

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

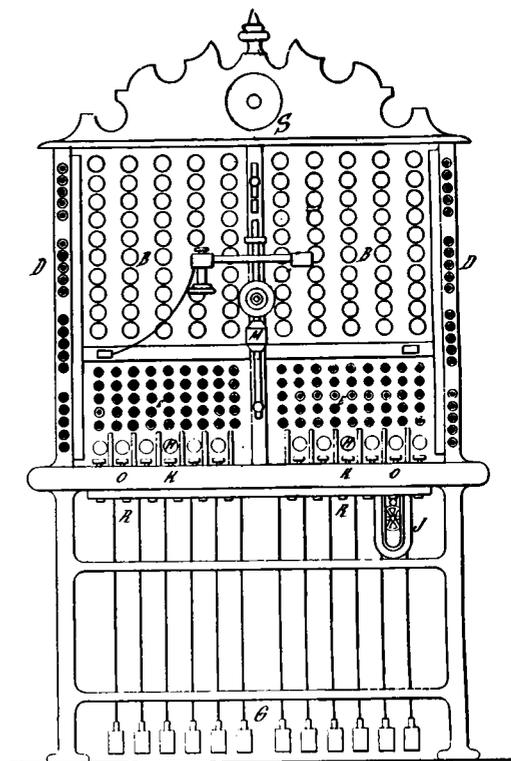
Телефонное дѣло въ Россіи.

Ст. П. Барабанова.

(Продолженіе.)

2. Коммутаторъ Эриксона. Второй типъ употребляющихся у насъ въ Россіи коммутаторовъ—это коммутаторы системы Шведскаго инженера Эриксона. Тотъ видъ ихъ, какой теперь постепенно вводится на нашихъ правительственныхъ сѣтяхъ, рассчитанъ на 100 абонентовъ. Существенное отличіе коммутатора Эриксона отъ Гиллеландова состоитъ въ способѣ соединенія абонентовъ и нѣсколько усовершенствованной схемѣ самого коммутатора. Способъ соединенія абонентовъ совершенно иной: вмѣсто 2-хъ соединительныхъ штепселей Гиллеланда, здѣсь употребляется пара проволочныхъ мѣдныхъ изолированныхъ шнуровъ, снабженныхъ мѣдными же конусовидными концами. Шнуры эти расположены совершенно въ сторонѣ отъ линий абонентовъ и въ спокойное время изолированы отъ линий. Число ихъ не равно числу абонентовъ, какъ у Гиллеланда, а рассчитано на приблизительный maximum числа разговоровъ 1000 абонентовъ въ теченіи 5 минутъ. Число это, выведенное изъ практики, приблизительно равно 25, что составляетъ 5% говорящихъ на каждую 1000 абонентовъ. Схема коммутатора имѣетъ такое устройство, что дежурная телефонистка можетъ удобно и во всякое время, не мѣшая разговору, если онъ продолжается, узнать, не окончился ли онъ. Сигнальные клапаны въ описываемомъ коммутаторѣ двухъ родовъ: большіе, показывающіе обращеніе абонента къ станціи, и малые, показывающіе вызовъ абонента къ другому лицу, причемъ эти послѣдніе показываютъ также и конецъ разговора 2 абонентовъ. Чтобы включить индукторъ существуютъ особая кнопки, число которыхъ соответствуетъ числу соединительныхъ шнуровъ. Для ночного дежурства, чтобы вызовъ былъ болѣе интенсивъ, существуетъ звонокное приспособленіе, включаемое въ большіе клапаны всѣхъ абонентовъ коммутатора. Громоотводы совершенно новой конструкции: линейную пластинку громоотвода отъ земляной отдѣляютъ не воздухъ, а тонкая шелковая ткань. Изъ всего сказаннаго видно, что идея

коммутатора Эриксона весьма остроумна и мало напоминаетъ систему Гиллеланда. Фиг. 1 представляетъ видъ коммутатора Эриксона *en face*, фиг. 2 видъ его сбоку.

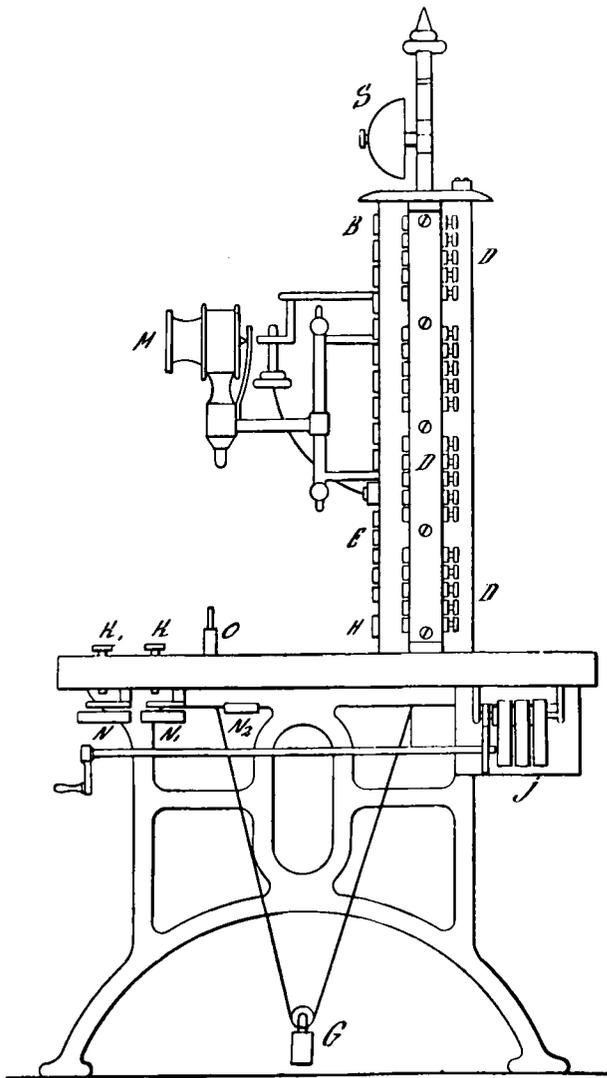


Фиг. 1.

На этихъ фигурахъ буквы имѣютъ слѣдующее значеніе: ВВ—вызывные клапаны, DD—мѣдныя никелированныя муфты, къ которымъ съ глухого ихъ конца прикрѣпляются соединительные провода, идущіе отъ даннаго коммутатора ко всѣмъ сосѣднимъ, S—звонокъ, включаемый на ночь въ крышечки номеровъ у сигнальныхъ вызывныхъ клапановъ. М—разговорный общій микротелефонъ, ОО—соединительные шнуры, вставляемые или въ въ соответствующія муфты ЕЕ, которыми кончаются линии абонентовъ, — когда нужно соединить двухъ абонентовъ даннаго коммутатора, — или въ муфты DD, когда абонента даннаго коммута-

рядъ кнопокъ, служащихъ для включенія въ линію общаго микрофона, K_1K_2 —второй рядъ кнопокъ для дѣйствія съ индукторомъ, I —общій индукторъ; RR —пластинки, къ которымъ прикрѣпленъ одинъ конецъ шнура U , другой конецъ котораго проходитъ снизу черезъ столъ и представляетъ изъ себя мѣдный, конусообразный, длинный стерженекъ O , вставляемый при соединеніяхъ абонентовъ въ муфты E или D .

G —гири навѣшенные на каждомъ шнурѣ, чтобы послѣдніе не спутывались подъ столомъ между собой. HH —нижніе сигнальные клапаны, находящіеся въ связи со шнурами и включаемые въ линію только съ ними. T —индуктивная катушка, включенная въ цѣпь микрофона.



Фиг. 2.

N_1, N_1, N_2 — (Фиг. 2) продольныя металлическія полосы снизу рабочаго стола, въ которомъ включены индукторъ, разговорный микрофонъ и тора соединяють съ другимъ коммутаторомъ. KK

особая испытательная батарея для пробы при сообщеніи проводовъ.

Теперь дадимъ понятіе о работѣ телефонистки на этомъ коммутаторѣ. Въ обыкновенномъ положеніи, т. е. когда еще нѣтъ вызова, шнуры расположены своими металлическими концами на общей поверхности рабочаго стола, причемъ посредствомъ грузовъ они плотно притянуты къ столу черезъ маленькое отверстіе, не пропускающее болѣе толстаго конца шнура. Шнуры расположены парно и для соединенія какихъ либо двухъ абонентовъ требуется пара рядомъ стоящихъ шнуровъ. Если же взять шнуръ № 1 и № 3, то ими соединить уже нельзя. Каждой парѣ шнуровъ соотвѣтствуетъ маленькій нижній клапанъ и 3 кнопки. Пары шнуровъ окрашены въ разный цвѣтъ, чтобы ихъ не путать въ соединеніяхъ. Когда абонентъ позвонитъ на станцію, соотвѣственно этому выпадаетъ крышечка большаго сигнальнаго клапана съ его №. Въ то время ни малый сигнальный нижній клапанъ, ни разговорный микрофонъ не включены въ линію. Какъ только клапанъ упалъ, телефонистка беретъ какую угодно пару шнуровъ и вставляетъ правый или лѣвый изъ нихъ металлическимъ концомъ въ ту изъ муфтъ E , возлѣ которой стоитъ № выпавшаго клапана; другой шнуръ остается на столѣ.

Замѣтимъ, что въ первыхъ типахъ коммутатора Эриксона было не все равно, вставить ли правый или лѣвый шнуръ, но мы описываемъ позднѣйшую конструкцію.

Затѣмъ телефонистка снимаетъ съ рычага слуховую трубку, нажимаетъ ту разговорную кнопку K (разговорныя кнопки стоятъ въ первомъ, ближнемъ ряду), которая соотвѣтствуетъ взятой парѣ шнуровъ и спрашиваетъ абонента «что ему угодно». Если абонентъ проситъ соединить себя съ кѣмъ либо изъ абонентовъ того же коммутатора, то телефонистка беретъ второй шнуръ и вкладываетъ его въ соотвѣтствующую адресату муфту E , потомъ нажимаетъ опять кнопку K и говоритъ абоненту «готово». Если абонентъ желаетъ говорить съ лицомъ другого коммутатора, то телефонистка конецъ своего другого шнура вставляетъ въ муфту D , ведущую къ сосѣднему коммутатору, прося другую телефонистку, дежурящую при этомъ послѣднемъ, дать ей требуемый №. Послѣ этого телефонистка закрываетъ упавшую крышку клапана. Абонентъ въ свою очередь звонитъ къ другому абоненту, причемъ маленькій нижній клапанъ падаетъ, тогда какъ верхній остается въ покоѣ, ибо онъ уже *выключенъ* изъ цѣпи. Каждый разъ упавшій клапанъ возвращается на свое мѣсто телефонисткой. При концѣ разговора, который узнается по быстрому паденію нижняго клапана, телефонистка снимаетъ шнуры со втулокъ, и они возвращаются силой тяжести гири на свое мѣсто въ столѣ коммутатора. Если абоненты забываютъ дать звонокъ при концѣ разговора, то телефонистка сама можетъ опредѣлить, кончился ли разговоръ, слушая его; она

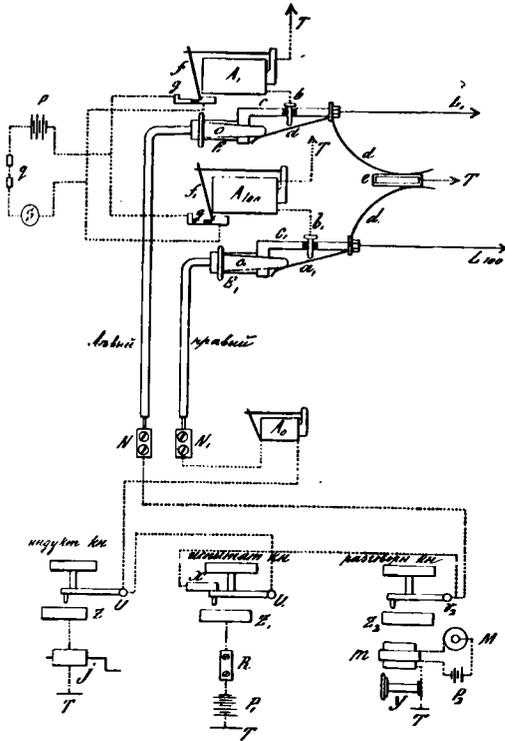
должна лишь нажать соответствующую разговорную кнопку.

Теперь опишем схему коммутатора Эриксона в одномъ изъ его типовъ. Фиг. 3 представляетъ 2-хъ абонентовъ № 1 и № 100, разговаривающихъ между собой. Для простоты на данной схемѣ взята одна пара шнуровъ (устройство всѣхъ

говорная нажата, въ пружину V_2 ; отсюда не пойдутъ къ N и лѣвому шнуру, такъ какъ этотъ послѣдній изолированъ, но въ пластинку X , пружинку U_1 , въ маленькій сигнальный клапанъ A_0 , въ пластинку N_1 , по правому шнуру въ муфту E_1 , пружинку a_1 ; отсюда токъ не направится въ пружину a , такъ какъ эта послѣдняя прикасается къ громоотводной пластинкѣ e , черезъ посредство шелковой ткани въ 0,25 мм. толщиной. Для тока изъ пружинки a_1 представляется путь только на линію L_{100} къ звонившему абоненту. Положимъ абонентъ № 100 заявилъ желаніе говорить съ № 1, тогда телефонистка вставляетъ лѣвый штепсель въ муфту E абонента № 1, и абоненты могутъ разговаривать. Индуктивные токи (ибо въ телефонѣ какъ звонковые, такъ и разговорные токи—всѣ индуктивные), направляясь отъ № 1, идутъ съ линіи L_1 , въ пружинку a , конусовидный конецъ шнура O , по лѣвому шнуру къ пластинкѣ N , пружинкѣ V_2 , пластинкѣ X , пружинкѣ V_1 , пластинкѣ V въ маленькій сигнальный клапанъ A_0 , пластинку N_1 , правый шнуръ, металлическій его конецъ O_1 , муфту E_1 , пружинку a_1 , и на линію L_{100} . Такимъ образомъ въ линію включенъ малый сигнальный клапанъ A_0 , который и падаетъ при звонкѣ одного изъ абонентовъ, тогда какъ большіе клапаны A_1 и A_{100} изолированы отъ линіи, ибо винты b и b_1 не касаются пружинкокъ a и a_1 . Если нажать коммутаторную кнопку для разговора, то токъ будетъ заходить и въ станціонный микрофонъ, ибо тогда, дойдя до пружины V , онъ развѣтвляется на двѣ части: одна по прежнему къ абоненту № 100 по пластинкѣ X , N_1 и т. д., другая отъ V_2 , въ пластинку Z_2 , въ катушку m , въ телефонъ Y и въ землю, такъ что разговоръ абонентовъ можетъ быть дѣйствительно слышенъ на станціи. При окончаніи разговора оба шнура вынимаются изъ муфтъ и снова клапаны A_1 и A_{100} включаются въ линію, такъ какъ пружинки a и a_1 отходятъ къ винтамъ b и b_1 .

Когда нужно позвонить со станціи къ абоненту, то непременно слѣдуетъ брать правый шнуръ, ибо тогда включается маленькій клапанъ, который покажетъ своимъ паденіемъ исправность линіи; взявъ же для звонка лѣвый шнуръ, со станціи нельзя быть убѣжденнымъ, раздастся ли звонокъ у абонента или нѣтъ. Положимъ правый шнуръ вставленъ телефонисткой въ муфту E_1 абонента № 100; нажавъ индукторную кнопку, нужно вертѣть индукторъ J . Звонковой индуктивный переменный токъ идетъ въ землю съ одной стороны, съ другой же въ пластинку Z , пружинку V , откуда развѣтвляются: одинъ къ лѣвому шнуру черезъ V_1 , X , V_2 , N ; но лѣвый шнуръ на столѣ—изолированъ отъ земли, поэтому токъ идетъ по второму пути въ клапанъ A_0 , въ пластинку N_1 , правый шнуръ, въ a_1 и на линію L_{100} . Если взять лѣвый, то правый будетъ изолированъ, а съ нимъ и клапанъ A_0 , что совсѣмъ нежелательно.

Третья испытательная кнопка служитъ лишь для опредѣленія № абонентовъ, линейные про-



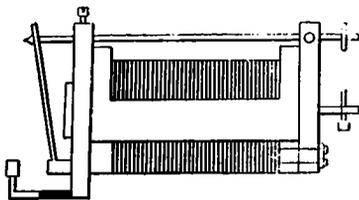
Фиг. 3.

парь одно и тоже), соответственно этой парѣ одинъ маленькій сигнальный клапанъ и 3 кнопки. Каждому абоненту соответствуетъ по одному большому вызывному клапану и по соединительной муфтѣ, въ которую включается линейный проводъ. Положимъ абонентъ № 100 звонитъ на станцію; тогда шнуры еще не вставлены въ муфты E_1 и пружинка a_1 не отодвинута концомъ шнура отъ винта b_1 рамки c_1 и прикасается къ b_1 ; токъ по проводу L_{100} направляется по пружинкѣ a_1 въ винтъ b_1 , изолированный отъ c_1 , вызывной клапанъ A_{100} и въ землю T . Клапанъ падаетъ, и, если это случается ночью, когда вставленъ штепсель въ пластинку q , то происходитъ замыканіе на звонокъ: токъ отъ батареи P идетъ черезъ q , звонокъ S , въ крышечку f_1 и контактъ g изолированный отъ f_1 . Телефонистка беретъ какой-нибудь изъ шнуровъ напр. правый (лѣвый тогда остается на столѣ), нажимаетъ разговорную кнопку и говоритъ въ свой телефонъ. Токи, возбужденные въ микрофонѣ и внутренней обмоткѣ катушки M , передаются черезъ вѣншую обмотку этой катушки, телефонную трубку Y въ землю, съ другой же стороны черезъ пластинку Z_2 , такъ какъ кнопка раз-

вода которых по какому либо случаю сообщались. Напримеръ, телефонистка коммутатора А замѣчаетъ, что большой клапанъ № 100 постоянно падаетъ, безъ всякой причины, тогда она спрашиваетъ абонента № 100, не звонилъ ли онъ; оказывается, что не звонилъ, но у него слышны посторонніе звонки. Это значитъ проводъ № 100 сообщенъ съ кѣмъ-то; чтобы узнать, съ кѣмъ именно, слѣдуетъ поставить *правый* шнуръ въ муфту E_1 и нажать испытательную кнопку. Тогда пружинка U_1 отойдетъ отъ пластинки X и лѣвый шнуръ будетъ изолированъ. Пластина Z_1 сообщена при помощи зажима R съ батареей P_1 въ 10 элементовъ Лекланше, соединенныхъ послѣдовательно, при чемъ второй полюсъ батареи соединенъ съ землею. Токъ этой батареи идетъ по Z_1 , въ пружинку U_1 , пружинку U , клапанчикъ A_0 , зажимъ N_1 , правый шнуръ, муфту E_1 и на L_{100} , затѣмъ до того мѣста на проводѣ № 100, гдѣ онъ сообщается съ какимъ либо сосѣднимъ, положимъ проводомъ № 1, и съ этого мѣста токъ развѣтвляется, переходя частью на проводъ 1; здѣсь снова развѣтвляется, и нѣкоторая его часть попадаетъ обратно на станцію въ пружину a , винтъ b , клапанъ A_1 и въ землю. Упавшій клапанъ обнаружить съ какимъ № произошло сообщеніе 100-го на линіи.

Кромѣ этой схемы коммутатора Эриксона есть другая, болѣе новой конструкціи, представляющая видоизмѣненіе первой: именно шнуры въ покойномъ состояніи соединяются съ землею; по этому нужно особенно слѣдить, чтобы втулки для шнуровъ всегда давали постоянный контактъ. Въ первой же схемѣ шнуры изолированы, какъ отъ земли, такъ и отъ линіи. Кнопки расположены въ новомъ устройствѣ нѣсколько иначе: въ первомъ ряду разговорныя и испытательныя, во второмъ только индукторныя.

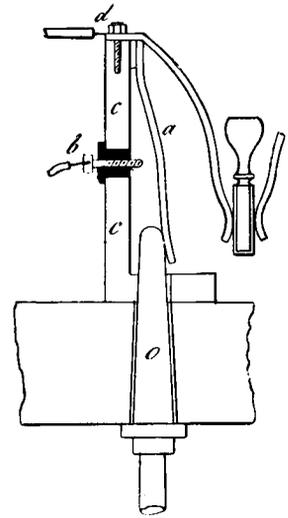
Далѣе мы рассмотримъ нѣкоторыя детали коммутатора Эриксона. Вызывной клапанъ его отличается отъ Гиллеландова своею компактностью, и большей чувствительностью; якорь клапана па-



Фиг. 4.

