, внешние обкладки которых соединены между собою с первичной обмоткой R второй индукционной катушки. В этом последнем соединении имеется еще искровой промежуток АВ. Вторичная обмотка S₂ второй индукционной катушки находится в соединении с шарами КК.

Вторичная обмотка первой индукционной катушки замыкается еще искровым промежутком АВ. К индукции.

Осциллятор Tesla-рамь А и В приложены слюдяные пластинки ММ, имеющие следующее назначение. Когда начинает работать машина, между АВ образуется вольтова дуга. Она нагревает находящийся между слюдяными пластинками воздух и вследствие этого между ними возникает сильный поток воздуха, который задувает дугу при ее появлении. Благодаря этому между АВ при каждой перемене тока происходят следующие друг за другом прерывистые разряды.

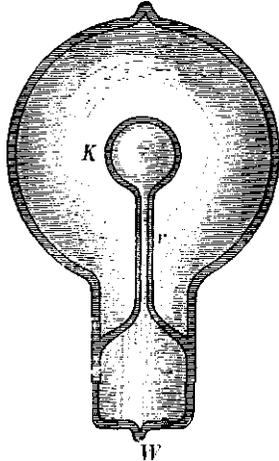
Всякий раз как дуга у АВ прерывается, заряжаются лейденские банки СС, вследствие чего появляются искры в АВ и между шарами КК. Благодаря незначительности расстояния АВ, самоиндукции P и емкости лейденских банок, разряд здесь получается быстро колебательный, а благодаря двойной трансформации в S и S₂ напряжение разряда получается очень



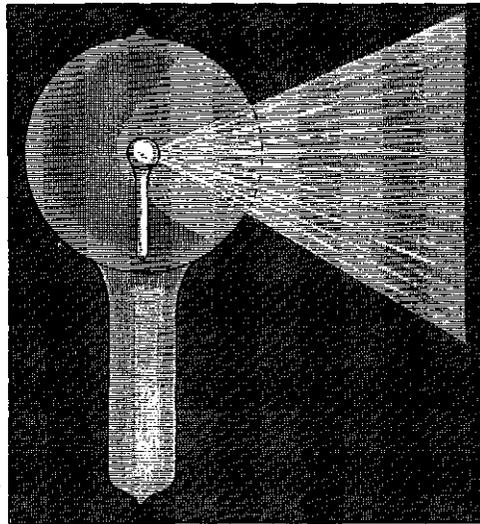
высокое. Частота колебаний составляет здесь несколько сотъ тысячъ въ секунду, следовательно она значительно меньше частоты колебаний вибратора Герца, представленнаго на рис. 805; это потому, что ёмкость и самоиндукция разрядной цепи въ аппарате Тесла гораздо больше. Съ измененіемъ этихъ величинъ, частоту колебаний ИИИ здесь можно увеличить до частотъ аппарата Герца.

При помощи только-что описаннаго прибора Тесла можно получить свѣтъ безъ содействія теплоты и сверхъ того подводя къ лампе электрическую энергию только по одной проволоке. Тесла изготовилъ такая лампы различныхъ формъ, изъ которыхъ мы опишемъ наиболее интересную (рис. 814).

W —стеклянный шаръ съ шейкой h , къ которон припаяна трубка $г$, заканчивающаяся шаромъ K такимъ образомъ въ полости W имеются два



814 и 815. Электрическая лампа Тесла.



вполне замкнутыхъ пространства. Шейка h покрыта станиолемъ, который

соединяется съ однимъ полюсомъ индукционной катушки

SJL

(рис.

813).

Пря

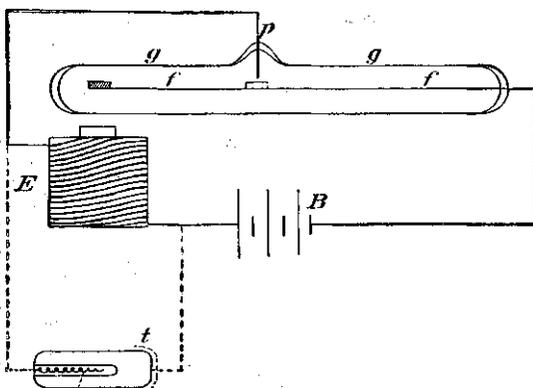
работе катушки лампа светитъ; белое, нежное свѣчение распространено вначалѣ по всей лампе. После более или менее продолжительнаго времени свѣчение стягивается въ односторонний пучокъ света (рис. 815), который непрерывно вращается вокругъ выутренняго шара K .

Испускаемый лампой свѣтъ конечно не очень силенъ. Лампа эта интересна не темъ, что ее можно сейчасъ же пустить въ практику освѣщенія, а темъ, что она производитъ холодный свѣтъ и соединяется съ электрическимъ источникомъ только одной проволокой. Въ ней мы имеемъ начало, отъ котораго путь ведетъ къ более совершенному. Конечно, остается еще преодолѣть большія трудности, но начало сделано, и мы смеемъ надеяться, что близкое будущее принесетъ намъ холодный свѣтъ въ практически применимой формѣ. А какую выгоду онъ намъ обещаетъ? — спросить, быть-можетъ, читатель; мы можемъ ждать, что при той же затратѣ энергии получимъ приблизительно въ десять-двадцать разъ большее световое действие противъ

нынешних ламючек накаливания и что одной затраченной лошадиной силой будем питать около 200 шестнадцатисвечныхъ лампъ.

Холодный светъ Мура. Американецъ М. Ф. Муръ поставилъ себе задачу придать лампе Тесла практическое устройство. Стремясь сделать возможно проще устройство для получения электрическихъ колебашъ, оыь пришель къ прерывателю, который въ принципе не что иное, какъ давно известный вагнеровский или нефовский молоточекъ, только у Мура подвижная часть колеблется въ безвоздушномъ пространстве. На рис. 816 видна тонкая пружина f , впаянная въ дно небольшой стеклянной трубочки d . Свободный конецъ ея снабженъ железной пластинкой и на середине имеетъ платиновую пластинку, которая прикасается къ впаянному въ трубочку платиновому острию p . Въ стеклянной трубочке образована пустота. При действии электромагнитомъ E на упругий язычекъ, последний несколько оттягивается, и соединение между ялатиновой пластинкой и шгаатиновымъ остриемъ прекращается. Приноминая принципъ вагнеровскаго молоточка, легко видеть, что при надлежащемъ включении трубочки, какъ показано на рис. 816, въ цепь источника тока, упругий язычекъ будетъ вибрировать непрерывно, пока включена батарея B . Такъ какъ упругий язычекъ колеблется въ безвоздушномъ пространстве, следовательно не замедляется въ своемъ движении сопротивлениемъ воздуха, то колебания совершаются очень быстро, и кроме того, вследствие отсутствия воздуха, образование искръ весьма незначительно и безвредно.

Муръ пользовался лампами Тесла въ форме удлиненныхъ трубочекъ, которыя включалъ въ ответвление отъ



ОНЪ SIG. Прерыватель Мура.

катушки съ самоиндукцией; последняя представляетъ въ принципе простой электромагнитъ съ половинчатымъ якоремъ и можетъ одновременно служить въ качестве электромагнита E . Эта катушка намагничивается въ замкнутой цепи; если же токъ прерванъ, то на концахъ катушки образуется вследствие самоиндукции разность потенциаловъ сравнительно большой величины, которая выравнивается отчасти чрезъ включенную лампу и заставляетъ ее светиться. Само собою разумеется, что на место катушки съ самоиндукцией могла бы быть поставлена индукционная катушка и лампа могла бы быть соединена со вторичной ея обмоткой. Муръ не поступалъ такъ только потому, что для него оказалось достаточно простой катушки.

Лампа Мура имеетъ, сравнительно со своей величиной, лишь незначительную силу света; Муръ долженъ былъ применять большія трубы, форму и расположение которыхъ онъ, при своихъ опытахъ, старался согласовать съ архитектурой освещаемыхъ помещений. При этомъ онъ действовалъ не безъ ловкости, какъ это видно изъ рис. 817. На немъ показана освещенная лампами Мура часовня, которая была сооружена изобретателемъ для выставки. По ребрамъ сводовъ расположены большія светящияся трубы, которыя освещаютъ помещение яяпшмъ светомъ.

Нельзя сказать, чтобы Муръ построилъ совершенную лампу для холодного света; но онъ первый сделалъ шагъ къ этому изобретению; поэтому мы не могли здесь обойти молчаньемъ его труды.

Въ связи съ аппаратомъ Мура упошшемъ еще о другомъ, недавно изобретенномъ и очень интересномъ прерывателе.

Для получения переденнаго тока высокаго наиряжения и депствия индукционныхъ катушекъ до сихъ поръ нользовались механическими или электромеханическими прерывателями. Д-ръ Венельтъ избрель недавно новыш сииособъ быстро прерывания тока, который имеетъ то преимущество, что работаеть безъ подвижныхъ частей и поэтому не только ле требуетъ кропогливаго регулирования, но еще даетъ очень большое число прерываний. Читатель пимнить описание своеобразнаго опыта нагревания Лагранжа и Гоо на стр. 292. Металлический пруть, соединенный съ отрицательнымъ полюсомъ источника тока, погружался въ водяную ванну, въ которой лежалъ



817. Холодный светъ Мура.

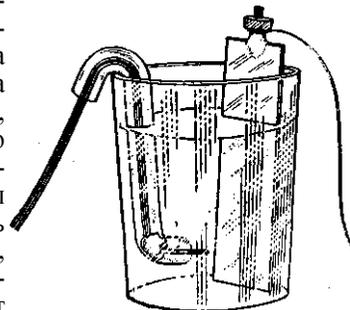
второй большой положительный электродъ, и быстро въ ней нагревался.. Если же въ качестве отрицательнаго электрода взять пластину, а въ качестве положительнаго электрода маленьше илатиновое острие, то токъ проходитъ отъ платиноваго острия къ большому отрицательному электроду не непрерывно, а быстро ииерываясь. Этотъ чрезвычайно простой ииерыватель показанъ на рис. 818. Въ стеклянный сосудъ погрушна свшщовая пластина 3 см. шириною и 15 см. длиною. Противъ этой пластины находится платиновое острие, которое впаяно въ согнутую стеклянную трубку; внутри трубки острие соединяется съ медной проволокой, которая и выходитъ наружу.

Этотъ электролитический прерыватель. включенный въ первичную цепь индукционной катушки, действуетъ точно такъ же, какъ механический прерыватель, только много интенсивнее, потому что частота прерываний его очень велика (она можетъ быть доведена до 3000 въ 1 секунду) и пере-

рывы тока наступают очень резко. Действие индукционной катушки съ Венельтовским прерывателемъ прямо поразительно; катушка даетъ непрерывный потокъ мощныхъ искръ, а если включить во вторичную обмотку лейденския банки, то получается оглушительная стрельба отъ сильнейшихъ искръ.

Везпроволочная телеграфия Маркони. Въ заключение упомянемъ еще объ одномъ применении открытiя Герца, которое вызвало интересъ и въ большой публике, именно о телеграфii безъ проводовъ по системи, Маркон-и*). Принципъ этого изобретения легко понять по изложеннолиу выше. ИИредставимъ себе, что въ вибраторе, показанномъ на рис. 805, между батареей В и первичной обмоткой катушки Румкорфа I (рис. 819) включенъ какой-нибудь ключъ, напр. ключъ Морзе Т, тогда мы можемъ. более короткими или более продолжительными замыканиями первичной цепи производить между концами разрядника 0 короткие и долгие потоки искръ, которые соответствуютъ точкамъ и штрихамъ алфавита Морзе.

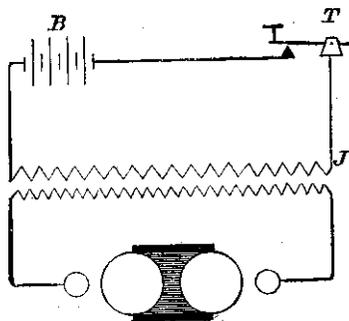
Каждый потокъ искръ посылаетъ свои волны, которыя производятъ въ резонаторе также небольшие потоки искръ, продолжительность которыхъ соотвѣтствуетъ продолжительности искръ вибратора. Положимъ, что мы можемъ съ точносью следить за искрами въ резонаторе, тогда мы можемъ заметить при помощи резонатора короткия и долгия замыкания первичной цепи, а такъ какъ они служатъ знаками Морзе, то мы прочли бы этц знаки у резонатора. Но вибраторъ и резонаторъ могутъ быть отделены другъ отъ друга значительнымъ разстояниемъ и различными преградами, какъ напр. домами, горами, озерами и т. п.; и темъ не менее электрическия лучи соединяють ихъ между собою Ит даютъ возможность передавать сигналы отъ виб- 818. Прерыватель Венельта.



Итальянский инженеръ Маркони воспользовался этой идеей и применилъ ее къ практической телеграфii на разстояние. Еонечно онъ воспользовался не резонаторомъ Герца съ искрой, а прибегъ для воспринятiя электрическихъ волнь къ другому средству, принципъ котораго былъ открытъ Бранли и примененъ впервые Лоджемъ. Изъ главы о телефонии читатель вспомнитъ о микрофонахъ съ угольнымъ порошкомъ, въ которыхъ электрическое сопротивление колонки или слоя угольнаго порошка изменяется звуковыми волнами. Подобное явление Бранли подметилъ и при электрическихъ волнахъ. А именно, если на стеклянную трубку, которая наполнена металлическими опилками и имеетъ на обоихъ концахъ электроды къ отшлкамъ, действуютъ электрическия волны, то сопротивление слоя опилокъ, лежащихъ между электродами, значительно изменяется, а именно оно падаетъ съ несколькихъ сотъ или тысячъ омовъ до несколько омовъ. Причина этого явления точно еще не дознана. Полагатоть, что металличестая частицы обыкновенно покрыты непроводящимъ или дурно проводящимъ слоемъ, который ослабляетъ, проводимость соприкасающихся частиць, и что электрическая энергия, приносимая въ трубку электрическими волнами, при разряде про-

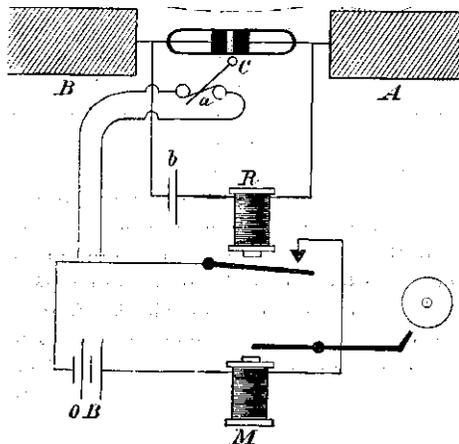
*) Независимо отъ Маркони, и даже несколько ранее его, то же самое применение было сделано нагамъ соотечественникомъ, А. С. Поповымъ. Въ виду того, что система телеграфирования безъ проводовъ, принадлежащая Попову, въ общемъ весьма близка къ системе Марйони, мы ограничиваемся описаниемъ одной изъ нихъ, и именно той, которая описана въ немецкомъ оригинале настоящей книги.

бывает слой, отчего частицы приходят в хорошо проводящее соприкосновение. Лоджэ поэтому назвал аппарат „coherer"омъ, потому что частицы, будучи прежде на микроскопическомъ разстоянии одна отъ другой, такъ сказать, спаиваются, cohereunt, и получаютъ проводящее соединение. По-



следнее сохраняется и по прекращении действия волнъ, и этдмъ когерерь отличается отъ порошковыхъ микрофоновъ. Если же встряхнуть трубочку, то прежнее состояние большаго сопротивления восстанавливается.

Маркони соединилъ такой когерерь С (рис. 819) съ батареей b и электромагнитомъ R релэ, которое при помощи местной батареи OB приводит въ действие пишущий аппаратъ Морзе M . Пока когерерь не подвергается действию электрическихъ волнъ, его сопротивление настолько велико и токъ въ цепи SbR настолько слабъ, что электромагнитъ E не притягиваетъ якоря. Когда же на когерерь повлияютъ электрическия волны, его сопротивление сильно уменьшается, и сила тока въ цепи возрастаетъ настолько, что электромагнитъ притягиваетъ свой якорь. Это притяжение не прекращается, пока электрическия волны действуютъ на когерерь, и не прекращается тотчасъ, какъ только электрическия лучи перестаютъ доходить до



819. Расположение Маркони, для телеграфирования безъ проводовъ.

когерера; чтобы при преЕращении действия электрическихъ волнъ въ когерере восстанавлилось большое сопротивление, Маркони достигъ очень просто. Онъ беретъ небольшой вагнеровскій молотокъ (см. рис. 337), который дежствуетъ отъ батареи и слегка ударяетъ по когереру. След. если въ некоторый моментъ на когерерь действуетъ электрическая волна, его сопротивление уменьшается. Спустя мгновение по нему ударяетъ молотокъ и отъ встряхивавия сопротивление его вновь увеличивается; если же эти волны продолжаютъ еще действовать, то сопротивление тотчасъ же опять уменьшается, и состояние малаго сопротивления продолжается несмотря на сотрясение, пока электрическия волны

продолжаютъ действовать на когерерь, и только, когда волны прекращаются, проявляется действие сотрясения, и сопротивление увеличивается до прежней величины, пока не появятся новыя волны.

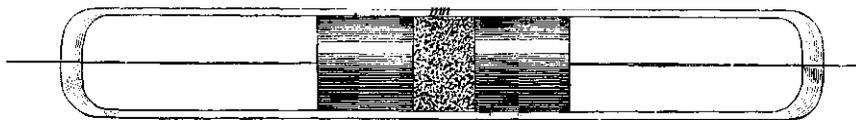
Теперь окинемъ взглядомъ всю Еартину. У резонатора ИюротЕими и долгюш замыканиями ключа были произведены ряды исЕрЪ, которые соот-

ветствовали зяакамъ Морзе. Ряды искръ производили ряды волнь. и эти волны распространялись въ пространство. На пути оне встречаются когерерг и во время действия на него уменьпають его сопротивление. Вследстые



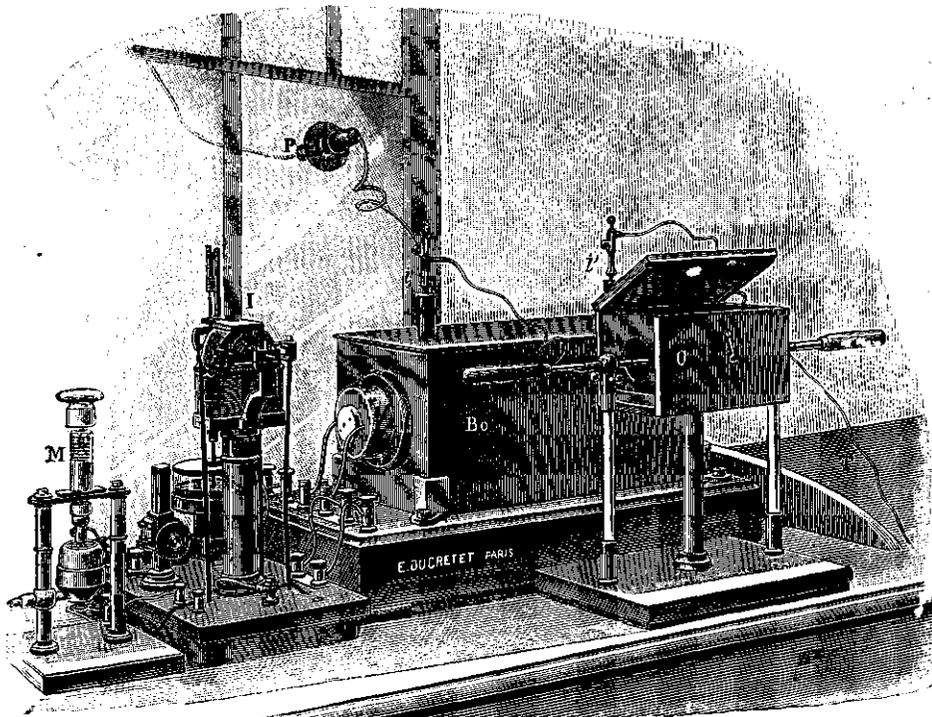
$P,я$

820. Осцилляторъ Маркони.



