

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Обзоръ науки объ электричествѣ за 1903 годъ.

Практикъ. По роду своихъ занятій я постоянно сталкиваюсь съ вопросами по физикѣ, т. е. собственно по электричеству. За послѣднее время я все слышу, что теперь разрушаются старыя терри, и нужно будетъ скоро всему перечувствоваться. Правда ли это? Неужели наука оказалась совершенно невѣрной?

Теоретикъ. Ваше послѣднее выраженіе очень кратко. На него легче всего отвѣтить, и это вы можете сдѣлать и сами. Развѣ вы не убѣдились изъ своей практики, что паденіе напряженія въ магистральныхъ всегда происходитъ по закону Ома, и что электромагнитная сила и индукція въ электродвигателяхъ и динамо всегда подчиняется однимъ и тѣмъ же законамъ; и болѣе того, развѣ вы не убѣждены, что это всегда такъ останется, и не можетъ быть открытія, показывающаго, что все это не вѣрно?

П. Дѣйствительно, я во всемъ этомъ совершенно убѣжденъ. Но мнѣ часто представляется, что, вѣдь, это все только наши же опредѣленія; если то, что мы называемъ амперомъ, на томъ, что мы называемъ омомъ, даетъ потерю напряженія, называемую вольтомъ, то, очевидно, кратныя амперу и ому дадутъ величины кратныя вольту. По существу и токъ, и напряженіе, и сопротивленіе, можетъ быть, понимаются нами совсѣмъ невѣрно.

Г. Ничего не могу возразить противъ этого. Но замѣтите, что эти опредѣленія столь сложно взаимно переплетаются и взаимно провѣряются, настолько вѣрно руководятъ нами, что ихъ нужно признать гениальными. Вы сами убѣждены въ твердости вашихъ знаній; слѣдовательно, кромѣ этихъ опредѣленій, ничего и не требуется. Всегда такъ было, что руководились ими, не зная существа явленій, всегда такъ и будетъ.

П. Ваши слова возбуждаютъ во мнѣ цѣлый рядъ мыслей, приходившихъ мнѣ иногда на умъ: почему же наши опредѣленія должны оказаться вѣрными? Можетъ быть, мы очень ошибаемся, измѣряя сопротивленіе, какъ качество проводника, воображая, что это его свойство; можетъ быть, магнитное поле опредѣляется не только электромагнитной силой и индукціей, но еще

чѣмъ нибудь совершенно неизвѣстнымъ и гораздо болѣе значительнымъ; можетъ быть, новое какое-нибудь сопоставленіе, сплетеніе нашихъ опредѣленій покажетъ всю ихъ путаницу.

Г. Остается добавить, что, можетъ быть, всѣ законы явленій измѣняются со временемъ, и вы отказываетесь практикомъ болѣе склоннымъ къ теоретизированію, чѣмъ самый заправскій теоретикъ. Въ этотъ моментъ вы готовы все ваше здоровое практическое убѣжденіе поколебать чисто воображаемымъ возраженіемъ. Было не мало попытокъ обновить наши опредѣленія. Напримеръ, Н. А. Гезехусъ (Ж. Р. Ф.-Х. О. 1902. № 6) проводитъ мысль, что можно получить совсѣмъ инныя, въ сравненіи съ нашими, опредѣленія для тепловыхъ величинъ, если исходить изъ иной постановки опытовъ: если бы мы измѣряли тепловое состояніе тѣла посредствомъ очень маленькаго шарика дифференціального термометра, который бы составлялъ часть поверхности тѣла, то мы пришли бы къ понятію о поверхностномъ распредѣленіи тепла, какъ «пробный шарикъ» въ электростатическихъ опытахъ приводитъ къ идеѣ о поверхностномъ распредѣленіи электрическаго заряда на проводникѣ. Эти интереснѣйшія соображенія не прививаются къ наукѣ; принявъ ихъ, дѣйствительно нужно было бы перечувствоваться и притомъ безъ существенной выгоды.

Обращаете ли вы вниманіе при вашихъ безчисленныхъ измѣреніяхъ на точность, съ какою вы получаете численныя величины? Не всегда? Но это является самымъ главнымъ основаніемъ твердаго знанія. Всѣ ваши сомнѣнія относятся къ тому міру явленій, который опредѣляется величиною ошибокъ измѣреній; положимъ, что магнитное поле постоянно производитъ еще какія нибудь неизвѣстныя явленія; участвующая въ нихъ энергія не можетъ быть больше той, на которую вы ошибаетесь, измѣряя энергію A , идущую на намагниченіе, и энергію B индуктируемаго полемъ тока—гистерезиса. Пока вы остаетесь при вашей точности, $A = B$, и никакіе новые взгляды не могутъ дать вамъ большей истины. Оставаясь при вашихъ условіяхъ, вы можете считать ваши приемы вычисленія вѣчными.

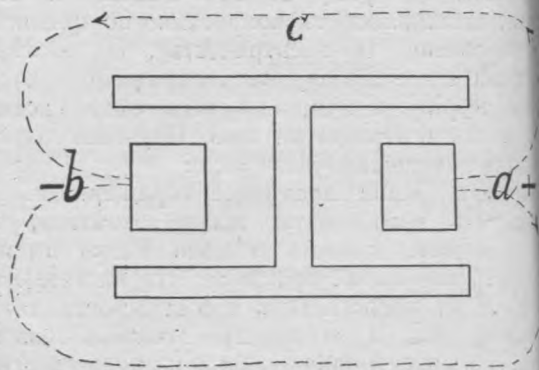
Отсюда слѣдуетъ отвѣтъ на предположеніе, что мы, можетъ быть, совсѣмъ не то измѣряемъ,

что нужно; лучше сказать: не то, о чем думаемъ въ своихъ опредѣленіяхъ. При данной точности это не мѣшаетъ получить вѣрные результаты. Если вы измѣряли когда нибудь діэлектрическую постоянную (проводимость силовыхъ линий электрическаго поля) стекла или слюды, вы думали, что изслѣдуете эти тѣла. Но по фарадеевской теоріи при этомъ измѣряется нѣчто совсѣмъ другое: величина обратная коэффициенту упругости эфира, заключающагося въ стеклѣ или слюдѣ. Незнаніе этого нисколько не мѣшаетъ послѣ хорошаго измѣренія діэлектрической постоянной построить конденсаторъ, вполне отвѣчающій цѣли. Но при болѣе точныхъ опытахъ знаніе это уже необходимо: коэффициентъ упругости эфира пропорционаленъ показателю преломленія, который, какъ извѣстно, зависитъ отъ длины волны (свѣтъ въ стеклѣ разлагается), т. е. отъ періода электрическаго колебанія; а слѣдовательно, мы должны получить различныя діэлектрическія постоянныя, смотря по тому, какой періодъ времени находится изоляторъ въ электрическомъ полѣ, держимъ ли мы его въ электрическомъ натяженіи 10^{-6} или 10^{-8} часть секунды.

Вы боитесь за судьбу нашихъ опредѣленій при ихъ сопоставленіи; между тѣмъ, такія комбинаціи результатовъ изъ самыхъ различныхъ отдѣловъ науки дѣлаются очень часто и нерѣдко являются, какъ я сказалъ, замѣчательною провѣркой. То, что теоретически могло бы явиться опроверженіемъ, на дѣлѣ служитъ вящимъ подтвержденіемъ. Мы знаемъ, что металлы—лучшіе проводники. По теоріи это означаетъ, что они (ихъ эфиръ) «мягки» для электрическаго натяженія; поэтому, какъ изъ свинца нельзя сдѣлать колокола, такъ чрезъ металлъ нельзя пропустить свѣта; онъ поглощается ими, обращается въ тепло. Но измѣряя проводимость металла, мы не находимся въ условіяхъ распространяющагося свѣта, такъ какъ даже переменный токъ происходитъ отъ слишкомъ медленно измѣняющагося электрическаго поля въ сравненіи со скоростью его измѣненія въ лучѣ свѣта, а поглошеніе свѣта, какъ и показатель преломленія, зависитъ отъ періода колебаній въ лучѣ (отъ длины волны). Чтобы изъ величины электропроводности получить величину поглошенія свѣта, слѣдуетъ брать лучи съ наибольшими волнами. Гагену и Рубенсу (*Drude's Annalen*, 1903, т. 11) удалось выдѣлать волны длиною въ 25 тысячныхъ миллиметра (микрона), т. е. въ 33 раза большія самыхъ длинныхъ волнъ видимаго свѣта (весь спектръ видимаго свѣта заключается между 0,7 и 0,45 микрона); съ этими волнами они получили близкое тождество электропроводности, опредѣляемой электрически, съ электропроводностью, опредѣляемой изъ поглощенія свѣта; результаты Гагена и Рубенса показываютъ, что теперь возможно опредѣлить электропроводность изъ опытовъ надъ поглощеніемъ свѣта, или, что удобнѣе, надъ отраженіемъ, которое

связано со свойствомъ поглошенія *). Но это мало, нѣмецкіе авторы доказали, что увеличеніе сопротивленія съ температурой—совершенно согласно съ теоріей—сопровождается уменьшеніемъ отражательной и поглощательной способности.

В. В. Николаевъ (*Physikalische Zeitschrift*, 1903) исходя изъ мысли, что всякій электрическій токъ состоитъ изъ двухъ моментовъ—1) образованія электрическаго поля и 2) уничтоженія его неуругомъ эфирѣ проводника,—произвелъ рядъ необычныхъ опытовъ, доказывающіе полную независимость комбинаціи свойствъ электростатическихъ линий индукціи съ токовыми линиями. Такъ напр. во впадины I-образной слюдяной перегородки (фиг. 1) онъ подвѣсилъ двѣ станиольныя полоски *a* и *b*, заряженныя $+$ и $-$ до разности



Фиг. 1.

потенціаловъ 300 в.; все это погружалось въ дистиллированную воду; токовыя линии *acb* приводили концы полосокъ одинъ отъ другого въ 20 мм. Въ воздухѣ слюдяная перегородка только еще увеличила бы взаимное притяженіе полосокъ, такъ какъ по причинѣ своей большой проницаемости сгустила бы электрическое поле между *a* и *b*. Авторъ справедливо замѣчаетъ, что вся наша электростатика относится къ изолятору подобному воздуху, и мы получили бы иныя представленія, если бы обычною средою было тѣло съ такою большою проницаемостью, какъ, напримѣръ, вода.

Случается, что комбинація нашихъ опредѣленій напрашивается сама собою. Давно извѣстно, что коэффициенты теплопроводности довольно близки къ пропорциональности съ коэффициентами электропроводности.

При подобномъ сопоставленіи опредѣленій, вывчанныхъ изъ совсѣмъ различныхъ областей науки, эти опредѣленія по необходимости дѣлаются или болѣе пластичными, гибкими, или

*) Вотъ нѣсколько чиселъ, иллюстрирующихъ сказанное: отраженный свѣтъ въ % падающаго, для длины волны въ 1 и 7 микронъ

у серебра	96,4—98,5
„ мѣди	90,1—98,3
„ платины	63,1—92,9.

шлифуются; тогда только отдѣльныя области науки приходятъ въ плотное прикосновение, образуя нѣчто цѣлое. Во многихъ случаяхъ этого еще не достигнуто, но несомнѣнно, что такое полированное опредѣленіе, отпаденіе ненужнаго, слишкомъ грубого, измѣненія въ отгнѣнахъ постоянно происходитъ во всѣхъ частяхъ физическаго знанія и представляетъ собою роль организованной жизни науки.

П. Я понимаю, вы хотите убѣдить меня, что научныя опредѣленія «геніальны». Они выдерживаютъ самыя смѣлыя комбинаціи и только случаются, развиваются. Но во всякомъ случаѣ они только геніальны; они опираются на известныя въ данное время факты; въ лучшемъ случаѣ на всѣ известныя факты. Но вдругъ происходитъ открытіе новыхъ явленій; наша наука, истинная относительно всего того, что было раньше известно, можетъ оказаться несостоятельной относительно совершенно новаго. Мнѣ кажется, это не только можетъ случиться, но уже произошло. Въдѣ, тотъ воздухъ, который мои приборы показывали изоляторомъ, подъ дѣйствіемъ радія этими же приборами и даже не самыми чувствительными изъ нихъ характеризуется, какъ недурной проводникъ. Это явленіе, слѣдовательно, совершенно въ предѣлахъ моей точности, а я его не зналъ раньше; и раньше я счелъ бы воздухъ хорошимъ подтвержденіемъ упомянутаго вами теоретическаго результата, что отличіе прозрачное тѣло должно быть отличныя изоляторомъ; а теперь какимъ образомъ на воздухѣ, находящемся подъ дѣйствіемъ радія, сопоставимъ мы электропроводность, выводимую изъ электрическихъ понятій съ электропроводностью, получаемую изъ свѣтовыхъ явленій?

І. Дѣйствительно нѣчто новое, въ такой степени новое, какъ радій, пришелецъ изъ міра неизвѣстнаго, способно возбудить страхъ за науку. Какъ объяснить, что радій постоянно излучаетъ лучи и тепло (60 граммъ-калор. въ часъ на 1 гр. бромистаго радія), выдѣляетъ паръ-эманацию, которая, будучи отдѣлена отъ радія, на примѣръ, накаливаніемъ, тоже испускаетъ лучи и тепло, но лишь въ теченіи 360 часовъ, послѣ чего эманация исчезаетъ. Рутерфордъ полагаетъ, что одинъ граммъ эманации, если бы онъ существовалъ, выдѣлилъ бы до своего исчезновенія 10 милліоновъ большихъ калорій *). Какъ объяснить необыкновенныя свойства лучей радія, на примѣръ то, о которомъ вы упомянули.

Должно сказать, что все это не такъ совершенно ново. Кромѣ радія, радиоактивны очень многія тѣла, а можетъ быть всѣ, и слѣдовательно мы постоянно окружены дѣйствіями, подобными дѣйствіямъ радія, но они ничтожны и не обращали нашего вниманія; ими можно прене-

*) Столько тепла выдѣляется при сгораніи 75 пудовъ угля. На опытахъ имѣется въ дѣйствительности какое-то ничтожное количество эманации. См. Rutherford, Philos. Mag. 1903. February.

брегать и въ будущемъ. Самыя свойства радиоактивныхъ тѣлъ не новы; ихъ лучи подобны отчасти (β -лучи) катодному потоку, открытому въ 1859 году, и отчасти (γ -лучамъ Рентгена (1895 г.); Мы давно знали тѣло, которое непрерывно излучаетъ тепло, это именно—солнце. Наконецъ, то, что лучи радія производятъ, было получаемо другими способами; совершенно обычными, такъ на примѣръ, воздухъ становится проводникомъ при дѣйствіи свѣта на металлы. Такимъ образомъ, дѣйствія радія должно считать необычайно новою комбинаціею, которая должна привести къ большимъ улучшеніямъ въ нашихъ представленіяхъ. Наука предположила существованіе во всѣхъ тѣлахъ особаго газа, необыкновенно легкаго, каждая частица котораго—электронъ—является заряженною отрицательно, какъ только она отдѣлилась отъ частицы тѣла. Въ настоящее время главнѣйшими представителями этого ученія слѣдуетъ считать Дж. Дж. Томсона (см. его Conduction of Electricity through Gases. 1903 г.) **) и его учениковъ. Къ этому газу примѣняются всѣ основныя положенія кинетической теоріи газовъ, пока, конечно, въ самомъ упрощенномъ (идеальномъ) видѣ, и результаты сравненія воочію убѣждаютъ, до какой степени наука «состоятельна» даже «относительно совершенно новаго».

Нѣкоторое количество электроновъ находится всегда въ свободномъ (диссоціированномъ) состояніи; съ увеличеніемъ температуры число ихъ увеличивается; ихъ освобожденію помогаютъ и электрическія силы, хотя бы и въ видѣ электрическаго натяженія, пролетающаго въ лучахъ свѣта. Свободные электроны могутъ быть во всякій моментъ извлечены, на примѣръ, изъ газа помощью электрическаго поля (они пойдутъ въ сторону большаго потенциала), а такъ какъ зарядъ ихъ полагается такимъ же, какой вообще приписываютъ диссоціированной электролизомъ частицы матеріи $e=3,5 \cdot 10^{-10}$ эл.-ст. ед.—прибл. 10^{-19} кулона, то изъ числа амперъ-секундъ $=it$ можно опредѣлить число электроновъ $n = \frac{it}{e}$. Съ другой стороны опредѣляется τ (парціальная) упругость, которую обладаетъ этотъ газъ при данномъ числѣ частицъ, такъ какъ отъ упругости зависитъ скорость диффузіи его въ окружающее пространство, скорость, могущую быть узнанною по обѣдненію газа электронами въ дѣйствія электрическихъ силъ. Оказывается, что при атмосферной упругости электроны находились бы въ числѣ $3 \cdot 10^{-19}$ въ каждомъ куб. см. Это число близко къ лучшимъ опредѣленіямъ (изъ закона Бойля-Мариота) числа частицъ идеальнаго газа при упругости въ 760 мм., слѣдланномъ нѣсколько десятковъ лѣтъ тому назадъ. Но обыкновенно ихъ упругость въ милліоны милліоновъ разъ меньше; ионизированною (диссоціированною) бываетъ лишь

**) См. Э—во, т. г. № 7, стр. 110.

ничтожная часть частицъ (по крайней мѣрѣ, въ газахъ). Дѣло усложняется тѣмъ, что къ электронамъ прилипаютъ не диссоциированные частицы, какъ пылинки къ заряженному проводнику; образуются такъ называемые газіоны; это указывается ихъ малою (при обыкновенныхъ упругостяхъ газовъ) скоростью диффузіи, разъ въ 10 и 20 меньшею, чѣмъ у обычныхъ газовъ.