раллеленъ оси электромагнита (фиг. 4); регулируется онъ натяжной пружинкой. № абонента неподвиженъ, а не помѣщается на падающей крышкѣ клапана, какъ это дѣлалось прежде. На задней сторонѣ клапана имѣется два винтика, къ которымъ прикрѣпляются концы катушки. При этомъ вторые концы всѣхъ клапановъ имѣютъ общее соединеніе съ землею. Якорь намагниченъ. Катушка работаетъ перемѣнными токами. Подъ ка-

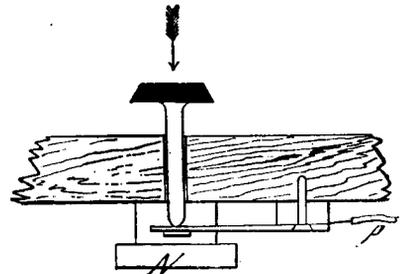
тушкой всегда имѣется втулка, соответствующая № клапана. Втулка прикасается къ особому мѣдному угольнику C (фиг. 5), отверстие котораго служить продолженіемъ втулки. Къ верхнему



Фиг. 5.

винту угольника прикрѣпляется линейный проводникъ, а также пружина, идущая къ громоотводу. Въ срединѣ угольника, имѣется винтъ, изолированный эбонитомъ отъ массы угольника. Къ винту, въ томъ случаѣ, если во втулкѣ не стоитъ шнуръ, прикасается пружина, также прикрѣпленная къ верхней части угольника. Винтъ средній соединяется съ вызывнымъ клапаномъ, такъ что если шнуръ стоитъ во втулкѣ, то онъ своимъ концомъ отодвигаетъ пружинку, и тогда клапанъ изолированъ отъ линіи.

Громоотводныя пластинки отдѣляются отъ каждаго угольника, при чемъ двѣ смежныя пружинки какъ бы зажимаютъ между собой общую земляную пластинку громоотвода, фиг. 5, покрытую шелкомъ. Эта послѣдняя имѣетъ посрединѣ каучковую ручку. Концы пластинъ помѣщаются между двумя схватывающими пружинами, прикрѣплен-



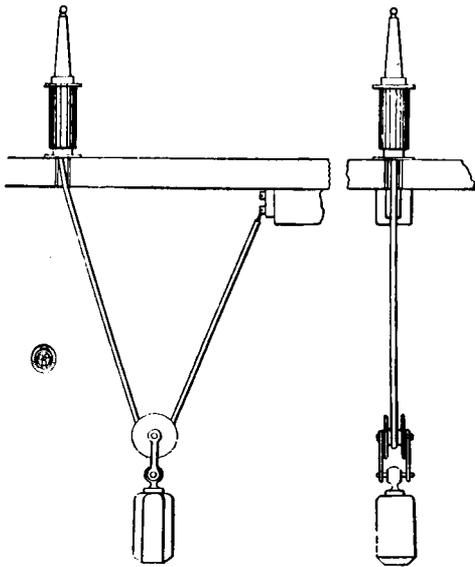
Фиг. 6.

ными къ двумъ поперечнымъ землянымъ пластинкамъ, общимъ для всѣхъ продольныхъ пластинъ, изолированныхъ шелкомъ. Когда наступаетъ гроза,

стоит лишь снять шелковый чехолъ съ пластинъ, и линіи всѣхъ абонентовъ соединятся прямо съ землей помимо коммутатора.

Кнопки всѣ одного устройства: эбонитовая крышечка и мѣдный стержень, фиг. 6, прилегающій концомъ къ пружинкѣ, которая имѣетъ на другомъ концѣ своею платиновый контактъ; подъ послѣднимъ находится общая поперечная пластинка. Къ пластинкѣ прикрѣпляется изолированная проволока для соединенія или съ сосѣдней кнопкой, или же съ клапаномъ.

Маленькій сигнальный клапанъ одинаковаго устройства съ большимъ вызывнымъ. Шнуры, фиг. 7, 8, состоятъ изъ 3 частей: во-первыхъ



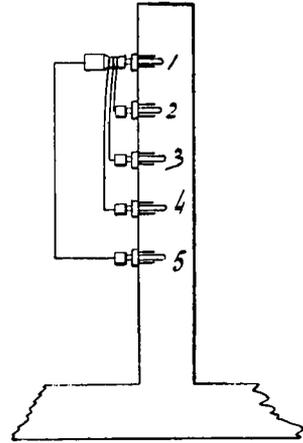
Фиг. 7.

Фиг. 8.

металлическаго конусообразнаго конца, вставляемаго во втулки и служащаго для соединенія линій абонентовъ, причемъ, чтобы не брать руками за самый конецъ а также защитить соединеніе стержня со шнуромъ, конецъ стержня и начало шнура покрыты твердой каучуковой оболочкой, что сдѣлано также въ виду предохраненія соединяющаго отъ удара грозы. Самый шнуръ сдѣланъ изъ 3 мѣдныхъ жгутовъ, которые въ свою очередь составлены изъ 5 мѣдныхъ проволочекъ; все это покрыто двумя слоями бумажнаго оплетенія. Посрединѣ шнура имѣется чугунная гирица въ $\frac{1}{4}$ фунта съ блокомъ наверху, черезъ который перекинутъ шнуръ, другимъ концомъ укрѣпленный къ металлической пластинкѣ на нижней поверхности стола коммутатора. Черезъ столъ шнуръ проходитъ свободно по сдѣланной втулкѣ, задерживающей однако металлическій его конецъ надъ столомъ.

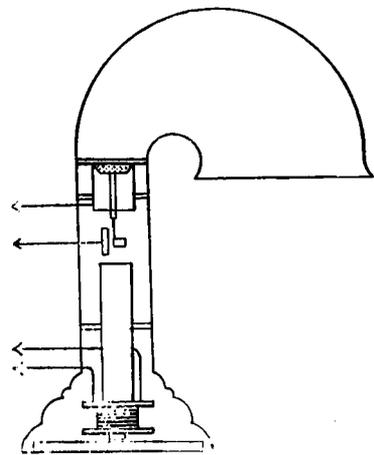
Интересны также особые шнуры для циркулярнаго дѣйствія. Такіе шнуры употребляются на нѣкоторыхъ телефонныхъ станціяхъ, напр. въ Тулѣ, когда одинъ какой нибудь абонентъ хо-

четъ передать свой разговоръ нѣсколькимъ абонентамъ сразу, такъ напр., когда губернаторъ говоритъ со всѣми отдѣлами городской полиціи. Фиг. 9 изображаетъ дѣйствіе такихъ циркулярныхъ шнуровъ, которые помѣщаются совершенно отдѣльно отъ столовыхъ шнуровъ и ни съ чѣмъ



Фиг. 9.

въ обыкновенномъ положеніи не соединены. Одинъ изъ этихъ особыхъ шнуровъ имѣетъ два металлическихъ конца; къ одному, именно большому, припаяны концы остальныхъ шнуровъ, другіе концы которыхъ снабжены обыкновенными металлическими стержнями. Если большой стержень поставить къ абоненту, желающему говорить съ нѣсколькими заразъ, а остальные шнуры по другимъ муфтамъ, то токъ будетъ дѣлиться равномѣрно по всѣмъ включеннымъ абонентамъ, и всѣ они будутъ слышать одинъ и тотъ же разговоръ абонента 1.

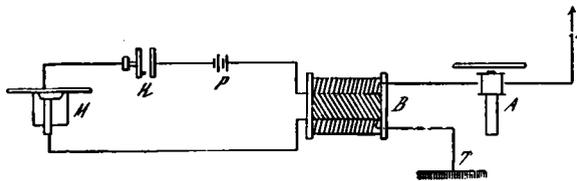


Фиг. 10.

Предварительно, когда абонентъ № 1 заявитъ желаніе говорить съ № 2, 3, 4, 5... одновременно, станція должна вызвать всѣхъ требуемыхъ аби-

нентовъ и предупредить ихъ объ этомъ, чтобы не было никакихъ звонковъ, прерывающихъ разговоръ.

Относительно общаго станціоннаго микрофона нужно сказать, что въ первыхъ системахъ коммутатора были отдѣльно микрофонъ и телефонъ, въ послѣднее же время ихъ соединили въ одну общую трубку, фиг. 10, причемъ посрединѣ трубки устроенъ контактъ, включающій по желанію разговорную батарею. Такое устройство весьма удобно, такъ какъ микрофонъ всегда находится въ одномъ и томъ же разстояніи отъ рта говорящей телефонистки, и потому звукъ со станціи къ абоненту имѣетъ всегда одну опредѣленную силу; кромѣ того циркуляція тока съ линіи L, фиг. 11, будетъ касаться только слухо-



Фиг. 11.

вого телефона А, микрофонъ же М будетъ выключенъ, ибо кнопка К не нажата; поэтому, когда телефонистка желаетъ только слушать разговоръ абонента, то кнопку не слѣдуетъ нажимать; когда же говорить со станціи, то необходимо нажать кнопку, и этимъ включить въ цѣпь микрофонъ и батарею. При такомъ устройствѣ батарея дольше сохраняется, а также является возможность слушать абонента, не мѣшая его разговорю.

Цѣна всего коммутатора Эриксона—700 рублей, и это сравнительно съ Гиллеландовымъ дешево, ибо коммутаторъ Эриксона рассчитывается на вдвое большее число абонентовъ. Но каждый имѣетъ свои преимущества и недостатки: коммутаторъ Гиллеланда замѣчательно простъ, всякое поврежденіе видно, и его можно устранить сейчасъ же, клапаны вызывные падаютъ съ большимъ шумомъ, затѣмъ контактовъ весьма мало, чего нельзя сказать про Эриксона, гдѣ такъ много всякихъ кнопокъ, пружининокъ и шнуровъ. Зато въ Эриксоновѣ работа со шнурами для телефонистки легче, вызовъ въ ночное время обезпеченъ звонкомъ, чрезвычайно легко убѣдиться, конченъ ли разговоръ абонентовъ; сверхъ того коммутаторъ Эриксона занимаетъ меньше мѣста, чѣмъ Гиллеландовъ, несмотря на то, что абонентовъ въ немъ вдвое больше. Если прибавить къ этому относительную дешевизну, а также красивую отдѣлку коммутатора Эриксона, то становится понятнымъ, почему у насъ въ Россіи теперь вводится съ успѣхомъ этотъ коммутаторъ, поставленный уже въ городахъ Николаевѣ, Elizavetgradѣ, Орлѣ, Тулѣ и Кременчугѣ.

Опытныя изслѣдованія трансформаторовъ переменнаго тока.

Изъ всѣхъ изслѣдованій трансформаторовъ переменнаго тока, произведенныхъ за послѣднее время, ни одно не можетъ сравниться по полнотѣ и точности съ изслѣдованіями Флеминга, результаты которыхъ были сообщены въ засѣданіи *Institution of Electrical Engineers* 24-го Ноября прошлаго года. Это сообщеніе напечатано въ № 101 журнала названнаго общества.

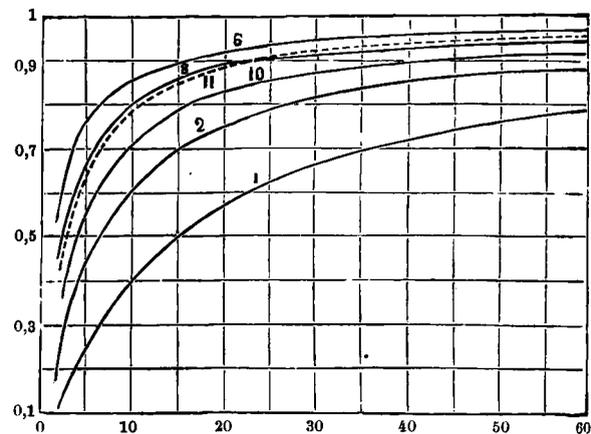
Обширная работа занимаетъ 92 страницы текста и сопровождается 50 отдѣльными чертежами, диаграммами и кривыми, для различныхъ типовъ трансформаторовъ, подвергшихся изслѣдованію; она заключаетъ въ себѣ множество весьма интересныхъ данныхъ относительно конструціи трансформаторовъ, условий ихъ работы, усовершенствованій, сдѣланныхъ въ устройствѣ этихъ приборовъ столь необходимыхъ при распредѣленіи электрической энергіи переменными токами, и намъ кажется нелишнимъ помѣстить на страницахъ нашего журнала изложеніе главныхъ результатовъ, отсылая къ оригинальной работѣ желающихъ ближе познакомиться съ деталями способовъ изложенія, или способовъ, употреблявшихся для регулированія приборовъ и т. д.

Всѣ изслѣдованія были произведены при разности потенциаловъ въ 2400 вольтъ. Число переменъ направленія тока мѣнялось отъ 83 до 88 разъ въ секунду. Такъ какъ нѣкоторые изъ испытанныхъ трансформаторовъ предназначались для токовъ со 100 переменами въ секунду, то нѣкоторые изъ полученныхъ данныхъ могутъ быть несовсѣмъ вѣрны.

Число испытанныхъ трансформаторовъ было одиннадцать именно:

1. Трансформаторъ Ферранти 5 силъ (3730 ваттъ) типъ 1885 г.
2. Трансформаторъ Ферранти 5 силъ (3730 ваттъ), типъ 1885 г., въ которомъ обѣ обмотки были перемотаны, причемъ длина проволоки въ обѣихъ удвоена.
3. Трансформаторъ Ферранти 15 силъ, типъ 1892 г.
4. Трансформаторъ Ферранти 15 силъ, типъ 1892 г.
5. Трансформаторъ Ферранти 20 силъ, типъ 1892 г.
6. Трансформаторъ Вестингауза 6500 ваттъ.
7. Трансформаторъ Мордей-Брешъ 6000 ваттъ.
8. Трансформаторъ Томсонъ-Гаустонъ 4500 ваттъ.
9. Трансформаторъ Каппа 4000 ваттъ.
10. Трансформаторъ Свинберна (Hedgehog) 3000 ваттъ.
11. Трансформаторъ (Hedgehog) 6000 ваттъ.

Въ нижеприведенной таблицѣ помѣщены главнѣйшія условія ихъ работы, а также результаты, полученные съ нѣкоторыми изъ приборовъ. Изъ этой таблицы легко видѣть



Фиг. 12.

свойства каждаго прибора и можно такимъ образомъ сравнивать ихъ между собой.

Мы вычертили кривыя (фиг. 12) отдачи нѣкоторыхъ наиболѣе интересныхъ трансформаторовъ, откладывая по оси

Главнѣйшія условія устройства и работы трансформаторовъ.

ЭЛЕМЕНТЫ.	Феранги 5 силъ (1885), съ новой обмоткой.	Феранги 20 силъ (1892).	Вестингаузъ.	Морлей- Брешъ.	Томсонъ Гаустонъ.	Г. Кашъ.	Свинбурнъ 3 киловат.	Свинбурнъ 6 киловат.
Номинальная мощность въ кил.в.	3,25	15	6,5	6	4,5	4	3	6
Число перемѣнъ тока въ секунду во время опыта.	81,6	82,7	82,5	82,9	82,1	82,1	82,3	83
Средняя температура послѣ опы- та въ град. Ц.	66	37	34	—	39	—	36	—
<i>Первичная цѣпь.</i>								
Спротивленіе въ горячемъ со- стояніи.	29,8	2,75	5,95	7,73	19,68	11,38	24	7,93
Сила тока при отсутствіи на- грузки	0,11	0,112	0,05	0,076	0,083	0,145	0,756	1,194
Сила тока при полной нагрузкѣ	1,741	6,500	2,775	2,668	1,93	1,75	3,163	3,659
Мощность, затрачиваемая при от- сутствіи нагрузки	235	230	95	148	116	152	121	151
Мощность, затрачиваемая при полной нагрузкѣ.	4301	15322	6598	6420	4695	4207	3163	6225
Потеря въ мѣдной проволоцѣ при полной нагрузкѣ ($r_1 I_1^2$) . . .	90	116	45,8	55	76	34,5	59	74
<i>Кажущаяся</i> мощность, затрати- ваемая при отсутствіи нагр. .	264	269	120	182	199	348	1816	2866
Power factor при отсутств. нагр.	0,88	0,86	0,79	0,81	0,58	0,61	0,07	0,053
» » » 10% »	1,0	1,0	1,00	0,98	1,0	0,85	0,22	0,25
» » » 20 »	1,0	1,0	1,00	1,00	1,0	0,92	0,37	0,44
» » » 50 »	1,0	1,0	1,00	1,00	1,0	1,00	0,65	0,71
» » » 100 »	1,0	0,98	1,00	1,00	1,0	1,00	0,84	0,86
<i>Вторичная цѣпь.</i>								
Спротивленіе въ горячемъ со- стояніи.	0,057	0,0061	0,0108	0,0163	0,019	0,024	0,051	0,01512
Разность потенциаловъ у зажи- мовъ при отсутствіи нагрузки	102,7	100,0	101,0	101,1	99,8	99,0	101,9	102
Разность потенциаловъ у зажи- мовъ при полной нагрузкѣ . .	98,4	97,9	98,6	99,2	96,5	97,1	98,6	99
Паденіе потенциала при полной нагрузкѣ	4,3	2,1	2,4	1,9	3,3	1,9	3,3	3
Сила тока	39,65	151,44	64,74	61,58	45,08	40,89	30,33	60,26
Полезная мощность	3902	14828	6384	6109	4439	3971	2991	5966
Потеря въ мѣдной проволоцѣ ($r_2 I_2^2$)	89,5	138	45,3	62	40	42	46,9	55
<i>Отдача (въ процентахъ).</i>								
Нагрузка 2,5% полной	28,8	62,0	61,8	52,1	49,1	39,5	39,3	48,4
» 5 »	44,5	76,6	75,9	67,6	65,4	56,5	56,2	65,2
» 10 »	61,4	86,5	85,7	81,0	78,8	72,3	71,7	79
» 20 »	75,6	92,6	91,9	88,5	87,8	83,8	82,9	88,2
» 40 »	85,5	95,6	95,1	92,7	92,9	90,4	89,8	93,7
» 60 »	89,0	96,5	96,3	94,2	94,2	92,6	92,2	95,5
» 80 »	90,2	96,8	96,8	94,9	95,0	99,8	93,2	96,1
» 100 »	90,8	96,6	96,9	95,4	94,7	94,2	93,5	96,1

абсциссы величины нагрузки вторичной цепи, а по оси ординат соответствующая отдача. Номера при кривых также, которыми обозначены трансформаторы, при перечислении их.

Эти кривые ясно показывают, насколько усовершенствовались устройства трансформаторов за последние шесть лет. Отдача первых трансформаторов Ферранти не превосходила 80% даже при полной нагрузке; в трансформаторах же последнего типа того же изобретателя, она превосходит 96%. Отдача при нагрузке, достигающей одной десятой полной, была не выше 40%, теперь же при этих условиях же равняется 85%. Наконец, потеря при замкнутой внешней цепи, играющая столь важную роль при практическом пользовании трансформаторами, достигала в 1885 году 14% полезной мощности, не превышает в новых пяти типах трансформаторов 2%. Не менее интересны цифры, касающиеся падения потенциала в вторичных зажимов в случае, когда, при постоянной разности потенциалов у первичных зажимов, меняется нагрузка от нуля до максимума. Это падение равняется приблизительно 2% в трансформаторах с хорошей отдачей и достигает 3 и 4% в плохих.

Но наиболее характеристичный факт, добытый исследованиями Флеминга, это — решительное превосходство трансформаторов с замкнутой магнитной цепью, над трансформаторами с цепью разомкнутой.

Несколько лет тому назад Свинбурн, став ревностным защитником разомкнутой цепи и построив новый тип трансформаторов, известный под именем «Hedgehog» (ёж), и надвигавший много шума в промышленном мире. По мнению Свинбура, эти трансформаторы, поглощающие при слабых нагрузках или при разомкнутой цепи меньше энергии, чем трансформаторы той же мощности с замкнутой магнитной цепью, и имеющие при полной нагрузке одинаковую с нами отдачу должны иметь и лучшую *сумочную* отдачу и тем способствовать увеличению коэффициента утилизации энергии центральной станции.

Это утверждение, бывшее совершенно верным несколько лет тому назад, когда еще не были известны новейшие работы по магнетизму, теперь уже не имеют значения. Достаточно взглянуть на таблицу или диаграмму, чтобы убедиться в этом. В отношении отдачи при слабой и полной нагрузке, в отношении падения потенциала при полной нагрузке, потребления энергии при разомкнутой вторичной цепи трансформатор «hodgehog» стоит ниже, чем современные типы трансформаторов той же мощности.