821. Когерерь Маркони.

этого сила тока въ цепи когерера ловышаетсяк яастолько, что включенное въ ту же цепь телеграфное релэ замыкаетъ местную цепь аппарата Морзе (ср: включение на рис. 569) и заставляетъ его писать, т.-е. давление на клавиипу Т производить, въ окончательномъ результате, притяжение якоря пишущаго

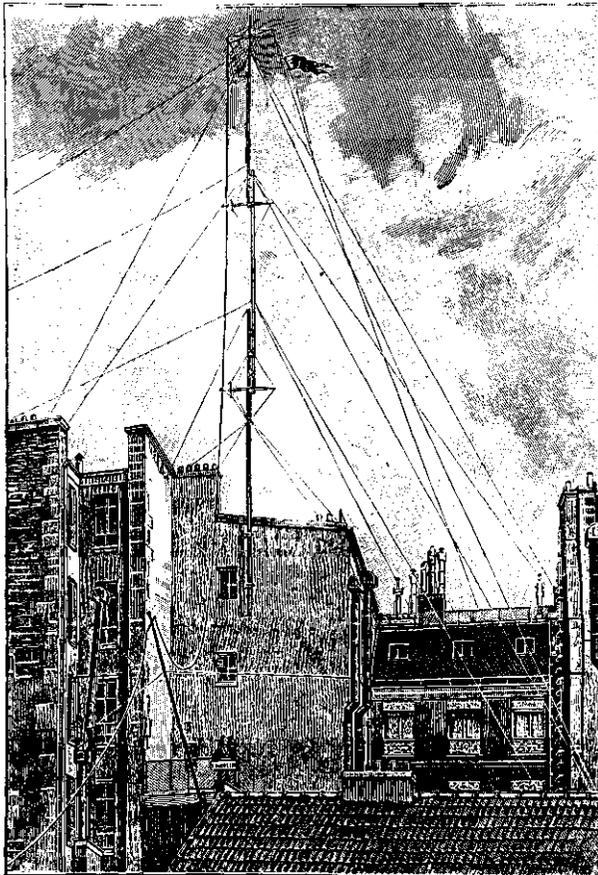


822. Передатчикъ Дюкретэ, для телеграфа безъ проводовъ.

рычага въ аппарате Морзе. На проводахъ у когерера помещены еще две металлическия пластины А и В, которыя имеютъ целью настроить когерерь въ резонансъ съ вибраторомъ (см. стр. 607). При этомъ оказалось, что достигается болтъпее действие, если вместо одной пластины взять землю и дру-

гую пластину поместить возможно выше, наир. на высокомъ шесте. Еще лучше, если вместо последней пластины пользоваться покрытымъ станиолемъ змеемъ, высоко поднятымъ на тонкой стальной проволоке.

Вибраторъ (рис. 820) у Маркони устроенъ несколько иначе, чемъ Июкано на рис. 805. Въ эбонитовой трубке RR вставлены две короткия, легко передвигающияся эбонитовыя трубки г и г; оне имеютъ на концахъ металлические Ипары I и III, II и ИУ. При помощи стержня s и винта S трубки и шары I и II могутъ быть сдвигаемы и устанавливаемы на желаеомъ раз-



823. Излучатель Дюкрете.

стоянии. Кроме того посредствомъ s и S аровода отъ индуктора соединяются съ шарами, которые образуютъ тройной рядъ искрь.. Узкое пространство между I и II нанолнено изолирующимъ масломъ, которое вливается чрезъ отверстие, закрытыя пробками P.

Когерерь ттоказанъ на рис. 821. Онъ состоитъ изъ стеклянной трубки около 40 мм. длиною и 2 — 3 мм. шириною, въ которую вставлены два небольшихъ серебряныхъ, цилиндра ss съ отводами наружу, Пространство m между цилиндрами длиною ок. 1 мм. наполнено грубыми никкелевыми опилками въ смеси съ 4°/о серебра. Внутри трубки образована пустота.

Е. Дюкрете въ Париже сконструироваль все иринадлежности для безпроводной телеграфии, и, быть-можетъ, ошисание ихъ будетъ небезынтересно.

Передаточный аппа-

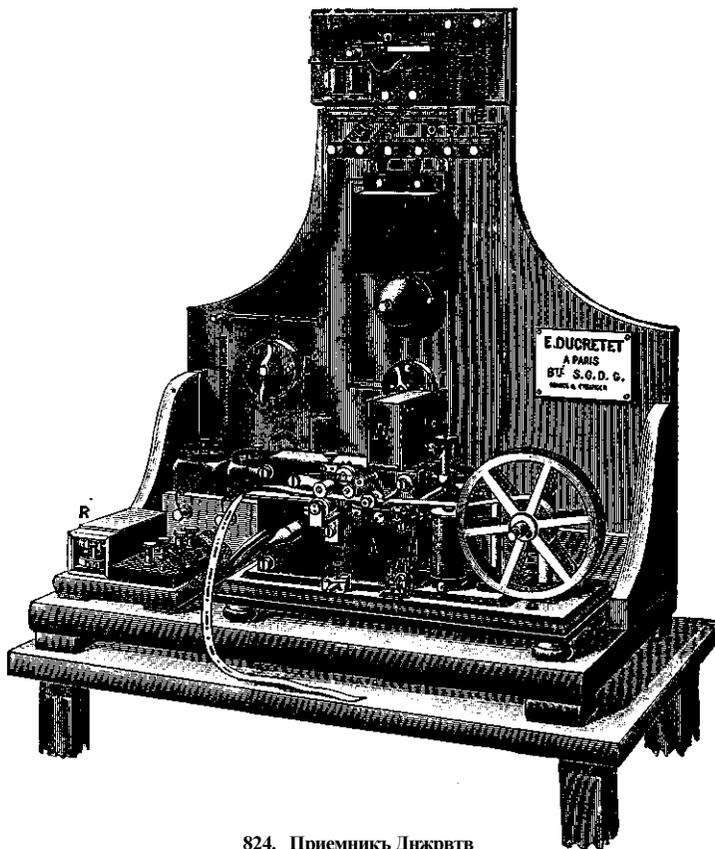
ратъ представлень на рис.

822. *ОБЪ* состоитъ изъ индукционной спиралн Румкорфа Во, въ первичный проводъ которой включень прерыватель I, приводимый въ действие электрическимъ двигателемъ. Кроме того въ эту цепь включень ключъ М, служащий для прерываня первичнаго тока. При нажатии его включается первичная дель темъ, что нижний конецъ его погружается въ чайпку со ртутью, и вследствие этого возбуждается вторичная катушка. Токъ этой последней идетъ чрезъ вибраторъ 0, въ которомъ имеется несколько искровыхъ промежутковъ, подобно тому какъ въ приборе рис. 820, но безъ слоя масла. Одинъ изъ проводовъ вибратора, именно P, соединень съ радиаторомъ, другой T — съ землею.

Радиаторомъ служить высокая мачта, по которой проведена до ея лершины изолированная проволока. На нашемъ рис. 823 показано это простое

и приспособление в той форме, какую придать ему г. Дюкрете в своей лаборатории.

Приемник, сконструированный Дюкрете, представлен на рис. 824. Вверху на вертикальной планшете видна маленькая белая трубочка — когереръ. Вагнеровский молоток F ударяет по нему, служа сотрясателемъ. Одинъ проводъ когерера соединенъ съ землею, другой — съ коллекторомъ, который тождественъ съ радиаторомъ. Въ цепи когерера соединено съ батареей релэ R, которое при возбуждении замыкаетъ цепь и действуетъ одновременно на электромагнитъ аппарата Морзе M и на сотрясатель. Съ яко-



824. Приемник Дюкретт

ремь электромагнита соединено еще другое приспособление для замыкания тока, релэ R' у аппарата Морзе, которымъ замыкается вторая местная батарея. Последняя приводитъ въ действие электромагнитъ въ Ag, которымъ отстопоривается часовой механизмъ Морзе. Этимъ достигается то, что часовой механизмъ автоматически пускается въ ходъ, лишь только приходитъ какой-нибудь знакъ, такъ что аппаратъ и безъ наблюдения записываетъ знаки. Благодаря небольшому механическому приспособлению, движение часового механизма автоматически застопоривается спустя короткое время, такъ что полоса бумаги по окончании телеграммы протягивается далее только на небольшой кусокъ.

Съ релэ R соединенъ также одноударный звонокъ s, который можетъ быть повешенъ въ другомъ помещении и служить сигналомъ о прибывающихъ телеграммахъ.

Заметим еще, что аппарат воспринимает также электрические волны, которые исходят от молний, следовательно может служить еще регистратором гроз. Г-нъ Дюкретте напр. во время одной грозы в июне 1898 г. видел в своем аппарате в 70 минут не менее 311 записей электрических разрядов и наблюдал, что знаки появлялись ранее, чем видна была молния или слышен гром. Отсюда видно, что изобретение имеет значение и для метеорологии.

Еще несколько слов о расстояниях, на которых достигнута до сих пор передача. Маркони мог телеграфировать со своим аппаратом через Бристольский канал, расстояние около 14 км., а в последнее время телеграммы посылались через Ламанш. Незначительность достигнутых расстояний передачи служит прежде всего препятствием к общему применению беспроводной телеграфии. Затем является вопрос, как при многих кругах расходящихся телеграммах направить каждую к ее месту назначения и удержать от других мест получения. Пока этот вопрос не разрешен, беспроволочная телеграфия не может получить всеобщего распространения. Но где этот недостаток не имеет значения, напр. на море между двумя судами, с суши на близлежащий остров, там остроумное применение открытия Герца, сделанное Маркони, может быть употребляемо с пользой.

Электротехническая промышленность.

Обзор развития электротехнической промышленности. Германия. Англия. Остальные европейские государства. Соединенные Штаты. Россия.



Обзор развития электротехнической промышленности. Развитие техники связано с ее применениями, а последние в свою очередь находятся в тесной зависимости от выгоды, происходящих от этих применений; этим обуславливается важное значение, какое представляет промышленность для техники. Эту взаимную зависимость нельзя не заметить, и ученые, изобретатели, открыватели не могут не уважать промышленность, свою кормилицу; она представляет для них основу и притом не только

материальную, но и духовную, так как промышленность, основывающаяся на наживе, предвдвляет науке многочисленные запросы, которые являются для нея подспорьем и поощрением. Поэтому наука и промышленность находятся в настоящее время в большой взаимной зависимости, которая делается все теснее и теснее. Эти условия относятся и к электротехнике, и здесь они приобретают еще особую силу — электротехника более всякой другой отрасли техники пользуется совместной работой ученых и практиков.

Начало электротехнической промышленности было скромно; в ИИервое десятилетие после ее возникновения, которое относится приблизительно к 1840 г., едва могли существовать отдельные фирмы, не говоря уже о целой промышленности. Но с развитием телеграфии стала увеличиваться и спрос на электрические приборы и механизмы, и вскоре из механической промышленности выделилась особая отрасль, которая стала заниматься исключительно изготовлением электрических аппаратов. В течение сорока вых годов число последних было сравнительно невелико; только в начале пятидесятих годов и особенно в течение последних развилась особая телеграфная промышленность, которая вскоре затем еще несколько расширилась благодаря домашней телеграфии (электрическим звонкам). Необычайно быстрое развитие электротехнической промышленности началось с наступлением эры электрического освещения, и при этом новом развитии в электротехнике приобретает значение яовой элемент, машиностроители, которые соответствующим образом перевоспитали машинистов, не годи вшихся по недостатку изощренности для машин, какия были созданы требованиями электротехники. Это случилось приблизительно к 1880 г. Около того же времени развивающаяся электротехническая промышленность обра-

тила на себя внимание другой силы, которая всегда охотно занимается такими быстро и успешно развивающимися отраслями промышленности; под этой силой мы разумеем капитал, который теперь очень усердно стараются связать со всякой новой и подающей надежды промышленностью. Так как капитал всегда бывает не только очень желательный, но и необходимым союзником промышленности, то нечего говорить, что добрые намерения капитала предупреждали всякия желания со стороны электротехнической промышленности, и, таким образом, между двумя силами установились сношения, впрочем не всегда и во всем дружеския, но вообще возрастающія съ годами все въ более и более тесный союзъ. Около десяти летъ спустя, т. е. приблизительно въ 1890 г., возникла новая отрасль промышленнаго применения электротехники, электрохимия, расцветъ которой стоитъ въ тесной связи съ начинающимся развиваться пользованиемъ великими водяными силами при посредстве электричества.

Последнее десятилетіе века ознаменовалось чрезвычайнѣмъ развитіемъ электротехнической промышленности. Ранее всего въ Америке и Германіи были устроены многочисленныя большія установки для получения тока, которыя служатъ для освещенія, для движенія и для получения электрохимическихъ продуктовъ; существующіе электротехническіе заводы увеличились вдвое и втрое, возникли новыя предприятия, которыя въ общемъ свидѣтельствуютъ о крайне быстромъ развитіи.

Германія. Во главѣ германской электротехнической промышленности слѣдуетъ поставить фирму Сименсъ и Гальске не только, какъ самую раннюю по основанію (она существовала еще въ началѣ эры промышленнаго применения сильныхъ токовъ), но и по ея значенію, такъ какъ *БЪ* настоящее время она представляетъ собой одну изъ первыхъ электротехническихъ фирмъ въ свѣтѣ. Эта фирма первая выработала пригодную для практическихъ примененій динамомашину, электрическую лампу, электрическую железную дорогу, а также ввела много усовершенствованій въ телеграфію; кроме такой изобретательной деятельности, фирма Сименса и Гальске приобрела себе большую известность изготовленіемъ электрическихъ приборовъ, работая по всемъ отраслямъ электротехники.

Сименсъ и Гальске положили начало тому высокому положенію, какое нынѣ занимаетъ германская электротехническая промышленность, и немецкій народъ долженъ быть благодаренъ этой фирмѣ за то, что она помогла германской промышленности заслужить уваженіе за границею.

Такъ же, какъ и фирма Сименса и Гальске, достигли изъ скромныхъ размѣровъ при началѣ огромнаго развитія и всемирной известности двѣ другія фирмы: Фельтена и Гильома въ Мюльгеймѣ на Рейнѣ и Шуккерта и К°, теперь Elektricitäts-Akt. Gesellschaft въ Нюрнбергѣ. Первая изъ названныхъ фирмъ выдѣлывала первоначально канаты, сначала пеньковые, а затемъ проволочные; когда начала развиваться электротехника, она принялась за выделку электрическихъ проводовъ, которые она довела до высокой степени совершенства. Два кабельныхъ завода Фельтена и Гильома и Сименса и Гальске принадлежатъ къ числу самыхъ большихъ въ свѣтѣ. Большую нюрнбергскую фирму Шуккерта и К° основалъ въ 1874 г. Сигизмундъ Шуккертъ. Его динамомашинныя нашли себе хороший приемъ у гальванотехниковъ, и этотъ успѣхъ далъ возможность основателю все более и более развивать свое предприятие и свои изделия. Впоследствии фирма преобразовалась въ компанію, сравнявшись по своей величинѣ и значенію съ двумя другими крупными немецкими фирмами: Сименса и Гальске и Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.

Германская электротехническая промышленность начала развиваться съ 1880 г. Благоприятное дѣйствіе на публику и капиталъ оказалъ успѣхъ

ИИарижской электрической выставки. Электрический свет стал казаться уже не курьезом, а нововведением, представляющим серьезное значение. Появились лампы накаливания, и в них получили вполне подходящее средство для освещения жилых помещений. Все это содействовало тому, что техники и промышленники стали все больше заниматься выделкой электротехнических приборов, и таким образом появляются крупные и мелкие заводы. Сначала техникой сильных токов начинают заниматься механики и, в особенности, телеграфные механики. Таким образом к концу семидесятых годов начинает заниматься электротехникой несколько раз упоминавшаяся выше штуттгартская фирма Фейна; она выработывает динамомашину, лампы и пр., своего собственного устройства. Выступили также с новым динамомашинным и дуговыми лампами и тем перешли к технике сильных токов две другие телеграфные фирмы Шарнвебера в Киле и Швердта в Карлсруэ. Таким образом начали группироваться в отдельную промышленность несколько фирм, и техника сильных токов> ИИриобрела себе определенное место. Вместе с тем она приобрела себе значение, а это в свою очередь обратило внимание капитала на развивающуюся промышленность, и начали возникать акционерные компании и общества. В Берлине появилось „Германское Эдисоновское Общество“, теперь Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft, которое учредилось сразу с большим капиталом (вначале оно равнялось 5 миллионам марок) и тем сделало электротехнику в Германии сильной капиталом. В Штуттгарте был основан электротехнический завод Канштатт, который теперь образует отделение машиностроительного завода „Эсслинген“; в Кельне возникло акционерное общество „Гелиос“.

Капитал потерпел большое разочарование вследствие перехода в собственность государства телефонии во всех германских Иючтовых округах. На этом благоприобретении электротехники предполагали основать обширные финансовыя предприятия. После этого капитал оставалось только электрическое освещение из центральных станций, о котором впрочем не особенно много думали в Германии в противоположность Америке. Может быть, капитал нашел бы в этих установках более приложения, если бы взялись за них своевременно. Но так как медлили, то у германских городских управлений составилось убеждение, что выгоднее брать с самого ИИачала эти установки на себя, чтобы впоследствии ее подвергаться рискованным опытам, какие пришлось вынести на себе многим германским городам при устройстве газовых установок. Это убеждение изменилось только в последнее время, когда во многих городах, например в Лейпциге и др., предприятия городского освещения стали отдавать на концессию.

Но капитал нашел Брисложение еще в другом месте; по своей природе он привлекается больше всего такими предприятиями, в которых торговая деятельность представляет больше значения,—в чисто техническия предприятия, успех которых основывается на счастливой изобретательности и технической способности предпринимателя. В этом отношении капиталу удалось произвести преобразование германской электротехнической ИИромышленности, которое совершилось во второй половине восьмидесятых годов, а именно специализацию производства, которое имеет без сомнения огромное значение для германской электротехнической промышленности. Обт> этому надо сказать несколько слов.

Первые электротехнические заводы выделывали все, относящееся к электротехнике: вместе с телеграфными аппаратами динамомашину, дуговыя лампы, иногда также лампы накаливания, провода, коммутаторы и пр. При таком расширении производства на большое число предметов во

могло быть и речи о разработанности, по крайней мере у фирмъ, которыя ее работали съ миллионами, какъ Сименсъ и Гальске, Шуккертъ и К^о и Allgeraeine Elektricitats-Gesellschaft, а таковыхъ фирмъ было большшство. Вследствие этого число изделий каждаго отдельнаго образца должно было оставаться сравнительно небольшимъ, а потому конструирование и производство не могли получить того интенсивнаго развития, какое возможно только для специализированнаго производства, когда выделяется одна вещь или небольшое число ихъ. Наглядный примеръ нользы специализированнаго производства даетъ фирма Шуккерта и К^о. -Она выделяетъ главнымъ образомъ только три предмета: свои динамомашины, дуговая лампы и измерительные приборы — амперметры и вольтметры; они еще дальше следуютъ принципу специализированнаго производства я изменяютъ свои образцы только понемногу и медленно. Поэтому они имеютъ ВОЗАИОЖНОСТЬ сосредоточить всю силу своихъ усовершенствований на своихъ специальныхъ изделияхъ, и на этомъ основывается отчасти изумительный успехъ фирмы.

