№№ 9—10. 1893. МАЙ.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Телефонное дѣло въ Россіи.

Ст. П. Барабанова.

(Продолженіе.)

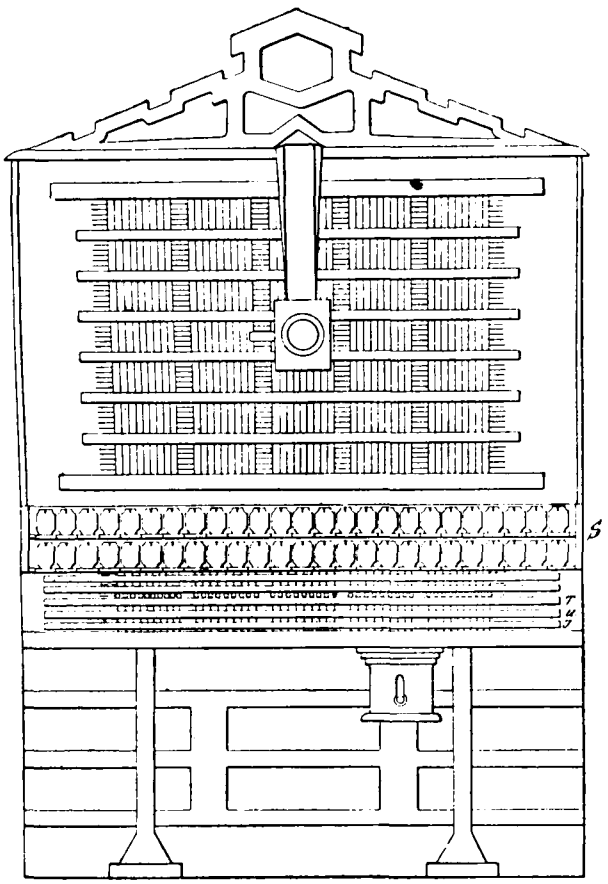
Устройство телефонной станціи. Зданіе телефонной станціи должно находиться, по возможности, близко къ центру города. Для операціоннаго зала, т. е. комнаты, гдѣ работаютъ телефонистки на коммутаторахъ, должно быть выбрано помѣщеніе въ верхнемъ этажѣ станціи, ввиду удобства ввода проводовъ черезъ крышу, и притомъ помѣщеніе свѣтлое и отличающееся сухостью, что важно для хорошаго состоянія изоляціи многочисленныхъ проводовъ, идущихъ въ залѣ другъ около друга, а также господствующею въ немъ тишиною.

Прежде всего устраиваютъ вводъ проводовъ на станцію, затѣмъ—земляное сообщеніе и, наконецъ, тянутъ комнатные провода къ коммутаторамъ. Коммутаторы ставятся врядъ, по возможности, близко одинъ около другаго; спинками обращаются къ стѣнѣ, противуположной окнамъ зала.

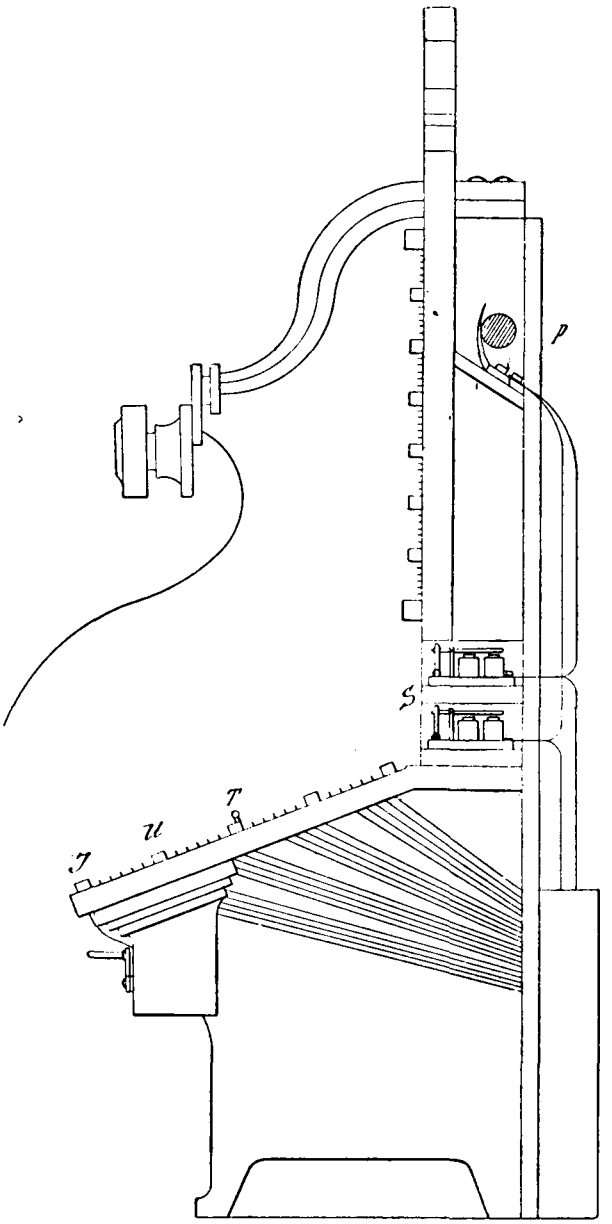
Въ Россіи употребляются телефонные коммутаторы трехъ различныхъ системъ:

1) Гиллеланда на 50 абонентовъ — швейцарской системы; 2) Эриксона на 100 абонентовъ — шведской системы; 3) Мультипль на 200 абонентовъ — французской системы. Самая простая система и употребительнѣйшая въ Россіи — это коммутаторъ Гиллеланда, онъ примѣненъ на большинствѣ какъ правительственныхъ, такъ и компанейскихъ сѣтей. Система Эриксона начала входить въ употребленіе лишь очень недавно, на новыхъ правительственныхъ сѣтяхъ. Мультипль пока примѣненъ только на Петербургской и Московской телефонныхъ станціяхъ. Поэтому болѣе подробно разберемъ Гиллеландовъ коммутаторъ, который примѣненъ также и на многихъ заграничныхъ сѣтяхъ.

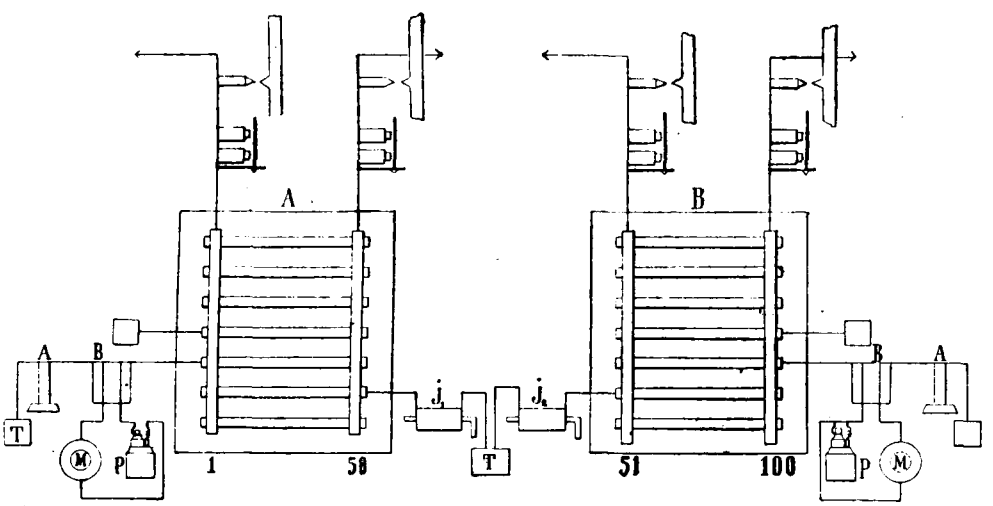
1. **Коммутаторъ Гиллеланда.** Главную часть этого прибора представляютъ продольныя и поперечныя полоски (ламели) изъ желтой мѣди, образующія въ пересѣченіи особыя углубленія, въ которыя вставляется соединительный штепсель. Къ 50 продольнымъ ламелямъ (фиг. 1, 2, 3), расположеннымъ какъ по наклонному рабочему столу, такъ и по вертикальной спинкѣ коммутатора, прикрѣпляются концы линейныхъ проводовъ отъ 50 абонентовъ. Поперечныя же служатъ для соединенія каждой ламели линейной или съ землей черезъ вызывной клапанъ Адера, или съ индукторомъ коммутатора, посылающимъ токи для звона къ абонентамъ, или съ разговорнымъ станціоннымъ микрофономъ, или съ какой угодно линейной пластинкой того же коммутатора, или, наконецъ, съ любой линейной пластинкой всякаго сосѣдняго коммутатора. Всѣ эти соединенія производятся одной лишь перестановкой соединительнаго металлическаго штепселя на разныя поперечныя ламели. Фиг. 3 изображаетъ общую схему всѣхъ соединеній на двухъ сосѣднихъ коммутаторахъ, причемъ для простоты взято только два абонента на каждомъ коммутаторѣ. Каждый линейный проводъ прежде всего заходитъ въ ламельку громоотвода, вызывной клапанъ и затѣмъ прикрѣпляется къ линейной пластинѣ коммутатора, причемъ штепсель въ спокойномъ состояніи абонента находится на пересѣченіи съ земляной поперечной ламелей Т. Когда абонентъ позвонитъ на станцію, то клапанъ выпадаетъ, его нумеръ дѣлается виднымъ, телефонистка беретъ штепсель этого абонента и переставляетъ его на разговорную ламель В, причемъ включается микротелефонъ коммутатора, состоящій изъ индуктивной внѣшней обмотки В, слуховаго телефона А и земли, а также короткой цѣпи изъ микрофона Блэка М, внутренней обмотки индуктивной катушки и элемента Р. Если абонентъ не отвѣчаетъ долго, то телефонистка переставляетъ штепсель на пластинку j, куда включенъ индукторъ, соединенный съ землей, и вращаетъ индукторъ, послѣ чего опять ставитъ штепсель на В. Если абонентъ хочетъ говорить съ кѣмъ-либо, расположеннымъ въ этомъ же коммутаторѣ, то штепселя этихъ двухъ абонентовъ ставятся на соединительную пластину U. При желаніи абонента телефонировать съ абонентомъ коммутатора В, телефонистка коммутатора А переставляетъ штепсель на соединительную ламель, прося сосѣднюю телефонистку переставить штепсель требуемаго абонента на соединительную ламель А. Конецъ разговора узнается по быстрому паденію клапановъ, которые всегда послѣ всякаго паденія приводятся телефонисткой въ прежнее положеніе. Штепселя абонентовъ ставятся тогда опять на земляную ламель. Линейныхъ ламелей на коммутаторѣ 50, расположенныхъ по 10 въ 5 группахъ. Кромѣ того есть 2 ламели запасныхъ. Попереч-



Фиг. 1.

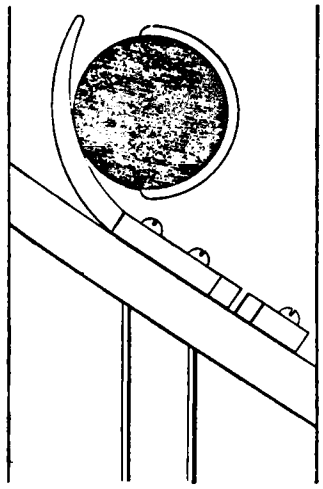


Фиг. 2.



Фиг. 3.

ныхъ же ламелей больше; именно на наклонномъ столѣ коммутатора имѣются, считая снизу: сначала 2 группы по 5 соединительныхъ ламелей для этого же коммутатора *и—и*, затѣмъ одна для индуктора j, фиг. 3, одна для микротелефона M, земляная T, затѣмъ 7 группъ по 5 для соединенія съ другими коммутаторами, всего 48 ламе-



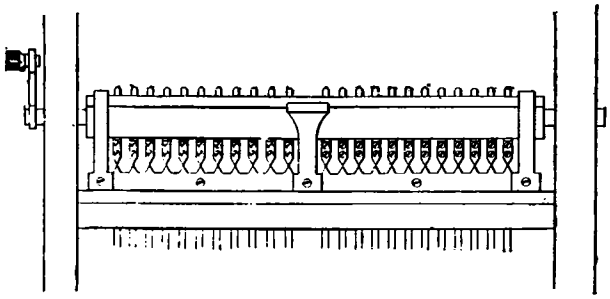
Фиг. 4.

лей, на вертикальной же спинкѣ коммутатора имѣется еще 10 группъ по 5 ламелей, служащія также для соединенія даннаго коммутатора съ другими. Слѣдовательно данный коммутаторъ Гилленланда разсчитанъ на $(10+7+1) \cdot 50=900$ абонентовъ.

Число соединительныхъ пластинокъ для даннаго числа коммутаторовъ N, считая по 5 ламелей для каждаго, выразимъ, какъ число сочетаній по 2 : $C_2^N = 5 \cdot \frac{N(N-1)}{2}$; такъ, напр., при N=4

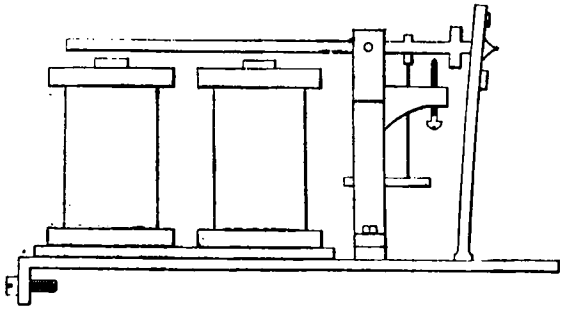
$$C_2^4 = 5 \cdot \frac{4 \cdot 3}{2} = 5 \times 6 = 30.$$

На коммутаторѣ Гилленланда имѣется общій остроконечный громоотводъ, фиг. 4, 5, состоящій изъ эбонитоваго цилиндра, половина поверхности котораго покрыта мѣдной облицовкой. Ламельки



Фиг. 5.

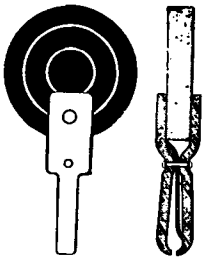
громоотвода имѣютъ на одномъ концѣ остріе противъ такого же острія общей земляной пластины, другой же конецъ пластинки имѣетъ видъ закругленной пружины, прилегающей къ общему цилиндру, причемъ въ спокойное отъ грозы время къ эбонитовой его поверхности (фиг. 4), во время же грозы, когда цилиндръ предварительно поворачивается на 180°, пластинки прикасаются уже къ мѣдной его облицовкѣ, соединенной съ землей. Такимъ образомъ однимъ поворотомъ цилиндра соединяются всѣ линейные провода ком-



Фиг. 6.

мутатора съ землей. Эта система общаго громоотвода очень удобна для телефонныхъ проводовъ ввиду ихъ большаго числа.

Вызывной клапанъ Адера состоитъ изъ 2 катушекъ и рычага, помѣщеннаго надъ стержнями катушекъ фиг. 6; стрѣлковидный конецъ рычага зацѣпляетъ своимъ остріемъ за выемку въ особой наклонной пластинкѣ съ № абонента, и какъ только по катушкѣ проходитъ токъ, рычагъ под-

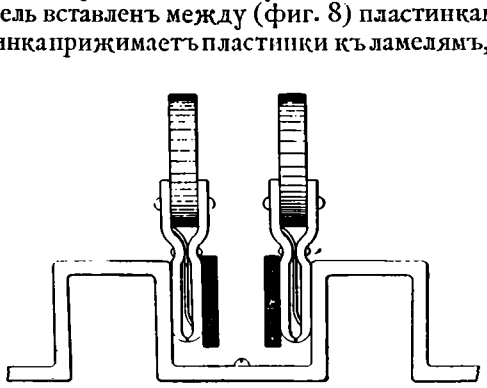


Фиг. 7.

нимается и освобождаетъ собой пластинку, которая падая открываетъ № абонента.

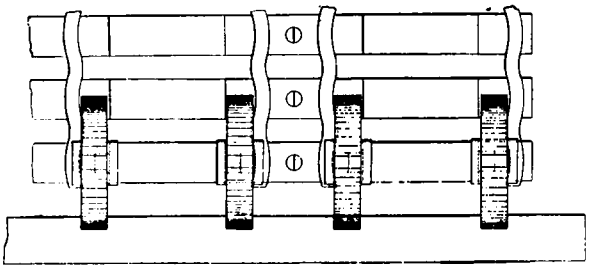
Положеніе задерживающаго рычага регулируется винтомъ и натяженіемъ шелковинки. Клапанный рычагъ долженъ быть урегулированъ чрезвычайно чувствительно, и дощечка съ № должна падать при самомъ незначительномъ токѣ отъ индуктора. Иначе вызовъ абонента не будетъ совершенно слышенъ, и абонентъ лишается возможности употребленія своего телефона, причемъ всегда заявляетъ, что его аппаратъ испорченъ, хотя на самомъ дѣлѣ телефонъ здѣсь не при чемъ. Для устраненія подобныхъ неудобствъ слѣдуетъ каждый день утромъ провѣрять клапанные рычаги. Это производится такъ: нужно слегка повертывать индукторъ коммутатора, переставивъ штепсель на индукторную пластинку. Если клапанъ не падаетъ, слѣдуетъ ослабить шелковинку и приподнять винтикъ; совмѣстной ре-

гулировкой этихъ двухъ нажимовъ можно достигнуть какой угодно чувствительности вызывнаго клапана. Штепсель для соединенія ламелей, (фиг. 7) состоитъ изъ каучуковаго кружка, къ которому приклепаны двѣ мѣдныя изогнутыя пластинки съ пружинкой между ними, такъ что, когда штепсель вставленъ между (фиг. 8) пластинками, то пружинка прижимаетъ пластинки къ ламелямъ, чѣмъ



Фиг. 8.

обезпечивается хорошій электрическій контактъ. Сами ламели коммутатора (фиг. 9), разнаго вида, а именно линейныя ламели волнообразнаго вида, поперечныя же коробчатаго сѣченія. Сочетаніемъ такихъ ламелей получается рядъ углубленій, куда и вставляется штепсель. Къ коммутаторной доскѣ



Фиг. 9.

пластинки прикрѣпляются желѣзными шурупчиками и другъ отъ друга изолированы только воздухомъ.

Система Гиллеланда удобна лишь для маленькихъ станцій; если же имѣется много коммутаторовъ, напр., больше 10, то при соединеніи абонентовъ всегда могутъ произойти ошибки отъ большаго шума телефонистокъ, требующихъ каждая отъ сосѣдняго коммутатора поставить или снять своего абонента съ линіи. Самъ же коммутаторъ Гиллеланда чрезвычайно простъ и удобенъ тѣмъ, что совершенно доступенъ для осмотра и исправленія рѣшительно всѣхъ своихъ частей. Уходъ за нимъ состоитъ лишь въ чисткѣ пластинокъ отъ пыли и регулировкѣ клапановъ, что не особенно трудно. Стоимость цѣлаго коммутатора со всѣми составными частями—350 рублей.

О примѣненіи электрогефеста въ Воронежскихъ паровозныхъ мастерскихъ [1]).

Починка металлическихъ желѣзнодорожныхъ издѣлій помощью электричества въ мастерскихъ К.-В.-Р. ж. д. введена въ 1887 г. Съ изобрѣтателемъ электрогефеста г. Бенардосомъ былъ заключенъ контрактъ на 10 лѣтъ. Въ началѣ работы производились двумя паяльниками при 350 аккумуляторахъ, но съ 1890 г. работы ведутся однимъ паяльникомъ при 175 аккумуляторахъ. Первоначальная арендная плата изобрѣтателю была 2400 руб.; теперь — 1200 руб.

На черт. 10 показано расположеніе электрическато отдѣла въ Воронежскихъ мастерскихъ. А — помѣщеніе для электрической мастерской и гдѣ находятся 4 тисокъ, два верстака токарный станокъ, гидравлическій прессъ для аккумуляторовъ и двѣ динамомашины: одна простая Грамма для никкелировки, другая «Шунтъ» въ 105 вольтъ и 75 амперъ при 600 оборотахъ, для заряженія аккумуляторовъ или для освѣщенія. Сила для приведенія въ движеніе динамомашины взята съ общаго привода токарной; въ машинномъ отдѣленіи В рядомъ съ главной машиной, приводящей въ движеніе всѣ механическіе станки, установлена паровая машина для приведенія въ движеніе динамомашины «Шунтъ» 175 вольтъ, 100 амперовъ, при 650 оборотахъ въ минуту. Въ колесной мастерской оказалось свободное мѣсто С для установки принадлежностей никкелированія: ванны и проч. Въ сборномъ отдѣленіи въ углу зданія устроена будка D. гдѣ помѣщаются аккумуляторы. Внѣ будки, на площадкѣ Е поставленъ паяльный столъ.

Общеизвѣстный способъ г. Бенардоса плавки металловъ вольтовой дугой въ сравненіи съ другими способами имѣетъ то преимущество, что примѣненіе аккумуляторовъ допускаетъ установку динамомашины малой силы; при чемъ паровая и динамомашины, работая безпрерывно, при хорошемъ, осмысленномъ уходѣ не портятся. При аккумуляторахъ есть возможность получить желаемое количество амперовъ въ зависимости отъ количества аккумуляторовъ, включенныхъ въ цѣпь.

Въ электрическій отдѣлъ мастерской поступаютъ вещи, которыя пришлось бы или бросить, или же, если возможно, починять другимъ способомъ напр., пайкой мѣдью, оловомъ, задѣлкой шуруповъ, надѣлками и проч. Желѣзо, сваренное способомъ Бенардоса, въ среднемъ получается на половину слабѣе, чѣмъ оно было раньше, почему сварка изломанныхъ предметовъ допущена лишь въ томъ случаѣ, если предмету даны такіе размѣры, что онъ обладаетъ запасомъ прочности по меньшей мѣрѣ двойнымъ. Въ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ всегда найдется много работы для одного паяльника даже на дорогѣ меньшей К.-В.-Р.