Кроме того, если принять во внимание еще отношение мощности, действительно поглощенной трансформатором, к соответствующей *кажущейся* мощности, названное Флемингом *power factor* (нагрузочный фактор), отношение, которое для совершенно синусоидальных токов равняется $\cos \phi$, где ϕ угол, на которой разнятся (по фазе) сила тока и разность потенциалов у зажимов ¹⁾, то можно заметить, что для трансформаторов с разомкнутой магнитной цепью, это отношение, будучи весьма малым, когда нагрузка равна нулю, остается всегда меньше 1 и никогда не превосходит 0,86 при полной нагрузке, тогда как в трансформаторах новейшей конструкции, с замкнутой магнитной цепью это отношение равняется 0,80—0,93, когда нагрузка нуль и достигает 1 сейчас же, как только нагрузка достигает ^{1/10} нормальной величины. Из этого следует, что при разомкнутой цепи первичный ток в трансформаторах с разомкнутой магнитной цепью гораздо сильнее, чем в трансформаторах с цепью замкнутой, а следовательно и соответствующая потеря в линии во втором случае больше. Поэтому и число магнитов в действии, необходимое, чтобы поддержать во внешней цепи требуемое напряжение, при слабой нагрузке, в этом случае будет больше. Чтобы помочь этому неудобству Свинбурн предложил поместить параллельно с первичною конденсатор, но до сих пор, кажется, это устройство нигде применено не было.

Чтобы показать явнее разницу в работе этих двух типов трансформаторов, рассмотрим следующий пример. Положим, что требуется передать 120 киловатт на конце линии, сопротивление которой 4 ома, употребим раз 20 трансформаторов Вестингауза с замкнутой магнитной

цепью, а другой раз 20 трансформаторов Свинбура с разомкнутой магнитной цепью. Положим долее, что на конце линии поддерживается постоянно разность потенциалов в 2400 вольт, и что разность потенциалов у зажимов альтернатора меняется в зависимости от потребления тока так, чтобы компенсировать потери в линии.

В ниже приводимой таблице собраны главнейшие данные относительно условий работы в обоих рассмотренных случаях:

	20 трансформаторов Вестингауза.	20 трансформаторов Свинбура.
<i>Без нагрузки.</i>		
Сила тока в амперах	1	24
Потери в линии в ваттах	4	2304
Потери в трансформаторах в ваттах	1900	3000
Вся доставляемая мощность	1904	5304
Число вольт у зажимов альтернатора	2494	2496
<i>При полной нагрузке.</i>		
Сила первичного тока	54	60
Потери в линии в ваттах	10400	14400
Трансформаторы	125000	125000
Вся доставляемая мощность	135400	139400
Число вольт у зажимов альтернатора	2604	2640

Заметим тут, что в таблице вовсе не фигурирует стоимость трансформаторов, которую необходимо знать, чтобы сравнить эти приборы во всех отношениях. Результаты исследований Флеминга совершенно устанавливают превосходство трансформаторов с замкнутой магнитной цепью и показывают, что хорошие трансформаторы в 5—10 киловатт, питаемые током с 80 переменными в секунду, работают при следующих средних условиях:

Сила первичного тока, когда нагрузка равна	0—3%	силы тока при полной нагрузке.
Мощность затрачиваемая, когда нагрузка равна	0—2%	всей мощности.
Падение потенциала при полной нагрузке	2%	
Отдача при нагрузке 0,1 полной	85%	
Отдача при нагрузке 0,5 полной	95%	
Отдача при нагрузке 1,0 полной	96%	
Потери в обмотках	2%	при полной нагрузке.
» » сердечник	2%	при всякой нагрузке.

Прибавим, что, так как, по исследованиям Флеминга, потеря в сердечник постоянна при всякой нагрузке, то, чтобы получить отдачу трансформатора, надо прибавить эту потерю к тем, которые зависят от сопротивлений обихих цепей, когда трансформатор работает с полной нагрузкой.

Флеминг оканчивает свою важную работу заявлением, что хороший ваттметр есть лучшей практической прибор из всех, которыми можно пользоваться при исследованиях трансформаторов, но только с каждым таким прибором нужно предварительно тщательно ознакомиться.

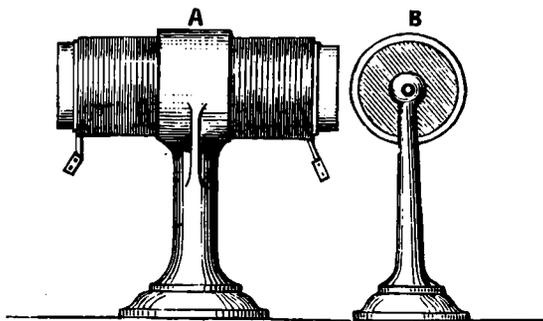
О несинхроническом двигателе Броуна для переменных токов.

Новый несинхронический двигатель Броуна, описанный в № 4 (стр. 52) нашего журнала за нынешний год, возбудил много толков в периодической электротехнической литературе. Как это обыкновенно бывает, появился ряд указаний на то, что принцип, на котором построен этот двигатель, давно известен. О притязаниях Французских инженеров Гютена и Лебана было нами замечено (loc. cit. стр. 56). После них Елигу Томсон указывал на то, что еще в 1888 году ему был выдан патент на дви-

¹⁾ См. Электр. 1893, стр. 159.

датель подобный Броуновскому, и что на выставкѣ въ Паркѣ въ 1889 году фигурировалъ небольшой двигатель такого типа его конструкции. Въ одномъ изъ мартовскихъ номеровъ американскаго «Electrical Engineer» описанъ двигатель Местона, представляющій весьма много подобія съ двигателемъ Броуна. Неудачность этихъ послѣднихъ двигателей Е. Томсонъ и Местонъ приписываютъ примѣнявшейся до сихъ поръ весьма высокой периодичности переменныхъ токовъ — отъ 125—150 переменъ въ секунду. Е. Томсонъ даже прямо говоритъ: «Я рѣшаюсь сказать, что если бы не высокое число переменъ, подобные двигатели давно были бы уже во всеобщемъ употребленіи». Не безинтересно будетъ также привести описаніе простаго, легко повторяемаго опыта, иллюстрирующаго принципъ подобныхъ двигателей и даннаго Е. Томсономъ въ его замѣткѣ въ «Electrical Engineer».

На фиг. 13 А изображаетъ катушку съ сердечникомъ



Фиг. 13.

изъ желѣзной проволоки, по обмоткѣ которой проходитъ переменный токъ, и которая образуетъ вблизи полюсовъ переменное магнитное поле. В изображаетъ колесо изъ желѣза, посаженное на ось и свободно вращающееся вокругъ нея. По ободу колеса одѣтъ обручикъ изъ мѣдной проволоки. Пропустимъ по обмоткѣ катушки переменный токъ и дадимъ въ какомъ либо направленіи толчекъ колесу В. Мы увидимъ, что скорость вращения колеса будетъ все увеличиваться, пока не будетъ достигнута опредѣленная предѣльная скорость, зависящая отъ числа переменъ тока въ единицу времени и отъ тренія колеса на его оси. Что направленіе вращения зависитъ исключительно отъ первоначальнаго толчка, можно легко доказать, если повернуть колесо во время его вращения на 180° вокругъ вертикальной оси; несмотря на поворотъ, колесо будетъ продолжать вращаться.

Не смотря на всеобщій интересъ, очевидно возбужденный этимъ новымъ двигателемъ, не было однако дано ни однимъ изъ писавшихъ о немъ рациональнаго объясненія причины его дѣйствія. Какъ наши читатели помнятъ, Броунъ прямо ссылается (loc. cit. стр. 53) на опытъ, какъ на основной стимулъ, подавшій ему идею двигателя, и вовсе не останавливается на объясненіи этого опыта. Первую, кажется, болѣе подробную попытку объясненія его далъ І. А. Кингдонъ въ статьѣ «Объясненіе гистерезисомъ Броунова двигателя съ переменными токами». (A Hysteresis theory of Brown's alternating Current Motor. Electrician, Мартъ 24, 1893); такъ какъ объясненіе имѣетъ довольно общій характеръ и примѣнимо ко многимъ другимъ вопросамъ, то мы и приведемъ его цѣликомъ.

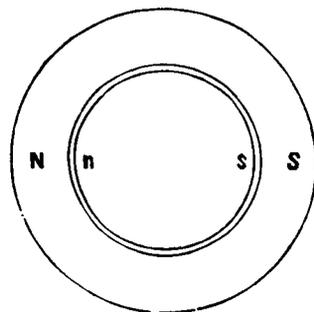
Всякіе вопросы, касающіеся переменныхъ токовъ въ связи съ индукціей, стараются рѣшить, исходя изъ положенія, что «вторичные токи находятся въ квадратурѣ по отношенію къ индуктирующему первичному току». Значеніе этого выраженія то, что мгновенная величина индуктировавшаго вторичнаго тока равна нулю въ тотъ моментъ, когда первичный токъ достигъ наибольшаго своего значенія, и наоборотъ, первая переходитъ чрезъ максимумъ, когда сила первичнаго равна нулю. Такъ какъ взаимодѣйствіе между токами въ квадратурѣ равно нулю, т. е. между ними не можетъ быть ни притяженія, ни отталкиванія, то для объясненія явленія, происходящаго въ действительности, прибѣ-

гаютъ къ помощи *самоиндукціи*, которая согласно этой теоріи производитъ смѣщеніе фазы вторичнаго, индуктированнаго тока и вызываетъ отталкивательное дѣйствіе между первичными и вторичными токами.

Но въ действительности вторичные токи вовсе не въ квадратурѣ по отношенію къ индуктирующему первичному току. Если мы не станемъ говорить о начальномъ неустановившемся еще токѣ, то придемъ къ убѣжденію, что вторичные токи весьма близко въ той же фазѣ, что и первичный токъ, но обратны по направленію. Это значитъ, что первичные и вторичные токи достигаютъ наибольшихъ и наименьшихъ своихъ величинъ одновременно. Истина этого положенія была доказана опытомъ, но для болѣе убѣдительности можно указать на то, что одинъ уже фактъ возможности «параллельнаго регулированія трансформаторовъ» доказываетъ это достаточно безъ необходимости какихъ бы то ни было опытовъ. Действительно будемъ рассуждать такъ: пусть первичная обмотка трансформатора соединена съ источникомъ переменнаго тока при постоянной разности потенциаловъ, тогда напряженіе на концахъ вторичной обмотки, (если не принимать въ расчетъ небольшого паденія его при полной нагрузкѣ) останется постояннымъ при всѣхъ величинахъ вторичнаго тока, отъ нуля до полной нагрузки. Отсюда слѣдуетъ, что наибольшая индукція, достигаемая желѣзномъ сердечникомъ есть величина постоянная, не зависящая отъ нагрузки. Но когда сила вторичнаго тока измѣняется отъ нуля до наибольшей величины, то первичный токъ растетъ отъ первоначальнаго своего значенія (силы безполезнаго тока, идущаго на намагничиваніе трансформатора) при разомкнутой вторичной цѣпи, до значенія въ 50—60 разъ большаго въ хорошемъ трансформаторѣ при полной нагрузкѣ. Если бы вторичный токъ былъ въ квадратурѣ относительно первичнаго, т. е. если бы величина его равнялась нулю, когда первичный достигъ максимума, то магнитная индукція сердечника значительно возросла бы, и напряженіе у зажимовъ вторичной обмотки повысилось бы. Въ действительности же постоянство этого напряженія показываетъ, что намагничивающее дѣйствіе наведеннаго вторичнаго тока равно и противоположно (опять-таки, если исключить силу тока, необходимую для первоначальнаго намагничиванія) намагничивающему дѣйствію первичнаго тока. Такимъ образомъ мы приходимъ къ заключенію, что вторичный токъ симметриченъ по фазѣ и противоположенъ по направленію току первичному.

Перейдемъ теперь къ самоиндукціи. Самоиндукція, по словамъ Кингдона, есть козель отпущенія, на котораго сваливаютъ вину всѣхъ темныхъ и непонятныхъ явленій. Относясь недоверчиво къ этому постоянному злоупотребленію самоиндукціей, Кингдонъ старается дать объясненіе двигателя Броуна, не прибѣгая къ ней.

Первое, что поражаетъ глазъ въ чертежахъ различныхъ типовъ двигателей (Электрич. стр. 54—56) это то, что за исключениемъ одного типа воздушный промежутокъ между якоремъ и кольцомъ вездѣ вводитъ равновѣрный, несмотря на то, что въ двигатель по самой конструкціи его возбуж-

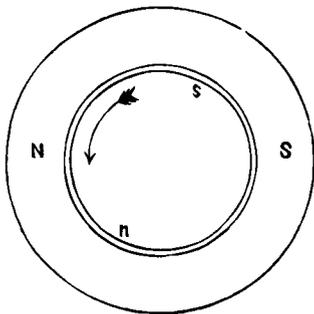


Фиг. 14.

дается не вращающаяся пара магнитныхъ полюсовъ, какъ въ двухфазномъ двигателѣ Феррариса-Тесла, но остающаяся всегда на томъ же мѣстѣ пара непрерывно мѣняющихся полярности полюсовъ. Когда двигатель въ покой, пропусканіе

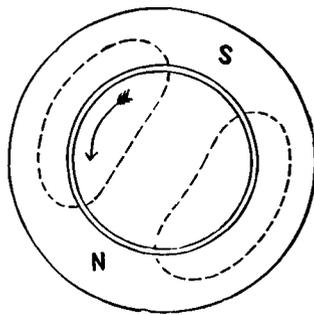
тока чрезь обмотку не вызывает никакого движения, несмотря на то, что въ обмоткѣ якоря возбуждаются сильные индуктированные токи. Если мы положимъ, что въ точкахъ N и S (фиг. 14) индуктирующей части появятся въ некоторый моментъ соответственно сѣверный и южный магнитный полюсы, то индуктированный въ якорѣ токъ будетъ стремиться возбудить въ *n* и *s* два полюса, стремящихся противодействовать магнетизму первичнаго тока, но болѣе слабые, чѣмъ полюсы N и S.

Теперь положимъ, что какимъ либо путемъ механическимъ или электрическимъ мы привели двигатель во вращенію; тогда тотчасъ же выступаютъ явленія гистерезиса и условія совершенно измѣняются. Явленія гистерезиса или магнитной вязкости слѣдующія: если кусокъ мягкаго желѣза намагнитить, то онъ удержитъ часть своего магнетизма даже тогда, когда сила намагничивающаго тока падетъ до нуля. Если вмѣсто того, чтобы ослабить намагничивающій токъ, мы увеличимъ магнитное сопротивленіе, напримѣръ, воздушнаго слоя между магнитомъ и сердечникомъ якоря, то вызовемъ то же явленіе. Въ двигателѣ Броуна воздушный промежутокъ вполнѣ равномеренъ, и потому явленія гистерезиса будутъ особенно рѣзки и выразятся, именно, въ томъ, что при движеніи якоря по направленію, указанному на фиг. 15 стрѣлкою, гистерезисъ желѣза сдвинетъ магнитное поле по направленію, указанному на чертежѣ.



Фиг. 15.

Итакъ мы получаемъ, что фаза вторичнаго тока совпадаетъ съ фазою первичнаго, что направленія ихъ различны и зависятъ отъ положенія результирующаго магнитнаго поля, искаженнаго движеніемъ якоря вслѣдствіе уже указанныхъ дѣйствій гистерезиса въ желѣзѣ. Результатомъ всего этого будетъ, что линія полюсовъ NS магнетизма возбужденнаго индуктированнымъ вторичнымъ токомъ не будетъ совпадать съ линіей полюсовъ NS первичнаго тока, а будетъ сдвинута на некоторый уголъ какъ показано на фиг. 16.



Фиг. 16.

Вторичные полюсы, будучи одноименны съ первичными, будутъ ими отталкиваться, но все же въ положеніи, изображенномъ на фиг. 16, якорь вслѣдствіе равновѣсія отталкивательныхъ силъ не придетъ въ движеніе, но будетъ находиться въ неустойчивомъ равновѣсіи. Какъ только толчекъ

данный якорю нарушитъ симметрію расположенія полюсовъ сейчасъ получится моментъ вращенія, направленіе котораго изображено стрѣлкою на фиг. 15 и 16. Не нужно также забывать, что даже при движеніи якоря вторичные полюсы остались бы по линіи первичныхъ NS, если бы не было сдвигенія магнитнаго поля вслѣдствіе гистерезиса.

Вторичные токи, возбужденные какой-либо одной магнитной волной и имѣющие полярность указанную на фиг. 14, стремясь ускорить движеніе, въ тоже время стремятся уменьшить сдвигеніе поля вслѣдствіе гистерезиса, или въ дѣйствительности дать ему сдвигеніе въ противоположномъ направленіи. Такимъ образомъ сдвигеніе магнитнаго поля въ дѣйствительности незначительно до тѣхъ поръ, пока первичный, а за нимъ и вторичный токъ не достигнутъ наименьшаго значенія, въ этотъ моментъ совокупное дѣйствіе гистерезиса желѣза и вращенія якоря произведутъ сдвигеніе поля въ родѣ изображеннаго на фиг. 15. Слѣдующая волна затѣмъ возбудитъ уже несимметричную полярность, а эта послѣдняя вызоветъ вращательный моментъ.

Когда сердечникъ неподвижной части и якоря совершенно правильны и не имѣютъ рубцовъ или вырѣзовъ для помѣщенія проволоки, то передвигенію магнитныхъ полюсовъ исключая дѣйствія гистерезиса не представляется значительнаго сопротивленія, и если даже скорость вращенія якоря достигла синхронизма, то все же нѣтъ значительнаго стремленія у якоря сохранить этотъ синхронизмъ вращенія. Если же вращающійся якорь имѣетъ зубцы или глубокіе вырѣзы, какъ напримѣръ, типы фиг. 3—5 стр. 53 «Электричества», то во вращающейся части явятся правильно расположенные полюсы, которые будутъ стремиться дойти до синхронизма съ числомъ перемѣнъ тока, питающаго электромагнитъ.

Изложенная теорія Кингдона, которую можно назвать «магнитной теоріей» двигателя Броуна, не смотря на свою простоту оставляетъ многое неяснымъ и допускаетъ много возраженій. Впрочемъ окончательное сужденіе о ней возможно только на основаніи какихъ либо специальныхъ повѣрочныхъ опытовъ, вообще же можно сказать, что, хотя гистерезисъ и играетъ несомнѣнную роль въ этихъ явленіяхъ, но повидимому правильнѣе разсматривать смѣщеніе фазъ, какъ слѣдствіе самоиндукціи цѣпи, въ которой возбуждаются вторичные токи. Въ этомъ смыслѣ вопросъ былъ разсмотрѣнъ и тереотически рѣшенъ гг. Гютенонъ и Лебланомъ*).

Они разсматриваютъ слѣдующій общій случай:

Дана машина, неподвижная часть которой состоитъ изъ $2n$ подобныхъ катушекъ, намотанныхъ попеременно въ противоположныхъ направленіяхъ и соединенныхъ послѣдовательно. Чрезъ обмотку этихъ $2n$ катушекъ пропускаютъ переменный токъ силы $J = A \sin 2\pi \frac{t}{T}$, который образуетъ $2n$ попеременно сѣверныхъ и южныхъ магнитныхъ полюсовъ, мѣняющихъ съ временемъ свой знакъ и силу. Подвижная часть якоря состоитъ изъ двухъ независимыхъ цѣпей, состоящихъ каждая тоже изъ ряда $2n$ катушекъ попеременно намотанныхъ въ противоположныхъ направленіяхъ; эти цѣпи замкнуты на себя или на реостаты и расположены перпендикулярно другъ къ другу, такъ что коэффициентъ взаимной индукціи ихъ равенъ нулю. На основаніи этихъ заданій и извѣстныхъ сопротивленій и коэффициентовъ самоиндукціи цѣпей французскіе авторы опредѣляли силы тока J_1 и J_2 въ двухъ вторичныхъ цѣпяхъ и работу W , производимую вращеніемъ якоря. Изслѣдованіе довольно сложныхъ формулъ, получающихся при разсмотрѣннѣи вопроса, показываетъ, что дѣйствіе переменнаго поля, возбужденнаго неподвижною цѣпью на обѣ подвижныя цѣпи совершенно подобно тому, которое произвели бы два постоянныхъ по силѣ и направленію магнитныхъ поля, вращающихся по кругу съ равною скоростью $v = \frac{1}{nT}$, но въ

противоположныхъ направленіяхъ — одно по движенію часовой стрѣлки, другое противъ направленія этого движенія. Выраженіе для работы W имѣетъ видъ $W = A(B - C)$, гдѣ B становится равнымъ C , а слѣдовательно $W = 0$, при углѣ поворота $\Omega = 0$, т. е. въ моментъ пуска въ ходъ

*) Lumière électrique т. XI, стр. 419.

двигателя. По мѣрѣ увеличенія скорости V растетъ, C уменьшается, слѣдовательно W увеличивается до нѣкотораго предѣла, когда

$$\Omega = \frac{1}{n} \left(\frac{1}{T} - \frac{c}{2\pi\Delta} \right)$$

гдѣ c и Δ — сопротивление и коэффициентъ самоиндукціи каждой изъ двухъ цѣпей якоря.