Заслуживающее вниманія исключение представляетъ фирма Симевса и Гальске, которая по доброй воле и сознательно придерживается разнообразнаго производства, Здесь условия несколько другія. Фирме приходится поддерживать свое имя, и потому она старается, какъ и въ прежнее время, идти впередъ въ отношении всего своего производства. Вследствие этого она желаетъ оставаться въ тесной связи со всеми частями электротехники и не оставляетъ исследований и производства ни по одной части электротехники. Къ тому же отъ прежнихъ временъ она сохранила повсюду верный рынокъ для своихъ произведений, преимущество, котораго не имеютъ и которое едва ли Июлчать молодыя фирмы.

Но этотъ отдельный случай, какъ бы онъ важенъ ни былъ, ничего не изменять въ основномъ положеніи, что специализированное производство выгоднее для разрабатыванія промышленности, въ особенности такой, какъ электротехническая съ все увеличивающимися по числу отраслями; этимъ объясняется, почему специализированные заводы часто развиваются съ поразительной быстротой.

Такъ, въ 1885 г. былъ основанъ заводъ Deutschen Elektricitatswerke zu Aachen, который строить динамомашины и который развился теиерь въ крупную фирму. Въ Франкфурте основалось въ 1890 г. общество Ламейера и К^о, которое занимается постройкой динамомашинъ для постояннаго, переменнаго и многофазнаго токовъ, а также трансформаторовъ системы Ламейера. Въ Дрездене Куммеръ основалъ фирму Куммера и К^о для постройки динамомашинъ, двигателей и коммутаторовъ въ (последние главнымъ образомъ для освещенія судовъ). Другая специальная отрасль производства развилась для выделки проводовъ и ихъ принадлежностей; вскоре одинъ за другимъ возникло несколько специальныхъ заводовъ, которые въ свою очередь распались на особыя отрасли. Одинъ изъ первыхъ такихъ заводовъ Фогта и Геффнера во Франкфурте, который занимается исключительно приготвленіемъ коммутаторовъ ии другихъ принадлежностей сетей проводовъ и ввелъ массовое производство такихъ предметовъ. Другие заводы подобнаго рода считали выгоднымъ сузить еще больше свое производство и стали заниматься выделкой напримеръ тодько патроновъ или наделокъ для лампъ накаливанип или другихъ специальныхъ предметовъ.

Вследъ затемъ появились заводы дугог, Ихъ лампъ, производство которыхъ ограничивалось единствошю УТИГИП ламаами; такъ напримеръ упоминавшийся раньше заводъ Кертинга и Маттисена въ Лейпциге, который быстро развился изъ небольшого вначале въ довольно крупный теперь.

Производство лампъ накаливанія очень скоро выделшлось въ особую отрасль и, благодаря этому, развилось массовое производство этихъ лампъ.

Уже в начале восьмидесятых годов английская компания Свана в Кальке близ Кельна устроила особый завод ламп накаливания, Swan United Electric Light Co. Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft еще при своем основании устроило большой завод ламп накаливания, который впрочем соответствовал программе всестороннего производства этой фирмы, но в техническом и коммерческом отношении представлял особое предприятие. Electriciteits-Maatschappij Systeem de Khotinsky, которое сначала выделяло свои лампы в Роттердаме, построило завод в Гельнгаузене, где теперь выделяются аккумуляторы.

Кроме этих возникали еще другие заводы ламп накаливания, часть которых была недолговечна, а кроме того уже в начале восьмидесятых годов подобные заводы устроили Сименс и Гальске и Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft; все эти заводы в совокупности производят от трех до четырех миллионов ламп накаливания в год.

За производство углей для дуговых ламп первоначально взялись в Германии Сименс и Гальске, но не под своей фирмой, а на заводе брат. Сименс и Ко в Шарлоттенбурге, тесно связанной с фирмой. Затем несколько таких заводов возникло в Нюрнберге. Благодаря Шуккерт возник завод Шмельцера, который теперь принадлежит акционерной компании. Затем были основаны заводы Конрадта, Мала и Брауна, Beleuchtungskohlenfabrik Doos, которые производят значительное количество углей, достаточное не только для удовлетворения спроса внутри страны, но и для вывоза за границу. В Европе угли для дуговых ламп производятся главным образом в Германии и, хотя несколько таких заводов существует и в других странах, перевес остается на стороне германского производства.

В Германии получило также значительное развитие еще одно специализировавшееся производство, а именно выделка изолированных проводов. С развитием телеграфии оно выросло из индустриальной промышленности и в начале производилось по большей части на мелких заводах. Но затем, когда спрос на изолированную проволоку необыкновенно вырос вследствие развития техники сильных токов, некоторые из этих заведений, занимавшихся обмоткой проволоки, развились в большие заводы, и появились новые предприятия, построившие заводы, которые стали заниматься выделкой различного рода изолированных проводов и кабелей. Кроме Фельтена и Гильома ИИ Сименса и Гальске следует назвать здесь Обермейера в Нюрнберге; но раньше появилось значительное число мелких заводов, которые занимались приготовлением изолированных проводов для телеграфных целей; теперь они также перешли отчасти к выделке проводов для освещения.

Новый предмет особого производства представили аккумуляторы, которые сначала выделялись различными электротехническими заводами, как побочный предмет производства, но затем этим стали заниматься заводы, основанные специально и исключительно для такого производства. Сначала за них производство принялось Electriciteits-Maatschappij Systeem de Khotinsky. Затем основалась фирма Бюше и Мюллера, впоследствии Мюллера и Эйнбека в Гагене, теперь самый значительный завод в Германии. Фирма эта называется в настоящее время Akkumulatorenfabrik Aktiengesellschaft в Гагене. Затем появилась фирма Корренса и Ко в Берлине, теперь Berliner Akkumulatorenwerke Boese & Co, за ней следовала фирма Готфрида Гагена в Кельне, который от своего большого завода свинцовых изделий отделил особую часть для аккумуляторов (Kolner Akkumulatorenwerke). Еще до основания этих заводов устроил в Гамбурге аккумуляторный завод заслуженный гамбургский инженер Губер, на котором он

сталь выдѣлывать аккумуляторы по привилегиямъ Electrical Power Storage C°.

Поллакъ устроилъ во Франкфурте-на-М. аккумуляторный заводъ, который теперь называется Frankfurter Akkumulatorenfabrik и принадлѣнштъ акционерному обществу. Привилегии Фора были переданы гагенскому заводу, который пытался пользоваться ими, какъ орудиемъ въ ожесточенной борьбѣ съ конкурентами. Въ настоящее время эта борьба прекратилась за истечениемъ срока патента.

Какъ въ промышленности, эксплуатирующей сильныя токи, такъ и въ отношеніи слабыхъ токовъ развилось известное специализированіе, хотя и не въ такой степени, какъ въ первой; здѣсь все еще существуетъ предпочтеніе выдѣлывать понемногу все, и можно указать много заводовъ, которые производятъ въ своихъ прейсъ-курантахъ по несколько сотенъ предметовъ по телеграфіи. Известное специализированіе произошло и здѣсь и прежде всего въ отношеніи техъ заводовъ, которые по счастливой случайности принялись за какую-либо выгодную новость.

Акционерная компания Микса и Генеста въ Берлинѣ, которая въ действительности занимается изготовленіемъ электрическихъ и воздушныхъ звонковъ, громоотводовъ и приборовъ по телефоніи, а также захватываетъ область телеграфныхъ приборовъ, приобрѣла себе известность своимъ микрофономъ. Заводъ Геллера въ Нюрнбергѣ занимается специально выдѣлкой телефонныхъ аппаратовъ. Для изготовленія для центральныхъ телефонныхъ станцій мультиплексныхъ коммутаторныхъ досокъ фирма Р. Штокъ и К° устроила въ Берлинѣ специальный заводъ.

Хорошо поставлено въ Германіи изготовленіе электрическихъ измерительныхъ приборовъ. После Сименса и Гальске, которые и здѣсь идутъ впереди другихъ, основалась въ Вюрцбургѣ фирма Гартмана, которая очень счастливимъ образомъ сумѣла приложить на практикѣ идеи известнаго физика, профессора Кольрауша, жившаго тогда въ Вюрцбургѣ, и воспроизвела большое число новыхъ измерительныхъ приборовъ. Въ началѣ развитія техники сильныхъ токовъ Кольраушъ выработалъ удобный техническій амперметръ, который построила фирма Гартмана, и темъ она вошла въ электротехническую промышленность. Впоследствии заводъ перенесли во Франкфуртъ-на-М., и его фирма преобразовалась въ фирму Гартмана и Брауна, которая приобрѣла себе известность не только въ Германіи, но и въ другихъ странахъ.

Необходимость имѣть возможность измерять расходъ тока въ установкахъ съ центральными станціями послужила причиной появленія многочисленныхъ конструкций счетчиковъ электричества. Д-ру Арону, берлинскому профессору, удалось найти новый принципъ для такихъ счетчиковъ; вследъ за этимъ онъ построилъ свой известный счетчикъ электричества, который еще до сихъ поръ остается наилучшимъ.

Хорошей известностью по электрическимъ измерительнымъ приборамъ пользуется также фирма Эдельмана въ Мюнхенѣ.

Германскія машиностроительныя заводы много разъ делали попытки прибавить къ своей деятельности производство электротехническихъ машинъ, но это удалось только въ весьма немногихъ случаяхъ, какъ, напримеръ, у Эслингенскаго машиностроительнаго завода и у Berliner Maschinenbauanstalt. Несколько лѣтъ тому назадъ производствомъ электрическихъ приборовъ стали заниматься также братья Кертингъ въ Ганноверѣ и, какъ упоминалось раньше, выработали несколько удачныхъ новостей. Сюда можно причислить также акционерное общество „Унионъ“, которое образовалось изъ известнаго машиностроительнаго завода Людвигъ Лёве и К°. Последняя фирма соединилась для этой цѣли съ К° Томсъ-Га'стонъ въ Соединенныхъ Шта-

тахъ и ввела въ Германию ея превосходныя конструктории электрическихъ дорогъ. Электрическия дороги вообще стала для германской электротехнической промышленности очень выгоднымъ деломъ, и постройка ихъ вместе съ изготовлениемъ необходимыхъ принадлежностей занимаетъ обширное место въ производствѣ фирмъ Сименса и Гальске, Allgemeine Electricitats-Gesellschaft и Шуккерта и КЯ.

Съ постепенъшъ переходомъ отъ разнороднаго производства къ специализированному отделилось также отъ электротехническихъ заводовъ устройство установокъ; это отчасти было следствиемъ усиленной деятельности. Въ самомъ деле, такъ какъ электротехнические заводы не могли работать для одного своего места только или главнымъ образомъ, а должны были искать себе сбыта во всей стране, то они завели себе въ большихъ городахъ представителей, которые должны были доставлять имъ заказы на установки. Это повело къ тому, что постройку установокъ, для которыхъ заводъ доставлялъ принадлежности, поручали производить представителямъ, такъ что заводы оставались свободны отъ присмотра и ответственности за исполнителей. Такимъ образомъ, возникла профессия строителей установокъ, которые сначала работали для отдельныхъ заводовъ, какъ ихъ представители. Затемъ возникли отдельные предприятия этого рода, которыя самостоятельно занимались постройкой установокъ и брали потребный для этого материалъ тамъ, где они находили наиболее подходящимъ. Развитию этой отрасли промышленности содействовало также появленіе городскихъ центральныхъ электрическихъ станцій, о которыхъ мы будемъ говорить несколько ниже. Часто стали получаться заказы на устройство частныхъ домашнихъ установокъ я, такимъ образомъ, возякли мелкия и крупныя предприятия по устройству установокъ подобно тому, какъ это мы видимъ въ отношении газопроводныхъ и водопроводныхъ установокъ. Отчасти тутъ играла роль социально-политическая цель: надеялись передачей установокъ открыть ремесленнику новую область заработка. Но сомнительно, чтобы эта цель достигалась, потому что для устройства электрическихъ установокъ недостаточно знанія ремесла — необходимо еще довольно значительный запасъ теоретическихъ сведений, приобретение которыхъ ремесленнику большею частью недоступно или же возможно только съ трудомъ.

Нашла также себе особое специализирование посредническая торговля электротехническими изделиями. Основались предприятия, которыя занимаются исключительно продажей электротехническихъ изделий и темъ образуютъ полезное звено между заводчиками и потребителями.

Электротехника оказала весьма чувствительное влияние и на другія отрасли промышленности; такъ, заводы, занимающиеся постройкой паровыхъ машинъ и котловъ, считаютъ теперь электротехническую промышленность за одного изъ лучшихъ своихъ заказчиковъ.

Кроме машиностроительной промышленности многія другія отрасли извлекли выгоду изъ электротехники. Заслуживающій вниманія примеръ представляетъ газовая промышленность, которая могла употреблять ретортные осадки только на мощеніе дорогъ и была благодарна, когда кто-нибудь освобождалъ ее отъ этого бесполезнаго материала; теперь ятотъ побочный продуктъ газовыхъ заводовъ идетъ на угли дуговыхъ лампъ и ценится дорого.

Горные заводы, занимающиеся добычей меди, нашли въ электротехникѣ одного изъ лучшихъ своихъ потребителей. Точно также повысился спросъ на свинецъ, вследствие появленія аккумуляторовъ. Никкель безъ электрическаго тока не находилъ почти никакого спроса и своимъ применением обязанъ исключительно электричеству. Равнымъ образомъ доставляютъ для электротехническихъ целей огромныя количества своихъ произведеній фар-

форовая и стеклянная промышленности; миллионы изоляторовъ, трубки и другія части изъ фарфора, стеклянныя колпачки для лампъ накаливанія, колпаки и абажуры для дуговыхъ лампъ и лампъ накаливанія, стекляшш для первичныхъ элементовъ и аккумуляторовъ и т. п. требуютъ для своего изготовленія работы большою части соответствующей промышленности. Затемъ следуютъ изделия изъ дерева, жести и рогового каучука для электротехБИИш, которыя сделались для нескольшхъ заводовъ выгоднымъ специальнымъ продуктомъ производства. Можно указать ЦЕЛЫЙ рядъ такихъ вспомогательныхъ производствъ для электротехники.

Вместе съ заводскою промышленностью развивались и такая предприятия, которыя занимаются снабженіемъ токомъ, — центральныя электрическія станции. Сначала послѣднія служили, главнымъ образомъ, для освещенія, но затемъ оне приобрели значеніе и для передачи энергіи.

Если не принимать во вниманіе мелкихъ предприятий этого рода, то самой старой центральной электрической станціей въ Германіи будетъ берлинская Berliner Elektrizitätswerke, принадлежащая акционерному обществу. Это предприятие получило основаніе отъ Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, которое при своемъ возникновеніи получило концессию на устройство центральной станціи и установки освещенія отъ городского берлинскаго управленія и передала ее другому образовавшемуся при этомъ обществу. Это было въ 1885 г., когда городскія управленія не имели еще въ действительности никакого доверія къ электрическому освещенію и поэтому не желали пускаться въ предприятия, которыя оне считали не очень выгодными. Вслѣдствіе этого ои отдавали эти установки освещенія частнымъ предпринимателямъ, надеясь взять ихъ на себя, когда оне придутъ въ болѣе зрелое состояніе. Но въ несколько летъ эти воззренія переменялись на противоположныя, отчасти вслѣдствіе того, что городскія управленія считали болѣе выгоднымъ принимать на себя эти предприятия съ самага начала, а отчасти также потому, что частныя предприниматели не охотно брались за постройку установокъ освещенія при кратковременныхъ концессіяхъ. Такимъ образомъ въ сравнительно короткое время возникло несколько городскихъ установокъ электрическаго освещенія, которыя были устроены самими городскими управленіями и находятся въ ихъ веденіи.

Кроме этихъ крупныхъ электрическихъ установокъ Июявилось еще множество мелкихъ такъ называемыхъ участковыхъ станцій, которыя предназначаются для освещенія одного или нескольшхъ участковъ города.

Соответственно съ развитіемъ промышленности увеличивался также съ каждымъ годомъ приливъ къ электротехникѣ какъ технически образованныхъ людей, такъ ИИ коммерсантовъ, чему такоже ве мало содействовало приобретающее силу воззреніе, что электричеству принадлежитъ будущее. Появилось нескольш болѣе или менее научно образованныхъ электротехниковъ, которые приобретали свои знанія въ университетахъ или на заводахъ, а кроме того электротехникой стали заниматься телеграфныя техники, получившіе образованіе въ королевской телеграфной школѣ.

Для правильнаго научнаго подготовленія образованныхъ деятелей по электротехникѣ уже въ началѣ восьмидесятыхъ годовъ стали устраивать въ высшихъ германскихъ техническихъ учебныхъ заведеніяхъ курсы лекцій и практическія лабораторіи, а въ послѣднее время въ нескольшхъ высшихъ учебныхъ заведеніяхъ црибавили каеедру по электрохиміи. Точно также обратили внѣшаніе на изученіе электротехники и низшія техническія учебныя заведенія, а въ Берлинѣ и Франкфурте-на-М. были устроены особыя школы для практиковъ. Но во всякомъ случаѣ обученіе въ этихъ учебныхъ заведеніяхъ оставалось существенно теоретическимъ и для изученія практической

части электротехники как высшего, так и низшего образования посылаются на практику на заводы и пр.

Весьма значителен также наплыв низших рабочих сил в электротехнику, установщиков и др., а в особенности ученых рабочих. Замечательно то, что этот прилив происходит по большей части из специальных, которые не имеют ничего общего с электротехникой, а кроме того замечательно еще то, что самые искусные рабочие этого рода или раньше не были совсем рабочими или вышли из таких профессии, которые дальше отстоять от электротехники, чем например слесарная или столярная специальность. В качестве установщиков и рабочих на электротехнических заводах оказывались бывшие трубчисты, портные-поденщики и пр., которые благодаря электричеству нашли лучший заработок, чем в прежних профессиях. Совершенно подобная же явления представляли в свое время газоиспользующая и водопроводная промышленность. Младший ребенок электротехники, электрохимия рано нашла себе заботливый уход в Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft, руководителем которого Э. Ратенау вызвал к жизни „Нейгаузенские алюминевые заводы“ и позднее основал в Биттерфельде электрохимические заводы. Другой большой завод в Биттерфельде фабрикует щелочи.