Характеръ болѣе существенныхъ работъ, произведенныхъ въ Воронежскихъ мастерскихъ, виденъ изъ прилагаемаго ниже перечня и фиг. 11—18. При оцѣнкѣ прибыли отъ употребленія электрической сварки, принимается во вниманіе стоимость починки обыкновеннымъ способомъ, въ случаѣ же, если таковой сдѣлать невозможно, исправленный предметъ считается возобновленнымъ, при чемъ, стоимость лома матеріала вычитается. За 4 года всей такой прибыли получено 8459 руб.; изъ этой суммы за право пользованія привиллегіею въ теченіе 4 лѣтъ уплочено 4800 руб.; остатокъ 3659 руб. составляетъ чистую прибыль. Считая затраченный капиталъ на устройство въ 9760 руб., получимъ прибыли 88% въ годъ.

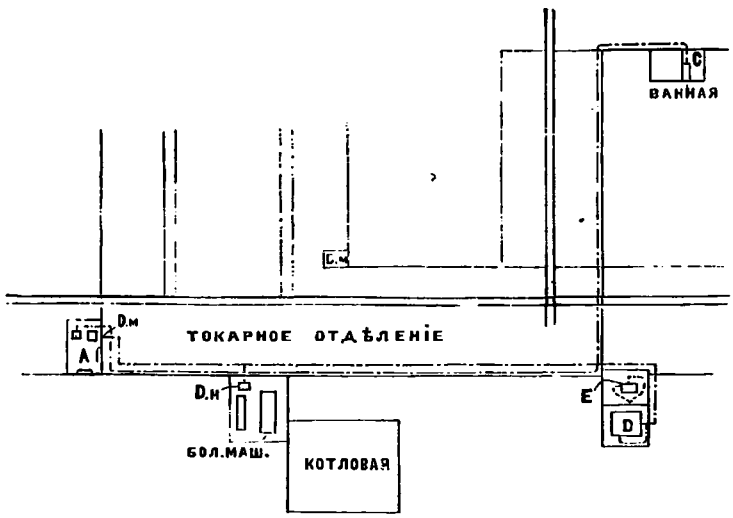
Рабочіе, занимающіеся въ этой мастерской, именуются электриками; набираются они изъ молодыхъ людей 20—25 лѣтъ (рабочіе старшаго возраста трудно усваиваютъ себѣ новую сферу пріемовъ работъ). Молодые люди, кончившіе Техническое ж. д. училище, охотно берутся за эту работу; ихъ привлекаетъ легкій разнообразный трудъ въ электрическомъ отдѣлѣ, а также сознаніе, что они въ этомъ дѣлѣ болѣе компетентны, нежели другіе слесаря. Сдѣльныхъ работъ тутъ не примѣняютъ изъ опасенія недоброкачественности, трудно контролируемой. Руководитель электрическихъ работъ, долженъ быть теоретически знакомъ съ электричествомъ, для

---

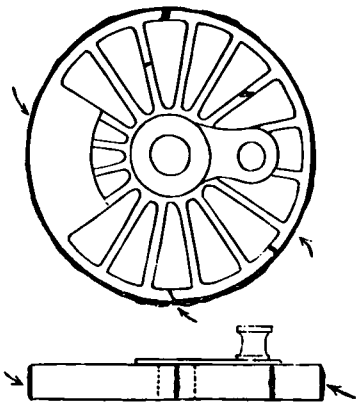
[1]) «Инженеръ», Томъ XVII. 1893, № 4.

чего администрація не жалѣетъ техническихъ пособій и другаго рода технической помощи. Жалованье старшему электрику положено отъ 75 до 100 руб. въ мѣсяцъ; остальные 7 человѣкъ въ среднемъ получаютъ по 1 руб. въ день. Тѣ же электрики наблюдаютъ за электрическимъ освѣщеніемъ и никкелированіемъ.

Всѣ опыты сварки котельныхъ и топочныхъ листовъ, а также заплавки чугунныхъ паровыхъ цилиндровъ и проч. при испытаніи на прочность дали результаты неудовлетворительные. Хотя поэтому починка котловъ не допускается, однако ввидѣ пробы у нѣсколькихъ паровозовъ были заплавлены трещины и раковины топокъ и цилиндрической части,

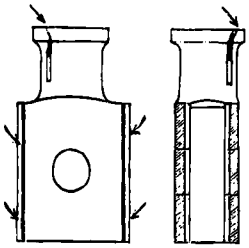


Фиг. 10.

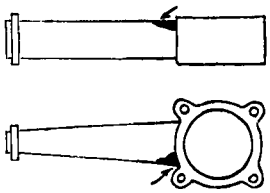


Фиг. 11.

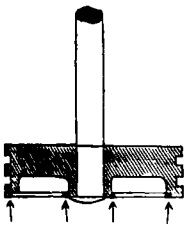
и послѣ нѣсколькихъ лѣтъ работы исправленныя мѣста оказались прочными; въ этомъ направленіи желательны дальнѣйшіе опыты.

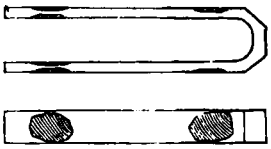


Фиг. 12.

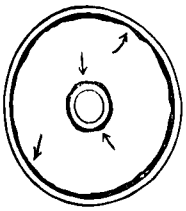


Фиг. 13.

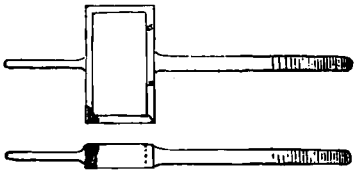




Фиг. 14.



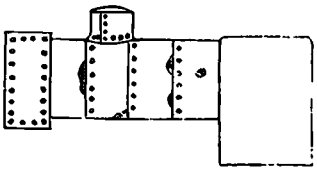
Фиг. 15.



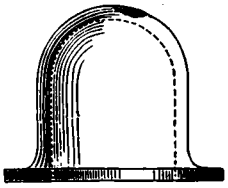
Фиг. 16.

Починка или пополненіе недостатковъ новыхъ отливокъ и поковокъ допускается за особымъ разрѣшеніемъ начальника мастерскихъ. Свобода въ этомъ направленіи деморализуетъ литейщиковъ и кузнецовъ, и хотя починка дѣлается за ихъ счетъ, однако исправленіе электричествомъ литья и поковокъ можетъ быть допущено лишь какъ исключеніе, потому что исправленныя части не столь доброкачественны. Имѣя въ виду упомянутыя обстоятельства, на заводахъ, изготовляющихъ запасныя части для желѣзныхъ дорогъ, электрическая починка не должна быть допускаема, или же, ввиду риска покупателя, у такихъ заводовъ стоимость вещей должна бы подлежать извѣстной скидкѣ.

Въ настоящее время работа одного паяльника съ платой за привилегію согласно контракта по 1200 руб. въ годъ оправдывается малой стоимостью, быстротой работы и исправленіемъ предметовъ, кои безъ электрической сварки починены быть не могутъ и должны быть обращены въ ломъ.



Фиг. 17.



Фиг. 18.

Всѣ вещи и запасныя части для динамомашинъ, аккумуляторовъ и проч. электрики изготовляютъ сами. Изготовленіе коммутаторовъ, ремонтъ звонковъ, телефоновъ, ремонтъ динамомашинъ, обмотокъ, отливка аккумуляторныхъ пластинокъ, принадлежности электрическаго освѣщенія мастерскихъ и вагоновъ сгруппированы въ этой мастерской. Администрація мастерскихъ нашла полезнымъ въ электрической мастерской изготовить своими средствами нѣсколько динамомашинъ и электродвигателей, дуговыхъ лампъ и другихъ крупныхъ сооруженій по этому отдѣлу. Этимъ путемъ рабочіе напрактиковались и изучили эту отрасль техники, что обезпечиваетъ правильный уходъ электриковъ за динамомашинами и ремонтъ послѣднихъ. Безъ подготовленныхъ людей по этой отрасли машиностроенія, дѣло вести немыслимо.

Въ мастерскихъ К.-В.-Р. ж. д. каждая изъ динамомашинъ въ отдѣльности можетъ работать для освѣщенія, независимо отъ аккумуляторовъ, а также онѣ могутъ работать на аккумуляторы, изъ которыхъ токъ можетъ быть пу-

щенъ или въ лампы для освѣщенія, или же въ паяльникъ для плавки металловъ.

Обыкновенно плавка производится только при дневномъ свѣтѣ. Вечеромъ или ночью, хотя бы при электрическомъ освѣщеніи, плавка металловъ не производится во избѣжаніе заболѣваній рабочихъ глазами, такъ какъ получаются два рѣзкихъ впечатлѣнія для глазъ, т. е. темнота и сильный свѣтъ. По этой же причинѣ помѣщеніе для плавки металловъ необходимо должно быть свѣтлое; кромѣ того помѣщеніе для аккумуляторовъ требуется теплое и съ сильной вентиляціей для удаленія паровъ, вредныхъ для здоровья.

Аккумуляторныя пластины изъ гофрированнаго листоваго свинца системы Бенардоса очень скоро портятся; ихъ замѣняютъ литыми пластинами, срокъ службы которыхъ въ три раза продолжительнѣе.

Электрики сварщики чередуются черезъ 3 дня; одинъ день работаютъ сварщикъ съ ученикомъ, на второй день сварщикъ идетъ на паровую машину, исполняя должность машиниста, а ученикъ занимается никкелировкой металловъ; въ это время другая пара занимается сваркой, а третья пара ремонтируетъ аккумуляторы. Всѣхъ рабочихъ при сваркѣ и освѣщеніи 8 человѣкъ, включая старшаго электрика. При сваркѣ работающіе защищены кожаными фартуками, рукавицами, дымчатыми очками и цвѣтными стеклами въ деревянныхъ рамкахъ, окруженныхъ щитомъ изъ кровельнаго желѣза, для того чтобы свѣтъ и пары по возможности менѣе вліяли на здоровье работающаго. Свѣтъ, попадая на обнаженныя части тѣла, обжигаетъ ихъ, кожа слѣзаетъ при незначительной боли, которая устраняется обмываніемъ слабымъ растворомъ борной кислоты. Пары желѣза при обильномъ вдыханіи производятъ слабую боль въ груди — вотъ почему соблюденіе очереди электриковъ сварщиковъ является необходимостью.

Сила тока при сваркѣ регулируется коммутаторами и реостатами изъ спиральныхъ желѣзныхъ пружинъ, заключенныхъ въ деревянныя рамки и подвѣшенныхъ на стѣнѣ. Реостаты системы Бенардоса изъ боченковъ съ мелко истолченнымъ ретортнымъ углемъ не годились по плохой и неравномѣрной проводимости тока. Сила тока берется въ зависимости отъ величины свариваемаго предмета по усмотрѣнію сварщика.

При трещинѣ въ предметѣ заварка производится слѣдующимъ образомъ; сначала лопнувшее мѣсто выжигаютъ до здороваго, затѣмъ начинаютъ добавлять по немногу металлъ и расплавляютъ его, направляя всю силу пламени на выжженое мѣсто (чѣмъ подготовляется почва) и на добавленный кусокъ металла; то и другое приходятъ въ расплавленное состояніе и сращиваются въ одно цѣлое; одновременно съ описанной операціей больное мѣсто проковывается для уплотненія металла; такимъ же образомъ наносится другой слой до желаемой толщины, затѣмъ эта вещь поступаетъ въ механическую обработку. Сварка чугуна производится съ большимъ затрудненіемъ, потому что свариваемый предметъ долженъ быть подформованъ подъ свариваемымъ мѣстомъ, которое разогрѣвается до красна и при этомъ плавка начинается такимъ образомъ: лопнувшее мѣсто и добавленные кусочки чугуна расплавляются, общую расплавленную массу насыщаютъ углемъ, чтобы чугунъ былъ мягокъ и доступенъ для обработки. Процессъ сварки мѣдныхъ предметовъ такой же какъ и чугунныхъ, не требуется лишь насыщенія углемъ. Раковины въ мѣдномъ литьѣ заплавляются мѣдными стружками.

Четырехлѣтняя практика Воронежскихъ мастерскихъ указываетъ на пользу примѣненія починки издѣлій электричествомъ. Изложенный порядокъ веденія работъ и организація этого дѣла въ Воронежскихъ мастерскихъ обезпечиваетъ не убыточную эксплоатацію изобрѣтенія.

Всѣмъ работамъ электрическаго отдѣленія мастерской ведется журналъ съ расцѣнками и эскизами исполненныхъ починокъ.

Обмѣнъ этихъ данныхъ между желѣзнодорожными мастерскими небезполезенъ для расширенія и популяризаціи исполняемыхъ работъ. Для этой же цѣли полезны командировки старшихъ электриковъ въ мастерскія, гдѣ имѣются электрическія отдѣленія.

Вѣдомость главнѣйшихъ работъ, произведенныхъ въ Воронежскихъ мастерскихъ Козлово-Воронежско-Ростовской желѣзной дороги помощью электрогефеста.

(Съ 1-го Іюля 1888 г. по 1-ое Іюля 1892 г.)

Наименованіе работъ.	Количество работъ.	Стоимость работъ при обыкновенномъ способѣ.	Стоимость работъ при примѣненіи способа Бенардоса.	Уменьшеніе стоимости при способѣ Бенардоса, въ рубляхъ.
		За все количество работъ.	За все количество работъ.	
Заварка трещинъ крейцкопфовъ	80	4000	1600	2400
Заварка выбоинъ въ паровозныхъ буксахъ	32	832	224	608
Заварка задѣлокъ въ поршняхъ	24	720	240	480
Наварка ободовъ паровозныхъ колесъ	11	770	220	550
Заварка дышелъ	10	200	50	150
Заварка трещинъ въ золотниковыхъ рамахъ	25	200	50	150
Заварка ушковъ въ эксцентриковыхъ тягахъ	21	126	42	84
Наварка кривошиповъ внутри	13	650	195	455
Заварка вагонныхъ колесъ	32	1600	640	960
Заварка раковинъ въ фарсункахъ	37	555	185	370
Заварка раковинъ въ лобовыхъ листахъ паровозныхъ топокъ	7	350	105	245
Заварка раковинъ въ воздушныхъ котлахъ для водокачекъ	4	120	40	80
Заварка трещинъ инжекторныхъ корпусовъ	4	160	40	120
Заварка раковинъ котловъ	10	500	300	200
Наплавить сработавшіеся рессорные шпинтоны	30	150	60	90
Наплавить бока кулисъ	15	375	45	330
Заварка рамокъ переводнаго рычага	10	150	30	120

Объ опредѣленіи сопротивленія изоляціи и мѣстъ неисправностей въ электрическихъ установкахъ во время дѣйствія.

Ст. д-ра Фрёлиха.

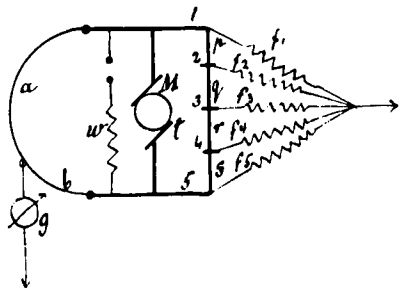
(Окончаніе.) [1])

Пятипроводная система: Пусть p, q, r, s, t будутъ сопротивленія обозначенныхъ на фиг. 19 частей проводки, f_1, f_2, f_3, f_4, f_5 сопротивленія неисправностей магистралей.

Далѣе пусть

$$K_1 = \frac{1}{f_1};\ K_2 = \frac{1}{f_2};\ \ldots\ K = \Sigma K = \Sigma \frac{1}{f};$$

наконецъ, пусть будетъ m_{51} значеніе отношенія $\frac{a}{b}$, когда (фиг. 19) мостикъ вводится между 5 и 1; m_{12} — когда раз-



Фиг. 19.

сматриваются точки 1 и 2 и т. д. Изъ наблюденныхъ m_{51}, m_{12} выводятся величины:

$$\left.\begin{aligned}
\mu_{51} &= \frac{1-m_{51}}{1+m_{51}}\\
\mu_{12} &= \frac{1-m_{12}}{1+m_{12}}\\
\mu_{23} &= \frac{1-m_{23}}{1+m_{23}}\\
\mu_{34} &= \frac{1-m_{23}}{1+m_{23}}\\
\mu_{45} &= \frac{1+m_{45}}{1+m_{45}}
\end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(VII } a)$$

Для этихъ пяти величинъ и существуетъ слѣдующее условное уравненіе:

$$\begin{aligned}
0 = {} & \mu_{51}\, t\,(p+q+r+s) + \mu_{12}\, p\,(q+r+s+t) +\\
& + \mu_{23}\, q\,(p+r+s+t) + \mu_{34}\, r\,(s+t+q+p) +\\
& + \mu_{45}\, s\,(p+q+r+t) \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(VII } b)
\end{aligned}$$

Вычисляя K_1 K_2 и т. д изъ наблюденныхъ μ и извѣстныхъ p, q и т. д., получимъ, въ томъ предположеніи, что сопротивленія p, q, r, s, t лампъ и машины въ сравненіи съ сопротивленіями f_1 f_2 f_3 f_4 и f_5 очень малы, слѣдующія формулы (VII c):

$$\frac{K_1}{K} = \frac{t + p\,\mu_{51}\,(p+q+r+s) - \mu_{12}\,(q+r+s+t)}{2\,(p+q+r+s+t)}$$

$$\frac{K_2}{K} = \frac{p + q + \mu_{12}\,(q+r+s+t) - \mu_{23}(r+s+t+p)}{2\,(p+q+r+s+t)}$$

$$\frac{K_3}{K} = \frac{q + r + \mu_{23}\,(r+s+t+p) - \mu_{34}(s+t+p+q)}{2\,(p+q+r+s+t)}$$

$$\frac{K_4}{K} = \frac{r + s + \mu_{54}\,(s+t+q+p) - \mu_{45}\,(t+p+q+r)}{2\,(p+q+r+s+t)}$$

$$\frac{K_5}{K} = \frac{s + t + \mu_{45}\,(t+p+q+r) - \mu_{51}(p+q+r+s)}{2\,(p+q+r+s+t)}$$

Въ дѣйствительности можно принять, что сопротивленіе l между двумя сосѣдними планками вездѣ одно и то же, потому что, какъ извѣстно, при неравномѣрной нагрузкѣ горящими лампами выравниваніе частей сѣти производится введеніемъ реостатовъ, аккумуляторовъ или добавочными машинами. Поэтому мы примемъ $p = q = r = s = t$ и $t = m$, сопротивленію машины или всей машинной системы и тогда получимъ:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{K_1}{K} &= \frac{l + m + 4\,l\,\mu_{51} - (3\,l + m)\,\mu_{12}}{2\,(4\,l + m)}\\
\frac{K_2}{K} &= \frac{2\,l + (3\,l + m\,\mu_{12} - (3\,l + m)\mu_{34}}{2\,(4\,l + m)}\\
\frac{K_3}{K} &= \frac{2\,l + (3\,l + m)\,\mu_{23} - (3\,l + m)\,\mu_{45}}{2\,(4\,l + m)}\\
\frac{K_4}{K} &= \frac{2\,l + (3\,l + m)\,\mu_{34} - (3\,l + m)\,\mu_{15}}{2\,(4\,l + m)}\\
\frac{K_5}{K} &= \frac{l + m + (3\,l + m)\,\mu_{45} - 4\,l\,\mu_{51}}{2\,(4\,l + m)}
\end{aligned}\right\} \ldots \text{(VII } d)$$

такимъ образомъ m всегда одно и тоже, сопротивленіе l можетъ быть опредѣлено изъ общей силы тока и разности напряженій между двумя планками; мы видимъ, что возможно, при извѣстной проводимости K, общей изоляціи и величины m, получаемыхъ посредствомъ измѣренія мостикомъ, опредѣлить отдѣльныя значенія проводимости K неисправностей изоляціи или обратныя имъ величины, т. е. ихъ сопротивленія f.

Трехпроводная система. Если въ этой системѣ опять t обозначаетъ сопротивленіе машины, p и q сопротивленія лампъ, то по вышеприведенному:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{K_1}{K} &= \frac{t + p + \mu_{31}\,(p+q) - \mu_{12}\,(q+t)}{2\,(p+q+t)}\\
\frac{K_2}{K} &= \frac{p + q + \mu_{12}\,(q+t) - \mu_{23}\,(t+p)}{2\,(p+q+t)}\\
\frac{K_3}{K} &= \frac{q + t + \mu_{23}\,(t+p) - \mu_{31}\,(p+q)}{2\,(p+q+t)}
\end{aligned}\right\} \ldots \text{(VII } e)$$

Если опять $t = m$, $p = q = l$, то тогда

$$\left.\begin{aligned}
\frac{K_1}{K} &= \frac{l + m + 2\,l\,\mu_{31} - (l + m)\,\mu_{12}}{2\,(2\,l + m)}\\
\frac{K_2}{K} &= \frac{2\,l + (l + m)\,\mu_{12} - (l + m)\,\mu_{23}}{2\,(2\,l + m)}\\
\frac{K_3}{K} &= \frac{l + m + (l + m)\,\mu_{23} - 2\,l\,\mu_{31}}{2\,(2\,l + m)}
\end{aligned}\right\} \ldots\ldots \text{(VII } f)$$

Двухпроводная система. — При этой системѣ достаточно произвести только одно измѣреніе мостикамъ; если сообщить a съ 1 и b съ 2, то получаемъ непосредственно

$$\frac{K_1}{K} = \frac{b}{a+b} \text{ и } \frac{K_2}{K} = \frac{a}{a+b} \quad \ldots \text{(VII } g)$$

Кромѣ того возможно также опредѣлить неисправности на магистраляхъ двухпроводной системы посредствомъ измѣренія общей изоляціи и абсолютнаго напряженія одной изъ планокъ.

Если производить измѣренія во время *дневнаго* освѣщенія, то можно сопротивленіемъ m машины, ничтожнымъ относительно сопротивленія лампъ, пренебречь, и тогда формулы упрощаются:

[1]) См. «Электричество» 1893, стр. 116.