Когда тѣло выбрасываетъ электроны, оно вслѣдствіе недостатка отрицательнаго электричества является заряженнымъ положительно; поэтому его электроны образуютъ (по Томсону) своего рода атмосферу, изъ которой они очень медленно диффундируютъ наружу, притягиваемые тѣломъ обратно; состояніе равновѣсія обуславливается тѣмъ, что число электроновъ, возвращающихся въ тѣло, равно числу выбрасываемыхъ имъ. Дѣйствіе свѣта или высокая температура увеличиваютъ все явленіе. Если тѣло наэлектризовано или, говоря общее, вокругъ него имѣется градиентъ потенциала, то электроны, выбрасываемые имъ, устремляются по силовымъ линіямъ поля. Такимъ образомъ происходитъ токъ чрезъ газы, напр., воздухъ, которымъ окруженъ освѣщаемый или раскаленный проводникъ.

Электроны, выходящіе съ наэлектризованнаго тѣла, если явленіе поддерживается, восполняются съ того проводника, который доставляетъ электричество отъ источника. Теперь логично предположить, что всякій токъ по проводнику сопровождается движеніемъ по нему электроновъ, которые находятся въ немъ всегда въ огромномъ избыткѣ (подъ парціальнымъ давленіемъ въ нѣсколько атмосферъ). Между многими другими результатами этого болѣе подробнаго пониманія тока отмѣчу слѣдующее: электроны, движущіеся чрезъ проводникъ, отдаютъ его частицамъ (при столкновеніяхъ) свою кинетическую энергію (происходитъ нагрѣваніе), и вновь поглощаютъ ее подѣ дѣйствіемъ электрической силы; проводникъ подѣ токомъ i нагрѣвается и тѣмъ больше, чѣмъ больше его сопротивленіе R по формулѣ Ri^2 ; слѣдовательно, большое сопротивленіе тѣла представляетъ собою условіе болѣе полного обращенія энергіи движенія электроновъ въ тепло. Если тѣ же электроны являются передатчиками тепла въ явленіи теплопроводности, то въ тѣлахъ, въ которыхъ движеніе электроновъ легко переходитъ въ нагрѣваніе, а слѣдовательно обратное явленіе трудно, т. е. въ дурныхъ проводникахъ электричества нужна большая разность температуръ двухъ прилежащихъ сѣчений, чтобы тепловая энергія обращалась въ движеніе даннаго количества электроновъ, иными словами, эти тѣла должны быть дурными проводниками тепла.

Естественнымъ результатомъ предположенія, что электроны служатъ и передатчиками тепла, является проба, не становятся ли газы, какимъ нибудь образомъ ионизированные, лучшими проводниками тепла, чѣмъ въ обыкновенномъ состояніи. Но въ газахъ энергія частицъ не выхо-

дится ни въ какой (или очень слабой) связи съ междучастичнымъ движеніемъ *); поэтому она чрезвычайно дурные проводники тепла, и поэтому же произведенные въ нихъ свободные электроны не будутъ двигаться по направленію отъ большей температуры къ меньшей, не будутъ передавать тепла; такъ можно объяснить опыты Н. Н. Георгіевскаго (съ Н. А. Гезехсомъ, Ж. Р. Ф.-Х. О. 1903, № 6), показавшіе, что дѣйствіе радія на газъ не измѣняетъ замѣтнаго теплопроводности. Если направить газіонаго электрическаго силою вдоль тепловаго градиента, тогда ихъ движеніемъ ускоряется переходъ тепла; въ опытахъ Георгіевскаго, при градиентѣ электрическаго потенциала въ 1300 вольтъ на см., теплопроводность угольной кислоты увеличивалась въ 3 раза, воздуха въ 2,5 раза, водорода же всего въ 1,29 раза (5 mgr. бромистаго радія).

П. Вы стараетесь новое, казалось бы неожиданное, связать со старымъ, хотя и извѣстнымъ, но давно извѣстнымъ. Но почему же мы не замѣчали ухода электричества въ землю съ голыхъ воздушныхъ проводовъ, которые бывають заряжены до высокаго отрицательнаго потенциала и освѣщены яркимъ солнечнымъ свѣтомъ? Если понятія «потенціалъ», «свѣтъ» и т. д. имѣютъ и теперь прежнее значеніе, то, мнѣ кажется, я могу этому удивиться.

Т. Явленіе, о которомъ вы спрашиваете, находится далеко за предѣлами вашей точности. Въ лучшемъ случаѣ получаютъ сто-милліонныя ампера съ квадратн. см. поверхности металла; при этомъ свѣтъ долженъ быть болѣе богатъ фіолетовыми лучами, чѣмъ солнечный, прошедшій сквозь атмосферу (свѣтъ отъ вольтовой дуги или искры съ алюминіевыми электродами); его дѣйствіе долженъ быть подвергаемъ свѣжеополированный цинкъ. Лучи зеленые, желтые и красные оказываютъ подобное дѣйствіе лишь на рубидій, калій, натрій. Правда, можно получить болѣе эффектъ (и съ какимъ угодно металломъ), но и то лишь въ сотни разъ, и для этого нуженъ градиентъ потенциала около 10000 ват. на см. Въ этомъ случаѣ электроны «размножаются» въ газѣ; они приобрѣтають подѣ такимъ электрическими силами достаточную энергію, чтобы разбивать (ионизировать) частицы при удареніи обѣ нихъ. Но этотъ градиентъ уже порядка искроваго градиента.

П. Подобныя же причины дѣлають незамѣтнымъ разсѣяніе отрицательнаго заряда съ раскаленнаго тѣла?

Т. Наоборотъ, несравненно доступнѣе для насъ тепловая энергія, въ большихъ количествахъ накопленная въ небольшомъ тѣлѣ, и потому можно думать, что разсѣяніе электричества съ раскаленнаго тѣла играетъ роль въ обыкновенныхъ явленіяхъ.

*) Поэтому токъ электричества чрезъ газы весьма отличается отъ тока чрезъ проводникъ и можетъ происходить безъ нагрѣванія газа. Понятіе о токе значительно расширяется.

Одно из стариннѣйшихъ электротехническихъ явленій—вольтова дуга, называвшаяся прежде электрическимъ солнцемъ. До послѣдняго времени она представляла собою что-то совершенно непонятное. В. Ф. Миткевичъ (Ж. Р. Ф. X. О. 1903, № 9)* пришелъ къ мысли, что главную роль въ механизмѣ ея играетъ именно раскаленный катодъ. Электроны, выбрасываемые этимъ весьма раскаленнымъ (до 2700° Ц.) углемъ, и служатъ для образованія тока чрезъ дуговой промежутокъ; особенно высокая температура является причиною тому, что этотъ токъ можетъ достигъ величины десятковъ амперъ. Рядъ опытовъ, поставленныхъ имъ, и соображеній изъ практики вольтовой дуги приводятъ дѣйствительно къ мысли, что съ раскаленія катода начинается явленіе дуги. Электроны, ударяясь объ анодный уголь, отдаютъ ему свою энергію; отсюда уже—раскаленіе положительнаго кратера до 3500° и раскаленіе газа самой дуги до 4800° (л. с. стр. 684).

Можетъ показаться страннымъ (противорѣчающимъ второму закону термодинамики) процессъ, при которомъ болѣе холодное тѣло поддерживаетъ температуру болѣе нагрѣтаго. Но не нужно забывать, что въ вольтовой дугѣ затрачивается электрическая работа; по законамъ термодинамики возможно, затрачивая работу, нагрѣвать теплую комнату охлажденіемъ находящагося въ ней льда.

Пусть K означаетъ энергію, затрачиваемую въ 1 сек. на ионизацію катода; эта энергія уносится отъ него электронами; къ ней прибавляется работа электрическаго поля V , ускоряющаго электроны; термодинамика показываетъ, что тѣло съ высшей температурой получить энергію $A=K+V$, причемъ въ идеальномъ процессѣ

$$\frac{V}{A} = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\tau_2},$$

гдѣ τ_2 и τ_1 означаютъ температуры (считаемая отъ 273° Ц.) болѣе нагрѣтаго и менѣе нагрѣтаго изъ тѣлъ.

Въ данномъ случаѣ для

$$\frac{\tau_2 - \tau_1}{\tau_2} = \frac{4800 + 273 - 2700 - 273}{4800 + 273} = \frac{2100}{5073} = \frac{2}{5}$$

получается приблизительно $\frac{1}{2}$, т. е. $A=2V=2K$.

Это показываетъ, что энергія, идущая на ионизацію (раньше говорили: испареніе) анода, приблизительно вдвое больше энергій, ионизирующей катодъ, иными словами анодъ «сгораетъ» вдвое быстрѣе катода. Чѣмъ выше температура катода, тѣмъ ближе къ единицѣ отношеніе $\frac{A}{K}$ и тѣмъ меньше V ; извѣстно, что при закрытой вольтовой дугѣ положительный уголь сгораетъ не вдвое быстрѣе отрицательнаго, и что на дугу тратятся меньше ваттовъ; при этомъ температура катода оказывается болѣе высокою.

Такимъ образомъ, представляется мнѣ, можно трактовать, по идеѣ Миткевича, вольтову дугу съ момента образованія электроновъ у ея катода.

Вы видите, какъ все это далеко отъ того, чтобы теперъ приходилось переучиваться. Гораздо вѣрнѣе сказать, что современные взгляды, какъ широко обобщающіе ученіе о газахъ и электричествѣ, и ученіе о теплѣ и т. д., требуютъ просто доучиваться.

П. Я начинаю овладѣвать вашимъ взглядомъ. Но почему избранъ такой странный путь объясненія явленій разряда чрезъ газы? Нельзя ли провести всю эту цѣпь объясненій безъ предположенія какого-то электрическаго газа и при томъ еще непремѣнно отрицательно-электрическаго, просто помощью какихъ-нибудь паровъ, находящихся въ воздухѣ? Такой чрезвычайный методъ объясненія заставляетъ думать, что онъ случайно могъ бы быть замѣненъ и другимъ.

Т. Современный методъ имѣетъ старинныя историческія основанія. Вспомните столѣтнюю унитарную теорію электричества, по которой существуетъ электричество одного знака, а недостатокъ его (противъ нормальнаго количества) представляетъ собою зарядъ противоположнаго знака. Катодный потокъ заставилъ Варлея (1871 г.) и Крукса (1879 г.) признать особую роль за отрицательнымъ электричествомъ. Первые изслѣдователи разрядовъ подъ влияніемъ внѣшнихъ причинъ (свѣта и электрическаго поля) съ 70-хъ годовъ приходили къ мысли объ отщепленіи отрицательно заряженныхъ частицъ.

«Токъ есть движущіяся заряженныя тѣльца»; положеніе, логически обращенное,—что движущійся заряженный проводникъ есть токъ, существуетъ уже съ Фарадея, 67 лѣтъ; съ 1878 г. начались опыты надъ электромагнитною силою и электромагнитною индукціею около быстро движущагося заряженнаго проводника. Послѣдніе опыты А. А. Эйхенвальда (О магнитномъ дѣйствіи тѣлъ, движущихся въ электростатическомъ полѣ. Москва. 1904) исчерпываютъ эти вопросы; теоретическое объясненіе, даваемое при этомъ авторомъ, показываетъ, какую связь имѣютъ они съ основными понятіями о свѣтѣ.

Открытіе явленій, производимыхъ отрицательнымъ «газомъ», заставляетъ искать явленій, производимыхъ тѣмъ, что по необходимости должно остаться послѣ выдѣленія электроновъ,—положительными частицами. И, дѣйствительно, если напримѣръ, холодная (внутренняя) часть пламени оказывается заряженною отрицательно, то въ наружной, яркой, оказывается, преимущественно положительныя частицы; и въ круксовою трубкѣ найденъ (1886 г.) анодный потокъ наряду съ катоднымъ. При низкихъ температурахъ тѣло выбрасываетъ даже больше анодныхъ частицъ, чѣмъ электроновъ и лишь при очень высокихъ, далеко превосходятъ по своимъ дѣйствіямъ послѣдніе. Анодный потокъ отъ радія (α -лучи) представляетъ неотдѣлимую отъ него и всегда главнѣйшую по энергій радіацію; его β -лучи, катод-

* См. Э—во, 1903 г., № 18, стр. 253.

ный поток, ослабляют, напр., раскаленіемъ радіеваго препарата, когда удаляется на время его эманация. При обыкновенной упругости скорость диффузии анодныхъ частицъ даже больше, чѣмъ газоновъ отрицательныхъ. Существованіе такого параллельнаго явленія электронному «газу» есть глубокое основаніе всей теоріи; я больше говорилъ объ электронахъ только, потому что они почему-то раньше обращаютъ на себя вниманіе, чѣмъ анодныя явленія (въ круксовой трубкѣ на 27 лѣтъ), и ихъ роль изучается первою, какъ напримѣръ, въ вольтовой дугѣ. Я даже совѣмъ бы не могъ сказать, какое значеніе анодныхъ частицъ при дѣйствіи свѣта на проводникъ.

Вы говорите: «паръ». Какой паръ? Извѣстно, напримѣръ, что при атмосферномъ давленіи пары воды уменьшаютъ скорость диффузии электроновъ (газоновъ); Шмидтъ (Drude's Annalen, 1903. № 4), напр., доказываетъ, что проводимость воздуха, въ которомъ находятся пары отъ медленно окисляющагося фосфора, объясняется безъ электронной теоріи; нужно только признать, что частички фосфорнаго дыма хорошіе проводники; они заряжаются по индукціи и движутся къ электроду. Дымъ отъ «монашки» производитъ тоже разрядъ чрезъ воздухъ, но дѣйствуетъ слабѣе; дымъ отъ сѣры совѣмъ не дѣйствуетъ, а слѣдовательно, не состоитъ изъ проводящихъ частицъ. Дѣйствіе пара, слѣдовательно, не ускользаетъ отъ вниманія, но оно далеко не можетъ лечь въ основаніе объясненій. Н. А. Гезехусъ (Ж. Ф.-Х. О. 1903. № 5) предполагалъ, что нагрѣваніе термометра (на $0,6^{\circ}$ Ц.) вблизи радія есть результатъ осажденія его паровъ на термометрѣ, сопровождающагося выдѣленіемъ скрытаго тепла; по его мнѣнію, радій долженъ постоянно терять тепло, идущее на его непрерывное испареніе. Въ такомъ случаѣ система, состоящая изъ этихъ двухъ тѣлъ, радій и термометръ, не должны ни охлаждаться, ни нагрѣваться. Но на дѣлѣ, радій, заключенный въ свинцовую оболочку, представляетъ собою систему, въ которой непрерывно выдѣляется тепло. Получается близкое совпаденіе, если считать это тепло результатомъ потери кинетической энергіи анодными частицами; кинетическая энергія каждой (по извѣстной массѣ и скорости) вычисляется равною 10^{-5} эрга; всего же граммъ бромистаго радія выдѣляетъ столько въ секунду частицъ, что онѣ могутъ дать токъ ок. $2 \cdot 10^{-7}$ амп.; зная зарядъ частицы $= 2 \cdot 10^{-19}$ кулона, мы определяемъ число ихъ $= \frac{2 \cdot 10^{-7}}{10^{-19}} = 10^{12}$; помноживъ на ихъ кинетическую энергію, мы получаемъ $2 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{12} = 2 \cdot 10^7$ эрг. $= 2$ джоуль $= 1/2$ м. калор., какъ тепло, выдѣляемое въ 1 сек. граммомъ радія.

Кельвинъ полагаетъ, что третій сортъ лучей радія, γ -лучи, есть его паръ; по его мнѣнію, исключительная способность ихъ проникать тѣла, напримѣръ, толщу свинца въ нѣсколько см., не

служитъ принципиальнымъ возраженіемъ противъ этого (Phil. Mag. 1904, February) *).

Но что дѣйствительно представляетъ собой паръ, съ опредѣленною температурою ожигенія (-120°), такъ это — знаменитая эманация, причина β и γ лучей радія, которую можно «выгнать» изъ радія накаливаніемъ до $500-600^{\circ}$, которая чрезъ 360 часовъ снова накапливается въ немъ въ прежнемъ стационарномъ количествѣ, а будучи отдѣленною отъ радія исчезаетъ, а этотъ же промежутокъ времени въ своихъ лучахъ.

П. Что же такое эманация?

Т. Теперь мы, какъ бы обмѣнялись нашими мѣстами. Въ началѣ вы стояли на той точкѣ зрѣнія, что теперь приходится измѣнить въ нашихъ представленіяхъ; теперь вы дошли, говоря о самыхъ новыхъ радиоактивныхъ свойствахъ, до стараго заученнаго слова: паръ, и вы хотите также понять этотъ радиоактивный паръ, какъ мы понимаемъ водяной паръ въ котлѣ паровика. Но въ этомъ-то мѣстѣ я и настаиваю на своей основной мысли: старыя понятія, накопленныя опытною наукою, смѣло могутъ быть прикладываемы къ новымъ комбинаціямъ явленій, но при этомъ они неминуемо улучшаются, возвышаются, такъ совершается эволюція знанія.

Эманация была установлена въ началѣ 1903 г. Едва лишь одинъ разъ съ тѣхъ поръ солнце совершило свой годичный путь; не требуйте, чтобы такъ скоро такое твердое понятіе, какъ «паръ», успѣло уже преобразоваться въ новую отчетливую форму.

В. Лавочкинскій

Методъ опредѣленія стоимости электрической энергіи.