Если германская электротехническая промышленность достигла столь счастливого развития, то этому она обязана не только технической деятельности и научному образованию своих инженеров, но также чрезвычайно счастливой коммерческой организацией, которая является делом не электротехников, а связанных с электрической промышленностью коммерческих людей и банков. Это коммерческое развитие нашей электрической промышленности—образцовое дело, которое впоследствии поведет еще к великим экономическим приобретениям. Чтобы объяснить это в коротких словах, напомним прежде всего, что до сих пор промышленники, как купцы, старались продать свои произведения потребителю и для этого они должны были найти и иметь потребителя. Эти поиски предпринимаются не отдельными заводами, а всеми конкурирующими фирмами, что создает соревнования, вредящее делу. Поэтому большие электротехнические фирмы Германии пошли по иному пути. Они не ограивались приисканием рынка для своих товаров, но сами создавали себе такие рынки. Для этой цели они соединялись с денежной силой, с каким-нибудь большим банком. Тогда они учреждали предприятие, напр., электрическую установку, электрическую дорогу и пр., и устройство его делили между собою. Оно основывалось как акционерное общество, и акции брало временно заинтересованный банк. Но раз предприятие было учреждено, деятельность и финансовая жизнеспособность его обеспечены, то банк легко находил в обществе покупателей на акции; таким образом он возвращал кредитованный капитал в свои кладовые и притом с прибылью, которую он увеличил и был вправе требовать. Легко видеть, какое действительное улучшение было создано этим путем. Для устройства самого по себе очень полезного и прибыльного предприятия не нашлись бы столь легко необходимые капиталисты, потому что они опасаются риска; готовому же и обеспеченному предприятию, которое видят перед глазами, они охотно доверяют и вносят в него деньги; хотя у них самих не хватало решимости на собственную учредительскую деятельность, они с удовольствием и пользой покупают акции учрежденного предприятия.

Конечно описанная система может повести и к злоупотреблениям, и можно себе представить, что напр. банк основывает предприятие и затем иррационально скупает дорогие акции позднейшими акционерами. Но этому противодействует честность германских больших банков и электрических

фирмъ, иу Кроме того, благоразумие повелеваетъ „обслуживать вполне реально" денежную публику для того, чтобы сохранить ея доверие и вместе съ темъ участие въ новыхъ предприятияхъ.

Этимъ краткимъ очеркомъ коммерческой организации немецкой электрической промышленности мы закончимъ ея описание. Само собою разумеется, что явления въ этой области многочисленнее и сложнее; но нагаъ примеръ показываетъ, какъ между названной промышленностью и финансовымъ миромъ развился весьма счастливый симбиозъ.

Англия. Блестящее развитие получила также электротехническая промышленность . въ Англии, хотя она и уступаетъ германской по систематичности. Это последнее обстоятельство обуславливается не более слабыми силами английскихъ электротехническихъ фирмъ, которыя, наоборотъ, въ этомъ стоятъ впереди всехъ ^ругихъ наций; это следуетъ приписать скорее различнымъ воздействиямъ коммерческаго характера. Въ начале восьмидесятыхъ годовъ развилась въ Англии въ отношении электротехники лихорадочная учредительская деятельность. Полился капиталъ на новую отрасль промышленности, и каждое новое изобретение, даже самое ничтожное, покупалось за высокую деду, и основывалась новая компания. Реакция не заставила себя долго ждать и окончилась известнымъ пятымъ актомъ учредительской драмы, — ужаснымъ крахомъ. Пршшвъ каишталовъ на долгое время прекратился, и доверие стало возставовляться только постепенно, такъ что дальнейшее развитие английской электротехнической промышленности происходило на более здоровыхъ основаняхъ.

Еще однимъ тормозомъ для развития этой промышленности оказался издапный въ 1882 г. Electric Lighting Act, который регулировалъ условия концессий для электрическихъ установокъ. Условия этого акта были ыевыгодны для предпринимателей, въ особенности, въ томъ отношении, что они слишкомъ ограничивали продолжительность и форжу права пользования. Следствиемъ было то, что въ Англии не возникало никакихъ электрическихъ установокъ, а какъ только исправленный билль поставилъ условия, более выгодныя для предггринимателей, тамъ появилось мяожество установокъ освещения изъ центральныхъ станций.

Въ Англии, классической стране машиностроения, высокой степени развития достигла постройка динамомашинъ. Одно время Англии принадлежало первенство по усовершенствованию, динамомашинъ и техника последнихъ обязана английскимъ электрикамъ весьма многими важными новостями какъ въ теоретическомъ, такъ и практическомъ отношении. Тамъ же приобрели большую часть своего развития, теоретическаго и ИИрактическаго, система переменныхъ токовъ и трансформаторы.

По производству и прокладке подводныхъ кабелей Англия занимаетъ первое место и даже больше того: до сихъ поръ еще ни въ одной нации она не находила себе серьезнаго конкурента въ этомъ.

Успехомъ въ этихъ отрасляхъ английская промышленность обязана главнымъ образомъ совместной работе ученыхъ и техниковъ, которая развита тагъ въ гораздо большей степени, чемъ въ какой-либо другой изъ европейскихъ странъ, хотя следуетъ признать, что въ новейшее время улучшаются отношения и въ другихъ странахъ, где ученые начинаютъ также оставлять свой педантизмъ, а техники—свое практическое самомнение, R, благодаря взаимному признанию, развивается плодотворная совместная работа науки и практиш. Можно ожидать а ргогi, и это подтверждается на деле, что при указанныхъ отношенияхъ должно достигнуть высокой степени совершенства построение измерительныхъ и точныхъ приборовъ. Английские механики физическихъ приборовъ пользовались хорошей репутацией еще раньше, и они сумели сохранить эту репутацию ИИ въ электротехниике. Здесь надо

заметить кстати, что у английских механиковъ есть свой собственный стиль яс только въ отношении наружнаго вида приборовъ, но и по многимъ конструктивнымъ деталямъ. Можно однако сказать, что здесь, какъ и въ многихъ другихъ отношенияхъ, оказываетъ влияние положение страны на острове.

Въ некоторыхъ другихъ отношенияхъ Англия остается позади Америки, а также некоторыхъ другихъ странъ Европы. Можно указать целый рядъ отраслей электротехнической промышленности, которыя тамъ не получили надлежащаго развития отчасти вследствие того, что въ Аыглии не развилось еще въ достаточной степени специализированное производство, а отчасти вследствие существования тамъ широкой монополии привилегий, которая стесняетъ расширение промышленной деятельности и влияние конкуренции, весьма полезной при умеренной степени. Въ то время напримеръ, какъ въ Германии въ короткое время выросло обширное производство лампъ накаливания и телефоновъ, по другую сторону Ламанша строгия права привилегий задерживали подобное развитие. Производство всякаго рода углей для дуговыхъ лампъ, весьма широкое въ Германии, почти совсемъ не привилось въ Англш, хотя здесь не препятствовали никакия привилегии. Точно также Англия осталась далеко позади Германии въ отношении выделки ламповыхъ Иптативовъ. Равнымъ образомъ Германия стоитъ впереди по установкамъ электрическаго освещения и телефоннымъ сетямъ. Можно указать еще другия отрасли, которыя въ Англии получили не столь богатое развитие, какого можно было бы ожидать въ стране, богатой финансовыми и техническими средствами. Конечно на эту отсталость не следуетъ смотреть, какъ на долговременную,— надо ошддать, что въ течение несколькихъ летъ эти условия изменатся.

По сравнению съ Германией Англия представляетъ ту особенность, что въ ея электротехнической промышленности нтъ столь большихъ мировыхъ фирмъ, какъ германския Сименса и Гальске, Шуккерта, „Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft" и американския „General Electric C°", Томсонъ-Гоустона, Комп. Вестингауза. Далее, неблагоприятна коммерческая организация этой ИИромышленности, съ чемъ связанъ первый недостатокъ ея. Богатейшая капиталами и самая предприимчивая нация не имеетъ финансовыхъ институтовъ, которые, подобно германскимъ большимъ банкамъ, были бы готовы кредитовать миллионами электрическую промышленность и отъ этого недостатка английская электрическая промышленность сильно страдаетъ. Только въ новейшее время было создано финансовое учреждение, подобное темъ, какія работаютъ столь успешно въ Германии.

Дальнейшей помехой для исполнения большихъ предприятий въ Англии является то обстоятельство, что планъ и вышолнение его не въ однехъ рукахъ, не въ рукахъ крупной электротехнической фирмы; такое предприятие проектируется постороннимъ инженеромъ, который не обращаетъ вниманія на выработанные заводами типы, и затемъ его приходится выполнять такимъ образомъ, что отдельные части установки покупаются тамъ и сямъ, въ разныхъ местахъ. Вследствие этого каждая установка является новостью, откуда происходитъ многообразие английскихъ установокъ, между темъ какъ немцы и американцы стремятся строить испытанные типы и затемъ дрименять ихъ много разъ.

Перейдемъ теперь къ отдельнымъ фирмамъ английской электрической промышленности; важнейшая изъ нихъ Siemens Brothers & C°, была основана Вернеромъ и Вильямомъ Сименсами более 40 летъ тому назадъ. Она подобна своей германской родственной фирме Сименсъ и Гальске по своему всеобъемлющему производству, но уступаетъ ей по размерамъ. За то она имеетъ особенность, которой не знаютъ Сименсъ и Гальске: она изготовляетъ, между прочимъ, большие морские кабели, которыхъ проложила очень много. Весьма опытна она также въ постройке динамомашинъ и английския

электрическия станции пользуются для постояннаго тока главнѣшъ образомъ машинами Siemens Brothers & C^o и Crompton & C^o.

Кромптокъ и К^o основана г. Кромптономъ, бывшимъ офицеромъ. Фирма работаетъ почти во всехъ отрасляхъ электротехники и пользуется высокимъ уваженіемъ.

Brush Electrical Engineering 0^o, возникшая какъ отделение американской Brush C^o, имела прежде большое значеніе въ постройке динамомашинъ; теперь же она обратилась къ постройке двигателей для электрвческихъ дорогъ.

Две ИИревосходныя фирмы находятся въ Вольферга&гатоне, а именно: Electric Construction C^o и Thomas Parker Lira. Первый заводъ устроенъ для постройки большихъ машинъ, динамо для постояннаго и переменнаго тока, для которыхъ онъ выработалъ превосходныя конструкции. Онъ занимается также постройкою электрическихъ вагоновъ. Его фабричныя устройства очень обширны и благоустроены, можно сказать, что онъ близко подходитъ къ фирме Siemens Brothers & C^o.

Томасъ Паркеръ поставляетъ машины для постояннаго тока превосходной работы; особенность этого завода—постройка машинъ постояннаго тока для высокаго напряжения и необходимыхъ къ нимъ трансформаторовъ.

Въ Голлинвуде подъ Манчестеромъ большой заводъ С. де-Ферранти, строиющій большія машины для переменнаго тока; объ этой фирме упомянуто на стр. 252 и след.

Весьма важна английская кабельная промышленность, которая была учительницею для всехъ націй. Назовемъ здесь, прежде всего, Telegraph Construction & Maintenance C^o, которая имеетъ подъ Лондономъ прекрасно устроенный заводъ для производства большихъ бюрскихъ кабелей. Кроме этой фирмы следуетъ еще назвать India Rubber Guttapercha & Telegraph Works, Telegraph Manufacturing C^o, Johnson & Phillips и др.

Небольшими машинами и принадлежностями отличается General Electric C^o, которая оказалась очень находчивой въ органджации сбыта своихъ произведеній.

Подобнымъ образомъ работаетъ Edison & Swan United El. Light C^o, которая возникла изъ соединенія заводовъ для лампъ накалпванія Свана и Эдисона и мало-по-малу включила въ свою деятельность целый рядъ ирождовствъ.

По постройке аккумуляторовъ стоитъ впереди другихъ Electrical Power Storage C^o, заслугу котораго мы оценили на стр. 107 и 108. Другой известный специальный заводъ этого рода—Chloride Electrical Storage Syndicate въ Клайфтоне иодъ Манчестерошъ.

Мы могли конечно указать только на более крупныя фирмы английской промышленности; при обилии именъ и большомъ дробленіи английской электрической промышленности полное перечисленіе—дело невозможное. Упомянемъ еще, что въ Англии почти все большія американскія электрическия фирмы и изъ германсисхъ не только большія, но и среднія и меньшія Ишеютъ агентовъ и ведутъ тамъ оживленную торговлю.

Остальныя государства зап. Европы. Во ФранціиИИ электротехническая промышленность не могла получить подобнаго развитія, какъ въ Англии ИИИ Германіи. Единственнымъ местомъ, имеющимъ здесь значеніе, является Парижъ, где находится несколько получившихъ известность заводовъ. Самые важЕые заводы динамомашинъ принадлежать следующимъ фирмамъ: Sautter, Нагидъ & C^o, Societe des machines Gramme и Compagnie Continental Edison. Большой заводъ лампъ накалпванія построенъ въ Иври-на-Сене фирмой Compagnie Generale des Lampes Incandescentes.

Телефонныя линии, которыя прежде принадлежали частнымъ предпріятіямъ, перешли теперь все въ собственность правительства. Между суще-

ствовавшими некогда компаниями, которымъ принадлежали такая установки, впереди всехъ стояло Societe Generale des Telephones, которое, между прочимъ, образцово устроило телефонную сеть въ Париже и эксплуатировало ее. Теперь компания занимается исключительно выделкой приборовъ; ей принадлежит заслуга устройства во Франци завода для выделки подводныхъ кабелей, который въ настоящее время, конечно, еще не можетъ конкурировать съ большими английскими заводами, но его начало позволяетъ надеяться на дальнейшее развитие.

Очень высоко стоитъ парижское механическое искусство, которое прежде считалось первымъ. Фирмы Бреге и Карпайтъе, преемника Румкорфа, известны всему свету по своимъ электрическимъ приборамъ и инструментамъ. Следуетъ назвать здесь также Мильде и К° и фирму братьевъ Ришаръ.

Въ Австро-Венгрии мы встречаемъ впереди другихъ компанию Ганца и К°, которая, какъ было описано у насъ раньше, выработала практически применимую систему переменнаго тока.

Фирма Ганца и К° дала начало другому крупному предприятию въ Австрии, Internationale Elektricitats-Gesellschaft, которое работаетъ съ капиталомъ въ 3 миллиона флориновъ. Цель этого предприятия заключается, главнымъ образомъ, въ постройке и эксплуатации электрическихъ установокъ по системе Ганца и К°, и оно уже устроило въ Вене (въ месте своего пребывания) большую электрическую установку. По электрическимъ углямъ наиболее известна фирма Гардмута.

Изъ итальянской электротехнической промышленности следуетъ упомянуть только о двухъ большихъ фирмахъ, а именно: о туринскомъ заводе лампъ накаливания системы Круто и о пользующемся большой известностью кабельномъ заводе Пирелли и К°. Для электрическаго освещения въ Риме, Неаполе, Флоренции и Милане имеются большия электрическия установки, изъ которыхъ три первыхъ устроены иностранными фирмами.

Въ Испании, Португалии, Греции и Балканскихъ государствахъ электрическая промышленность не получила сколько-нибудь значительнаго развития. Въ Швеции имеется несколько хорошихъ заводовъ для выделки телефонныхъ аппаратовъ, дуговыхъ и калильных лампъ, строятъ тамъ также динамомашины. Но свое основное значение для электротехники эта страна приобрела только тогда, когда она стала утилизировать свои водяныя силы. Такъ въ Менебюе для электротехническихъ целей пользуются водяной силой въ 4000 лоша. силъ. Въ последнее время идутъ еще дальше, предполагая утилизировать большою Трэльхэттанский водопадъ и получать отъ него 20,000 лоша. силъ для механической работы, освещения и электрохимическихъ производствъ. Въ Голландии, где прежде имела свое местопребывание въ Роттердаме фирма Gelnausener Electriciteits-Maatschappij, получили начало отъ последней несколько заводовъ лампъ накаливания. Относительно Голландии, какъ и Швеции, замечательно то, что тамъ получила значительное развитие телефония, и нигде нетъ такого низкаго тарифа, какъ въ некоторыхъ голландскихъ и шведскихъ городахъ.

Въ Бельгии соответственно ея большому промышленному развитию электротехническая промышленность получила также широкое развитие, но она имеетъ только местное значение. Самой известной фирмой следуетъ признать Мурлона и К°, которая эксплуатируетъ систему Риссельберга.

Теперь остается только упомянуть еще объ одной маленькой европейской стране, на которую съ удовольствиемъ смотреть каждаый электротехникъ, — я разумею Швейцарию. Здесь возникъ целый рядъ заводовъ, которые сделались известными далеко за пределами Альпъ. Тамъ прежде всего мы находимъ Эрликонский машиностроительный заводъ, который занялъ выдающееся положение въ электротехнике по своимъ работамъ надъ

передачей энергии. Кроме того онъ заслужилъ себе известность постройкой гигантскихъ динамо. На этсжь заводе работаль прежде въ качестве изобретателя выдающийся конструкторъ Броуъ; несколько летъ тому назадъ онъ вышелъ изъ фирмы и основаль свой собственный заводъ подь фирмой Броуна, Бовери и К° въ Бадене въ Шварцвальде; этотъ заводъ успель уже приобрести хорошую известность.

Пользуются также известностью заводы динамомашинъ Алиота и К° въ Базеле, Кено. Соттера и К° въ Женеве и др. Мы уже упоминали о полезной деятельности кабельнаго завода Бертуда, Бореля и К° въ Кортайлоде.

По электрохимии въ Швейцарии существуетъ большой алюминиевый заводъ въ Нейгаузене на Рейнскомъ водопаде и Societe d'Electrochimie въ Валлорбе. Въ Рейнфельдене возникнуть два другихъ большшхъ электрохимическихъ завода, а именно: отделения электрохимическихъ заводовъ въ Биттерфельде и Нейгаузенскаго алюминиеваго завода. По телеграфии приобрель заслуженную известность Невшательский заводъ д-ра Гиппа, благодаря многочисленнымъ изобретениямъ этого выдающагося электрика.

Благодаря избылию сильныхъ водопадовъ, электрическое освещение достигло въ Швейцарии такого сравнительно широкаго развития, какое едва ли можно найти къ какой-либо другой стране. То же самое можно сказать и о развитии телефонии, которая тамъ давно перешла въ руки правительства, и последнее смело придать ей образцовое развитие.

Соединенные Штаты Северной Америки. Остается описать электротехническую промышленность еще въ одной стране, въ Соединенныхъ Северо-Американскихъ Штатахъ, которые безспорно стоятъ впереди всехъ другихъ странъ въ отношении развития и роста этой промышленности. Въ Соединенныхъ Штатахъ вместе съ Мексикой и Канадой (обе эти страны следуеть признать одной промышленной областью) насчитывается въ настоящее время около 3000 установокъ съ центральными станциями для освещения дугowymi лампами лампами накаливания, къ которымъ надо прибавить 2500 частныхъ установокъ для освещения дугowymi лампами и около 5000 установокъ для освещения лампами накаливания. Поэтому, при умеренномъ счете, можно положить, что въ Северной Америке установлено полмиллиона дуговыхъ лампъ и 5 миллионъ лампъ накаливания, и на эти установки затрачено около полмиллиарда рублей. Сюда следуеть прибавить въ настоящее время (т.-е. къ 1 июля 1897 г.) около 1800 электрическихъ железныхъ дорогъ. Еомпании для электрнческаго производства я предприятий располагають капиталомъ приблизительно въ 200 миллионъ рублей. Если прибавить сюда еще отдельныя фирмы и предприятия, то нельзя не согласиться съ верностью американскихъ публикаций, что въ американскую электротехническую промышленность вложенъ къ началу 1899 г. капиталъ, превышающий четыре миллиарда рублей. Для сравнения заметимъ, что въ настоящее время стоимость железныхъ дорогъ всего света равняется приблизительно 50 миллиардамъ рублей. Если заметимъ теперь, что крупныя капиталистическя учреждения по промышленности сильныхъ токовъ возникли, главнымъ образомъ, въ последняя десять летъ и ихъ развитие происходить съ огромной быстротой, то придется признать, что электротехника скоро догонитъ железныя дороги въ финансовомъ отношении и привлечетъ къ себе огромную массу денегъ. Въ технику слабыхъ токовъ вложено въ Америке приблизительно 600 милл. рублей, изъ Иоторыхъ 250 милл. приходится на телефонныя установки. Наряду съ большимъ телеграфнымъ обществомъ The Western Union С° следуеть упомянуть здесь о Bell Telephone С°, которое работаетъ съ капиталомъ въ 50 милл. руб. и экшюатируетъ большую часть телефонныхъ установокъ въ Штатахъ.

