№ 19. 1898. ОКТЯБРЬ.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Телэлектроскопъ Яна Щепаника.

Въ 1885 году на страницахъ этого журнала былъ описанъ телефотографъ, который нужно бы было назвать лучше телэлектроскопъ, изобрѣтенный мною еще въ 1880 году (Журн. Электричество, стр. 2, № 1, 1885 г.). По неимѣнію денежныхъ средствъ, этотъ аппаратъ на практикѣ не былъ осуществленъ.

Наконецъ, въ настоящемъ году телэлектроскопъ началъ выступать на болѣе практическую почву и недалеко время, когда онъ будетъ введенъ во всеобщее употребленіе, какъ аппаратъ, служащій для глаза тѣмъ же, чѣмъ служитъ телефонъ для уха.

Инженеръ *Иванъ Щепаникъ*, полякъ по народности, получилъ 24 февраля 1898 года англійскій патентъ подъ № 5031 на «Apparatus for Reproducing Pictures and the like at a Distance by Means of Electricity». Нужныя денежныя средства для осуществленія и усовершенствованія этого интереснаго изобрѣтенія Щепаникъ получилъ отъ вѣнскаго банкира *Клейнбергера*, который сдѣлался такимъ образомъ его компаньономъ.

Какъ пишутъ въ газетахъ, Щепанику удалось продать свое изобрѣтеніе комитету Парижской выставки, которая состоится въ 1900 году, за очень почтенную сумму, а именно за 6 милліоновъ франковъ.

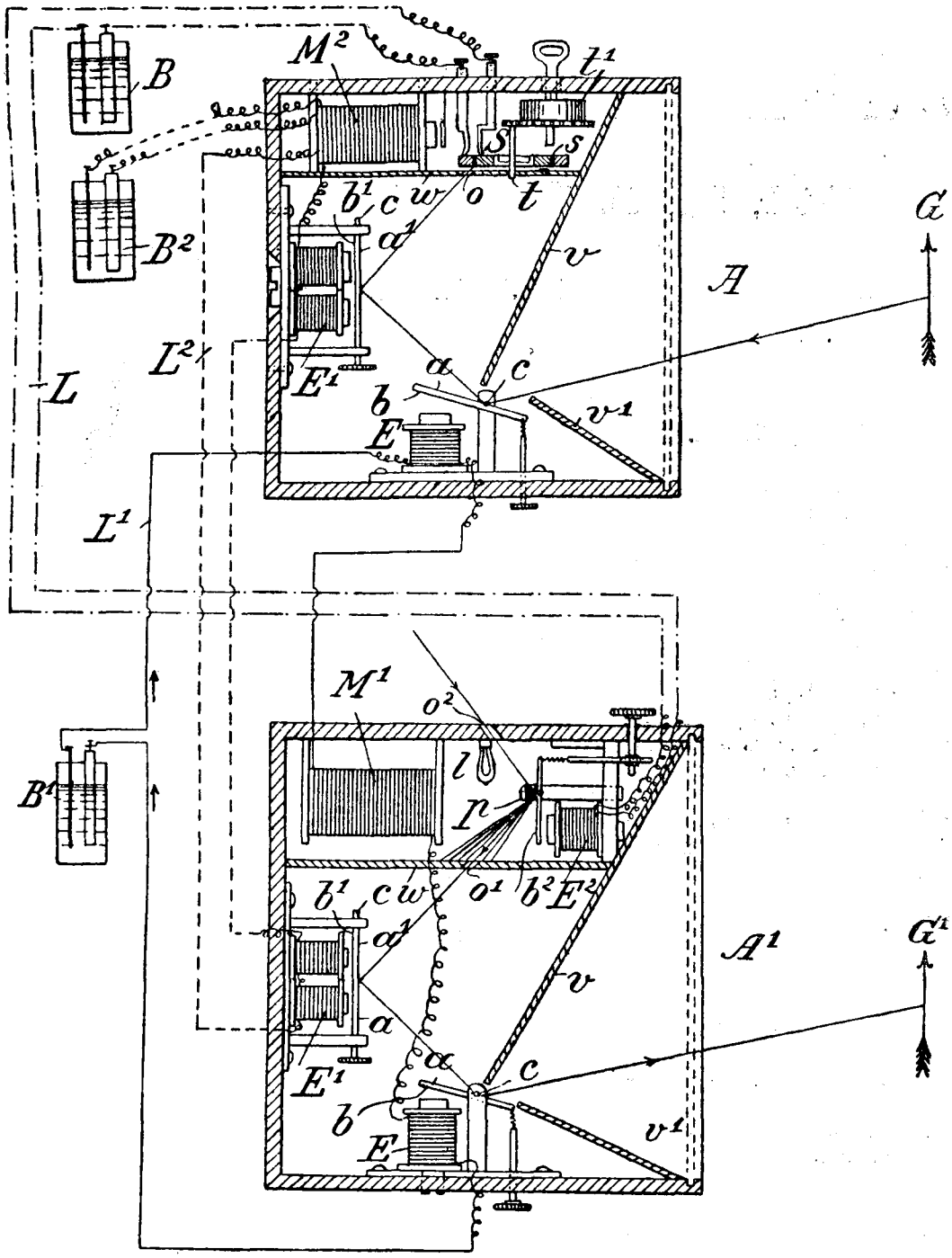
Къ сожалѣнію нигдѣ не имѣется еще подробнаго описанія этого электрическаго соглядатая, такъ какъ изобрѣтатель, послѣ подачи прошенія о выдачѣ англійскаго патента, сдѣлалъ разныя усовершенствованія, имѣющія войти въ дальнѣйшіе 6 патентовъ, которые еще не выданы, а въ нихъ то и содержится «eigentlichen Succus der Erfindung», какъ мнѣ пишетъ Щепаникъ.

Такимъ образомъ я дамъ здѣсь краткое описаніе аппарата, какъ это сдѣлалъ Щепаникъ въ англійскомъ своемъ патентѣ.

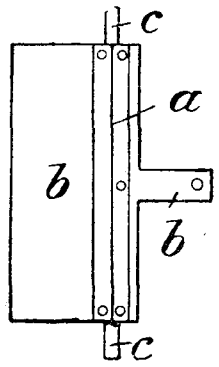
Фиг. 1 представляетъ расположеніе составныхъ частей аппарата на отправляющей станціи (A) и получающей (A_1). Главной частью аппарата является селеновый дискъ (S), который соединенъ двумя проволоками съ электромагнитомъ (E_2) на станціи (A_1) и съ элементомъ (B). Предметъ (G), который долженъ дать на другой станціи изображеніе (G_1), отражается въ зеркалѣ (*a*), которое состоитъ изъ желѣзной пластинки (*b*) (фиг. 2), съ прилѣпленнымъ къ нему стеклянным плоскимъ зеркаломъ, которое все замазано черной краской, исключая очень тонкой полоски (*c*), которая и отражаетъ изображеніе того или иного узкаго (линейнаго) участка предмета G; вращаясь вокругъ оси *cc* (фиг. 2), зеркало послѣдовательно отразитъ по направленію ко второму зеркалу *a'* весь предметъ G, какъ бы раздѣленный на узкіе параллельные участки. Въ это же время зеркало *a'*, вращаясь вокругъ оси перпендикулярной къ оси перваго зеркала, отражаетъ по направленію къ *o* всегда какую нибудь часть (точку) линейнаго изображенія, отбрасываемаго зеркаломъ *a*. Если бы зеркало *a* остановилось, то *a'* послѣдовательно отразило бы къ *o* весь линейный участокъ; при условіи же колебанія обоихъ зеркалъ вокругъ ихъ осей, *a'* въ каждомъ своемъ положеніи отражаетъ точки все различныхъ послѣдовательныхъ линейныхъ участковъ предмета G, составляющія зигзагообразную линію на этомъ предметѣ (фиг. 3). Чѣмъ скорѣе движеніе a_1 въ сравненіи съ *a*, тѣмъ ближе будутъ зигзаги, и полнѣе предметъ спроектируется въ щель *o*. Если періоды зеркалъ равны, то спроектируется лишь діагональ, такъ какъ, пока *a* обойдетъ весь предметъ, *a'* пройдетъ лишь одинъ разъ вдоль линейнаго участка изображенія, отбрасываемаго первымъ зеркаломъ. На станціи полученія зеркала колеблются вполнѣ синхронично съ зеркалами станціи отправленія и потому воспроизводятъ по точкамъ зигзагообразную линію, дающую впечатлѣнія о предметѣ G.

Точка, отбрасываемая вторымъ зеркаломъ, падаетъ чрезъ отверстіе *o* въ доскѣ W на вышеупомянутую селеновую пластинку. Колебательное вращеніе зеркалъ производится помощью электромагнитовъ E или E_1, что яснѣе видно на фиг. 5.

Электромагниты (E и E_1) возбуждаются электрическимъ токомъ отъ элементовъ (B_1 и B_2), причемъ токъ прерывается при помощи особенныхъ спиралей съ прерывателями (M_1 и M_2), которыми и достигается тожественность въ движеніи зеркалъ на получающей и отправ-



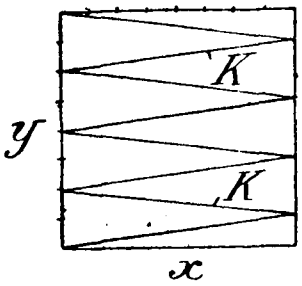
Фиг. 1.



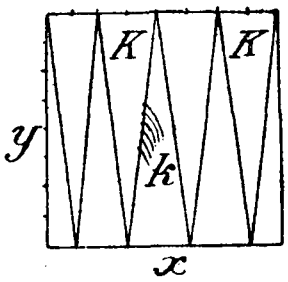
Фиг. 2.

ляющей станціяхъ (синхронизмъ). Различные періоды зеркалъ требуютъ три отдѣльныхъ цѣпи. Но для большихъ разстояній авторъ изобрѣтенія предлагаетъ ограничиться одною линіею, въ которую однако E и E_1 включаются не непосредственно, но помощью трансформаторовъ-прерывателей.

Такимъ образомъ, предметъ (G) при помощи зеркалъ (a и a_1) на станціи (A) разлагается на отдѣльныя точки разной силы свѣта, которыя, падая на селеновую пластинку (S), заставляютъ ее пропускать электрическій токъ отъ элемента (B) слабѣе или сильнѣе, вслѣдствіе чего и электромагнитъ (E_2) будетъ отклонять якорь (b_2) съ укрѣпленной на немъ призмой (p) на различный уголъ. Лучъ, падающій отъ какого нибудь источника свѣта чрезъ отверстіе (O_2) на призму (p), будетъ этой послѣдней отражаться въ

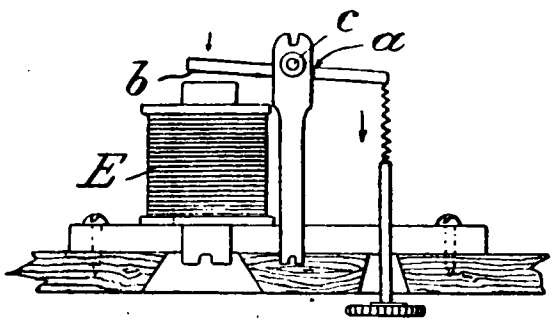


Фиг. 3.



Фиг. 4.

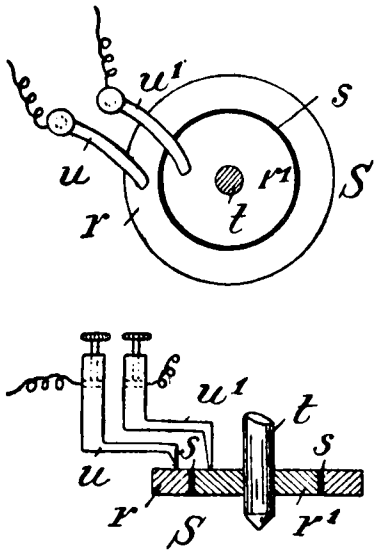
видѣ свѣтоваго пучка, отъ котораго, смотря по положенію призмы, чрезъ отверстіе (O_1) пройдетъ болѣе или менѣе свѣта, а слѣдовательно и зеркала



Фиг. 5.

(a_1 и a) на получающей станціи (A_1) отразятъ точки различной интенсивности и дадутъ, вслѣдствіе синхроническаго движенія съ зеркалами на отправляющей станціи (A) изображеніе (G_1).

Для уничтоженія свѣтоваго послѣдѣйствія въ селенѣ (см. журн. «Электричество» № 1, стр. 2. 1885 г.) Щепаникъ употребляетъ не селеновую пластинку, а селеновое кольцо (S) (фиг. 6), заключенное между круглыми металли-



Фиг. 6.

ческими пластинками (r и r_1), на которыя опираются проволоки (u и u_1); вся эта система укрѣплена на валикѣ (t), который приводится во вращательное движеніе посредствомъ часового механизма (t_1) (фиг. 1—A). Такимъ образомъ всякій моментъ свѣтлая точка падаетъ на такое мѣсто селеноваго кольца, которое непосредственно передъ тѣмъ еще не было освѣщено и слѣдовательно свободно отъ свѣтового послѣдствія.

Изъ этого описанія не видно однако, какъ можетъ призма (p) отбрасывать именно столько свѣта на первое зеркало (a_1), сколько его упало въ данный моментъ на селеновый пріемникъ. Въ этомъ случаѣ намъ можетъ помочь корреспондентъ «Neue-Frei-Presse», который имѣлъ разговоръ по поводу «Электрическаго соглядатая» съ Щепаникомъ (см. «Neue-Freie-Presse» № 12057, 18 März 1898, Seite 5.).