*Докладъ инженера путей сообщенія
А. Е. Вьлого въ засѣданіи III отдѣла Третьяго
Всероссійскаго Электротехническаго Съезда,
31 декабря 1903 г.*

Для того, чтобы узнать стоимость электрической энергіи, получаемой отъ данной установки, необходимо:

1) Опредѣлить годовые расходы на эту установку и

* Блондло доказалъ было, что Х-лучи есть просто лучи свѣта (см. Электричество, 1903, стр. 65); онъ наблюдалъ ихъ поляризацию; но затѣмъ онъ наблюдалъ ихъ двойное преломленіе, что заставило его заключить, что они вообще преломляются. Но Х-лучи не преломляются, а слѣдовательно, пришлось ему вывести, что тѣ лучи, которые онъ наблюдалъ, можетъ быть, и были лучи свѣта, но не были Х-лучами. Такъ трудно къ современнымъ открытіямъ непосредственно приложить обычныя понятія.

2) Вычислить стоимость единицы энергии в зависимости от условий потребления ее.

Ходъ рѣшенія первой изъ этихъ задачъ былъ намѣченъ въ докладѣ, прочитанномъ мною въ заведеніи Электротехническаго (VI) отдѣла И. Р. Т. Общества 13 декабря 1902 г. *). Результатомъ всѣхъ разсужденій явилась формула вида

$$A + b\theta \dots \dots \dots (1)$$

здѣсь A и b — нѣкоторыя числа, а θ — количество энергии, выработанное установкой въ теченіе года.

Формула (1) выражаетъ собой то обстоятельство, что всѣ расходы по электрической установкѣ вообще могутъ быть раздѣлены на два рода:

- а) независяшіе отъ количества энергии, вырабатываемаго установкой
- б) зависяшіе отъ количества энергии, вырабатываемаго установкой.

Зная по дѣйствительному расходу численныя значенія буквъ, входящихъ въ формулу (1), стоимость единицы энергии можно, очевидно, опредѣлить простымъ дѣленіемъ, т. е.

$$p = \frac{A + b\theta}{\theta} = b + \frac{A}{\theta} \dots \dots \dots (2)$$

Здѣсь p будетъ выражать собственную стоимость единицы энергии, выработанной электрической установкой.

Другое дѣло, когда эту стоимость надо опредѣлить заранее и притомъ такимъ образомъ, чтобы было ясно, какъ измѣняется p въ зависимости отъ типа установки или отъ условий эксплуатаціи.

Ходъ рѣшенія этой-то задачи намѣченъ мною въ послѣдующемъ изложеніи.

Несмотря на разнообразіе типовъ электрическихъ установокъ и условий ихъ работы, эксплуатацію любой изъ нихъ можно вполне охарактеризовать, зная два фактора:

- 1) Годовой коэффициентъ полезнаго дѣйствія установки k.
- 2) Коэффициентъ загрузки установки λ .

Опредѣлимъ ближе эти понятія и покажемъ, каково ихъ вліяніе на стоимость электрической энергии.

1) Полный годовой коэффициентъ полезнаго дѣйствія установки.

Если въ теченіе нѣлаго года на валу динамомашинъ, входящихъ въ установку, будетъ приложено нѣкоторое количество энергии, то за то же время въ приемникахъ электричества будетъ израсходовано нѣкоторое другое количество энергии, меньшее перваго. Отношеніе второго количества къ первому мы и назовемъ годовымъ коэффициентомъ полезнаго дѣйствія установки. Этотъ коэффициентъ остается всегда меньше единицы и зависитъ отъ типа установки, отъ

характера графика расхода энергии, отъ режима станціи и пр. Для одной и той же установки при прочихъ равныхъ условіяхъ онъ зависитъ отъ того; для какихъ предѣловъ мы его опредѣляемъ. Такимъ образомъ если годовой коэффициентъ полезнаго дѣйствія освѣтительной установки переменнаго тока, т. е. отношеніе суммы показаній счетчиковъ у абонентовъ къ показанію главнаго счетчика на распределительной доскѣ станціи, будетъ 0,5, то, по отношенію къ количеству энергии, приложенной къ валу альтернаторовъ, k еще уменьшится, такъ какъ на него повліяютъ еще потери въ обмоткахъ альтернаторовъ.

Замѣтимъ, что для установокъ одного и того же типа k зависитъ весьма много отъ A, т. е. отъ постоянныхъ расходовъ. Дѣйствительно, чѣмъ совершеннѣе установка, тѣмъ дороже она обходится и тѣмъ больше расходы на капиталъ, составляющіе главную часть постоянныхъ расходовъ.

Для предварительнаго вычисленія годового коэффициента полезнаго дѣйствія необходимо имѣть графикъ расхода энергии въ приемникахъ, знать режимъ центральной станціи и кривыя коэффициентовъ полезнаго дѣйствія всѣхъ частей установки.

2) Коэффициентъ загрузки установки.

Представимъ себѣ, что нѣкоторая электрическая станція, общая мощность которой, включая сюда и резервъ машинъ, составляетъ P ваттъ, работаетъ круглый годъ т. е. $24 \times 365 = 8760$ часовъ при полной нагрузкѣ. При такихъ условіяхъ количество энергии, отданное этой станціей будетъ

$$8760 P \text{ ваттъ-часовъ} \dots \dots \dots (3)$$

Въ дѣйствительности подобнаго случая никогда не бываетъ и всякая станція отпускаетъ количество энергии меньшее, чѣмъ даваемое формулой (3). Обозначимъ это количество черезъ θ , а правильную дробь

$$\frac{\theta}{8760 P} = \lambda \dots \dots \dots (4)$$

будемъ называть коэффициентомъ загрузки станціи или установки. Итакъ коэффициентъ загрузки установки есть отношеніе количества энергии, дѣйствительно отдаваемой ею, къ тому максимальному количеству энергии, которое вообще могло бы быть отдано ею при томъ условіи, что она будетъ круглый годъ работать при полной нагрузкѣ.

Изъ самаго опредѣленія видно, что коэффициентъ загрузки не зависитъ вовсе отъ характера графика расхода.

Когда въ точности опредѣлены понятія, введенныя въ предыдущемъ изложеніи, то очень легко перейти къ выясненію зависимости отъ нихъ стоимости электрической энергии.

Предположимъ, что мы имѣемъ электрическую

*) См. Э—во, 1903 г., № 7, стр. 97.

установку, въ которую входятъ: первичная станція, повышающіе трансформаторы, линия высокаго напряженія, понижающіе трансформаторы и линия низкаго напряженія. Предположимъ, что максимальная мощность установки въ мѣстѣ потребленія энергіи P ваттъ, что полный годовою коэффициентъ полезнаго дѣйствія ея k и коэффициентъ загрузки λ . При такихъ условіяхъ согласно формулѣ (4) количество энергіи, израсходованное въ цѣли низкаго напряженія, будетъ

$$\theta = 8760 \lambda P \dots (5)$$

Количество энергіи, выработанное станціей будетъ

$$\frac{8760 \lambda P}{k} \text{ ваттъ-часовъ} \dots (6)$$

Расходы на это составятъ, согласно формулѣ (1),

$$A + \frac{8760 b \lambda P}{k} \dots (7)$$

а стоимость одного ваттъ-часа p выразится

$$p = \frac{A + \frac{8760 b \lambda P}{k}}{8760 \lambda P} = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{A}{8760 P} \right) + \frac{b}{\lambda} = \frac{a}{\lambda} + \frac{b}{k} \quad (8)$$

если принять

$$a = \frac{A}{8760 P}$$

Замѣтимъ, что здѣсь въ a и въ b входятъ всѣ расходы того и другого рода, считая до самаго мѣста потребленія.

Посмотримъ теперь, какіе же выводы мы можемъ сдѣлать, пользуясь выраженіемъ для стоимости электрической энергіи. Для этого изслѣдуемъ формулу (8).

$$p = \frac{a}{\lambda} + \frac{b}{k}$$

1) Прежде всего мы видимъ, что въ установкѣ даннаго типа p зависитъ отъ обоихъ факторовъ, введенныхъ нами въ разсмотрѣніе, и что при однихъ и тѣхъ же значеніяхъ a и b стоимость единицы энергіи будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ больше k и λ . Поэтому при устройствѣ электрическихъ установокъ стараются увеличить по возможности k , т. е. примѣняютъ болѣе совершенныя машины, подбираютъ соответствующимъ образомъ ихъ мощность и т. д. При эксплуатаціи, въ видахъ увеличенія λ , слѣдуетъ набирать по возможности такихъ абонентовъ, которые пользуются энергіей не одновременно.

2) Изъ выраженія (8) видно, что при большихъ расходахъ на устройство, т. е. при большомъ a надо имѣть и большой коэффициентъ загрузки, а при большихъ эксплуатаціонныхъ расходахъ, т. е. при большомъ b слѣдуетъ стремиться къ увеличенію k .

3) Такъ какъ стоимость p складывается изъ двухъ частей, то можно думать, что между различными величинами, входящими въ формулу (8), должно существовать такое отношеніе, чтобы p

было минимальнымъ. Дѣйствительно, принявъ, что k есть функція отъ a и дифференцируя выраженіе (8) по a мы получимъ минимумъ для p , но для опредѣленнаго значенія λ .

Примѣромъ того, когда пытаются опредѣлить наивыгоднѣйшее соотношеніе между постоянными и эксплуатаціонными расходами можетъ служить извѣстная формула Томсона и ей подобныя.

4) Такъ какъ въ выраженіе (8) не входитъ мощность, типъ и другія данныя объ установкѣ, то, пользуясь имъ, можно сравнивать стоимость энергіи, даваемой самыми разнообразными установками.

Для того, чтобы сдѣлать вполне нагляднымъ измѣненіе стоимости энергіи, въ зависимости отъ различныхъ величинъ, ее опредѣляющихъ, можно построить нѣкоторыя кривыя.

Наиболѣе интересными явятся слѣдующія.

1) Кривыя, выражающія зависимость между стоимостью энергіи и коэффициентомъ загрузки при различныхъ a и b и соответствующихъ k .

2) Кривыя, выражающія зависимость между стоимостью энергіи и постоянными расходами при соответствующемъ k и постоянномъ λ .

Для построенія первыхъ кривыхъ замѣтимъ, что, если взять за переменныя p и λ при постоянныхъ a , b и k , то уравненіе (8) опредѣлитъ нѣкоторую гиперболу.

На фиг. 2 показано построеніе нѣсколькихъ кривыхъ для трехъ частныхъ случаевъ. По оси абсциссъ отложены значенія коэффициента загрузки λ отъ 0 до 1, а по оси ординатъ значенія p въ копѣйкахъ. Верхняя кривая I относится къ случаю паровой электрической станціи, т. е. когда a сравнительно мало и b велико. Въ разсмотрѣніе введена стоимость всего оборудования станціи, но безъ трансформаторовъ, такъ какъ предполагается, что станція находится въ городѣ и что машины ея вырабатываютъ энергію при такомъ напряженіи, при которомъ она можетъ прямо поступать въ сѣть. Такимъ образомъ кривая I выражаетъ собою стоимость единицы электрической энергіи у зажимовъ высокаго напряженія паровой станціи при различныхъ коэффициентахъ загрузки.

Кривая II построена для случая гидроэлектрической станціи приблизительно такой-же мощности, какъ упомянутая паровая станція. Такъ какъ гидроэлектрическая установка предполагается на нѣкоторомъ разстояніи отъ города, то для передачи энергіи въ городъ напряженіе придется повысить при помощи трансформаторовъ. Введеніе этихъ машинъ удорожаетъ стоимость установки и стоимость энергіи, такъ какъ влечетъ за собою увеличеніе a и уменьшеніе k . Поэтому и кривая III, выражающая стоимость электрической энергіи у зажимовъ высокаго напряженія гидроэлектрической станціи будетъ лежать выше кривой II, выражающей стоимость энергіи при низкомъ напряженіи.

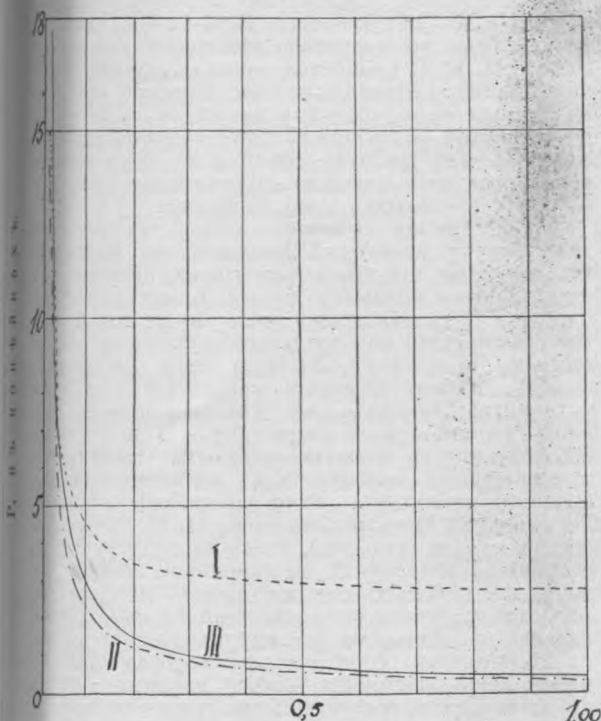
Изъ сравненія кривыхъ видно, что, если бы

энергией можно было-бы пользоваться на мѣстѣ, не трансформируя ея, то за паровой установкой

было-бы экономическое преимущество лишь при очень малых коэффициентах загрузки. При всѣхъ же прочихъ значеніяхъ λ гораздо выгоднѣе пользоваться гидроэлектрической станціей.

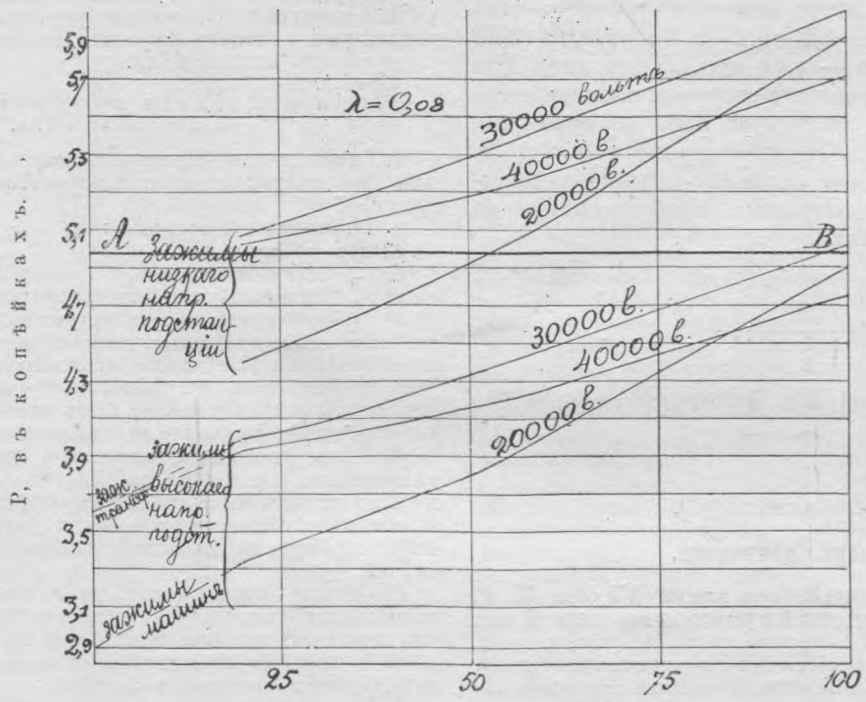
Если изъ трансформаторовъ энергія при высокомъ напряженіи поступаетъ въ линію проводовъ, передается на большее или меньшее разстояніе, затѣмъ опять проходитъ черезъ трансформаторы, понижающіе напряженіе; то стоимость энергіи опять увеличивается, такъ какъ къ a присоединяется расходъ на линію проводовъ, надзоръ за линіей и расходы на подстанцію, а къ b присоединяется расходъ на обслуживание подстанціи, если таковое требуется, и пр. Коэффициентъ k непремѣнно уменьшается. Если построить такія же кривыя для стоимости энергіи у зажимовъ низкаго напряженія подстанцій, то онѣ будутъ лежать выше основной кривой III и при этомъ тѣмъ выше, чѣмъ больше разстояніе передачи.

Для построенія кривыхъ второго рода, замѣтимъ, что зависимость между a , b и k не поддается математическому опредѣленію. Поэтому кривыя, основанныя на этой зависимости, слѣдуетъ строить на основаніи вычисленныхъ величинъ и откладывать на осяхъ ординатъ переменныя, наиболѣе соотвѣтствующія данному случаю. Такъ на фиг. 3 изображено измѣненіе стоимости 1 киловаттъ-часа по мѣрѣ удаленія отъ станціи. Здѣсь по оси абсциссъ отложены разстоянія въ километрахъ отъ гидроэлектрической станціи до города, который мы предполагаемъ уда-



Коэффициенты загрузки.
I—паровая установка; II и III—гидравлическая установка.

Фиг. 2.



Разстояніе передачи, въ километрахъ.

Фиг. 3.

леннымъ на то или другое разстояніе. Кривыя справедливы для коэффициента загрузки подстанции въ 0,08, считая у зажимовъ низкаго напряжения.

Вверху для сравненія проведена горизонтальная черта АВ, выражающая стоимость энергіи отъ паровой станции при томъ же λ . Такъ какъ предполагается, что паровую установку можно помѣстить въ городѣ, то стоимость энергіи, даваемой ею, не зависитъ отъ мѣста.

На фиг. 3 изображено 2 группы кривыхъ. Нижняя изображаетъ стоимость энергіи у зажимовъ высокаго напряжения станции при различныхъ напряженияхъ, а верхняя — стоимость энергіи у зажимовъ низкаго напряжения подстанции въ городѣ.