Такое, очерченное здесь только вкратце, развитие электротехнической промышленности в Северной Америке обусловливается, главным образом, тем, что американец обладает хорошей способностью понимать техническая новость вместе с готовностью воспринимать их, а кроме того еще тем, что там капитал и техника живут в очень дружеских отношениях, и значительное капиталистическое производство страны всегда составляет изобилие денег для новых предприятий. Следует еще прибавить, что американец не требователен в отношении технических сооружений и легко примиряется с эстетическими и техническими несовершенствами их. У европейской промышленности нет таких выгодных условий, — ей приходится иметь дело с публикой, которая часто бывает несправедливо требовательной. Наконец американская правительственная учреждения гораздо снисходительнее европейских, хотя на это и нельзя смотреть, как на желательное преимущество промышленности.

Очерк развития американской промышленности можно сделать в нескольких словах. За ее характерную особенность следует признать стремление к монополизированию, которого стараются достичь там не бесплодным путем безжалостной конкуренции, а слиянием Ишнукирующих фирм. Таким путем телеграфы в Штатах оказались в руках одной компании, Western Union Co, и такой же процесс быстро совершается в промышленности силовых токов, которая скоро также монополизируется. Опишем здесь вкратце, как это происходит. Сначала получила перевес над всеми конкурентами Brush Electric Co в Клевленде. Это было в начале восьмидесятых годов. Затем возникла компания Эдисона, которая в освещении накаливанием достигла такого же положения, какое занимала вышеупомянутая фирма относительно освещения дугowymi лампами. Немного спустя возникла компания Томсона-Гюстона, которая скоро вырослась и приняла к себе Brush Co. Компания Эдисона в свою очередь приняла в свой состав одну вновь образовавшуюся компанию Sprague Co, которая быстро достигла большого успеха в области электрических железных дорог. Компания Томсона-Гюстона также принялась за постройку электрических железных дорог и скоро превзошла по успехам компанию Спрага. В 1892 г. Thomson-Gouston Co и компания Эдисона соединились и, приняв еще несколько компаний, образовали General Electric Co; этот союз захватил большую часть американской электротехнической промышленности. Вые этого союза теперь стоит еще только одно крупное предприятие Westinghouse Co, которое или будет убито союзом или сольется с ним, — это вопрос ближайшего будущего.

Замечательная особенность американской промышленности заключается в том, что там прежде всего затрачивают значительные суммы, чтобы выработать наилучшую форму предназначаемаго к изготовлению предмета, а затем, получив образчик, выдвывают этот предмет в огромном числе и не отступают от образца до тех пор, пока не явится настоятельная необходимость в усовершенствовании образца. В европейской промышленности бывает иначе: у нас стараются возможно скорее проникнуть со своим продуктом на рынок и совершенствуют его во время продажи. То же самое можно сказать и относительно электротехнической промышленности этих двух стран света. Американец удерживает свой тип так долго, как только можно, и в то время, например, когда Сименс и Гальске изменяли не меньше Ипести раз образцы своих динамомашин, компания Бреша остается еще и теперь при своих первоначальных типах, хотя последние являются весьма отсталыми по качествам. Еще одно различие заключается в том, что европейские заводы строят свои машины весьма различных размеров, например 10—20 различных величин, и

делаютъ еще изменения по желанито заказчика въ пределахъ отдельныхъ величинъ. Ничего подобнаго американецъ не знаетъ, по крайней мере въ такой степени, какъ европейскіе заводчики. Онъ обходится съ небольшимъ числомъ нумеровъ своихъ машишь и требуетъ отъ заказчиковъ, чтобы они приспособлялись къ его условиямъ. Итакъ, какъ мы видимъ, у американскаго заводчика есть выгодныя преимущества, какіхъ быть у европейскіхъ, и едва ли можно ожидать, чтобы европейская электротехническая промышленность приучила своихъ заказчиковъ къ такой рациональгой приспособляемости; этому препятствуетъ уже установившееся у насъ прискорбное соперничество, затрудняющее всякій совместный образъ действіи.

Прекрасной чертой американцевъ следуетъ признать то, что они даютъ возможность изобретателю приобрести значеніе и вознаграждаютъ его творческую работу, охотно поддерживая его въ самое трудное время начала его изобретенія. Въ этомъ отношеніи европейская промышленность представляетъ другую, гораздо менее радостную картину. Такъ, мы видимъ, что въ Америке предприятия по большей части называются по имени техъ лицъ, которыя вложили въ нихъ свое творчество. Компаніи Бреша, Эдисона, Томсона-Гоустона, Спрага и другія считали выгоднымъ и обязательнымъ ввести въ названіе фирмы имя изобретателя.

Что касается до отдельныхъ отраслей производства, то по выделке динамомашинъ впереди стоять Brush С°, General Electric С° и Thomson-Houston С°, такъ что постройка динамомашинъ находится по большей части въ рукахъ упомянутаго выше союза. По машинамъ переменныхъ токовъ первое место принадлежитъ Westinhouse С°, но теперь оно оспаривается у последней компаніи Томсона-Гоустона. Дуговыми лампами, кроме компаніи Эдисона, занимаются все названія выше крупныя фирмы, такъ же какъ электродвигателями, для постройки которыхъ, впрочемъ, возникли уже спеціальныя заводы. Изъ заводовъ лампъ накаливанія за первый следуетъ признать заводъ компаніи Эдисона; кроме того работаютъ еще и другіе заводы, какъ напримеръ Sawyer Man Electric С° и Brush 0° (последняя выдѣлываетъ лампы Свана).

Для производства электрическихъ ИИроводовъ существуетъ яесколько большихъ фирмъ, доставляющихъ превосходныя изделия. Производство углей для дуговыхъ лампъ находится теперь по большей части въ рукахъ Brush С° и Thomson-Houston 0°; ихъ изделия были прежде не особенно доброкачественны, но теперь они улучшились. Производство аккумуляторовъ находилось несколько въ отсталомъ положеніи, но теперь начинаютъ развиваться. Въ области выделки измерительныхъ приборовъ пользуются хорошей известностью даже и въ Европе две фирмы: Weston & С° и Queen & С°.

Идущая почти во всемъ впереди американская технѣя по некоторымъ отраслямъ отстаетъ отъ евронейской, въ некоторыхъ случаяхъ прямо вследствие того, что американскіе техники сильно придерживаются привычекъ и мирятся съ недостатками, не желая менять систему привычнаго выработаннаго изделия. Такъ напримеръ аккумуляторы не нашли въ Америке такого распространенія, какъ въ Европѣ. Затемъ въ Европѣ стараются по возможности избежать установки большаго числа мелкихъ машинъ и переходятъ къ крупнымъ, которыя соединяются непосредственно съ паровыми машинами, тогда какъ въ Америке еще нередко применяютъ мелкія машины съ ременной передачей; еще несколько летъ тому назадъ въ Америке не умели строить, какъ следуетъ, большихъ машинъ и должны были учиться этому у европейцевъ.

Что касается до изобретательности американцевъ въ области электротехниш, то надо заметить, что начало большшства великихъ электрическихъ изобретеній следуетъ искать въ Европѣ. Динамомашина, дуговая лампа, трансформаторъ, электродвигатель, электрическая железная дорога и

электрохимические процессы зародились в Европе; здесь же прожили свое первое детство телефон и лампа накаливания. Но американцы, благодаря своей выдающейся способности придавать форму, сумели сделать полезными идеи, полученные из Европы, и тем совершив существенную часть работы по изобретению. Впрочем подобное же явление встречается во многих других областях, и молхо сь полиой справедливостью сказать, что идеи возникали в Европе, а созревали в Америке, что конечно для американцев будет неприятно слышать. Чтобы утешить их, мы можем охотно признать, что Июлучаемья оть насъ создания изобретательности они возвратили намъ со щедрыми процентами, и относительно электротехники следуетъ сознаться, что безъ американцевъ мы были бы еще далеко отъ того положения, какое занимаемъ теперь.

Эксплоатация электрической энергии и электротехническая промышленность в России¹. Применение электрической энергии в России за последние годы значительно развилось, электротехническая же промышленность в ней до последнего времени находится в младенческомъ возрасте.

Электрическая энергия применяется у насъ главнымъ образомъ для освещения какъ целыхъ городовъ, такъ и отдельныхъ фабрикъ, заводовъ и т. Е.

Города стали заводить у себя электрическое освещение только недавно, но за последние годы оно стало быстро распространяться. Вь ИИастоящее время свыше 50 городовъ уже имеютъ электрическое освещение, и еще во многихъ оно устанавливается. Примеромъ быстрого возрастания употребления электрической энергии на освещение можетъ служить ростъ потребления ея вь Петербурге. Первая центральная станция вь Петербурге была устроена вь 1881 году. Ея мощность была всего около 250 киловаттовъ. До 1885 г. отисрывалось мало станций, и мощность ихъ росла медлешю, но сь 1885 г. общая мощность и число станцип растутъ очень быстро. Къ 1898 г. число отдельныхъ станций возросло до 169, общая же ихъ мощность достигла 29000 киловаттовъ. Вь 1898 и 1899 годахъ устроились вь Петербурге еще три громадныхъ центральныхъ станции, и вь настоящее время мощность всехъ центр. станций, не считая частныхъ, достигаетъ до 30 000 киловаттовъ. Число частныхъ станций вь 1899 году возросло до 286, сь общей мощностью свыше 36 000 киловаттовъ. Число уличныхъ фонарей сь дуговьими лампами доходить до 600. Общее число дуговыхъ фонарей, установленныхъ не для уличнаго освещения и питаемыхъ отъ частныхъ станций, превосходить 2500.

Электродвигателей установлено более, чемъ на 4000 киловаттовъ. Число установленныхъ на частныхъ станцияхъ динамомашинъ превосходить 500. Общая длина кабельной сети превосходить 1000 километровъ.

Почти столь же быстро, какъ и вь Петербурге, росло потребление электрической энергии и вь Москве и вь другихъ крушшхъ центрахъ, а также и вь небольшихъ городахъ, особенно расположенныхъ вь фабричныхъ районахъ России.

Кроме освещения города начинаютъ широко применять электрическую энергию для движения трамваевъ. Первый электрический трамвай былъ устроенъ вь 1893 году вь Киеве, и сь техъ поръ трамвай ИИепрерывно строятся вь различныхъ городахъ. Къ 1898 году число городовъ, уже имевшихъ электрические трамваи, достигло 45. Общая длия проложенныхъ линий была свыше 500 километровъ. Начавшееся развитие применений электричества на трамваяхъ все более и более усиливается. Вь ыастоящее время разрабатываются проекты электрическихъ трамваевъ большаго протя-

¹ Предлагаемый обзоръ состояния электротехнической промышленности вь России составленъ по изданию Министерства Финансовъ „Россия вь конце XIX века" Подъ общ. редакц. В. И. Ковалевскаго. СПб. 1900 г. *Ред.*

жения для многих городов и въ томъ числѣ для Петербурга. Применений электрической тяги на большихъ железныхъ дорогахъ въ России еще нѣтъ.

Въ настоящее время все крупныя механическия и машиностроительныя заводы въ России уже имеютъ электрическое распределение энергии. На местныхъ заводахъ для этой цели построены громадныя центральныя станціи. Таковы напр. Еоломенскій машиностроительный заводъ, заводъ общества „Сормово“, Путиловскія заводы и др. Электрическое распределение энергии особенно привилось на элеваторахъ, и все наиболее крупныя элеваторы Владикавказской, Московско-Еазанской и др. железныхъ дорогъ оборудованы электродвигателями.

Въ горномъ дѣлѣ электродвигатели тоже гюлучили въ России применение, даже въ такихъ отдаленныхъ мѣстахъ, такъ Алтайскія земли Еабиыета Его Величества, прииски Ленскаго золотопромышленнаго товарищества въ Якутской области и т. п.

Въ связи съ утилизаціей водяной силы для получения электрической энергии находится развитіе въ России электрохимической промышленности и электрометаллургии. Въ настоящее время уже устроено несколько заводовъ, добывающихъ и очищающихъ электрохимическимъ путемъ медь изъ ея рудъ. Такия заводы имеются на Уралѣ и на Еавказѣ, причемъ годовая выработка ихъ довольно значительна. Такъ заводъ Бр. Сименсъ въ Еедабегѣ (на Еавказѣ) получаетъ электрохимическимъ путемъ ежегодно до 500000 килограммовъ меди.

Ситационально электрохимическихъ заводовъ въ России еще мадо, но въ последнее время строится ихъ несколько. Такъ вблизи Иматы строится заводъ для добыванія кальция карбида. Для той же цели устраиваются заводы въ другихъ мѣстахъ. Фирма Любимовъ, Сольвей и Е^о устраиваетъ электрохимическій заводъ для получения едкаго натра.

Устройство телефонныхъ сообщений началось въ России по частному почину. Въ 188 L году междунарбная компания телефоновъ Белля заключила съ русскимъ правительствомъ контрактъ на устройство и эксплоатацию телефонныхъ сетей въ Петербургѣ, Москвѣ, Варшавѣ, Одессѣ и Ригѣ. Въ 1884 году къ нимъ присоединилась шестая сеть въ Лодзи. Въ 1886 году телефонное сообщеніе устроено еще въ 5 городахъ. После постройки этихъ 11 сетей устройство телефонныхъ сообщений перешло въ руки правительства и съ тѣхъ поръ стало быстро развиваться, такъ что въ настоящее время телефонными линиями снабжены почти все значительныя города. Особенно развито телефонное сообщеніе въ Финляндіи, где плата за ИИользование телефономъ стоитъ очень низко.

Вместе съ первыми ИИрименениями телефоновъ въ отдельныхъ городахъ, возникъ вопросъ объ устройствѣ телефонпаго сообщения между болѣе или менѣе отдаленными населенными дунктами. Въ 1882 году была проведена телефонная лияия между Петербургомъ и Гатчиной, затежъ Петербургъ былъ соединенъ съ Петергофомъ и Царскимъ Селомъ. Въ 1895 году проведенъ телефонъ между Ростовомъ-на-Дону и Таганрогомъ и накоиецъ 31-го декабря 1898 года открыто телефонное сообщеніе между Петербургомъ и Москвою. Последняя линия, протяженіемъ въ 660 Ишлоитровъ, далеко превосходитъ остальные и является одной изъ длиннейшихъ въ ряду существующихъ линий этого рода въ другихъ гоударствахъ Европѣт.

Таково, въ общихъ чертахъ, современное развитіе применений электричества въ России. Понятно, что при существованіи столькихъ применений, является громадный спросъ на разиаго рода электромашины, электрическия провода и вообще всякия электротехническия принадлежности. Этому спросу русскія заводы удовлетворить не могутъ, и онъ удовлетворяется преимущественно иностранными заводами, имеющими въ России своихъ представителей. Однако некоторыя производства достигли и въ России довольно высо-

кой степени развития. Таково напр. производство изолированных кабелей и проводниковъ. Въ Петербургѣ и въ Москвѣ, главнымъ образомъ, имеется целый рядъ кабельныхъ заводовъ, изготовляющихъ всевозможные сорта кабелей и проводовъ, ничуть не уступающихъ иностраннымъ. Изъ этихъ заводовъ самые крупные,—фирмы Сименсъ и фирмы Рибенъ, готовятъ и бронированные кабели самыхъ сложныхъ системъ. Однако русские заводы не въ силахъ удовлетворить спросу на кабели и проводники, и значительная доля ихъ получается изъ-за границы.

Хорошо также развито въ России производство аккумуляторовъ. Въ главныхъ городахъ, особенно въ Петербургѣ, существуетъ рядъ заводовъ, изготовляющихъ аккумуляторы какъ своихъ собственныхъ системъ, такъ и копирующихъ известные заграничные образцы, каковы аккумуляторы Тюдоръ и др. Существующие теперь аккумуляторные заводы почти уже удовлетворяютъ спросу на аккумуляторы.

Много более ЕЛП меньше крупныхъ заводовъ и мелкихъ мастерскихъ приготовляютъ разнаго рода мелкие приборы, требуемые при электрическихъ установкахъ, какъ-то: предохранители, выключатели, реостаты, патроны для лампъ и т. д., а также арматуру для лампъ. Однако они еще не удовлетворяютъ спросу на такого рода предметы, и огромное количество ихъ ввозится въ Россию изъ-за границы.

Точно также почти не приготовляются въ России электрические измерительные приборы и электрические счетчики, несмотря на громадный спросъ на нихъ, особенно развившиися после постройки во многихъ городахъ центральныхъ станций. Поставляютъ счетчики въ Россию Ииреимущественно Германия и Франция.

Особенно хорошо поставлепа въ России фабрикация фарфоровыхъ изоляторовъ и вообще фарфоровыхъ принадлежностей для надобностей электротехники. Заводы Корнилова, Кузнецова, Эссена и др. готовятъ ихъ превосходно и вполне удовлетворяютъ спросу, такъ что иностранныхъ изоляторовъ въ России совсемъ не употребляютъ.

Калильные лампы въ России совсемъ не фабрикуются. Устроивавшиися для этой цели русские заводы не выдерживали иностранной конкуренции и скоро закрывались. Въ настоящее время лампы въ Россию ввозятся изъ Германии, Франции, Англии, Австрии и ИИПвеции.

Дуговые лампы строятся некоторыми заводами, главнымъ образомъ фирмой Сименсъ я Гальске, но все же большинство ихъ Июлучается изъ-за границы, преимущественно изъ Германии. Угли для дуговыхъ лампъ тоже преимущественно получаютъ изъ-за границы, хотя они и выделяются въ небольшомъ количестве и въ России.

Что касается электромашинъ, т.-е. динамомашинь, электродвигателей и трансформаторовъ, то въ России производства ихъ почти не существуетъ. Единственный заводъ общества Сименсъ ИИ Гальске въ Петербургѣ готовить ихъ въ сколько-нибудь значительномъ числе. Этотъ заводъ, являющийся самымъ большимъ элбктротехническимъ заводомъ въ России (до 150 служащихъ) выпускаетъ ежегодно динамомашинь и двигателей общей мощностью до 6000 Ишловаттовъ. Онъ является единственнымъ заводомъ въ России, готовящимъ принадлежности для электрической тяги. Другие заводы строятъ динамомашинъ въ самомъ незначительномъ количестве.

Въ России достаточно развита още одна отрасль электротехнической промышленности, именно изготовление телеграфныхъ и сигнальныхъ блоишрочныхъ аппаратовъ для железныхъ дорогъ. Наиболее крупные заводы Сименсъ ИИ Гальске и Глебова въ Петербургѣ почти. удовлетворяютъ всему спросу на эти приборы.

Именной и предметный указатель.