Пятипроводная система:

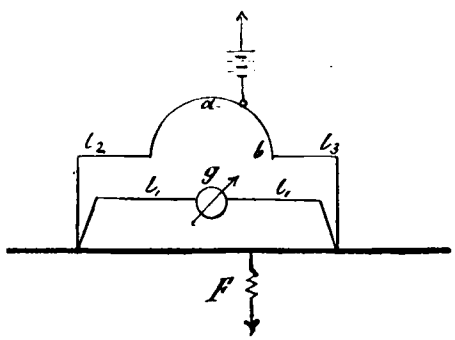
$$\left.\begin{aligned}\frac{K_1}{K} &= \frac{1}{8}(1 + 4\mu_{51} - 3\mu_{12})\\ \frac{K_2}{K} &= \frac{1}{8}(2 + 3\mu_{12} - 3\mu_{23})\\ \frac{K_3}{K} &= \frac{1}{8}(2 + 3\mu_{23} - 3\mu_{34})\\ \frac{K_4}{K} &= \frac{1}{8}(2 + 3\mu_{34} - 3\mu_{45})\\ \frac{K_5}{K} &= \frac{1}{8}(1 + 3\mu_{45} - 4\mu_{51})\end{aligned}\right\} \ldots\ldots (\text{VII } h)$$

Трехпроводная система:

$$\left.\begin{aligned}\frac{K_1}{K} &= \frac{1}{4}(1 + 2\mu_{31} - \mu_{12})\\ \frac{K_2}{K} &= \frac{1}{4}(2 + \mu_{12} - \mu_{23})\\ \frac{K_3}{K} &= \frac{1}{4}(1 + \mu_{23} - 2\mu_{31})\end{aligned}\right\} \ldots\ldots (\text{VII } i)$$

Опредѣленіе мѣста грубой неисправности изоляціи въ центральной установкѣ.

Способъ VIII*a*. Если въ центральной установкѣ существуетъ крупная неисправность, то опредѣляютъ сначала ту магистраль, на которой она случилась; это производится удобнѣе всего по способу V или VI. Когда это сдѣлано и кромѣ того, хотя бы приблизительно, опредѣлено мѣсто, около котораго находится неисправность, то болѣе точное опредѣленіе его можетъ быть произведено посредствомъ слѣдующихъ измѣреній *на улицѣ* во время дѣйствія освѣщенія.



Фиг. 20.

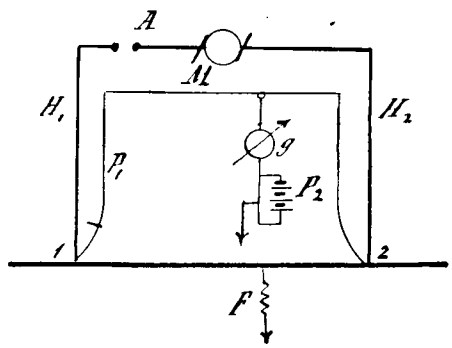
Двѣ сосѣднія распредѣлительныя коробки (фиг. 20) соединяются двумя изолированными проводами l_1 и l_2, которые приращиваются къ неисправной магистрали; въ одинъ проводъ l_1 вводятъ гальванометръ или телефонъ незначительнаго сопротивленія, въ другой l_2 вводится мостикъ; между передвижнымъ контактомъ и землей вводится черезъ выключатели и какое-нибудь сопротивленіе нѣсколько аккумуляторовъ. Подвижной контактъ переставляется до тѣхъ поръ, покуда при замыканіи и размыканіи контакта не будетъ происходить перемѣны показанія гальванометра или въ телефонѣ прекращаться шумъ.

Если неисправность F находится между разсматриваемыми точками соединенія, то мѣсто по измѣреніямъ легко опредѣляется по извѣстнымъ уже правиламъ; если это мѣсто расположено влѣво отъ измѣряемой части магистрали, то равновѣсіе мостика достигается только приближенно и то только, если передвижной контактъ прижатъ къ лѣвому зажиму мостика; если же неисправность располагается вправо отъ разсматриваемой части, то контактъ придвигается къ правому зажиму. Итакъ, въ этихъ случаяхъ измѣренія не получается. Тогда переходятъ съ проводами и инструментами къ слѣдующей распредѣлительной коробкѣ, а именно, къ той, въ сторону которой контактъ упирался о зажимъ мостика. Такую манипуляцію повторяютъ до тѣхъ поръ пока не найдется такая часть магистрали, которая дастъ измѣреніе, опредѣляющее мѣсто неисправности.

Вмѣсто двойнаго соединенія l_1 и l_2 могутъ также быть употреблены пробные провода; въ этомъ случаѣ устанавливаютъ инструменты у одной распредѣлительной коробки и измѣряютъ обѣ магистрали до сосѣдней коробки.

Это измѣреніе можетъ быть произведено во время дѣйствія и служитъ для отысканія неисправной части магистрали, для точнаго же опредѣленія мѣста неисправности необходимо выключить всѣ лампы на протяженіи этой части.

Способъ VIII*b*. Послѣ того, какъ послѣдній способъ совмѣстно съ другими былъ предложенъ въ Апрѣлѣ 1892 года Сименсомъ и Гальске, 30-го Сентября 1892 года появилась въ «E. T. Z.» статья Гике въ Вѣнѣ, въ которой описывался слѣдующій способъ опредѣленія неисправности изоляціи, со станціи.



Фиг. 21.

Между идущими со станціи изолированными магистралями H_1 и H_2 вводится или машина небольшаго напряженія, или маленькая батарея аккумуляторовъ съ включателемъ; между пробными проводами P_1 и P_2 мостикъ, между передвижнымъ контактомъ котораго и землей вводится зеркальный гальванометръ съ компенсирующей батареею. Послѣдняя вводится такимъ образомъ, чтобы въ гальванометрѣ не было тока, а затѣмъ передвижнымъ контактомъ ищутъ то его положеніе, при которомъ замыканіе и размыканія выключатели А не причиняютъ появленія тока въ гальванометрѣ. Измѣреніе это повторяется въ другихъ магистраляхъ и посредствомъ полученныхъ результатовъ опредѣляется мѣсто поврежденія или неисправности.

Если сравнить этотъ способъ съ нашимъ способомъ VIII*a*, то оказывается, что они подобны въ принципѣ только въ VIII*b* перемѣщены діагонали мостика способа VIII*a* одна на мѣсто другой, гальванометръ компенсируется батареей и объ употребленіи телефона не упоминается. Главная разница въ способахъ состоитъ въ томъ, что по способу Гике измѣреніе производится со станціи, и для этой цѣли обѣ магистрали снимаются на станціи и употребляются иначе.

Если мы пожелаемъ, исходя изъ этого принципа, произвести по нашему способу измѣреніе со станціи, то получимъ соединеніе, изображенное на фиг. 22.

Между магистралями H_1 и H_2 введенъ мостикъ, а между пробными проводами гальванометръ или телефонъ; между передвижнымъ контактомъ и землей вводится небольшая батарея съ включателемъ; при употребленіи телефона вмѣсто выключателя употребляется вращаемое отъ руки контактное колесо.

Приборы для измѣреній на центральныхъ станціяхъ.

Вышеприведенные способы, которые всѣ приспособлены къ небольшой трехпроводной установкѣ Сименса и Гальске, были испытаны, и для нихъ конструированы подходящіе приборы.

Слѣдующіе приборы частью необходимы частью лишь

предпочтительны: проволочный мостикъ, магазинъ мостикъ, телефоны различнаго сопротивленія, ручное контактное колесо, электродвигательный прерыватель, удобный переносный, зеркальный гальванометръ, чувствительные, но тѣмъ не менѣе могущіе быть установленными въ машинныхъ помѣщеніяхъ, вольтметры и наконецъ, различные реостаты.

Въ зеркальныхъ гальванометрахъ оказалось весьма практичнымъ помѣстить какъ вышеупомянутый магнитный компенсаторъ, такъ и всю магнитную систему съ зеркаломъ въ воду; этимъ достигается особенная компенсація и возможность легкой переноски и установки.

Кромѣ упомянутыхъ измѣреній рекомендуется во время дѣйствія болѣе точными инструментами измѣрять напряженіе въ возможно большемъ числѣ точекъ одной и той же магистрали, т. е. помощію зеркальнаго гальванометра и пробныхъ проводовъ со станціи во время *дневнаго* и *ночнаго* освѣщенія; измѣренія эти представляютъ изъ себя цѣлесообразныя приготовленія на случай появленія какой

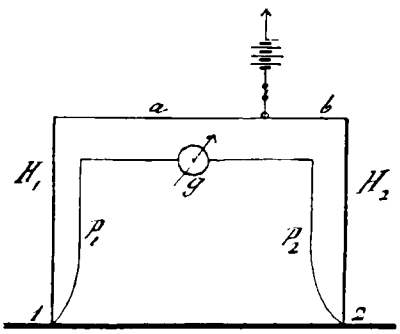


Рис. 22.

либо крупной неисправности. Появленіе послѣднихъ вызываетъ паденіе напряженія въ мѣстахъ неисправностей и по близости ихъ. Хотя измѣненія нагрузки въ различныхъ частяхъ магистрали также вызываютъ паденіе напряженія, но это паденіе переходитъ съ одного мѣста на другое, смотря по тому производится ли измѣреніе днемъ или ночью, паденіе же, происходящее отъ появленія неисправности изоляціи покажется во всякое время на одномъ и томъ же мѣстѣ. Такимъ образомъ эти измѣренія также содѣйствуютъ опредѣленію мѣста неисправности изоляціи.

Итакъ измѣренія возможныя во время дѣйствія освѣщенія и притомъ частью необходимыя, частью желательныя для центральныхъ установокъ суть слѣдующія:

1. Постоянное наблюденіе надъ общей изоляціей (способъ III).
2. Измѣреніе степени изоляціи всей сѣти проводовъ (способы I, II, III, IV).
3. Опредѣленіе неисправной цѣпи (способы V и VI).
4 Измѣреніе сопротивленія изоляціи неисправной магистрали (способъ VII).
5. Измѣренія паденія напряженія на магистраляхъ при различныхъ нагрузкахъ.
6. Опредѣленіе мѣста крупной неисправности изоляціи со станціи (способы VIII*b* и VIII*c*).
7. Опредѣленіе мѣста крупной неисправности на улицѣ (способъ VIII*a*).

Я полагаю, что съ измѣреніями въ центральныхъ установкахъ произойдетъ тоже, что произошло на телеграфныхъ кабеляхъ: сначала вообще совсѣмъ не измѣряли, затѣмъ стали измѣрять, когда происходили крупныя поврежденія, и наконецъ, когда стали сознавать пользу измѣреній, стали измѣрять, какъ только возможно чаще и точнѣе.

Многіе изъ вышеизложенныхъ способовъ примѣнимы и къ установкамъ съ перемѣннымъ токомъ, о чемъ я надѣюсь сообщить особо.

Законъ гистерезиса и о нѣкоторыхъ другихъ явленіяхъ въ магнитной цѣпи.

Въ послѣднее время вопросомъ о гистерезисѣ много занимался американскій ученый Протеусъ Штейнметцъ, выпустившій въ свѣтъ два тома своихъ изслѣдованій по этому вопросу.

На основаніи различныхъ соображеній Штейнметцъ пришелъ къ слѣдующей формулѣ, выражающей удѣльную энергію, затрачиваемую на гистерезисъ при каждомъ циклѣ:

$$\frac{W}{V} = \eta B^{1,6}$$

гдѣ $\frac{W}{V}$ есть удѣльная энергія въ эргахъ на кубическій сантиметръ, η — коэффиціентъ, независящій отъ числа перемѣнъ направленія намагничивающаго тока въ секунду, B — наибольшая величина магнитной индукціи.

Въ случаѣ, если желаютъ принять въ расчетъ и энергію, теряемую на токи Фуко, формула эта принимаетъ видъ:

$$\frac{W}{V} = \eta B^{1,6} + B \omega E^2,$$

гдѣ E есть коэффиціентъ, зависящій отъ токовъ Фуко, мѣняющійся въ зависимости отъ качества вещества, степени раздробленности, а ω число полныхъ цикловъ намагничиванія въ секунду.

Получивъ эти формулы, Штейнметцъ занялся повѣркой ихъ для различныхъ предѣловъ B какъ положительныхъ, такъ и отрицательныхъ. Для этой цѣли онъ употреблялъ *пульсирующіе* токи, получивъ ихъ посредствомъ введенія трехъ аккумуляторовъ въ цѣпь альтернатора. Опыты показали, что количество энергіи, теряемой вслѣдствіе гистерезиса, зависитъ только отъ предѣльныхъ значеній индукціи, между которыми совершается магнитный циклъ, и вовсе независитъ отъ абсолютныхъ значеній этой индукціи, такъ что количество потерянной энергіи будетъ одно и тоже, при всякихъ величинахъ B, если только амплитуда магнитныхъ цикловъ остается одинаковой, какъ напримѣръ, когда B мѣняется:

	отъ	$B_1 = +4000$	до	$B_2 = -4000$
или	»	$B_1 = +6000$	»	$B_2 = -2000$
или	»	$B_1 = +8000$	»	$B_2 = 0$
или	»	$B_1 = +14000$	»	$B_2 = +6000$

Во всѣхъ этихъ случаяхъ потеря отъ гистерезиса одна и таже, такъ какъ разность $B_1 - B_2$ равная 8000 остается постоянной. Слѣдовательно—удѣльная энергія, затрачиваемая гистерезисомъ, выразится формулой:

$$\frac{W}{V} = \eta \left(\frac{B_1 - B_2}{2}\right)^{1,6};$$

все же количество энергіи, потраченной на гистерезисъ и токи Фуко, выражается формулой:

$$\frac{W}{V} = \eta \left(\frac{B_1 - B_2}{2}\right)^{1,6} + E\omega \left(\frac{B_1 - B_2}{2}\right)^2$$

Доказавъ общность этого закона, Штейнметцъ перешелъ къ опредѣленію *магнитныхъ характеристикъ* различныхъ сортовъ желѣза, чугуна и стали, встрѣчаемыхъ въ продажѣ.

Во всемъ послѣдующемъ изложеніи мы будемъ обозначать черезъ:

H — намагничивающую силу въ амперъ-оборотахъ на сантиметръ,

B — магнитную индукцію въ единицахъ C. G. S.,

ρ — величину $\frac{H}{4\pi J}$,

$\varkappa$ — магнитную воспріимчивость, равную $\frac{J}{H}$,

μ — магнитную проницаемость, равную $\frac{B}{H}$.

Магнитныя вещества.	Коэффиціенты: магнитной твердости α	Коэффиціенты: магнитнаго насыщенія ρ	Коэффиціенты: магнитнаго гистерезиса η	Индукція соотвѣтствующая насыщенію $B_s - H_s$ (ед. C. G. S)	Намагничивающая сила, соотвѣтств. полунасыщенію $H_{\frac{1}{2}s}$ въ амп.-об. на сант.	Удѣльная энергія теряемая на гистерезисъ при насыщеніи $\left(\frac{W}{V}\right)_s$ на сант. куб.
	10^{-6}	10^{-6}				
Желѣзо кованное Норвежское	166	51,3	0,002275	18400	3,05	15170
» » обыкновенное	200	55,4	0,003260	18300	3,61	21090
» » листовое толщ. 0,042 с.	275	58,0	0,003550	17240	4,74	21010
» » » » 0,015 » продажное	450	50,0	0,005480	20100	9,05	42070
Желѣзо кованное листовое толщиною 0,014 сант. отожженное	337	50,0	0,004580	20100	6,77	35160
Желѣзо кованное листовое толщиною 0,027 сант. луженое	192	54,6	0,002863	18300	3,51	18920
Желѣзо кованное листовое толщиною 0,038 сант. луженое	321	53,1	0,004255	18810	6,04	29370
Желѣзная проволока Юинга, очень мягкая	200	63,5	0,002000	15750	3,15	10610
Чугунъ № 1	2400	94,0	0,013000	10660	25,50	36180
» № 2	2430	94,3	0,013170	10600	25,80	36260
» № 3	2760	95,4	0,015770	10480	29,00	42700
» № 4	2050	97 2	0,011320	10280	21,10	29720
» № 5	2340	95,0	0,012670	10520	24,70	34560
» № 6	2070	97,2	0,012200	10290	21,30	32080
» № 7 (1/8 % алюминія)	2370	97,6	0,013650	10250	24,30	35770
» № 8 (1/2 % алюминія)	2920	94,8	0,014590	10550	30,80	39940
Литая сталь отожженная	2700	54,0	0,027920	18500	50,00	187700
» » »	880	54,0	0,008480	18500	16,30	57000
» » »	2000	91,3	0,012000	11000	21,90	35110
» » (среднее изъ 5 образцовъ).	736	56,8	0,009000	17600	12,96	55850
» » (среднее изъ 5 другихъ образцовъ)	350	53,5	0,005000	18700	6,54	34190
Литая сталь № 5	260	55,1	0,004573	18150	4,72	29820
» » № 6	232	55,7	0,003181	17950	4,16	20380
Металлъ митисъ	300	54,4	0,004281	18370	5,51	28460
Желѣзная проволока гальванизированная	670	66,0	0,003490	15150	10,15	17030
Сталь паянная, закаленная въ водѣ . .	7800	121,0	0,061300	9530	74,30	142600
» » » въ маслѣ .	1540	60,0	0,027000	16700	25,70	154000
» » прокованная въ холодномъ состояніи	1220	57,5	0,014000	17400	21,00	88300
Стальная фортеп. струна отожженная (Юингъ)	—	—	0,017400	—	—	—
Пористое желѣзо	25400	604,0	0,042500	1660	42,00	6030
Желѣзная амальгама	500000	1120,0	0,231400	900	447,00	12300
Магнетитъ	8900	213,2	0,023480	4690	41,70	17560
Никкелевая проволока мягкая	1000	171,0	0,012200	5880	5,88	13100
» » » (Юингъ) .	—	—	0,015600	—	—	—
» » проков. въ холодн. состояніи (Юингъ)	—	—	0,038500	—	—	—
Кобальтъ литой	—	—	0,011940	—	—	—
Желѣзная проволока на катушкѣ . . .	86300	0	0,040300	—	—	—
Желѣзныя опилки, 30% въ объемѣ. способъ электродинамометрическій	62500	209,0	0,046500	4800	300,00	38400
Желѣзныя опилки, 30% въ объемѣ. способъ магнитометрическій	77500	575,0	0,065600	2670	207,00	20000

Отсюда

$$B = H\ (1 + 4\pi\varkappa) = H + 4\pi J,$$

$$\rho = \frac{1}{4\pi\varkappa} \text{ или } \frac{1}{\rho} = \mu - 1.$$

Если H выражено въ амперъ-оборотахъ на сантиметръ, то, чтобы выразить его въ единицахъ C. G. S., надо его величину умножить на $\frac{4\pi}{10}$, и величину ρ — тоже на $\frac{4\pi}{10}$. Эти величины въ единицахъ C. G. S. мы будемъ обозначать черезъ H_0 и ρ_0, слѣдовательно величина индукціи B въ единицахъ C. G. S. будетъ:

$$B = \frac{H}{\rho} + \frac{4\pi}{10} H$$

При постройкѣ динамомашинъ и трансформаторовъ, когда величины B не достигаютъ большихъ значеній, вторымъ членомъ можно пренебрегать.

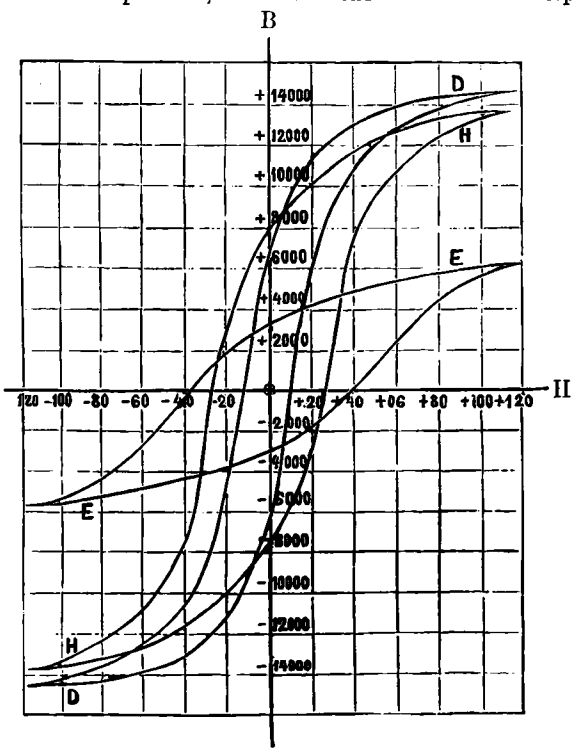
Кенелли въ своей статьѣ «*On magnetic inductance*» помѣщенной въ *Transactions of the American Institute of Electrical Ingineers* *), показалъ, что, начиная съ нѣкоторой опредѣленной величины H, вообще говоря не особенно большой, уравненіе для выраженія ρ, будетъ уравненіемъ прямой:

$$\rho = a + \sigma H.$$

Штейнметцъ называетъ коеффиціентъ a — коеффиціентомъ *машинной твердости*, такъ какъ онъ очень малъ въ Норвежскомъ желѣзѣ и очень великъ въ закаленной стали. Коэффиціентъ же σ Штейнметцъ называетъ — коэффиціентомъ *магнитнаго насыщенія*, такъ какъ $\frac{1}{\sigma}$ есть именно та величина, которой равняется B — H или $4\pi J$ въ формулѣ

$$B - H = \frac{H}{a + \sigma H},$$

при достиженіи насыщенія.



Фиг. 23.

*) Vol. VIII, стр. 485, ноябрь 1891.

Поразительный примѣръ можно видѣть на прилагаемомъ чертежѣ (фиг. 23), на которомъ три кривыя вычерчены для трехъ кусковъ инструментальной стали, взятыхъ отъ одной и той же полосы, но закаленныхъ различнымъ образомъ. Кусокъ D былъ оставленъ незакаленнымъ, кусокъ H былъ закаленъ въ маслѣ, кусокъ E—въ водѣ.