Энергія, получаемая при 20000 вольтъ, обходится въ данномъ случаѣ дешевле потому, что она поступаетъ въ линію высокаго напряжения прямо отъ зажимовъ машинъ, не проходя черезъ трансформаторы. Несмотря на это, уже при разстояніи въ 80 километровъ отъ станции выгоднѣе передавать энергію при 40000 вольтъ и при двойной трансформации, такъ какъ въ этомъ мѣстѣ кривая стоимости энергіи при 40000 вольтъ пересѣкаетъ такую-же кривую для 20000 вольтъ.

Интересно прослѣдить, какъ увеличивается стоимость единицы энергіи по мѣрѣ увеличенія числа входящихъ въ установку частей и по мѣрѣ удаленія отъ станціи. Такъ, 1 киловаттъ-часъ энергіи у зажимовъ машинъ будетъ стоить менѣе 2,9 копѣйки. Послѣ того, какъ энергія пройдетъ черезъ трансформаторы, стоимость единицы ея увеличится до 3,6 к. На разстояніи въ 60 километровъ при 40000 вольтъ 1 киловаттъ-часъ будетъ стоить уже 4,2 коп., а по прохожденіи черезъ подстанцію — 5,33 коп. Такъ какъ при этомъ же коэффициентѣ загрузки паровая энергія будетъ стоить лишь 4,98 коп., то очевидно, не стоить устраивать гидроэлектрической станціи.

Очевидно, что для полноты картины необходимо построить диаграммы, изображенныя на фиг. 3, для многихъ значеній λ .

А. Бълой.

Третій Всероссийскій Электротехническій Съездъ въ С.-Петербурѣ.

(Продолженіе).*

Обзоръ докладовъ.

Н. М. Сокольскій (отъ имени VI отд. II Р. Т. О.). **Объ устройствѣ громоотводовъ** (I отд. 2 янв. 1904 г.).

На Второмъ Всероссийскомъ Электротехническомъ Съездѣ въ Москвѣ инж.-мех. Степановымъ былъ сдѣланъ докладъ: „Къ вопросу о защитѣ зданій отъ ударовъ молній“, съ которымъ читатели журнала „Элек-

тричество“ знакомы*). Какъ извѣстно также нашимъ читателямъ, Съездъ постановилъ просить Московское Отдѣленіе II Р. Т. О. образовать комиссію для разработки вопроса, затронутого упомянутымъ докладомъ. Независимо отъ этого, Н. М. Сокольскимъ былъ разработанъ, по порученію Электротехническаго (VI) отдѣла II Р. Т. Общества, проектъ общихъ условій для устройства громоотводовъ. Проектъ этотъ, помѣщенный ниже, состоитъ изъ рѣзко отличающихся двухъ частей.—1) общія основанія устройства громоотводовъ для защиты зданій и 2) общія основанія устройства громоотводовъ, охраняющихъ электротехническія установки сильныхъ токовъ.

Теоретическія основанія устройства громоотводовъ, будучи не вполне выясненными, заставляютъ пользоваться для этого данными изъ практики; слѣдствіемъ этого являются самыя разнообразныя конструкции громоотводовъ; принятіе же той или другой конструкции обусловливается также и располагаемыми средствами. Въ виду этого, докладчикъ и задался цѣлью отыскать такія основныя условія устройства громоотводовъ, которыя были бы приняты большинствомъ компетентныхъ лицъ или были бы основаны на точныхъ научныхъ теоретическихъ или опытныхъ данныхъ. Какъ извѣстно, такія руководящія положенія были выработаны Союзомъ Германскихъ Электротехниковъ; Н. М. Сокольскій и беретъ ихъ за основанія, внося въ нихъ рядъ существенныхъ дополненій по отношенію земныхъ отводовъ, для которыхъ онъ предлагаетъ установить предѣльныя величины сопротивленій и наивыгоднѣйшую ихъ форму. Для этого докладчикъ знакомитъ Съездъ съ нѣкоторыми теоретическими соображеніями о сопротивленіи заземленія вообще; изъ этихъ соображеній выясняется, что устройство громоотводныхъ земныхъ отводовъ посредствомъ проводниковъ цилиндрической формы выгоднѣе, чѣмъ изъ проводниковъ въ видѣ квадратныхъ пластинъ. Далѣе, обращаясь къ вопросу о томъ, какое наибольшее сопротивление громоотводныхъ заземленій можно допустить, не опасаясь за охраняемое зданіе, мы видимъ, что современная теорія и практика громоотводовъ не даютъ опредѣленнаго отвѣта на это. Однако же приведа рядъ компетентныхъ мнѣній ученыхъ и практиковъ, докладчикъ считаетъ возможнымъ остановиться на слѣдующихъ положеніяхъ.

I. Общія основанія громоотводовъ для защиты зданія.

1. Громоотводы охраняютъ зданія и внутренности ихъ отъ поврежденій и воспламененій вслѣдствіе грозы.

2. Громоотводы состоятъ:

- а) изъ приѣмниковъ,
- б) „ сѣти проводовъ,
- в) „ земныхъ отводовъ (заземленій).

а) Приѣмниками могутъ служить всякіе высокіе металлическіе предметы, плоскости или проводники электричества. Извѣстные изъ наблюденій мѣста ударовъ молній (коньки крышъ, выступающія части зданія, трубы и пр.) должны быть приспособляемы въ качествѣ приѣмниковъ или снабжаться таковыми.

б) Сѣть проводовъ, составляя непрерывное металлическое соединеніе приѣмниковъ съ землей, должна по возможности, со всѣхъ сторонъ обхватывать зданіе, въ особенности крышу, и должна идти кратчайшимъ путемъ къ землѣ, избѣгая острыхъ перегибовъ.

в) Земные отводы (заземленія) состоятъ изъ проводниковъ электричества, непосредственно и прочно соединенныхъ съ нижними концами громоотводной сѣти и широко распространенныхъ въ почвѣ, по возможности въ сырыхъ мѣстахъ.

3. Металлическія части зданій и большія металлические массы внутри и около зданій, въ особенно-

*) См. Э—во, т. г., № 8. Богородская областная универсальная научная библиотека № 9—10, стр. 134.

ствъ, которыя находятся въ значительномъ соприкосновеніи съ землей, какъ то системы металлических трубъ, рельсы и т. п., должны быть соединены между собой и съ громоотводами, находящимися на стани. На это обстоятельство должно быть обращено вниманіе при самомъ проектированіи зданія и при его постройкѣ.

4. Защита, доставляемая громоотводами, тѣмъ надежнѣе, чѣмъ лучше охранены посредствомъ приемниковъ всѣ участки зданія, представляющіе наиболѣе уязвимые пункты удара молніи, а также чѣмъ больше число наружныхъ проводниковъ и чѣмъ лучше устроены и болѣе широко распространены въ землѣ земные отводы (заземленія).

а) Наибольшее сопротивление каждаго громоотводнаго заземленія не должно быть болѣе 10 омовъ.

б) Общее сопротивление громоотводныхъ заземленій не должно быть болѣе 10—15 омовъ.

в) Устройство заземленій изъ желѣзныхъ оцинкованныхъ проволокъ диаметромъ отъ 8 мм. и болѣе является, въ большинствѣ случаевъ, технически проще и экономичнѣе, чѣмъ устройство заземленій изъ пластинъ.

г) Въ томъ случаѣ, когда нельзя достигнуть грунтовыми водами или постоянно влажнаго грунта, необходимо зарывать въ землю столько стержней или пластинъ, чтобы общее сопротивление громоотводнаго заземленія было не болѣе 10—15 омовъ.

5. Если для громоотводной сѣти употребляются желѣзные проводники, то въ случаѣ развѣтвленія они должны имѣть въ поперечномъ сѣченіи не менѣе 55 мм², не развѣтвленные не должны имѣть менѣе 100 мм².

Для мѣдныхъ проводовъ можно брать 1/2 этихъ величинъ. Для цинка—1 1/2 раза болѣе, чѣмъ сѣченіе желѣза, а для свинца—тройкратное сѣченіе желѣза.

6. Соединенія и контакты отдѣльныхъ частей громоотвода должны быть прочны, плотны и имѣть возможно большую поверхность. Не сваренныя или не спаянныя соединенія должны имѣть металлические контакты не менѣе 10 мм².

7. Для сохраненія хорошаго состоянія громоотвода необходимо, по возможности, осматривать его части, ремонтируя, дополняя и измѣняя вмѣстѣ съ ремонтомъ зданія, дополнительными пристройками и перестройками его.

Перехода затѣмъ къ громоотводамъ, охраняющимъ установки сильныхъ токовъ, докладчикъ указываетъ слѣдующее. Громоотводы эти рѣзко отличаются отъ громоотводовъ, охраняющихъ зданія и по тѣмъ задачамъ, которыя они должны выполнять, и по своей конструкціи. Атмосферное электричество частью въ какой бы формѣ оно ни проявлялось, въ формѣ ли стремительнаго разряда молніи, въ формѣ ли обыкновеннаго искроваго разряда, или въ формѣ такъ называемаго темнаго разряда—заряжаетъ электрические провода и непосредственно черезъ нихъ обмотки динамомашинъ. При этомъ отъ металлическаго корпуса машинъ, обыкновенно соединеннаго съ землей, зарядъ атмосфернаго электричества отдѣляется только сравнительно тонкимъ слоемъ изолирующаго вещества, измѣряемаго въ доляхъ сантиметра.

Второе условіе съ которымъ приходится считаться громоотводамъ для охраненія установокъ сильнаго тока, это непрерывность дѣйствія громоотвода при повторныхъ ударахъ, безъ замѣтнаго вліянія громоотвода на дѣйствія электрическихъ установокъ, чѣмъ устраняется возможность примѣненія плавкихъ предохранителей. Послѣднимъ условіемъ громоотводы для сильныхъ токовъ отличаются отъ громоотводовъ для слабыхъ токовъ, гдѣ выключеніе изъ сѣти во время грозы телефонныхъ или телеграфныхъ аппаратовъ является даже обязательнымъ.

Не то въ громоотводахъ для сильныхъ токовъ. Прекращеніе во время грозы освѣщенія, или движенія трамвая, или механической работы вообще, дол-

жны были въ цѣломъ городѣ повлечь за собою страшный безпорядокъ и даже прямо трагическія послѣдствія. Что касается конструкціи, то всѣ громоотводы для сильныхъ токовъ имѣютъ слѣдующіе общіе части:

1. Двѣ или нѣсколько металлическихъ пластинъ или стержней расположены одинъ возлѣ другого, при чемъ обѣ крайнія пластины или стержни соединены: одна съ линейнымъ проводомъ, а другая съ землей.

2. Пространство между пластинами, называемое разряднымъ промежуткомъ, строго должно соразмѣряться съ рабочимъ напряженіемъ тока и вообще съ условіями дѣйствія электрическихъ сооружений.

3. Заземленіе, устройство котораго вообще одинаково съ устройствомъ заземленія для всѣхъ вообще громоотводовъ.

Конструкціи громоотводовъ для сильныхъ токовъ весьма разнообразны въ зависимости отъ того, сохраняютъ ли они механизмы постоянного или переменнаго тока, низкаго или высокаго напряженія; конструкціи громоотводовъ зависятъ отъ характера той мѣстности, гдѣ проходятъ электрические провода, и также отъ положенія этихъ проводовъ; въ воздухѣ или подъ землей, въ видѣ кабелей; наконецъ, конструкціи громоотводовъ можетъ зависетьъ отъ самой конструкціи охраняемыхъ механизмовъ и приборовъ, обусловливающей величину самоиндукціи въ нихъ.

II. Общія основанія устройства громоотводовъ, охраняющихъ установки сильныхъ токовъ.

1. Громоотводы должны быть поставлены на каждомъ проводѣ и каждый громоотводъ долженъ имѣть свое заземленіе. Если почему либо сдѣлать это представляется неудобнымъ, то въ данный проводъ должно быть поставлено сопротивление безъ самоиндукціи, напр., угольный стержень, съ сопротивленіемъ около 80—190 омовъ.

2. Конструкція громоотвода должна быть такова, чтобы вольтова дуга, образовавшаяся вслѣдъ за разрядомъ атмосфернаго электричества, немедленно исчезала или совсѣмъ не появлялась.

3. Громоотводы для огражденія установокъ сильнаго тока не должны заключать въ себѣ такихъ приспособленій, которыя прекращали бы дѣйствіе этихъ установокъ на время очень замѣтное для глаза, или уничтожали бы дѣйствіе самихъ громоотводовъ.

4. Громоотводъ долженъ быть достаточно чувствителенъ для всякаго опаснаго въ проводахъ напряженія, происходящаго вслѣдствіе атмосфернаго электричества.

5. Чувствительность громоотвода не должна переходить предѣла, при которомъ всякое случайное увеличеніе рабочаго напряженія въ проводахъ вызвало бы образованіе вольтова дуги между разрядными пластинками громоотвода.

6. Громоотводы устанавливаются по возможности въ мѣстахъ, недоступныхъ для попаданія на громоотводы дождевыхъ капель, причемъ тѣ громоотводы, на которыхъ появляется вольтова дуга, должны находиться не ближе 1 метра отъ крыши по вертикальному направленію.

7. Въ тѣхъ случаяхъ, когда охраняемая установка имѣетъ весьма малый коэффициентъ самоиндукціи, а также когда приходится охранять громоотводами кабели, между громоотводомъ и охраняемой имъ установкой должно быть устроено одно изъ слѣдующихъ приспособленій: а) индуктивная катушка; б) отъ 10—20 витковъ провода съ диаметромъ колецъ (круговъ) около 10 см. съ обмоткой такихъ желѣзной проволокой, или в) въ толстыхъ проводахъ на протяженіи отъ 20—30 см. обмотка желѣзною проволокою или желѣзною лентою.

8. Заземленіе громоотводовъ должно быть сдѣлано изъ желѣзныхъ или мѣдныхъ проводовъ; въ первомъ случаѣ надлежитъ примѣнять скрученные или орди-

нарные безъ соединеній (склепокъ, спаекъ) провода сѣченіемъ не менѣе 50 мм², во второмъ такіе же провода сѣченіемъ не менѣе 25 мм². Переходное сопротивление не должно быть болѣе 100 омовъ.

При обмѣнѣ мнѣній было указано на громадное значеніе громоотводовъ для защиты зданій и установокъ; поэтому является весьма интереснымъ и полезнымъ:

1. Производство на всѣхъ установкахъ слабыхъ и сильныхъ токовъ низкаго и высокаго напряженія наблюденія условий грозовыхъ разрядовъ съ занесеніемъ результатовъ ихъ въ общій журналъ станціи.

2. Производство опытовъ при физическихъ лабораторіяхъ университетовъ и высшихъ техническихъ учебныхъ заведеній надъ громоотводами различныхъ конструкций при различныхъ земляныхъ сопротивленияхъ.

3. Собираніе статистическихъ данныхъ интересныхъ грозовыхъ разрядовъ съ описаніемъ условий наблюденія ихъ.

Затѣмъ было также указано на желательность примѣненія такого устройства, гдѣ бы пріемники разряда отдѣлялись отъ воздушныхъ проводовъ, а эти послѣдніе отъ подземной цѣпи, дабы имѣть возможность испытывать каждую часть отдѣльно.

(Постановленіе по докладу, см. Э—во, т. г. № 1, стр. 16).

ОБЗОРЪ.

Беспроволочная передача энергіи. Съ тѣхъ поръ, какъ была открыта телеграфъ безъ проводовъ или даже со времени опытовъ Герца вопросъ о беспроволочной передачѣ энергіи сталъ лишь вопросомъ времени,—принципально онъ уже рѣшенъ. Дѣйствительно, передача телеграфныхъ извѣстій можетъ быть названа, правда съ нѣкоторой натяжкой, передачей энергіи на разстояніи безъ проводовъ. Конечно, потери при такой передачѣ колоссальны, отдача почти бесконечно мала, изъ нѣсколькихъ тысячъ джоулей энергіи, затрачиваемыхъ на отправной станціи, до пріемной станціи доходятъ едва нѣсколько долей джоуля, но все же въ беспроволочномъ телеграфѣ передается энергія безъ проводовъ, на громадныя, подчасъ, разстоянія. Принципно вопросъ рѣшенъ, оставалось только подумать о практическомъ выполненіи задачи передачи энергіи, о повышеніи коэффициента полезнаго дѣйствія, объ удобныхъ пріемникахъ несомой электромагнитными колебаніями энергіи.

Этими вопросами уже давно, нѣсколько лѣтъ, занимался въ своей лабораторіи знаменитый Никола Тесла. Но онъ уединился отъ всего міра, заперся въ своей лабораторіи на Скалистыхъ горахъ и о ходѣ своихъ работъ, о достигнутыхъ имъ успѣхахъ, о неудачахъ,—ничего не сообщалъ ученому и техническому міру. Лишь изрѣдка въ научно-техническую печать проникали отрывочные слухи о его работахъ, помѣщались странныя фотографіи, на которыхъ были изображены Тесла сидящимъ на стулѣ въ своей лабораторіи и окруженнымъ гигантскими, молніеобразными искровыми разрядами линою въ нѣсколько метровъ. Но достовѣрнаго въ этихъ сообщеніяхъ было немного, только фотографіи гигантскихъ искръ говорили, что Тесла, повидимому, достигъ крупныхъ результатовъ, что въ его распоряженіи находятся колоссальныя средства.

Тѣмъ интереснѣе было послѣ всей этой таинственности, окружавшей работы Тесла, прочесть имъ самимъ написанную статью, помѣщенную въ юбилейномъ (30-ти лѣтіе) номерѣ американскаго журнала: „The Electrical World and Engineer“. Къ сожалѣнію, статья эта не оправдала возлагавшихся на нее ожиданій. Точнаго отчета о работахъ Тесла мы и теперь

не имѣемъ, въ чемъ заключаются его методы разрѣшенія вопроса о беспроволочной передачѣ энергіи мы и послѣ его статьи хорошенко не знаемъ. Сохраненіе ея приходится принимать на вѣру, о многомъ приходится строить догадки, многое остается совершенно непонятнымъ.