Затѣмъ по мѣрѣ увеличенія Ω величина B , а слѣдовательно и W , уменьшается и дѣлается равной нулю, когда

$$\frac{1}{T} = n\Omega$$

т. е. достигнуть синхронизма, и затѣмъ дѣлается величиной отрицательной, т. е. якорь уже не отдаетъ работу, а поглощаетъ ее, дѣйствуя не какъ двигатель, а какъ генераторъ тока. Если мы отложимъ по оси абсциссъ скорости Ω , а по оси ординатъ вытекающую для Ω изъ формулы величину W , то получимъ кривую, которая есть характерная кривая для всѣхъ двигателей типа двигателя Броуна. Интересно, что результаты, данные двигателемъ Броуна вполне подтвердили видъ этой кривой, полученной изъ чисто теоретическихъ соображеній. Ввиду измѣняемости W въ зависимости отъ Ω , Гютенъ и Лебанъ предлагали пользоваться двумя первичными обмотками, по которымъ проходили бы два переменные тока, смѣщенные по фазѣ; результатомъ этого былъ бы кромѣ переменнаго момента, зависящаго отъ скорости, еще и нѣкоторый постоянный моментъ вращенія, отъ Ω независимый. Французскіе ученые не повѣрили на опытъ правильности своихъ соображеній, и поэтому все же заслуга первой конструкціи практическаго несинхроничнаго двигателя для однофазнаго переменнаго тока принадлежитъ всецѣло Броуну.

Вычисленіе числа аккумуляторовъ необходимыхъ для эксплуатаціи центральной станціи.

Ст. А. Палаза.

По мѣрѣ того, какъ увеличивается число центральныхъ станцій и расширяется ихъ дѣятельность, увеличивается и число случаевъ, гдѣ примѣняются аккумуляторы. Они главнымъ образомъ примѣняются на тѣхъ станціяхъ, которыя распределяютъ свою энергію по системѣ постоянного тока, и для которыхъ важно вполне обезпечить правильность работы. Вычисленіе необходимой батареи довольно сложно, если хотять съ точностью опредѣлить число элементовъ, позволяющее самымъ экономическимъ способомъ удовлетворить требованіямъ эксплуатаціи. Поэтому велишнее будетъ возложить здѣсь детали вычисленій батареи аккумуляторовъ для центральной станціи.

I.

Прежде всего надо знать:

1. Кривую потребления въ тотъ день года, когда нагрузка цѣпи бываетъ наибольшая.
2. Напряжение тока у зажимовъ потребляющихъ его приборовъ.
3. Потерю въ сѣти.
4. Отдачу аккумуляторовъ.
5. Продолжительность дѣйствія динамомашинъ при нормальной работѣ станціи въ день наибольшей нагрузки.

Относительно первого и послѣдняго пункта надо замѣтить слѣдующее:

Кривая потребления во дни наибольшей нагрузки значительно мѣняется для разныхъ городовъ. Ея форма прежде всего зависитъ отъ мѣстныхъ причинъ. Далѣе, кривая потребления центральныхъ станцій настоящаго времени не могутъ быть примѣнимы уже въ самомъ ближайшемъ будущемъ, такъ какъ число кліентовъ постоянно увеличивается, а вмѣстѣ съ тѣмъ мѣняется и характеръ потребления. Въ

этомъ отношеніи кривыя потребление газа съ газовыхъ заводовъ болѣе пригодны, если только дѣло идетъ о проектировании станціи, которой предстоитъ постепенное и значительное расширение.

Что касается времени, въ теченіи котораго, при нормальной работѣ станціи, дѣйствуютъ непрерывно динамомашины въ дни наибольшаго потребления, то это время можно предположить равнымъ 24 или 12 часамъ. Во второмъ случаѣ число рабочихъ въ смѣнѣ можетъ быть меньше, и это иногда бываетъ выгодно, но съ другой стороны работоспособность машинъ должна быть больше. Въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ надо подробно рассмотретьъ этотъ вопросъ.

Способъ вычисленій, изложенный здѣсь, принадлежитъ Шредеру *) инженеру аккумуляторной фабрики въ Гагенѣ (система Тюдоръ). Эти вычисленія основаны на кривой потребления, изображенной на фиг. 17. Данныя распределительной сѣти и работы станціи, слѣдующія:

Въ сѣти принята трехпроводная система (сѣть дѣлится на двѣ половины).

Напряжение въ сѣти (потребляющихъ приборовъ) дважды 110 вольтъ.

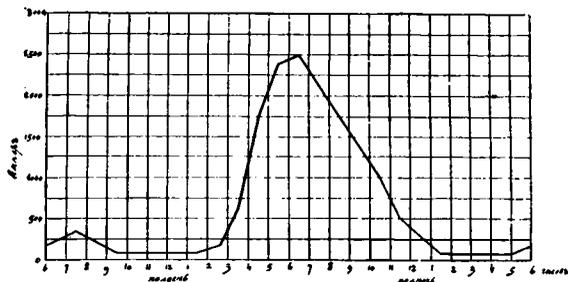
Напряжение доставляемаго машинами тока (максимальнаго) дважды 120 вольтъ.

Потера напряжения въ каждомъ вѣтшнемъ проводникѣ (максимальное) 10 вольтъ.

Продолжительность дѣйствія динамомашинъ при нормальной работѣ станціи (при наибольшемъ потребленіи) 24 часа.

Вся задача сводится къ вычисленію полезной емкости батарей и наибольшей силы тока при разрядженіи этой батареи. Для рѣшенія задачи поступаютъ слѣдующимъ образомъ:

Кривая (фиг. 17) показываетъ, что наибольшее потреб-



Фиг. 17.

леніе тока доходитъ до 2500 амперъ въ каждой половинѣ сѣти. слѣдовательно сѣть можетъ питать 10000 16-ти свѣчныхъ лампъ (0,5 ампера на каждыя двѣ, соединенныя послѣдовательно). Такъ какъ потеря должна равняться 10 вольтамъ при 2500 амперахъ, то легко вычислить напряжение, подъ которымъ должны давать токъ машины въ каждый моментъ дня, замѣтивъ только, что потеря пропорціональна силѣ тока. Напримѣръ, въ половинѣ четвертаго, когда сила тока равняется 625 амперамъ, соответствующая потеря

будетъ $\frac{625}{2500} \times 10 = 2,5$ вольтъ и соответствующая этому производимая мощность будетъ $625 \times 112,5 = 70312,5$ ваттъ для половины сѣти.

Вычисляя подобнымъ образомъ производимую мощность для каждаго момента дня и откладывая величины ея по ординатамъ, получаемъ кривую (фиг. 18). На чертежѣ справа помѣщена шкала ваттъ. Площадь, ограниченная этой кривой, осью времени и двумя крайними ординатами, представляетъ все количество энергіи, доставленное станціей въ сѣть. Эта площадь опредѣляется очень легко при помощи планиметра. Въ нашемъ случаѣ она представляетъ работу равную 1890308 ваттъ-часовъ.

Но это количество энергіи, часть которой доставляется аккумуляторами, не соответствуетъ точно работѣ, произведенной динамомашинами. Это послѣдняя должна быть больше,

*) Elektrotechnische Zeitschrift 1891, 1892.

так как некоторая работа идет еще на компенсацию потери в аккумуляторах. Чтобы точно вычислить эту потерю, нужно знать размеры батарей. Чтобы определить эти размеры надо, пользоваться методом последовательных приближений.

Обозначим через:

W' все количество энергии (в ватт-часах), доставляемое в сеть аккумуляторами и динамомашинами,
 w' количество энергии, доставляемое одними аккумуляторами (тоже в ватт-часах),

W все количество энергии, развиваемое динамомашинами в продолжении 24 часовъ,

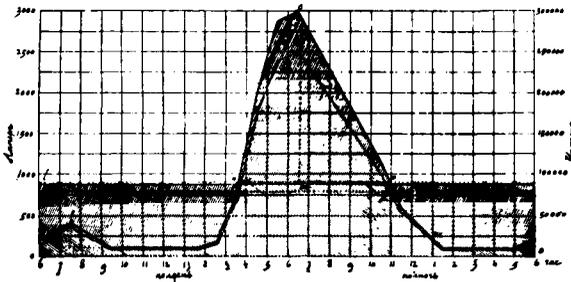
P мощность динамомашинъ (в ваттахъ), соответствующую нормальной работѣ впродолжение 24 часовъ.

Допустим среднюю отдачу аккумуляторовъ (в ватт-часахъ) равную 75%. При этихъ условіяхъ необходимо запасти в нихъ количество энергии равное $\frac{w'}{0,75}$ для того, чтобы аккумуляторы возвратили количество w' . Следовательно потеря в аккумуляторахъ равняется

$$\frac{w'}{0,75} - w' = \frac{w'}{3}.$$

Отсюда

$$W = W' + \frac{w'}{3}$$



Фиг. 18.

Графикъ фиг. 18 дастъ величину W' , положимъ, что оно равняется 1890308 ватт-часовъ. Уравненіе (1) заключаетъ два неизвѣстныхъ W и w' , которыя мы можемъ найти, пользуясь графикомъ помощью последовательныхъ приближеній.

Предположимъ сначала, что в аккумуляторахъ нѣтъ никакой потери, что даетъ, какъ первое приближеніе

$$W_1 = W.$$

Слѣдовательно

$$W_1 = 1890308$$

и

$$P_1 = \frac{W_1}{24} = \frac{1890308}{24} = 78763 \text{ ватта.}$$

Эта величина P на фиг. 2 даетъ прямую, пересекающую кривую ваттовъ въ точкахъ f и g . Площадь fcg представляетъ, какъ первое приближеніе, количество энергии, доставляемое аккумуляторами. Такимъ образомъ находимъ

$$w'_2 = 963277.$$

Отсюда

$$W_2 = 1890308 + \frac{963277}{3} = 2211400$$

и

$$P_2 = \frac{W_2}{24} = \frac{2211400}{24} = 92142.$$

Эта величина P даетъ прямую lm , проведенную отдѣльными штрихами, которая площадью nco даетъ новое приближеніе для w' равное $w'_3 = 859308$.

Далѣе

$$W_3 = W' + \frac{w'_3}{3} = 1890308 + \frac{859308}{3} = 2176744$$

$$P_3 = \frac{w_3}{24} = \frac{2176744}{24} = 90698,$$

что даетъ прямую pr , соответствующую площади rcs ¹⁾, и величину

$$w'_4 = 870901.$$

Слѣдовательно для количества энергии, доставляемаго аккумуляторами w' , последовательно имѣемъ слѣдующія величины.

$$w'_2 = 963277, w'_3 = 859308, w'_4 = 870901.$$

Истинная величина w' должна лежать между w'_2 и w'_3 , затѣмъ между w'_3 и w'_4 , между w'_4 и w'_5 и т. д. Дѣйствительно, чтобы вычислить w'_2 , мы допустили, что в аккумуляторахъ потеря равняется нулю, что даетъ слишкомъ малую величину мощности P_2 для машинъ. Слѣдовательно линия fg идетъ слишкомъ низко, и поверхность fcg , равная w'_2 , слишкомъ велика. Затѣмъ вычисляютъ P_3 , принимая w'_2 слишкомъ большимъ; получается величина P_3 больше истинной, прямая lm идетъ слишкомъ высоко, и площадь nco , равная w_3 слишкомъ мала и т. д. Слѣдовательно поочередно получаютъ величины w' или слишкомъ большія, или слишкомъ малыя.

Допуская, что разности последовательныхъ величинъ w' пропорціональны, можно написать

$$\frac{w'_2 - w'_3}{w'_4 - w'_3} = \frac{w'_4 - w'_3}{w'_4 - w'_5},$$

откуда

$$w'_4 - w'_5 = \frac{(w'_4 - w'_3)^2}{w'_2 - w'_3}$$

Такимъ образомъ получаемъ:

$$w'_4 - w'_5 = 1293,$$

откуда

$$w'_5 = w'_4 - 1293 = 869608$$

и

$$w_5 = 1890308 + \frac{869608}{3} = 2180175$$

$$P_5 = \frac{2180175}{24} = 90841$$

Такъ какъ разности между P_4 и P_5 слишкомъ малы, чтобы ихъ можно было изобразить на чертежѣ нашего масштаба, то можно принять эти величины за окончательныя, слѣдовательно имѣли:

$$W' = 869608 \text{ ватт-часовъ}$$

$$W = 2180175 \text{ »}$$

$$P = 90841 \text{ ватт.}$$

На фигурѣ 18, сильно заштрихованная площадь nco представляетъ величину w' . Часть, слабо заштрихованная линиями, идущими слѣва на право представляетъ количество энергии, доставляемое в сеть непосредственно динамомашинами. Часть, слабо заштрихованная линиями, идущими справа на лѣво, представляетъ количество энергии, доставляемое динамомашинными аккумуляторами. Такъ какъ динамомашинныя дали 2180175 ватт-часовъ, а сеть получила 1890308 ватт-часовъ, то отдача станціи равняется $\frac{1890308}{2100175} = 0,87$. Слѣдовательно потеря в аккумуляторахъ не превышаетъ 13% всей энергии, производимой машинами.

Всѣ предыдущія вычисленія можно значительно упростить и сдѣлать очень быстрыми. Мы нашли, что потеря в аккумуляторахъ равняется 13% всей энергии, производимой динамомашинными. Изъ вычисленій Шредера для многихъ сѣтей слѣдуетъ, что эта потеря вообще мѣняется мало: отъ 11,5% (Берлинъ) до 13%. Слѣдовательно можно, какъ первое приближеніе, допустить потерю в 11,5%, вмѣсто того чтобы считать ее равной нулю, какъ это мы дѣлали выше. При такомъ приемѣ сразу получаемъ $W_1 = W' + 0,115 W'$, такъ что точная величина w' уже получается, какъ первое приближеніе.

1) Точка s должна находиться на кривой nc , между g и o , на прямой pr .

Наши вычисления рѣшаютъ болѣе общій вопросъ. Легко вычислить элементы сѣти для питанія болѣе или менѣе значительнаго числа лампъ, предполагая, что форма кривой потребления не мѣняется, — основываясь на результатахъ, полученныхъ для передѣленнаго числа лампъ.



Фиг. 20.

Ввиду легкости вычислений нѣтъ надобности излагать ихъ здѣсь; мы приведемъ лишь окончательныя формулы. Называя черезъ

- N —число лампъ (въ 16 свѣчей)
 p —энергію, потребляемую каждой лампой (въ ваттахъ)
 E —напряжение тока у зажимовъ лампъ
 ΔE —потеря напряжения вдоль проводниковъ
 C —емкость аккумуляторовъ (въ амперъ-часахъ)
 I —максимумъ силы разряднаго тока (въ амперахъ)
 e —напряжение аккумуляторовъ въ ваттахъ
 P —мощность динамомашинъ въ вольтахъ

получимъ слѣдующія соотношенія между двумя различными системами данныхъ сѣти, причемъ для одного случая коэффициенты эти снабжены знаками:

$$\frac{P'}{P} = \frac{N' \cdot p' \cdot E (E' + \Delta E')}{N \cdot p \cdot E (E + \Delta E)}$$

$$\frac{C'}{C} = \frac{N' p' E'}{N p E}$$

$$\frac{I'}{I} = \frac{N' p' E'}{N p E}$$

$$e' = 2 (E' + \Delta E')$$

Благодаря существованію этихъ формулъ для перехода отъ одного случая къ другому, предыдущіе результаты имѣютъ несомнѣнно большое значеніе для практики, такъ какъ они позволяютъ съ большою легкостью опредѣлить элементы великой аккумуляторной установки, основанной на кривой потребления, изображенной на фиг. 19.

Достаточно вспомнить величины принятыя для коэффициентовъ этихъ формулъ. Эти величины суть

$$N = 10000 \quad P = 224374 \quad E = 110 \\ \Delta E = 10 \quad p = 55 \quad C = 6833 \quad I = 1563 \\ e = 240.$$

Сдѣлаемъ для примѣра вычисленіе для сѣти въ 5000 лампъ (N'), при напряженіи въ 105 вольтъ (E') и потери въ 12,5 вольтъ ($\Delta E'$), причемъ пусть каждая лампа потребляетъ 50 ваттъ (p').

Изъ предыдущихъ формулъ получаемъ непосредственно:

$$P' = 167390 \text{ ваттовъ} \\ C' = 5206 \text{ амперъ-часовъ} \\ I' = 1191 \text{ амперъ} \\ e = 2(105 + 12,5) = 235 \text{ вольтъ.}$$

Но, пока мы не ввели въ разсужденіе кривую потребления энергіи, станціи, эти результаты надо разсматривать лишь, какъ первое приближеніе, такъ какъ они основаны на кривой фиг. 19, и въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ надо удостовѣриться, насколько эта кривая удовлетворяетъ мѣстнымъ условіямъ. Если желательно имѣть при проектированіи станціи болѣеую точность, надо произвести детальныя вычисленія для даннаго числа лампъ, основываясь на болѣе вѣроятной для даннаго мѣста кривой потребления; затѣмъ уже число лампъ можно мѣнять и вычислять по предыдущимъ формуламъ.

Исслѣдованія надъ лампами накаливанія съ промышленной точки зрѣнія.

Изъ докладовъ К. Геринга и Тоунлен.

На одномъ изъ послѣднихъ засѣданій Американскаго Института Электротехниковъ Карлъ Герингъ, пользуясь тѣми свѣдѣніями относительно лампъ накаливанія американскаго производства, какія изложилъ проф. Томасъ въ своемъ сообщеніи тому же Институту сдѣлалъ весьма интересные выводы относительно наиболѣе экономичной долговѣчности лампъ накаливанія.

О. Кинэнъ указалъ слѣдующій весьма основательный способъ для опредѣленія наимыгоднѣйшей долговѣчности лампъ: надо высчитать: 1) полное количество свѣта въ свѣчахъ-часахъ, доставленное лампой съ того времени, какъ ее зажгли первый разъ, для каждаго часа ея службы; 2) точно также для каждаго часа службы полную стоимость этого свѣта, т. е. первоначальную стоимость лампы вмѣстѣ съ расходомъ на всю затраченную на лампу энергію съ того времени, какъ ее зажгли первый разъ, и до даннаго часа. Затѣмъ, вторые результаты раздѣлимъ на первые для каждаго часа службы и тогда получимъ среднюю стоимость свѣчи-часа свѣта лампы съ начала службы лампы и до даннаго часа. Наименьшее изъ этихъ частныхъ укажетъ, очевидно, наимыгоднѣйшую продолжительность службы лампъ исслѣдованнаго типа.

Такой способъ расчета, очевидно, будетъ самымъ рациональнымъ и самымъ точнымъ; при немъ не принимаются во вниманіе только проценты на стоимость лампы и энергіи, которые, очевидно, представляютъ весьма незначительную величину¹⁾. Этотъ способъ основывается на дѣйствительной стоимости энергіи и на количествѣ дѣйствительно произведеннаго лампой свѣта (т. е. принимается въ расчетъ вліяніе чернаго налета на колпакѣ лампы и пониженіе ея полезнаго дѣйствія). Слѣдовательно результаты, какіе даетъ этотъ способъ, представляютъ мало значенія въ тѣхъ случаяхъ, когда одинъ изъ этихъ факторовъ или оба они не имѣютъ большой важности.

Такъ какъ было бы очень мѣшкотно производить упомянутыя вычисленія для каждаго часа, то можно довольствоваться для практическихъ цѣлей вычисленіями для каждаго сотни часовъ. Изъ данныхъ, сообщенныхъ проф. Томасомъ, получается слѣдующій средней расходъ энергіи въ ваттахъ на свѣчу для 13 различныхъ типовъ лампъ въ различные періоды ихъ службы.

Послѣ 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200 часовъ дѣйствія расходуется на 1 свѣчу 4,2, 4,5, 4,8, 5,0, 5,3, 5,6, 5,9, 6,3, 6,6, 6,8, 6,8, 7,0, 7,0 ваттовъ. Вычисливъ отсюда полное число киловаттовъ-часовъ на свѣчу, израсходованное на лампу до даннаго періода службы, получимъ кривую *a*, фиг. 21. Умноживъ результаты на стоимость киловатта-часа энергіи, которую Герингъ принимаетъ въ 15 центовъ (около 30 коп.), получаемъ кривую *b*. Прибавивъ сюда первоначальную стоимость лампы на свѣчу, получаемъ кривую *c*, которая, очевидно, будетъ параллельна кривой *b*. Кривая *d* представляетъ полное число свѣчей-часовъ, доставленное лампой въ различные періоды съ самаго начала; эта линія будетъ очевидно прямою.