Азбука здаковъ Морзе 461.
Абазуры 175.
Akkumulatorenfabrik Actiengesellschaft 623.
Аккумуляторъ 88, 102, 193.
— В. А. Безе и К° 271.
— бр. Тюдоръ 111.
— Electrical Nower Company 108.
— заражение 113.
— Майерта 348.
— Плантэ 106.
— развитие 101.
— свинцовый 105.
— Форэ 107.
Алиотъ и К° 632.
Allgemeine Electricitatzgesellschaft 227, 260, 620.
Алмазы искусственные 294.
„Альбанн“ 479.
Алюминий 425.
— добывание 425.
— заводы 433.
— Промышленное Общество 428.
Амальгама золота 424.
— цинковая 33.
Anglo-American C° 479.
Аноды растворимый 401.
— нерастворимый 401.
Амперметр 211.
— записывающий 213.
Амперъ 5, 49.
— единица силы тока 14.
— оборотъ 20.
„Аноншное Общество для передачи силы помощью электричества“ 320.
Аппаратъ автоматический Витстона 492.
— Бакуэлла 471.
— буквопечатающий 467.
— Земмеринга вызывающий 446.
— Геру 429.
— Индукционный 93.
— Казелли 472.
— контрольный 534.
— Киульса 429.
— Кука и Витстона 452.
— Морзе 461.
— пишущий 487.
— передаточный 616.
— пожарный Сименса и Гальске 330.
— осветительный 485.
— телеграфный передаточный 450.
— приемный 450.
— Вернера Сименса 458.
— Соединение 500.
— слуховой 467.
— телефонный 571.
— Ройса 551.

Аппаратъ телефонный ручной 572.
— чернопнущий 463.
— Штейггейля 461.
— электролизаторъ Степанова 440.
Араго 49, 368.
Арматура 57.
— ламповая 174.
Армстродъ 476.
АройИъ, проф. 238.
Арцберихъ 544.
Аршеро 36.
Ацетиленовый газъ 436.
Ацетиленъ 436.
Ачесонъ 434.
— Теодоръ 542.
Вайлий Вальтеръ 368.
Барабатъ 66, 585.
Банка лейденская 28.
Батарея аккумуляторная 241.
— аккумуляторовъ 223.
— Бунзея 108.
— газовая 41, 42.
— гальваническая 44.
Беккеръ и Стратаньи 4.
Beluchtungskohlenfabrik Doos 623.
Белль 550.
Bell Telephone C° 632.
Бернардосъ 287.
Бергманъ и К° 203.
Berliner Akkumulatorenwerke Воезь К° 623.
Верлинская воздушная дорога 349.
Вертолетова соль - получение 441.
— производство 441.
Бертудъ, Борель и К° 632.
Бертудъ и Борель 131.
Беттгеръ, проф. 412.
Блокирование 532.
Влокировочный ашиаратъ 532.
Борель, д-ръ и Берту 131.
Ботто 4.
Бра 175.
Бранли 613.
Бреге 631.
Броупъ 385, 391, 632.
— Бовери и К° 632.
— и Гартманъ 624.
Бреттъ, Джонъ 476.
Бронза алюминниевая 426.
— свойства 427.
Броня предохранительная 133.
— фосфорная 427.
„Брукъ“, электрич. станция 278.
Brush Electric C° 633.
— Electrical Engineering C° 630.
Бульгинъ 160.
Бунзень 35, 425.
— искусственные угли 156.
— элементъ 35.

Цифры обозначаютъ страницы.

Буровъ горный электр. 327.
— General Electric C° 327.
— Деполя-ванъ 327.
Вуркдорфъ бр. 301.
Беление электрическое 438.
Велпная жидкость 438.
— Степанова 441.
Боше и Муллеръ 623.
Вагонъ Большого Берлиск. Об-ва городскихъ дорогъ 346.
— Лангено 352.
Вагоны аккумуляторные 345.
Вагнеръ 544.
Ванна 406.
— Ишкелевая амсрпакская 413.
Ванны медная 416.
Веберъ 448.
Велеръ 425.
Венельтъ, д-ръ 612.
Вентиляторъ Фейпа 312.
Вестингаузъ 183.
— Об-во 99.
Вестонъ 70.
Weston and C° 634.
Western Union C° 633.
Взрыватели Сименса и Гальске 232.
Виадукъ жел. 350.
Вибраторъ Маркоии 616.
— съ Осциляторъ.
„Видеонъ“ 476.
Вилансъ 183.
Виллеръ 441.
Вильде 5.
— г. 56.
Вильсонъ 435.
Винтъ нагнетательный 21.
Витстонъ 83, 448, 476.
Возбуждение двухъ перемишныгъ токовъ 370.
Волиы электрическая 601, 603.
Вольта 31, 32, 104.
Вольтметры 211.
Вольтова дуга 135.
Вольтовъ столбъ 32.
Вольтъ — единица разности 14
Воротъ электр. 318, 320.
— бр. Вуркдорфъ 317.
Вспомогательная батарея 346.
Выводка цыплятъ 278.
Выделка кабеля 477.
Выключатели 204.
— рычажный 205.
— патронновъ 206.
Гагенъ, Готфрлдъ С23.
Газомоторы 186.
— Отто 186.
Галловой 273,

Гальванокаустика 283.
 Гальванокаустические ножи 283.
 Гальванометр зеркальный 483.
 Гальванопластика 405.
 — медью 418.
 Гальваностегия 405.
 Гальванотехника 4, 404.
 Ганц и К° 131.
 Гардмутъ 613.
 Гаре, проф. 281.
 Гарнье 551.
 Гартмапъ 624.
 — и Браунъ 624.
 Гасснеръ, д-ръ 41.
 Гаусъ, проф. 448.
 — и Веберъ 118, 484.
 Гейслерова трубка 609.
 Гейслеръ 167.
 „Гелиосъ" 621.
 Gelnhausener Electriciteits-Maatschappij 631.
 Гемелингенъ 425.
 General Electric C° 99, 630.
 Генераторная станция 181.
 Генераторъ вторичный Голарда и Гиббса 96.
 — переменного тока 515.
 Геру 428.
 Герцъ 9, 117, 602.
 Гейфнеръ-Альтенекъ 66, 142.
 Гиббс 96.
 Гинтль 503.
 Гирамъ, Максимъ 161, 164.
 Гишъ 540.
 Голардъ 82, 96.
 „Голмаъ" 476.
 Гопкисонъ бр. 72.
 Гордонъ, Э. Г. 95.
 Горнь кузечный электрический 293
 Горелка Бунзенювская 179.
 Готро 104.
 Граммовское кольцо 30, 61, 66.
 Граммъ Зиновий 5, 59, 73.
 Графитъ ретортный 156.
 Грене элементъ 36.
 Гритъ-Истеръ
 Грове 42, 104, 159.
 — элементъ 35.
 Громоотводъ 570.
 Грузовыя электрическая ж. д. 359.
 Грелка для шницювъ электр. 279.
 Грѣ Элиза 473.
 Губеръ 623.
 Гуотъ 241.
 Гуммель 212.
 „Туперъ" 492.

Давление электрическое 13, 19.
 Даниель 33.
 — элементъ 34.
 Дверца отдающая 5<4.
 Двигатели 181.
 — Allgemeine Electricitats-Gesellschaft 303.
 — асинхронные 365.
 — Байльи 370.
 — водяные 189.
 — для последовательнаго включения 306.
 — Индукционные 366, 371.
 — Итровые 182.
 — переменнаго тока Ганца и К°
 — применение въ типогр. 310.
 — Сименса и Гальске 303.
 — синхронные 361.
 — Страга 303.
 — съ втветвляемъ 306.
 — Тесла 380.
 — трехфазныи 375.
 — фирмы „Немецкие электрические заводы" 303.
 — электрическии 4.
 — электрич. Грюэля 297.
 — „Эрдиконъ" 304.
 Девн 137.
 Девиль 425.
 Дежонъ 562.
 Дейтцъ 186.
 Декатирование 411.
 Дельта-металль 427.

Делэни 503.
 Денозло-фанъ 313.
 Деноль-ванъ 327.
 Денполяризаторъ 39.
 Динамомашина 48.
 Деппръ Марсель 86, 383.
 Деппр 160.
 Держатель угля 343.
 Deutschen Electricitatswerke zu Aachen 622.
 Джаксонъ 449.
 „Джонъ Пендеръ" 494.
 Диафрагма 441.
 Динамомашина многополюсная 76.
 — четырехполюсная 78.
 Динамомашина первая 58.
 — Грамма 64.
 — первичная вторичная 296.
 — перемен. тока Грамма 79.
 — Сименса и Гальске 70.
 — перем. тока Сименса и Гальске 80.
 — придаточная 223.
 — турбинная „Эсслингенъ" 190.
 — шестиполосная 78.
 Динамомашини 190.
 Динамомашини новыя 72.
 Дорога жел. эл. Сименса и Гальске 328.
 — электрич. подземныя 352, 353.
 Доска коммутаторная 509, 577.
 — — мультиплексная 578.
 — скрещивания линии 581.
 Дуосопъ 187.
 Duane 223.
 Дэви 4, 425.
 Дюкрете Е. 616.
 — и Лежень 294.
 Действие рабочимъ токомъ 801.
 — непрерывнымъ 18.
 — переменнымъ 18.
 — электрическое 18.

Electric Construction C° 630.
 — Lighting Act. 628.
 „Electrical Power Storage Company" 107, 630.
 Edison and Swan United El. Light C° 630.
 Electriciteits-Maatschappij Sisteem do Khotinsky 623.
 „Ессльпгетъ" заводъ 268.

Желобъ 226.
 Жестъ пикелированная 413.
 Жобаръ 4, 159.
 Жонваль 431.

Заводекия электр. ж. д. 359.
 Заводъ лампъ накаливания и аккумуля. 623.
 Заводы для электр. добывания щелочей 442.
 — силогазовые 187.
 Закагатели газа 285.
 — Кларка 285.
 Закаливание часовыхъ пружинъ 283.
 Закопъ Джоуля 89.
 — Ома 14, 26.
 Закругление провода 338.
 Закуриватель электрич. 284.
 Замыкание короткое 41, 83.
 Замыкатели автоматические 208.
 „Замыкатель" 204.
 „Запаль" 142.
 — калильный 281.
 Запасание энергии 7, 102.
 Запоры конечные 237.
 Заряды конденсатора 29.
 — положительный и отрицательный 27, 28.
 Звонки для переменныхъ токовъ 514.
 — дребезжащие 511.
 — одноударныи 511.
 Звонокъ съ автоматическимъ включениемъ 526.
 Звонки электрические 510, 568.
 ЗВОЕОКЪ электрический 508.
 Зебекъ 43.

Земмерингъ, д-ръ 446.
 Земные тощ 487.
 Зеркальный гальванометръ Гауса ИИ Вебера 484.
 Золочение проволоки и нитей 415.
 Золочете электролитическое 415.

Измерение изоляции 497.
 — кабели 496.
 — емкости 499.
 Измерители тока и напряжения 211.
 Изолирование 123.
 — гуттаперчей 128.
 — каучукомъ 130.
 Изоляторъ 28, 117.
 Изоляторъ Кларка 119.
 — колоколообразный 119.
 — Пикардо двухъполюсный 120.
 Изоляторы Витстона и Кука 118.
 — Вокера 119.
 Изоляция 117, 523.
 — бумажная 586.
 Им ИИшъ 306.
 Иммиша двигатель 306.
 India hubber Guttapercha and Telegraph Works 630.
 Индукторъ 567.
 — магнитный 55, 572.
 Индукция тока 25.
 Internationale Electricitats - Gesellschaft 631.
 Johnson and Phillips C° 630.
 Joule (Джоуль) 89.
 Ирризация металловъ 416.
 Исправители хода часовъ 545.
 Источники тока 407.

Кабель новый 499.
 — Фольтена ИИ Гильота 585.
 — свинцовый 130.
 Казсли, Дживаппи 472.
 Калло 38.
 Калорий 277.
 Камертонъ 548.
 Канштатт 621.
 Карбидъ кальция 433, 435.
 — кремния 434.
 „Carborundum C°" 403.
 Карборундъ 433, 434.
 Карпантье 631.
 Кастнеръ 426.
 Sataract Construction C° 395.
 Катодъ 406.
 Катушка индукционная 94, 567.
 — шноская 51.
 — Румкорфа 85.
 Кельвинъ, лордъ 488.
 Кемъ 33.
 Кертишъ 311.
 — братъ 223.
 — ИИ Маткесенъ 622.
 Кершау, Джонъ 424, 433, 442.
 Кнлиапи, д-ръ 429.
 Кипятильнйкъ электрич. 277.
 Клявигатура 468.
 Кларкъ 120.
 Кено, Соттеръ и К° 632.
 Клаусталь-Целлерфельдъ ИИ Ювка 189.
 Клинкерфюсъ 285.
 Клопперъ 467.
 Клише гальванопластическое 419.
 Ключъ 462, 485.
 — блоковой 533.
 — Морзе 528.
 — пожарнаго сигнала 536.
 — стопорный 533.
 Кнопка 509, 516.
 „Coherer" 614.
 Когереръ, Маркони 616.
 Колебания электрическая 29.
 Колесо водяное Пельтона 184, 191.
 — фрикционное 185.
 Колладонъ 273.
 Коллекторъ 62.
 Колодцы кабельные 584.
 Колокола сигнальные 530.
 Колоколь вводный 524.
 — регуляторъ 189.
 — Сименса и Гальске 530.

- Колокольчась тырольский 512.
Коломенский машиностроительский завод 635.
Колпаки 175.
—• предохранительные 176.
Кольбе 441.
Кольцо Пачинотти-Грамма 59.
— Ийлоское 76.
Кольрауш, проф. 624.
„Kommunion-Hüttenwerke“ 423.
Коммутатор 54, 194, 208.
— двойной Миоллера 241.
— самодельствующий 569.
— штепсельный 573.
Compagnie ГАШланс 55.
— contineatal Edison 630.
— Generale des Lampes Incadescentes 630.
„Компания Карборунда“ 434.
— Микса и Генеста (микрофоны) 624.
— Свана 623.
Компенсационный способ 505.
Конденсаторы 486.
— электрический 28.
Конь 160.
Конради 623.
Конструкция индукционного двигателя 382.
Контакт 172.
— дверной 518.
— для дергания 518.
— нажимной 517.
— ножной 518.
— скользящий 53.
— ударный 519.
Корзинка с прожектором 205.
Корляйд 41.
Корренсь и К° 110.
Котлы водотрубные 182.
Котбусерская ворота 350.
Коульсы бр. 426.
Cowles Electric Smelting and Aluminium С» 427.
Кохфинь 288.
Крамpton 476.
Кран мостовой Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft 316.
— поворотный 316.
Кристофль и К° 414.
Кришк 147.
Кромpton и К° 630.
Крупинь 277.
Кухня электрическая 278.
Queen and С° 634.
Cuivre poll 417.
К в, Вильям 4, 448.
Куммер и К° 312, 622.
Кэртинг бр. 187.
Лаваль 184.
Лагранж и Гоо 292, 612.
Ламейр В. 73, 161.
Лангбейн д-р 406, 41Г.
Ланген 352.
Лампа Аронса (ртутная) 153.
— Гефнер Альтепека 145.
— дуговая с зеркальцем отражателем 274.
— Жаспара.
— калильная 159, 162.
— Кертинга и Маттиена 150.
— Кришика-Питте 147.
— Мура 149.
— накаливания 6, 176, 174.
— Нернста 178.
— пильзенская 147.
— Селлона 149.
— Тесла 610.
Лампочка калильная 580.
Лампы — включение.
— выбор 213.
— дифференциальная 82, 142, 144.
— дуговая б. 135, 148.
— окончательная обработка 171.
— распределение 213.
— с закрытой дугой 151.
— с разобщением 145.
Лауффен 189, 385.
Ледь 58.
Лекланше 39, 509.
Лемайер ИИ К°. 622.
Ленард 9.
Леонард 280.
Линевь 381.
Линия сил 18, 606.
— телефонная 589.
Лифт электр. 318.
Лихтерфельдская дорога 331.
Лодж 613.
Лодыгинь 160.
Локомотивы рудничные электр. 326.
Лужение 416.
Лучи тепловые 8.
Лучь поляризованный 602.
Лестницы электр. 321.
Люстра 175.
Магазин сопротивления 497.
Магнетизм — связь с электричеством 15.
Магний 425.
Магнитное поле 18.
„Магнит“ 361.
Магнит подъемный 325.
Магниты стальные 5.
Максвелл 9, 602.
Максим Гирам 161.
Маль и Врауиз 623.
Матрица 419.
Машина Alliance 55.
— английская двухполосная 249.
— Вильде 58.
— динамо-электрическая 5.
— для покрытия графитом 420.
— обматывания толстых Ийроводов 125.
— обматывания тошшх проволоки 126.
Машина Комиаунд 87.
Машина Ламейра 73.
— магнито-электрическая Паксии 54.
— магнито-электрическая 5, 50.
— переменного тока 78.
— полировальная 411.
— сварочная малая 289.
Машины оо смешанной обмоткой 78.
Машина сушильная „НемецкИЙИх электр. заводов“ 311.
— с внутренними полюсами 74.
— с кольцом Грамма 300.
— настоящим напряжением 87.
— Ферранти 252.
Машины, с ответвлением 83.
— с последоват. возбуждением 82.
— швейная электр. 314.
Маяк Густольский 266.
— м. св. Екатерины 267.
Машина Эдиссона 71.
Межбое 442.
Мейдингер 37.
Мейер, механик 473.
Металлизирование 421.
Механизм Фейна 574.
Морзе 7.
Мильде и К° 631.
МИИльер-фон, Оскар 387.
Микрофон Адера 561.
— Верлинера 564.
— Влька 564.
— Гоуэра - Велла 561.
— Гушнга 564.
— Дежона 563.
— Кросслея 561.
— Мнка ИИ Генеста 563.
Микрофоны одноконтатные 564.
— с угольным порошком 564.
Микрофон Тайлера 563.
— Юза.
Миро 509.
Молоток вагперовский 614.
Морзе 476.
— Самуэль 449, 478.
Мотор „General Electric С°“ 342.
Молоток магнитный 297.
Моторы уличных ж. д. 342.
Мощность двигателя 90.
Муасан 294, 436.
Мультипликатор 447.
Мурлонь и К° 631.
Мурь М. Ф. 611.
Муфта 236.
— трубчатая 258.
Муфты соединительные 121.
Миоллер Герман 196.
— Э. 594.
— и Эйбке 111, 623.
Мюррей 404.
Муллер 241.
Нагруочная платформа 320.
Нагреватель 276.
Наделка 173.
Намагничивание электр. током 19.
Напряжение 13.
— разность 13.
Насос водяной электр. 323.
Насосы ртутные 168.
Насос центробежный КертингаЗП.
Негро Даль 4.
„Нейгаузенские алюминиевые заводы“ 627.
Некар 387.
Непроводник тока 117.
Непроводник электр. 15.
Нерст 179.
Нетто 426.
Неугаузенский завод 432.
Ниагарский водопад 190.
Ниагарская установка 394.
Никелирование 1, 412.
Никольсон 41.
Нити магнитные 16.
— угольные 163.
Нобили 104
Ножи гальванокаустические 283.
Ножка ламповая изготовление 166.
Немецкое общество Эдисона 227.
Обермейер 623.
Обматывание провода 124.
Обмотка замкнутая 65.
— лентой 126.
— материал 127.
„Общество акционерное алюминиевой промышленности“ 430.
— германское Эдисоновское 621.
Объем установки 586.
Ома закон 14.
Овинбусы с аккумуляторами 345.
Омь — единица сопротивления тока 14.
Ондулятор Лаурицена 489.
Опахар электр. 313.
Операции гальвано-каустическая — 283.
Опыты Герца 603.
— между ИИЯрижем и Кейлем 384.
Опыт Тесла 609.
Ординаты 27.
Освобождение от лсира 411.
Освещение ноздв ж. д. 268.
— театров 258.
— электрическое 134.
Осцилятор Герца 604.
— Тесла 609.
Отдача аккумуляторов 114.
Открытие Герца 607.
Отонитель вагонов 277.
— комнатный 277.
Отошение электрическое 276.
Очистка электр. меди 422.
Парись и Скотт 101.
Пародинамо машина 185.
Пародинамо ПИУккерта и К° 263.
ИИЯрсовь 184.
Патронь Свана 173.
Патроны 172.
Пачинотти д-р 59.
Паяльная трубка Коффиша 288.
Pearl 219.
Передачик 453.
— Витсона 491.
Передачики времени электр. 543.