Въ своей статьѣ Тесла говоритъ, что ему удалось найти способъ передавать любое количество энергіи „на любое земное разстояніе и притомъ безъ всякихъ потерь“. На открытіе свое Тесла напалъ случайно. Въ мѣстности, въ которой расположена его лабораторія (штатъ Колорадо), случаются часто необыкновенно сильныя грозы. Одна изъ нихъ послужила ему службой. У Тесла былъ построенъ особый приборъ, указывавшій колебанія въ потенціалѣ земли. Однажды надъ лабораторіей разразилась весьма сильная гроза. Приборъ сейчасъ же показалъ сильныя колебанія въ потенціалѣ земли; по мѣрѣ удаленія грозовыхъ тучъ показанія прибора уменьшались; но по истеченіи нѣкотораго времени показанія опять начали усиливаться, становились все сильнѣе и сильнѣе и, наконецъ, достигли начальной величины. Затѣмъ они опять начали уменьшаться, перешли черезъ минимумъ и снова достигли начального максимума. Это явление продолжалось довольно долгое время. Гроза была уже за 300 км. отъ лабораторіи, а показанія прибора были такъ же велики, какъ и въ началѣ. Тесла заключилъ, что онъ имѣетъ дѣло со стоячими электрическими волнами, что по мѣрѣ удаленія грозовыхъ тучъ черезъ мѣстность, въ которой находилась его лабораторія, проходятъ послѣдовательно узлы и пучности электромагнитныхъ волнъ. Такимъ образомъ, земля, повидимому, какъ это на первый взглядъ ни странно, ведетъ себя по отношенію къ электрическимъ колебаніямъ подобно металлической сферѣ ограниченныхъ размѣровъ.

Лишь только открыто было существованіе стоячихъ электромагнитныхъ волнъ въ землѣ, какъ вопросъ о передачѣ энергіи былъ сведенъ къ построенію подходящаго вибратора, способнаго не излучать электромагнитную энергію въ пространство, а передавать электрическія колебанія землѣ. Типъ такого вибратора былъ выработанъ Тесла и представлялъ изъ себя противоположность обыкновенно употребляемому въ беспроволочной телеграфіи вибратору. Онъ состоитъ въ существенныхъ чертахъ изъ проводника малаго сопротивления и весьма значительной самоиндукціи. Подробностей объ его устройствѣ Тесла не даетъ, общій же видъ его изображенъ на фиг. 4. Поставленные Тесла опыты показали, что при помощи его вибратора можно будетъ передавать количество энергіи, далеко превосходящія тѣ, какія выступаютъ въ грозовыхъ разрядахъ.

Однако, важно передавать не только большія количества энергіи, но и извѣстія на любыя разстоянія. И Тесла говоритъ, что онъ выработалъ методы передачи телеграфныхъ извѣстій въ любую точку земной поверхности. Мало того, онъ предвидитъ возможность передачи звуковъ человеческого голоса на любыя земныя разстоянія. Всѣ эти извѣстія будутъ передаваться многочисленными системами стоячихъ волнъ разныхъ періодовъ, распространяющихся въ землѣ и въ проводящемъ слоеъ атмосферы. Можетъ показаться, что всѣ эти системы стоячихъ волнъ перепутаются между собою; но Тесла это предусмотрѣлъ и хочетъ пользоваться особымъ способомъ резонанса. Онъ занялся также вопросомъ о практическомъ выполненіи беспроволочной передачи энергіи. Ниагарская Компанія уступила ему 10000 лш. силъ энергіи со своей станціи и эту энергію Тесла хотѣлъ распылять по всему земному шару. Нужныя приспособленія уже начаты постройкой и были бы готовы теперь, еслибы не помѣшали нѣкоторыя затрудненія, которыя, однако, не имѣютъ ничего общаго съ чисто-технической стороной дѣла. Вислѣдствіи Тесла предполагаетъ распредѣлять по всему земному шару энергію въ десять миллионъ л. силъ

(вс). Напряжение, под которым будет совершаться передача, должна по словам Тесла достигнуть 100 миллионов вольт, причем такими напряжениями он теперь уже располагает и умѣетъ ими управлять.

Если все написанное вѣрно, если дѣйствительно Тесла удалось разрѣшить вопросъ о передачѣ энергии безъ проводовъ, то послѣдствія такого открытія неисчислимы. Съ водопадовъ будетъ передаваться энергія внутрь страны, съ береговъ океана энергія приливовъ будетъ передаваться въ мѣстности, лишенные мѣстныхъ источниковъ энергіи; будетъ утилизируются энергія пассатовъ; энергія солнечныхъ лучей, собранная въ Сахарѣ или въ Техасѣ или въ Гоби будетъ передаваться во всѣ точки земного шара. Пустыни оживятся, экономическія неравенства между различными странами сильно складятся, различные народы тѣснѣе сольются между собою. Но



Фиг. 4.

дѣло не только въ передачѣ огромныхъ количествъ энергіи въ одно мѣсто. Энергія будетъ распределяться по мысли Тесла также небольшими порціями, достаточными для освѣщенія частныхъ домовъ, для завода часовъ, которые будутъ показывать одинаковое время и т. д. „Когда будетъ открыта первая станція“, говоритъ Тесла: „когда будетъ показано, что телеграфныя извѣстія въ полномъ секретѣ, не мѣшая другъ другу, могутъ передаваться въ любую точку земной поверхности; звукъ человеческого голоса со всѣми его интонаціями и модуляціями можетъ быть точно воспроизведенъ гдѣ угодно на землѣ; энергія водопада можетъ быть употреблена для полученія свѣта, тепла или движущей силы за тысячи верстъ отъ него, на морѣ, на сушѣ или въ воздушной выси,—тогда человѣчество сможетъ воскликнуть: настало великое время!“

Глубоко чувствуя огромное значеніе предпринятаго имъ труда, Тесла осторожно, съ осмотрительностью подвигается въ своихъ изслѣдованіяхъ, но въ окончательномъ торжествѣ онъ твердо увѣренъ и надѣется скоро исполнить то, что имъ обѣщано. Отъ

души можно пожелать ему всякаго успѣха и съ терпѣніемъ ждать результатовъ его изслѣдованій. Когда будетъ устроена передача энергіи безъ проводовъ, то, конечно, разьяснится и тѣ многочисленныя вопросы, которые возникаютъ при чтеніи статьи Тесла. Поживемъ—увидимъ, а пока приходится принимать на вѣру его слова и надѣяться на осуществленіе его стремленій.

Новый приборъ для обнаруженія электрическихъ колебаній. Юингъ и Вальтеръ.

Еще Рутерфордъ указалъ, что для обнаруженія электрическихъ колебаній можно пользоваться ихъ влияніемъ на гистерезисъ желѣза, но его замѣчаніе оставалось безъ примѣненія до тѣхъ поръ, пока Маркони не построилъ своего детектора. Напомнимъ кратко устройство Марконіевскаго детектора: подковообразный постоянный магнитъ вращается медленно надъ желѣзнымъ сердечникомъ, составленнымъ изъ проволоки, сердечникомъ, окруженнымъ обмоткой изъ тонкаго изолированного мѣднаго провода. Вслѣдствіе вращенія магнита, сердечникъ медленно перемагничивается. Если по обмоткѣ проходятъ электрическія колебанія, то они уменьшаютъ, повидимому, гистерезисъ желѣза сердечника; вслѣдствіе этого наступаетъ быстрое измѣненіе его намагниченія и въ присоединенномъ къ обмоткѣ телефонѣ слышенъ звукъ.

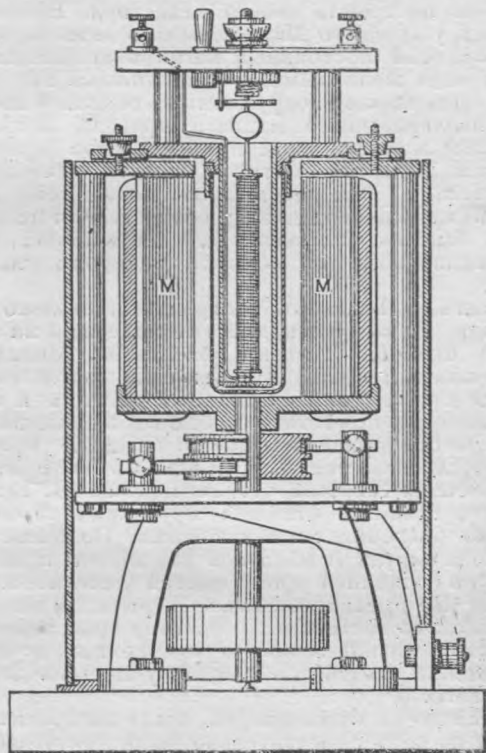
Юингъ и Вальтеръ построили нѣсколько иной приборъ, въ которомъ дѣйствіе колебаній на гистерезисъ было бы замѣтно объективно. Мысль ихъ заключалась въ слѣдующемъ: если заставить вращаться электро- или постоянный магнитъ и между его полюсами помѣстить свободный желѣзный стержень, то онъ придетъ также во вращеніе. Вращеніе это обуславливается запаздываніемъ въ измѣненіи намагниченія стержня, т. е. гистерезисомъ. Если задержать вращеніе стержня пружиной, то онъ нѣсколько отклонится и остановится. Положимъ, что стержень окруженъ обмоткой изъ мѣдной проволоки и что по послѣдней пропускаются электрическія колебанія. По предположенію, электрическія колебанія уничтожаютъ гистерезисъ; поэтому вращающій моментъ, стремившійся повернуть стержень, исчезнетъ и послѣдній откатнется къ своему первоначальному положенію.

Согласно съ изложеннымъ, былъ построенъ приборъ и на немъ дѣйствительно были получены ожидаемыя отклоненія, но они оказались чрезвычайно слабыми, еле замѣтными. Послѣ нѣсколькихъ попытокъ видоизмѣнить приборъ, Юингу и Вальтеру пришла въ голову мысль пропускать колебанія не по мѣдной проволоцѣ, а по желѣзной, служащей одновременно вращающимся стержнемъ.

Получился представленный на фиг. 5 приборъ. Электромангитъ устроенъ въ видѣ кольца, могущаго вращаться при помощи электродвигателя вокругъ вертикальной оси и снабженнаго изнутри двумя полюсными наконечниками ММ. Токъ въ него доставляется посредствомъ двухъ собирательныхъ колецъ. Скорость вращенія кольца достигаетъ 5—8 оборотовъ въ сек. Внутри кольцевого пространства помѣщенъ особый сосудъ, въ которомъ укрѣплена подвижная катушка. Она сдѣлана изъ непроводящаго стержня, на которомъ намотано много витковъ желѣзной тонкой проволоки. Витки идутъ въ ту и другую сторону для уменьшенія самоиндукціи; всего ихъ около 500. Катушка погружена для улучшенія изоляціи и усиленія затуханія колебаній въ керосинѣ или минеральное масло. Сквозь стержень проходитъ стальная ось, опирающаяся въ двѣ чашечки. Ось эта посрединѣ разрѣзана и обѣ части изолированы другъ отъ друга. Токъ подводится къ нижней части оси (черезъ чашечку) переходитъ въ припаянную къ ней желѣзную проволоку и выходитъ въ верхнюю половину оси. Къ оси прикрѣплено маленькое зеркальце.

Съ описаннымъ приборомъ Юингъ и Вальтеръ произвели рядъ опытовъ и оказалось, что онъ дѣйствуетъ весьма хорошо. Но противъ всякаго ожиданія направленіе отклоненія катушки оказалось обратнымъ тому, какое должно было бы быть, и указывало не на уменьшеніе, а на увеличеніе гистерезиса. Почему наступаетъ такое на первый взглядъ странное явленіе—пока трудно сказать: по всѣмъ вѣроятіямъ на характеръ явленія оказываетъ вліяніе спиральная форма желѣзной проволоки и наблюдаемое увеличеніе гистерезиса есть только разность двухъ противоположныхъ дѣйствій. Во всякомъ случаѣ, пока еще объ этомъ нельзя окончательно высказаться.

Какъ бы то ни было, дѣйствіе прибора оказалось весьма хорошимъ. Направляя на зеркальце пучекъ



Фиг. 5.

свѣта, можно было наблюдать движеніе катушки по перемѣщеніямъ свѣтового пятна на помѣщенной вдали шкалѣ. Перемѣщенія эти были весьма значительны, иной разъ пятно уходило за предѣлы шкалы. Такимъ образомъ приборъ этотъ можетъ служить не только для обнаруженія электрическихъ волнъ, но и для измѣренія ихъ интенсивности, что весьма существенно для установленія резонанса въ беспроволочной телеграфіи. Большимъ удобствомъ въ этомъ приборѣ является также то, что его чувствительность можетъ быть измѣнена въ весьма широкихъ предѣлахъ: отъ чувствительности, равной чувствительности когерера, до полной нечувствительности къ самымъ сильнымъ разрядамъ, происходящимъ почти рядомъ съ приборомъ. Приборъ можетъ быть легко приспособленъ къ обыкновенному телеграфному аппарату. Для этого стальная ось снабжается особымъ контактомъ, замыкающимъ токъ въ реле. (Electrician).

Новый прерыватель тока для рентгеновскихъ аппаратовъ. Новый ртутный прерыватель, построенный электрической фирмой „Sanitas“ и названный ею нѣсколько страннымъ именемъ „Во-

даль“, отличается особымъ устройствомъ трубки, выбрасывающей струю ртути. Эта трубка, имѣющая сперва вертикальное направленіе, загнута въ своей верхней части подъ прямымъ угломъ въ тангенціальное направленіе. Въ обращенной наружѣ стѣнѣ горизонтальнаго колѣна продѣланы рядъ отверстій, изъ которыхъ ртуть насасываемая въ трубку снизу, выбрасывается въ видѣ многочисленныхъ струй, направляющихся на контактные металлическіе элементы; эти вертикальные сегменты, какъ и въ другихъ подобныхъ аппаратахъ, насажены на горизонтальный дискъ, приводимый во вращеніе отъ маленькаго динамомотора. На выбрасывающее ртуть колѣно трубки надвинутъ металлическій футлярчикъ, закрывающій выпускныя отверстія; этотъ футлярчикъ можетъ перемѣщаться вдоль трубки взадъ и впередъ, причемъ его положеніе регулируется винтомъ, находящимся на крышкѣ аппарата; тѣмъ больше число выпускныхъ отверстій ртутной трубки, прикрытыхъ футлярчикомъ, тѣмъ короче каждое замыканіе тока. Такимъ образомъ, при помощи новаго прерывателя удается очень легко и точно регулировать прерываніе тока. Аппаратъ „Водаль“ требуетъ для наполненія 5 кило чистой ртути, сверхъ которой наливается еще около 3 литровъ лучшаго керосина. Когда, послѣ долгаго употребленія, ртуть загрязняется иломъ (что узнается по сильному мерцанію рентгеновской трубки), ее спускаютъ чрезъ имѣющійся внутри аппарата кранъ и промываютъ ихъ или въ сколько разъ бензиномъ, причемъ образующіеся мелкіе шарики ртути опять сливаются другъ съ другомъ. Загрязненные иломъ внутреннія части аппарата также лучше всего очищать бензиномъ. (Helios, 1904).

Выпрямители. Бургессъ. Въ послѣднее время много вниманія удѣлялось выпрямителямъ перемѣннаго тока, и уже имѣется нѣсколько методовъ болѣе или менѣе удовлетворительнаго разрѣшенія этой задачи. Идеальнымъ выпрямителемъ можно назвать такой, который позволилъ бы использовать всю энергію перемѣннаго тока, вполнѣ обращая нижнюю часть кривой тока, создавая непрерывно пульсирующий токъ одного направленія. Эта задача въ послѣднее время приобрѣла особенное значеніе въ виду той роли, которую сталь играть въ обиходъ токъ перемѣннаго направленія. Имѣющіеся типы выпрямителей можно раздѣлить на три группы:

Выпрямители, основанные на механическихъ приспособленіяхъ.

Выпрямители, которые пользуются свойствами нѣкоторыхъ тѣлъ въ сильно нагрѣтомъ или взогнанномъ состояніи.

И, наконецъ, выпрямители электролитическіе.

Было предложено довольно много приборовъ, разрѣшающихъ задачу при помощи синхронно вращающихся и пульсирующихъ частей, но всѣ они страдаютъ значительными недостатками. Сильное искрообразование, устранить которое почти нѣтъ возможности; тенденція ихъ пропускать черезъ себя обратный токъ, когда постоянная обратная электродвижущая сила, напр., заряжаемыхъ аккумуляторовъ достигаетъ известной величины, все это мѣшало и мѣшаетъ до сихъ поръ широкому примѣненію ихъ на практикѣ.

Объ другія группы выпрямителей уже не требуютъ специальныхъ механизмовъ и основаны на свойствахъ нѣкоторыхъ проводниковъ легко пропускать токъ въ одномъ направленіи и задерживать токъ обратный.