Изъ его разговора видно, что на получающей станціи (A_1) находится постоянный источникъ свѣта (вѣроятно электрическая лампочка l), соединенный съ постояннымъ источникомъ электричества (который на чертежѣ патента почему то не показанъ). Передъ этой лампочкой находятся два экрана (на чертежѣ не видно), каждый изъ которыхъ снабженъ отверстіемъ и отъ лампы получается, такимъ образомъ, только пучекъ свѣта. Эти отверстія съуживаются или расширяются при помощи электрическаго приспособленія, находящагося въ соединеніи съ селеновымъ пріемникомъ, и такимъ образомъ пропускаютъ черезъ себя столько свѣта, сколько его падаетъ на селеновый пріемникъ станціи (A); другими словами, чѣмъ сильнѣе токъ, получаемый отъ первой станціи, тѣмъ сильнѣе будетъ пропущенный черезъ названныя отверстія свѣтъ на второй станціи (A_1). Этотъ же свѣтъ отражается отъ двухъ плоскихъ зеркалъ (a_1 и a), находящихся подъ извѣстнымъ угломъ другъ къ другу. Если теперь оба плоскихъ зеркала находятся какъ разъ подъ тѣмъ же угломъ другъ къ другу, какъ и на отправляющей станціи, то ясно, что отраженный лучъ на получающей станціи упадетъ на экранъ, на которомъ долженъ получиться изображеніе, подъ тѣмъ же угломъ, подъ которымъ лучъ находился и на отправляющей станціи и падалъ затѣмъ на селеновый пріемникъ. Колебанія зеркалъ происходятъ такъ быстро, что цѣлое изображеніе разлагается, проводится по проволокамъ вдаль и проектируется на экранѣ въ теченіи $^1/_{10}$ секунды; нашъ глазъ сохраняетъ свои впечатлѣнія за это время, и потому мы увидимъ цѣльное непрерывное изображеніе предмета съ его движеніями. Полученное такимъ образомъ изображеніе будетъ однако состоять только изъ одного цвѣта (цвѣтъ лампы).

Трудность воспроизведенія цвѣтовъ Щепаникъ рѣшилъ слѣдующимъ образомъ: извѣстенъ фактъ, что если разграфить бѣлую бумагу густыми желтыми линіями, а затѣмъ перпендикулярно къ нимъ награфить линіи красной краской, то глазу будетъ казаться, что бумага окрашена въ оранжевый цвѣтъ. Этотъ фактъ и послужилъ Щепанику исходнымъ пунктомъ.

Раньше было сказано, что лучи въ первомъ аппаратѣ (A), а также и во второмъ аппаратѣ (A_1) въ различные моменты находятся подъ различными углами, но все таки подъ одинаковыми въ обоихъ аппаратахъ. Въ обоихъ аппаратахъ изобрѣтатель укрѣпилъ двѣ одинаковыхъ призмы такъ, что всѣ лучи проходятъ черезъ эти призмы и должны въ нихъ преломляться. Вслѣдствіе этого получится ни что иное, какъ только «фильтрація» изображенія по отношенію къ своимъ цвѣтамъ. Вслѣдствіе равенства угловъ, образуемыхъ лучами съ зеркалами, падаетъ на одну и

ту же точку въ обоихъ аппаратахъ тотъ же цвѣтъ преломленнаго луча. Если должна быть воспроизведена оранжевая точка, то на селеновый пріемникъ по одной линіи будетъ дѣйствовать желтый цвѣтъ, а по слѣдующей линіи сосѣдняя точка, вслѣдствіе колебанія зеркалъ, будетъ дѣйствовать какъ красный цвѣтъ. При воспроизведеніи сосѣднія точки будутъ дѣйствовать вмѣстѣ, какъ оранжевый цвѣтъ.

Остается пожелать счастливому изобрѣтателю успѣха въ усовершенствованіяхъ своего аппарата, который многіе изъ насъ навѣрное будутъ имѣть случай видѣть въ Парижѣ въ 1900 году.

Не безъинтересно здѣсь привести нѣсколько примѣровъ приложенія этого аппарата въ практикѣ.

Если въ одно прекрасное утро повѣсить передъ этимъ аппаратомъ только что отпечатанный № «Новаго Времени», то по прошествіи нѣсколькихъ секундъ въ Владивостокѣ напр. получится фотографическое факсимиле первой страницы этой газеты.

Въ военное время главнокомандующій можетъ слѣдить за движеніемъ войскъ на какомъ угодно разстояніи и по телефону дѣлать моментальныя приказанія.

Позволю себѣ привести здѣсь еще слова фельетониста газеты «Порядокъ» (11 апрѣля 1881 г.), который говоря о телефонномъ сообщеніи Оперы съ залой на Елисейскихъ Поляхъ въ Парижѣ, пишетъ: «не достаетъ только одного, чтобы нашли возможность переносить, какъ *миражъ*, на значительное разстояніе декораціи и актеровъ; тогда торжество было бы полное: Европа могла бы довольствоваться одною центральной оперой, въ которой пѣли бы лучшіе артисты, играли лучшіе музыканты, вдохновленные тою мыслью, что ихъ слушаетъ и *видитъ* половина цивилизованнаго міра».

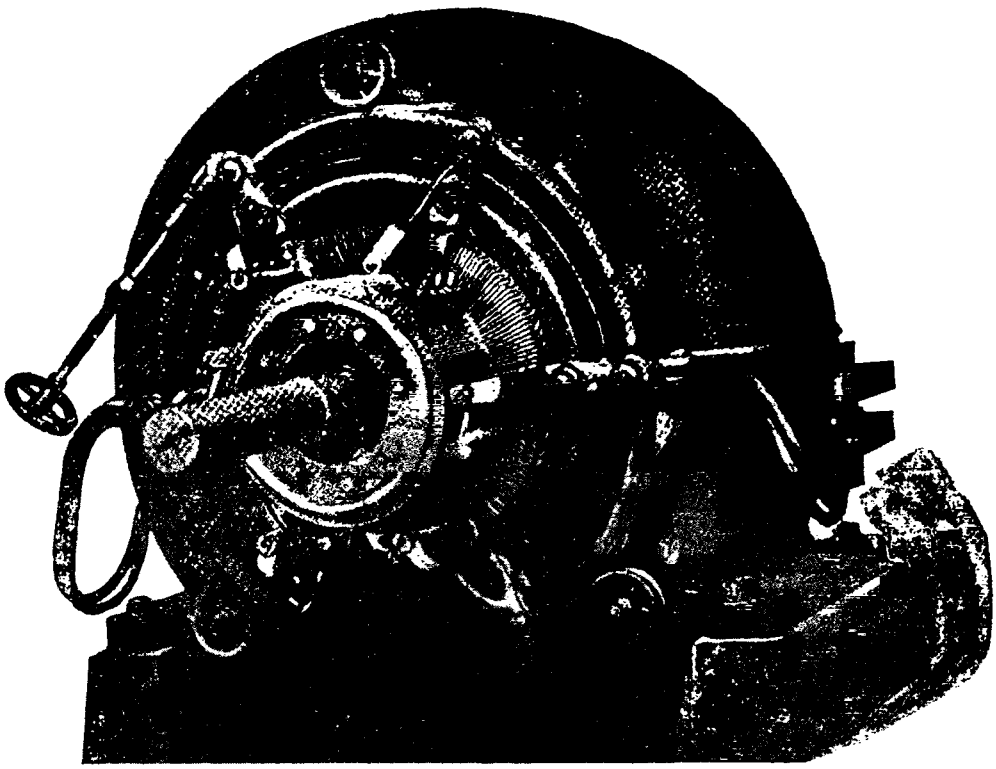
Сонъ этого фельетониста оказывается теперь осуществленнымъ и опять таки въ Парижѣ.

П. Бахметьевъ.

Электрическая выставка въ Нью-Іоркѣ.

Недавно закрывшаяся въ Нью-Іоркѣ электрическая выставка, несмотря на совпаденіе ея съ самымъ разгаромъ военнаго времени, имѣла большой успѣхъ и еще разъ показала міру, какими гигантскими шагами двигается Америка по пути прогресса. Почти во всѣхъ отрасляхъ электротехники стали замѣтны опредѣленныя новыя направленія и значительныя усовершенствованія, съ которыми небезъинтересно будетъ познакомиться читателямъ журнала.

Среди генераторовъ постояннаго тока все болѣе и болѣе развиваются многополюсныя машины, въ ущербъ двухполюснымъ; даже маленькія динамо въ $^1/_2$ силы дѣлаются многополюсными. Почти всѣ новыя динамомашины—кругового типа, т. е. имѣютъ кольцевую наружную оправу съ полюсами, направленными внутрь по радіусамъ (фиг. 7). Матеріаломъ для этой оправы



Фиг. 7.

служитъ преимущественно чугунъ, вмѣсто стали, которая недавно еще исключительно употреблялась для этой цѣли. Полюсные сердечники, сплошные или пластинчатые ($^1/_8$ дм.—$^1/_4$ дм.), дѣлаются изъ кованнаго желѣза и обыкновенно привариваются къ оправѣ, а не привинчиваются; сама оправа дѣлается тоньше, но шире, чѣмъ до сихъ поръ, такъ что она совсѣмъ закрываетъ электромагниты поля (иногда даже и съ боковъ), защищая ихъ отъ возможныхъ механическихъ поврежденій. Обмотка электромагнитовъ преимущественно системы компаундъ, причемъ для послѣдовательной обмотки употребляются мѣдныя ленты.

Относительно междужелѣзнаго пространства замѣчаются рѣзкія перемѣны: теперь стараются увеличить не сѣченіе, а плотность магнитнаго потока въ этомъ мѣстѣ. Съ этой цѣлью не только оставлены расширенные полюсные наконечники, но наоборотъ сердечники магнитовъ скашиваются конически, такъ что сѣченіе

ихъ на концѣ меньше, чѣмъ внутри обмотки; такимъ образомъ линіи магнитныхъ силъ сгущаются въ между—желѣзномъ пространствѣ, и плотность потока значительно увеличивается. При этомъ увеличивается потеря энергіи въ электромагнитахъ поля, но зато, вслѣдствіе сильнаго сгущенія силовыхъ линій, онѣ не деформируются подъ вліяніемъ реакціи арматуры; благодаря этому машина работаетъ—какъ безъ нагрузки, такъ и при перегрузкѣ въ 25%—50%—безъ искръ, не нуждаясь для этого въ сдвигѣ щетокъ.

Сердечники арматуры употребляются исключительно зубчатые; желобки для проводниковъ преимущественно прямоугольнаго сѣченія, почему зубцы расширяются на концахъ. Для противодѣйствія центробѣжной силѣ либо обматываютъ арматуру по окружности проволокой, либо укрѣпляютъ мѣдные стержни деревянными клиньями; съ этой же цѣлью концы зубцовъ расширяются иногда настолько, что почти перекрываютъ промежутки. Изоляціей, вмѣсто дорогой слюды, служатъ болѣе дешевые матеріалы: бумага, пропитанная масломъ, пластинки вулканизированной фибры и пр. Барабанная обмотка употребляется на ряду съ кольцевой.

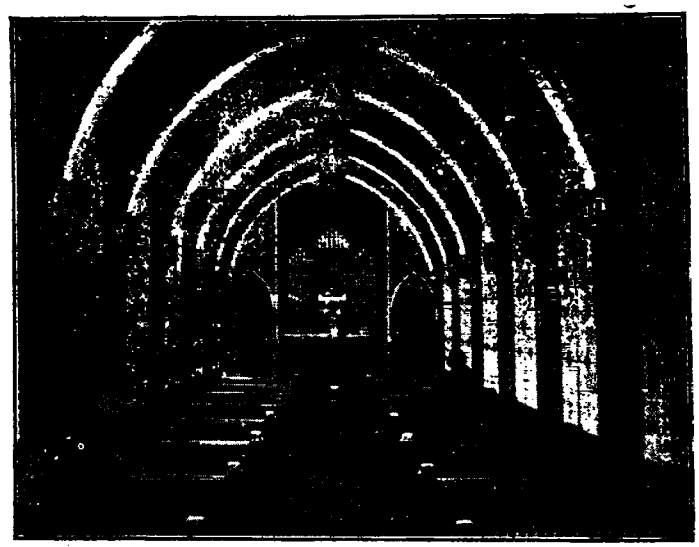
Въ коммутаторахъ не замѣчается существенныхъ измѣненій, за исключеніемъ увеличенія діаметра, что вызывается увеличеніемъ размѣровъ машинъ и числа полюсовъ. Щетки употребляются почти исключительно угольныя даже при 100—вольтныхъ машинахъ; положеніе ихъ обыкновенно радіальное, т. е. нормальное къ поверхности коммутатора. Значительно измѣнилась конструкція щеткодержателей. Большинство современныхъ машинъ снабжены щеткодержателями Байли (Baylis); щетки стоятъ свободно, не зажатыя въ оправу, упираясь однимъ концомъ въ коммутаторъ, другимъ въ упругую контактную пластинку; съ боковъ же онѣ не только не завинчены, но вовсе не имѣютъ оправы, такъ что, во время хода машины, щетку легко вынуть рукой. Кольца, къ которымъ прикрѣплены щеткодержатели становятся все массивнѣе и укрѣпляются чаще всего на внѣшнемъ кольцевомъ ободѣ электромагнитовъ.

Въ новѣйшихъ машинахъ имѣются два такихъ кольца, по одному для щетокъ разныхъ знаковъ; при такомъ устройствѣ эти же кольца служатъ и проводами тока.

Среди приспособленій для пусканія въ ходъ электродвигателей, интересны автоматическіе регуляторы, предохраняющіе двигатели противъ невнимательности и неопытности потребителя и даже противъ злого умысла. Реостатъ или ключъ двигателя снабжается автоматическимъ приспособленіемъ, размыкающимъ токъ при перегрузкѣ или при паденіи напряженія въ цѣпи. Принципъ этого приспособленія слѣдующій: реостатъ, или ключъ управляются дифференціальнымъ электромагнитомъ, обѣ обмотки котораго послѣдовательно соединены: одна съ шунтовой обмоткой электромагнита двигателя, другая — съ обмоткой арматуры. Токи въ обѣихъ обмоткахъ стремятся нейтрализовать другъ друга. При нормальныхъ условіяхъ, намагниченіе отъ тока шунтовой обмотки удерживаетъ ключъ закрытымъ; при перегрузкѣ усиливается токъ въ обмоткѣ, соединенной съ арматурой, магнитъ размагничивается и размыкаетъ токъ. То же случается и при неожиданной остановкѣ питанія цѣпи. При паденіи напряженія цѣпи ослабляется токъ въ шунтовой обмоткѣ, дѣйствіе двухъ обмотокъ магнита нейтрализуется, и токъ автоматически прерывается. Это послѣднее приспособленіе очень важно, такъ какъ, при слабомъ возбуждающемъ полѣ (вслѣдствіе паденія напряженія въ цѣпи), реакція арматуры сильно деформируетъ поле, что вызываетъ искры на коммутаторѣ.