Для вычисленія наимыгоднѣйшей долговѣчности лампы нужны кривыя *c* и *d*. На практикѣ этихъ кривыхъ, конечно, можно не вычерчивать, — здѣсь ознъ приведены только для ясности. Надобно дѣлать каждую ординату кривой *c* на соответствующую ординату кривой *d*, и въ результатѣ получимъ искомую кривую *e*, которая представляетъ среднюю стоимость свѣчи-часа свѣта за все время службы до даннаго часа горѣнія.

Займемся теперь подробнымъ исслѣдованіемъ этой кривой *e* и остановимся на нѣсколькихъ интересныхъ выводахъ, которые доставитъ намъ эта кривая. Точка минимума этой кривой лежитъ у 400 часовъ; это означаетъ, что по истеченіи 400 часовъ свѣтъ лампы за все время службы бываетъ самый дешевый; если лампы продолжаютъ служить и послѣ 400 часовъ, то средняя стоимость свѣта снова начи-

¹⁾ За исключеніемъ случая лампы, зажигаемой рѣдко. *Ред.*

вает увеличиваться. Таким образом кривая *e* показывает, что выгоднее всего бросать лампы накаливания послѣ 400 часовъ дѣйствія и ставить новыя. Очевидно, что въ тѣхъ случаяхъ, когда сила свѣта не имѣетъ большаго значенія, а надо экономить въ расходахъ на возобновленіе лампъ, ихъ слѣдуетъ оставлять горѣть до тѣхъ поръ, пока не придутъ въ негодность сами собой.

Здѣсь принято, что энергія обходится 15 центовъ за киловаттъ; эта цифра представляетъ (въ Америкѣ) приблизительно стоимость энергіи, доставляемой центральными станціями постоянного тока при 110 вольтахъ, когда установка заключаетъ въ себѣ около 500 лампъ. Лампа стоитъ по предположенію 45 центовъ (90 коп.).

мала, то практически безразлично, будутъ ли перемѣнять лампы послѣ 300, 400 или 500 часовъ дѣйствія. Съ перваго взгляда можетъ показаться, что при перемѣнахъ лампъ послѣ 300 часовъ дѣйствія свѣтъ будетъ дороже, чѣмъ при перемѣнахъ послѣ 500 часовъ, но кривая *e* показываетъ, что это не такъ; объясняется это тѣмъ, что при дѣйствіи до 500 часовъ для полученія опредѣленнаго количества свѣта требуется больше лампъ вслѣдствіе уменьшенія ихъ силы свѣта. Конечно, на практикѣ разница въ свѣтѣ будетъ не такъ ощутительна, какъ разница въ расходахъ на лампы, а потому ихъ будутъ перемѣнять послѣ 500 часовъ дѣйствія.

Если бы идеальная лампа, которая остается постоянной по дѣйствію, стоила 5,75 долларовъ (11 р. 50 к.), то она доставляла бы въ теченіи 1200 часовъ такой же дешевой свѣтъ, какъ и существующія лампы, а въ теченіи слѣдующихъ 1200 часовъ ея свѣтъ былъ бы дешевле, чѣмъ у другихъ лампъ. Идеальная лампа, сравниваемая съ обыкновенными при 400 часахъ, а не при 1200, могла бы стоить 75 центовъ и послѣ этихъ 400 часовъ она была бы гораздо экономичнѣе послѣднихъ. Эти выводы показываютъ, какое важное значеніе въ экономическомъ отношеніи представляетъ лампа, которая остается постоянной по дѣйствію.

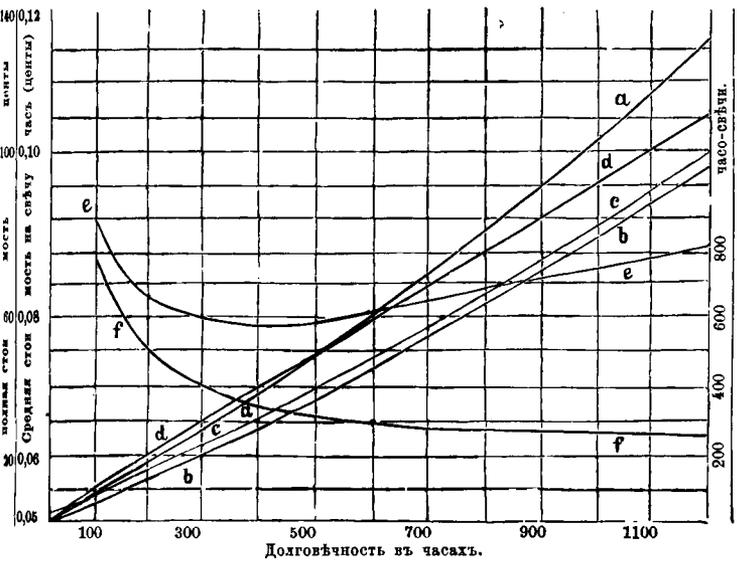
Второй рядъ кривыхъ на фиг. 22 показываетъ вліяніе стоимости лампъ и энергіи. Кривая *e* соответствуетъ тѣмъ же условіямъ, какъ и прежде (лампа — 45 центовъ, киловаттъ энергіи — 15 центовъ). Для кривыхъ *g* и *h* стоимость лампы принята въ 55 и 35 центовъ соответственно; для разницы въ цѣнѣ на 10 центовъ точка минимума перемѣщается приблизительно на 50 часовъ въ ту или другую сторону, т. е. на 2½%. Поэтому стоимость лампы оказываетъ сравнительно небольшое вліяніе на наивыгоднѣйшую долговѣчность лампы. Вообще на стоимость свѣта она оказываетъ при 400 часахъ службы больше вліянія, чѣмъ при 1200 часахъ.

Кривыя *i* и *k* соответствуютъ одной и той же цѣнѣ лампъ (45 центовъ) и стоимости энергіи соответственно въ 20 и 10 центовъ. Онѣ показываютъ, что разница въ послѣдней на 5 центовъ передвигаетъ точку минимума приблизительно на 100 часовъ въ ту или другую сторону относительно кривой *e*. Съ увеличеніемъ стоимости энергіи кривизна кривой около точки минимума увеличивается, т. е. положеніе этой точки дѣлается болѣе опредѣленнымъ. Слѣдовательно при дорогой энергіи гораздо важнѣе бываетъ мѣнять лампы раньше. Для дешевой энергіи у дешевыхъ лампъ положеніе точки минимума относительно времени остается у всѣхъ кривыхъ почти такое же, какъ и у *e*.

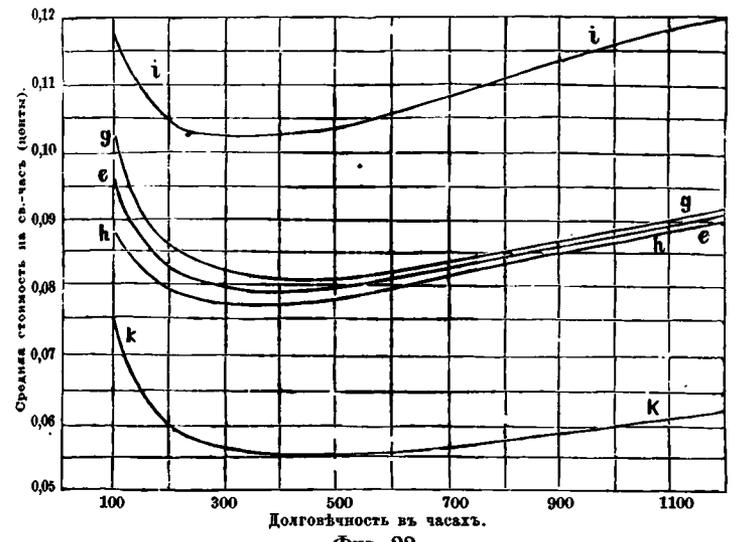
Такимъ образомъ получаемъ слѣдующіе выводы: 1) даже при довольно широкихъ предѣлахъ перемѣнъ въ условіяхъ относительно стоимости лампъ и энергіи наивыгоднѣйшая долговѣчность остается между 300 и 500 часами; 2) вліяніе стоимости энергіи гораздо важнѣе вліянія стоимости лампъ; 3) измѣненія стоимости свѣта незначительны, когда лампы мѣняютъ послѣ 300, 400 или 500 часовъ дѣйствія, но за этими предѣлами разницы становятся замѣтными.

Самое важное слѣдствіе, какое вытекаетъ изъ этихъ выводовъ, заключается повидимому въ томъ, что лампы было-бы выгоднѣе накаливать сильнѣе, чѣмъ принято, въ ущербъ ихъ долговѣчности; это будетъ выгодно для потребителей и для центральныхъ станцій: первые будутъ получать свѣтъ лучше и дешевле, а вторыя получатъ возможность увеличить число питаемыхъ лампъ или будутъ питать то же самое число лампъ при значительно меньшемъ сѣченіи проводовъ.

Очевидно, нѣтъ смысла заботиться о слишкомъ большой долговѣчности лампъ; теперешнія лампы, можно сказать, долговѣчны болѣе, чѣмъ достаточно. На практикѣ, можетъ быть, лучше всего будетъ мѣнять лампы тогда, когда замѣтно уменьшится сила ихъ свѣта. Что касается до вопроса, каково полезное дѣйствіе



Фиг. 21.



Фиг. 22.

Если представить себѣ идеальную лампу, стоящую 48 центовъ, расходующую 4 ватта и не портящуюся ни въ какомъ отношеніи, то получимъ кривую *f*, у которой точки минимума не будетъ, и свѣтъ будетъ тѣмъ дешевле, чѣмъ долговѣчнѣе лампа; послѣ нѣсколькихъ часовъ дѣйствія стоимость будетъ уменьшаться очень медленно.

Кривая *e* пересѣкаетъ линію 0,09 (цента) въ двухъ точкахъ: приблизительно при 130 и 1200 часахъ; это показываетъ, что стоимость свѣта будетъ одинакова, перегоритъ-ли лампа при 130 или при 1200 часахъ. Такъ какъ около точки минимума кривизна у *e* очень

лампы при невыгоднѣйшей долговѣчности, отвѣтъ на него можно найти для лампы *американскаго* производства въ сообщеніи Тоунлея на одномъ изъ послѣднихъ засѣданій National Electric Light Association въ Сентъ-Луи. Лекторъ приводитъ слѣдующія формулы, выражающія зависимость между часами долговѣчности L и ваттами на свѣчу E —

Для лампы Sawyer-Man'a по изслѣдованіямъ Франка Смита

$$L=3,742 E^{5,73}$$

Для лампы Вестингоуза съ пробкой (см. «Электричество», № 4) по изслѣдованіямъ того же экспериментатора

$$L=5,44 E^{5,684}$$

Для лампы Эдисона по даннымъ Ховела

$$L=1,052 E^{4,453}$$

Надо впрочемъ замѣтить, что эти формулы выведены изъ лабораторныхъ испытаній, при которыхъ напряжение поддерживалось болѣе постояннымъ, чѣмъ это бываетъ обыкновенно на практикѣ при освѣщеніи изъ центральныхъ станцій, а потому для того, чтобы перейти къ промышленнымъ условіямъ, въ эти выраженія надо ввести членъ, зависящій отъ переѣннаго напряжения. Вообще можно принять, что колебанія послѣднего, при надлежащей внимательности въ регулированіи эквивалентны 3% постояннаго избытка напряженія.

Въ своемъ сообщеніи Тоунлей занимается вопросомъ о томъ, при какихъ условіяхъ освѣщеніе накаливаніемъ окажется невыгоднѣйшимъ, если предположить, что въ извѣстную часть для центральная станція питаетъ наибольшее количество лампъ, какое она въ состояніи питать. При этомъ за единицу онъ беретъ 16-свѣчевую лампу-часъ. Прибыль P будетъ равняться разности стоимости c и продажной цѣны v лампы-часа, умноженной на число проданныхъ лампъ-часовъ, т. е.

$$P = (v - c) \frac{S}{W},$$

гдѣ S — работа станціи въ ваттахъ-часахъ за время, для какого рассчитывается прибыль, а W — ватты, требуемые для лампы. Кромѣ того

$$c = \frac{l}{L} + \frac{g}{1000} W,$$

гдѣ l — стоимость лампы въ центахъ, а g — стоимость киловатта энергіи. Если подставить сюда выраженіе для L въ зависимости отъ E (для 16-свѣчевой лампы $E = \frac{W}{16}$) и затѣмъ подставить полученное выраженіе для c въ формулу для P , найдемъ

$$P = \frac{vS}{W} - \frac{Sl(l+p)^{2b}}{Wa \left[\frac{W^2 + 256 - 256(l+p)^4}{256} \right]^{\frac{b}{2}}} - \frac{Sg}{1000}$$

гдѣ a и b обозначаютъ соответственно коэффициенты и степени второй части уравненій для L . Подставляя въ это уравненіе различныя значенія для l и g , соответствующія мѣстнымъ условіямъ, найти, во сколько ваттовъ лампы будутъ самыми выгодными. Интересно замѣтить, что прибыль быстро понижается, если начнемъ брать лампы слишкомъ низкаго или слишкомъ высокаго полезнаго дѣйствія. Отсюда ясно, что долговѣчная, но не расходующая много ваттовъ лампа окажется весьма невыгодной, такъ что не слѣдуетъ придавать слишкомъ большаго значенія расходамъ на возобновленіе лампъ.

Въ своемъ сообщеніи лекторъ оставляетъ безъ вниманія пониженіе силы свѣта лампъ съ ихъ службой.

Новѣйшія изслѣдованія температуръ электрическими способами.

Въ послѣднее время этими температурными изслѣдованіями занимались Каллендеръ (измѣренія высокихъ температуръ по измѣненію сопротивленія платиновой проволоки),

Кальете и Колярдо (измѣренія низкихъ температуръ), Шасаньи и Абраамъ и наконецъ Барусъ.

Изслѣдованія Каллендера.

Изслѣдованія, произведенныя еще до 1888 г., дали возможность установить слѣдующія положенія относительно электрическихъ способовъ измѣренія температуръ:—Проволока изъ чистой платины, выдержавшая отжиганіе въ теченіи 2 часовъ при температурѣ 1200°, обладаетъ практически неизмѣнными сопротивленіями при одинаковыхъ температурахъ въ предѣлахъ отъ 0° до 650°, въ какомъ бы порядкѣ ни производили нагрѣванія и охлажденія (измѣненіе оказалось не превышающимъ $\frac{1}{5000}$); въ этихъ предѣлахъ температуръ сопротивленіе можно представить слѣдующей параболической формулой въ зависимости отъ нормальной температуры T воздушнаго термометра:

$$R_T = R_0 (1 + \alpha T + \beta T^2), \dots \dots \dots (1)$$

гдѣ $\alpha = +0,003448$, $\beta = -0,000005533$; слѣдовательно температура t термометрической шкалы для платинового сопротивленія, определяемая по формулѣ

$$t = 100 \frac{R_t - R_0}{R_{100} - R_0}, \dots \dots \dots (2)$$

будетъ превышать температуру нормальной шкалы на

$$t - T = 1,57 T(100 - T) 10^{-4} \dots \dots \dots (3)$$

Температуры, определяемая по сопротивленіямъ трехъ платиновыхъ проволокъ, введенныхъ въ одну и ту же печь, расходятся на 1,14° для температуръ, близкихъ къ 600°, а между 0° и 100° несогласіе составляетъ всего нѣсколько сотыхъ градуса.

Каллендеръ производилъ измѣренія при помощи мостика Витстона. При этомъ точность измѣреній зависитъ главнымъ образомъ отъ чувствительности гальванометра. При томъ приборѣ, какимъ пользовался Каллендеръ, по его расчету точность до 1000° была больше $\frac{1}{10}$ градуса.

Опредѣляя такимъ путемъ точки *отвердванія серебра и золота*, Каллендеръ нашелъ относительно точки отвердванія серебра, что она очень значительно понижается отъ прибавленія весьма небольшого количества свинца, а для чистаго серебра она зависитъ отъ количества кислорода, раствореннаго въ расплавленномъ металлѣ.

Расплавляя серебро при помощи газовой паяльной трубки, онъ нашелъ, что плавленіе происходитъ при 981,6° Ц., тогда какъ Девиль и Трустъ получили въ среднемъ изъ 27 опредѣленій, произведенныхъ посредствомъ воздушнаго термометра, всего 942°. Поэтому надо предположить, что отношеніе (3), выведенное изъ измѣреній между 0° и 600°, не остается точнымъ вблизи 900°. Ввиду этого Каллендеръ предложилъ замѣнить коэффициентъ 1,57 въ формулѣ (3) болѣе общимъ коэффициентомъ вида $a + bT$; тогда, если принять для точки плавленія серебра 945° Ц. (по Ле-Шателье), то $a = 2,050$ и $b = -0,00065$. Если примѣнить новую форму къ вычисленію температуры плавленія золота, которая по шкалѣ электрическаго термометра оказалась $t = 901,9^\circ$, то $T = 1037^\circ$, что очень мало отличается отъ температуры, найденной Виолемъ. Во всякомъ случаѣ предложенная поправка формулы требуетъ для своего подтвержденія много новыхъ изслѣдованій при очень высокихъ температурахъ. Что касается до самаго способа измѣреній Каллендера, то онъ, не смотря на большую чувствительность, не можетъ быть достаточно точнымъ для такихъ температуръ.

Изслѣдованія Кальете и Колярдо.

Для обыкновенныхъ температуръ, близкихъ къ 0° (выше и ниже), шкалу термометра съ водородомъ при постоянномъ объемѣ можно принимать съ большимъ приближеніемъ за нормальную шкалу, но этого, вѣроятно, нельзя дѣлать для очень низкихъ температуръ, такъ какъ водородъ, приближаясь къ своей критической точкѣ обращенія въ жидкость, испытываетъ измѣненія физическихъ свойствъ подобно другимъ газамъ. Кальете и Колярдо занимались опредѣленіемъ низшаго предѣла, до какого можно полагаться на водородный термометръ. Для этого они примѣнили способъ, основаніе котораго таково:—Положимъ, температура одной и той

же среды наблюдается по нѣсколькимъ приборамъ, основаннымъ на различныхъ дѣйствіяхъ теплоты, вмѣстѣ съ водороднымъ термометромъ. Въ предѣлахъ, пока водородъ остается совершеннымъ газомъ, наблюдаютъ показанія каждаго изъ приборовъ вмѣстѣ съ соответствующими абсолютными температурами и, вычертивъ по результатамъ кривую, вывести зависимость $I = f(T)$ между показаніями каждаго изъ приборовъ и абсолютной температурой въ предѣлахъ наблюдений. Экстраполяцію можно допустить только въ томъ случаѣ, если большая часть приборовъ даетъ довольно согласные результаты, причемъ эта экстраполяція будетъ тѣмъ вѣрнѣе, чѣмъ больше число приборовъ и чѣмъ разнообразнѣе принципы, на которыхъ основаны эти приборы. Мало по малу, понижая температуру, при какой производится это сравненіе, можно безъ сомнѣнія уловить моментъ, когда водородъ, приближаясь къ своей критической точкѣ, перестаетъ давать согласныя показанія и слѣдовательно дѣлается непригоднымъ для термометрическихъ измѣреній.

Экспериментаторы взяли для изслѣдованій пять слѣдующихъ приборовъ: 1) водородный термометръ, 2) сопротивление изъ платиновой проволоки, введенное въ мостикъ Витстона, 3) термо-элементъ Ле-Шателье изъ чистой иридиевой платины, 4) термо-элементъ желѣзо-мѣди (эта пара при охлажденіи удаляется отъ своей нейтральной точки, а пара Ле-Шателье приближается, а потому у первой чувствительность почти не измѣняется при этомъ, а у послѣдней она уменьшается) и 5) кусокъ чистой платины въ 300 гр. вѣсомъ для калориметрическихъ измѣреній.

Для электрическаго сопротивления и обѣихъ паръ функция $J = f(J)$ была опредѣлена по измѣреніямъ при трехъ слѣдующихъ температурахъ: 1) точки кипѣнія воды при давленіи 760 мм., 2) точки таянія льда и 3) точки кипѣнія хлористаго метила при обыкновенномъ давленіи ($-26,4^{\circ}$ для взятаго образца). Для куска платины была принята формула Виоля.

По показаніямъ этихъ приборовъ и по экстраполяціи ихъ формулъ вычислили температуры кипѣнія закиси азота ($-88^{\circ},8$) и этилена ($-102,6^{\circ}$) при обыкновенной температурѣ и вслѣдствіе согласія полученныхъ результатовъ пришли къ заключенію, что до -100° водородный термометръ можетъ давать показанія, весьма точно согласныя съ термодинамической шкалой.