Эта асимметрія существуетъ, напр., въ вольтовой дугѣ и въ такъ называемомъ явленіи Эдисона. Въ послѣднее время, какъ извѣстно, эти явленія получили удовлетворительное объясненіе съ точки зрѣнія электронной теоріи. Они основаны на способности накаленныхъ проводниковъ испускать электроны, отрицательно заряженные частицы, и удерживать

и то же время положительный заряд. Поэтому ток, проходящий например в лампочке накалившей от уголька к положительно заряженному анодному электроду, впаиванному в эту же лампочку, является результатом переноса электронов под действием электрического поля между углем и электродом, а потому при обращении знака заряда на холодном электроде, несомненно испускаться электроны, ток должен прекратиться. Весьма вероятным в последнее время стало это объяснение и по отношению к вольтовой дуге. Но указанные явления сохранения за собой весь свой теоретический интерес, не могли быть использованы для осуществления задач выпрямления тока. Но в работ Купера (Юитта *) над проводимостью ртутных паров сделан крупный шаг в этом направлении. В своей работе этот автор показал применимость свойств ртутных паров для устройства выпрямителя, полезное действие которого достигает 80%. Его аппарат едва ли не превосходит все другие выпрямители и по количеству энергии выпрямленного тока сравнительно с его размером и весом и по высокой производительности. В настоящее время эти выпрямители, по видимому, находятся в период развития и обещают в будущем дать очень хорошие результаты.

Более испробованными и усовершенствованными являются электролитические выпрямители, появившиеся и быстро распространившиеся лишь в последнее время, хотя свойство алюминия — в растворе в некоторых случаях пропускает ток только в одном направлении — известно давно.

Алюминиевый электрод действует, как клапан, пропускающий ток в одном направлении и задерживающий его в обратном. Понятно, что чем скорее действует этот затвор, тем больше производительность выпрямителя, а при употребляющихся в настоящее время частотах переменного тока, от 35 до 100 периодов, действие клапана должно совершаться в очень короткое время. В лаборатории г. Бурреса было произведено исследование в этом направлении, которое показало, что требуется около 0,100 секунды для того, чтобы вполне закрыть проход току при перемене его направления.

Электролитический выпрямитель представляет много удобств, не требуя за собой сколько-нибудь значительного присмотра, отличаясь дешевизной и простотой конструкции. Материал, употребляемый для приготовления ванны, дешев; прерыватель работает с производительностью до 50% и не требует для начала действия большой плотности тока; наконец, большим удобством этого типа является возможность делать прибор таких небольших размеров, какие удобны для мелких обиходных функций, напр., зарядки небольших аккумуляторов от переменного тока. Испытание различных выпрямителей этого типа показало, что почти все они имеют среднюю производительность от 50 до 60%. Эти же опыты показали, что производительность почти не зависит от размера прибора.

Электролитический выпрямитель работает хорошо только при соблюдении некоторых условий; например, если напряжение превышает 50 или 60 вт., то необходимо включить последовательно второй выпрямитель. Он требует за собой, хотя и небольшого присмотра, так как в нем существует склонность к электролизу, жидкость испаряется, а электроды через некоторое время должны заменяться новыми. Но эта порча электродов и необходимый присмотр за прибором настолько незначительны, что не могут служить препятствием к применению их на практике. Так расход при работе выпрямителя выражается небольшой долей копеечки на киловатт-час, а время, которое необходимо уделять для ухода за прибором, составляет

несколько минут при десятичасовой непрерывной работе.

Необходимо обратить внимание на некоторые особенности выпрямленного тока. Так, напр., показания амперметров и вольтметров постоянного тока довольно значительно отклоняются от истинных величин. Это зависит, конечно, от своеобразного пульсирующего характера тока, для которого указанные приборы могут дать только средние величины. В виду этого, определять число ваттов из показаний вольтметра и амперметра не следует, и гораздо более пригодным для этой цели является ваттметр. Пользуясь его показаниями, по ту и другую сторону выпрямителя можно получить довольно верное представление о производительности выпрямителя.

Одним из неудобств выпрямителей с водным раствором электролита является то обстоятельство, что когда температура раствора подымается выше 30 или 40 градусов, производительность работы заметно падает. В виду этого, приходится применять такие средства, как циркуляция воды или воздуха, т. е. заключать выпрямитель в водяную или воздушную ванну, для поддержания в нем низкой температуры.

Это неудобство устраняется, если, вместо раствора, употреблять электролит в расплавленном состоянии. Оказывается, что алюминиевый электрод обладает ясно выраженной асимметрией в расплавленной натровой селитре или какой-нибудь подобной соли. Эта асимметрия оказывается даже более совершенной, чем в случае водного раствора. Поэтому выпрямитель с расплавленной солью работает на 10—30% производительнее, чем выпрямитель с водной ванной. Необходимо заметить, что этой производительности способствует и более значительная проводимость электролита в расплавленном состоянии. То, что является неудобством в вышеописанном типе выпрямителей, а именно нагревание при работе, в данном случае является полезным обстоятельством. Выделяемое током тепло служит для поддержания температуры электролита выше точки плавления.

Разложение и улетучивание расплавленной соли начинается примерно при 350°. При такой температуре одно лучеиспускание стенок ванны достаточно для того, чтобы создать температурное равновесие и не давать температур электролита подняться выше указанной критической точки.

Необходимой составной частью прибора является трансформатор, который соединяется с источником переменного тока. Этот трансформатор имеет несколько обмоток и позволяет регулировать силу тока и напряжение без посредства реостата.

Сам выпрямитель состоит из алюминиевого резервуара, заключенного в асбестовый чехол и поддерживаемого каменной оправой. В резервуар опущены два алюминиевых и два железных электрода.

Перед началом работы электролит находится в твердом, непроводящем состоянии. Для того, чтобы привести выпрямитель в действие железные электроды соединяются с той обмоткой трансформатора, которая дает ток большой силы и малого напряжения. Четырех или пяти минут достаточно, чтобы расплавить соль. Тогда этот вспомогательный ток прекращают, и выпрямитель может начать и продолжать работу, регулируя сам температуру расплавленной соли. Пока ток не превосходит 25% полной нагрузки выпрямителя, естественная потеря тепла через лучеиспускание достаточна для того, чтобы температура соли не подымалась выше известного уровня.

Когда алюминиевые электроды имеют размеры $2 \times 1 \times \frac{1}{8}$ дюйма, полная нагрузка — 10 ампер при 25—30 вольтах напряжения выпрямленного тока. На

*) См. Э—во, 1904 г., № 5, стр. 73.

короткое время токъ можетъ достигать величины въ нѣсколько разъ большей, чѣмъ нормальная, безъ вреда для выпрямителя. При нагрузкѣ на 50% больше нормальной, сильное разложение и испарение соли начинается только черезъ нѣсколько часовъ. При такой емкости въсь выпрямителя достигаетъ 30 фунтовъ, изъ которыхъ большая часть, конечно, приходится на трансформаторъ.

При постоянной работѣ выпрямителя разъ въ день необходимо прибавлять нѣкоторое количество соли, чтобы пополнять потери отъ испарения и нейтрализовать наклонность электролита принимать щелочную реакцию, вслѣдствие разложения его токомъ. При такихъ условіяхъ даже послѣ 800 часовъ работы алюминиевые электроды оказались не слишкомъ изъѣдены; что касается желѣзныхъ электродовъ, то они еще менѣе подвержены порчѣ.

Если принять во вниманіе, что выпрямитель этотъ требуетъ минимальныхъ расходовъ для поддержания его въ дѣйствиі, то всѣ указанныя свойства говорятъ рѣшительно за его преимущество передъ другими типами выпрямителей.

(Electrical Review. № 9.)

Электрическій регуляторъ. М. Жэнь.

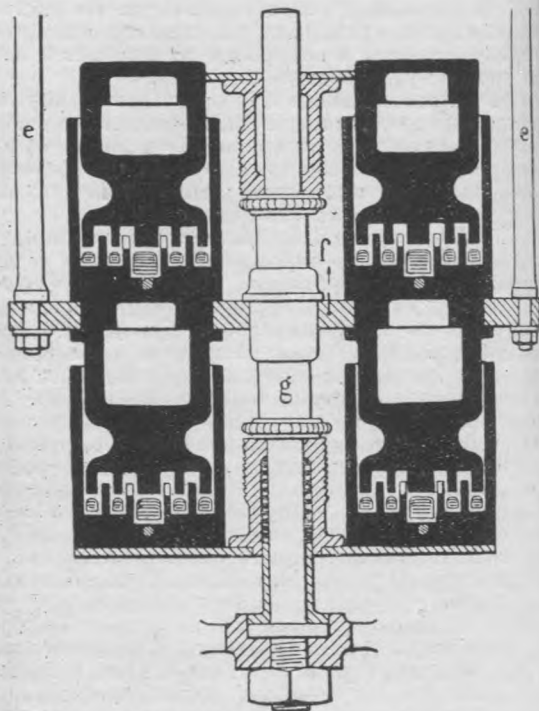
Условія, которымъ подчинены регуляторы паровыхъ и гидравлическихъ двигателей, различаются существеннымъ образомъ. Регулирование скорости паровой машины требуетъ небольшого и кратковременнаго усилія со стороны регулятора; это позволяетъ пользоваться центробѣжной силой его шаровъ, непосредственно воздействующей на распределительный механизмъ. Въ гидравлическихъ двигателяхъ для регулирования скорости необходимо измѣнять величину струи, т. е. передвигать затворъ шлюза, а это требуетъ такого значительнаго усилія, какого не можетъ дать центробѣжная система регулятора. Въ виду этого регуляторъ можетъ воздействовать на затворъ шлюза только черезъ средство спеціальнаго механизма, приводимаго въ движеніе какимъ-либо двигателемъ. Какъ только шары регулятора начинаютъ подыматься или опускаться, этотъ механизмъ долженъ приходить въ дѣйствиі, подымать или опускать затворъ до тѣхъ поръ, пока скорость двигателя не вернется къ первоначальной величинѣ. Это регулирование заканчивается послѣ ряда колебаній затвора въ ту и другую сторону. Г. Леоте замѣтилъ, что для скорѣйшаго возстановленія первоначальнаго режима необходимо остановить движеніе затвора въ тотъ моментъ, когда угловая скорость двигателя достигла максимума или минимума, когда шары регулятора, достигнувъ крайней высшей или низшей точки, начинаютъ возвращаться къ первоначальному положенію.

Регуляторъ Жэна основанъ на этомъ принципѣ. Затворъ приводится въ дѣйствиі электродвигателемъ, который получаетъ токъ отъ динамомашины, приводимой въ дѣйствиі самой турбиной или какимъ-нибудь другимъ источникомъ энергіи. Въ тотъ моментъ, когда скорость турбины начинаетъ измѣняться, регуляторъ замыкаетъ токъ и приводитъ въ дѣйствиі двигатель; токъ размыкается, когда шары регулятора достигли своего крайняго положенія.

Для осуществленія такого механизма необходимо, чтобы размыканіе и замыканіе тока происходило въ очень короткое время, чтобы прерыватели дѣйствовали скоро и не давали искръ, двигатель долженъ обладать большимъ вращающимъ моментомъ, т. е. онъ долженъ быть съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ и его обмотка должна выдерживать безъ остатка токъ въ тотъ моментъ, когда двигатель пускается въ ходъ.

Переходимъ къ детальному описанію регулирующаго механизма. На фиг. 6 изображены въ разрѣзѣ прерыватели, замыкающіе или размыкающіе токъ, питающій двигатель. Эту функцию выполняютъ двѣ

системы прерывателей, расположенныхъ одна надъ другой. Каждая система состоитъ изъ двухъ круглыхъ кюветокъ съ ртутью и двухъ крышекъ съ выступами. Каждая кюветка раздѣлена на 3 концентрическихъ отдѣленія промежуточными стѣнками, краевыхъ которыхъ въ двухъ діаметрально расположенныхъ точкахъ снабжены вырѣзами. Эти вырѣзы въ стѣнкахъ, окружающихъ центральное отдѣленіе показаны на фиг. 6 тѣмъ, что края разрѣза этой стѣнки въ зачернены. Кюветки сдѣланы изъ эбонита или какою-нибудь другого изолирующаго вещества и наполнены до извѣстнаго уровня ртутью, при нормальномъ положеніи прерывателя не доходящей до прорѣзовъ въ стѣнкахъ. Периферическія отдѣленія кюветокъ соединены съ полюсами двигателя, а центральныя съ полюсами генератора тока. Когда выступы крышки прерывателя погружаются въ полость кюветки, они вытѣсняютъ ртуть; уровень ртути подымается, черезъ прорѣзы въ стѣнкахъ устанавливается металлическое сообщеніе между центральнымъ и периферическимъ отдѣленіемъ кюветки, и токъ отъ генера-



Фиг. 6.

тора проходитъ черезъ обмотку двигателя. Верхняя и нижняя системы прерывателей соединены съ полюсами двигателя такимъ образомъ, что токъ въ индукторѣ всегда одного направленія, въ якорѣ мѣняется направленіе, смотря по тому происходитъ ли замыканіе черезъ средство верхней системы прерывателей или нижней (какимъ образомъ достигается это обращеніе тока въ якорѣ будетъ показано ниже). Въ силу этого въ одномъ случаѣ при дѣйствиі, на-примѣръ, верхнихъ прерывателей двигатель вращается въ одномъ направленіи, закрываетъ затворъ шлюза, въ другомъ же случаѣ дѣйствиі его обратное.

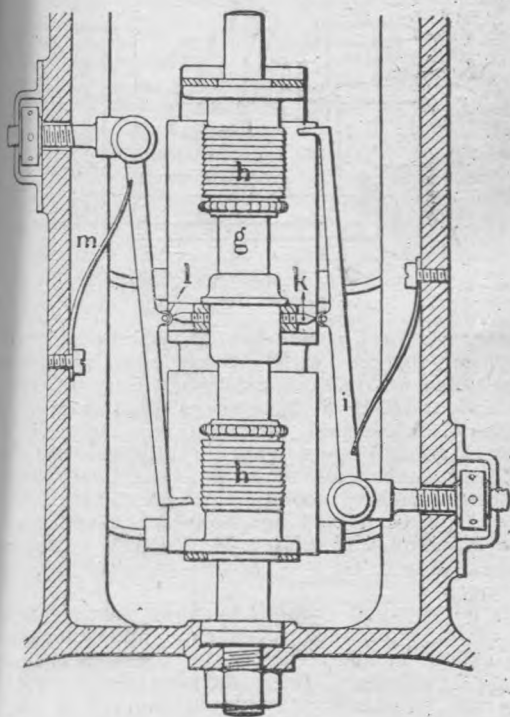
Кюветки верхней системы и крышки нижней при-сѣлены къ площадкѣ *f* (фиг. 6), которая при помощи муфты охватываетъ ось *g* регулятора и можетъ скользить по ней вверхъ и внизъ. Площадка подвѣшена на двухъ стержняхъ *ee*, которыя соединены съ центробѣжнымъ механизмомъ регулятора и могутъ подыматься или опускаться, смотря по тому, подымаются или опускаются шары регулятора. Когда

скорость двигателя начинать возрастать, площадка поднимается, верхние прерыватели замыкают ток, двигатель опускает затвор шлюза; если же скорость начинает уменьшаться, то нижняя система прерывателей приходит в действие и затвор открывается.

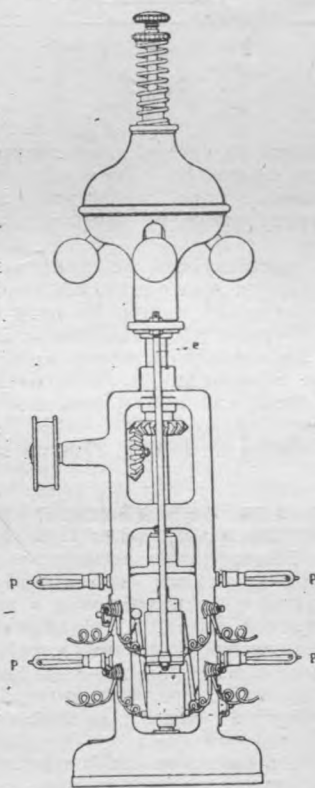
Как было указано в началѣ такое регулирование скорости еще недостаточно. Возстановленіе скорости происходит только послѣ цѣлага ряда колебательныхъ движеній затвора, путемъ постепеннаго приспособленія двигателя къ новымъ условіямъ работы. Для того, чтобы воспользоваться принципомъ Листе необходимо устроить такое приспособленіе, которое бы размыкало токъ въ тотъ моментъ, когда площадка достигнута своего высшаго или низшаго положенія начинаетъ возвращаться къ началному. Это приспособленіе изображено на фиг. 7. Крышки верхнихъ прерывателей и кюветки нижнихъ прикручены къ двумъ муфтамъ, которыя могутъ свободно скользить по оси регулятора. Муфты снабжены зубчатой нарѣзкой *h*. Два пера *ii* при помощи

ней муфты и останавливаетъ ее, когда площадка начинаетъ опускаться. Токъ размыкается; двигатель перестаетъ работать какъ разъ въ тотъ моментъ, когда это всего выгоднѣе, и угловая скорость турбины падаетъ до первоначальной величины. Когда же площадка придетъ въ свое нормальное положеніе, верхняя муфта освобождается и подъ дѣйствіемъ своей собственной тяжести опускается внизъ. Такой же процессъ происходитъ и въ томъ случаѣ, когда площадка опускается, разница только въ томъ, что нижняя муфта возвращается въ начальное положеніе при помощи слабой пружины.

Размѣры выступовъ на крышкахъ прерывателей таковы, что при погруженіи ихъ въ ртуть перемѣщеніе уровня ртути въ пять разъ больше перемѣщенія самихъ выступовъ. Благодаря этому замыканіе и размыканіе тока происходитъ очень быстро. Такъ какъ размыканіе тока происходитъ одновременно въ 4-хъ точкахъ, то возможность образованія искры и



Фиг. 7.

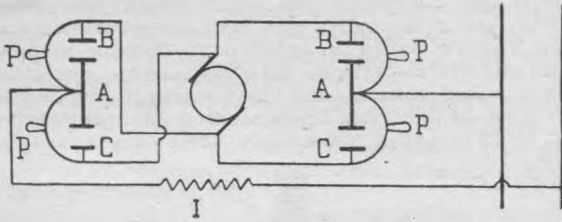


Фиг. 8.