Въ области электрическаго освѣщенія произошелъ цѣлый переворотъ. Открытыя дуговыя лампы отошли уже въ Америкѣ въ область преданія: ихъ замѣнили многочисленныя системы герметически замкнутыхъ лампъ. Послѣднія приспособлены для различныхъ напряженій отъ 80 до 220 вольтъ. Угли сгораютъ очень медленно и хватаютъ для горѣнія въ теченіе 100—150 часовъ безъ смѣны; свѣта даютъ эти лампы болѣе, чѣмъ открытыя при одинаковомъ потребленіи энергіи. Закрытыя лампы изготовляются какъ для постояннаго, такъ и для перемѣннаго тока. Въ лампахъ накаливанія тоже появилась тенденція увеличить напряженіе съ 110 до 220 вольтъ. Развитіе лампъ большого напряженія должно имѣть важныя экономическія послѣдствія: такъ какъ центральныя станціи много выиграютъ на устройствѣ сѣти при увеличеніи вдвое ея напряженія, то слѣдуетъ ожидать пониженія стоимости электрической энергіи. 200—вольтныя лампы накаливанія устраиваются какъ съ одной нитью, такъ и съ двумя самостоятельными; въ послѣднемъ случаѣ нити соединяются послѣдовательно, при напряженіи между зажимами въ 200 вольтъ, и параллельно при напряженіи въ 100 вольтъ. Простое, но очень полезное усовершенствованіе ламповыхъ колпачковъ состоитъ въ серебреніи ихъ верхней половины для усиленія свѣторазсѣянія внизъ.

Однимъ изъ самыхъ замѣчательныхъ экспонатовъ являются, какъ и на предпослѣдней выставкѣ, свѣтящіяся трубы Мура. За два года въ нихъ произведены



Фиг. 8.

значительныя измѣненія и усовершенствованія *). На послѣдней выставкѣ Муръ освѣщалъ своими трубами спеціально построенную для этой цѣли капеллу. Методъ освѣщенія значительно улучшенъ; прежде каждая труба имѣла свой особый прерыватель, теперь вся капелла освѣщалась при помощи одного вращающагося прерывателя усовершенствованной конструкціи. Распредѣленіе тока производилось по особой трехпроводной системѣ; токъ къ прерывателю поступалъ изъ общей распредѣлительной сѣти. Послѣднее весьма существенно, такъ какъ доказываетъ, что при Муровскомъ освѣщеніи можно пользоваться употребляющимися и нынѣ на практикѣ токами. По разсчетамъ Мура сила свѣта его трубъ равняется свѣту лампъ накаливанія при одинаковой затратѣ энергіи; но весьма вѣроятно, что при дальнѣйшихъ усовершенствованіяхъ производительность этого способа еще увеличится.

Прилагаемый рисунокъ изображаетъ внутренній видъ капеллы Мура на выставкѣ; фотографія снята при свѣтѣ исключительно Муровскихъ трубъ: 16 двухдюймовыхъ трубъ расположены по архивольтамъ стрѣльчатаго свода и 3 прямыхъ трубы тянутся вдоль вершины свода. Вся внутренность помѣщенія наполнялась ровнымъ мягкимъ свѣтомъ, сообщавшимъ капеллѣ торжественное настроеніе, довершавшееся звуками видимаго въ глубинѣ органа.

*) См. „Электричество“ № 15—16, стр. 212. 1897 г.

Чтобы усилить впечатлѣніе на публику, массами посѣщавшую капеллу, недоставало еще пастора, но его весьма остроумно удалось замѣнить автоматомъ: на амвонѣ, въ алтарѣ, былъ помѣщенъ фонографъ, „заряженный" предварительно нѣсколькими молитвословіями, которыя онъ цѣлый день читалъ громкимъ голосомъ. Идея эта очень понравилась разсчетливымъ американцамъ, и они думаютъ уже замѣнить пасторовъ, хотя бы въ бѣдныхъ приходахъ (для экономіи рабочей силы), такими „автоматическими священниками", которые должны будутъ отправлять полную церковную службу.

Изъ другихъ новинокъ демонстрировались на выставкѣ (по случаю военнаго времени) взрывы подводныхъ минъ съ помощью лучей Герца: въ небольшомъ водоемѣ, въ которомъ плавала модель броненосца, помѣщалась миніатюрная мина. Цѣпь ея зажигателя замыкалась съ помощью реле, въ связи съ когереромъ, на который издали направлялся пучекъ электрическихъ лучей.

Выпрямители перемѣнныхъ токовъ.

Чѣмъ болѣе развивается электротехника, и чѣмъ шире становится примѣненіе электрической энергіи, тѣмъ болѣе, вмѣстѣ съ тѣмъ, и разграничиваются области примѣненія различныхъ видовъ тока: между тѣмъ какъ перемѣнные токи являются исключительно выгодными при передачѣ энергіи на большія разстоянія, при освѣщеніи лампами накаливанія, многофазные же, въ частности, удобны для приведенія въ дѣйствіе двигателей, есть области, гдѣ постоянные токи являются или болѣе пригодными въ настоящее время, напримѣръ, для дуговыхъ лампъ, трамваевъ, или даже необходимыми — какъ для электролитическихъ работъ, включая и заряженіе аккумуляторовъ. Въ виду этого, при распредѣленіи электрической энергіи важно имѣть приборы—трансформаторы, позволяющіе переходить отъ одной разновидности тока къ другой, безъ значительной при этомъ потери энергіи. Для измѣненія напряженія и силы перемѣннаго тока существуютъ весьма простые и очень экономичные, всѣмъ извѣстные трансформаторы; сравнительно просто достигается также трансформированіе фазъ перемѣнныхъ токовъ. Гораздо сложнѣе оказывается трансформированіе перемѣнныхъ токовъ въ постоянные и обратно.

Однимъ изъ первыхъ приборовъ этого рода является Румкорфова катушка съ прерывателемъ, трансформирующая прерывистый прямой токъ въ перемѣнный. Для обратной трансформаціи уже давно былъ примѣняемъ при магнитоэлектрическихъ машинахъ коммутаторъ, употребляющійся и понынѣ во всѣхъ динамо постояннаго тока. Принципъ его состоитъ въ томъ, что коммутаторъ измѣняетъ направленіе тока въ цѣпи въ тотъ моментъ, когда электродвижущая сила мѣняетъ знакъ. Обыкновенно онъ имѣетъ видъ цилиндра, на боковой поверхности котораго расположено четное число мѣдныхъ сегментовъ, соединенныхъ черезъ одинъ другъ съ другомъ и съ источникомъ перемѣннаго тока; къ цилиндру прикасаются пара или болѣе щетокъ, причемъ щетки или цилиндръ приводятся во вращеніе синхроничнымъ двигателемъ.

Такого вида выпрямители съ успѣхомъ примѣняются въ Англіи для питанія дуговыхъ лампъ. Отдача ихъ очень велика, такъ какъ потеря происходитъ только на треніе и вращеніе щетокъ. Неудобство ихъ состоитъ въ томъ, что токъ получается пульсирующій; для дуговыхъ лампъ это, положимъ, даже удобно, такъ какъ не позволяетъ задерживаться углямъ, но не во всѣхъ случаяхъ возможно допустить, чтобы максимальная электродвижущая сила превосходила почти въ 1,5 раза эффективную. При томъ трудно настолько урегулировать емкость и самоиндукцію цѣпи, чтобы сила тока всегда совпадала по фазѣ съ электродвижущей силой, а безъ этого коммутаторъ будетъ давать вредныя искры.

Для заряженія аккумуляторовъ употребляютъ подобный трансформаторъ, усовершенствованный Поллакомъ; здѣсь сегменты раздѣлены большими изолирующими промежутками и щетки устанавливаются такъ, что снимаютъ токъ лишь тогда, когда электродвижущая сила превосходитъ электродвижущую силу батареи.

Другой способъ выпрямленія перемѣннаго тока состоитъ въ послѣдовательномъ соединеніи источника съ батареей аккумуляторовъ, напряженіе которой равно максимальной электродвижущей силѣ перемѣннаго тока. Аккумуляторы поглощаютъ токъ одного направленія и увеличиваютъ вдвое токъ обратнаго направленія. Получается токъ постояннаго направленія, но пульсирующій еще болѣе рѣзко, чѣмъ въ предыдущемъ случаѣ; кромѣ того, аккумуляторы попеременно разряжаются и заряжаются, но, въ концѣ концовъ, они совсѣмъ потеряютъ первоначальный зарядъ вслѣдствіе внутреннихъ потерь.

Существуютъ выпрямители, основанные на такихъ комбинаціяхъ электродовъ и электролитовъ, которыя свободно пропускаютъ токи одного направленія, но почти не проводятъ токовъ обратнаго направленія (трансформаторъ Греца); но несмотря на весь научный интересъ подобныхъ приборовъ, они еще не могутъ имѣть практическаго значенія.

На практикѣ, для трансформированія перемѣнныхъ токовъ въ постоянный прямой токъ, примѣнимы въ настоящее время лишь три метода: моторъ-динамо, вращающійся трансформаторъ и трансформаторъ Гютена и Леблана „panchahuteur".

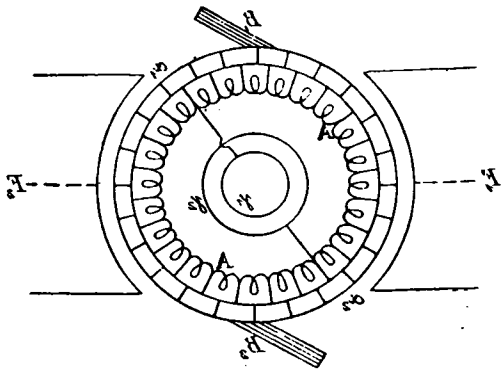
Трансформаторъ перваго рода состоитъ изъ двигателя перемѣннаго тока, обыкновенно синхроничнаго, и динамо-машины постояннаго тока, сидящихъ на одномъ валу. Достоинство этого метода состоитъ въ томъ, что обѣ части машины работаютъ вполнѣ самостоятельно: напряженіе постояннаго тока нисколько не зависитъ отъ напряженія перемѣннаго, которое можетъ доходить до 5.000 вольтъ, а въ большихъ двигателяхъ до 10.000 вольтъ; благодаря этому можно обойтись безъ понижающихъ напряженіе трансформаторовъ, если напряженіе линіи не превосходитъ 10.000 вольтъ. При употребленіи синхроничнаго двигателя скорость вращенія динамомашины остается постоянной, такъ какъ зависитъ лишь отъ числа перемѣнъ альтернатора и, слѣдовательно, отъ скорости паровой машины на генераторной станціи; послѣдняя же скорость обыкновенно поддерживается постоянной. Зато неудобство этого трансформатора заключается въ томъ, что онъ самъ не приходитъ во вращеніе, и его нужно предварительно довести до синхронизма. Другіе недостатки этого вида трансформатора заключаются въ большой стоимости и малой отдачѣ. Принимая отдачу хорошаго двигателя и динамо-машины 90—94%, получимъ въ среднемъ отдачу трансформатора 84,6%, а при употребленіи понижающихъ вольты трансформаторовъ — 82,5%.

Вращающійся трансформаторъ съ двумя обмотками отличается отъ мотора-динамо тѣмъ, что обмотки перемѣннаго и постояннаго тока навиты на сердечникъ одного и того же якоря. Благодаря этому уменьшается объемъ и вѣсъ машины, но теряется главное достоинство мотора-динамо — независимость напряженій постояннаго и перемѣннаго тока.

Совсѣмъ другими свойствами отличается вращающійся трансформаторъ съ одной обмоткой; въ немъ перемѣнный и постоянный токи циркулируютъ по одной и той же обмоткѣ и, хотя напряженія обоихъ токовъ находятся въ тѣсной связи, но зато отдача его очень велика—91—95%; такъ какъ при этомъ, въ большинствѣ случаевъ, необходимо предварительно понизить напряженіе перемѣннаго тока (отдача подобнаго трансформатора — 97—98%), то полная отдача вращающагося трансформатора получится 90—94%, въ среднемъ 92%, т. е. значительно больше отдачи мотора-динамо даже безъ понижающихъ вольты трансформаторовъ.

Принципъ вращающагося трансформатора слѣдующій. Пусть фиг. 9 схематически изображаетъ коммутаторъ динамо-машины постояннаго тока: A — витки арматуры якоря, соединяющіе сегменты коммутатора, B_1, B_2 — щетки, F_1, F_2 — полюсы возбуждающаго электромагнита. Если соединить два противоположныхъ

сегмента α_1, α_2 съ двумя контактными кольцами γ_1, γ_2, то, при вращеніи коммутатора, между кольцами возникаетъ перемѣнная электродвижущая сила, достигающая



Фиг. 9.

максимума, равнаго электродвижущей силѣ постояннаго тока, въ моментъ, когда сегменты α_1, α_2 находятся подъ щетками (расположенными по нейтральной линіи), обращающаяся въ 0 и мѣняющая направленіе, когда тѣ же сегменты пересѣкаютъ ось магнитнаго потока. Полный періодъ соотвѣтствуетъ одному обороту при двухполюсной машинѣ, $\frac{1}{n}$ оборота при $2n$-полюсной.