Вроблевскій, найдя, что показанія водороднаго термометра согласуются съ показаніями пары мельхиоръ-мѣди до -193° , утверждалъ, что показанія перваго можно считать вѣрными до этой температуры. Но изслѣдованія Вроблевскаго недостаточны убѣдительно въ виду того, что 1) выбранная пара при охлажденіи приближается къ своей нейтральной точкѣ, 2) недостаточное число сравнительныхъ приборовъ и 3) Вроблевскій допустилъ а priori, что показанія водороднаго термометра вѣрны до -100° (опыты Кальете и Колярдо показали, что это справедливо).

Затѣмъ согласіе показаній этихъ пяти приборовъ даетъ право руководствоваться при выборѣ измѣрительныхъ приборовъ до -100° только удобствомъ и ихъ чувствительностью. Въ этихъ отношеніяхъ неоспоримыя преимущества представляла пара желѣзо-мѣди, которой Кальете и Колярдо и пользовались для измѣреній низкихъ температуръ, доставляемыхъ смѣсомъ углекислоты. Между прочимъ они получили при этомъ слѣдующіе результаты: Температура смѣса углекислоты -60° подъ атмосфернымъ давленіемъ и -76° въ пустотѣ. Температура смѣси эфира и этого смѣса -77° подъ атмосфернымъ давленіемъ и -103° въ пустотѣ, если только смѣсь взять въ избыткѣ, а иначе температура заключается между -60° и -77° или между -76° и -103° .

Изслѣдованія Дьюара и Флеминга.

Эти экспериментаторы занимались измѣреніями сопротивленій металловъ и сплавовъ между температурой кипѣнія воды и кислорода, а именно при слѣдующихъ температурахъ: 1) окружающаго воздуха, 2) таянія льда, 3) смѣси углекислоты и эфира, 4) кипѣнія этилена подъ нормальнымъ давленіемъ и 5) кипѣнія кислорода при томъ же давленіи.

Они приняли слѣдующія не вполне точныя значенія: для смѣси эфира и смѣса углекислоты -80 (слишкомъ низка, какъ показываютъ упомянутыя выше изслѣдованія Кальете и Колярдо), для кипѣнія этилена подъ атмосфернымъ да-

вленіемъ -100° (Кальете и Вроблевскій нашли -103°), для кипѣнія кислорода при тѣхъ же условіяхъ -182° и -197° для кипѣнія въ пустотѣ (слишкомъ высока, судя по даннымъ Вроблевскаго). Поэтому по ихъ измѣреніямъ сопротивленій нельзя вывести зависимости между сопротивленіемъ металла и температурой по термодинамической шкалѣ, но по нимъ можно вычислить помощью экстраполяціи температуру кипѣнія кислорода подъ атмосфернымъ давленіемъ и въ пустотѣ (2,5—3 см. ртути). Взявъ результаты относительно температуры кипѣнія воды, таянія льда и кипѣнія этилена (какъ болѣе надежныя), можно вычислить коэффициенты a и b въ формулѣ

$$R_t = R_0 + aT + bT^2$$

для различныхъ металловъ, а затѣмъ можно будетъ вычислить по этой формулѣ и по сопротивленіямъ металловъ, найденныхъ Дьюаромъ и Флемингомъ, температуру кипѣнія кислорода. Получаются слѣдующіе результаты:

	Температура кипѣнія	
	подъ атм. давленіемъ	подъ давл. 2,5—3 см.
По сопротивленію платины . . .	-185°	-201°
» » золота . . .	-185°	
» » серебра . . .	-186°	
» » мѣди . . .	-186°	-201°
» » желѣза . . .	-185°	-200
» » алюминія . . .	-215°	
» » никкеля . . .	-187°	
» » олова . . .	-196°	

Всѣ результаты близко согласуются между собой за исключеніемъ случаевъ алюминія и олова. Вообще эти числа показываютъ, что температура кипѣнія кислорода немного ниже, чѣмъ предполагалъ Вроблевскій.

Грифицъ и Кларкъ доказали недавно, что формулой Каллендера можно пользоваться для измѣренія низкихъ температуръ; ея численные коэффициенты опредѣляются по весьма простому способу. Если представить результаты изслѣдованій кривыми, взявъ за абсциссы температуры, считаемыя отъ абсолютнаго нуля, а за ординаты—соответствующія сопротивления металловъ и сплавовъ, то оказывается, что продолженіе этихъ кривыхъ къ низкимъ температурамъ пересекаютъ ось абсциссъ вблизи начала координатъ, т. е. изъ этихъ опытовъ слѣдуетъ, что сопротивление металловъ и сплавовъ обращается въ нуль при абсолютномъ 0° (что согласуется съ гипотезой Кляузіуса). Ницъ въ распоряженіи постоянныя для нѣсколькихъ термометровъ изъ платинового сопротивленія, Грифицъ и Кларкъ проверили только что указанное построеніе и для этихъ образчиковъ; оказалось, что сопротивление, равное нулю, соответствуетъ для всѣхъ образцовъ этихъ термометровъ температурамъ, мало отличающимся отъ $-273,7^{\circ}$.

Такимъ образомъ оказывается, что уравненіемъ

$$t - T = \delta I(100 - T)10^{-4}$$

можно пользоваться для вычисленія очень низкихъ температуръ, каковъ бы ни былъ образчикъ чистой платины. Но эта формула—уравненіе параболы, а потому для опредѣленія всей кривой достаточно трехъ точекъ, т. е. надо сдѣлать три измѣренія напримѣръ и 0° , 100° и при температурѣ кипѣнія смѣсы (444,5 $^{\circ}$), хотя, если не требуется большой точности, то можно обойтись безъ третьяго измѣренія, которое представить затрудненіе, если вѣтъ надлежащихъ приборовъ. Въ самомъ дѣлѣ намъ извѣстно еще, что сопротивление платины обращается въ нуль при $-273,7^{\circ}$. Этотъ способъ представляеть большое практическое значеніе для градуированія телетермометровъ. По изслѣдованіямъ Грифица и Кларка этотъ способъ даетъ вполнѣ достаточную точность, вѣроятно, не меньшую, чѣмъ газовые термометры.

Изслѣдованія Шассаньи и Абраама.

При изслѣдованіяхъ небольшихъ колебаній температуры термо-электрическія пары лучше ртутнаго термометра въ томъ отношеніи, что мгновенно обнаруживаютъ каждое колебаніе, но за то у нихъ слишкомъ мало постоянства, а потому ими пользовались только въ тѣхъ случаяхъ, когда употреблять ртутный термометръ совсѣмъ нельзя, или только

для измѣреній очень малыхъ измѣненій температуры, когда сравнительно очень сильная погрѣшность отъ измѣненія пары часто представляла мало значенія. Шассаньи и Абраамъ доказали, что при тщательныхъ предосторожностяхъ термо-электрическими парами можно пользоваться для измѣренія какого угодно промежутка температуры между 0° и 100° съ точностью до 0,01°, т. е. какъ и при лучшихъ ртутныхъ термометрахъ.

Экспериментаторы пользовались тщательно устроенной парой желѣзо-мѣдъ, электровозбудительную силу которой опредѣляли сравненіемъ съ элементомъ Гуи, вводя пару въ отгѣвленіе отъ этого элемента, поддерживаемого при постоянной температурѣ и замкнутою чрезъ большое сопротивленіе. Самый элементъ сравнивали передъ и послѣ каждого опыта съ 4 элементами Кларка. Изслѣдованія надъ этими термо-электрическими парами показали, что ихъ можно считать неизмѣняющимися съ теченіемъ времени. Что касается до ихъ чувствительности, то для промежутка между 0° и 100° онѣ позволяли замѣчать измѣненія температуры въ 0,01°. Чтобы у прибора оставалась такая же чувствительность и для меньшаго промежутка температуръ, можно было уменьшать сопротивленіе гальванометра, такъ что на указанную чувствительность можно рассчитывать для какого угодно промежутка температуръ между 0° и 100°.

Расположивъ спайки пары въ колодезь льда и въ сосудѣ съ равномерно подогреваемой водой, экспериментаторы нашли, что пара обнаруживаетъ измѣненія температуры воды быстрые ртутнаго термометра. Изслѣдуя зависимость между показаніями этой пары и водороднаго термометра, экспериментаторы нашли, что эту зависимость съ точностью до 0,02° даетъ формула

$$E_T = \frac{aJ + bJ^2 + cJ^3}{T + 273},$$

гдѣ $a=3,56604 \times 10^{-5}$, $b=8,3827 \cdot 10^{-6}$, $c=-3,2656 \cdot 10^{-8}$. Кроме того Шассаньи и Абраамъ изслѣдовали различныя другія термо-электрическія пары и нашли, что результаты весьма точно согласуются съ закономъ относительно электро-возбудительныхъ силъ промежуточныхъ металловъ:

$$E(AC) = E(AB) + E(BC).$$

Итакъ термо-электрическія пары во многихъ случаяхъ могутъ замѣнять ртутный термометръ безъ всякаго ущерба для точности измѣреній. Кроме того нѣкоторые изъ этихъ паръ настолько постоянны, что ихъ можно брать за эталоны электровозбудительной силы.

Изслѣдованія Карла Баруса.

Послѣ изслѣдованій Ле-Шателье для измѣренія высокихъ температуръ въ замѣнъ пары платина—иридіевая платина стали употреблять пару платина—10-процентная родіевая платина, которая повидимому давала болѣе правильныя показанія. Барусъ произвелъ полное изслѣдованіе пары платина—20-процентная иридіевая платина и сравнилъ ее съ парой платина-родіевая платина. Онъ измѣрилъ ее электро-возбудительныя силы при очень большомъ числѣ температуръ между 350° и 1300°, опредѣленныхъ по воздушному термометру.

Проволока паръ предварительно отжигались до блага каленія, чтобы удостовѣриться въ постоянствѣ ихъ электрическихъ свойствъ. Около нагреваемой спайки проволоки были изолированы цилиндрикомъ въ 25—30 см. длиной изъ очень огнеупорной глины съ двумя каналами въ 1 мм. діаметромъ для проволокъ. Охлаждаемая спайка находилась въ нефтяной ваннѣ.

Электровозбудительная сила пары измѣрялась сравненіемъ съ двумя элементами Даниеля, которые отъ времени до времени свѣрлялись съ нормальнымъ элементомъ Кларка.

Приборъ для нагреванія представлялъ собою шаровой муфель съ двумя рожками на одной оси; чрезъ одинъ рожокъ проходитъ трубка водороднаго термометра, шаровой резервуаръ котораго занимаетъ внутренность муфеля; въ резервуарѣ термометра сдѣлано углубленіе, въ которомъ помѣщается нагреваемая спайка термо-электрической пары, а ея проволоки выходятъ чрезъ второй рожокъ муфеля. Послѣдній вращается около оси рожковъ, будучи расположенъ въ куполообразной печи съ двумя газовыми горѣлками.

Вообще экспериментаторъ принялъ самыя тщательныя предосторожности для обезпеченія возможно вѣрныхъ результатовъ изслѣдованій и для опредѣленія различныя поправки. По его мнѣнію для температуръ, близкихъ къ 1000°, можно рассчитывать на точность до 1°. Девять группъ измѣреній, произведенныхъ съ двумя различными термо-электрическими резервуарами, дали весьма согласные результаты для величинъ электровозбудительныхъ силъ пары при однихъ и тѣхъ же температурахъ. Кривыя, представляющія эти силы, были близки къ прямой линіи, а не къ параболѣ, какъ утверждалъ Ле-Шателье.

Для сравненія платина—иридіевая платина и платина—родіевая платина (10%/о) Барусъ помѣстилъ сплавленные вмѣстѣ нагреваемые спайки обихъ паръ въ тигель съ обожженной известью, въ которомъ онѣ и нагревались, а холодныя спайки находились въ двухъ отдѣльныхъ ваннахъ съ нефтью, поддерживаемыхъ при одинаковой температурѣ. Оказалось, что электровозбудительныя силы этихъ паръ сохраняютъ постоянное отношеніе до 1700°, хотя оно нѣсколько измѣняется послѣ 1200°, а именно: до 1200° ихъ отношеніе равняется $0,7724 \pm 0,0016$, а между 1200° и 1700° оно составляетъ $0,7774 \pm 0,0016$ (больше у пары платина-иридіевая платина). Сомнительно, чтобы эта разниа обусловливалась внезапной перемѣной въ законѣ измѣненія электровозбудительной силы пары платина-родіевая платина,—скорѣе ее слѣдуетъ приписать различнымъ побочнымъ вліяніямъ, а потому по мнѣнію Баруса отношеніе электровозбудительныхъ силъ остается постояннымъ при всѣхъ температурахъ.

Итакъ, сопоставляя всѣ указанные выше результаты изслѣдованій, можемъ сказать слѣдующее:

1) Для измѣренія низкихъ температуръ водородный термометръ пригоденъ до -100° (а очень вѣроятно и до -180°). Показанія термо-электрической пары или электрическаго сопротивленія можно сопоставить съ нормальной термо-электрической шкалой при достаточно большомъ промежуткѣ температуръ, такъ что при помощи экстраполяціи можно съ большою точностью опредѣлять самыя низкія температуры, какія только возможно получить.

2) Для среднихъ температуръ термо-электрическія пары могутъ доставить точность не меньше ртутнаго термометра; это очень важно, такъ какъ во многихъ случаяхъ первыя удобіе ртутнаго термометра.

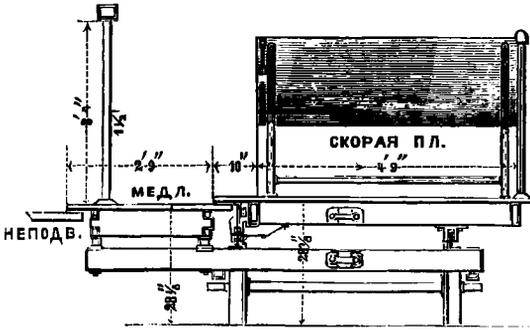
3) Высокія температуры можно измѣрять при помощи таблицъ Баруса съ довольно большою точностью до 1300°, но не доказано, что эти таблицы приложимы ко всякимъ термо-парамъ изъ тѣхъ же самыхъ матеріаловъ, такъ какъ Барусъ не сообщаетъ объ изслѣдованіяхъ вліянія самыхъ даже незначительныхъ разницъ молекулярнаго строенія металловъ пары на ея электровозбудительную силу. Въ этомъ отношеніи изслѣдованія Каллендера полезны, но къ сожалѣнію его формула приложима только до 650°. Вообще до сихъ поръ электрическими способами нельзя точно опредѣлять такихъ температуръ, при которыхъ становится уже невозможнымъ пользованіе газовымъ термометромъ вслѣдствіе плавленія его резервуара.

ОБЗОРЪ НОВОСТЕЙ.

Движущаяся платформа.— Это оригинальное сооруженіе на Чикагской Выставкѣ представляетъ изъ себя способъ передвиженія отъ парходной пристани вокругъ главнѣйшихъ зданій Всемирной Ярмарки; такимъ образомъ эта непрерывно движущаяся платформа имѣетъ видъ пети съ радіусами 64' 9" и 80', длиною около 4300 футовъ. Платформа эта состоитъ собственно изъ двухъ отдѣльныхъ платформъ, изъ которыхъ одна движется со скоростью трехъ миль въ часъ, другая — шесті.

Скорость первой настолько незначительна, что на нее могутъ входить даже старикъ и дѣти. Меденная платформа состоитъ изъ площадокъ 12½ ф. длиною каждая, связанныхъ между собою; изъ нихъ каждая 35-ая снабжена двумя моторами и выстроена вся изъ стали, тогда какъ остальные сдѣланы изъ дерева; настилка ихъ сдѣлана съ зазо-

ромъ, выступающимъ надъ неподвижною поверхностью земли; пустяка пространства между полами площадокъ покрываются листами желѣза достаточно широкими для всѣхъ закруглений. Вторая платформа также состоитъ изъ площадокъ въ 12½ ф. дл. На этой платформѣ (крытой) помѣщаются поперечныя скамейки для публики. Въ движеніи этой скорой платформы и заключается оригинальность всего сооружения. Она лежитъ на стальныхъ цѣльныхъ, но гнущихся лентахъ (фиг. 23) вышиною въ 4" и толщ. въ ½", которыя въ свою



Фиг. 23.

очередь лежатъ на ободахъ колесъ нижней платформы и такимъ образомъ движутся со скоростью точекъ обода, въ то время какъ медленная платформа движется со скоростью осей колесъ. Такъ какъ упомянутая лента представляетъ изъ себя цѣльный кусокъ стали, то одно измѣненіе температуры вызываетъ уже передвиженіе основанія ленты по шивѣ колеса на 1 д., вслѣдствіе этого между краями шины и лентой оставлено по 1½" зазору.

Платформы приводятся въ движеніе 20-ю 4-хъ полюсовыми моторами, системы Главнаго Электрич. Общ., въ 15 л. с. каждый. Моторы эти снабжаются электрическимъ токомъ изъ главной Выставочной станціи, проходящимъ по проволокамъ, идущей по особымъ изоляторамъ, прикрѣпленнымъ внизу медленной платформы. Возвращается токъ по гибкимъ рельсамъ скорой платформы, съ которыхъ онъ снимается особаго рода зажимами. Для предупрежденія несчастныхъ случаевъ и для моментальной остановки устроены въ нѣсколькихъ мѣстахъ прерыватели и черезъ каждые 30 ф. электрич. звонки, съ помощью которыхъ весь «поѣздъ» можетъ быть мгновенно остановленъ, такъ какъ скорая платформа со своимъ безконечнымъ рельсомъ служитъ по прекращеніи движущей силы—тормазомъ.

Подъемная способность платформъ около 6000 человѣкъ. Въ поѣздъ 519 тоннъ (десять двигателей 12000 англ. ф. и платформа 2,700 англ. ф.) т. е. 173 англ. фунта мертвѣго вѣса на пассажира.

Электрическія желѣзныя дороги. — Д-ръ Эд. Гопкинсонъ въ своемъ сообщеніи лондонскому королевскому институту сдѣлалъ интересныя общія очеркъ современныхъ экономическихъ условий эксплуатаціи электрическихъ желѣзныхъ дорогъ. Прежде всего онъ указалъ на опромное развитіе послѣднихъ въ Соединенныхъ Штатахъ, гдѣ теперь работаетъ больше 5000 электрическихъ вагоновъ, проходящихъ ежегодно 80 милліоновъ километровъ и перевозящихъ 250 милліоновъ пассажировъ.

Задача электрической передвиженія естественно распадается на три части: 1) производство электрической энергіи, 2) ея распредѣленіе вдоль линіи и 3) обращеніе электрической энергіи въ механическую въ вагоны-локомотивы.

Тамъ, гдѣ нѣтъ подъ рукой водной движущей силы, вопросъ о производствѣ электрической энергіи зависитъ отъ экономическаго производства механической энергіи при посредствѣ пара. Мощность генераторной станціи надобно рассчитывать такъ, чтобы она превышала вдвое или даже втрое средній спросъ на энергію въ виду того, что въ моментъ приведенія въ движеніе поѣзда требуется гораздо большая мощность, чѣмъ при самомъ движеніи; если по одной линіи движется нѣсколько поѣздовъ, то легко можетъ случиться, что въ одинъ моментъ будутъ начинать двигаться нѣсколько поѣздовъ. Поэтому спросъ на энергію подвер-

гается непрерывнымъ и совершенно неправильнымъ колебаніямъ и при томъ въ весьма большихъ предѣлахъ, такъ что генераторная станція все время должна быть готова развивать свою наибольшую мощность, а слѣдовательно, ей приходится работать непрерывно при весьма неэкономичныхъ условіяхъ. Въ этомъ отношеніи гидравлическая установка нѣсколько экономичнѣе паровой: хотя турбинамъ также приходится работать съ низкимъ полезнымъ дѣйствіемъ, но припираніе шлюзовъ и задерживаніе воды въ резервуарѣ не сопровождается потерей потенциальной энергіи, тогда какъ ограниченіе расхода пара отсѣчными клапанами не избавляетъ отъ потерь энергіи на лучшеніе пара въ воду.

Что касается до распредѣленія энергіи вдоль линіи, то въ настоящее время почти во всѣхъ случаяхъ за обратный проводъ берутъ рельсы линіи. Такое устройство электрическихъ желѣзныхъ дорогъ нельзя считать окончательнымъ, такъ какъ при немъ проявляются нарушающія дѣйствія на приборы въ обсерваторіяхъ, а главнымъ образомъ на телеграфныя и телефонныя сообщенія; надо ожидать, что со временемъ будетъ запрещено законодательствомъ пользоваться землей, какъ обратнымъ проводомъ, при сильныхъ токахъ. Кроме того, если проводы проложены въ такомъ положеніи, что они могутъ придти въ сообщеніе съ землей чрезъ тѣло лошади или другаго животнаго, то пользованіе землей въ качествѣ обратнаго провода дѣлается уже опаснымъ, такъ какъ лошади гораздо чувствительнѣе чловѣка къ электрическимъ разрядамъ.