Величина ρ для числа амперъ-оборотовъ большаго, чѣмъ 80 на сантиметръ, выражается формулами

$\rho = 7{,}8 + 0{,}105$ H—для стали, закаленной въ водѣ,

$\rho = 1{,}54 + 0{,}060$ H—для стали, закаленной въ маслѣ,

$\rho = 1{,}22 + 0{,}057$ H—для незакаленной стали,

если B выражено въ тысячахъ единицъ C. G. S., а H — въ единицахъ C. G. S.

Стейнметцъ изслѣдовалъ такимъ же образомъ большое число различныхъ веществъ и полученные имъ результаты помѣщены въ предыдущей таблицѣ.

Изъ этой таблицы можно вывести слѣдующія заключенія.

1) Потеря энергіи на нагрѣваніе вслѣдствіе молекулярнаго гистерезиса во время полнаго цикла намагничиванія, опредѣляемаго двумя значеніями металлической магнитной индукціи $(B_1 - H_1)$ и $(B_2 - H_2)$, выражается формулой

$$\frac{W}{V} = \eta \left[\frac{(B_1 - H_1) - (B_2 - H_2)}{2}\right]^{1,6}$$

Когда же при циклическихъ измѣненіяхъ намагничиванія возбуждаются токи Фуко, то теряемая удѣльная энергія, въ эргахъ на куб. сантиметръ, выражается другой формулой, именно:

$$\frac{W}{V} = \eta \left[\frac{(B_1 - H_1) - (B_2 - H_2)}{2}\right]^{1,6} + E\omega\left(\frac{B_1 - B_2}{2}\right)^2$$

2) При намагничивающихъ силахъ ниже нѣкотораго предѣла, величина ρ (слѣдовательно и обратная величина магнитной воспріимчивости $\varkappa$), имѣетъ линейную зависимость отъ H, именно

$$\rho = a + \sigma H.$$

3. Вмѣсто того, чтобы употреблять три коеффиціента

a — коэффиціентъ машинной твердости

σ — коэффиціентъ насыщенія

η — коэффиціентъ гистерезиса

можно употреблять:

$(B_s - H_s) = \frac{1}{\sigma}$ для величины магнитнаго металлическаго насыщенія,

$\left(H_{\frac{1}{2}s}\right) = \frac{a}{\sigma}$ для величины половиннаго насыщенія

$$\left(B_{\frac{1}{2}s} - H_{\frac{1}{2}s}\right),$$

$\left(\frac{W}{V}\right)_s = \eta\,(B_s - H_s)^{1,6}$ наибольшая величина удѣльной энергіи, теряемой отъ гистерезиса при абсолютномъ насыщеніи

Формулы для ρ и для гистерезиса станутъ тогда:

$$\rho = \frac{H_{\frac{1}{2}s} + H}{B_s - H_s}$$

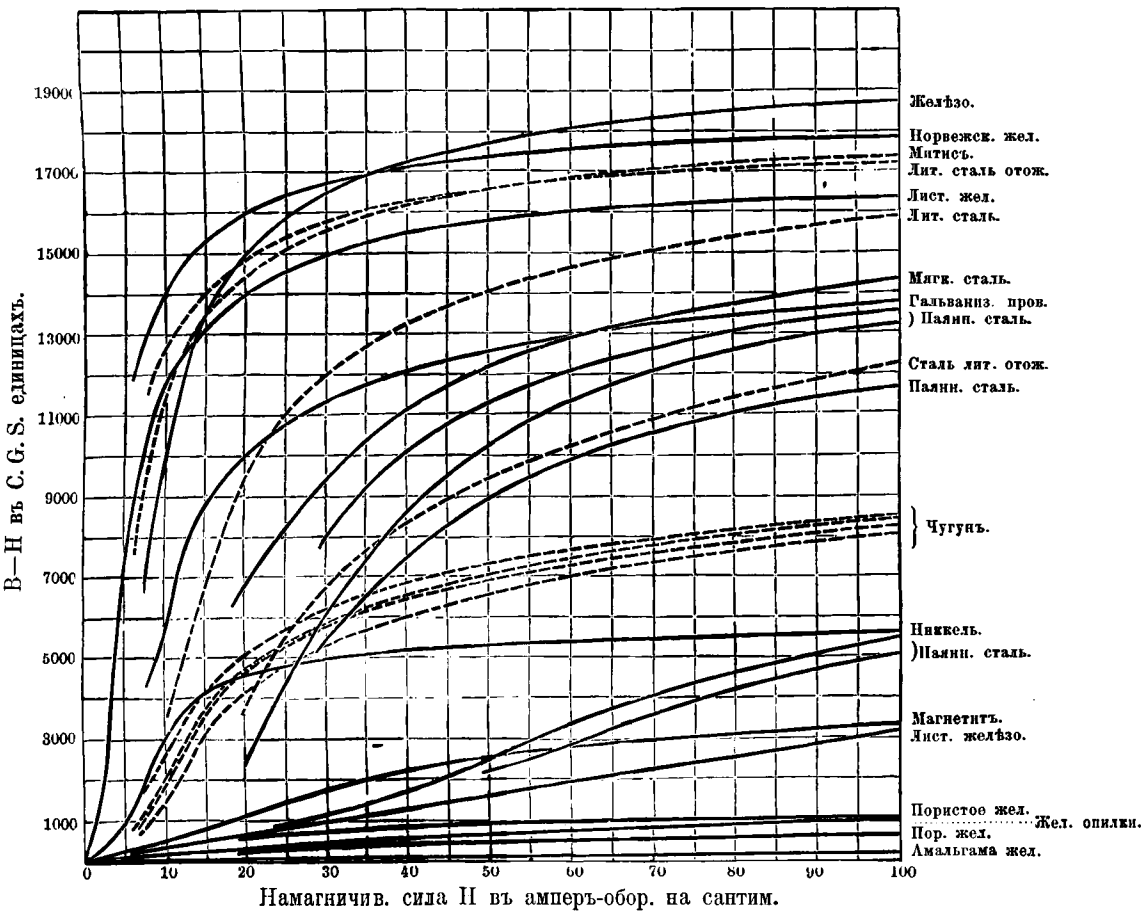
и

$$\frac{W}{V} = \eta \left[\frac{(B_1 - H_1) - (B_2 - H_2)}{2}\right]^{1,6} =$$

$$= \left(\frac{W}{V}\right)_s \left[\frac{(B_1 - H_1) - (B_2 - H_2)}{2\,(B_s - H_s)}\right]^{1,6}$$

Эти формулы примѣнимы для всѣхъ сортовъ желѣза, чугуна, стали, никкеля и магнетита, а также до нѣкоторой степени и къ амальгамѣ желѣза.

Разсматривая цифры предъидущей таблицы, а также кривыя (фиг. 24), можно замѣтить, что металлъ митисъ обладаетъ почти такими же свойствами, какъ кованное и листовое желѣзо, что очень мягкая литая сталь значительно превосходитъ по качествамъ хорошее кованное желѣзо и приближается къ Норвежскому желѣзу и что мягкая отожженная сталь еще болѣе превосходитъ желѣзо. Очень тонкая жесть тоже приближается по качествамъ къ Норвежскому желѣзу, а гальванизированная желѣзная проволока приближается къ кованному желѣзу средняго качества.



Фиг. 24.

Принимая среднія качества для каждаго металла, получимъ слѣдующіе коэффиціенты:

Металлы средняго качества.	α	ρ	η	$B_s—H_s$
Кованное желѣзо, листовое желѣзо, мягкая литая отожженная сталь и металлъ митисъ	0,30	0,055	0,003	18200
Чугунъ, литая сталь съ малой проницаемостью	2,40	0,095	0,0013	10500
Мягкая сталь, твердая литая сталь съ большой проницаемостью	1,33	0,060	0,020	16700
Закаленная сталь	8,00	0,100	0,070	10000

Для чугуна Штейнметцу не удавалось получить индукціи больше 10000 единицъ C. G. S., тогда какъ Юингъ указываетъ число 16000. Изъ этого слѣдуетъ заключить, что или линейная зависимость для ρ прекращается для большихъ величинъ индукціи, чѣмъ 10000, или, что существуютъ сорта чугуна, гораздо лучшихъ качествъ, чѣмъ тѣ, съ которыми работалъ Штейнметцъ.

Опыты съ желѣзными опилками показали, что общіе законы остаются тѣже, но что α, ρ и η увеличиваются съ увеличеніемъ числа цикловъ въ секунду. Кромѣ того оказалось невозможнымъ провѣрить, мѣняется ли $\frac{W}{V}$, какъ степень 1,6 отъ B или B — H. Интересно замѣтить, что η для опилокъ въ 7—11 разъ больше, чѣмъ η для желѣза, отъ котораго были взяты опилки.

Единственное слѣдствіе, которое можно вывести изъ этого, это то, что *кривая гистерезиса не представляетъ собою энергіи, затрачиваемой въ желѣзѣ на молекулярное треніе.*

Изложенные выше опыты повидимому доказываютъ, что молекулярное треніе подъ вліяніемъ намагничиванія въ веществахъ, могущихъ быть намагниченными, есть явленіе гораздо болѣе постоянное, чѣмъ это предполагали раньше. Соотношеніе между потерей отъ молекулярнаго тренія W и индукціей (B — H) повидимому совершенно неизмѣнно, тогда какъ соотношеніе между (B — H) и H мѣняется особенно для слабыхъ величинъ намагничивающей силы, такъ какъ (B — H) зависитъ не только отъ состоянія въ разсматриваемый моментъ, но и отъ прежде бывшихъ величинъ B и H, а также и отъ времени, вслѣдствіе существованія какъ бы «вязкаго гистерезиса», какъ это показалъ Юингъ.

Если начертимъ кривую гистерезиса, отлагая по оси абсциссъ намагничивающую силу въ амперъ-оборотахъ на сантиметръ, то площадь, ограничиваемая кривой, представляетъ количество энергіи, въ эргахъ на кубическій санти-

метръ, затраченное намагничивающей силой для произведенія цикла, умноженное на 10. Слѣдовательно подобное представленіе удобнѣе, чѣмъ то, при которомъ по оси абсцисъ отлагаются величины H въ единицахъ C. G. S., такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ площадь кривой приходится дѣлить на 4π.

Обыкновенно принимаютъ, что площадь, ограниченная этой кривой, представляетъ удѣльную энергію, затраченную на молекулярное треніе въ желѣзѣ. Это невѣрно. *Площадь кривой гистерезиса не представляетъ всегда удѣльной энергіи, теряемой вслѣдствіе молекулярнаго тренія, но представляетъ ее только тогда, когда, во время циклическихъ измѣненій намагничиванія, магнитная цѣпь не подвергалась никакому дѣйствію со стороны какого нибудь внѣшняго источника энергіи, и когда не было совершенно никакой работы, ни въ цѣпи, ни самой цѣпью.*

Штейнметцъ приводитъ по этому поводу выписку изъ книги Юинга, гдѣ сказано, что отъ дѣйствія сильныхъ сотрясеній, или перемѣнныхъ токовъ проходящихъ по металлу вдоль по длинѣ полосы, кривая гистерезиса сжимается и *гистерезисъ пропадаетъ.* Но молекулярное треніе отъ этого не исчезаетъ, причемъ теряемая на треніе энергія заимствуется въ этомъ случаѣ не отъ намагничивающей силы, но отъ энергіи, которая заставляетъ вибрировать металлическій стержень, т. е. отъ перемѣннаго тока. Доказательствомъ сказаннаго служитъ то, что подъ вліяніемъ сильныхъ вибрацій, кривая переворачивается, причемъ часть кривой, соотвѣтствующая увеличенію H, идетъ выше части, соотвѣтствующей уменьшенію H, т. е. циклъ уже будетъ обозначать не потерю энергіи, а наоборотъ прибавленіе. Но это прибавленіе не можетъ произойти насчетъ молекулярнаго тренія, но только насчетъ механической энергіи сообщенной стержню. Далѣе, если въ желѣзѣ индуктируются токи Фуко, площадь кривой гистерезиса сильно расширяется и представляетъ не только энергію затрачиваемую на малекулярное треніе, но также и энергію, затрачиваемую на токи Фуко.

Подобныя же заключенія могутъ быть выведены и изъ того факта, что гистерезисъ въ желѣзныхъ опилкахъ уменьшается, когда мѣшаютъ перемѣщенію частицъ опилокъ, заливая ихъ параффиномъ.

Отсюда слѣдуетъ, что дѣлали ошибку, совѣтуя заставлять тѣло вибрировать для того, чтобы уменьшить потери отъ гистерезиса. Наоборотъ такимъ путемъ эту потерю только увеличиваютъ. Очень вѣроятно, что начальная кривизна магнитныхъ характеристикъ и отклоненіе функціи ρ отъ линейнаго закона, являющееся слѣдствіемъ, зависитъ только отъ затраты энергіи намагничивающей силой на молекулярное треніе и слѣдовательно, если энергія, необходимая на преодолѣніе этого тренія, заимствуется изъ посторонняго источника, то функція ρ слѣдуетъ линейному закону съ самаго начала, какъ это замѣтилъ Юингъ, и выпуклость магнитной характеристики исчезаетъ.

Это объясняетъ громадное увеличеніе проницаемости для слабыхъ намагничивающихъ силъ, производимое вибраціями. При отсутствіи посторонняго источника энергіи, увеличеніе магнитной индукціи по линейному закону для функціи ρ, невозможно для слабыхъ намагничивающихъ силъ, такъ какъ, въ этомъ случаѣ на преодолѣніе молекулярнаго тренія идетъ большее количество энергіи, чѣмъ представляемое произведеніемъ намагничивающей силы и индуктированной электродвигательной силы въ возбуждающей циклѣ. Штейнметцъ даетъ въ концѣ своего труда, молекулярную теорію магнетизма, но излагать ея здѣсь мы пока не будемъ.

(Ind. Electr.)

Магнитная проницаемость тѣлъ.

Ст. Б. Розинга.

Вопросъ о магнитной проницаемости тѣлъ, т. е. вопросъ о томъ, почему одни тѣла легче проницаемы для линій магнитной индукціи, а другія труднѣе, почему одни обладаютъ большею проницаемостью, чѣмъ свободное отъ вещества пространство, а другія меньшею, — представляютъ до сихъ поръ со времени Фарадея еще мало разработанное поле для изслѣдованія. Что происходитъ въ веществѣ, когда оно служитъ средой распространенія линій магнитной индукціи? Отчего два такія тѣла, какъ мѣдь и желѣзо, сходныя во многихъ физическихъ свойствахъ, въ отношеніи магнитной проницаемости такъ совершенно различны? Вѣдь, разница касается тутъ самой сущности дѣла. Фарадей не далъ, однако, на эти вопросы никакого отвѣта: онъ установилъ только съ опытной стороны явленія, къ нимъ относящіяся. Среди гипотезъ, господствовавшихъ въ его время, также напрасно искать простаго и полнаго ихъ объясненія. такъ какъ самыя открытія Фарадея были еще слишкомъ новы въ то время. Но и съ тѣхъ поръ мало, что сдѣлано въ этомъ направленіи, и, тогда какъ вопросы объ электричествѣ и электрическомъ токѣ получили такую всестороннюю обработку, ученіе о сущности магнитныхъ явленій какъ то оставалось въ тѣни. Поэтому то мы думаемъ, что никакая рѣчь объ этихъ вопросахъ не можетъ считаться лишней. Въ этой статьѣ мы и поведемъ ее собственно о магнитной проницаемости тѣлъ и постараемся дать кое-какіе новые взгляды на ея причины; но предварительно, чтобы быть вполнѣ ясными, мы изложимъ вообще сущность современныхъ воззрѣній на магнетизмъ такъ, какъ они развились изъ идей Фарадея.

I. Магнитная индукція, какъ физическій процессъ. Представимъ себѣ тѣло, приведенное какимъ нибудь образомъ въ магнитное состояніе. Мы знаемъ, что все пространство вокругъ него является мѣстомъ дѣйствія особой магнитной силы, какъ бы изъ него исходящей. По старымъ воззрѣніямъ это такъ и понималось. Магнитная сила считалась тогда просто какъ дѣйствіе тѣла на разстояніи черезъ пустое и темное пространство, совершенно независимо отъ свойствъ этого пространства и распредѣленія силы въ сосѣднихъ частяхъ. Но теперь мы знаемъ, что причина всѣхъ дѣйствій вокругъ магнитнаго тѣла лежитъ въ особомъ возмущенномъ состояніи пространства, которое *вызывается* этой магнитной силой. Первый шагъ къ такому новому взгляду былъ сдѣланъ, когда Фарадей обратилъ вниманіе на распредѣленіе магнитной силы въ пространствѣ, проведя въ немъ свои знаменитыя магнитныя силовыя линіи.

Понятіе о *магнитной силовой линіи* Фарадей заимствовалъ изъ ученія о тяготѣніи. Тамъ, какъ извѣстно, силовыя линіи служатъ однимъ изъ способовъ изображать распредѣленіе силы вокругъ какого нибудь тѣла. Если, начиная съ поверхности тѣла, мы станемъ двигать частицу вещества все время по направленію силы, дѣйствующей на нее со стороны тѣла, то путь, который такимъ образомъ опишемъ, и представитъ намъ то, что называется силовой линіей. Въ каждой точкѣ этой линіи сила тяготѣнія будетъ направлена по касательной къ ней. Проводя такія линіи изъ различныхъ точекъ поверхности тѣла такъ, чтобы въ каждой точкѣ, густота ихъ, т. е. число ихъ, приходящееся на единицу площади поперечнаго сѣченія, было пропорціонально дѣйствующей тамъ силѣ, мы и получимъ весьма наглядный способъ изображать вокругъ тѣла его притяженіе. Всѣ силовыя линіи будутъ начинаться на поверхности тѣла и уходить въ безконечное пространство. Направленіе ихъ въ каждой точкѣ будетъ изображать направленіе дѣйствующей тамъ силы, а густота ихъ — ея напряженіе.

Силовыя линіи магнитной силы, проведенныя такимъ же образомъ при помощи единицы магнитнаго полюса, представляютъ также непрерывныя линіи, наполняющія все окружающее пространство; однако, онѣ не проходятъ съ поверхности тѣла въ безконечность, но, начинаясь съ одного его конца, рано или поздно непремѣнно возвращаются къ другому. Такимъ образомъ, каждая точка поверхности положительнаго полюса оказывается связанной съ соотвѣтственной точкой отрицательнаго. Математическое значеніе этихъ линій такъ же, какъ и въ случаѣ тяготѣнія, вполнѣ опредѣленное: направленіе ихъ показываетъ направленіе магнитной силы, а густота ихъ — ея напряженіе. Но природа ихъ существенно отличается отъ линій силы тяготѣнія. Въ самомъ дѣлѣ, линіи силы тяготѣнія, исходящія изъ одной частицы вещества, представляютъ прямыя линіи, расходящіяся во всѣ стороны, направленіе и густота ихъ въ различныхъ частяхъ пространства нисколько не зависятъ отъ существованія въ немъ другихъ тяготѣющихъ частицъ ве-

щества, хотя бы этихъ послѣднихъ были миріады, т. е. дѣйствіе, испытываемое одной частицей отъ другой, остается совершенно независимымъ отъ дѣйствія остальныхъ и можетъ передаваться, не измѣняясь, даже черезъ находящееся на пути вещество. Силовыя линіи тяготѣнія представляютъ такимъ образомъ одинъ изъ наиболѣе простыхъ родовъ силы и быть можетъ, по мнѣнію Фарадея, это и есть на самомъ дѣлѣ дѣйствіе на разстояніи. Но другое дѣло — линіи магнитной силы. Если сила тяготѣнія возможна только въ присутствіи *двухъ* частицъ вещества, то линіи магнитной силы существуютъ и при существованіи только *одной* частицы: правда, для магнитной силы необходимо существованіе двухъ противоположныхъ магнитныхъ полюсовъ, но эти полюсы могутъ образоваться на противоположныхъ концахъ одной и той же частицы. Въ этомъ отношеніи, линіи магнитной силы скорѣе походятъ на лучи свѣта, эти линіи силы свѣтовой радіаціи, которыя существуютъ также независимо отъ какихъ либо другихъ частицъ, кромѣ той, отъ которой они исходятъ. Если, далѣе, линіи силы тяготѣнія, исходящія отъ различныхъ частицъ, проходятъ въ пространствѣ совершенно независимо однѣ отъ другихъ, то совершенно противоположное мы видимъ въ линіяхъ магнитной силы: эти послѣднія, происходя отъ различныхъ тѣлъ и проходя въ одной и той же части пространства, отклоняются другъ другомъ отъ своего первоначальнаго расположенія. Наконецъ, самый видъ линій магнитной силы, представляющихъ дѣйствіе двухъ противоположныхъ полюсовъ одной и той же частицы другъ на друга и замыкающихся въ видѣ *кривыхъ* линій черезъ внѣшнее пространство, служитъ, по мнѣнію Фарадея, однимъ изъ рѣзкихъ признаковъ того, что онѣ представляютъ не простое дѣйствіе на разстояніи, но что подъ ними кроется какое то *особенное возмущенное состояніе среды*, въ которой онѣ проходятъ. Но что особенно убѣждаетъ насъ въ этомъ, — это явленіе электромагнитной индукціи. Какъ, въ самомъ дѣлѣ, объяснить съ точки зрѣнія дѣйствія на разстояніи, что электровозбудительныя силы, являющіяся въ любомъ замкнутомъ проводникѣ, движущемся около магнитнаго тѣла, не зависятъ ни отъ магнитной способности этого проводника, ни отъ вещества его, ни отъ массы, ни отъ величины и формы, однимъ словомъ ни отъ какихъ свойствъ, опредѣляющихъ его, какъ тѣло, а только отъ измѣненія числа линій магнитной силы, его пронизывающихъ? Какъ понять это, не предположивши, что самая среда, въ которой движется проводникъ, находится въ особенномъ возмущенномъ состояніи?

Новѣйшіе успѣхи физики все болѣе убѣждаютъ насъ въ томъ, что такое состояніе среды дѣйствительно существуетъ и что среда эта есть ничто иное, какъ тотъ же эфиръ, который служитъ для распространенія свѣта. Что касается самого состоянія ея, то о немъ нельзя дать покуда никакого опредѣленнаго отвѣта. Но каково бы оно ни было, оно наполняетъ все пространство вокругъ магнитнаго тѣла и то, что происходитъ въ самомъ тѣлѣ, есть только часть этого необозримаго возмущеннаго поля. Это состояніе называется *магнитной индукціей*.