Обозначая черезъ E электродвижущую силу постояннаго тока, черезъ t время и черезъ N — число оборотовъ, или число періодовъ тока въ секунду, получимъ величину электродвижущей силы перемѣннаго тока

$$e = E \operatorname{Sin} 2\pi N t,$$

откуда эффективная электродвижущая сила его

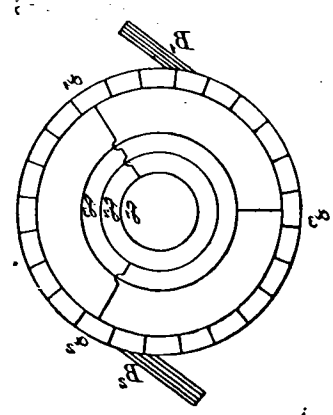
$$E_1 = \frac{E}{\sqrt{2}}.$$

Такимъ образомъ, вращая якорь динамомашины, мы получимъ отъ колецъ γ_1, γ_2 перемѣнный токъ; но такъ какъ генераторъ перемѣннаго тока обратимъ въ синхроничный двигатель, то если мы, напротивъ, будемъ питать кольца γ_1, γ_2 перемѣннымъ токомъ съ числомъ періодовъ равнымъ прежнему числу оборотовъ и съ эффективной электродвижущей силой E_1, то якорь придетъ во вращеніе и дастъ между щетками B_1, B_2 постоянную электродвижущую силу $E = E_1\sqrt{2}$, какъ если бы его вращали механически. Такая машина и представляетъ собою вращающійся трансформаторъ. Въ нашемъ примѣрѣ машина была двухполюсная; обыкновенно же трансформаторы дѣлаются многополюсными для уменьшенія числа оборотовъ при данной частотѣ перемѣннаго тока.

Пренебрегая незначительной внутренней потерей энергіи и смѣщеніемъ фазъ, мы должны допустить, что работа, производимая въ единицу времени постояннымъ токомъ, равна работѣ, доставляемой въ то же время токомъ перемѣннымъ, т. е. $CE = C_1E_1$, гдѣ C — сила постояннаго тока, C_1 — эффективная сила перемѣннаго; отсюда

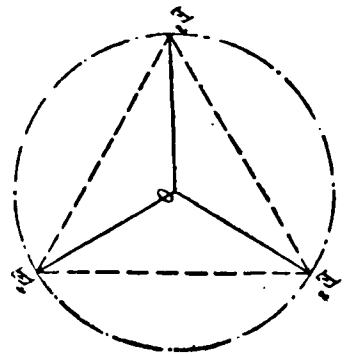
$$C_1 = C\sqrt{2}.$$

Если соединить съ тремя контактными кольцами три равно отстоящіе сегмента коммутатора (фиг. 10), то, вращая машину, получимъ отъ этихъ точекъ трехфазный токъ и, обратно, соединивъ контактныя кольца съ трехфазнымъ генераторомъ, можемъ трехфазный токъ трансформировать въ постоянный. Пусть $\overline{OE_1}$, $\overline{OE_2}$, $\overline{OE_3}$ (ф. 11) означаютъ электродвижущія силы между контактными кольцами и нейтральной точкой, (точкой нулевого напряженія при звѣздообразномъ соединеніи трансформатора, — радіальныя электродвижущія силы; $\overline{E_1E_2}$, $\overline{E_2E_3}$, $\overline{E_3E_1}$ —



Фиг. 10.

электродвижущія силы между тремя кольцами — круговыя электродвижущія силы; $\overline{OE_1}$, очевидно, равняется



Фиг. 11.

половинѣ E_1 въ предыдущемъ случаѣ; слѣдовательно, радіальное напряженіе трехфазнаго трансформатора, т. е. напряженіе линіи

$$E_1 = \frac{E}{2\sqrt{2}}$$

гдѣ E — электродвижущая сила получающагося постояннаго тока.

Круговое напряженіе между кольцами, т. е. между линіями, получается

$$E' = E_1\sqrt{3} = \frac{E\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}$$

Принимая по предыдущему равенство работъ

$$3E_1C_1 = EC; \quad C_1 = \frac{CE}{3E_1} = \frac{2\sqrt{2}}{3}C.$$

Для общаго случая, при n-фазномъ трансформаторѣ, гдѣ n равноотстоящихъ сегментовъ соединены съ n контактными кольцами (на каждую пару полюсовъ), получимъ радіальное напряженіе, между кольцомъ и нейтральной точкой

$$E_1 = \frac{E}{2\sqrt{2}}$$

Круговое напряженіе, между сосѣдними кольцами,

$$E' = 2E_1 \operatorname{Sin}\frac{\pi}{n} = \frac{E \operatorname{Sin}\frac{\pi}{n}}{\sqrt{2}};$$

линейный или радіальный токъ

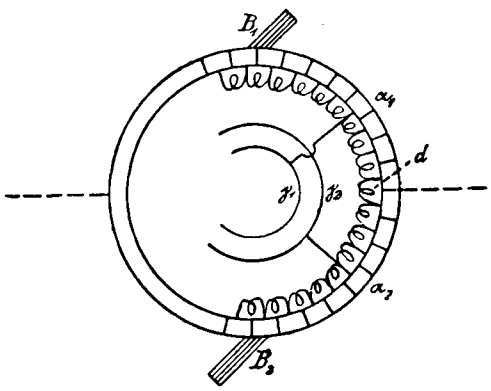
$$C_1 = \frac{2\sqrt{2}}{n} C$$

и токъ между сосѣдними линіями, или круговой

$$C' = \frac{\sqrt{2}}{n \operatorname{Sin}\frac{\pi}{n}} C.$$

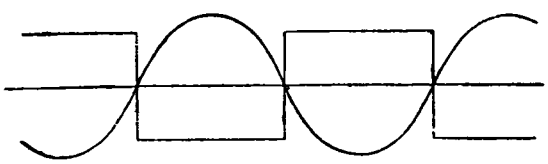
При этомъ выводѣ мы пренебрегали потерей энергіи на вредное сопротивленіе — Джоулевымъ тепломъ. Эта потеря пропорціональна квадрату силы тока, протекающаго по обмоткѣ якоря; въ данномъ же случаѣ токъ этотъ равняется разности перемѣннаго и постояннаго тока.

Пусть фиг. 12 изображаетъ соединеніе коммутатора



Фиг. 12.

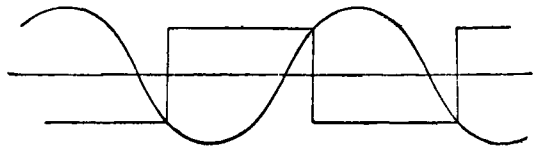
съ двумя сосѣдними контактными кольцами n-фазнаго трансформатора. Въ каждомъ виткѣ обмотки постоянный токъ мѣняетъ направленіе при переходѣ черезъ щетку, но въ промежуткѣ между двумя щетками сила тока остается постоянной; измѣненіе тока происходитъ, слѣдовательно, прямоугольными зигзагами (фиг. 13). Перемѣнный токъ въ секціи $\alpha_1\alpha_2$ измѣняется синусоидально и достигаетъ максимума при положеніи, указанномъ на чертежѣ, когда середина секціи равно отстоитъ отъ щетокъ. При такомъ положеніи, въ среднемъ виткѣ d секціи $\alpha_1\alpha_2$ оба тока—постоянный и перемѣнный—одинаковы по фазѣ, но имѣютъ разное направленіе, какъ видно на фиг. 13. Результирующій токъ, дѣйствительно



Фиг. 13.

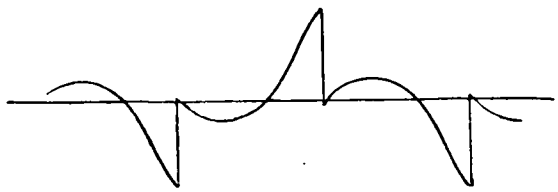
протекающій по этому витку, есть разность этихъ двухъ токовъ и выражается кривой (фиг. 14). Въ сосѣднихъ съ d виткахъ постоянный токъ имѣетъ уже другую фазу, такъ что въ виткѣ, отстоящемъ отъ d на уголъ ω, отношеніе обоихъ токовъ изобразится кривой (фиг. 15), а результирующій токъ—кривой (фиг. 16). Съ измѣненіемъ углового разстоянія мѣняется безпрерывно, вмѣстѣ съ

Фиг. 14.



Фиг. 15.

фазой, и видъ кривой тока. Наибольшая разность фазъ, двухъ токовъ получается для витковъ въ точкахъ α_1 и α_2, гдѣ она $= \frac{\pi}{n}$.



Фиг. 16.

Итакъ, обозначая по прежнему черезъ C силу постояннаго тока, получимъ для результирующаго тока въ виткѣ, на угловомъ разстояніи ω отъ средняго положенія d, выраженіе

$$c_0 = C'' \operatorname{Sin}(\varphi - \omega) - \frac{C}{2},$$

гдѣ $C'' = C'\sqrt{2}$ — максимальное и

$$C' = \frac{C\sqrt{2}}{n \operatorname{Sin}\frac{\pi}{n}}$$

— эффективное значеніе кругового тока, и $\varphi = 2\pi N t$.

Подставляя, получаемъ:

$$c_0 = \frac{C}{2}\left[\frac{4 \operatorname{Sin}(\varphi - \omega)}{n \operatorname{Sin}\frac{\pi}{n}} - 1\right]$$

мгновенное значеніе результирующаго тока; въ данномъ виткѣ эффективная сила его, при половинѣ оборота, будетъ

$$C_0 = \sqrt{\frac{1}{\pi}\int_0^\pi c_0^2 d\varphi} =$$

$$= \frac{C}{2}\sqrt{\frac{1}{\pi}\int_0^\pi \left[\frac{4 \operatorname{Sin}(\varphi - \omega)}{n \operatorname{Sin}\frac{\pi}{n}} - 1\right]^2 d\varphi} =$$

$$= \frac{C}{2}\sqrt{\frac{8}{n^2 \operatorname{Sin}^2\frac{\pi}{n}} + 1 - \frac{16 \operatorname{Cos}\omega}{n\pi \operatorname{Sin}\frac{\pi}{n}}}.$$

Такова сила тока, протекающаго по данному витку обмотки вращающагося трансформатора; если ту же машину употреблять, какъ обыкновенную динамо, то по этому же витку будетъ протекать токъ силы $\frac{C}{2}$; отношеніе потерь энергіи на Джоулево тепло въ обоихъ случаяхъ равно отношенію квадратовъ силъ токовъ, т. е.

$$\gamma_{\omega\omega} = \left(\frac{C'_0}{\frac{C}{2}}\right)^2 = \frac{8}{n^2 \operatorname{Sin}^2 \frac{\pi}{n}} + 1 - \frac{16 \operatorname{Cos} \omega}{n \pi \operatorname{Sin} \frac{\pi}{n}}.$$

Интегрируя это выраженіе по ω отъ 0 до $\frac{\pi}{n}$, т. е. по всей секціи $\alpha_1 \alpha_2$, получимъ отношеніе вреднаго сопротивленія арматуры трансформатора къ вредному сопротивленію той же арматуры, когда машина употребляется какъ динамо постояннаго тока

$$\Gamma = \frac{n}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{n}} \gamma_\omega \, d\omega = \frac{8}{n^2 \operatorname{Sin}^2 \frac{\pi}{n}} + 1 - \frac{16}{\pi^2}.$$

При одинаковой потерѣ энергіи на сопротивленіе арматуры вращающій многофазный трансформаторъ можетъ поэтому совершать работу, превышающую работу той же машины какъ генератора въ отношеніи $\frac{1}{\sqrt{\Gamma}}$. Этимъ, отчасти, объясняется высокій коэффиціентъ полезнаго дѣйствія трансформатора. Съ увеличеніемъ числа фазъ Γ сильно уменьшается, какъ видно изъ слѣдующей таблицы:

Типъ машины.	n	Γ	Работа при одинаковой потерѣ энергіи на сопрот. армат.
Генераторъ постояннаго тока	—	1,00	1,00
Однофазный трансформаторъ	2	1,37	0,85
Трехфазный „	3	0,555	1,34
Четырехфазный „	4	0,37	1,64
Шестифазный „	6	0,26	1,96
12-фазный „	12	0,20	2,24
∞-фазный *) „	∞	0,187	2,31

Вторая причина экономичности работы трансформатора — отсутствіе реакціи арматуры. Дѣйствительно, реакція въ данномъ случаѣ слагается изъ реакціи машины какъ генератора постояннаго и реакціи ея какъ двигателя перемѣннаго тока. Обѣ реакціи (если щетки, какъ это обыкновенно и бываетъ въ трансформаторѣ, стоятъ на нейтральной линіи) состоятъ въ поляризаціи перпендикулярной линіямъ магнитныхъ силъ поля, но въ поляризаціи взаимно противоположной по знаку. Абсолютныя величины этихъ реакцій можно вывести слѣдующимъ образомъ.

Пусть m—число оборотовъ арматуры двухполюснаго вращающагося трансформатора и C—сила постояннаго тока. Полное число амперъ-витковъ поляризаціи $= \frac{m}{2} C$; но такъ какъ витки распредѣлены равномѣрно по окружности якоря, то дѣйствія ихъ не равны и результирующее дѣйствіе

$$F = \frac{mC}{2} \cdot \frac{1}{\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \operatorname{Cos} \varphi \, d\varphi = \frac{mC}{\pi}$$

Это и есть первая реакція машины, какъ генератора.

*) Т. е. вращающійся трансформаторъ со столькими контактными кольцами, сколько сегментовъ въ коммутаторѣ на пару полюсовъ — трансформаторъ Леблана.

При n-фазномъ трансформаторѣ число витковъ арматуры на фазу $= \frac{m}{n}$. Сила тока на фазу, т. е. сила тока между сосѣдними контактными кольцами

$$C' = \frac{\sqrt{2}\, C}{n \operatorname{Sin} \frac{\pi}{n}}.$$

Число амперъ-витковъ на фазу

$$\frac{m C'}{n} = \frac{\sqrt{2}\, m C}{n^2 \operatorname{Sin} \frac{\pi}{n}}.$$

Интегрируя, по предыдущему, по $\frac{1}{n}$ окружности арматуры, получаемъ результирующее дѣйствіе (на фазу)

$$f' = \frac{m C'}{n} \cdot \frac{n}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{n}}^{+\frac{\pi}{n}} \operatorname{Cos} \varphi \, d\varphi = \frac{\sqrt{2}\, m C}{\pi n}.$$

Если n равноотстоящихъ катушекъ n-фазной системы обладаютъ магнитодвижущей силой f' (на катушку) въ эффективныхъ амперъ-виткахъ, то результирующая магнитодвижущая сила всѣхъ n катушекъ будетъ *)

$$F' = \frac{n}{\sqrt{2}} f' = \frac{mC}{\pi}.$$

Слѣдовательно, обѣ реакціи арматуры, равныя по величинѣ, но противоположныя по знаку, уничтожаютъ другъ друга и машина работаетъ безъ реакціи арматуры.