- Передатчик Рейса 551.
 — универсальн. дии Берлнера 565.
 — Эдизона 565.
 Передача индукционная 570.
 — музыки 596.
 — рычажная 534.
 — гидравлическая 543.
 Переключатель 194.
 — двойной 197.
 — механический 369.
 — простой 197.
 Периодическая переменная движение 23.
 Перфоратор 491.
 Ииетля 20.
 — контактная 336.
 Петровъ Василий 137.
 — В. В. 4.
 Печатающий аппарат Юза 449.
 Печь кольцеобразная 158.
 — „Компании азетиленоваго освещения, отопления и энсргии“ 437.
 — Коульса 426.
 — Муассана 294
 Пиксии 5, 54.
 „Pittsburg Aluminium Reduction C^{oo}“ 433.
 „Pittsburg Reduction C^{oo}“ 403
 Пишущий телеграфъ Морзе 449.
 Плавка электрич. 294.
 Иилантъ 7, 105.
 Платинирование 415.
 Пластинк Коррена 110.
 Пластины М. Майерта 347. •
 Пластина Форса 348.
 Пластинки Поллиака 111.
 — свинцовыя Гагенской фабрики 111.
 Плоскость поляризации 602.
 Побочное отвлечение 224.
 Поггендерфъ 36.
 Подборъ проводовъ 409.
 Подводныя телеграфныя линии 450.
 475.
 Поджигание минь 281.
 Подслуживание 596.
 Подталкиватель 223.
 Поимка кабеля 496.
 Покрытие железомъ 417.
 Поллакъ 110, 624.
 Поле магнитное вращающееся 369.
 — электрическое 608.
 Покрытие латуною 417.
 — медью 416.
 — палладиемъ 415.
 — свинцомъ 416.
 Получение карборунда 434.
 — отвлеченнй 236.
 Поляризация 33.
 — элементовъ 104.
 Полось магнитный (сев., южный) 16.
 Ииолосы положительный и отрицательный 32.
 Помпа нож. Кумера и К^o 312.
 Помпы нож. электр. 311.
 Ииоповъ А. С. 613.
 Потенциалъ 13.
 — разность 13.
 Потокъ равномерный 15.
 — круговой 21.
 Потребитель 224.
 Предохранители 208-
 — свщцовые 209.
 Ирирыватьель 297, 298.
 Прерыватель Мура 611.
 — тока 458.
 — электролитический 612.
 Прессъ для углей 157.
 — свинцовый 132.
 Приборъ Барро и Лунда 545.
 — Белля 554.
 — Бресо 510.
 Пряборъ Томсона 291.
 — штепсельный 576.
 Пригибъ рельсовъ 534.
 Приемникъ Дюкрете 617
 — Рейса 551.
 Прижигатели 283.
 Применения гальванопластки 421.
 — эл. света на маякахъ 267.
- Применения телефойа и микрофона 595.
 Принципъ самовозбуждения 58.
 — телефона.
 ИИриспособления регулируюшия 192.
 Провода 116, 120.
 — полье 118.
 — изолированные 123.
 — подремные 203.
 — центральныхъ станций 216.
 Проводимость 15.
 Проводка въ доме 237.
 — посредствомъ стержневаго контакта 334.
 — при помощи катка 333.
 — электрвч. энергии 117.
 ИИироводники тока 117.
 Проводникъ изолированный 117.
 — кольцевой 19.
 — электричества 15.
 ИИироводъ воздушный изолиров. 338.
 Проволока 120.
 Провесъ проволоки 123.
 Продуктъ побочный 35.
 Пролсекторъ Шуккерта и К^o 264.
 Прозекторы 264.
 Производство 230.
 Прокладка кабеля 477.
 — подводныхъ кабелей 492.
 — проводовъ 201, 522.
 Протрава 411.
 „Prusonwerle“ 132.
 Пустота въ лампе 167.
 ИИутиловские заводы 635.
 Паджь 95, 299.
- Работа механич. двигателей 90.
 Радиаторъ 616.
 Разлагатель Эрмита 439.
 — „Размыкать“ 204.
 Размягчение броневыхъ пластинъ 292.
 Разность давлений 12.
 Разряды колебательные 25, 29, 603.
 Railway 353.
 Распределитель 343.
 Растворение серебра 414.
 Ратенау, Э. 627.
 Ратено, Е. 385.
 Реакции ванны 406.
 Регулирование двигателей 304.
 — часовъ 546.
 Регулировка тока 409.
 Регуляторъ Колемана Селлерса 401.
 — освещения сцены 258.
 — самодействующий 148.
 — центробежный 400.
 Регуляторы прежние 138.
 — часовъ 545.
 Резонансъ 606.
 Резонаторъ Герца 607.
 Рей,-фельденъ 433.
 Ройсь, Филиппъ 550.
 Рекеннаунъ 361.
 Ремни 185.
 Ремень 182.
 Рентгенъ 9.
 Реостатъ 86, 192, 231.
 Рель 466, 501, 522.
 Ривъ, де-ла 39.
 Риссельбергъ 631.
 Риссельберхе, ванъ 592.
 Ритгеръ 104.
 Richard Freres 213.
 Ришаръ, бр. 213.
 „Роторъ“ 382.
 „Рубильники“ 206.
 Рудничная железная дорога Шуккерта 359.
 Румкорфъ 94.
 Рюольфъ 55.
 — де 405.
 Решетка Фолысмара 108.
- Самоиндукция 25, 604.
 Sawyer Man Electric C^o 634.
 Sautter, Harle“ C^o 630.
 Swan United Electric Light C^o 623.
 Сварка электр. (способъ Томсона) 289.
- Свариватель электрический 292.
 Сваривание концовъ рельсовъ 291.
 Сверло электрическое 323.
 — для зубн. врачей 324.
 Свистокъ вызывной 567.
 Свеча нормальная 172.
 — Яблочкова 142.
 — электрическая 6, 141.
 Свельтъ смешанный 215.
 — электрич. дробление 140.
 — распределение 6.
 Серебрение 414.
 Селонъ 108.
 Селлерсъ Колеманъ 401.
 Селцэтский заводъ 433.
 Сигнализация жел. дорожная 529.
 — пожарная 535.
 Сигнальный шаръ 547.
 Сигналы дистанционные 531.
 — по линии 530.
 Силогазъ 187, 188.
 Сименсъ 58, 450.
 — бр. 485.
 Siemens Brothers and C^o 629.
 Сименсъ бр. заводъ углей 623.
 — Вернеръ 5, 50, 119, 476.
 — Вильямъ 294.
 — и Гальске 70, 227, 424, 620
 Система многопроводная 218.
 — переменнаго тока 251.
 — лятипроводная 219.
 — трехпроводная 218.
 Системы коммутационныя 573.
 Ситтле 433.
 Сифонъ пишущий 488.
 — рекордеръ 488.
 Скользящй 468.
 Скользящий контактъ 62.
 Сми элементъ 37.
 Сноквалми 433.
 Соединение въ дипомашинахъ 82.
 — кабелей 236.
 — ответвлению 83.
 — параллельное 197.
 — по системе непер. тока 501.
 — рабочаго тока 501.
 — последовательнаго 62, 197.
 — проводовъ де Фератти 257.
 — разъемное 175.
 — рельсовъ Фалька 338.
 — Сименса 82.
 — станции 485.
 — трансатлантическое 476.
 — элементовъ вараллельное 45.
 — положительное 44.
 — противоположное 44.
 — смешанное 47.
 Сообщение трансатлантическое 477.
 Соноеръ и Мапъ 161.
 Сопротивление ванны 409.
 Сопротивления уравновеш. 214.
 „Сормово“ 635.
 Societe l'Electrochimie 441.
 — des machines Gramme 630.
 — General des Telephones 588, 631.
 Составъ ванъ 412.
 — Чаттертона 413.
 Спайка и сварка 285.
 — электр. 287.
 Способъ Геру 428.
 — Доливо-Добровольскаго 372.
 — Кельнера 439.
 — прерывания тока Венельта 612.
 613.
 — Эрмита 338, 339.
 Способы изолирования 339.
 Sprague C^o 663.
 Спрагъ Франкъ 303.
 Сращивание проводовъ 121.
 Станюль 486.
 Станокъ шлифовально-полировальный 414.
 Станция берлинская центральная 227, 582.
 — Дентфордская 252.
 — въ Америке 219.
 — Ганноверъ 243, 246.
 — петербургская 581.
 Станция Английския 247.
 — переменнаго ток. И 250.

Станция телефонная Белля 572.
— Штеттина 572.
Старджонь 33.
„Статор“ 382.
Степанов, С. Н. 440.
Стержень коактальный 335.
Стефан-фонь 270.
Столбь вольтовъ 32.
Столбы 121.
Стратани и Беккеръ 4.
Стэнли 99.
Схема соединяений 501.
Счетчики 237.
Счетчикъ проф. Арона 238.
— Томсона 239.
— Эдисона 225.
— электрохимический 224.
Суэцкий каналъ 265.
Сетки предохранительныя 17G.

Tailings 424.
Такома 433.
The Western Union C° 632.
Тейлеръ 5G2.
Телавографъ 473.
Телеграфия 441.
— безъ проводовъ Маркони G13.
— встречная 503.
— домашняя 508.
— дулексная 503, 506.
— история 445.
— квадруплексная 503.
— мультиплексная 502.
— подводная 475.
— понятие, сущность 444.
— сложная 502.
Телеграфъ - телефонъ Миуллера - Вильке 595.
— Земмеринга 595
— Кука и Виттона 448.
Telegraph Construction and Maintenance C° 630.
Телеграфъ копирующий 470.
Telegraph Manufacturing C° 630.
Телеграфъ пиипущий 473.
— пожарный, автоматический 535.
— стрелочный Вреге 457.
— Виттона 456.
— Сименса 458.
— съ пятью стрелками 458.
— Шиллинга 447.
— Штейнгеля 460.
— Шаппа 445.
Телеграфы автоматические 489.
— магнитно-индуктивные Сименса 460.
— стрелочные 455.
— съ магнитными стрелками 451.
Телефония 443, 550.
— междугородная 589.
Телефонъ 550.
— Адера 555.
— Беля 554.
— въ Вухаресте 596.
— Гоуэра 556.
— двухплосный 555.
— Дольбира 557.
— Сименса 555.
— форпостный 595.
— Штекэра и К° 596.
Термоэлементъ 43.
Тесла Николай 371, 602.
Toyer's - водопадъ 433.
Токи телефонные 593.
— Фуко 362.
Токъ главный 143.
— ввдъ въ жидкость 405.
— вторичные источннки 88, 104.
— вторичный 25.
— ^выпрямленне^ 54.
— дробленне 117.
— индуктивированный 95, 606.
— круговой 81.
— наведенный 19.
— наибольший 47.
— напряжение 7.
— первичный 25.
— теременный 21, 52.
— постоянный 12.
— постоянной силы 21.

Токъ пульсирующийДй 21.
— сила 13, 14.
— слабый 37.
— сопротивление 10.
— трехфазный 7, 230, 373.
— электрический и его основные законы 10.
— — тепловыя действия 134.
Thomas Parker Lim. 630.
Томсонъ Гоустояъ 633.
— Вильямъ 488.
— Хоустонъ К°. 633.
— Элиго 289.
Трансформаторъ 88.
— Голарда и Гиббса 95.
— Ганца и К° 96.
— Комп. Вестингхауза 100.
— масляный 392.
Трансформаторы многофазные 383.
— постоянного тока 100.
— развитие 93.
— съ оболочкой 99.
— — сердечникомъ 98.
— трехфазнаго тока 392.
Трансформирование 7.
Тротуары движущиися 321.
Трубка Гейслерова 167.
— вводная 524.
Турбина Лавалья 184.
— паровая 184.
Турбины 190.
Тяга электр. 328.
Уаттъ 50, 90.
Угли — выделка 156.
Угли искусственные 156.
— съ фитилемъ 159.
— ретортный 157.
Уитстопъ 4, 58.
Указатели поляризованные 521.
Указатель 520.
Умформеръ 223.
— Ламейера 102.
„Union Carbid C°“ 403.
„Унионъ“ общество 624.
Уравнитель центробежный 399.
Усрвляющыя проводки механическа 124.
Установка аккумуляторовъ 113.
— передачи зав. Эрлконъ 385.
Установки 181.
— судовыя 262.
— съ центральными станциями 216.
Устройство машинъ 228.
„Утопия“ 361.
Утоги электрич. 278.
Фарадэй 94, 368, 493, 602.
Фалькъ 292.
— соединенне рельсовъ 338.
— Магнусъ 360.
Фазы периодич. движения 23.
Фейнь 621.
Фельтенъ и Гильомъ 620.
Феррати де 82, 257, 630.
Феррати - де, С. К. 252.
Фермеръ 159.
Ферроалюминий 427.
Фиксирование диафрагмы 599.
Фильдь Сайрость 476.
Флейжеръ 40.
Фогтъ и Гефнеръ 622.
— фойерский заводъ 433.
Филькмаръ 108.
Фонари 154, 155.
Фонарь башни Эйфеля 267.
Фонорафъ 597.
— Эдисона 598.
Фонтенъ Ипполитъ 384.
Фонтаны светящися 272.
Форбесъ 395.
Формировка пластинокъ 108.
Формы звонковъ 513.
Форъ Камилле 107.
Франклиновъ листь 28.
Frankfurter Akkumulatoren Pabrik 110.
Frankfurter Akkumulatorenfabrik 624.
Френель 267.

Фришьенъ 505.
Фуа и Гефнеръ 280.
Фуллеръ 95.
Футляры Сименса и Гальске 155.
Феть и Пикарь 397.

Chloride Electrical Storage Syndicate 630.
Холодный светь добыванне 8.
— Мура 611.
Хронографы 5И8.

Центрофуга 311.
Цинкованне 415.
Цепь 12.
— внешняя 32.
Цепи звонковья 524.

Часы Грау 542.
— Грау-Вагнеръ 542.
— образцовые 546.
— передаточные или лервичные 543.
— Сименса и Гальске 538.
— Томаса 542.
— центральные 546.
— электрич. 537.

Шанжи де 4, 159.
Шарлоттенбургъ 156.
Шарнверберъ 621.
Швейгеръ 446.
Швертъ 621.
„Швейцарское металлургическое общество“ 430.
Шенбейнъ 104.
Шиллингъ фопъ Каннштадтъ 4, 447.
Шлопка электрич. 361.
Шлемъ водолаза 595.
Шмельцеръ заводъ 623
Шнуръ соединительный 575,
Шовень 120.
Штарръ и Кингъ 159.
Штейнгель 540.
Штейнгель Карлъ 4, 448.
Штейнъ маипины для обматывания 124.
Штокъ и К° 624.
Шторбекъ 279.
Штэреръ 299, 540.
Шуккертъ ИИ К° прожекторъ 264.
Шуискерта фабрика 147.
ИЙуккертъ и К° 101.
Шуккертъ, С. 76.
Шунтъ машины 83.

Щетка для машшного производства 410.
— коллекторныя 66.
— угольныя 343.

Эдельманъ 624.
Эдисонъ 6, 71, 161, 210, 226, 597.
Эйлеръ 184.
Электрич. жел. дорога 6.
Электрич. локомотивы 358.
Электрическое общество (Electricque Compagnie) 384.
„Электрич. общество“ б. Шуккерта 243.
Электрич. телеграфъ 447.
Электричество положительное и отрицательное 27.
Электродвигатель 296.
— вращательный 298.
— преимущества 307.
— Якоби 299.
Электродвигатели примененне 308.
Электродв. расходы на эксплуат. 307.
Электроды 32, 406.
— амальгамов. 33.
Электродъ угольный 39.
Электролизаторъ 438.
Электролизъ 422.
Электролизъ 113, 406.
Электромагнитъ открытте 49.
Электрометаллургия 422.
Электротехника—время рождения 4.

- | | | |
|---|---|--|
| Элементъ гальванический 30, 32.
— Грәне 36.
— Давиэля 34.
— Калло 38, 509.
— Лекланше 38, 509.
— Мейдингера 37, 509.
— съ цилиндромъ 509.
— изъ конгломерата 40.
— термо-электрический 43.
Флейшера 40.
Эломенты ашИарата.Степанови 440.
— вторичные 105.
— для слабыхъ токовъ 37.
— сухие 40. | Элементы съ хромовой кислотой 36.
Эльсингтонъ 423.
— братья 55, 405.
Эльморъ 421.
Энергия — виды 10.
— запасъ 21.
— механическая (перелось и рас-
пределение) 6.
— превращение 31.
— принципъ передачп 296.
— электрическая 31.
— электрич. передача 383.
— химигическая угля 8.
Эрманъ 104. | Эрмить 438.
Эрстедъ 49, 447.
„Эслингеъ” заводъ G21.
Эфиръ светоносный (И02).
Эффекты световые 201.
Яблочковъ 79, 95, 141, 178.
Якоби 58, 105, 229, 401.
Якорь барабанный GG.
— Гефнера 66.
— Грамма 60.
— Сименса машина 57.
Яспость тиоредачи 589,
Ящикъ 236. |
|---|---|--|

Каталогъ изданій Книгоиздательскаго Т-ва „Просвѣщеніе“,

С.-Петербургъ, 7 рота, 20;
городское отдѣленіе: Невскій пр., 50.

Главное представительство для Россіи Библиографическаго Института (Мейеръ)
въ Лейпцигѣ и Вѣнѣ.

Январь 1905 г.

Сочиненія справочнаго характера.

	Р.	К.
Большая Энциклопедія. Словарь общедост. свѣдѣній по всѣмъ отрасл. знанія, подъ общ. редакц. <i>С. Н. Южанова</i> . 10,000 рис., картъ и план. въ текстъ и на 1000 отд. прил. — 200 в. по 50 к. или 20 т. въ роск. полукож. перепл. по <i>Изданіе рекомендовано Гл. Упр-мъ военно-учебн. зав-ній въ фонд. библ. кад. корпусовъ и воен. уч-щъ.</i>	6	—
Географическій атласъ. 84 л. картъ и 26 л. плановъ городовъ въ 4 ^о . — 15 в. по 40 к., въ роск. полукож. перепл.	7	80
Карта театра русско-японской войны. Разм. 21>15 в. Въ обложкѣ съ алфав. указ. названій 65 к., съ перес. 30 к., накл. на кол., съ кольц. 1 р. 50 к., съ перес.	1	75
Календарь на 1905 г. отрывной — на худож. иллюстр. картонѣ	—	50
„ „ „ на металл. подст., съ дугами для перелистыв.,	1	—

Всемирная бібліотека.

Собранія сочиненій лучшихъ иностранныхъ и русскихъ писателей.