По системѣ д-ра Дж. Гопкинсона токъ изъ воздушнаго провода отбѣляется въ вагонъ при посредствѣ двухъ толстыхъ полосъ, по одной на каждомъ концѣ вагона, прижимающихся къ проволокамъ снизу. При этомъ легче поддерживается соприкасаніе на неровностяхъ и кривизнахъ пути и проволоку можно подвѣшивать безъ большого натяженія.

Характерная особенность электродвигателя заключается въ томъ, что онъ доставляетъ механическую энергію въ той формѣ, какая нужна, а именно въ видѣ пары силы, такъ что можно обходиться безъ всякихъ передачъ и сразу получается самая простая форма двигателя для локомотивовъ; насадивъ якорь прямо на ось двигателя, магниты можно было бы подвѣшивать на ней, чтобы они удерживались въ своемъ положеніи при посредствѣ своего вѣса.

Въ электродвигателѣ съ послѣдовательнымъ соединеніемъ пара силъ или вращающій моментъ зависитъ только отъ силы тока, а не отъ скорости и электровозбудительной силы. Такъ какъ сила тока, проходящаго чрезъ двигатель, пропорціональна разности между напряженіемъ на его зажимахъ и его обратной электровозбудительной силой, то при пусканіи двигателя въ ходъ, когда его обратная электровозбудительная сила еще равняется нулю, токъ бываетъ очень сильный и вращающій моментъ достигаетъ тогда своего максимума. По мѣрѣ того, какъ двигатель, начиная вращаться, приобретаетъ все большую и большую скорость, въ немъ развивается обратная электровозбудительная сила, и токъ ослабѣваетъ до тѣхъ поръ, пока двигатель не приобрететъ такой скорости, при которой обратная электровозбудительная сила вмѣстѣ съ потерей напряженія въ обмоткахъ сравняется съ напряженіемъ въ линіи. На практикѣ при пусканіи въ ходъ приходится вводить сопротивленія для ограниченія силы тока, которыя вмѣстѣ съ сопротивленіемъ двигателя поглощаютъ всю энергію тока при пусканіи въ ходъ и остаются въ цѣпи до наступленія упомянутаго равновѣсія. Это составляетъ большой недостатокъ электродвигателей въ примѣненіи къ локомотивамъ, особенно въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ у поѣздовъ много остановокъ (напримѣръ, на электрической подземной дорогѣ въ Лондонѣ на сопротивленія при пусканіи въ ходъ теряется 20% полнаго расхода энергіи). Всѣ попытки устранить это неудобство до сихъ поръ не имѣли успѣха. Если примѣнять для желѣзныхъ дорогъ двигатели переменнаго тока, то, введя въ цѣпь трансформаторъ, можно было бы при пусканіи въ ходъ измѣнять число полезныхъ витковъ во вторичной его цѣпи, куда введенъ электродвигатель, и обходиться безъ сопротивленій.

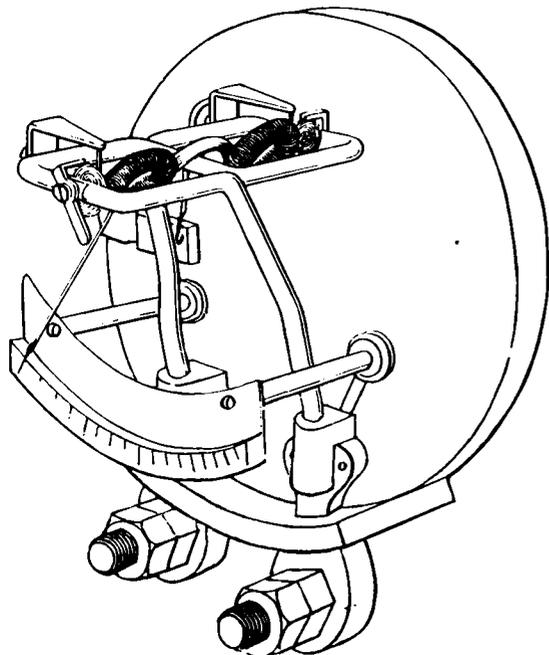
На упомянутой лондонской линіи полное полезное дѣйствіе локомотивовъ составляетъ 70% (20% теряется, какъ сказано, на пусканія въ ходъ); кромѣ того въ линіи проводовъ теряется около 11% энергіи, доставляемой генераторной станціей. Такимъ образомъ электрическое полезное дѣй-

ствие всей системы равняется 62%. Полная стоимость действия за последние 6 месяцев равнялась 18 коп. на поезд-километр (12 коп.—стоимость производства электрической энергии и 6 коп.—стоимость ее утилизирования в локомотивах); паровая тяга при подобных же условиях была бы вдвое дешевле, если сравнивать по стоимости тонна-километра; если же взять за основание сравнения стоимость пассажира-километра, то преимущество будет на стороне электрической тяги, так как при последней меньше мертвый вес локомотивов и кроме того, не увеличивая значительно стоимости, поезд можно разбивать на меньшие единицы для достижения более частой службы. Итак, при современном состоянии техники нельзя ожидать, чтобы электрическая тяга заменила паровую на больших линиях; она с успехом может конкурировать с последней на городских, подземных и пригородных линиях, где нет тяжелых поездов, а требуется главным образом частое движение.

Что касается до проектируемых электрических железных дорог с огромной скоростью (240 и даже 320 км. в час), то для этого требуется большая мощность на преодоление сопротивления воздуха; например, при скорости в 320 км. на последнее потребовалось бы для обыкновенного поезда в 60 м. длиной не меньше 1700 лш. сил, не считая сопротивления трения.

В заключение лектор показал диаграмму постепенных потерь энергии, развиваемой при сжигании угля: в котле, паровой машине, динамомашине, проводах и т. д.; оказывается, что на пассажиром расходится немного больше 1% всей энергии; хотя электрическая тяга представляет собой более экономичный процесс, чем освещение накаливанием, где утилизируется всего около 1/2%, но все-таки в будущем остается сделать гораздо больше того, что уже достигнуто теперь, когда мы теряем 99 частей, чтобы воспользоваться только одной частью.

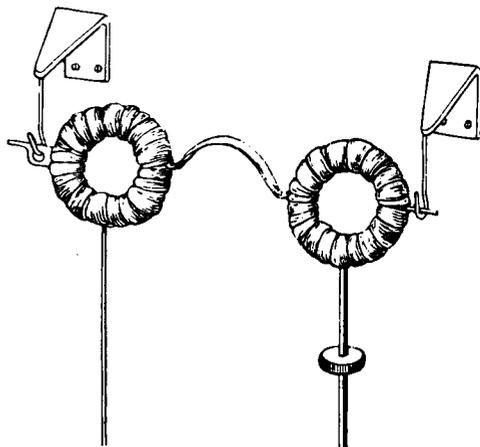
Станционный ваттметр Лорда Кельвина.—Изображенный на фиг. 24 прибор представляет внутреннее устройство последнего изобретения Лорда Кельвина (Вильяма Томсона)—станционного ваттметра для силь-



Фиг. 24.

ных токов. Главная часть ваттметра состоит из изогнутого ввиде двойного четырехугольника толстого медного бруса способного пропускать до 200 ампер; вторая (шунтовая) часть состоит из двух кольцевых катушек, об-

мотанных тонкой проволокой и подвешенных аstaticески на оси. Медный стержень, представляющий главную часть, прикреплен к шиферному основанию так, что четырехугольники расположены горизонтально. Шунтовые катушки намотаны на легкую, но крепкую алюминиевую оправу, как изображено на фиг. 25. Один конец рамки, снабжен от-



Фиг. 25.

вертием с острыми внутренними краями, другой стерженьком с заостренным ребром. Эти острые ребра опираются на два крючочка фосфористой бронзы, прикрепленные посредством изолирующих поддержек к внешним краям медных четырехугольников. Посредством подобного подвешивания достигается полная свобода движения без трения и определенное положение равновесия без направляющих оправ у концов.

Каждая катушка содержит около 1000 оборотов изолированной проволоки и сопротивление ее около 100 ом. Ток вводится и выводится из подвижной системы катушек посредством двух плоских спиральных палладиевых пружинок, которая в тоже время дают легко регулирующую противодействующую силу необходимую для установки стрелки всегда в одном и том же положении. Сверх тонкую обмотку проводить не более 0.05 ампера и для того, чтобы можно было достигнуть этого, на ящик прибора наматывается большое неиндуктивное сопротивление, представляющее значительную поверхность охлаждения. Шкала разделена на почти равные части и градуирована на ватты и киловатты. Прибор конструирован для токов до 200 ампер при каком угодно напряжении.

(The Electrician.)

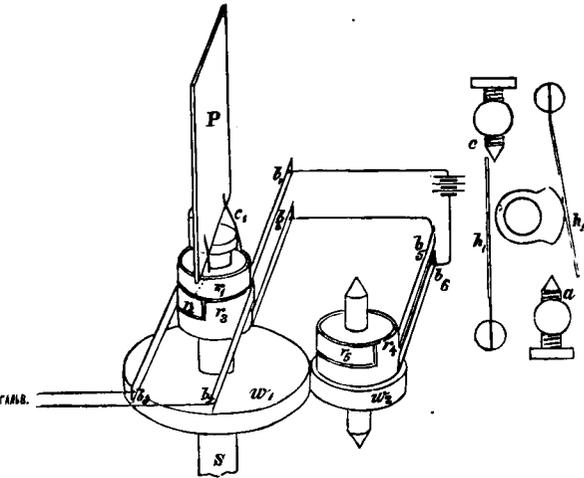
Фотометр Томаса с селеномъ.—Сущность устройства этого фотометра заключается в следующем:—Селеновая пластинка P фиг. 26 быстро вращается между образцовым источником света (эталонномъ) и сравняемым светомъ и при посредствѣ системы коммутаторов, которую мы сейчас опишемъ, пропускаетъ токъ батареи в гальванометръ то въ одномъ, то въ другомъ направлении, смотря по тому, обращена ли она къ тому или другому источнику света.

По Томасу, силы света этихъ источниковъ на селеновой пластинкѣ равны, когда гальванометръ остается на нуль подъ ихъ двумя влияніями, независимо отъ тѣхъ измѣненій, какимъ подвергается въ концѣ концовъ селенъ и которыя часто не позволяютъ пользоваться на практикѣ его фотоэлектрическими свойствами.

Ось S пластинки P передаетъ свое вращение при посредствѣ сцепленія $w_1 w_2$ коммутатору $r_1 r_2$, который вращается вдвое скорѣе P и ее коммутатора $r_1 r_2$. Въ изображенномъ на фиг. 26 положеніи прибора токъ идетъ отъ батареи в гальванометръ по $b_1 r_1 c_1$ P $r_2 b_2 b_1 r_2 b_2 c_1 d_2$, но это продолжается до тѣхъ поръ, пока b_2 прикасается къ r_1 ; когда подъ b_2 подходит r_2 , токъ прерывается, что случается при каждомъ полъ-оборотѣ w_1 . Кроме того при каждомъ полъ-оборотѣ w_1 токъ в гальванометръ мѣняется направле-

не, проходя то по указанному выше направлению, то по b_1c_1 $P r_2 b_4 b_3 r_3 \dots$, когда r_2 приходит в соприкосновение с b_4 и r_3 с b_3 .

На фиг. 27 изображена коммутация, производимая кулачковым эксцентриком h_2 , вращающимся вместе с P и про-

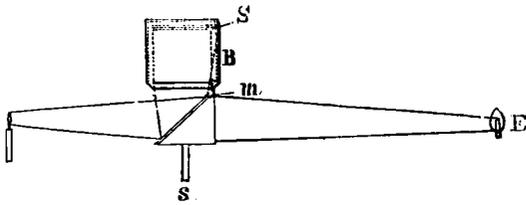


Фиг. 26.

Фиг. 27.

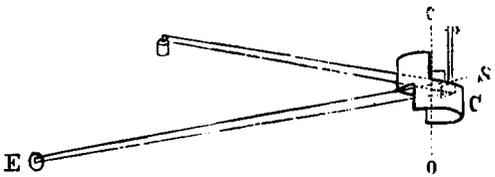
пускающим ток в гальванометр за каждый пол-оборот пластинки то по $a_1 h_2$, то по ch_1 . Прибор регулируется по предыдущему приведением гальванометра к нулю при вращении пластинки под непрозрачным экраном. При обыкновенном гальванометре коммутатор w_2 , на фиг. 26, заменяют механизмом, представленным на фиг. 27, а при дифференциальном гальванометре две его обмотки возбуждают попеременно через h_1 и h_2 . Винты A и C дают возможность изменять продолжительность соприкосаний.

Наконец, можно применить следующее устройство, которое по видимому будет проще: вместо того, чтобы вращать селень, можно поставить эту пластинку неподвижно в S (фиг. 28) в глубине камеры B и заставить вращаться



Фиг. 28.

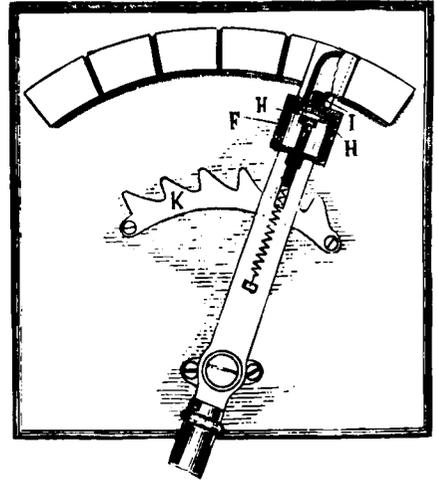
под ним зеркало m , наклоненное под углом в 45° к своей оси z и отбрасывающее таким образом на селеновую пластинку попеременно то свет свечки—эталона, то испытываемого источника света E .



Фиг. 29.

Эти попеременные освещения можно также производить, как показывает фиг. 29, экраном C с уступами, вращающимся около оси oo и заключающим внутри себя селеновую пластинку S . (Lum. El.)

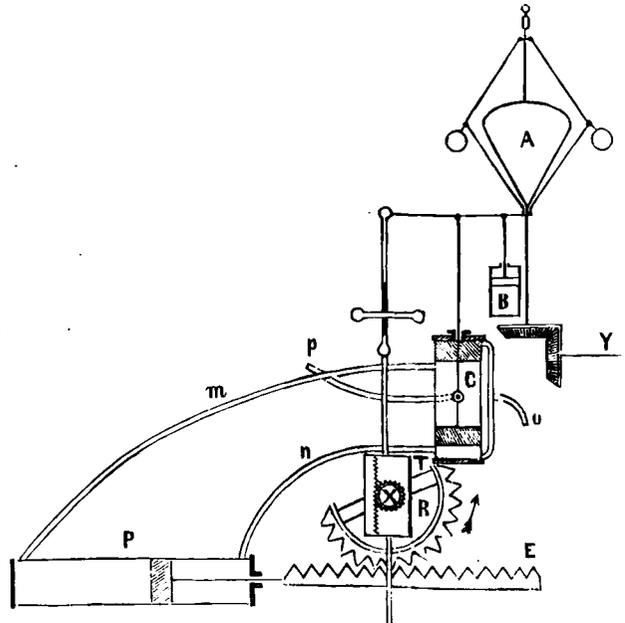
Пневматический прерыватель Бентли.— Рычаг этого прерывателя снабжен маленькой воздушной помпкой F (фиг. 30), поршень которой с клапанами HH непрерывно оттягивается пружиной и пропускает воздух



Фиг. 30.

в цилиндр H , когда шток последнего опускается между зубцами сектора K , а потом выгоняет его вон, при подъеме штока на эти зубцы, через клапан I в сторону, направо от контактов, задувая таким образом искры. (Lumière Electr.)

Автоматический регулятор притока воды к турбинам.— На прилагаемом рисунке (фиг. 31) представлено схематически автоматическое приспособление для регулирования притока воды к турбинам на генераторной станции в Тиволи (Эл. 1892, стр. 144), откуда электрически передается в Римь энергия водопадов Анио. Вода распределяется между девятью турбинами Жи-



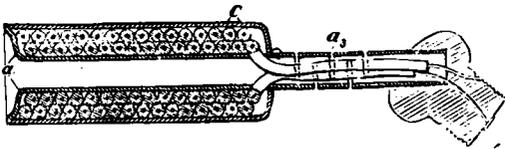
Фиг. 31.

рара, соединенными непосредственно с динамомашинами переменного тока Зиперновского, и тремя меньшими турбинами, вращающимися намагничивающия динамомашинны постоянного тока. Большие турбины в 2 метра диаметром

работают при 170 оборотах в минуту и развивают 350 лш. силъ.

Приспособленіе для автоматическаго регулированія воды состоитъ изъ центробѣжнаго регулятора А, дѣйствующаго на золотникъ С, который регулируетъ давление, развиваемое въ Р. Трубки *m* и *n* ведутъ къ двумъ концамъ цилиндра Р, содержащаго въ себѣ поршень, который двигаетъ зубчатую рейку Е и шестерню К. Брашеніе оси Х этой шестерни открываетъ или закрываетъ рядъ крановъ, контролирующихъ притокъ воды къ турбинамъ. Послѣ каждаго дѣйствія въ томъ или другомъ направленіи золотникъ С возвращается въ свое первоначальное положеніе подѣ дѣйствіемъ рейки и шестерни Т, движеніе которыхъ поднимаетъ или опускаетъ точку опоры рычага регулятора. (The Electrician.)

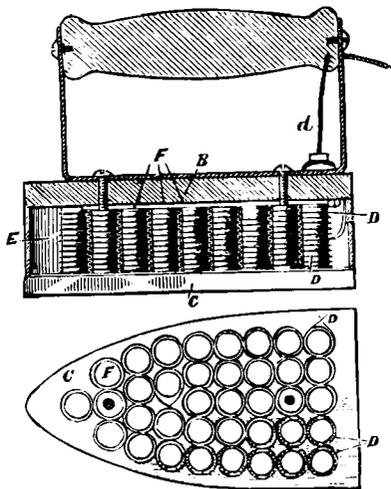
Щипцы для завивки и утюги Дженкинса.—Въ приборѣ, представленномъ на фиг. 32, щипцы для завивки, вставляемые въ a_2 , нагреваются токомъ, кото-



Фиг. 32.

рый проходитъ по изолированнымъ сопротивленіямъ С. По прорѣзямъ a_2 проходитъ воздухъ, не позволяющій прибору слишкомъ разогрѣваться, когда щипцы вынуты.

Что касается до утюга, то онъ состоитъ изъ желѣзной или мѣдной плиты С (фиг. 33 и 34), нагреваемой катушками



Фиг. 33 и 34.

проводами D, вводимыми въ электрическую цѣпь и намотанными на выступяхъ F плиты С; эти катушки прикрыты коробкой, которую можно дѣлать изъ огнеупорной глинъ. (Lum. El.)

Электрическое освѣщеніе вагоновъ.—Послѣ большаго числа испытаній французская желѣзная дорога Paris-Lyon-Méditerranée рѣшила устроить электрическое освѣщеніе въ 50 вагонахъ перваго класса съ четырьмя отдѣленіями. Каждый вагонъ снабжается батареей изъ 12 аккумуляторовъ многотрубчатой системы Томмаса съ электродами, прикрытыми оболочкой съ отверстіями изъ целлюлоиды. Батарея раздѣляется на четыре группы по три элемента, изъ которыхъ каждый помѣщается въ ящикъ; каждая группа установлена въ кузовѣ изъ листоваго желѣза, облицованнаго внутри деревомъ; эти кузова размѣщены съ обѣихъ сторонъ вагона.

Въ каждомъ отдѣленіи по двѣ 20 — вольтовыхъ лампы накаливанія въ 10 свѣчей; одна изъ этихъ лампъ горитъ, а другая служитъ запасной на случай, если уголекъ первой перегоритъ. Каждая батарея должна доставлять 36 часовъ освѣщенія. (L'Electricien.)

БИБЛИОГРАФІЯ.

Курсъ электричества (читанный въ Электротехническомъ Институтѣ Монтефиоре при университетѣ въ Лютыхъ). Эрика Жерара. Переводъ съ третьяго французскаго изданія (исправленнаго и дополненнаго). Переводъ М. А. Шателена. Подъ редакціей А. И. Садовскаго. С.-Петербургъ. Изданіе Ф. В. Щепанскаго. 1893.

Цѣна за полное изданіе въ двухъ томахъ (болѣе 1300 страницъ съ 523 рис.) 8 р.