Вращающійся трансформаторъ обладаетъ еще слѣдующими достоинствами. Такъ какъ реакція арматуры двигателя даетъ поперечный магнитный потокъ, упреждающій на 90° потокъ возбуждающаго поля, то, слѣдовательно, безваттный токъ въ арматурѣ, запаздывающій по фазѣ относительно электродвижущей силы на 90°, даетъ реакціонный магнитный потокъ, совпадающій съ направленіемъ возбуждающаго поля; безваттный же токъ, упреждающій на 90° электродвижущую силу—даетъ потокъ, противоположный направленію поля. Итакъ: 1) если токъ совпадаетъ по фазѣ съ электродвижущей силой—реакціи арматуры нѣтъ; 2) если токъ запаздываетъ по фазѣ, его безваттная слагающая даетъ реакцію, усиливающую внѣшнее поле; 3) если токъ упреждаетъ электродвижущую силу, реакція безваттной слагающей ослабляетъ напряженіе поля.

Слѣдовательно, если имѣемъ токъ запаздывающій, то, при той же электродвижущей силѣ, должны употребить меньшее напряженіе поля, при токѣ упреждающемъ—большее напряженіе, чѣмъ въ случаѣ совпаденія фазъ тока и электродвижущей силы. И обратно, пониженіемъ напряженія поля мы сдвигаемъ фазу тока назадъ, усиленіемъ поля — впередъ относительно фазы электродвижущей силы. Теперь, извѣстно, что при токѣ упреждающемъ, самоиндукція цѣпи увеличиваетъ напряженіе, при запаздываніи — уменьшаетъ. Имѣя при вращающемся трансформаторѣ такое простое средство для измѣненія фазъ, мы можемъ легко регулировать напряженіе тока, удерживая его постояннымъ или даже, если угодно, увеличивая, при увеличеніи нагрузки или перегрузкѣ трансформатора. Потребное для этого усиленіе поля незначительно по сравненію съ измѣненіемъ его для той же цѣли, въ динамомашинахъ постояннаго тока, такъ какъ возбуждающему полю не приходится компенсировать несуществующей реакціи арматуры. Если приходится регулировать напряженіе тока въ широкихъ предѣлахъ, то необходимо искусственно увели-

*) „Theory and Calculation of Alternating Current Phenomena“, S. 354, Ch. Steinmetz.

чить самоиндукцію цѣпи; здѣсь мы имѣемъ случай, когда самоиндукція не только не вредна, но даже полезна.

Такъ какъ перемѣнный токъ способенъ самъ возбуждать поле, то можно, регулируя фазы, значительно измѣнять силу возбуждающаго электромагнита, а при большой реакціи арматуры, можно обойтись совсѣмъ безъ внѣшняго поля. Такія реакціонныя машины проще по конструкціи, но зато онѣ лишены важнаго достоинства обыкновеннаго вращающагося трансформатора — возможности регулировать фазы; кромѣ того, при увеличеніи запаздыванія фазы быстро увеличивается потеря на Джоулево тепло—пропорціонально квадрату тангенса угла сдвига.

Выше мы видѣли, что кривая тока, протекающаго по виткамъ арматуры, имѣетъ очень своеобразную форму, непрерывно измѣняющуюся отъ витка къ витку. Эти быстрыя періодическія измѣненія вызываютъ въ полюсныхъ сердечникахъ внѣшнихъ электромагнитовъ вредные паразитные токи. Во избѣжаніе нагрѣванія полюсные сердечники дѣлаются изъ слоевъ тонкаго листоваго желѣза.

Многофазный вращающійся трансформаторъ самъ начинаетъ вращаться, какъ только его соединить съ источникомъ тока, и быстро достигаетъ синхронизма. При пусканіи трансформатора въ ходъ, внѣшнее поле уничтожаютъ или сильно ослабляютъ. Такъ какъ сердечники внѣшнихъ электромагнитовъ слоистые, а не сплошные, то первоначальный моментъ вращенія получается не отъ взаимодѣйствія арматуры съ паразитными токами въ полюсныхъ сердечникахъ (какъ обыкновенно въ синхронныхъ многофазныхъ двигателяхъ), а отъ вліянія гистерезиса, т. е. отъ взаимодѣйствія тока данной фазы въ арматурѣ съ остаточнымъ магнетизмомъ поля отъ тока предыдущей фазы. Такъ какъ это взаимодѣйствіе очень слабо, то трансформаторъ пускается въ ходъ безъ нагрузки. Въ моментъ начала вращенія обмотка электромагнитовъ является по отношенію къ арматурѣ вторичной обмоткой трансформатора и, вслѣдствіе значительнаго числа оборотовъ проволоки, въ ней можетъ развиться большое напряженіе — 4.000 — 6.000 вольтъ, противъ чего нужно принять соотвѣтственныя мѣры.

Если вращать механически арматуру трансформатора, то онъ можетъ дать какъ постоянный токъ, такъ и перемѣнный, или оба вмѣстѣ; при этомъ, однако, реакціи арматуръ не вычитаются, а складываются и потому такое примѣненіе вращающагося трансформатора невыгодно.

Тотъ же трансформаторъ можетъ, очевидно, служить и для обратной трансформаціи постояннаго тока въ перемѣнный; реакціи арматуръ здѣсь опять вычитаются. Если источникомъ постояннаго тока взять батарею аккумуляторовъ, то можно получить многофазный перемѣнный токъ замѣчательнаго постоянства напряженія. Въ такомъ именно видѣ примѣнены вращающіеся трансформаторы на освѣтительной электрической станціи въ Бруклинѣ—одной изъ лучшихъ станцій въ мірѣ. При этомъ является, однако, слѣдующее усложненіе: если машина трансформируетъ перемѣнный токъ въ постоянный, то скорость вращенія постоянна и опредѣляется числомъ перемѣнъ тока; въ противоположномъ же случаѣ скорость можетъ измѣняться при измѣненіи напряженія поля, какъ при всякомъ двигателѣ постояннаго тока, а вмѣстѣ съ тѣмъ измѣнится и число перемѣнъ тока. Если самоиндукція цѣпи вдругъ увеличится, фаза тока отстанетъ отъ фазы электродвижущей силы, благодаря чему напряженіе поля понизится и скорость вращенія увеличится. Нужно, слѣдовательно, принять особыя мѣры къ регулированію скорости вращенія двигателя.

Почти все вышесказанное относится исключительно къ трансформаціи многофазныхъ токовъ. Въ случаѣ токовъ однофазныхъ трансформаторъ, очевидно, самъ не начинаетъ вращаться, реакція арматуры не уничтожается и, вообще, является много усложняющихъ вліяній, заставляющихъ предпочесть для этого случая динамо-моторъ.

ОБЗОРЪ.

Вліяніе внѣшнихъ сотрясеній на счетчики электрической энергіи системы Элигю Томсона.— При изученіи дѣйствія счетчика, для графическаго представленія его показаній, откладываютъ по координатнымъ осямъ: по оси абсциссъ—истинные ватты, а по оси ординатъ — ватты, показываемые счетчикомъ. Получаемая линія является прямой, опредѣляемой уравненіемъ

$$y = A + Bx,$$

гдѣ y—ватты, указываемые счетчикомъ, A—постоянная, положительная или отрицательная, B—угловой коэффиціентъ прямой, x—истинные ватты, дѣйствующіе въ толстой проволокѣ счетчика. Прямая эта называется характеристикой счетчика *).

Это графическое представленіе очень удобно для изученія вліянія внѣшнихъ сотрясеній на показанія счетчика. Счетчики помѣщаются обыкновенно на стѣнѣ, которая подвержена сотрясеніямъ отъ ѣзды по улицѣ и т. п.; эти сотрясенія вредятъ правильному ходу счетчика.

Въ виду неправильности этихъ сотрясеній Е. О'Кинанъ, завѣдующій лабораторіей парижской компаніи сжатаго воздуха, производившій изслѣдованія надъ счетчиками, замѣнилъ ихъ на время изслѣдованія колебаніями, производимыми прерывателемъ звонка, помѣщеннаго на разстояніи, достаточномъ для того, чтобы не оказывать магнитнаго вліянія на счетчикъ.

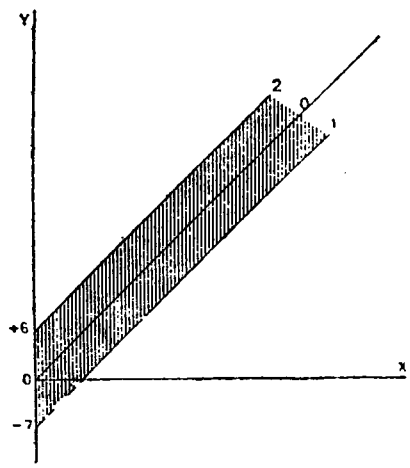
При этихъ условіяхъ характеристика счетчика остается прямой, которая опредѣляется нѣкоторымъ уравненіемъ

$$y_2 = a_2 + bx$$

и параллельна первой, полученной при спокойномъ состояніи счетчика и опредѣляемой уравненіемъ

$$y_1 = a_1 + bx.$$

Предположимъ, что счетчикъ въ 25 амперъ, 110 вольтъ (ф. 17) далъ въ первомъ случаѣ $a_1 = -7$ ват.: это показываетъ, что теоретически счетчикъ будетъ начинать счи-



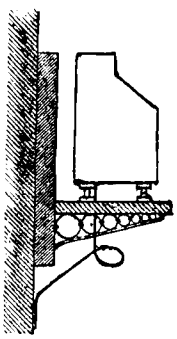
Фиг. 17.

тать только съ 7 ваттъ; если во второмъ случаѣ, въ присутствіи колебателя, $a_2 = +6$ ваттамъ, то это показываетъ, что въ данномъ случаѣ счетчикъ показываетъ въ пустую 6 ваттъ-часовъ въ часъ. Замѣчено, что a возрастаетъ съ усиленіемъ сотрясеній. Въ случаѣ неправильныхъ сотрясеній характеристика перемѣщается параллельно самой

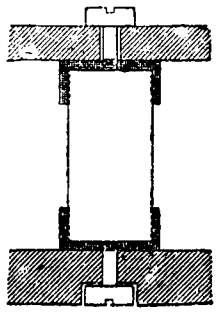
*) См. „Электричество", 1897 г., № 21, стр. 302.

себѣ между двумя прямыми, соотвѣтствующими покойному состоянію счетчика и максимальному сотрясенію. Для избѣжанія этого счетчики укрѣпляются такимъ образомъ, чтобы даже при максимальномъ сотрясеніи a оставалось положительнымъ. Однако же, это представляетъ много невыгодъ для производительныхъ компаній, въ особенности при счетчикахъ большого размѣра, такъ какъ a пропорціонально калибру. Такъ, счетчикъ въ 10 амперъ, 110 вольтъ, для котораго $a = -11$ ваттъ ($^1/_{100}$ калибра) пропускаетъ теоретически 11 ваттъ: если абонентъ зажигаетъ одну лампу въ 10 свѣчей, потребляющую 35 ваттъ, то энергія, потребляемая ею, будетъ отмѣчаться счетчикомъ съ потерей 11 ваттъ. При употребленіи счетчика въ 75 амп.×440 вол.=33.000 ваттъ, котораго $a = -330$ ваттъ, т. е. потребитель можетъ жечь 10 лампъ по 10 свѣчей цѣлыя сутки безъ всякой платы, такъ какъ счетчикъ не будетъ указывать потребляемой энергіи.

Чтобы поставить счетчикъ внѣ вліянія сотрясеній, а также, чтобы имѣть возможность регулировать его довольно точно, уменьшая до возможной степени величину a, О'Кинанъ совѣтуетъ ставить ихъ на особыхъ подставкахъ, ослабляющихъ сотрясеніе. Счетчикъ отодвигается отъ стѣны и помѣщается на четырехъ ножкахъ на горизонтальной подставкѣ, поддерживаемой кронштейномъ, прикрѣпленнымъ къ стѣнѣ (фиг. 18). Эти ножки (фиг. 19) состоятъ изъ каучуковыхъ цилиндровъ,



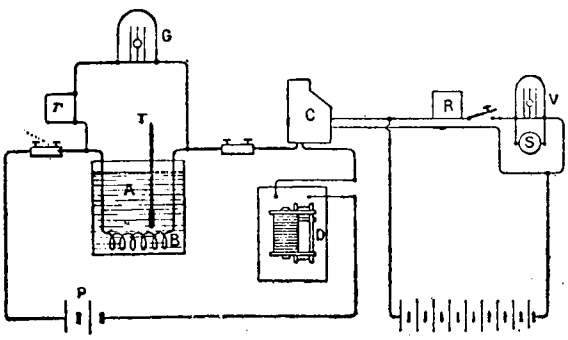
Фиг. 18.



Фиг. 19.

концы которыхъ ввинчены въ латунныя муфты, прикрѣпленныя винтами съ одной стороны къ счетчику, а съ другой—къ горизонтальной подставкѣ. Такимъ образомъ счетчикъ является основательно прикрѣпленнымъ.

Для опредѣленія характеристикъ счетчиковъ О'Кинанъ произвелъ нѣсколько опытовъ, причемъ пользовался расположеніемъ приборовъ, показаннымъ на фиг. 20.



Фиг. 20.