	Р.	К.
Крыловъ, И. А. Редакция <i>В. В. Калаша</i> . Худож. прил. — 4 т. по 75 к., въ изьящ. кол. перепл.	5	—
Пушкинъ, А. С. Редакция <i>И. О. Морозова</i> . 30 худож. прил. — 8 т. въ изящн. кол. перепл.	9	—
<i>1-ый и 2-ой т. допущены Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. въ учебн. библ. сред. и низш. учебн. зав-ній М-ства, мужск. и женск., въ библ. учит. инст. и семинарій и въ безтл. нар. чит. и библ.</i>		
Лермонтовъ, М. Ю. Редакция <i>А. И. Введенскаго</i> . 15 худож. прил. — 4 т. по 75 к., въ изьящ. кол. перепл.	5	—
Помяловскій, Н. Г. Портр. и биограф. автора, составл. <i>Н. А. Благо-вѣщенскимъ</i> . 10-е изданіе. — 2 т. 3 р., въ изьящн. кол. перепл.	4	—
<i>Изданіе допущено Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. въ учен., старш. воар., библ. средн. учебн. зав-ній М-ства и въ безтл. нар. чит. и библ.</i>		
Островскій, А. Н. ¹ Редакция <i>М. И. Писарева</i> . Факсимиле, портреты автора и др. худож. прил. — 10 т. 16 р., въ изьящн. кол. перепл.	21	—
Потъкинъ, А. А. ¹ Редакция <i>автора</i> . Портр. и факсимиле его. — 12 т. 12 р., въ изьящн. кол. перепл.	18	—

Сочиненія по исторіи, исторіи культуры, литературы и искусства.

	Р.	К.
Исторія человечества (<i>Всемирная исторія</i>). Общ. редакция <i>Г. Гель-гольта</i> . Пер. съ доп. изв. русск. ученыхъ. 280 прил. — 90 в. по 50 к., 9 т.	54	—
<i>Изданіе рекомендовано Гл. Упр. военно-учебн. зав-ній подстѣд. учебн. зав-ямъ; 1 т. одобрены Учебн. Ком-томъ Собств. Его Императорскаго Величества К-ри по учр. Импер. Маріи для фонд. библ. средн. учебн. зав-ній в-ства учр. Импер. Маріи.</i>		
¹ 1-ый т. допущены Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. въ учен., сред. и старш. воар., библ. сред. учеб. зав-ній М-ства и въ безтл. нар. чит. и библ.		

Подробные иллюстрированные проспекты высылаются по требованіи безплатно; первый выпускъ каждого сочиненія, для ознакомленія съ нимъ, — за 6 семикоп. марокъ. Допускается разсрочка платежа.

Исторія первобытной культуры. Соч. д-ра Г. Шульца . Пер. и доп. проф. И. П. Самарова . 434 рис. и 24 худож. прил. — 15 в. по 50 к., въ роск. полукож. пер.	Р.	К.
	8	60
Исторія ньюмейрой литературы съ древнѣйш. врем. до настоящ. времени. Соч. профф. Фр. Фогта и М. Коха . Переводъ проф. А. Л. Погодина . 98 худож. прил. — 15 в. по 50 к., въ роск. полушагр. перепл.	8	60
<i>Издание рекомендовано Уч. Ком.-томъ М-ства Нар. Просв. для фонд. и учен. старш. возр., библ. средн. учебн. заведеній М-ства; рекомендовано Уч. Ком. Собств. Его Императорскаго Величества К-рии по учр. Импер. Марии для фонд. библ. средн. учебн. завед. В-ства учр. Импер. Марии; допущено Уч. Ком. М-ства Земл. и Гос. Им. въ библ. подтвд. М-ству средн. учебн. завед.</i>		
Исторія искусства всѣхъ временъ и народовъ. Соч. проф. К. Вёрмана . Пер. подъ ред. А. И. Осмола . 1500 иллюстр. и 180 худож. прил. — 60 в. по 40 к. или 3 т. въ роск. полукож. перепл.	27	—
Сокровища искусства. 100 гелиографирт, разм. 51×38,6 сант. — 25 в. по 3 р	75	—

Сочиненія по естествознанію и медицинѣ.

Мірозданіе , общедост. астрономія. Соч. д-ра В. Мейера , бывш. директ. берлинск. „Уранин“. Пер. съ дополн. и указат. по русск. астрон. д-рѣ проф. С. П. Главанана . 287 рис., 41 худож. прил. — 15 в. 7 р. 50 к., въ роск. полукож. перепл.	Р.	К.
<i>Издание рекомендовано Уч. Ком.-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. для библ. подтвд. М-ству учебн. заведній; рекомендовано Гл.-мъ Упр.-мъ военно-учебн. заведній въ ротм. библ. двухъ старш. кл. кад. корпусовъ; одобрено Уч. Ком.-томъ М-ства Нар. Просв. для фонд. и учен. средн. учебн. завед. для библ. учит. инст. и сем., для учит. библ. высш. учил. и для безпл. нар. читал. и библ.</i>	8	60
Исторія земли. Соч. проф. М. Неймайра . Пер. съ дополн. проф. Ульманъ изд., съ дополненіями по геол. Россіи и указателемъ по русск. д-рѣ, подъ ред. проф. А. А. Инностранцева . 1129 рис., 88 худож. прил. — 30 в. 12 р. 80 к. — въ 2 роск. полукож. перепл.	15	—
<i>Издание рекомендовано Уч. Ком.-томъ М-ства Нар. Просв. для естѣств. средн. учебн. заведній; рекомендовано Уч. Ком.-томъ при Собств. Его Императорскаго Величества К-рии по учр. Импер. Марии для фонд. библ. средн. учебн. заведній В-ства Импер. Марии; рекомендовано Гл. Упр.-мъ военно-учебн. заведній подтвд. учебн. заведній; одобрено Уч. Ком.-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. для библ. подтвд. М-ству учебн. заведній.</i>		
Вселенная и человечество. Соч. проф. Г. Крамера . Пер. подъ ред. проф. А. С. Дозеля . 2000 рис. и мн. прил. — 100 в. по 40 к. или 5 тт. въ пер. по	11	—
Жизнь природы. Соч. д-ра Вильгельма Мейера . Пер. подъ ред. проф. Н. А. Гезеуса . 29 худож. прил. — 15 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл.	8	60
Земля и жизнь. Соч. проф. Ф. Ратцеля . Пер. подъ ред. проф. П. И. Кротова . 400 рис. и 67 худож. прил. — 30 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл.	17	—
Жизнь растений , соч. проф. А. Вернера фонъ-Маршала . Пер. съ дополн. и библиогр. указат., подъ ред. проф. И. П. Бородинка . 2100 рис. и 65 худож. прил. — 50 вып. 12 р. 80 к., въ 2 роск. полукож. перепл.	15	—
<i>Издание рекомендовано Уч. Ком.-томъ М-ства Нар. Просв. для учит. библ. учебн. заведній, для препод. естествознаніе; одобрено для учен., старш. возр. библ. муж. и женщ. уч-щ.; рекомендовано Гл. Упр.-мъ военно-учебн. заведній въ фонд. библ. и въ ротм. библ. IV—VII кл. кад. корпусовъ; одобрено Уч. Ком.-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. для библ. подтвд. М-ству учебн. заведній.</i>		
Происхожденіе животнаго міра. Соч. проф. В. Гаана . Пер. подъ ред. проф. Ю. Н. Вагнера . 469 рис. и 21 худож. прил. — 15 в. 6 р., въ роск. полукож. перепл.	7	—
<i>Издание рекомендовано Гл. Упр. военно-учебн. заведній подтвд. учебн. заведній; одобрено Уч. Ком.-томъ М-ства Нар. Просв. для фонд. библ. естѣств. ср.-учебн. заведній М-ства, и въ особ. такъ изъ книгъ, для препод. естествознаніе; одобрено Уч. Ком.-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. для библ. подтвд. М-ству учебн. заведній.</i>		
Жизнь животнаго Брѣма. Пер. подъ ред. профф. А. С. Дозеля и И. Ф. Лесафта . 1179 рис. и 81 худож. прил. — 80 выпуск. по 35 коп., въ 8 роск. полушагр. перепл.	24	—
<i>Издание рекомендовано Гл. Упр. военно-учебн. заведній подтвд. учебн. заведній; одобрено Уч. Ком.-томъ М-ства Нар. Просв. для учен., старш. возр. библ. естѣств. ср.-учебн. завед. для библ. учит. инст. и сем., для библ. гор. уч-щ., для выдачи въ награду учен. старш. кл., а также для безпл. нар. чит. и библ.; одобрено Уч.-мъ Ком.-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. для библ. подтвд. М-ству учебн. заведній.</i>		
Человѣкъ. Соч. проф. Л. Ранке . Пер. подъ ред. проф. Д. А. Корончесскаго . 1898 рис. и 41 худож. прил. — 30 в. 12 р., въ 2 роск. полукож. перепл.	14	20
<i>Издание рекомендовано Уч. Ком.-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. для библ. подтвд. М-ству учебн. заведній; рекомендовано Гл. Упр. военно-учебн. заведеній въ фонд. библ.-ни кад. корпусовъ.</i>		

	Р.	К.
Народоведные. Соч. проф. Фр. Ратцеля. Пер. съ доп. проф. А. Корончевскаго. 1108 рис. в 82 худож. прил. — 36 в. по 35 к., въ 2 роск. полушагр. перепл. <i>Издание допущено Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. съ учен. старш. возр., библи. средн. учебн. зав-ній М-ства и въ библи. учит. инст. и семин., а также въ учит. библи. гор. уч-щц; допущено Уч. Ком-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. для библи. подвѣд. М-ству ср. учебн. зав-ній.</i>	15	--
Красота формъ въ природѣ. Соч. проф. Ф. Генкеля. Пер. подъ ред проф. А. С. Доделя. 100 больш. табл. съ опис. текстомъ. — 20 в. по 1 р., въ изящн. перепл.	23	--
Африка. Соч. профф. В. Сиверса и Ф. Гана. Пер. Д. А. Корончевскаго. 200 рис. и 82 худож. прил. — 15 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл. <i>Издание допущено Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. съ уч. библи. съскъ ср. уч. зав-ній М-ства, а также въ безпл. нар. чит. и б-ки.</i>	8	50
Азія. Соч. проф. В. Сиверса. Перев. подъ ред. проф. харьк. унив. А. Н. Краснова 180 рис., 18 картъ и 20 худож. прилож. — 15 вып. по 50 коп., въ роск. полукож. перепл.	8	50
Популярно-научные альбомы картинъ по естествознанію и географіи.		
Альбомъ картинъ по зоологіи млекопитающихъ. Текстъ проф. В. Маршалля. Пер. Г. Г. Якобсона и Н. Н. Зубовскаго, съ пред. проф. Ю. Н. Вагнера. 258 рис. Въ изящн. кол. перепл. <i>Альбомъ рекомендованъ Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. для фунда. библи. съскъ ср. учебн. зав-ній, для учен. старш. возр., библи. муж. гимн. и реальн. уч., для библи. учит. инст. и сем. и для учит. библи. низш. уч-щц; допущены съ безпл. нар. чит. и биб-ки; одобрены Уч. Ком-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. для библи. ср. сельско-хоз. учебн. зав-ній.</i>	1	75
Альбомъ картинъ по зоологіи птицъ. ¹ Текстъ проф. В. Маршалля. Пер. Г. Г. Якобсона и Н. Н. Зубовскаго, съ пред. проф. Ю. Н. Вагнера. 238 рис. Въ изящн. кол. перепл.	1	75
Альбомъ картинъ по зоологіи рыбъ. ¹ Текстъ проф. В. Маршалля. Пер. Г. Г. Якобсона и Н. Н. Зубовскаго. 208 рис. Въ изящн. кол. перепл.	1	75
Альбомъ картинъ по зоологіи низшихъ животныхъ. Текстъ проф. В. Маршалля. Пер. Г. Г. Якобсона. 232 рис. Въ изящн. кол. перепл. <i>Альбомъ рекомендованъ Гл. Упр. военно-учебн. зав-ній подвѣд. учебн. зав-ямъ; допущены Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. съ учен. библи. какъ средн., такъ и низш. учебн. зав-ій, а также и въ безпл. нар. чит. и б-ки.</i>	1	75
Школьный атласъ картинъ изъ „Жизни животныхъ“. Брэмъ. <i>Отдѣлъ зоологіи.</i> 55 табл. Больш. альбомъ in folio въ папкѣ <i>Атласъ допущенъ Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. съ учен. библи. ср. и въ учит. низш. уч. зав-ній, въ библи. учит. инст. и сем-ій и въ безпл. библи. и чит-ни.</i>	1	75
Альбомъ картинъ по географіи растений. Текстъ д-ра М. Кропфельда. Пер. прив.-доц. А. Г. Генкеля. 216 рис. Въ изящн. кол. перепл. <i>Альбомъ допущенъ Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. съ учен. библи. ср. уч. зав-ній, а также гор. двужкл. сельск. уч-щц, въ библи. учит. сем-ій, въ учит. библи. низш. уч-щц и въ безпл. нар. библи. и чит-ни.</i>	1	75
Альбомъ картинъ по географіи Европы. ² Текстъ д-ра А. Гейтсена. Пер. съ доп. А. П. Нечаева, съ пред. Д. А. Корончевскаго. 233 рис. Въ изящн. кол. перепл.	1	50
Альбомъ картинъ по географіи вѣневропейскихъ странъ. Текстъ д-ра А. Гейтсена. Пер. А. П. Нечаева, съ пред. проф. Д. А. Корончевскаго. 325 рис. Въ изящн. кол. перепл.	1	75

¹ Альбомъ рекомендованъ Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. для фунда. библи. съскъ ср. уч. зав-ній М-ства, для уч., старш. возр., библи. муж. гимн. и реальн. уч., для библи. учит. инст. и сем. и для учит. библи. низш. уч-щц; допущены въ безпл. нар. чит. и б-ки; рекомендованъ Гл. Упр. военно-учебн. зав-ній подвѣд. учебн. зав-ямъ; одобрены Уч. Ком-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. для библи. подвѣд. М-ству учебн. зав-ній.

² Альбомъ одобренъ Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. для учен. библи. гимн. и реальн. уч-щц, для библи. учит. инст. и сем-ій, а также гор-щц уч-щц; допущены въ безпл. нар. чит-ни и биб-ки; одобрены Уч. Ком-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. для библи. подвѣд. М-ству учебн. зав-ній; одобрены Учебн. Ком-томъ М-ства Фин. для подвѣд. М-ству ком. учебн. зав-ній; одобрены Учебн. Ком-томъ Собств. Его Императорскаго Величества К-рии по учр. Импер. Маріи для учен. библи., ср. и старш. возрастовъ, ср. уч. зав-ній и для библи. стар. возр. Маринкиныхъ уч-щц.

	Р.	К.
Книга о здоровомъ и больномъ человѣкѣ. Соч. проф. К. Э. Вона. Пер. съ илл. Рисунки и худож. прил. — 2 т. по 2 р., въ ящич. кол. перепл.	6	—
<i>Издание допущено Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. въ учит. библ. низш. уч-щъ и въ безпл. нар. чит. и библ-ки для выдачи взрослымъ.</i>		
Новый способъ мышленія. Соч. М. Платена. Перев. подъ ред. д-ра мед. А. П. Зенкова. Прибл. 600 рис., 43 прил. — 3 т. въ роск. перепл. по 5 руб.	15	—

Серія сочиненій „Промышленность и техника“.

	Р.	К.
Исторія и современная техника строительнаго искусства. Пер. подъ ред. и съ дополн. проф. В. В. Двальда. 900 рис. и 14 прил. — 10 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл.	6	—
<i>Издание допущено Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. въ учен., старш. воар., библ. средн. учебн. зав-ній М-ства, въ библ. учит. инст. и сем., въ учит. библ. низш.уч-щъ и въ безпл. нар. чит. и библ-ки.</i>		
Силы природы и ихъ примѣненія. Пер. подъ ред. проф. П. А. Гезеуса. 1000 рис. и 3 прил. — 10 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл.	6	—
<i>Издание одобрено Уч. Ком-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. для библ. подвед. М-ству ср. учебн. зав-ній; допущено Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. въ уч. библ. ср. уч. зав-ній, а равно въ безпл. нар. чит. и библ-ки.</i>		
Электричество, его добываніе и примѣненія въ промышленности и техникѣ. Пер. подъ ред. и съ дополн. проф. В. В. Снобелъчина. 900 рис. и 13 прил. — 10 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл.	6	—
<i>Издание одобрено Отд. Уч. Ком-та М-ства Нар. Просв. по техн. и профес. образ. для библ. техн. и ремесл. уч-щъ.</i>		
Сельское хозяйство и обработка важнѣйшихъ его производствъ. Перев. подъ ред. и съ дополн. проф. В. Я. Добровольскаго, А. В. Ключарева и др. 629 рис. и 9 прил. — 10 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл.	6	—
Горное дѣло и металлургія. Пер. съ дополн. подъ ред. проф. Н. В. Мушкетова и В. И. Баумана. 600 рис. и 12 прил. — 10 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл.	6	—
Технологія металлоловъ. Пер. съ дополн. подъ ред. проф. А. Н. Митинскаго. 1800 рис. и 6 прил. — 10 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл.	6	—
<i>Издание допущено Уч. Ком-томъ М-ства Земл. и Гос. Им. въ библ. подвед. М-ству учебн. зав-ній.</i>		
Обработка напей и земель и технологія химическихъ производствъ. Переводъ подъ ред. проф. В. В. Двальда. 600 рис. и 3 прил. — 10 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл.	6	—
Обработка воложистыхъ веществъ. Пер. съ доп. подъ ред. проф. Д. И. Копылова. 680 рис., 5 прил. — 10 в. по 50 к., въ роск. полуж. перепл.	6	—
Пути сообщенія. Пер. подъ ред. проф. Н. Н. Митинскаго. 764 рис. и 14 прил. — 10 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл.	6	—
Міровыя сношенія и ихъ средства. Пер. подъ ред. проф. П. А. Гезеуса. 285 рис. и 3 прил. — 10 в. по 50 к., въ роск. полукож. перепл.	6	—

Прошлое и настоящее Японіи. Соч. Т. А. Богдановичъ. Составл. по новѣйшимъ источникамъ, съ приложеніемъ текста японской конституціи. 440 стр., 25 худож. прилож. Цѣна 1 р. 25 к., въ ящич. коленкоров. перепл. — 1 р. 75 к.

Находится въ печати и въ непродолж. времени выйдетъ въ свѣтъ:

Японія. Статьи о Японіи, сост. выдающ. японскими дѣятелями подъ ред. Стада. Пер. съ англ. подъ ред., съ предисл. и дополн. Д. И. Шрейдера. Цѣна 5 р., въ роскошн. перепл. 6 р.

На складъ Товарищества находятся:

Новое Искусство (Ars Nova). Выдающ. худож. произведенія. Текстъ А. А. Барелина. Предлх Н. Е. Рѣпина. 45 гелиограм. in folio на спец. бум. — 60 руб.

Жизнь бабочекъ. Соч. проф. Штандрфуса. Пер. и доп. подъ ред. Н. Я. Шенгера. 200 рис. — 2 р. 50 к., въ кол. перепл. 3 р. 25 к.
Издание рекомендовано Уч. Ком-томъ М-ства Нар. Просв. для фонд. библ. ср. уч. зав-ній, въ котор. препод. естетствованіе, а равно и учит. инст. и сем-ій.

Хрестоматія для устн. и письм. сочин., съ прил. 15 картинъ. Составили преподават. В. Н. Бутицкій и А. Л. Погодина. — 60 коп.

Манчжурія. Соч. А. Добровольскаго и В. Ворошилова, по новѣйш. даннымъ. Приложенія (геогр. карта, русско-китайскій словарь и пр.). Въ кол. перепл. 1 р. 80 к.