Вышедшая до сихъ поръ часть перевода курса Жерара представляетъ изъ себя 1-ю половину 1-го тома (356 стр.). Въ ней излагаются теорія магнетизма, электричества, электромагнетизма и электрическія измѣренія. За границей появилось уже нѣсколько теоретическихъ курсовъ электричества, основанныхъ на воззрѣніяхъ Фарадея и способовъ изложенія Максвелля; наша переводная литература весьма отстала въ этомъ отношеніи, и потому нельзя не порадоваться появленію Жераровскаго труда на русскомъ языкѣ. О достоинствахъ его распространяться излишне; подобные ему курсы представляютъ изъ себя третью необходимую стадію развитія мысли: послѣ Фарадея и Максвелля оставалось *научить* тому, что открыли и привели въ систему эти гениальные физики. Однимъ изъ главныхъ факторовъ успѣшности такого курса является объемъ его. Многочисленныя отклоненія въ сторону, помогая частностямъ, затѣмняютъ общее. Курсъ Жерара, какъ справедливо говоритъ А. И. Садовскій, представляетъ «необходимый *minimum* теоретическихъ свѣденій» для электротехника; но при сжатомъ изложеніи для автора является особая трудность останавливаться только на тѣхъ частностяхъ, которыя могутъ ввести читателя въ заблужденія, но и не обойти подобныхъ вопросовъ молча; въ нѣкоторыхъ труднѣйшихъ мѣстахъ редакторъ русскаго перевода облегчаетъ пониманіе текста краткими выносками. Выборъ наиболѣе неясныхъ мѣстъ, конечно, нельзя сдѣлать, удовлетворивъ всѣхъ; на нашъ взглядъ къ такимъ мѣстамъ слѣдовало бы причислить стр. 55 и родственную ей стр. 67. На стр. 55 ничего не сказано о необходимости вообразить полость внутри магнита (см. Максв. art. 395).

Другимъ важнымъ средствомъ къ объясненію излагаемой теоріи Жераръ считаетъ примѣры на вычисленія частныхъ случаевъ по общимъ формуламъ.

Жераръ пользуется въ своемъ курсѣ высшей математикой; но, нелишне замѣтить, такова сила Фарадеевскихъ воззрѣній, что нерѣдко формулы исчисленія безконечно малыхъ перестаютъ быть символами—столь ясно видна скрывающаяся за ними мысль.

Переводъ сдѣланъ точно. Можно указать лишь два—три мѣста, не вполне передающихъ подлинникъ, такъ на стр. 108 вставлены слова: «совершенно также», на стр. 60 сказано: «кривая начинаетъ подниматься» (la courbe présente un point d'inflexion), на стр. 227 находимъ выраженіе: «помѣстить мѣстонахожденіе». Наиболѣе крупный промахъ находится на стр. 60: «восприимчивость всегда меньше 0,00001 въ абсолютныхъ единицахъ» (en valeur absolue). Замѣтимъ еще, что въ книгѣ встрѣчается небольшое непостоянство терминовъ: facteur de réduction иногда переводится: коэффициентъ гальванометра, иногда остается непереведеннымъ. Издатель очевидно старался выполнить свою задачу наилучшимъ образомъ; однако возможно еще усовершенствованіе въ дѣлѣ корректуры (на стр. 214 два раза подрядъ N вмѣсто N и много болѣе мелкихъ опечатокъ) и набора формулъ.

В. Л.

Очеркъ исторіи физики Ф. Розенбергера. Часть третья, выпускъ 1-й. Переводъ съ нѣмецкаго подѣ редакціей И. М. Сѣченова. С.-Петербургъ. Изданіе К. Риккера, 1892. 326 стр. Цѣна 2 руб.

В этом выпуске содержится история физики за период времени приблизительно с 1780 г. до 40-х годов настоящего столетия, т. е. тот период, начало которого ознаменовалось появлением натурфилософских систем, а конец — величайшими открытиями экспериментальной науки и успехами математической физики. Интересующиеся наукой найдут в книге Розенберга чрезвычайно богатый материал, изложенный ученым автором критически и весьма ясно. Последнее обстоятельство дѣлает, пожалуй, утомительным чтение этой книги подряд, но зато позволяющее ей служить прекрасным пособием для справок. Любители науки об электричестве найдут в этой книге изложение развития этой науки в связи с успехами остальной физики и могут прослѣдить интересное взаимодействие между различными отраслями знания. В сносках сообщаются краткія біографіи многих физиков. В текстъ включено несколько рисунковъ, поясняющихъ содержание. Русскій переводъ отличается хорошимъ и точнымъ языкомъ.

Manuel de l'ouvrier monteur électricien, résumé des notes recueillies au cours d'électricité pratique fait au Syndicat Général des chauffeurs-mécaniciens de France et d'Algérie. Par J. Laffargue. Paris, Bernard Tignol, éditeur. 1893.

Эта книга составляет 51-й томъ издаваемой Гиньею Библиотека des actualités industrielles. По своему содержанию она не можетъ быть названа практическимъ руководствомъ для установщиковъ электрическаго освѣщенія, — скорее всего она представляетъ собой элементарный курсъ для теоретическаго подготовленія установщиковъ.

Книга содержитъ въ себѣ двѣнадцать главъ. Въ небольшой первой главѣ приведены общія указанія относительно электрической энергіи и способовъ ея полученія. Вторая глава посвящена динамомашинамъ; вкратцѣ разсматриваются машины постоянныхъ, переменныхъ и многофазовыхъ токовъ. Въ третьей главѣ: о распределеніи электрической энергіи, кромѣ общихъ указаній, авторъ останавливается на распределеніи при постоянномъ потенциалѣ и на трансформированіи постоянныхъ и переменныхъ токовъ.

Въ слѣдующей главѣ довольно подробно описаны коммутаторныя доски центральныхъ станцій и всѣ соединенные съ ними измѣрительные и контрольные приборы. Надо замѣтить, что во всей своей книгѣ авторъ описываетъ почти исключительно приборы и механизмы французскаго производства, причемъ первое мѣсто онъ отводитъ по какой-то причинѣ издѣліямъ фирмы Априона въ Нанси. Четвертая глава снабжена довольно большимъ числомъ рисунковъ.

Пятая и шестая главы посвящены вопросу о проводахъ: канализація на улицахъ и канализація внутри зданій. Здѣсь находимъ краткія указанія относительно расчета проводовъ, схемы сѣтей проводовъ, описание ихъ прокладки и приемы для провѣрокъ и нахожденія мѣстъ неисправностей.

Седьмой главой о приборахъ утилизированія электрической энергіи заканчивается описание составныхъ частей электрическихъ установокъ. Эта глава содержитъ въ себѣ краткія свѣдѣнія о лампахъ накаливанія, дуговыхъ лампахъ и электродвигателяхъ.

Важная по своей сущности глава о поврежденіяхъ, какія могутъ происходить въ распределительныхъ сѣтяхъ, и объ ихъ исправленіяхъ составлена, къ сожалѣнію, весьма кратко (всего на 8 страницахъ) и заключаетъ въ себѣ только общія указанія.

Далѣе слѣдуетъ глава подъ заглавіемъ: Практическія указанія для электриковъ. Здѣсь собраны главнымъ образомъ краткія свѣдѣнія относительно ухода за механизмами и приборами, начиная съ паровыхъ котловъ и кончая электрическими лампами и аккумуляторами. Затѣмъ авторъ указываетъ, какія данныя долженъ собирать электрикъ относительно дѣйствія всей установки: вычислять расходъ угля, воды, масла и сала на полезный киловатт-часъ, опредѣлять слѣдующіе коэффициенты: 1) коэффициентъ утилизированія энергіи, т. е. отношеніе проданной энергіи въ данное время къ той энергіи, какая могла бы быть продана при работѣ станціи полной силой, 2) коэффициенты нагрузки паровыхъ котловъ, двигателей и динамомашинъ, т. е. отношеніе энергіи, производимой тѣмъ или другимъ механизмомъ, къ энергіи, какую онъ могъ бы произвести при полной нагрузкѣ, 3) полезное дѣйствіе станціи, т. е. отношеніе полезной энергіи, получаемой на зажимахъ коммутаторной

доски, къ энергіи, производимой въ это же время двигателемъ, и наконецъ 4) промышленное полезное дѣйствіе станціи или отношеніе полезной электрической энергіи, доставляемой подиссикамъ, къ энергіи, соотвѣтствующей углю, сожигаемому въ паровыхъ котлахъ. Въ заключеніи рѣчь идетъ о предосторожностяхъ при обращеніи съ токами высокаго напряженія и о несчастныхъ случаяхъ. Здѣсь авторъ, между прочимъ, упоминаетъ объ опытахъ д'Арсонваля надъ животными, которые показали, что токъ высокаго напряженія при прохожденіи чрезъ животное парализуетъ дыхательные мускулы; смерть бываетъ только кажущаяся, потому что сердце еще дѣйствуетъ, но прекращеніе дыханія ведетъ за собой чрезъ нѣсколько минутъ прекращеніе его дѣятельности и окончательную смерть. Единственное дѣйствительное средство возвращенія къ жизни заключается въ искусственномъ произведеніи дыханія; съ этой цѣлью двигаютъ руки впередъ и назадъ, чтобы возбудить сокращеніе дыхательныхъ мускуловъ; иногда для достиженія желаемого результата приходится производить эти манипуляціи полчаса или даже больше.

Въ десятой главѣ авторъ описываетъ нѣсколько парижскихъ электрическихъ установокъ. Собственно говоря, съ подробностью онъ останавливается только на городской станціи въ Halles Centrales, гдѣ онъ прежде былъ директоромъ; другія четыре станціи описаны весьма кратко.

Одинадцатая глава заключаетъ въ себѣ постановленія относительно электрическихъ установокъ въ Парижѣ, Лондонѣ и Берлинѣ, а двѣнадцатая — представляетъ собой краткое повтореніе всего курса въ видѣ вопросовъ и отвѣтовъ.

Вообще эту книгу можно было бы принять, какъ пособие въ техническихъ школахъ рабочихъ-установщиковъ. Д. Г.

How to make electric batteries at home. By Edward Trevert. Illustrated. Eleventh thousand. Lynn, Mass., Bubier Publishing Co., 1892. Price 25 cents (43 стр. въ 16 д.).

Авторъ этой брошюры приобрѣлъ себѣ въ Америкѣ звѣстность нѣсколькими весьма добросовѣстно составленными популярными сочиненіями по электричеству: *Популярное руководство по электричеству, Экспериментальное электричество, Динамомашинъ и электродвигатели, Железнодорожная электротехника, Электричество и его новѣйшія примененія, Обмотка якорей и машинъ полей, Практическое руководство по лампамъ накаливанія*. Всѣ эти книги, по большей части небольшія по величинѣ, можно рекомендовать любителямъ-электротехникамъ и лицамъ, которые желаютъ познаться съ электротехникой (впрочемъ два послѣднія изъ поименованныхъ сочиненій предназначаются для специалистовъ).

Въ разсматриваемой брошюрѣ авторъ имѣетъ намѣреніе научить читателя дѣлать простыя, но удовлетворяющія своему назначенію, электрическіе элементы для опытовъ съ электричествомъ, для звонковъ, домашнихъ телеграфовъ, маленькихъ электродвигателей, лампъ накаливанія и пр. Элементы онъ раздѣляетъ по ихъ употребленію на элементы для замкнутой цѣпи и для разомкнутой, т. е. на такіе, которыми приходится работать продолжительное время (при электрическомъ освѣщеніи, гальванопластикѣ и пр.), и на замыкаемые всего на нѣсколько секундъ (при звонкахъ, телефонахъ, зажигателяхъ газа и пр.).

Прежде всего авторъ указываетъ простой элементъ Вольты (цинкъ-мѣдь въ разведенной сѣрной кислотѣ), рекомендуя его для научныхъ опытовъ съ электричествомъ. Далѣе слѣдуетъ описание устройства (совершенно домашними средствами) элемента Декланше и Даниелевскаго элемента безъ пористаго сосуда. Для сильныхъ токовъ авторъ указываетъ довольно простой способъ устройства батареи съ двухромовокислой солью съ приспособленіемъ для подниманія электродовъ изъ жидкости. Въ заключеніи авторъ описываетъ способъ устройства массовыхъ аккумуляторовъ стараго типа Плянте со свернутыми въ спираль электродами. Существенный пробѣлъ составляетъ отсутствіе описанія батарей съ протеканіемъ жидкости, при которыхъ только и можно думать о домашнемъ освѣщеніи лампами накаливанія отъ первичныхъ батарей.

Въ концѣ брошюры приведены цѣны нѣкоторыхъ химическихъ продуктовъ, какіе требуются при устройствѣ элементовъ, и небольшой словарь электрическихъ терминовъ.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

**Русско-китайское телеграфное сообще-
ніе.**— Въ концѣ февраля нынѣшняго года была открыта земная телеграфная линия, отъ Благовѣщенска до Гелампо, соединяющая телеграфныя сѣти Россіи и Китая. Еще и передаютъ рассказы по китаюца, уорно смотрящаго на телеграфную проволоку съ цѣлю не пропустить момента прохода по ней депеши.

Примѣненіе электрической плавки.— *Горный журналъ* сообщаетъ, что въ началѣ февраля текущаго года на Мотовилихинскомъ заводѣ, Пермской губ., произведенъ первый опытъ исправленія колоколовъ электрическою плавкою. На упомянутый заводъ былъ привезенъ съ другого завода колоколь, вѣсомъ въ 48 пудовъ, съ большою трещиною около 16 вершковъ длины. Въ теченіи одной недѣли трещина была уничтожена при помощи электрической заливки такимъ же металломъ, изъ котораго вылить колоколь (композиція изъ мѣди и олова). Колоколь не только принялъ прежній видъ, но сила и продолжительность звука оказались такими же, какія были у него до полученія трещины. Исправленіе колокола стоило всего 500 рублей, тогда какъ переливка его обошлась бы не менѣе 500 рублей.

Электрическая желѣзныя дороги въ Европѣ.— Последній № *Industrie électrique* приводитъ интересную статистику современнаго положенія этой отрасли электротехники. Въ *Германи* въ настоящее время имѣется 13 электрическихъ трамваевъ; общая длина ихъ болѣе 150 км. (длина Хемницкаго не дана); кромѣ того, предполагается устройство трамваевъ въ Готѣ и Эрфуртѣ. Длиннѣйшая линия (29 км.) въ Бреславлѣ. Въ 6 случаяхъ принята система Спрага, въ пяти Сименса-Гальске. Въ *Англи*—16 электрическихъ желѣзныхъ дорогъ; общая длина ихъ 79,8 км. По системѣ онѣ отличаются большимъ разнообразіемъ; 3—аккумуляторныхъ. Во *Франці*—7 линій (болѣе 70 км.) и 5 (ок. 18 км.) въ проектѣ или сооружается (Бордо). Двѣ линіи—аккумуляторныя (обѣ въ Парижѣ), 7—системы Томсона-Гуостона. Въ *Швейцаріи*—8 линій (болѣе 30 км.), причемъ въ 4-хъ случаяхъ энергія заимствуется отъ падепія воды. Въ остальныхъ странахъ: *Австро-Венгріи*—3 линіи (24,8 км.), *Итали*—4 линіи (19,7 км.), *Бельги*—2, *Голландіи*—2, *Испани*, *Швеціи*, *Россіи*—по одной, причемъ въ городахъ: Генуя, Брюссель, Лютихъ Острау и Христианія линіи еще строятся.

Итакъ, въ настоящее время въ Европѣ дѣйствуетъ 52 линіи съ протяженіемъ всего около 400 км., т. е. въ 10 разъ меньшимъ, чѣмъ въ С. А. Соед. Штатахъ (*Эл.* 1893, стр. 106).

Электрические способы снятія полуды съ обрѣзковъ бѣлаго желѣза.—Способъ Нефа изъ Нью-Йорка: обрѣзки подвѣшиваются въ серединѣ свинцоваго сосуда, погруженные въ растворъ оловянной соли; обрѣзки образуютъ анодъ, а сосудъ образуетъ катодъ, на которомъ отлагается олово въ видѣ металлическаго осадка. Этотъ способъ представляетъ видоизмѣненіе процесса Андре, въ которомъ электролитомъ служитъ фѣдикъ натрѣ, а катодомъ—оловянная пластинка; онъ также весьма похожъ на французскій способъ Шанжи, въ которомъ ванна дѣлается изъ хлорнаго олова, подкисленнаго соляной кислотой, или—съ прибавкой какого нибудь хлористаго металла, какъ на примѣръ хлористыхъ натрѣ и аммонія.

Въ другомъ совершенно новомъ способѣ Рейно изъ Нарбонны электролитомъ служитъ растворъ хлористаго олова, слегка подкисленный соляной кислотой и показывающій 5—6° Боме. Токъ проводится въ обрѣзки по желѣзной полоскѣ, помѣщенной въ срединѣ кѣтки, въ которую они положены; достаточно отъ $\frac{3}{4}$ до $1\frac{1}{2}$ вольтовъ. При динамомашинѣ въ 10 вольтовъ могутъ дѣйствовать 10 расположенныхъ послѣдовательно ваннъ. (Lum. El.)

Выставка въ Чикаго.— Въ четвергъ 1-го Іюня (н. с.) имѣло мѣсто официальное открытіе Электрическаго павильона, ознаменованное блестящей электрическою иллюминаціей.

Въ павильонѣ экспонируетъ 266 американскихъ фирмъ; главное вниманіе публики было обращено на колонну Эдисона. Эффектъ открытія былъ нѣсколько испорченъ пожаромъ, вспыхнувшимъ въ павильонѣ Gen. El. Co. Хотя пожаръ и уничтожилъ украшенія павильона и отчасти попортилъ шкафы, но убытки оказались незначительными, такъ какъ огонь былъ тотчасъ потушенъ, благодаря распоряжительности администраціи и стараніямъ публики.

Говоря о пожарѣ отъ электричества, считаемъ интересною этого вопроса. Изъ данныхъ для 60 городовъ Соединенныхъ Штатовъ оказалось, что на 17095 пожаровъ отъ разныхъ причинъ за 1890 г. (причемъ убытокъ простирается до 45½ мил. рублей) на электричество приходится 203 пожара съ убыткомъ въ 562 тыс. руб. Такимъ образомъ на электричество приходится только 1,19% всего числа пожаровъ и 1,29% всѣхъ убытковъ, причемъ надо имѣть въ виду, что электрическая энергія расходуется этими городами въ количествѣ свыше 300 милл. ваттовъ, что соответствуетъ почти 4 милл. 16—свѣчевыхъ лампъ.

Занятіе для слѣпыхъ.— Англійскій журналъ *The Lancet* подаль мысль о полной возможности людямъ, лишеннымъ зрѣнія, работать на коммутаторахъ телефонныхъ станцій; уточненное осязаніе и слухъ будутъ руководить ихъ работой. Эта мысль объ облегченіи судьбы слѣпыхъ была встрѣчена весьма сочувственно техническими журналами.

Конгрессъ электриковъ.— На международный конгрессъ въ Чикаго (см. *Электр.* 1893, стр. 58 и 63) делегатами отъ Соединенныхъ Штатовъ выбраны: профессоры Роуландъ, Менденголлъ, Каргартъ, Элигу Томсонъ и Никольсъ; отъ Англи: В. Присъ, Сильванусъ Томпсонъ, В. Айртонъ, Майоръ Кардью и А. Сименсъ. Открытіе конгресса послѣдуетъ 21 августа (н. с.) въ 3 часа. Занятія конгресса распадутся на 3 секціи: А) чистой теоріи, В) теоріи и практики и С) чистой практики. Организация секцій будетъ произведена 22 августа; предварительными председателями изъ выбраны соответственно: Роуландъ, Кроссъ и Гр. Бель.

Засѣданія продолжатся съ 22 до 25 августа. Въ это же время комитетъ делегатовъ будетъ разбирать вопросы по программѣ, сообщенной уже нами на стр. 58 нашего журнала.

Городъ Амперъ находится въ Америкѣ, штатъ Нью-Йоркъ. Нося имя одного изъ великихъ творцовъ современной науки объ электричествѣ, этотъ городъ состоитъ пока изъ строеній компании Crocker Wheeler Electr. Co., изъ зданій электрическаго финифтянаго производства Geo. Cutter и прелестной желѣзнодорожной станціи; остальное все въ будущемъ настолько вѣрномъ и близкомъ, насколько близко и вѣрно прощѣтаніе названныхъ электротехническихъ предпріятій. Согласно обыкновенія американскихъ жидителей городовъ, предпринимаются pleasant visit на мѣсто будущаго Ампера, осматриваются заводы Крукеръ-Уилеръ, на которыхъ нѣтъ ни одного ремня, всѣ сверляльные и токарные станки непосредственно соединены съ якорями динамо,—а затѣмъ поѣздки эти описываютъ на столбцахъ журналовъ съ соответствующими рисунками и поименованіемъ почти всѣхъ участвовавшихъ.

Покрыватье мѣдью стекла.— Для этого стекло покрываютъ—предварительно при помощи кисточки сиемъ раствора гуттаперчи въ скипидарѣ или керосинѣ. Высушивъ, натираютъ его графитомъ и вносятъ въ гальвано-пластическую ванну съ сѣрнокислой мѣдью.