Источникомъ силы служила батарея P изъ четырехъ аккумуляторовъ по 300 кгр. на элементъ; для полученія постоянной разности потенціаловъ употреблялась маленькая батарея изъ аккумуляторовъ по 3—5 кгр. Токъ первой батареи проходилъ черезъ индукторы счетчика C (фиг. 20), регулирующій реостатъ D и опредѣленное сопротивленіе, состоявшее изъ толстой мельхіоровой проволоки B, погруженной частью въ сосудъ съ водой. Въ отвѣтвленіи отъ этого сопротивленія былъ включенъ гальванометръ Депре д'Арсонваля G, параллельно съ другимъ сопротивленіемъ r, позволявшимъ непосредственное чтеніе по шкалѣ въ амперахъ. Разность потенціаловъ у зажимовъ счетчика измѣрялась другимъ гальванометромъ V, снабженнымъ шунтомъ S и включеннымъ въ отвѣтвленіе отъ этихъ зажимовъ, (въ цѣпи котораго находилось добавочное сопротивленіе R, болѣе 100.000 омъ) позволявшимъ непосредственное по шкалѣ чтеніе въ вольтахъ. Гальванометры употреблялись вмѣсто ваттметровъ, вслѣдствіе большой чувствительности отражательныхъ гальванометровъ, качества очень важнаго въ данномъ случаѣ, когда приходилось измѣрять очень слабые токи. Опыты показали, что характеристика является всегда прямой линіей, которая, подъ вліяніемъ постоянныхъ сотрясеній, перемѣщается параллельно самой себѣ. При употребленіи ослабляющихъ подставокъ сотрясенія эти уменьшались почти въ 20 разъ, такъ что счетчикъ въ 25 амперъ 440 вольтъ 11.000 ваттъ отмѣчалъ всю энергію, потребляемую 10-свѣчной лампочкой,— результатъ вполнѣ удовлетворительный.

Подобныя ослабляющія подставки для счетчиковъ, введенныя у всѣхъ потребителей электрической энергіи парижской компаніи сжатаго воздуха, по предложенію О'Кинана, дали очень хорошіе результаты.

(L'Écl. électr., L'Ind. électr.).

Регуляторъ скорости съ электрическимъ тормазомъ, системы Г. Риттера.— Регулированіе хода машинъ является однимъ изъ необходимыхъ условій ихъ хорошаго дѣйствія. Кромѣ того, колебанія скорости уменьшаютъ отдачу. Въ случаѣ паровыхъ машинъ вопросъ этотъ представляется довольно простымъ. Но при употребленіи гидравлическихъ двигателей вопросъ усложняется. Турбины работаютъ или подъ большимъ паденіемъ и малымъ расходомъ, или подъ среднимъ и малымъ паденіемъ и большимъ расходомъ. Турбины высокаго давленія строются быкновенно съ горизонтальной осью, внутренней по радіальной инжекціей; регулировка въ этомъ случаѣ довольно легка и колебанія скорости поддерживаютъ ниже 1%, даже въ случаѣ рѣзкихъ измѣненій нагрузки на 50%. Такія большія колебанія встрѣчаются часто въ практикѣ электрическихъ трамвайныхъ станцій. Но регулированіе турбинъ, работающихъ подъ низкимъ или среднимъ паденіемъ, труднѣе; рѣшеніе этого вопроса представляетъ еще большій интересъ потому, что эти условія наиболѣе часто встрѣчаются въ природѣ, и потому, что увеличеніе скорости является опаснымъ не только вслѣдствіе большой вращательной скорости динамомашинъ, но и вслѣдствіе повышенія напряженія тока.

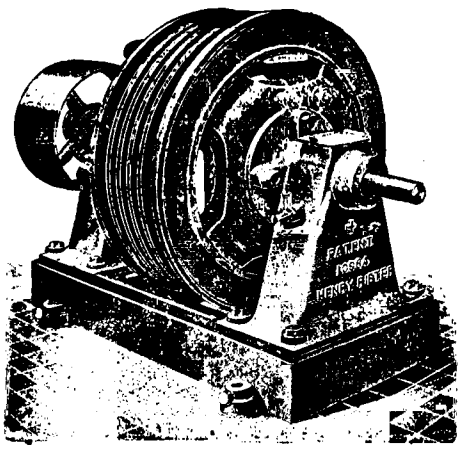
Регуляторъ долженъ поглощать то количество энергіи, которое вызвано измѣненіемъ. Обыкновенно это поглощеніе производится трансформированіемъ кинетической энергіи въ тепловую посредствомъ тренія. Треніе между твердыми тѣлами не представляетъ большихъ выгодъ, такъ какъ дѣйствіе ограничивается поверхностями, вслѣдствіе чего эти послѣднія быстро изнашиваются и приходятъ въ негодность. Болѣе часто употребляются тормаза съ жидкостями. Двигатель соединенъ, напримѣръ, съ валомъ, на которомъ насажены лопасти, погруженныя въ жидкость. Жидкость заключена въ сосудъ, который соединяется съ пріемникомъ регулятора перемѣннымъ отверстіемъ, размѣръ котораго регулируется скоростью самаго двигателя; но этотъ механизмъ, подвергающійся сильнымъ дѣйствіямъ и колебаніямъ температуры, теряетъ свою чувствительность и мѣшаетъ правильному ходу аппарата. Съ другой стороны, разсѣиваніе теплоты циркуляціей холодной воды и другими средствами слишкомъ несовершенно: механизмъ такъ нагрѣвается, что приходится его останавливать.

Извѣстно, что индуктированные токи, образующіеся

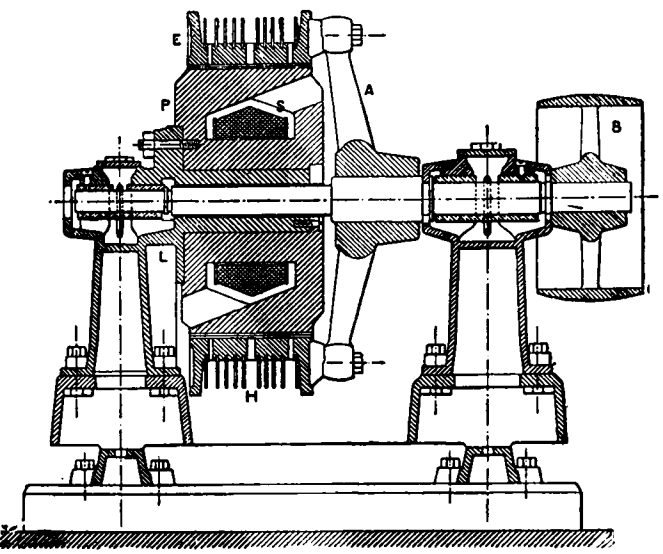
въ металлической массѣ, помѣщенной въ измѣняющемся перемѣнномъ магнитномъ полѣ, развиваютъ электромагнитныя силы, которыя (по закону Ленца) препятствуютъ совершающемуся движенію. Эти-то токи и употребляются какъ тормазъ въ регуляторѣ скорости, предложенномъ Е. Риттеромъ.

Въ принципѣ его регуляторъ состоитъ изъ массы желѣза, движущейся въ магнитномъ полѣ; масса нагрѣвается подъ дѣйствіемъ индуктированныхъ токовъ и кинетическая энергія, поглощаемая тормазомъ, переходитъ въ теплоту, которая разсѣивается въ окружающемъ воздухѣ. Единственною вращающеюся частью является желѣзный или стальной цилиндръ, тщательно насаженный на ось; единственное треніе, къ тому же весьма незначительное, это треніе оси въ подшипникахъ, въ которыхъ она покоится.

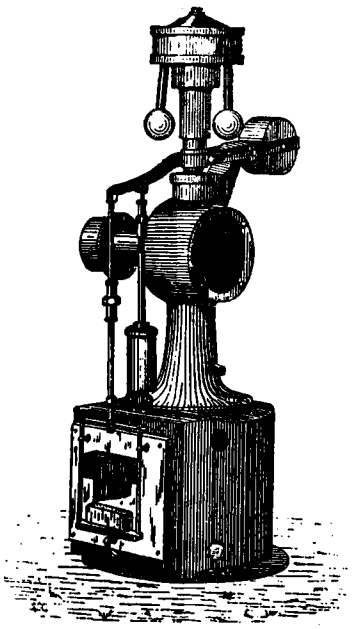
Магнитное поле производится (фиг. 21 и 22) восьмиполюснымъ магнитомъ P, возбуждаемымъ катушкою S, получающей токъ отъ аккумуляторной батареи или динамомашины. Подвижный чугунный якорь E, прикрѣпленъ крѣпкими болтами къ выступамъ на спицахъ A, сидящихъ на валу машины. Якорь снабженъ пластинками, которыми теплота разсѣивается во время вращенія. На возбужденіе дѣйствуетъ регуляторъ такимъ образомъ, что воздѣйствіе тормаза увеличивается съ увеличеніемъ скорости. Онъ можетъ быть соединенъ съ возбудительною динамо и находится на самомъ тормазѣ, или быть независимымъ (фиг. 23). Въ этомъ случаѣ регулирующее сопротивленіе, состоящее изъ мельхіоровой проволоки, помѣщается въ нижнюю цилиндрическую коробку; она подраздѣлена на множество частей, которыя оканчиваются въ видимыхъ точкахъ соприкосновенія впереди коробки и погружены въ сосудъ съ ртутью. Надъ коробкою небольшой регуляторъ, съ противовѣсомъ и пружиной, быстро дѣйствуетъ посредствомъ системы рычаговъ на сосудъ съ ртутью. Этотъ послѣдній поднимается или опускается соотвѣтственно движенію верхушки регулятора, вслѣдствіе чего большее или меньшее количество точекъ погружаются въ ртуть и измѣняютъ добавочное сопротивленіе. Такимъ образомъ возбужденіе тормаза измѣняется для малѣйшихъ измѣненій скорости въ относительно большихъ предѣлахъ и, слѣдовательно, дѣйствіе тормаза проявляется энергично и быстро.



Фиг. 21.



Фиг. 22.



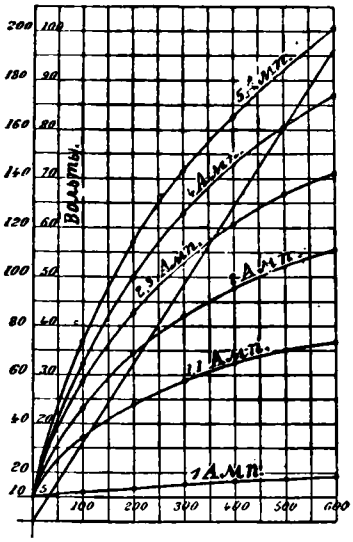
Фиг. 23.

Очевидно, что факторами, которые опредѣляютъ мощность тормаза для скорости вращенія при опредѣленномъ числѣ перемѣнъ и ширинѣ междужелѣзнаго пространства, являются электропроводность и магнитная проницаемость подвижнаго якоря. Не входя въ разсчеты, произведенные изобрѣтателемъ для построенія его аппарата, замѣтимъ, что скорость дѣйствія тормаза зависитъ отъ регулирующаго органа и отъ самоиндукціи, всегда достаточно большой, возбудительной катушки; слѣдовательно, протекаетъ извѣстное время прежде, чѣмъ возбудительный токъ достигнетъ величины, отвѣчающей соотвѣтственному положенію регулятора, но масса тормаза, вслѣдствіе своей инерціи, препятствуетъ значительному измѣненію скорости въ этотъ промежутокъ времени, къ тому же очень короткій.

Электрическій тормазъ Риттера испытывался слѣдующимъ образомъ. Электродвигатель въ 360 амперъ при 110 вольт. и 750 оборот. въ минуту, приводилъ въ дѣйствіе съ помощью двухъ, наложенныхъ одинъ на другой, ремней динамомашину въ 90 амп. при 110 вольт. и тормазъ, которые и составляли нагрузку двигателя. Регуляторъ дѣйствовалъ непосредственно отъ двигателя, чтобы не было вліянія скольженія ремней. Регулированіе скорости тормаза опредѣлялось записывающимъ тахиметромъ. Опыты были сдѣланы съ опредѣленнымъ

возбужденіемъ тормаза и измѣненіемъ только скорости двигателя въ широкихъ размѣрахъ.

Энергія, поглощаемая (фиг. 24) при различныхъ скоростяхъ двигателя (число оборотовъ—по оси абсцисъ)



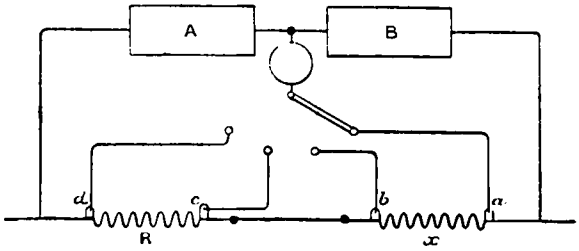
Фиг. 24.

представляетъ функцію отъ возбудительнаго тока (который измѣнялся отъ 0 до 5 амперъ) и возрастаетъ быстро вмѣстѣ съ ней. Діаграмма показываетъ, что аппаратъ можетъ поглощать значительную энергію безъ большихъ относительно возбужденій; замѣтимъ, кромѣ того, что возбужденіе получается на счетъ поглощаемой энергіи.

Употребляя регуляторъ Риттера сначала для работы безъ нагрузки, а затѣмъ увеличивая ее до максимума (11,6 лош. силъ), замѣтили, что скорость понижается до 30 оборотовъ въ двѣ секунды, затѣмъ быстро возвращается къ начальной скорости къ концу четвертой секунды.

Гидравлическій тормазъ, при нагрузкѣ въ 1,25 лош. силъ, приходитъ въ дѣйствіе только къ концу 9,5 секундъ и скорость измѣняется отъ 330 до 365 оборотовъ, затѣмъ медленно уменьшается, становясь черезъ 9 секундъ нормальною. Электрическій тормазъ имѣетъ громадное вліяніе на регулировку хода двигателей, его дѣйствіе очень быстро и онъ можетъ постоянно поглощать большое количество энергіи. Кромѣ того, весь механизмъ очень крѣпокъ и не требуетъ надзора во время своего дѣйствія. (L'Écl. Électr.)

Измѣреніе очень слабыхъ сопротивленій по способу А. Мюллера и Г. Валло.— Пусть R будетъ эталонъ, а x—измѣряемое сопротивле-



Фиг. 25.

ніе (фиг. 25). Оба эти очень слабыя сопротивленія имѣютъ одни зажимы для проводовъ, сообщающихъ имъ токъ, и другіе ab, cd, служащіе для опредѣленія сопротивленій. Между конечными зажимами сопротивленія R и x соединенныхъ послѣдовательно, помѣщаютъ два реостата A и B въ 10.000 омъ, соединенныхъ послѣдовательно, изъ которыхъ одинъ можетъ измѣнять свое сопротивленіе, а другой—не можетъ.