Каково бы ни было это состояніе индукціи пространство свободнаго отъ вещества, мы должны предположить, что въ каждой части пространства оно имѣетъ опредѣленную ось, совпадающую съ дѣйствующей тамъ магнитной силой, и что слѣдовательно оно также можетъ быть изображено въ видѣ системы линій. Что касается его величины, то мы должны предварительно найти для нея мѣру, въ которой могли бы ее выражать. И естественно принять за эту мѣру самую магнитную силу, съ которой магнитная индукція совпадаетъ по направленію и которой пропорціональна по величинѣ. И такъ, выражая магнитную индукцію, B, въ принятой единицѣ, мы естественно получимъ *для чистаго пространства* простое равенство между нею и магнитной силой, H:

$$B = H \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

И линіи магнитной индукціи совпадаютъ въ этомъ пространствѣ съ линіями магнитной силы.

Но что происходитъ *внутри* тѣла? Линіи магнитной индукціи сходятся у поверхности тѣла. Происходитъ ли внутри тѣла такое возмущенное состояніе, какъ и въ окружающемъ пространствѣ? Иными словами, проходятъ ли линіи индукціи, касающіяся поверхности тѣла, и внутри его, а если проходятъ, то въ какой степени (вполнѣ или отчасти)? Фарадей предположилъ, что линіи индукціи также свободно проходятъ внутри тѣла, какъ и въ окружающемъ пространствѣ, и что всѣ онѣ, безъ исключенія, представляютъ *замкнутыя* кривыя. Но здѣсь является одно особенное обстоятельство. Проведемъ черезъ тѣло линіи индукціи, замыкая такимъ образомъ тѣ, которыя кончаются съ обоихъ концовъ на его поверхности. Число ихъ, приходящееся въ каждой точкѣ на единицу поперечнаго сѣченія, представитъ величину магнитной индукціи B, внутри тѣла, выраженную въ принятыхъ единицахъ. Если бы это былъ эфиръ, мы прямо бы сказали, что магнитная сила, которая вызываетъ эту индукцію B равна ея величинѣ. Но, вычисляя на самомъ дѣлѣ магнитную силу изъ распредѣленія электрическихъ токовъ и свободнаго магнетизма, мы получаемъ для нея величину, отличную отъ B, причемъ отношеніе между той и другой величиной остается постояннымъ для всѣхъ точекъ разсматриваемаго тѣла. Поэтому, вмѣсто равенства (1) мы получаемъ здѣсь слѣдующее соотношеніе между B и H.

$$B = \mu H, \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2).$$

гдѣ μ есть нѣкоторое число, постоянное для точекъ одного и того же тѣла и различное для различныхъ тѣлъ.

II. Магнитная сила, управляющая магнитною индукціею. Мы видѣли, что причина, вызывающая магнитную индукцію, есть магнитная сила. Она, какъ отвлеченная величина, вычисляется для различныхъ точекъ по извѣстнымъ законамъ и не зависитъ отъ того, беремъ ли мы эти точки внутри вещества или внѣ его. Это есть, такъ сказать, канва, на которой происходитъ физическій процессъ индукціи. Здѣсь умѣстно будетъ воспользоваться слѣдующею аналогіею; магнитная индукція, распространяющаяся въ замкнутыхъ линіяхъ, подобна электрическому току; мигнитная сила подобна электровозбудительной силѣ. Въ такомъ случаѣ, равенство (2) показываетъ, что μ есть полная аналогія электрической проводимости. Фарадей назвалъ этотъ коэффиціентъ магнитной проводимостью; теперь онъ извѣстенъ подъ именемъ *магнитной проницаемости*. Равенство (1) показываетъ, что для эфира $\mu = 1$; для другихъ тѣлъ μ то меньше, то больше единицы. Изъ этого слѣдуетъ, что различныя тѣла представляютъ то большее, то меньшее сопротивленіе возникновенію въ нихъ магнитной индукціи подъ дѣйствіемъ той же магнитной силы, какъ и въ эфирѣ, и что когда потокъ линій индукціи подъ вліяніемъ распредѣленія магнитной силы попадаетъ въ тѣла, онъ то разряжается, то сгущается въ нихъ.

Мы сказали, что магнитная сила вызываетъ магнитную индукцію. Это имѣетъ такой смыслъ. Магнитная индукція представляетъ одну изъ формъ энергіи; она можетъ возникнуть только вслѣдствіе перехода энергіи изъ другихъ формъ. Вотъ магнитная сила и представляетъ въ каждой точкѣ степень или напряженность этого перехода, а ужъ затѣмъ въ зависимости отъ большой или меньшей воспріимчивости находящейся здѣсь среды, выражаемой коэффиціентомъ μ, возникаетъ и соотвѣтственная величина магнитной индукціи.

Магнитная сила представляетъ три источника своего происхожденія. Первый и самый главный изъ нихъ, несомнѣнно — *электрическій токъ*. Электрическій токъ можно считать единственной первоначальной причиной магнитной индукціи. Всякій разъ какъ онъ возникаетъ въ какомъ нибудь проводникѣ, его энергія переносится въ окружающее пространство и переходитъ тамъ въ форму магнитной индукціи. Какъ происходитъ этотъ переходъ, какимъ образомъ токъ производитъ возмущенное состояніе окружающаго пространства, мы узнаемъ это лишь тогда, когда разгадана будетъ сущность электрической энергіи. Теперь мы должны ограничиться только внѣшней стороной дѣла и эта внѣшняя сторона выражается въ магнитной силѣ, которая возникаетъ по опредѣленнымъ законамъ вокругъ тока и вызываетъ затѣмъ магнитную индукцію. Второй источникъ магнитной силы — *задерживающая сила* нѣкоторыхъ магнитныхъ тѣлъ, напримѣръ желѣза, никкеля и др. Здѣсь тоже происходитъ возникновеніе линій магнитной индукціи. Такъ, когда мы вносимъ кусокъ желѣза безъ какихъ либо признаковъ магнитнаго состоянія въ магнитное поле и затѣмъ заставляемъ исчезнуть это поле, то видимъ, что въ желѣзѣ остаются замкнутыя самостоятельныя линіи магнитной ин-

дукціи, часто весьма большой напряженности. Откуда же онѣ явились? Очевидно, что во время проникновенія въ желѣзо линій индукціи въ немъ происходилъ особенный процессъ, который и вызвалъ появленіе этихъ линій. Дѣйствительно, мы знаемъ, что при этомъ происходитъ измѣненіе энергіи теплоты тѣла, быть можетъ его потенціальной энергіи, но какимъ образомъ осуществляется переходъ этихъ родовъ энергіи въ энергію магнитной индукціи и какіе его законы— мы еще меньше знаемъ, чѣмъ въ случаѣ электрическаго тока.

Наконецъ, третій источникъ магнитной силы—*свободный магнетизмъ* (*), обнаруживающійся главнымъ образомъ на поверхности тѣлъ, черезъ которыя проходитъ магнитная индукція. Но если электрическій токъ является совершенно независимой причиной возникновенія магнитной индукціи, если задерживающая магнитная сила тоже порождаетъ новыя линіи индукціи, но требуетъ для этого уже предварительнаго существованія магнитной индукціи, то здѣсь не происходитъ никакого новаго возникновенія этихъ линій, а только *перераспредѣленіе* старыхъ. Свободный магнетизмъ съ точки зрѣнія идей Фарадея—совершенная фикція. Онъ является и исчезаетъ вмѣстѣ съ магнитной индукціей и происходящая отъ него магнитная сила, дѣйствующая по закону Кулона, только управляетъ распредѣленіемъ уже существующихъ линій, происшедшихъ вышеупомянутыми путями, распредѣленіемъ ихъ при переходѣ изъ одной среды въ другую.

Совершенно понятно, что по одну и другую сторону поверхности тѣла, гдѣ находится свободный магнетизмъ магнитная сила должна имѣть рѣзко отличныя другъ отъ друга значенія: если по одну сторону сила, тяготѣющая къ слою магнетизма, *складывается* съ магнитными силами, происходящими отъ какихъ либо другихъ источниковъ, то по другую сторону она изъ нихъ *вычитается*. Разность магнитныхъ силъ, являющаяся при этомъ, всецѣло обязана своимъ существованіемъ свободному магнетизму, находящемуся въ этой точкѣ поверхности и дѣйствующему по закону Кулона. И дѣйствительно, если мы назовемъ H_1 и H_2 *перпендикулярныя* къ поверхности части магнитной силы, дѣйствующей соотвѣтственно въ первой и второй средѣ, то непосредственное слѣдствіе изъ закона Кулона дастъ намъ простую зависимость ихъ разности $H_1 - H_2$ отъ плотности свободнаго магнетизма σ въ разсматриваемой точкѣ. Плотностью магнетизма называется количество его, приходящееся на единицу площади. Упомянутое соотношеніе имѣетъ видъ:

$$H_1 - H_2 = -4\pi\sigma \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

Обѣ величины H_1 и H_2 считаются здѣсь положительными, если магнитныя силы направлены изъ первой среды во вторую.

Но съ другой стороны, соотношеніе (2) даетъ намъ:

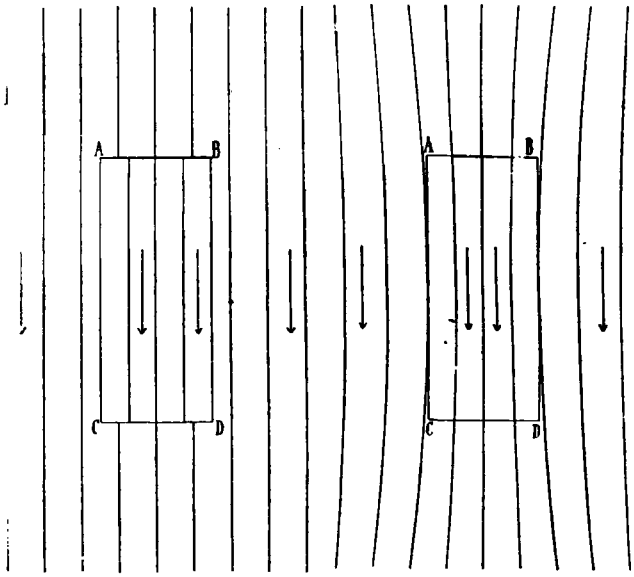
$$H_1 = \frac{B_1}{\mu_1}, \quad H_2 = \frac{B_2}{\mu_2},$$

если B_1, и B_2—также перпендикулярныя къ поверхности части магнитной индукціи въ первой и второй средѣ, а μ_1 и μ_2—соотвѣтственныя магнитныя проницаемости. По свойству же непрерывности потока индукціи величины B_1 и B_2 равны между собой. Назовемъ ихъ общимъ знакомъ B_0. Тогда соотношеніе (3) преобразуется въ слѣдующее:

$$B_0\left(\frac{1}{\mu_1} - \frac{1}{\mu_2}\right) = -4\pi\sigma, \; . \; . \; . \; . \; (4)$$

гдѣ B_0 обозначаетъ *перпендикулярную* къ поверхности часть магнитной индукціи, проходящей черезъ какую нибудь точку поверхности тѣла, σ—плотность свободнаго магнетизма въ этой точкѣ, а μ_1 и μ_2—проницаемости среды по одну и по другую сторону. Величина B_0 считается *положительной*, если индукція направлена *изъ среды* μ_1 *въ среду* μ_2, въ противномъ случаѣ она отрицательна. Вотъ зависимость между магнитной индукціей, проходящей черезъ поверхность, магнитною проницаемостью прикасающихся срединъ и свободнымъ магнетизмомъ на этой поверхности.

Представимъ же теперь себѣ *однородное* поле магнитной силы (положимъ, внутри весьма длинной спирали, по которой проходитъ токъ) и внесемъ въ это поле какое-нибудь тѣло, не обладающее остаточностью, такое, чтобы его проницаемость была больше, чѣмъ для окружающей среды, воздуха. Если для воздуха положимъ $\mu = \mu_1$, для тѣла $\mu = \mu_2$, то μ_2, будетъ больше μ_1. Предположимъ на время, что не существуетъ свободнаго магнетизма и магнитная сила происходитъ *только* отъ электрическаго тока. Возникая въ видѣ системы параллельныхъ линій, она вызываетъ магнитную индукцію тоже въ параллельныхъ линіяхъ, но различной густоты внутри и внѣ тѣла: въ тѣлѣ число линій индукціи, приходящееся на единицу поперечнаго сѣченія, будетъ равно $\mu_2 H$, въ окружающей средѣ $-\mu_1 H$. Распредѣленіе индукціи, которое тогда произойдетъ, изображено на фиг. 25. Распредѣленіе это, однако, невозможно, такъ какъ



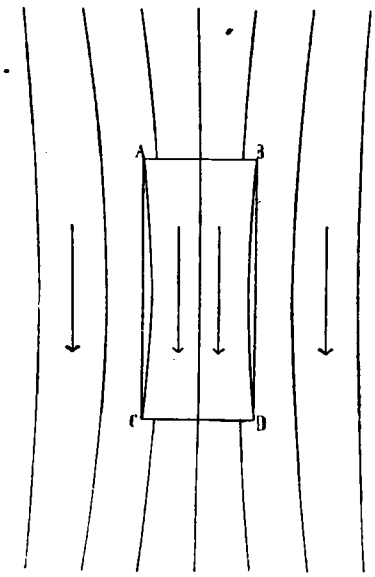
Фиг. 25. Фиг. 26.

линіи индукціи всегда представляютъ непрерывный потокъ и не могутъ имѣть тѣхъ свободныхъ концовъ, которые образуются на чертежѣ на концахъ AB и CD. И дѣйствительно онѣ распредѣлены на самомъ дѣлѣ такъ, какъ показываетъ фиг. 26. Отчего же произошла наша ошибка? Оттого, что мы признали существованіе одной только магнитной силы тока и не приняли во вниманіе силы свободнаго магнетизма, образующагося на концахъ AB и CD, гдѣ индукція переходитъ изъ воздуха въ тѣло. Равенство (4) намъ даетъ возможность судить о распредѣленіи этого магнетизма. Для конца AB, гдѣ линіи индукціи входятъ въ тѣло изъ среды μ_1 въ среду μ_2 величина B_0 по принятому выше условію положительная. Очевидно, что она имѣетъ наибольшія значенія на самомъ крайнемъ концѣ и уменьшается къ срединѣ тѣла, гдѣ она равна нулю, такъ какъ линіи совсѣмъ не входятъ въ тѣло (черт 26). Множитель $\frac{1}{\mu_1} - \frac{1}{\mu_2}$ всегда положительный, такъ какъ $\mu_1 < \mu_2$. Слѣдовательно на концѣ AB расположенъ *отрицательный* свободный магнетизмъ, ибо плотность σ изъ равенства (4) величина отрица-

[1]) По старой теоріи намагничиваніе тѣла сводилось къ раздѣленію между собою двухъ магнитныхъ жидкостей: положительной и отрицательной. Одна собиралась на одномъ концѣ каждаго *элемента* тѣла, другая на другомъ. Внутри тѣла противоположныя жидкости соприкасающихся концовъ двухъ сосѣднихъ элементовъ нейтрализовались въ своихъ дѣйствіяхъ, на поверхности же тѣла оставался *свободный* магнетизмъ.

тельная; главная масса его собрана у конца AB, а у средины онъ равенъ нулю. Напротивъ, на концѣ CD линіи индукціи выходятъ изъ среды μ_2 въ среду μ_1, B_0 меньше нуля и плотность магнетизма вездѣ положительная. На концѣ CD расположенъ *положительный* магнетизмъ.

Этотъ магнетизмъ обусловливаетъ существованіе новой магнитной силы, распредѣленной по закону Кулона. Ея линіи, представляющія тѣ направленія, по которымъ двигался бы положительный магнитный полюсъ, притягиваясь или отталкиваясь свободнымъ магнетизмомъ, направлены около конца AB извнутри и снаружи тѣла всѣ къ слою магнетизма на его поверхности, на концѣ же ея — всѣ въ противуположную отъ него сторону. И не трудно убѣдиться, что, складываясь съ первоначальными линіями магнитной силы тока, онѣ представятъ расположеніе, изображенное на фиг. 27. Это и будетъ истинное распредѣленіе магнитной силы:



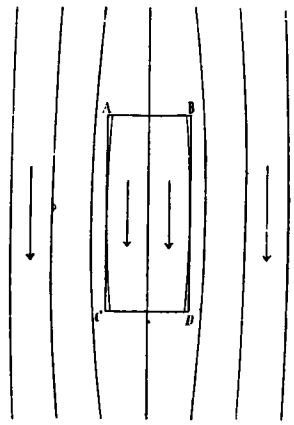
Фиг. 27.

она сгущена у концовъ AB и CD, разрѣжена съ боковъ тѣла и внутри его. Переходя теперь отъ магнитной силы къ магнитной индукціи и умножая внутри тѣла магнитную силу на μ_2, а снаружи на μ_1, мы и получимъ какъ разъ тотъ *непрерывный* потокъ индукціи, который изображенъ на фиг. 26.

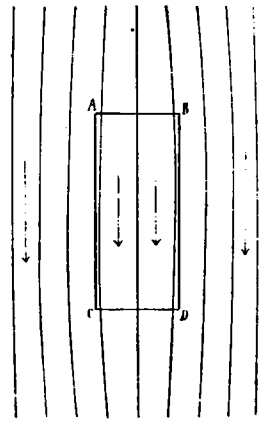
Не видимъ ли мы отсюда, какое значеніе имѣетъ эта магнитная сила? Не ясно ли, что она не создаетъ новыхъ линій индукціи, а только *распредѣляетъ* ихъ, подчиняя условію *непрерывности*, что свободный магнетизмъ не имѣетъ физическаго существованія, а только представляетъ, такъ сказать, воплощеніе этого условія? Если $\mu_1 = \mu_2$, то линіи индукціи проходятъ также въ тѣлѣ, какъ и внѣ его, а изъ равенства (4) видно, что свободный магнетизмъ въ такомъ случаѣ равенъ нулю. Если $\mu_2 > \mu_1$ то въ тѣлѣ происходитъ *сгущеніе* линій и вмѣстѣ съ тѣмъ на концѣ AB образуется *отрицательный*, а на концѣ CD *положительный* магнетизмъ и тѣмъ больше, чѣмъ больше разность между μ_2 и μ_1, т. е. чѣмъ сильнѣе сгущеніе. Наконецъ, въ случаѣ $\mu_2 < \mu_1$, когда въ тѣлѣ происходитъ *разрѣженіе*, $\frac{1}{\mu_1} - \frac{1}{\mu_2} < 0$, на концѣ AD — *положительный* магнетизмъ, на концѣ CD — *отрицательный*; магнитная сила получаетъ распредѣленіе, изображенное на фиг. 28, а магнитная индукція распредѣленіе, изображенное на фиг. 29.

И такъ, мы нашли три источника магнитныхъ силъ. Но каково бы ни было ихъ происхожденіе, всѣ они въ отношеніи магнитной индукціи имѣютъ одно и тоже значеніе: возбуждать ее и управлять ея распредѣленіемъ.

Такъ точно электровозбудительныя силы, отъ чего бы онѣ не происходили, производятъ всегда тотъ же электрическій токъ. И дѣйствительно, между упомянутыми магнитными силами и электровозбудительными существуютъ поразительныя аналогіи. Именно, первой магнитной силѣ, происходящей отъ электрическаго тока, соотвѣтствуетъ *электровозбудительная сила химическаго и тепловаго происхож-*



Фиг. 28.



Фиг. 29.

денія; второй, происходящей отъ задерживающей силы, соотвѣтствуетъ по внутреннему существу *электровозбудительная сила поляризаціи*; наконецъ третьей, зависящей отъ свободнаго магнетизма, — совершенно тождественная *электрическая* сила, являющаяся отъ электролизаціи поверхностей, разграничивающихъ средины съ различной проводимостью, когда чрезъ нихъ проходитъ электрическій токъ.

И Максвэлль, который съ математической стороны обработалъ идеи Фарадея, строго показалъ, что, каково бы ни было распредѣленіе магнитной индукціи подъ дѣйствіемъ извѣстнаго распредѣленія магнитной силы, лишь бы магнитная проницаемость для каждаго отдѣльнаго тѣла была величина постоянная, *оно всегда будетъ тождественно съ распредѣленіемъ электрическаго тока* въ средѣ, которая наполнена тѣлами той же формы и относительной электропроводности и находится подъ дѣйствіемъ электровозбудительныхъ силъ точно такъ же распредѣленныхъ, какъ магнитныя силы.

Но оставимъ въ сторонѣ еще слишкомъ мало извѣстную задерживающую магнитную силу и изъ числа электровозбудительныхъ силъ выкинемъ соотвѣтствующую ей силу поляризаціи. Кромѣ того, магнитная сила, происходящая отъ свободнаго магнетизма, не есть самостоятельная сила: она совершенно опредѣляется въ *извѣстной* намъ разнородной средѣ первоначальною магнитною силой и осуществляетъ только условіе непрерывности для магнитной индукціи, возникающей отъ этой силы. Равнымъ образомъ и для электрическаго тока существуетъ такое же условіе непрерывности и образуется такая же зависимая электрическая сила, исходящая какъ бы отъ электрическихъ зарядовъ, образующихся на границѣ срединъ съ различною проводимостью, когда черезъ нихъ проходитъ токъ. Изъ этого слѣдуетъ что для отождествленія распредѣленія магнитной индукціи съ распредѣленіемъ электрическаго тока, мы должны отождествить между собою только магнитныя и электровозбудительныя силы *самостоятельнаго происхожденія*, силы же зависимыя и второстепенныя — въ первомъ случаѣ сила, происходящая отъ свободнаго магнетиза, во второмъ — сила, происходящая отъ электризаціи поверхностей разграничивающихъ средины — совпадутъ сами собой.