пружинъ *mm* прижимаются своими концами къ муфтамъ; нарѣзка *hh* на муфтахъ сдѣлана такимъ образомъ, что верхняя муфта можетъ свободно подниматься, но задерживается въ своемъ движеніи внизъ, въ то время, какъ нижняя, наоборотъ, можетъ свободно перемѣщаться внизъ, но задерживается въ одномъ положеніи, когда движеніе внизъ прекращается. На фиг. 7 приборъ изображенъ въ тотъ моментъ, когда подвижная площадка занимаетъ среднее положеніе. Въ этомъ случаѣ два выступа *kk*, которыми снабжена площадка, упираются въ катушки *ll* укрѣпленныя на перьяхъ *ii* и освобождаютъ муфты съ нарѣзкой. Эти приспособленія достигаютъ какъ разъ намѣченной цѣли. Въ самомъ дѣлѣ, когда площадка начинаетъ подниматься, верхняя система прерывателей замыкаетъ токъ и приводитъ въ дѣйствіе двигатель. При своемъ движеніи вверхъ площадка поднимаетъ и крышки верхнихъ прерывателей. Какъ только площадка удалится изъ своего нейтральнаго положенія, перо *i* захватываетъ зубчатую нарѣзку верх-

дуги въ мѣстѣ разрыва значительно уменьшается; этому содѣйствуетъ и слой масла, который покрываетъ ртуть въ прерывателѣ. Слѣдующее приспособленіе совершенно устраняетъ искрообразование въ мѣстѣ контакта. Между полюсами каждой кюветки, т. е. между центральнымъ и периферическимъ отдѣленіемъ ея, включаются послѣдовательно двѣ лампы накаливанія. Онѣ представляютъ настолько большое сопротивление, что даже при отсутствіи нагрузки въ цѣпи генератора угли накалены лишь до темнокраснаго каленія; когда же прерыватель замыкаетъ токъ черезъ двигатель, то угли вовсе не даютъ свѣта. Но въ моментъ размыканія тока экстратокъ размыканія почти весь проходитъ черезъ лампы и заставляетъ ихъ ярко свѣтиться. При такомъ устройствѣ прерывателя искры въ мѣстѣ размыканія вовсе не образуются и послѣ долгаго употребленія масло не обнаружил признаковъ разложенія, которое должно было происходить, если бы черезъ него проскакивали искры. Общій видъ регулятора показанъ на фиг. 8.

Общая схема соединений генератора тока с двигателем изображена на фиг. 9, где I—обмотка индуктора, A, B и C—верхняя и нижняя системы прерывателей. Из этой схемы видно, что когда между A и B установлено металлическое соединение, то ток проходит через якорь в одном направлении, если же замкнута другая система прерывателей, то ток идет в направлении обратном. Лампы накаливания P, о которых была уже речь выше, представляют сопротивление гораздо большее, чем обмотка якоря; обмотка якоря имеет сопротивление



Фиг. 9.

около $\frac{1}{10}$ ома, в то время, как сопротивление лампы больше 100 омов. В силу этого только небольшая часть главного тока, примерно $\frac{1}{1000}$ его доля, проходит через якорь в направлении, обратном главному току.

Когда же прерыватель не действует, то весь ток из индуктора проходит последовательно через лампы и обмотку якоря. В виду большого сопротивления, которое представляют лампы, ток в цепи весьма мал (доля ампера); кроме того, ток разветвляется в точках A, а потому напряжение на полюсах двигателя почти одинаково и ток через якорь вовсе не идет.

(Bulletin de la Soc. Intern. des Electr.)

Прибор для определения электрических качеств проводки. Прибор этот позволяет очень быстро и с точностью достаточно для практических целей производить измерения изоляции, емкости и сопротивления, а так же отыскивать повреждения изоляции. Измерения сопротивления могут производиться в пределах от 0,1 ома до 1000 мегомов, емкости—от 0,005 до 3 микрофард; недостатки изоляции определяются для проводов, имеющих от 0,5 до 1000 омов сопротивления.

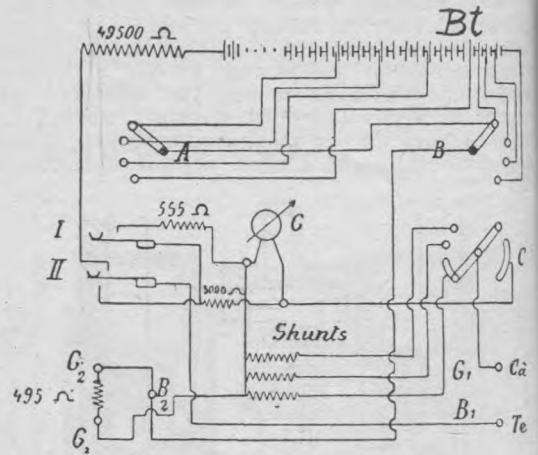
Прибор заключает в себя несколько коммутаторов, два регулятора напряжения, сопротивления и шунты, а, кроме того, батарею из 106 сухих элементов и гальванометр типа Дебре-д'Арсонваля. Этот последний помещается в особом футляре для переноски в руках; остальные же части прибора и батарея помещаются в ящике, который может быть удобно переносим на спине; в одном из отделений его находятся, кроме того, необходимые при работ инструменты. Для производства измерений ящик ставится на землю на ножки, из которых одна поднимается во время переноски прибора. На платформе, которая устанавливается по возможности горизонтально при посредстве уровня, укрепляется гальванометр при помощи трех винтов, из которых два соединены с обмоткой.

Элементы батареи размещены на двух полочках друг под другом и соединяются между собой и с платформой посредством контактов, состоящих из пружинящих полос, прижатых к мстам контакта; сопротивление в 49,500 омов всегда включено в цепь батареи; 15 элементов разбиты на группы: три группы, по четыре элемента в каждой, соединены с одним регулятором напряжения, который помещается в одном из углов плат-

формы, а три другие группы, по одному элементу соединены с другим регулятором. Посредством такого устройства можно поддерживать общее напряжение на высоте 130 вольт с точностью до одного процента, несмотря на изменение электродвижущей силы элементов с течением времени.

Гальванометр градуирован в вольтах и мегомах; шкала напряжения имеет 200 делений.

На фиг. 10 схематически изображены соединения различных частей прибора. A и B суть регуляторы напряжения, о которых говорилось выше; G—вольтметр, который посредством коммутаторов



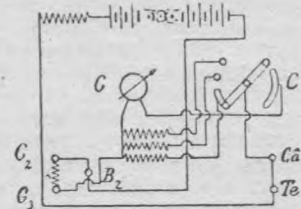
Фиг. 10.

С может быть соединен с тремя различными шунтами; цифры I и II обозначают два контакта, предназначенных для измерений емкости; зажимы G₁—кабель (Ca) и B₁—земля (Te) употребляются при исследовании изоляции и емкости. G₂ и G₃ служат только при измерении сопротивлений и определении поврежденной на линии. G₂ и B₂ обыкновенно соединены между собой; если расключить их, то между G₁ и G₂ будут находиться вольтметр и шунты, а в цепи между B₁ и B₂ батарея с сопротивлением. Между G₂ и G₃ включено сопротивление в 495 омов.

На внутренней стороне крышки ящика находится таблица для расчета измерений при нормальном напряжении в 130 вольт и краткое объяснение пользования прибором. Если батарея дает другое напряжение, то искомыми величины могут быть вычислены по указанным там формулам.

Прежде чем приступить к работ, необходимо измерить и урегулировать напряжение батареи.

Зажимы B₁ и G₁ замыкаются для этого на короткую (фиг. 11) посредством куска медной проволоки, и коммутатор С переводится в положение, обозна-



Фиг. 11.

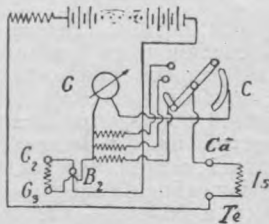
ченное дробью $\frac{1}{100}$. Вольтметр покажет тогда прямо напряжение на полюсах батареи. Если напряжение не 130 вольт, то необходимо включить или выключить необходимое количество элементов

средством регуляторов А и В. Регулятор А позволяет изменять напряжение приблизительно на 6 вольт при введении каждой новой группы элементов, коммутатор В—на 1,5 вольт. Следует избегать ставить коммутатор С в положение, соответствующее чувствительности $\frac{1}{10}$ или $\frac{1}{1}$, потому что в этом случае стрелка слишком сильно отклоняется к концу шкалы, и вольтметр может от этого пострадать. При всех изменениях следует оставлять регуляторы в том же положении, в каком они установлены в начале. При переводе коммутатора С на нулевую секцию вольтметр выводится из цепи, а батарея остается замкнутой на сопротивление в 50,000 омов до тех пор, пока не будут расключены кабель G_1 и земля B_1 . Если почему либо желательно измерить напряжение батареи каким-нибудь другим вольтметром, его присоединяют к зажимам V_1 и V_2 , но при этом необходимо помнить, что в цепи остается включенным сопротивление в 49,500 омов. Если R сопротивление этого вольтметра, а E показание его, то напряжение на полюсах батареи V выразится так:

$$V = E \frac{R + 49500}{R}$$

Измерение изоляции или больших сопротивлений.

Кабель, изоляцию которого в землю требуется определить, соединяется с зажимом G_1 (кабель), а земля соединяется с зажимом B_1 (земля). Если же исследуется воздушный провод, то его подобным же образом включают между этими зажимами (фиг. 12). Коммутатором С вводится затем в цепь вольтметра; если отклонение слишком слабое



Фиг. 12.

при установке коммутатора на $\frac{1}{100}$, можно увеличить чувствительность вольтметра до $\frac{1}{10}$ или $\frac{1}{1}$. Необходимо каждый раз при перестановке коммутатора отдавать себе отчет о возможном отклонении стрелки. Так как вольтметр включается сначала на малую чувствительность, то незнание величины сопротивления изоляции не может оказаться причиной порчи инструмента. При самой высшей чувствительности вольтметра ($\frac{1}{1}$) сопротивление изоляции прямо выражается в мегомах, если напряжение батареи предварительно урегулировано до 130 вольт; отсчет по верхней шкале дает эту величину. При чувствительности вольтметра, равной $\frac{1}{100}$, сопротивление изоляции равно

$$R = \frac{1}{100} R_1 - 45000 \text{ омов,}$$

где R_1 —показание стрелки. При чувствительности, равной $\frac{1}{100}$

$$R = \frac{1}{100} R_2 - 49500 \text{ омов,}$$

где R_2 отсчет по верхней шкале.

Если отсчет производить по шкале напряжения, то для чувствительности $= \frac{1}{1}$ получаются

$$W = 50000 \left(\frac{100V}{\alpha} - 1 \right);$$

для чувствительности $= \frac{1}{10}$

$$W = 50000 \left(\frac{10V}{\alpha} - 1 \right)$$

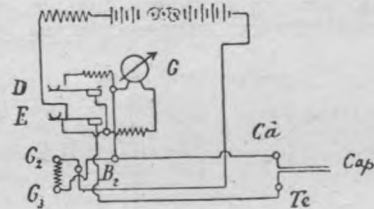
для чувствительности $= \frac{1}{100}$

$$W = 50000 \left(\frac{V}{\alpha_2} - 1 \right),$$

где V напряжение батареи, а α , α_1 и α_2 отсчет по шкале вольт в трех указанных случаях. Если V урегулировано до 130 вольт, то величина испытуемого сопротивления прямо находится по таблице, приложенной к прибору.

Измерение емкости. Для измерения емкости кабеля, зажимы кабель и земля (Ca и Te) соединяются соответственно с кабелем и землей. Если необходимо измерить емкость системы проводников, напр, конденсатора, то оба проводника присоединяются к зажимам кабель и земля (Ca и Te).

Коммутатор С оставляют на нуль. Кабель заряжается отрицательным электричеством, положительный же полюс батареи соединяется с землей. Если затем разомкнуть ключ E (фиг. 13), положительный полюс батареи отключается от земли



Фиг. 13.

и кабель разряжается в землю через вольтметр, и стрелка его дает показание. посредством ключа E можно ввести параллельно к вольтметру шунт, который уменьшает его чувствительность до $\frac{1}{10}$. Этот шунт увеличивает декремент баллистического отклонения и уменьшает таким образом его чувствительность. Если замкнуть ключ I, не замыкая II, выводится из цепи шунт и вольтметр принимает свою прежнюю чувствительность. Показание вольтметра по шкале вольт дает следующую величину для емкости, заключающейся между зажимами кабель и земля:

$$C = c_1 V \alpha_1.$$

Если не пользоваться ключем D и

$$C = c_2 V \alpha_2,$$

если D замкнуть. В этих формулах V—разность потенциалов на полюсах батареи; C_1 и c_2 две постоянных зависящих от свойств вольтметра; эти постоянные, впрочем, несколько зависят от величины отклонения, потому что успокоение в вольтметре само зависит от величины отклонения. Для V=130 вольт по приложенной таблице прямо находится величины емкости С. Так как отклонения пропорциональны разности потенциалов, то легко определить на основании данных таблицы емкость и в том случае, когда напряжение отклоняется от нормальной величины.

Для измерений емкости вольтметр шунтируется только слегка, чтобы получить большую чувствительность. Для получения аperiodического затухания коммутатора переводится в положение $\frac{1}{100}$; когда стрелка остановится, коммутатор ставят опять на ноль. При сырой погоде, замкнув ключ E, можно получить постоянное отклонение, вследствие того, что полюс батареи не вполне изолирован от земли; для устранения этой погрешности достаточно переменить зажимы кабель и земля.

Измерение сопротивлений. Измерение сопротивления производится по методу отщепления. Незвестное сопротивление подключается параллель-

но къ гальванометру. Малые сопротивления приключаются прямо; при больших въ цѣпь вводится добавочное сопротивление въ 4,950 омовъ; цѣпь всегда остается замкнутой на 50,000 омовъ. Незначительнымъ измѣненіемъ общаго сопротивления при параллельномъ включеніи неизвѣстнаго сопротивления можно пренебречь.

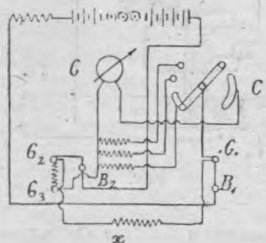
Для производства измѣренія зажимы G_1 и V_1 соединяются между собой. Если приключить измѣряемое сопротивление къ точкамъ G_1 и G_2 , то есть параллельно къ гальванометру и его шунтамъ (фиг. 14), то, переставляя коммутаторъ получаютъ:

$$X = \frac{500z}{V - \alpha},$$

если коммутаторъ находится въ положеніи $1/100$, и

$$X = \frac{545z_1}{10V - \alpha_1},$$

если коммутаторъ находится въ положеніи $1/10$, при чемъ V нормальное напряженіе, α — отсчетъ по шкалѣ. При первомъ положеніи при $X = \infty$, $\alpha = V$, поэтому отклоненіе никогда не будетъ больше, чѣмъ то, которое соотвѣтствуетъ напряженію на полюсахъ ба-



Фиг. 14.

тареи. При второмъ положеніи малые сопротивления измѣряются съ большой точностью. Положеніе коммутатора на $1/1$ не представляетъ никакихъ преимуществъ, и потому имъ вовсе не пользуются.

Если неизвѣстное сопротивление включено между G_3 и G_1 , оно тоже оказывается включеннымъ параллельно гальванометру и шунтамъ, но безъ добавочнаго сопротивления и при этой схемѣ можно измѣрять меньшія сопротивления. Величины сопротивлений вычисляются по формуламъ

$$X = \frac{5z}{V - \alpha},$$

когда коммутаторъ находится въ положеніи $1/100$ и

$$X = \frac{50z_1}{10V - \alpha_1},$$

если коммутаторъ поставленъ на $1/10$.

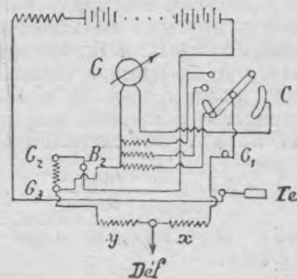
Для $V = 130$ вольтъ величины эти прямо находятся по таблицѣ.

Слѣдуетъ замѣтить, что для малыхъ сопротивлений величина ихъ получается точнѣе, если ихъ соединить съ G_3 ; при чувствительности въ $1/100$ можно измѣрять приблизительно всѣ сопротивления отъ 0,05 до ∞ ; при чувствительности $= 1/10$ можно измѣрять достаточно точно сопротивления отъ 0,05 до 10 омовъ. При большихъ сопротивленияхъ лучше пользоваться зажимомъ G_2 ; при положеніи коммутатора на $1/100$ можно приблизительно опредѣлять величину сопротивления отъ 5 омовъ до безконечности; при положеніи на $1/10$, можно точно измѣрять величины отъ 1 до 100 омовъ.

Опредѣленіе поврежденій на линіи. Для того, чтобы отыскать мѣсто порчи изоляціи проводника необходимо составить извѣстнымъ образомъ петлю и соединить концы ея съ приборомъ. Тогда можно опредѣлить относительную величину

секцій кабеля между концами его и мѣстомъ поврежденія. Зная это отношеніе, легко найти мѣсто поврежденія Def. Такъ какъ всѣ измѣренія прибора производятся методомъ отвѣтвленія, то искомое отношеніе опредѣлится изъ двухъ измѣреній. Въ первомъ случаѣ одна изъ секцій будетъ въ отвѣтвленіи, а главной же цѣпи будутъ другая секція и вольтметръ; при второмъ измѣреніи обѣ секціи мѣняются мѣстами. Показанія вольтметра будутъ обратно пропорціональны величинамъ секцій.