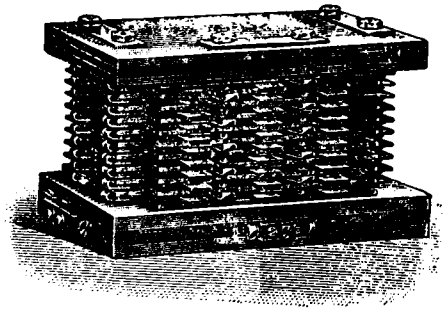
Чувствительный гальваноскопъ присоединяется съ одной стороны между реостатами A и B, съ другой же—послѣдовательно съ четырьмя точками a, b, c, d, въ то время какъ съ помощью внѣшняго источника, напр. батареи аккумуляторовъ, поддерживаютъ постоянный токъ въ сопротивленіяхъ R и x, соединенныхъ послѣдовательно. Для каждаго соединенія гальваноскопа измѣняютъ сопротивленія двухъ реостатовъ такимъ образомъ, чтобы ихъ сумма была постоянна (10.000 омъ) до тѣхъ поръ, пока гальваноскопъ не будетъ на нулѣ въ каждомъ опытѣ. Обозначая черезъ a, b, c, d четыре сопротивленія, прибавляемыя въ реостатѣ A въ каждомъ изъ измѣреній, когда гальваноскопъ соединенъ съ зажимами a, b, c, d величину x получимъ изъ равенства

$$x = \frac{a-b}{c-d}\,\mathrm{R}.$$

Съ точки зрѣнія быстроты измѣренія описанный методъ уступаетъ способу двойнаго мостика Вилліама Томпсона, такъ какъ онъ требуетъ 4 послѣдовательныхъ измѣренія, во время которыхъ токъ долженъ быть строго постоянной силы.

Описанный способъ можетъ быть одинаково примѣнимъ для измѣренія внутренняго сопротивленія аккумулятора, замѣняя постоянный токъ перемѣннымъ, а гальваноскопъ — телефономъ. (L'Ind. Électr.).

Предохранители для токовъ слабаго напряженія. Предохранитель Гаттингера, изображенный на фиг. 26, состоитъ изъ ряда угольныхъ пласти-



Фиг. 26.

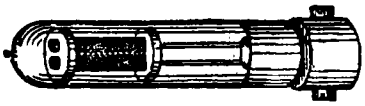
нокъ, переложенныхъ по краямъ тонкими полосками слюды. Однѣ изъ пластинокъ соединяются проводами, другія съ землей.

Въ случаѣ прибора двухполюснаго включеніе это производится такъ, что между двумя пластинками, соединенными съ разными полюсами, непремѣнно помѣщается третья съ проводомъ къ землѣ. Такимъ образомъ полюсныя пластины отдѣляются другъ отъ друга широкимъ промежуткомъ, а отъ пластины, соединенной съ землей, или тонкой полоской слюды или слоемъ воздуха такой же ширины.

Благодаря значительности общей поверхности угольныхъ пластинокъ, описанный приборъ работаетъ очень хорошо, несмотря на его небольшой объемъ.

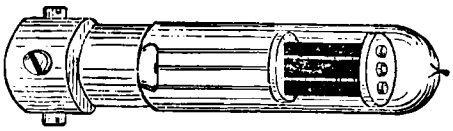
Въ предохранителяхъ иного типа, такъ называемыхъ „предохранителями съ пустотой" конструкторъ воспользовался тою особенностью, что электрическій зарядъ легче проходитъ черезъ слой разрѣженнаго газа, чѣмъ черезъ воздухъ, ослабляющій атмосфернымъ давленіемъ. Эти аппараты, представленные на фиг. 27 и 28, состоятъ изъ заполненной разрѣженнымъ воздухомъ стеклянной трубки, въ которой установлено двѣ или три угольныхъ пластинки; причемъ на ихъ поверхности, обращенныя одна къ другой, нанесены мелкіе зубчики. Въ предохра-

нителѣ для одного провода (фиг. 27) одна пластинка соединяется съ землей, а другая съ проводомъ; въ ап-



Фиг. 27.

паратахъ же для двухъ проводовъ (фиг. 28) съ землей соединяется средній уголь.



Фиг. 28.

Предохранители съ пустотой, по удобствамъ пользованія и простотѣ устройства, особенно пригодны для телеграфныхъ и телефонныхъ линій.

(L' Éclairage électrique, № 35).

БИБЛІОГРАФІЯ.

La traction électrique sur voies ferrées, par **André Blondel** et **F. Paul-Dubois**. Paris. Baudry et C-e, Éditeurs.

Электрическая тяга на желѣзныхъ дорогахъ. А. Блондель и Ф. Поль-Дюбуа. 2 т. 1700 стр. 1014 черт. Парижъ. 1898 г. Цѣна 50 франк. (около 20 руб.).

Ни одно сочиненіе, вышедшее въ свѣтъ и трактующее объ электрической тягѣ, не обнимало до сихъ поръ этотъ вопросъ въ такомъ объемѣ, какъ сочиненіе подъ вышеприведеннымъ заглавіемъ. Сочиненіе это въ двухъ объемистыхъ томахъ изъ болѣе, чѣмъ 1700 печатныхъ страницъ съ 1014 чертежами, представляетъ драгоцѣнный вкладъ въ техническую литературу. Первый томъ подробно излагаетъ исторію и процессъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ, разбираетъ въ послѣдующихъ 4-хъ главахъ типы дорогъ, способы постройки полотна, подвижной составъ, двигатели, разновидности ихъ въ зависимости отъ назначенія, скорости вращенія, системы электрическаго тока; затѣмъ въ VI и VII главахъ приведены всѣ свѣдѣнія, относящіяся до вагоновъ, двигателей и ихъ принадлежностей и, наконецъ, подробный теоретическій и практическій разборъ электрическихъ локомотивовъ.

Второй томъ—въ VIII главѣ говоритъ о матеріалахъ и спеціальныхъ приспособленіяхъ большой скорости. IX глава теоретически разбираетъ всѣ вопросы, относящіеся до двигателей постояннаго тока; X глава приводитъ безконечно разнообразный матеріалъ по вопросу о регулировкѣ хода вагоновъ и двигателей. XI глава переходитъ къ двигателямъ перемѣннаго тока, примѣняемымъ къ электрической тягѣ и приводитъ интересныя данныя на основаніи осуществленныхъ проектовъ. XII глава — обращеніе съ двигателями, испытанія, наблюденія, производство точныхъ опытовъ надъ расходомъ электрической энергіи въ двигателяхъ въ зависимости отъ состоянія пути, скорости движенія, уклона, кривизны, тяжести вагоновъ и проч. Особенно подробно разбираютъ въ XIII главѣ вопросъ о различныхъ сопротивленіяхъ движенію.

Въ XIV главѣ приводятся всѣ разсчеты при проектированіи двигательной станціи; тутъ приняты во вниманіе всевозможныя обстоятельства, сопровождающія работу такой станціи, а потому имѣющія вліяніе на выборъ машинъ, топлива, способъ проводки и проч. Наконецъ, XV глава даетъ полный обзоръ существующихъ системъ тормазовъ и описаніе ихъ дѣйствія.

Сочиненіе это, въ виду значительнаго своего объема и всесторонняго разбора всякаго вопроса, касающагося до электрической тяги — будь это автомобиль, трамвай или электрическая желѣзная дорога, послужитъ неоцѣнимымъ руководствомъ всѣмъ техникамъ, интересующимся вопросомъ электродвиженія, а въ особенности инженерамъ путей сообщенія, которымъ несомнѣнно приходится близко познакомиться со всѣмъ созданнымъ въ настоящее время въ Европѣ и Америкѣ по этой отрасли техники. *Л. Ш.*

Le Laboratoire d'Électricité. Notes et formules par le Dr. I. A. **Fleming**, de l'„University College" de Londres. Traduit de l'anglais par la 2-e edition et augmenté d'un appendice par J. L. **Routin**. Paris. Gauthier-Villars et Fils, Editeurs. 1898.

Электрическая лабораторія. Объясненіе практическихъ работъ. Дж. А. **Флеминга**. Переводъ со второго англійскаго изданія съ дополненіемъ Ж. Л. **Рутэна**. Въ 8-ю долю листа, 152 стр., со многими рисунками въ текстѣ.

Въ Лондонской лабораторіи профессора Флеминга въ University College образцово организованы практическія занятія со студентами по электрическимъ, магнитнымъ и электротехническимъ измѣреніямъ. Для того, чтобы дать возможность работающимъ относиться къ работѣ своей вполнѣ сознательно и въ то же время научить ихъ соблюдать строгій порядокъ въ записи данныхъ опыта и ихъ обработкѣ, проф. Флемингъ издалъ на *отдѣльныхъ листкахъ* составленныя имъ краткія описанія производимыхъ въ его лабораторіи работъ. Описанія эти предполагаютъ въ работающемъ достаточную теоретическую подготовку; они даютъ возможность работающему ознакомиться съ самою работою и возстановить въ памяти необходимыя теоретическія свѣдѣнія и формулы. Конецъ каждаго листка занятъ таблицею, приноровленною для систематической записи данныхъ опыта и результата работы. Такимъ образомъ, листокъ играетъ еще и роль отчета объ измѣненіи практической работы, ибо работающій представляетъ его по окончаніи работы съ заполненными графиками. Система подобныхъ отчетовъ о практическихъ занятіяхъ безспорно очень симпатична и при добросовѣстномъ отношеніи работающихъ должна быть очень удобна и экономна въ смыслѣ времени. Въ виду того, что составленныя проф. Флемингомъ объясненія, отличающіяся вообще чрезвычайною сжатостью, простотою и ясностью изложенія, могутъ имѣть значеніе не для одной только лабораторіи въ „University College", они выпущены въ свѣтъ въ видѣ отдѣльной книги, въ которой собственно говоря переплетены вмѣстѣ отдѣльные объяснительные листки. Ж. Л. Рутэнъ и перевелъ на французскій языкъ эту книгу; при этомъ онъ измѣнилъ самый форматъ ея, такъ что мы въ переводѣ г-на Рутэна имѣемъ уже цѣльную книгу, которая не можетъ быть раздѣлена прямо на отдѣльные листки, какъ въ англійскомъ оригиналѣ. Благодаря этому французскій перев обясненій Флеминга имѣетъ уже значеніе только какъ прекрасное къ практическимъ занятіямъ вообще. Переводъ заключаетъ въ себѣ 40 отдѣльныхъ работъ по различнымъ отдѣламъ. Въ числѣ ихъ есть: изслѣдованіе разными способами магнитнаго поля и магнитныхъ свойствъ желѣза и стали; изслѣдованіе гальванометровъ; измѣреніе силъ токовъ, разностей потенціаловъ и сопротивленій; градуировка различныхъ приборовъ; изслѣдованіе динамо, аккумуляторовъ, трансформаторовъ, лампъ и т. д. Однимъ словомъ, здѣсь собраны всѣ главнѣйшіе вопросы, которыми обыкновенно приходится заниматься въ электрической лабораторной практикѣ, такъ что подобная книга, понятно, должна быть по достоинству оцѣнена людьми, близко стоящими къ этому дѣлу. Наконецъ, какъ справедливо замѣчаетъ г. Рутэнъ, книга эта можетъ быть очень полезна вообще всякому электрику для того, чтобы напомнить въ любой моментъ ходъ и характеръ извѣстнаго испытанія, которое можетъ потребоваться гдѣ-либо внѣ лабораторіи.

Въ концѣ книги переводчикъ сдѣлалъ небольшое дополненіе. Между прочимъ, онъ помѣстилъ тамъ свой

довольно изящный способъ опредѣленія отдачи динамомашинъ. Вообще переводъ сдѣланъ очень добросовѣстно. Что же касается внѣшности изданія, то и она не оставляетъ желать ничего лучшаго. *В. М.*

Les **Compteurs d'Électricité**, par Ernest **Coustet**. Avec 56 figures dans le texte. Paris. Bernard Tignol, éditeur. Prix 2 fr. 50.

Счетчики электричества. Эрнеста **Кустэ**. Съ 56 фигурами въ текстѣ. Въ 16-ю долю листа. 128 стр. Парижъ. Изданіе Тиньоля. Цѣна 1 р.

Настоящій томикъ, представляющій собою 74-й выпускъ Тиньолевской Bibliothéque des actualités industrielles, посвященъ одному изъ наиболѣе интересныхъ вопросовъ въ современной электротехнической промышленности. Какъ показываетъ опытъ, установка счетчика въ квартирѣ абонента является самымъ удобнымъ средствомъ для расчета между потребителемъ электрической энергіи и продавцемъ ея. Это такая же необходимая въ электрической сѣти вещь, какъ водомѣры и газометры въ водопроводной и газопроводной сѣтяхъ. Въ виду того, что дѣло распредѣленія электрической энергіи сравнительно еще ново, не выработано пока какого-либо опредѣленнаго типа счетчика, который могъ бы быть принятъ предпочтительно предъ другими. Мы имѣемъ, наоборотъ, много различныхъ типовъ, имѣющихъ каждый свои достоинства и недостатки; только время и опытъ покажутъ, какой изъ типовъ *наиболѣе* примѣнимъ на практикѣ. Въ настоящее же время приходится выбирать одинъ изъ цѣлаго ряда счетчиковъ разныхъ системъ; выборъ всецѣло зависитъ отъ тѣхъ условій, которымъ нужно удовлетворить. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ и можетъ быть очень полезна книга Кустэ, въ которой читатель найдетъ очень толково сдѣланное описаніе почти всѣхъ предложенныхъ вообще и употребительныхъ въ настоящее время счетчиковъ. Авторъ послѣдовательно разбираетъ всѣ виды счетчиковъ. Начинаетъ онъ со счетчиковъ времени, примѣняемыхъ въ тѣхъ установкахъ, гдѣ всѣ потребляющіе электрическую энергію аппараты работаютъ одновременно и гдѣ, слѣдовательно, для оцѣнки количества потребленной энергіи достаточно знать только время. Далѣе авторъ переходитъ къ описанію счетчиковъ амперъ-часовъ. Здѣсь послѣдовательно разбираются слѣдующія группы: 1) счетчики химическіе, 2) счетчики-двигатели, 3) счетчики съ часовыми механизмами и 4) счетчики тепловые. Посвятивъ далѣе нѣсколько страницъ счетчикамъ вольтъ-часовъ, мало извѣстнымъ въ Европѣ, но примѣняемымъ часто въ Америкѣ на установкахъ съ постоянною силою тока, авторъ переходитъ къ разсмотрѣнію счетчиковъ энергіи. Насъ нѣсколько удивляетъ слишкомъ ужъ строгое отношеніе автора къ счетчику Томсона, который во всякомъ случаѣ является однимъ изъ наиболѣе простыхъ, дешевыхъ и прочныхъ счетчиковъ. Автору, повидимому, совершенно неизвѣстны нѣкоторые новые нѣмецкіе счетчики, напр. счетчики Шукерта, ибо онъ объ нихъ совсѣмъ не упоминаетъ. Далѣе авторъ описываетъ такъ называемые регистрирующіе аппараты, которые обыкновенно играютъ роль счетчиковъ на центральныхъ станціяхъ, и въ слѣдующей главѣ даетъ рядъ совѣтовъ для руководства при выборѣ счетчика, а также при установкѣ его и работы съ нимъ. Наконецъ, въ заключеніе авторъ посвящаетъ нѣсколько словъ особымъ приборамъ, которые можно назвать автоматическими продавцами электрической энергіи. Эти приборы, установленные въ квартирѣ абонента, замыкаютъ токъ на опредѣленный промежутокъ времени, если бросить въ нихъ соотвѣтственную монету.