Чтобы пояснить сказанное примѣрами, обратимся къ случаямъ распространенія магнитной индукціи, изображеннымъ на фиг. 26 и 29. Первоначальная магнитная сила, происходящая отъ электрическаго тока въ спирали, представляетъ здѣсь видъ параллельныхъ линій. Чтобы осуществить такое же распредѣленіе электровозбудительной силы, намъ

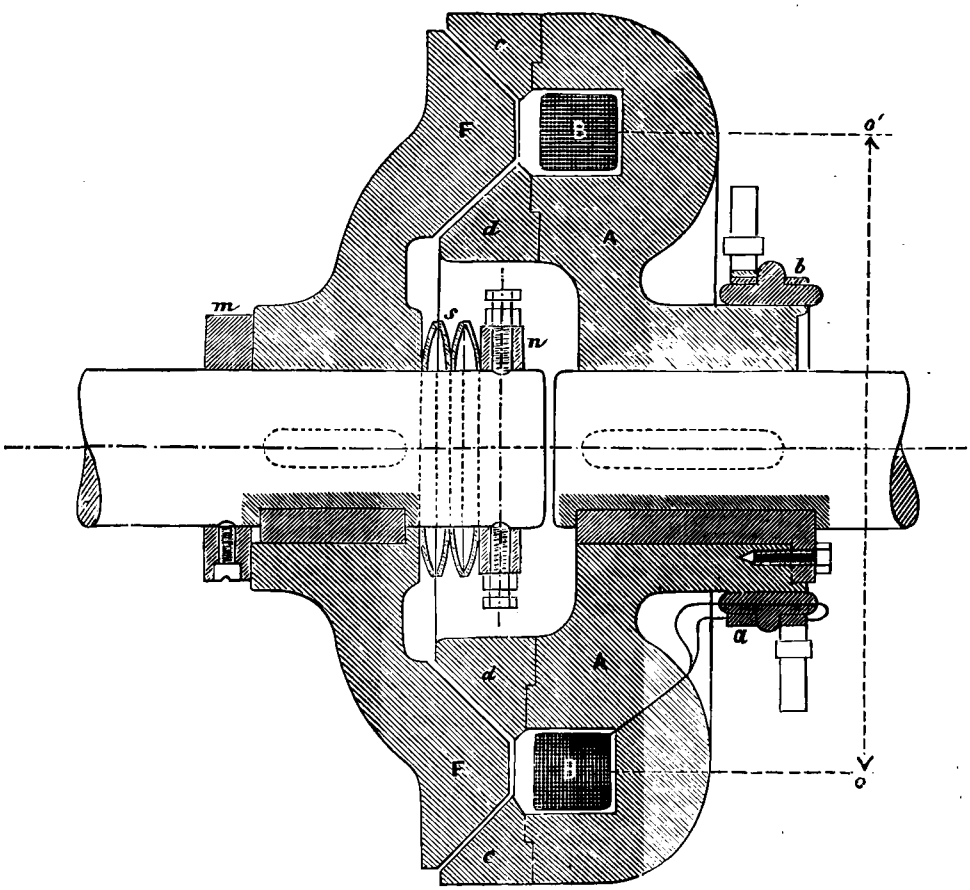
достаточно погрузить въ проводящую жидкость на значительномъ разстояніи одинъ отъ другаго два электрода весьма большихъ поверхностей и замкнуть ихъ съ батареей соотвѣтственной силы. Въ среднихъ частяхъ жидкости между электродами электровозбудительная сила будетъ расположена въ видѣ параллельныхъ линій. Стоитъ только тогда въ это пространство помѣстить тѣло ABCD, приводимость котораго относилась бы къ проводимости жидкости, какъ μ_2 къ μ_1, и замкнуть токъ достаточной силы, и мы получимъ его распредѣленіе въ жидкости совершенно такое же, какъ распредѣленіе магнитной индукціи на фиг. 26 или 29, смотря потому, что̀ больше: μ_2 или μ_1. И на поверхности тѣла ABCD образуется здѣсь совершенно такое же распредѣленіе электрическаго заряда, какъ въ случаѣ магнитной индукціи свободнаго магнетизма.

(*Продолженіе слѣдуетъ.*)

Техническія примѣненія магнитнаго притяженія.

Де-Бове при описанныхъ въ № 8 «Электричества» (страница 118) изслѣдованіяхъ надъ электромагнитнымъ шкивомъ для туеровъ произвелъ еще нѣсколько другихъ опытовъ.

Въ каналѣ шкива вставляли желѣзную полосу въ 1,5 м. длиной и въ 12 кгр. вѣсомъ на метръ длины, входившую въ каналъ съ небольшимъ зазоромъ. Полосу эту располагали послѣдовательно въ двухъ положеніяхъ, а именно по вертикальной и горизонтальной касательной къ шкиву, и всякій разъ такъ, чтобы она прикасалась къ послѣднему своей серединой. Пропуская токъ въ 28,5 амперовъ, получили слѣдующіе результаты: при вертикальномъ положеніи для произведенія медленнаго и правильнаго скольженія требовался грузъ въ 320 кгр., а при горизонтальномъ положеніи полка выдерживала 853 кгр. и отрывалась при 895 кгр.



Фиг. 30.

Затѣмъ меньшій изъ упомянутыхъ въ предыдущей статьѣ шкивовъ поставили на желѣзный рельсъ и при помощи груза заставляли его скользить по послѣднему, не катясь, причемъ на оси шкива подвѣшивали различныя нагрузки. Полученные при этомъ результаты показали, что намагничиваніе не измѣняетъ коеффиціента тренія, какъ можно было бы думать на основаніи предыдущихъ опытовъ; какова бы ни была нагрузка, она производитъ постоянное дѣйствіе, весьма значительное, не смотря на ограниченную поверхность соприкасанія, а именно при пропусканіи тока въ 30 амперовъ (который соотвѣтствовалъ насыщенію) грузъ, производящій скольженіе шкива, надо было увеличивать на 50 кгр. Когда взяли большой шкивъ, то при токѣ въ 35 амперовъ грузъ доводили безъ скольженія до 475 кгр., а при постепенномъ ослабленіи тока скольженіе начиналось только при 25 амперахъ, что очевидно надо было приписать запаздыванію въ намагничиваніи.

При этихъ опытахъ дѣйствовало одно только магнитное притяженіе безъ всякихъ механическихъ вліяній какъ при навиваніи цѣпи, а потому приведенныя выше цифры позволяютъ разсчитывать на очень большія дѣйствія, если только будетъ возможно увеличить поверхность соприкасанія; напримѣръ такимъ путемъ легко можно воспользоваться магнитнымъ притяженіемъ для устройства тормазовъ, такъ какъ полосу можно изогнуть по кривизнѣ шкива и увеличить такимъ образомъ поверхность соприкасанія. Точно также въ случаѣ рельсовыхъ путей, при небольшомъ расходѣ электрическаго тока легко можно значительно увеличивать приставаніе къ рельсамъ колесъ всегда, когда послѣднія можно устраивать на подобіе магнитныхъ шкивовъ; это

утилизированіе магнитнаго притяженія можетъ быть полезно въ особенности для электрическихъ трамваевъ, работающихъ по воздушнымъ проводамъ.

Приведенные выше результаты опытовъ показываютъ, что притяженіе между электромагнитомъ и его якоремъ очень правильно измѣняется съ токомъ и эти измѣненія бываютъ такой величины, что ими легко можно воспользоваться въ техникѣ, не прибѣгая къ сложнымъ и непрочнымъ приборамъ. Такъ какъ усиліе, какимъ можно пользоваться, зависитъ отъ величины поверхности дѣйствія, то повидимому легко можно было бы уставить *магнитныя соединительныя муфты*, которыя могли бы служить для соединенія и тормаженія, въ примѣненіи къ большимъ усиліямъ. Де-Бове проектировалъ для этихъ механизмовъ форму, представленную на фиг. 30; на конецъ одной изъ соединяемыхъ осей насажена часть А, образующая электромагнитъ съ обмоткой В, въ которую токъ проводится по щеткамъ, трущимся по кольцамъ *a* и *b*. Подвергающіеся истиранію придатки *c* и *d* электромагнита устроены такъ, что ихъ легко можно замѣнять новыми. На концѣ другой оси одѣта часть F, образующая якорь электромагнита и закрѣпленная на своей оси такимъ образомъ, что она не можетъ поворачиваться безъ послѣдней, но имѣетъ возможность перемѣщаться немного по направленію оси между двумя стопорными кольцами *m* и *n*; подъ дѣствіемъ магнитнаго притяженія якорь F прижимается къ полосовымъ придаткамъ *c* и *d* электромагнита, а по прекращеніи этого притяженія якорь отходитъ прочь подъ вліяніемъ пружины *s*. Придаткамъ *c* и *d* придана представленная на рисункѣ форма съ той цѣлью, чтобы уменьшить толщину F и сдѣлать такимъ образомъ болѣе короткимъ замыканіе чрезъ него магнитной цѣпи.

Когда одна ось уже вращается, и желаютъ произвести сцѣпленіе съ другой осью, пропускаютъ въ обмотку соединительной муфты сначала слабый токъ и затѣмъ постепенно усиливаютъ его; при этомъ вторая ось сцѣпляется и приходитъ во вращеніе вмѣстѣ съ первой постепенно и безъ удара.

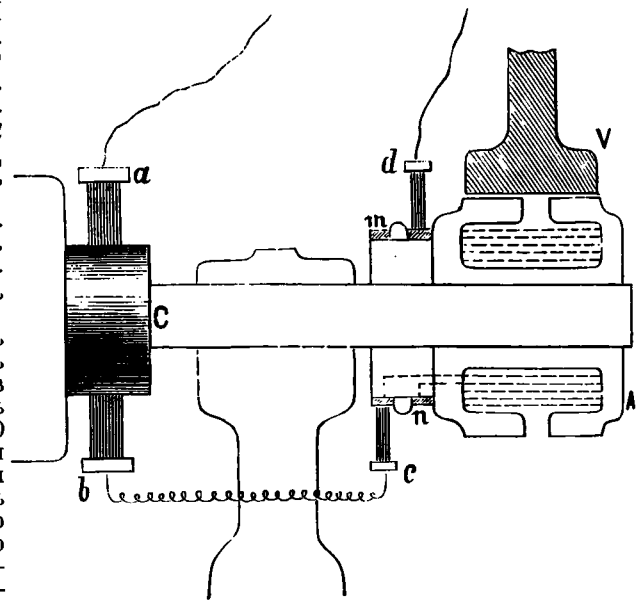
Для опытовъ была приготовлена подобная муфта въ 78 см. діаметромъ снаружи, съ обмоткой изъ 1840 витковъ проволоки съ сѣченіемъ въ 1,13 кв. мм. При посредствѣ этой муфты соединили двѣ динамомашины, изъ которыхъ одна служила двигателемъ, а другая могла питать до 600 лампъ (что соотвѣтствуетъ работѣ около 80 лош. силъ). Для того, чтобы привести въ соприкасаніе части муфты, требуется около 0,1 ампера, а при 0,6 ампера муфта работала безъ скольженія когда 600 лампъ горѣли ярко. Насколько можно судить по стрѣлкѣ тахометра, сцѣпленіе происходило легко и безъ толчковъ. При токѣ въ 0,4 ампера муфта могла передавать работу только для 500 лампъ. Вообще опыты показали, что муфта могла бы передавать работу гораздо больше той, какая имѣлась въ распоряженіи (чрезъ обмотку можно было бы пропускать токъ до 2 амперовъ), а потому для болѣе точнаго изслѣдованія сцѣпленія, развиваемаго муфтой такого рода, устроили другую пробную муфту меньшихъ размѣровъ, съ наружнымъ діаметромъ 24,5 см. и съ обмоткой изъ болѣе тонкой проволоки, чтобы исключить ошибки, неизбѣжныя при измѣреніи слабыхъ токовъ.

При скоростяхъ въ 900—1000 оборотовъ соединенія производились между двумя динамомашинами легко и безъ толчковъ; при увеличеніи нагрузки у сцѣпленной машины безъ увеличенія тока въ муфтѣ происходило въ послѣдней соотвѣтствующее скольженіе и замедленіе.

Опыты съ зажимомъ доказали правильную зависимость между намагничивающимъ токомъ и передаваемымъ усиліемъ (при одинаковомъ числѣ оборотовъ). При 900 оборотахъ, когда токъ измѣняется отъ 5 до 40 амперовъ, передаваемая мощность измѣнялась отъ 5,4 до 36 лош. силъ; при 35 лош. силахъ на муфту расходовалось 40 ваттовъ. Такимъ образомъ при сравнительно небольшихъ размѣрахъ магнитныхъ муфтъ ими можно передавать довольно большія работы; это конечно въ значительной степени обусловливается тѣмъ, что магнитное поле вполнѣ замкнуто, и потеря линій силъ почти равна нулю (въ чемъ легко было убѣдиться, поднося къ муфтѣ желѣзные предметы). Но самое важное качество этой магнитной муфты заключается въ томъ, что сцѣпленіе можно производить при какой угодно скорости безъ ударовъ и въ случаѣ надобности имѣется возможность получать правильное замедленіе вовращеніи двухъ сцѣпляемыхъ осей. При описанномъ устройствѣ муфты сцѣпленіе и расцѣпленіе производится автоматически при замыканіи и размыканіи тока; но конечно если замѣнить пружину соотвѣтствующимъ приводомъ, то получится муфта, которая будетъ сцѣпляться въ ручную.

Само собою разумѣется, что подобный приборъ можетъ имѣть много примѣненій въ техникѣ, какъ напримѣръ въ тѣхъ случаяхъ, когда сцѣпленіе приходится производить на ходу механизмовъ, особенно, когда они обладаютъ большой мощностью, для различныхъ регуляторовъ, напр. у гидравлическихъ машинъ, для тормаженія и пр.

Наконецъ, при мелкихъ механизмахъ можно пользоваться *магнитнымъ треніемъ* для передачи вращенія при помощи катковъ, если сдѣлать одинъ изъ соприкасающихся катковъ магнитнымъ, на подобіе электро-магнитнаго шкива; конечно, для такой передачи требуется значительная скорость, какая именно и бываетъ въ случаѣ динамомашинъ. Такая передача можетъ оказаться весьма удобной для замѣны ременной передачи въ случаѣ недостатка мѣста на станціи; напримѣръ, динамомашину надо соединить съ газовымъ двигателемъ: обыкновенный шкивъ у динамомашины замѣняетъ магнитнымъ каткомъ А (фиг. 31), устроеннымъ на

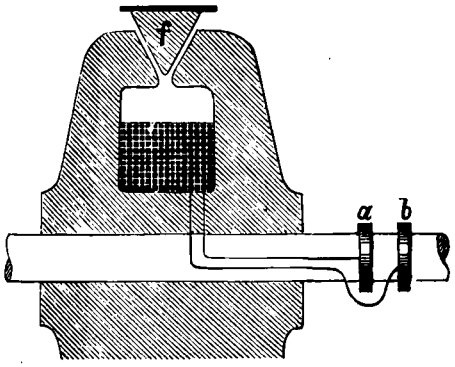


Фиг. 31.

подобіе магнитнаго шкива и слегка прилегающимъ къ маховому колесу V двигателя; при посредствѣ колецъ *m* и *n* и щетокъ *c* и *d* обмотка катка А введена въ цѣпь динамомашины. При пусканіи въ ходъ, пока еще машина не развиваетъ тока, достаточно небольшаго тренія между маховикомъ и каткомъ, чтобы привести ее въ движеніе; по мѣрѣ того, какъ она начинаетъ поглощать все больше и больше механической работы, къ механическому тренію прибавляется все большее и большее магнитное треніе, и слѣдовательно увеличивается сила сцѣпленія между А и V. Конечно, устройство этой передачи можно видоизмѣнять различными способами; можно пропускать чрезъ обмотку А не весь токъ динамомашины, а только часть, или ввести ее въ какую-нибудь другую цѣпь; кромѣ того можно видоизмѣнять форму трущихся поверхностей, сдѣлать, напримѣръ, на ободѣ маховаго колеса клинообразный выступъ, проходящій между полюсовыми придатками электромагнитнаго катка. Подобные же передачи можно устраивать съ внутреннимъ соприкасаніемъ, располагая одинъ катокъ внутри другаго. Если слишкомъ незначительные размѣры малаго катка не позволяютъ расположить въ немъ обмотки, то ее можно помѣщать въ большомъ каткѣ. Вообще электромагнитные катки могутъ оказать большія услуги при устройствѣ небольшихъ установокъ для освѣщенія или для электрическаго распредѣленія энергіи. Подобные катки можно приспособить для произвольнаго сцѣпленія и расцѣпленія между осями, если снабдить ихъ, напримѣръ, пружиной,

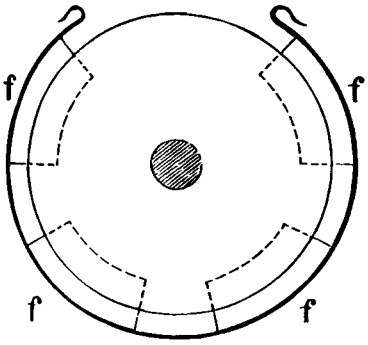
которая отодвигала бы одинъ катокъ отъ другаго по прекращеніи тока, какъ въ электромагнитной муфтѣ.

Можно было бы устраивать весьма простые и сильные тормаза для желѣзнодорожныхъ вагоновъ въ видѣ упомянутой электромагнитной муфты. Самый электромагнитъ тогда лучше всего дѣлать неподвижнымъ, свободно одѣтымъ на ось вагона, чтобы для проводки тока можно было обходиться безъ колецъ и щетокъ, а якорь электромагнита тогда будетъ закрѣпленъ на оси шпонками. Для тѣхъ же цѣлей можно пользоваться электромагнитными тормазами съ полосой, прилегающей къ шкиву на небольшой части окружности. Не говоря уже о простотѣ устройства, эти тормазы представляютъ удобства въ отношеніи легкости управленія и небольшаго расхода энергіи.



Фиг. 32.

Весьма сильный электромагнитный тормазъ, требующій небольшаго расхода энергіи, получается при томъ устройствѣ, какое представлено на фиг. 32 и 33. Здѣсь на рабочей оси одѣтъ неподвижно электромагнитный шкивъ съ клинообразной выемкой по окружности; токъ въ обмотку доставляется щетками по двумъ изолированнымъ кольцамъ *a* и *b*. Закрѣпленная неподвижно на своихъ концахъ полоса облегаетъ значительную часть окружности этого шкива; къ ней прикрѣплены желѣзные клинообразные придатки *f*, входящіе въ выемку въ шкивѣ. Такъ какъ приборъ устроенъ симметрично, то онъ можетъ дѣйствовать одинаково въ обѣ стороны. Пока не проходитъ тока, придатки *f*, благодаря упругости полосы, не прилегаютъ къ шкиву, а потому при вращеніи оси этотъ тормазъ не стучитъ; тормаженіе также производится безъ ударовъ и стука.



Фиг. 33.

Для изслѣдованій надъ тормазомъ этого устройства взяли меньшій электромагнитный шкивъ и его ось соединили съ осью электродвигателя, въ электромагниты котораго пропускали токъ постоянной силы. Сопротивленіе обмотки у шкива равнялось 0,1 ома. Придатки тормазной полосы были расположены на большихъ промежуткахъ одинъ отъ другаго. Сначала пускали систему порожнемъ, при опредѣленной скорости (400 оборотовъ), измѣряя токъ, идущій въ якорь электродвигателя, а затѣмъ пускали токъ въ тормазъ, поддерживая тоже самое число оборотовъ усиленіемъ тока въ якорѣ; это усиленіе соотвѣтствовало, конечно, работѣ, поглощаемой тормазомъ. При 2,03 амперахъ въ тормазѣ, послѣдній поглощалъ 6,5 лошадиныхъ силъ, что соотвѣтствуетъ касательному усилію въ 60 кгр. При 4,5 амперахъ въ тормазѣ нельзя было уже получить регулярной скорости въ 400 оборотовъ, хотя двигатель еще не останавливался; можно было предполагать, что тормазъ поглощалъ тогда около 19 лошадиныхъ силъ, что соотвѣтствуетъ касательному усилію въ 130 кгр. Что касается до расхода энергіи на намагничиваніе тормаза, то 10 амперовъ въ немъ соотвѣтствовали 10 ваттамъ.

Затѣмъ былъ произведенъ второй рядъ опытовъ, при которыхъ установку пускали съ опредѣленной скоростью, затѣмъ ее останавливали въ различные промежутки времени, замыкая токъ тормаза, куда при этомъ пропускали токи различной силы. Когда начальная скорость равнялась 400 оборотамъ, при 2,4 ампера въ тормазѣ остановка производилась въ 21 секунду, а при 16 амперахъ въ 3,5 секунды.

Подобные электромагнитные тормазы представляютъ то очень важное преимущество для желѣзнодорожныхъ поѣздовъ, что тормаженіе всѣхъ вагоновъ можно легко производить совершенно одновременно и изъ одного пункта. Выше уже было указано, насколько незначителенъ расходъ энергіи на такіе тормазы, а такъ какъ ихъ обмотку можно подбирать, какъ угодно, то для этой цѣли можно пользоваться всякимъ источникомъ тока, какой только имѣется въ распоряженіи. Динамомашину можно расположить на локомотивѣ и, соединивъ тормазы поѣзда послѣдовательно, пользоваться токомъ сравнительно высокой электровозбудительной силы. Тогда при скоромъ поѣздѣ изъ 20 вагоновъ съ 40 тормазными осями, если взять тормазы тѣхъ же размѣровъ, какъ и при опытахъ, потребуется токъ въ 20 амперовъ и 80 вольтъ, т. е. на тормаженіе будетъ расходоваться 1600 ваттовъ. Можно пользоваться токомъ и отъ аккумуляторовъ, но въ этомъ случаѣ, чтобы не брать батареи изъ слишкомъ большаго числа элементовъ, выгоднѣе дѣйствовать болѣе сильнымъ токомъ при низкой электровозбудительной силѣ, т. е. соединять тормазы параллельно. Если желаютъ, чтобы тормаженіе производилось автоматически при расцѣпленіи поѣзда, то этого легко можно достичь при электромагнитныхъ тормазахъ, устроивъ особую цѣпь съ релэ такъ, чтобы ихъ цѣпь автоматически замыкалась при разрывѣ провода въ какомъ-либо мѣстѣ. Аккумуляторы для тормазовъ можно заряжать на станціяхъ или во время хода поѣзда, если на послѣднемъ имѣется динамомашина, которая приводится въ дѣйствіе особымъ двигателемъ или отъ оси одного изъ вагоновъ. При электрическомъ освѣщеніи поѣзда для тормаженія, конечно, можно пользоваться тѣмъ же токомъ, что и для освѣщенія.

Вообще эта система тормазовъ, повидимому, весьма пригодна для желѣзнодорожныхъ поѣздовъ; ихъ устройство простое и прочное, ухода за ними никакого не требуется, а управленіе ими не представляетъ никакихъ затрудненій.

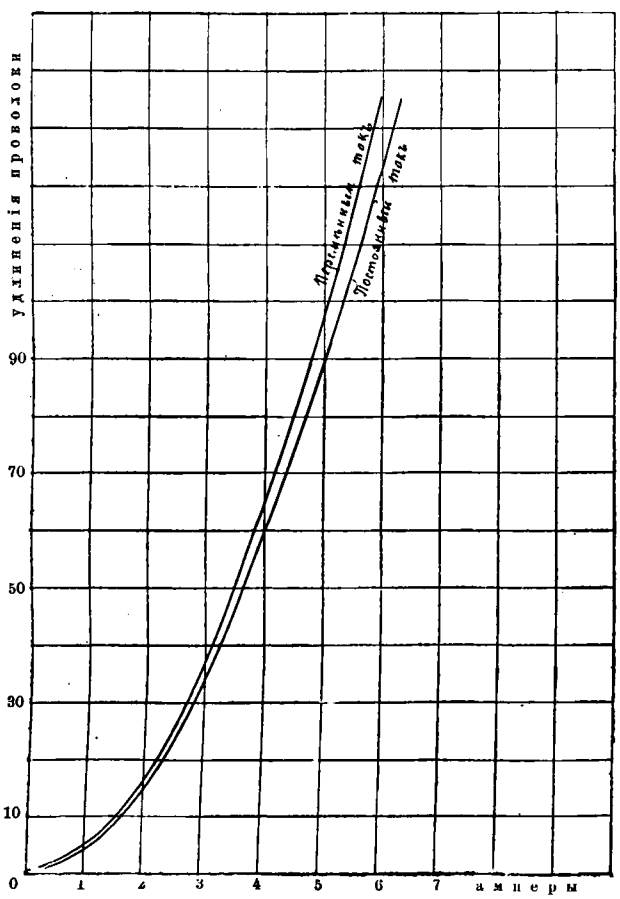
ОБЗОРЪ НОВОСТЕЙ.

Тепловыя дѣйствія перемѣнныхъ токовъ. Недавно въ «Electrical Review» появилась по этому предмету статья А. Лента, изъ которой мы сообщимъ здѣсь самое существенное. Но предварительно напомнимъ, что именно принято понимать подъ выраженіемъ «сила перемѣннаго тока». Должно — мысленно — разбить періодъ на большее число равныхъ промежутковъ времени; взять (моментальную) силу тока въ серединѣ каждаго изъ этихъ промежутковъ и возвысить въ квадратъ и взять *среднее* изъ всѣхъ такихъ квадратовъ и извлечь изъ этого средняго — квадратный корень. Съ увеличеніемъ числа промежутковъ времени, о которыхъ рѣчь, только что упомянутый квадратный корень приближается къ нѣкоторому *предѣлу*. Этотъ *предѣлъ* и называютъ «силой перемѣннаго тока». И его то и опредѣляютъ амперометры перемѣннаго тока.

Не такъ давно въ журналѣ «Electrical World» было предложено болѣе простое *опредѣленіе* этого понятія: «сила перемѣннаго тока», которое по мнѣнію автора вполнѣ совпадая съ только что даннымъ, гораздо *короче* его, именно, авторъ предлагаетъ считать какой либо перемѣнный и постоянный токъ равными по *силѣ*, если они въ

одинаковыхъ сопротивленіяхъ выдѣляютъ одинаковое Джоулево-Ленцево тепло. Отсюда — какъ въ этомъ легко было бы убѣдиться — сила перемѣннаго тока въ амперахъ: равна квадратному корню изъ количества Джоулева-Ленцева тепла, выдѣляемаго въ секунду при сопротивленіи въ одинъ омъ и выраженнаго въ уаттахъ.

Для практики такое опредѣленіе *иногда* можно будетъ *принять* за тождественное съ опредѣленіемъ, даннымъ выше; но, строго говоря, оба опредѣленія — не тождественны, потому что Джоулево-Ленцово тепло, выдѣляемое въ секунду перемѣннымъ токомъ можетъ быть въ проволокѣ сопротивленія равнаго 1 ому — вообще *больше*, чѣмъ Джоулево-Ленцево тепло отъ постояннаго тока равной силы, и эта разница тѣмъ больше, чѣмъ въ секунду больше, число перемѣнъ при прочихъ равныхъ условіяхъ. Явленіе это обусловливается тѣмъ, что, когда перемѣнный токъ проходитъ по проводу, то *главное* теченіе — взадъ и впередъ — электричества происходитъ вблизи поверхностныхъ слоевъ проволоки а чѣмъ ближе къ оси, тѣмъ это движеніе слабѣе, т. е. *плотность* тока — выраженная напр., въ амперахъ на квадр. сентиметръ поперечнаго сѣченія провода — неравномѣрная, а тѣмъ больше, чѣмъ данное *«волокно»* провода — если можно такъ выразиться — дальше отъ оси. Если перемѣны *очень* часты, то *весь почти* токъ проходитъ по поверхностному слою провода, имѣющему толщину, не доходящую до тысячныхъ, или до десятитысячныхъ и т. д. долей миллиметра.

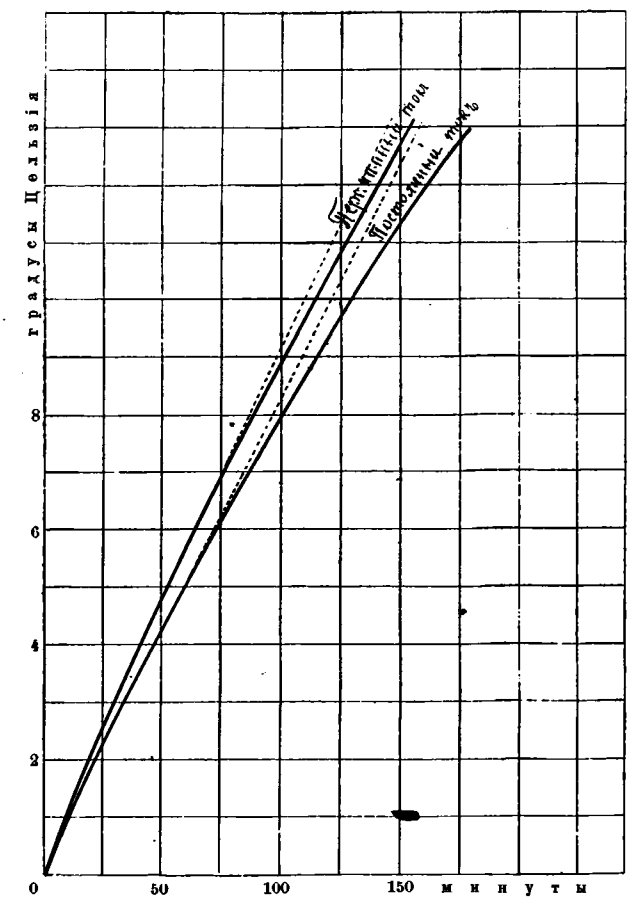


Фиг. 34.

Почему именно такое явленіе (*) должно — при данной «силѣ тока» — вызывать увеличеніе Джоулева-Ленцева тепла, не очевидно само по себѣ, но можетъ быть доказано очень строго математическимъ анализомъ. Мы не будемъ приводить этотъ анализъ, а отмѣтимъ только, что *усиленное* выдѣленіе Джоулева-Ленцева тепла перемѣнными токами было недавно лишній разъ провѣрено опытами, исполненными подъ руководствомъ Др. Беделя; и состоявшихъ въ томъ, что: 1) экспериментаторы наблюдали удлиненіе отъ нагрѣванія одной и той же проволоки, пробѣгаемой постояннымъ и перемѣннымъ токами равныхъ силъ; причемъ силы эти опредѣлялись Томсоновыми вѣсами (фиг. 34);

2) экспериментаторы опредѣляли прямо въ калориметръ Джоулево-Ленцево тепло, развитое за данный промежутокъ времени въ данной проволокѣ.

Опытъ производился слѣдующимъ образомъ: сперва постоянный токъ опредѣленной силы пропускался по катушкѣ изъ платиновой проволоки, заключенной въ водяной калориметръ; приэтомъ наблюдали повышеніе температуры калориметра черезъ извѣстные промежутки времени; послѣ достаточнаго числа отсчетовъ температуры, токъ прерывали и калориметру давали принять прежнюю температуру. Затѣмъ тотъ же рядъ наблюденій повторяли съ перемѣннымъ токомъ. Такимъ образомъ получились кривыя зависимости температуры калориметра отъ времени, данныя на фиг. 35 сплош-



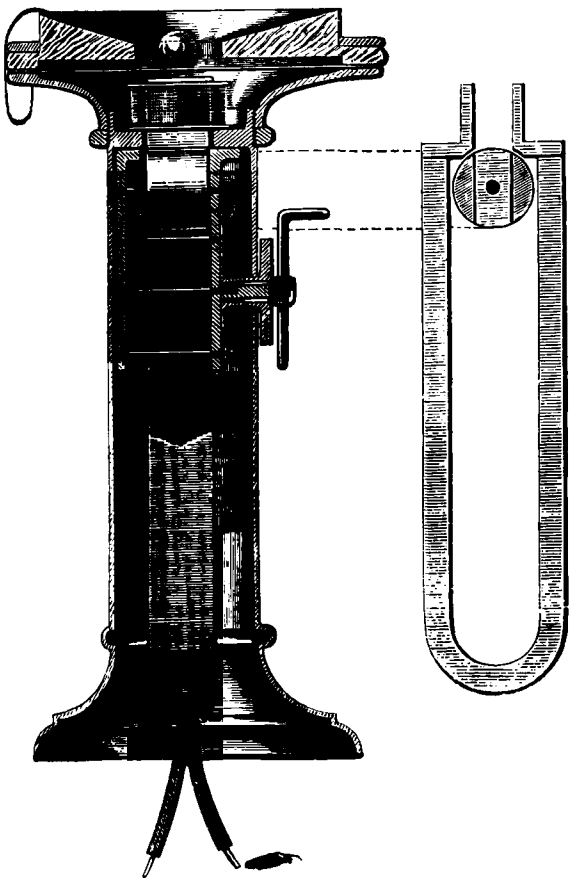
Фиг. 35.

ными линіями. Какъ извѣстно, эти кривыя нужно еще исправить на охлажденіе калориметра во время опыта, изученное предварительно. По исправленіи получились кривыя, нанесенныя на той же фиг. пунктиромъ, весьма близкія по виду къ прямымъ.

Мы приводимъ эти діаграммы, въ которыхъ изображены графически результаты опытовъ; къ сожалѣнію нашъ источникъ, давая эти діаграммы, не упоминаетъ *для какого числа перемѣнъ въ секунду* онѣ имѣютъ силу; отмѣтимъ только, что въ нѣкоторыхъ изъ опытовъ, ясно, что опредѣленіе, которое предлагаетъ «El. World», давало бы для «силы перемѣннаго тока» значенія, на *нѣсколько процентовъ* отличающіяся отъ истинныхъ.

*) Которое зависитъ не только отъ числа перемѣнъ въ секунду, но еще отъ площади сѣченія, формы сѣченія и матеріала провода.

Телефонъ Сименса съ приспособленіемъ для вызова.— Этотъ приборъ, изображенный на фиг. 36, представляетъ извѣстный двуполюсный телефонъ Сименса, снабженный приводимымъ въ движеніе рукой приспособленіемъ для вызова. Это приспособленіе состоитъ изъ мѣднаго цилиндра, снабженнаго двумя противоположными другъ другу желѣзными сегментами, который можетъ быть приведенъ въ быстрое вращеніе съ помощью ручки и зацѣпленія зубчатыхъ колесъ. Это вращеніе вызываетъ попеременное приближеніе и удаленіе замыкающаго магнитную цѣпь якоря отъ полюсныхъ придатковъ мягкаго желѣза, насаженныхъ на магнитъ, и слѣдовательно соотвѣтствующія магнитныя измѣненія въ нихъ, отзывающіяся на телефонѣ какъ передаточной, такъ и пріемной станцій и приводящія діафрагмы въ колебаніе. Вообще получающійся звукъ, похожій на звукъ сирены вполнѣ достаточенъ для цѣлей телефоннаго вызова, но для усиленія его къ телефону привязывается на шнурочкѣ шарикъ, покоящійся на діафрагмѣ; этотъ шарикъ приводится колебаніями діафрагмы въ сильное дрожаніе и усиливаетъ звукъ телефоннаго вызова.

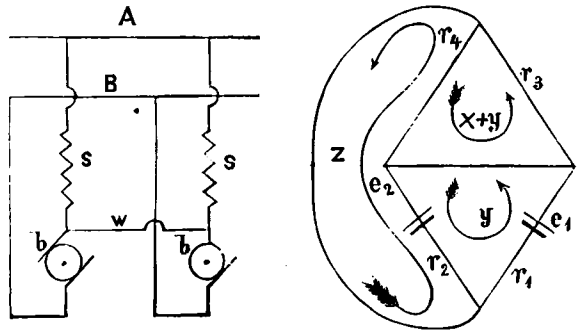


Фиг. 36.

Еслибы предоставить вращающійся якорь самому себѣ, то онъ установился бы вдоль магнитнаго поля между полюсами и ослабилъ бы магнитное поле. Чтобы избѣжать этого, необходимо каждый разъ, когда пользуются телефономъ для разговора, приводить якорь въ нейтральное положеніе и закрѣпить его въ немъ. Это достигается посредствомъ особой пружинной защелки, задвигающій стерженекъ въ отверстіе и удерживающій якорь въ нейтральномъ положеніи. Когда желаютъ дать вызовъ, то освобождаютъ стерженекъ изъ отверстія съ помощью поворачиванія винтовой головки выходящей рядомъ съ ручкой для вращенія якоря изъ стѣнокъ телефона.

(Electric. Review.)

О параллельномъ соединеніи динамомашинъ со сложной обмоткой (компаундъ). — Какъ извѣстно двѣ динамомашины компаундъ, характеристики которыхъ сильно отличаются отъ прямой, лишь въ рѣдкихъ случаяхъ могутъ успѣшно работать въ параллельномъ соединеніи. Въ интересномъ сообщеніи Гг. Брю и Леджера въ Обществѣ Электротехниковъ въ Лондонѣ весьма наглядно объяснены причины этого явленія и указаны условія, при которыхъ возможно параллельное соединеніе машинъ. Фиг. 37 представляетъ діаграмму подобнаго соединенія S S—суть послѣдовательныя обмотки двухъ машинъ, W — соединительная приволока (балансовая проволока), соединяющая щетки b и b; A и B представляютъ магистрали отъ которыхъ берутъ токъ. Если мы предположимъ, что A и B имѣютъ лишь весьма малое или вовсе не имѣютъ сопротивленія, или, что тоже предположимъ, что внѣшняя цѣпь включена прямо между двухъ машинъ, и сопротивленіе A и B присчитаемъ соотвѣтственно къ сопротивленіямъ S и S', то мы замѣтимъ, что діаграмма эта представляетъ ничто иное, какъ діаграмму мостика Витстона, и



Фиг. 37 и 38.

соединительная проволока W представляетъ ту діагональ, въ которой обыкновенно находится гальванометръ (фиг. 38). Пусть x, y и z будутъ силы тока въ различныхъ вѣтвяхъ мостика; примѣняя законы развѣтвленія токовъ, легко доказать, что сила тока въ соединительной проволокѣ будетъ пропорціональна разности электровозбудительныхъ силъ двухъ машинъ. Разсмотримъ теперь силы токовъ въ послѣдовательныхъ обмоткахъ машинъ, т. е. $(x+y)$ въ вѣтви r_3 и $z-(x+y)$ въ вѣтви r_4. Называя эти силы токовъ A и B и полагая $r_5 = o$ (r_5—сопротивленіе соедин. проволоки), мы получимъ, изъ уравненій, выражающихъ законъ Кирхгофа, пользуясь обыкновенными обозначеніями теоріи опредѣлителей:

$$A = \frac{e_2(r_4 r_1) + e_1(r_2 r_4)}{\Delta},$$

$$B = \frac{e_2(r_3 r_1) + e_1(r_2 r_3)}{\Delta}.$$

Отсюда ясно, что, если кромѣ условія $r_5 = o$ мы еще удовлетворимъ условію $r_3 = r_4$, то силы токовъ въ послѣдовательныхъ обмоткахъ двухъ машинъ будутъ одинаковы; другими словами, если машины, соединенныя параллельно, имѣютъ равныя по сопротивленію послѣдовательныя обмотки, то какова бы ни была разница между e_1, e_2, r_1 и r_2, силы токовъ въ послѣдовательныхъ обмоткахъ будутъ однѣ и тѣ же. Это изслѣдованіе вопроса приводитъ къ двумъ положительнымъ выводамъ: во-первыхъ, что для того, чтобы машины компаундъ, соединенныя параллельно, успѣшно работали необходимо, чтобы онѣ были совершенно подобны, или по крайней мѣрѣ, чтобы сопротивленія ихъ послѣдовательныхъ обмотокъ были одинаковы. Во-вторыхъ, что соединительная проволока должна имѣть незначительное сопротивленіе; она не можетъ быть взята весьма тонкой, какъ то указываютъ нѣкоторыя сочиненія и даже учебники.

(The Elecrtician.)

Отдача динамомашинъ Шуккерта при небольшихъ нагрузкахъ. — Оффиціальныя испытанія динамомашинъ, поставленныхъ фирмою Шуккертъ и К° для городскихъ центральныхъ станцій въ Дюссельдорфѣ и Ганноверѣ, дали слѣдующія испытанія:

Дюссельдорфская центральная станція.

Сила машины въ киловаттахъ	Отдача паровой машины	Отдача динамо	Полная отдача	Ватты на лошад. силу (746 в.)
20,75	81,00%	91,6%	78,8%	588
24,60	85,26	92,4	78,0%	588
26,99	87,30	92,4	80,7	602
36,16	87,94	92,7	81,5	608

Въ отчетахъ городской центральной станціи въ Ганноверѣ отдачи динамомашинъ и паровыхъ машинъ не даны отдѣльно; полная же отдача достигаетъ уже не 76,5%, какъ говорили раньше, но 81,8%, что по аналогіи съ вышеприведенными результатами для станціи въ Дюссельдорфѣ соотвѣтствуетъ отдачѣ въ 88% для паровой машины и 93% для динамо.

Для меньшей нагрузки, напр. для двухъ третей максимальной нагрузки отдача всего на 1% меньше. Такъ какъ машины на этихъ станціяхъ работаютъ въ параллельномъ соединеніи съ аккумуляторами, то нагрузка машинъ никогда не должна пасть ниже двухъ третей, и поэтому всегда сохранится высокая отдача всей установки. Приведенные результаты получены изъ испытаній, произведенныхъ пр. Киттлеромъ въ Дюссельдорфѣ и пр Кольраушемъ въ Ганноверѣ. (Electrician.)

БИБЛІОГРАФІЯ.

Катехизисъ желѣзнодорожной электротехники, составилъ **А. А. Столповскій**, Помощникъ Начальника Службы Телеграфа Московско-Брестской желѣзной дороги, Предсѣдатель Электротехнической группы Московскаго Отдѣленія Императорскаго Русскаго Техническаго Общества, Членъ учредитель Международнаго Общества Электриковъ въ Парижѣ, Дѣйствительный членъ Электрическаго Общества въ Берлинѣ. Москва, 1893. 165 стр. 17 таблицъ съ 121 черт. Цѣна 2 р. 50 к.

Сочиненіе А. А. Столповскаго есть первое русское сочиненіе, трактующее вопросы желѣзнодорожной электротехники, и въ этомъ отношеніи русская спеціальная литература должна быть благодарна г. Столповскому хотя бы только за его доброе намѣреніе — ubi desint vires tamen est laudanda voluntas. Цѣль сочиненія дѣйствительно хорошая; наши молодые инженеры, технологи и техники выходятъ изъ высшихъ спеціальныхъ заведеній съ такимъ небольшимъ запасомъ практическихъ свѣдѣній, что всякая попытка облегчить имъ ихъ дальнѣйшій трудный путь должна быть встрѣчена съ радостью. Желѣзнодорожная сигнализація и пользованіе электроблокирующими и электросемафорными системами развилось не только на западѣ, но и у насъ настолько, что потребность въ руководящемъ сочиненіи дѣйствительно настоятельно чувствовалась. Къ удовлетворенію этой потребности и стремился авторъ сочиненія, причемъ, чтобы сдѣлать свой трудъ болѣе полезнымъ, нашелъ необходимымъ (Предисловіе стр. XIV) включить въ него главныя свѣдѣнія и формулы изъ физики и химіи. Дѣйствительно (Ibidem) «Современное положеніе электротехники.... требуетъ отъ электротехника помимо практическихъ знаній.... знакомство съ теоретическими законами». Поэтому (Пред. стр. XV) «при объясненіи сути электричества» авторъ старался изложить ее популярно, «взявъ, какъ основаніе для объясненія гипотезы электричества, новѣйшія ученыя работы», а также включилъ въ описаніе и «наиболѣе употребительныя электрическія измѣренія и понятія объ электрическихъ единицахъ».