Написана книга очень доступно и безъ всякихъ сложныхъ математическихъ выкладокъ, такъ что она можетъ быть доступна всякому. Такая книга можетъ быть очень полезна монтеру, которому порученъ надзоръ за счетчиками, ихъ чистка и регулировка. Не безполезна она и абоненту, который съ помощью этой книги можетъ ознакомиться съ установленнымъ у него счетчикомъ и научиться самому наблюдать за его показаніями.

Издана книга вполнѣ прилично.

Kosten der Krafterzeugung. Tabellen uber die Kosten der effectiven Pferdekraftstunde für Leistungen von 4—1000 PS. bei Verwendung von Dampf, Gas, Kraftgas oder Petroleum als Betriebskraft. Aufgestellt von Chr. **Eberle**. Halle a. S. 1898.

Стоимость производства силы. Таблицы стоимости эфективной лошадиной силы-часа отъ 4 до 1000 лошадиныхъ силъ, при паровыхъ, газовыхъ или керосиновыхъ двигателяхъ. Сост. **Эберле**.

Книга подъ вышеприведеннымъ заглавіемъ представляетъ собою незамѣнимое руководство электротехникамъ для рѣшенія вопроса, какого рода двигатель окажется цѣлесообразнѣе всего установить для каждаго даннаго случая проектированія двигательной станціи въ зависимости отъ продолжительности времени суточной работы, стоимости угля, наличности центральныхъ газовыхъ заводовъ, стоимости газа и керосина, и другихъ условій. Авторъ дѣлаетъ точныя сравненія, на основаніи опытовъ съ существующими машинами, между стоимостью силы при паровыхъ машинахъ съ насыщеннымъ и перегрѣтымъ паромъ, локомобилями, газовыми двигателями при центральныхъ газовыхъ заводахъ, газовыми двигателями при собственномъ газовомъ заводѣ и керосиновыми двигателями.

Кромѣ того приведены въ этой книгѣ и стоимости первоначальнаго устройства всѣхъ родовъ двигательныхъ станцій и газовая эксплоатація съ перечнемъ всѣхъ расходовъ. Книгу можно рекомендовать каждому инженеру, заводчику и электротехнику, какъ надежное руководство.

Elektrotechnische Bibliothek. L Band. — **Angewandte Elektrochemie.** Dritter Band. **Organische Elektrochemie.** Von **Dr. Franz Peters** Mit 5 Abbildungen. A. Hartleben's Verlag in Wien. 1898.

Электротехническая библіотека. Томъ L. — **Прикладная электрохимія.** Третій томъ. **Органическая электрохимія.** Сост. **д-ръ Фр. Петерсъ.** Изданіе Гартлебена. Вѣна. 1898. Цѣна 1 руб. 80 коп.

Настоящею книгою законченъ трехтомный трудъ д-ра Франца Петерса „Прикладная электрохимія". Какъ и въ первыхъ двухъ частяхъ, авторъ далъ весьма полное, систематически расположенное перечисленіе способовъ полученія различнѣйшихъ органическихъ соединеній, при, можно бы сказать, безчисленныхъ ссылкахъ на оригинальную литературу предмета, до начала текущаго года включительно. Среди послѣднихъ мы съ особеннымъ удовольствіемъ отмѣтили ссылки на работы русскихъ ученыхъ и, въ частности, на изслѣдованія Бунге, помѣщенныя въ „Журналѣ Русскаго Физико-Химическаго Общества".

„Органическая электрохимія" по содержанію разбивается на три неравныя части, изъ коихъ двѣ первыя (172 стр.) заняты электрохиміей въ узкомъ значеніи этого слова, а третья, всего въ 26 стр., вкратцѣ знакомитъ читателя съ различнаго рода практическими приложеніями органической электрохиміи, каковы напримѣръ, электролитическое окрашиваніе и печатаніе различнаго рода тканей, выдѣлка кожъ, примѣненіе электрическаго тока къ приготовленію питательныхъ веществъ и консервированію съѣстныхъ припасовъ и друг.

По многочисленности и разносторонности свѣдѣній и третій томъ „Прикладной электрохиміи" является весьма полезнымъ пособіемъ для спеціалистовъ въ качествѣ хорошей справочной книги по отдѣльнымъ вопросамъ и сборника толковыхъ справокъ о литературѣ. Къ книгѣ, кромѣ указателей названій соединеній и именъ авторовъ цитированныхъ д-ромъ Петерсомъ работъ, приложенъ также списокъ указанныхъ въ оной патентовъ и привилегій по электрохиміи, выданныхъ С.-А. Соединенными Штатами и большею частью европейскихъ Государствъ.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Полученіе цвѣтныхъ фотографій посредствомъ актиноэлектричества. — Въ засѣданіи французской Академіи Наукъ 18 іюля Л. Дельвалецъ дѣлалъ докладъ по вопросу „о непосредственномъ полученіи цвѣтныхъ фотографій". Въ предыдущемъ докладѣ (7 октября 1895 г.) докладчикъ установилъ слѣдующія явленія:

1) Если погрузить, въ смѣсь уксуснокислыхъ солей мѣди и свинца, латунную пластинку, образующую третій электродъ и если заставить проходить токъ сквозь жидкость, то съ одной стороны пластинки входитъ потокъ электричества, плотность котораго уменьшается отъ концовъ къ серединѣ, и который симметрично выпускается второю половиною; 2) линіи одинаковой плотности потока характеризуются одинаковыми осадками, которые, со стороны выходящаго потока, представляютъ изъ себя тонкія одноцвѣтныя пластинки перекиси свинца.

Съ другой стороны прежніе опыты Беккереля, Риголо и другихъ показали, что при различномъ освѣщеніи двухъ серебряныхъ, мѣдныхъ пластинокъ, помѣщенныхъ въ электролитѣ,—въ цѣпи, ихъ соединяющей, возбуждается электродвижущая сила, характеризуемая степенью освѣщенія. Поэтому, распространяя это свойство на латунную пластинку, можно вывести слѣдствіе: если различныя точки одной и той же латунной пластины, погруженной въ уксуснокислую ванну, освѣщаются различно, то образуются мѣстные токи, циркулирующіе въ жидкости и замыкаемые пластиной.

Эти токи произведутъ электролизъ, т. е. отложенія двуокиси свинца въ извѣстныхъ точкахъ, и къ концу того же времени токи, одинаково освѣщенные, будутъ отмѣчены одинаковыми цвѣтами, измѣняющими въ зависимости отъ степени освѣщенія.

Опыты подтвердили всѣ указанныя гипотезы; результаты, полученные докладчикомъ, были слѣдующіе:

1) Послѣ одного часа экспозиціи, красный предметъ далъ красную окраску на пластинѣ. Этотъ опытъ будетъ сдѣланъ докладчикомъ съ разноцвѣтнымъ предметомъ; 2) поставивъ ванну на полный свѣтъ и помѣщая передъ ней листъ, отъ котораго падала тѣнь на пластинку, Дельвалецъ получилъ хорошій силуетъ листа; 3) изъ всего вышесказаннаго слѣдуетъ, что фотографическій негативъ дастъ на пластинѣ окрашенный позитивъ. Въ самомъ дѣлѣ, въ теченіе 10, самое большее 20 минутъ, на сильномъ свѣтѣ, получаютъ цвѣтную фотографію на латунной пластинкѣ. Черныя мѣста негатива даютъ нѣсколько измѣненный свѣтло-желтый цвѣтъ латуни; тѣни даютъ, въ теченіе того же времени и смотря по ихъ темнотѣ, ярко-зеленый цвѣтъ, буро-желтый болѣе или менѣе чистый красный и т. д. Пластинка должна вымываться въ проточной водѣ, затѣмъ немедленно вытираться; на воздухѣ и на свѣту она измѣняется, но *очень медленно*.

Полученное изображеніе мало пріятно для глаза и кажется очень нерѣзкимъ; но если его разсматривать черезъ красное стекло и подъ надлежащимъ угломъ, то фотографія дѣлается чистою и всѣ цвѣта предмета воспроизводятся почти точно. Такимъ образомъ латунная пластинка, покрытая смѣсью уксуснокислыхъ солей, образуетъ новаго рода свѣточувствительную пластинку, воспроизводящую въ краскахъ свѣтовое впечатлѣніе, полученное ею.

Докладчикъ сообщилъ, что онъ намѣренъ продолжать опыты и произвести нижеслѣдующее: 1) найти бѣлый металлъ и соотвѣтствующій растворъ, напр., желѣзо и виннокаменная соль сурьмы и калія, обладающихъ тѣми же свойствами, такъ, чтобы цвѣтъ металла не осложнялъ результатовъ; 2) сфотографировать спектръ и затѣмъ утилизировать негативъ, согласно вышеизложенному; 3) изслѣдовать не обязаны ли вышеупомянутые осадки электродвижущей силѣ тепловаго порядка. Къ своему докладу Дельвалецъ добавилъ нижеслѣдующее: смѣсь виннокаменной соли, мѣди и ипекакуаны можетъ замѣнить уксуснокислыя соли; спектръ, проектированный на пластинку, даетъ однообразное синее изображеніе; осадки обязаны своимъ происхожденіемъ не разности температуръ.

Автоматическія телефонныя станціи.— Въ Америкѣ сдѣлано въ области телефоніи весьма важное изобрѣтеніе, предметомъ котораго являются устройство и приспособленія для автоматическаго соединенія абонентовъ. Опыты съ этимъ усовершенствованнымъ телефономъ дали такіе хорошіе результаты, что эксперты, посланные Датскимъ правительствомъ для изученія этой системы на мѣстѣ, нашли возможнымъ рекомендовать ее безъ всякихъ оговорокъ. Изъ европейскихъ городовъ раньше всѣхъ обзаведется этимъ телефономъ, вѣроятно, Копенгагенъ, гдѣ уже начаты работы по устройству станцій. Новый телефонъ по наружному виду отличается отъ нынѣ употребительныхъ только устроенной впереди шайбой, правая половина которой снабжена десятью пуговками съ цифрами отъ 0 до 9. При желаніи говорить, напр., съ абонентомъ № 82, надавливаютъ сначала на кнопку 8, а потомъ 2. Если абонентъ № 82 занятъ, т. е. разговариваетъ по телефону съ какимъ-либо другимъ абонентомъ, то при нажатіи на указанныя кнопки ничего не будетъ слышно; въ противномъ случаѣ будетъ слышенъ слабый звукъ колокольчика какъ у вызывающаго, такъ и у вызываемаго абонента. Звукъ колокольчика служитъ признакомъ того, что желаемое соединеніе установлено. Соединеніе производится автоматически въ самый моментъ нажатія на кнопки особыми аппаратами центральной станціи, работающими весьма точно и надежно. Такъ какъ это производится помимо участія людей, то обслуживаніе центральныхъ станцій почти ничего не стоитъ. Впрочемъ, насколько можно судить теперь, при предлагаемой системѣ аппаратовъ, автоматическое обслуживаніе возможно будетъ только для 1.000 абонентовъ. При большемъ числѣ абонентовъ, дальнѣйшія соединенія будутъ устанавливаться также автоматически съ центральныхъ станцій.

Электричество въ современной конюшнѣ.— Хотя въ Америкѣ сильно развитъ въ настоящее время антагонизмъ между электричествомъ и лошадью, однако, они иногда оказываютъ и услуги другъ другу. Современныя американскія конюшни, кромѣ электрическаго освѣщенія и вентиляціи, снабжаются даже электрическими приборами для чистки и стрижки лошадей. Электрическій двигатель спеціально выработаннаго для этой цѣли типа прикрѣпляется, вмѣстѣ съ необходимыми принадлежностями, къ потолку, чтобы не занимать лишняго мѣста, и приводитъ въ вращеніе цилиндрическую щетку или машинку для стрижки. Съ помощью такого приспособленія можно вычистить лошадь въ двѣ съ половиной минуты и выстричь въ 35 минутъ.

Театрофонъ въ Лондонѣ.—Въ Лондонѣ существуетъ компанія, эксплоатирующая извѣстный недавно изобрѣтенный приборъ—театрофонъ. Компанія эта заключила условіе съ центральной телефонной станціей, по которому абоненты телефоновъ могутъ быть соединяемы со всѣми лондонскими концертными и оперными залами въ воскресные дни и въ субботу вечеромъ, когда на телефонныхъ линіяхъ мало работы. Плата за это удовольствіе взимается довольно значительная, но входная плата въ лондонскіе театры тоже очень высока, и при томъ ни одинъ залъ не можетъ вмѣстить столько слушателей, сколько ихъ можетъ соединиться по телефоннымъ проволокамъ. Недавно лондонскіе абоненты соединены были такимъ образомъ съ Парижемъ и слушали у себя дома представленіе „Пророка" въ Парижской Оперѣ.

Редакторъ А. И. Смирновъ.