Прочтя предисловіе, въ которомъ авторъ излагаетъ эти свои благія цѣли, мы съ радостью и чувствомъ благодарности къ автору принялись за просмотръ самаго сочиненія. Оно издано въ обычной въ заграничныхъ руководствахъ (система Клейера, руководства Швартце) катехизической формѣ, и содержитъ 242 вопроса съ отвѣтами, разбитые на 24 главы. Послѣ первой вводной главы: I Телеграфія и ея источникъ (стр. 1—3) слѣдуютъ главы: II—Электричество отъ тренія (3—6); III Электричество отъ прикосновенія (6—10); IV—Токъ (10—16); V—Гальваническіе элементы (16—27); VI—Магнитизмъ (27—31); VII—Электромагнитизмъ (31—35); VIII—Индукція (35—39); IX—Телеграфные провода (30—47); X—Сила тока и законъ Ома (47—55); XI—Система электрическихъ единицъ (55—58); XII—Электрическія измѣренія (58—70); въ этихъ главахъ изложена теоретическая часть сочиненія. Главы, слѣдующія за ними, содержатъ: XIII—Постоянный и рабочій токъ, XIV—Телеграфные аппараты (71—80), XV—Способы включенія телеграфныхъ аппаратовъ (80—86), XVI—Телеграфные знаки (86—93), XVII—Электрическіе колокола (93—103), XVIII—Способы включенія электрическихъ сигнальныхъ колоколовъ (103—107), XIX—Колокольные сигналы (107—111), XX—Телефоны (111—128), XXI—Электроблокирующія системы (127—154), XXII—Поврежденіе и прекращеніе телеграфнаго дѣйствія (154—158), XXIII—Электрическая поѣздная сигнализація (158—162) и XXIV—Электрическая станціонная сигнализація (162—164). Къ сочиненію приложены 17 таблицъ довольно чисто отлитографированныхъ чертежей. Сочиненіе вообще издано чисто; но опечатокъ изрядное количество.

Теоретическая часть этого сочиненія, занимаетъ, какъ мы видимъ, около половины всего объема, слѣдовательно, очевидно, что авторъ смотрѣлъ на нее не какъ на попутныя теоретическія указанія, а какъ на важную интегрирующую часть всего сочиненія, поэтому, рецензируя книгу, нужно съ немалымъ вниманіемъ отнестись и къ этой части. Высказать окончательное рѣшительное мнѣніе о ней было бы не трудно, оно само просится намъ подъ перо, но читатели или не повѣрили бы намъ, или обвинили бы пожалуй въ пристрастіи; поэтому мы предпочитаемъ привести нѣсколько подлинныхъ цитатъ, долженствующихъ служить образчиками стиля, точности и ясности изложенія, а также справедливости высказываемыхъ мыслей,—вывести изъ нихъ сужденіе предоставляемъ самимъ читателямъ. Да простятъ они намъ длинноту иныхъ цитатъ, но намъ кажется, что серьезныя книги требуютъ и при рецензированіи серьезнаго къ нимъ отношенія.

Оставивъ въ сторонѣ многое удивительное въ первой главѣ, мы находимъ во второй

«21. *Что подразумѣвается подъ электричествомъ отъ вліянія?* [1])

«Подъ такого рода электричествомъ подразумѣвается вліяніе, производимое электризованнымъ тѣломъ на электризованное. При этомъ опыты показали, что однородные электричества отталкиваются, а разнородныя притягиваются».

Въ главѣ III находимъ слѣдующій образчикъ ясности стиля:

«29. *Какъ называются инструменты, предназначенные для измѣренія потенціала?*

Для измѣренія этихъ *свойствъ* электричества пользуются вышеупомянутымъ гальванометромъ. Это тѣ инструменты, которыми доказывается основной законъ, что металлическіе листочки притягиваются или отталкиваются; размѣры производимыхъ ими движеній служатъ мѣриломъ потенціальной энергіи электричества. Для измѣренія потенціала взять исходнымъ пунктомъ потенціалъ земли, *который принятъ за нуль точно также, какъ принятъ исходнымъ пунктомъ для измѣренія высотъ секстантъ*». (?)

Мудрый Эдипъ разрѣши!

Вопросъ 48, трактующій о поляризаціи въ элементахъ, содержитъ слѣдующее:

«Въ элементѣ Лекланше *уголь, легко отдающій кислородъ,* служитъ для воспрепятствованія поляризаціи».

---

[1]) Въ обозначеніяхъ вопросовъ курсивъ подлинника, въ другихъ мѣстахъ — нашъ.

Уголь, — простое тѣло, выдѣляющій кислородъ! Это ли не чудо.

Въ главѣ V въ вопросѣ 53 приведенъ слѣдующій способъ измѣренія электровозбудительныхъ силъ: авторъ включаетъ элементъ съ электровозбудительной силой E въ цѣпь тангенсъ или синусъ буссоли сопротивленія R и замѣчаетъ отклоненіе α, соотвѣтствующее силѣ тока J; затѣмъ вводитъ въ цѣпь еще добавочное сопротивленіе W и получаетъ тогда отклоненіе J_1; на основаніи этого, какъ читатель легко сообразитъ, можно получить

$$E_1 = W \frac{J J_1}{J - J_1}.$$

До сихъ поръ все такъ; но дальше авторъ говоритъ

$$«E_1 = W \frac{J J_1}{J - J_1} \text{ или } W = \frac{sn\,\alpha\, sn\,\beta}{sn\,\alpha - sn\,\beta}» \quad . . . (1)$$

или

$$E = W \frac{tg\,\alpha\, tg\,\beta}{tg\,\alpha - tg\,\beta}» \quad . . . . . (2)$$

Читатель вѣроятно не вполнѣ понимаетъ, въ чемъ тутъ дѣло, какъ это было и съ нами, когда мы впервые взглянули на формулы. А дѣло въ слѣдующемъ: формула (1) написана очевидно невѣрно и должна значить

$$E_1 = W \frac{sn\,\alpha\, sn\,\beta}{sn\,\alpha - sn\,\beta},$$

но и тогда совокупность (1) и (2) представятъ намъ странное заблужденіе. Дѣйствительно, переводный множитель гальванометра войдетъ въ числитель формулъ *во второй степени*, а въ знаменателѣ *въ первой*, посему сокращать его, какъ то дѣлаетъ авторъ нельзя, а формулы должны имѣть видъ

$$E_1 = C\,W \frac{tg\,\alpha\, tg\,\beta}{tg\,\alpha - tg\,\beta} \text{ и } E_1 = C_1\,W \frac{sn\,\alpha\, sn\,\beta}{sn\,\alpha - sn\,\beta}$$

гдѣ C и C_1 неизвѣстныя величины — переводные множители тангенсъ и синусъ буссоли. Такъ какъ онѣ неизвѣстны, то данный способъ даже при исправленныхъ формулахъ величины E дать не можетъ. Интересно знать, откуда авторъ его почерпнулъ, но онъ ему очевидно вѣритъ, потому что повторяетъ тотъ же промахъ немного далѣе при изслѣдованіи поляризаціи въ элементѣ (стр. 19), которое тоже весьма интересно, но на которомъ останавливаться мы не будемъ.

Въ отвѣтѣ на вопросъ 69 дана слѣдующая химическая реакція въ элементѣ Лекланше:

$$Zn + 2\,NH_4\,Cl + Mn\,O_2 + H_2\,O = Zn\,Cl_2\,NH + NH_3 + Mn\,(OH)_2 + H_2\,O$$

Обѣ части этой формулы не вполнѣ сходятся, истинная формула, характеризующая главный процессъ, есть

$$Zn + 2\,NH_4\,Cl + 2\,Mn\,O_2 = Zn\,Cl_2 + 2\,H_3\,N + Mn_2\,O_3 + H_2\,O,$$

а образованіе двойной соли хлористаго цинкъ-аммонія есть лишь одинъ изъ побочныхъ процессовъ.

Въ главѣ VI мы находимъ (вопр. 84 стр. 30), что «*площадь* вліянія магнита мы называемъ магнитнымъ полемъ» и что «*границы его дѣйствія* при употребленіи извѣстныхъ способовъ могутъ быть видимы».

Въ главѣ VII находимъ слѣдующее опредѣленіе дѣйствія индуктивнаго (индуктированнаго) тока: «Индуктивные токи *могутъ легче первичныхъ преодолѣть сопротивленіе въ цѣпи въ видѣ моментальной искры*», а рядомъ несравненный образчикъ, таящій въ себѣ рѣшеніе стариннаго вопроса о perpetuum mobile, и настолько, интересный, что мы не можемъ удержаться, чтобы не привести его цѣликомъ;

«100. *Что подразумѣвается подъ магнитною индукціею?*

Такъ какъ намъ извѣстно, что электрическій токъ возбуждаетъ магнетизмъ, то по закону аналогіи причины и дѣйствія можно было бы предположить, что сами магниты должны возбуждать электрическій токъ; въ дѣйствительности же образуется въ замкнутомъ проводникѣ электрическій токъ, если мы приблизимъ къ нему магнитъ. Если мы обмотаемъ магнитъ подобнымъ замкнутымъ проводникомъ, то въ послѣднемъ будетъ циркулировать электрическій токъ, сила котораго будетъ въ зависимости отъ силы магнетизма, которою обладаетъ самъ магнитъ. Если мы вынемъ магнитъ изъ этой обмотки, то направленіе и напряженіе тока измѣняется; если же мы вновь вдвинемъ магнитъ въ обмотку, то въ проводникѣ появится вновь первый токъ. Такъ какъ напряженіе магнетизма зависитъ также отъ близости и массы его якоря, то напряженіе проявляющагося тока можетъ быть усилено или ослаблено, дѣйствуя на причину его образованія, т. е. на магнитъ приближеніемъ или удаленіемъ якоря».

Мы едва вѣрили глазамъ, прочтя это, но, при всемъ желаніи видѣть опечатку, пропускъ, видѣли только, что дѣйствительно авторъ утверждаетъ, что по обмоткѣ каждаго постояннаго магнита непрерывно циркулируетъ токъ.

Въ главѣ X трудно понять, что авторъ подразумѣваетъ подъ словомъ «напряженіе» тока; повидимому это должно обозначать силу тока, но тогда опять-таки неясно, почему послѣдовательное соединеніе элементовъ авторъ называетъ соединеніемъ *на напряженіе* (стр. 53). Не останавливаясь на многихъ другихъ недоумѣніяхъ, вызываемыхъ этой главой, переходимъ къ главѣ XI, въ которой читаемъ:

«128. *Какая принята въ настоящее время единица электродвигательной силы?*

Электродвигательная сила, смотря по примѣненію разныхъ тѣлъ бываетъ различна (въ пр. 38). Единицей электродвигательной силы должна признаваться предварительно опредѣленная электровозбудительная сила, доставляемая цинко-мѣднымъ элементомъ извѣстной конструкціи. Подобный элементъ называется нормальнымъ, а единицу электродвигательной силы, открытую итальянскимъ ученымъ Вольта, назвали *вольтомъ*.»

Изъ какихъ «новѣйшихъ ученыхъ работъ» почерпалъ авторъ эти свѣдѣнія!

Было бы лишнее приводить дальнѣйшія выписки изъ сочиненія А. А. Столповскаго; всякій, который возьметъ его въ руки, убѣдится что приведенныя нами цитаты не суть какія либо исключенія, но передаютъ общій характеръ всего сочиненія.

Практическая часть сочиненія при всѣхъ своихъ недостаткахъ несравнимо лучше теоретической; но объ абсолютныхъ ея достоинствахъ говорить не будемъ; трудно было бы ихъ требовать въ данномъ сочиненіи, но во всякомъ случаѣ описаніе устройства приборовъ и схемъ правильное, хотя и не вездѣ вполнѣ понятно изложенное; противъ принятаго авторомъ распредѣленія матеріала тоже можно было бы высказать многое, но въ общемъ эта часть книги грѣшитъ скорѣе краткостью и необработанностью стиля, чѣмъ грубой неправильностью, которая столь бросается въ глаза въ первой части сочиненія.

Заканчивая нашу рецензію, можемъ только пожалѣть, что у насъ (впрочемъ, и не только у насъ) такъ легко, сплеча пишутся книги, столь важныя и нужныя по своему содержанію, и каждый считаетъ себя способнымъ писать не только о томъ, что онъ дѣйствительно знаетъ, но и томъ, что онъ долженъ былъ бы знать; in magnis et voluisse sat est—пословица прекрасная, но менѣе всего примѣнимая къ писанію книгъ.

А. Г.

Manipulations hydroplastiques. Guide pratique du doreur, de l'argenteur et du galvanoplaste. Par **Alfred Roseleur.** Avec plus de 200 fig. dans le texte. Sixième édition, revue et augmentée par **E. Delval.** Paris 1892. Цѣна 15 франковъ (651 стр.).

Это сочиненіе представляетъ собой самое полное изъ существующихъ въ настоящее время практическихъ руководствъ по гальванопластикѣ и гальваностегіи. Авторъ, имя котораго хорошо извѣстно всѣмъ практикамъ по различнымъ выработаннымъ имъ гальванопластическимъ способамъ, почти всю свою жизнь занимался теоріей и практикой гидропластики (какъ преподаватель этой отрасли техники и основатель завода матеріаловъ и приборовъ для гидропластики). Въ разсматриваемомъ сочиненіи онъ собралъ результаты своей многолѣтней практики, а потому это сочиненіе является

вполнѣ самостоятельнымъ, а не компиляціей другихъ трудовъ. Авторъ подобралъ въ немъ такіе пріемы и способы производства работъ, которые лучше всего обезпечиваютъ успѣхъ работы. Въ предисловіи къ первому изданію онъ говоритъ (и нѣтъ основанія не вѣрить ему), что всѣ собранныя въ книгѣ указанія провѣрены имъ лично. Новое изданіе, вышедшее въ концѣ прошлаго года, было переработано и дополнено, соотвѣтственно съ современнымъ развитіемъ предмета, однимъ изъ преемниковъ фирмы Розелера: описаны новыя фирмы электрическихъ элементовъ и разсмотрѣны динамомашины, примѣняемыя въ гальванопластикѣ; изложены новѣйшіе способы никкелированія съ особой главой о полированіи металловъ, необходимомъ для хорошаго никкелированія; увеличена часть о гальванопластикѣ и введены различныя поправки въ нѣкоторые рецепты и способы сообразно съ указаніями новѣйшей практики.

Содержаніе книги вкратцѣ слѣдующее: изъ трехъ частей, на которыя раздѣляется книга, первая, посвященная гальваностегіи, самая большая (420 стр.). Здѣсь прежде всего подробно описывается подготовленіе предметовъ для ванны, производство электрическаго тока въ гальванопластическихъ мастерскихъ и устройство ваннъ. Въ качествѣ источниковъ тока описаны только первичные элементы и динамомошины; объ аккумуляторахъ не упоминается почему-то, хотя они теперь примѣняются нерѣдко въ гальванопластическихъ мастерскихъ вмѣстѣ съ динамомашинами. Съ особой подробностью изложены способы золоченія и серебренія, а затѣмъ довольно обстоятельно описаны способы никкелированія и покрыванія мѣдью; имѣются свѣдѣнія также о луженіи (гальваническомъ), платинированіи, кобальтированіи и пр.

Вторая часть, посвященная гальванопластикѣ въ собственномъ смыслѣ слова (непристающіе къ предметамъ осадки металловъ), не отличается такимъ богатствамъ матеріала, какъ первая, и является какъ бы добавленіемъ къ книгѣ (занимаетъ всего около 100 стр.), которому авторъ (и г. Дельваль) приписываютъ повидимому совершенно второстепенное значеніе. Эта часть по полнотѣ уступаетъ многимъ другимъ сочиненіямъ по гальванопластикѣ.

Весьма полезныя свѣдѣнія для практиковъ содержитъ третья часть книги о химическихъ продуктахъ и приборахъ, употребляемыхъ въ гальванопластикѣ. Относительно химическихъ продуктовъ авторъ знакомитъ съ ихъ свойствами, приготовленіемъ и употребленіемъ. Въ заключеніи приведены свѣдѣнія о противоядіяхъ и о гигіенѣ мастерской.

Все вообще сочиненіе отличается строго практическимъ характеромъ и приспособлено спеціально, какъ справочная книга и руководство для практиковъ.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

† **Франкъ Жеральди.**—Въ прошломъ мѣсяцѣ скончался этотъ извѣстный французскій дѣятель. Въ 1859 г. 22-хъ лѣтъ отъ роду Ф. Жеральди окончилъ парижскую Политехническую Школу; сначала онъ занимался практическою дѣятельностью, учавствуя въ сооруженіяхъ, предпринимаемыхъ на его родинѣ (Каэнъ); но вскорѣ оставивъ это онъ предался исключительно той дѣятельности, на которой имя его стало извѣстнымъ. Онъ популяризировалъ науку и особенно науку объ электричествѣ,—сперва на своихъ лекціяхъ, сбиравшихъ много слушателей, затѣмъ въ своихъ статьяхъ, помѣщаемыхъ въ лучшихъ журналахъ. Съ 1879 года до самой смерти онъ былъ однимъ изъ видныхъ сотрудниковъ столь часто цитируемаго нами журнала Lumière Electrique, для котораго онъ написалъ около 300 статей. Ораторскія способности и литературныя дарованія помогали Франку Жеральди на трудномъ поприщѣ излагать науку; съ неустаннымъ рвеніемъ слѣдилъ онъ за всѣми новѣйшими открытіями и изобрѣтеніями, и не разъ его критическій умъ давалъ имъ оцѣнку, подтвержденную впослѣдствіи практикою. Подобная дѣятельность, можно сказать, освѣщаетъ пути техники, дѣлаетъ ея шаги сознательными, ускоряетъ ея движеніе.

Электрическое колесо на Колумбовой выставкѣ въ Чикаго.—Въ числѣ самыхъ выдающихся диковинокъ на Колумбовой выставкѣ въ Чикаго будетъ безъ сомнѣнія устроенное теперь по заказу компаніи капиталистовъ Чикаго и Питтсбурга на заводѣ «Detroit Bridge and Iron Works» желѣзное колесо-карусель, стоимостью въ 300,000 долларовъ. Это есть маховое колесо въ 250 футовъ діаметромъ, которое должно вращаться на оси, покоющейся на двухъ башняхъ въ 125 футъ вышиною каждая. На окружности колеса расположенъ рядъ клѣтокъ для 2150 пассажировъ, которыя при вращеніи колеса будутъ подыматься отъ земли на вышину 250 футовъ и снова опускаться внизъ. Колесо приводится во вращеніе электричествомъ.

Окраска зданій при посредствѣ электричества.—Такъ какъ нельзя было и думать объ окраскѣ огромныхъ зданій выставки въ Чикаго первобытнымъ способомъ при помощи кистей, то прибѣгли къ помощи окрашивающей машины, приводимой въ дѣйствіе электродвигателемъ.

Устройство такой машины очень просто. Въ бочку съ требуемой краской вводятъ двѣ каучуковыя трубки, въ которыхъ всасывающая помпа образуетъ пустоту. Вязкая жидкость поднимается по трубкамъ, изъ которыхъ она выбрасывается нагнетательной помпой въ видѣ струи на высоту окрашиваемаго зданія. Струй бываетъ двѣ; одна для грунтоваго, а другая для окончательнаго окрашиванія. Помпа приводится въ дѣйствіе электродвигателемъ въ 5 лош. силъ. (Lum. El.)

Взрывъ на электрической канализаціи. Недавно въ Гаврѣ на rue de Paris произошелъ взрывъ. Засмоленная крышка въ 70 см. діаметромъ для лаза къ электрическому проводу была подброшена столь сильно, что, упавъ на троттуаръ, она разбилась; почва оказалась приподнятой на длинѣ нѣсколькихъ метровъ. Изъ предосторожности сейчасъ же прервали электрическій токъ, хотя кабели и трансформаторъ не представляли ничего ненормальнаго.

Грандіозный театръ въ Чикаго.—Въ Чикаго строится величайшій театръ въ свѣтѣ, который будетъ называться Спектаторіумъ. Всѣ декораціи тамъ будутъ настоящія; деревья будутъ настоящими деревьями, скалы—настоящими скалами и пр.; по огромнымъ водянымъ бассейнамъ будутъ проходить передъ глазами зрителей суда, движимыя вѣтромъ.

Всѣ механизмы будутъ приводиться въ дѣйствіе электродвигателями; нечего и говорить, что освѣщеніе будетъ электрическое; при посредствѣ игры свѣта и тѣней будетъ возможно вызывать у зрителей иллюзіи восхода солнца, его прохожденія чрезъ меридіанъ и захода.

Театръ займетъ площадь въ 32,000 квадратныхъ метровъ; его куполъ будетъ возвышаться надъ почвой больше, чѣмъ на 80 метровъ. Для передвиженія крупныхъ частей декорацій будутъ служить 10 километровъ рельсовыхъ путей, а необходимую движущую силу будетъ доставлять установка паровыхъ машинъ въ 1600 лош. силъ. Освѣщеніе представитъ въ совокупности 300,000 свѣчей. (Lum. El.)

Цѣны электрической энергіи во Франціи.—Электрическая энергія цѣнится весьма различно: вотъ что платятъ потребители въ различныхъ мѣстностяхъ Франціи и въ Женевѣ.

Въ Ліонѣ платятъ 0,14 франковъ за гектоваттъ-часъ, т. е. 0,07 фр. (2,8 коп.) за лампу-часъ въ 16 свѣчей. Если считать среднее освѣщеніе 5 часовъ въ день, то лампа въ 16 свѣчей стоила бы 128 франк. (около 50 рублей) въ годъ.

Въ Бургѣ платятъ за лампу въ 16 свѣчей 50 франковъ (20 руб.) въ годъ, въ Перигё 60 фр., въ Авиньонѣ столько же; въ Бордо гектоваттъ-часъ стоитъ 0,09 фр., въ Сентъ-Этьенѣ 0,07 фр., въ Женевѣ 0,075 фр. Къ этимъ цѣнамъ электрической энергіи слѣдуетъ прибавить плату за пользованіе счетчикомъ, которая составляетъ по меньшей мѣрѣ 1,90 фр. въ мѣсяцъ. (Lum. El.)

Отвѣтственный и спеціальный редакторъ **А. Смирновъ.**