Для производства измѣреній зажимъ земля соединяется съ землей, а петля включается между G_1 и G_3 (фиг. 15) или G_1 и G_2 . Поставивъ коммутаторъ C въ положеніи $1/100$ или $1/10$, производятъ



Фиг. 15.

отсчетъ показанія стрѣлки вольтметра α_1 . Затѣмъ перемѣняютъ концы и производятъ второй отсчетъ α_2 . Отношеніе секцій кабеля равно

$$x : y = \alpha_2 : \alpha_1$$

гдѣ x величина той секціи, которая при первомъ измѣреніи была соединена съ зажимами G_1 .

Въ этихъ измѣреніяхъ при малыхъ сопротивленияхъ выгоднѣе пользоваться зажимомъ G_3 ; для большихъ сопротивлений пользуются зажимомъ G_2 . Если стрѣлка вольтметра не отклоняется за шкалу, то можно пользоваться всегда чувствительностью $1/100$. Понятно, что оба измѣренія должны быть произведены при одномъ и томъ же положеніи коммутатора C съ тѣми же самыми зажимами.

Если сопротивление въ мѣстѣ поврежденія мѣняется во время производства измѣренія, то полезно нѣсколько разъ переключать концы петли и брать среднее показаніе вольтметра. Если сопротивление проводниковъ соединяющихъ кабель съ приборомъ сравнимо съ сопротивленіемъ кабеля, то необходимо принять ихъ во вниманіе и включить въ расчетъ.

Если кабель совершенно разорванъ, то для нахождения мѣста поврежденія опредѣляютъ величину емкости обыкн. частей кабеля пользуясь схемой, изображенной на фиг. 12.

(Revue Électrique, T. I. № 2).

Новый первичный элементъ. Въ большой плоской ваннѣ располагаются рядомъ нѣсколько угольныхъ пластинъ, размѣра 16×37 см. Каждая пластинка обклеена съ краевъ узкой лентой изъ какого-нибудь вещества, не подвергающагося дѣйствию кислотъ. Эта лента подымается надъ поверхностью электродовъ и образуетъ такимъ образомъ внутри большого сосуда рядъ небольшихъ; глубина ихъ отъ 6—8 мм. Къ каждому углу прикрѣплена свиновая пластинка, служащая однимъ изъ полюсовъ элемента. На нѣкоторой высотѣ эта полоска образуетъ петлю, въ которую вставляется маленькая воронка, доставляющая къ электроду деполаризирующую жидкость. Надъ угольнымъ электродомъ на низкихъ изолирующихъ подставкахъ помѣщаются желѣзныя пластинки, служащая вторыми электродами. Разстояніе между электродами очень мало; нижняя поверхность желѣзныхъ электродовъ приходится примѣрно на уровнѣ

справ, образуемых лентой, окружающей угольные электроды *). Таким образом в одной ванне помещаются несколько элементов, расположенных рядом. В виду того, что расстояние между электродами очень мало и каждый элемент представляет из себя отдельный сосуд, концентрационные токи между элементами незначительны.

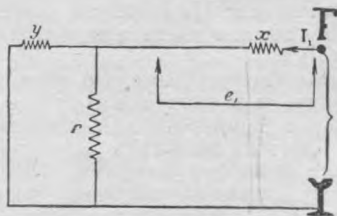
Непрерывное доставление деполяризатора устроено следующим образом. Из сосуда, помещенного над элементом деполяризатор вытекает по капле через кран; капли падают на острое лезвие и делятся пополам; затем эти две капли стекают по двум желобкам и попадают опять на два лезвия и каждая опять делится на две капли. Это деление идет до тех пор, пока первоначальная капля не разделится на столько частей, сколько элементов в данной ванне. В конце концов все капли попадают в воронки, укрепленные над каждым элементом, а оттуда в элементы, почти совсем без волну жидкость между электродами. Угольные электроды покрываются равномерным слоем деполяризатора, толщина которого с течением времени возрастает. Таким приспособлением достигается равномерное, непрерывное и автоматическое доставление деполяризатора.

При указанном устройстве элемента, деполяризатор утилизируется до последней капли, а железные электроды растворяются равномерно по всей поверхности, так как концентрационные токи имеются только в направлении, перпендикулярном поверхности электрода.

Электролитом в этом элементе служит раствор поваренной соли или лучше слабый раствор хлорного железа. Деполяризатором является болде крепкий раствор хлорного железа. В виду дешевизны этих материалов и в виду возможности легко регенерировать деполяризующую жидкость, пропускаемая через нее хлор, расход, который требуется для этого элемента, ничтожен сравнительно с другими элементами. Постоянное доставление деполяризатора во время работы дѣлает его очень постоянным. Каждый элемент дает напряжение в 0,9—1,0 вт. Для того, чтобы получить большее напряжение, можно пользоваться хромовой кислотой, при которой напряжение достигает 1,7—1,8 вт.

Centralblatt für Akkum. Techn.

Определение изоляции рабочего провода электрической железной дороги. Моркк. Для исследования изоляции рабочего провода автор разработал следующую метод, принцип которого, а также практическое осуществление указаны на фиг. 16 и 17. Обозначим через x и y выраженные в омах величины изоляции между рабочим проводом F и поддерживающей его поперечной проволокой



Фиг. 16.

с одной стороны и между поперечной проволокой и столбом с другой. Сопротивление r в начале выключается, и между проводом и проволокой, к

*) Ванна наполняется электролитом настолько, чтобы покрывались все железные пластины.

которой онъ подвѣшенъ, вводится вольтметр V ; пусть отклонение стрѣлки в этомъ случаѣ e_1 ; послѣ этого вольтметръ включается между рабочимъ проводомъ и возвратнымъ рельсомъ; пусть показаніе вольтметра во второмъ случаѣ E_1 . Получаются два соотношенія:

$$e_1 = J_1 x \quad E_1 = J_1 (x + y),$$

изъ которыхъ получаемъ

$$E_1 = \frac{e_1}{x} (x + y)$$

Тѣ же измѣренія повторяются послѣ введенія известнаго сопротивленія r параллельно y . Если показанія вольтметра соотвѣтственно e_2 и E_2 , то имѣемъ

$$e_2 = J_2 x \quad E_2 = J_2 \left(x + \frac{ry}{r+y} \right);$$

изъ этихъ равенствъ получаемъ

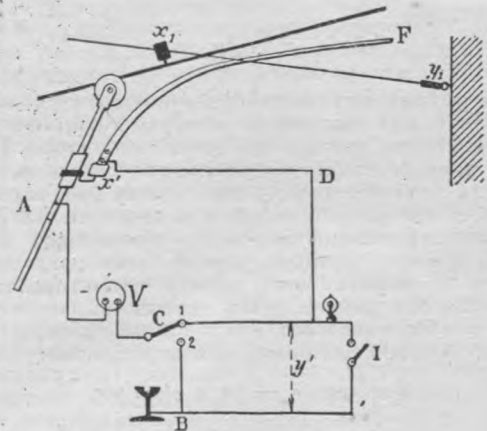
$$E_2 = \frac{e_2}{x} \left(x + \frac{ry}{r+y} \right)$$

Полагая $E_1 = E_2 = E$, гдѣ E напряжение на линіи, получаемъ величины x и y :

$$x = \frac{Er(e_2 - e_1)}{(E - e_1)(E - e_2)} \quad y = \frac{Er(e_2 - e_1)}{e_1(E - e_2)} \quad (2)$$

Эти измѣренія легко произвести на практикѣ, прикрѣпивъ къ шесту троллея посредствомъ изолирующей муфты плоскую пружину F такой длины, чтобы обезпечить продолжительное соприкосновеніе ея съ проволокой подвѣса при прохожденіи въ этомъ мѣстѣ вагона.

Общая схема соединеній изображена на фиг. 17. Вольтметръ, коммутаторъ C , ключъ J находятся внутри трамвая. Редстать состоитъ изъ такого числа



Фиг. 17.

лампъ накалыванія, чтобы въ случаѣ $x=0$, онѣ могли вынести полное напряжение, господствующее на линіи. Цѣпь Fx, DC, A соотвѣтствуетъ первому изъ вышеуказанныхъ случаевъ; переставляя коммутаторъ C на 2, получаемъ вторую схему AC_2B . При помощи контакта на изолирующей ручкѣ нѣсколько разъ соединяютъ A и B черезъ вольтметръ и берутъ среднюю величину напряженія E .

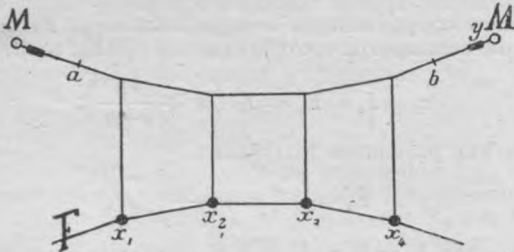
Противъ этого метода можно возразить, что онъ вводитъ параллельно измѣряемымъ два новыхъ сопротивленія въ видѣ изоляціи x' и y' . Но эти величины легко опредѣлить тѣмъ же способомъ, когда пружина F не касается проволоки подвѣса. Въ этомъ случаѣ необходимо разсмотрѣть двѣ цѣпи $x'DC, A$ и AC_2B . Если сопротивление x' и y' очень велики, то поправки на нихъ можно и не дѣлать; въ против-

номъ случаѣ истинныя величины изоляціи x_1 и y_1 вычисляются по слѣдующимъ формуламъ:

$$x_1 = \frac{xx'}{x'+x} \text{ и } y_1 = \frac{yy'}{y'+y}$$

въ которыхъ xx' , y и y' находятся по формуламъ (1) и (2).

На поворотахъ и на перекресткахъ изоляція менѣе хороша, потому что современная практика пользуется параллельнымъ включеніемъ изоляторовъ вмѣсто послѣдовательнаго. Фиг. 18 представляетъ



Фиг. 18.

примѣръ такого включенія: четыре изолятора x и два изолятора y расположены параллельно. Изоляція была бы не менѣе хороша, если бы многочисленные изоляторы x_1, x_2, x_3 и x_4 замѣнить металлическими скрѣпками и вмѣсто нихъ ввести два изолятора a и b послѣдовательно къ y . Въ самомъ дѣлѣ, если Z представляетъ сопротивление изолятора въ омахъ, то для сопротивленія всей системы изоляторовъ получаемъ въ первомъ случаѣ

$$\frac{Z}{4} + \frac{Z}{2} = \frac{3}{4} Z,$$

а во второмъ

$$\frac{2Z}{2} = Z.$$

Для оцѣнки метода авторъ приводитъ слѣдующіе результаты его опытовъ, въ которыхъ сопротивленія x и y состояли, каждое изъ одного изолятора. Измѣренія, произведенныя прежнимъ способомъ, дали ему разность потенциаловъ 0,5 вт., между рабочимъ проводомъ и проволокой по двѣса и почти то же число для разности напряженій между проволокой и землей. Изъ этихъ данныхъ можно было заключить о равенствѣ сопротивленій обоихъ изоляторовъ. Но, примѣняя описанный здѣсь методъ съ сопротивленіемъ $r=1650$ омовъ отъ пяти лампъ, авторъ получилъ слѣдующія величины для напряженій:

$$E = 525, e_1 = 0,5 \text{ и } e' = 495,$$

изъ которыхъ находимъ, что отношеніе $\frac{x}{y} = \frac{1}{1000}$.

Изоляція у одной пары колпачковъ оказывается въ тысячу разъ большей, чѣмъ у другой ($x=0,027$ и $y=28,6$ мегомовъ). La Revue Électrique.

Электрическая тяга на каналахъ. Въ Америкѣ существуетъ только одно предприятие, эксплуатирующее электрическую энергію для тяги на каналахъ; это—Miami and Erie Canal Transportation Company. Каналъ представляетъ водный путь между городами Толедо и Цинциннати и тянется на разстояніи 390 км.; но въ настоящее время эксплуатируется только часть этого пути, длиной въ 67 км., между Цинциннати и Дайтономъ. Подвижной составъ пути состоитъ изъ 7 локомотивовъ системы Вестингауза-Болвина и 20 грузовыхъ судовъ.

Путь желѣзной дороги имѣетъ нормальную ши-

рину; всѣ рельсы представляетъ 32 кгр. на метр. Для прохода подъ мостами, которые здѣсь очень многочисленны и изъ которыхъ не всѣ могли быть приводняты, пришлось опускать путь, устроивъ для его защиты бетонную стѣну между каналомъ и дорогой. Разстояніе оси пути отъ воды въ среднемъ 1,8 метра. Видъ городовъ максимальная крутизна пути—250 и самый большой уклонъ 2:100. Глубина канала—1,20 м.; ширина у дна 7,30 м., а на поверхности 12 м. Скорость судна не должна превышать 6,4 км. въ часъ. До сихъ поръ караваны судовъ состоятъ не больше, какъ изъ пяти; но въ случаѣ необходимости можно это число увеличить до десяти судовъ.

Исключительныя условия, въ которыхъ находится этотъ путь, позволили примѣнить довольно рѣдкую систему распределенія. Въ этомъ случаѣ требуется передача энергіи на большое разстояніе по одной линіи, при чемъ нагрузка состоитъ изъ нѣсколькихъ тяжелыхъ поѣздовъ, которые могутъ оказаться скученными на короткомъ разстояніи. Количество энергіи, потребляемое каждымъ поѣздомъ постоянно, такъ что всѣ условия благоприятствуютъ примѣненію двигателей переменнаго тока, питаемыхъ черезъ посредство воздушнаго тролля съ высокимъ напряженіемъ и трансформаторовъ, находящихся въ локомотивѣ. Остановки поѣздовъ рѣдки, развитие скорости должно происходить постепенно, что говоритъ за примѣненіе асинхронныхъ двигателей. Въ виду этого, локомотивы снабжены асинхронными трехфазными двигателями, питаемыми черезъ посредство двухъ воздушныхъ троллестей и рельсы.

Компанія не нуждалась въ постройкѣ собственной станціи для добыванія энергіи, такъ какъ въ близкомъ каналѣ уже имѣется ихъ нѣсколько. Токъ доставляется въ настоящее время отъ Cincinnati Gas and Electric Company. Трехфазный токъ въ 4200 вольтъ и 60 периодовъ въ секунду поступаетъ въ вспомогательную станцію, снабженную тремя трансформаторами въ 150 квт. каждый, изъ которыхъ—одинъ запасной. Эти трансформаторы питаютъ двигатель въ 450 лошадиныхъ силъ токомъ въ 390 вт. Двигатель соединенъ съ трехфазнымъ альтернаторомъ на 300 квт. (395 вольтъ и 25 периодовъ). Альтернаторы во-первыхъ непосредственно доставляютъ токъ на ту часть пути, которая проходитъ въ Цинциннати, во-вторыхъ, онъ соединенъ съ тремя трансформаторами на 250 квт., которые поднимаютъ напряжение до 33000 вт. и посылаютъ токъ къ четыремъ вспомогательнымъ станціямъ, разставленнымъ приблизительно на разстояніи 20 км. одна отъ другой на пути между Цинциннати и Дайтономъ. Для этой передачи примѣняются кабели изъ алюминія. На каждой станціи находятся три трансформатора на 150 квт., которые понижаютъ напряжение до 1170 вольтъ. Воздушные провода сдѣланы изъ мѣдной проволоки. На той части пути, которая питается токомъ 1170 вт., не употребляютъ питающихъ проводовъ, но на линіи въ Цинциннати параллельно каждому проводу тролля идетъ алюминиевый кабель на разстояніи 10 км.

Локомотивы четырехколеснаго типа, употребляемаго въ копяхъ, и всѣтъ около 25 тоннъ. Каждый снабженъ двумя асинхронными двигателями въ 80 лошадиныхъ силъ съ двойнымъ регулированіемъ скорости и тремя трансформаторами.

Грузовыя суда имѣютъ слѣдующіе размѣры: длина 24 м., ширина 4 м., глубина 2,7 м. Они могутъ нести грузъ въ 66 тоннъ при осадкѣ въ 0,90 м. Но въ виду теперешняго состоянія канала нагрузка не превышаетъ 50 тоннъ.

Главный интересъ этого предприятия заключается въ томъ, что это первый примѣръ въ Соединенныхъ Штатахъ примѣненія двигателей переменнаго тока для тяги.

La Revue Électrique.

Счетчикъ электричества по двойному тарифу. Для того, чтобы равномернѣй можно было эксплуатировать электрическую станцію, работающую преимущественно для освѣщенія, т. е. чтобы освѣщать также дневныхъ потребителей для иныхъ цѣлей, необходимо продавать электрическую энергію не по болѣе дешевой цѣнѣ, чѣмъ ночью. Въ виду этого, часто желательно имѣть счетчики для двойного тарифа, которые бы отдѣльно считали электричество потребленнымъ днемъ и ночью. Подобный счетчикъ построенъ, какъ описываетъ Shoultz въ *Electricity Review* (1904 г. т. 54), Арномъ. Къ своему извѣстному счетчику Аронъ прибавляетъ электрические часы, которые кромѣ обычного циферблата снабжены еще двумя подвижными указательными стрѣлками, изъ которыхъ одна устанавливается (подобно указателю будильника) на тотъ часъ, когда должно находиться дѣйствіе дешеваго тарифа, другая — на часъ начала дорогого. Самъ счетчикъ имѣетъ не одну, а двѣ системы счетныхъ колесиковъ и стрѣлокъ, и каждая изъ системъ поочередно приводится въ дѣйствіе или останавливается, когда наступаетъ время, обозначенное указательными стрѣлками часовъ.

Электролитическій антифрикціонный металлъ изготовляется Ридеромъ слѣдующимъ образомъ. Въ гипсовой формѣ, покрытой слоемъ графита, отлагается въ обыкновенной мѣдной гальванокаталической ваннѣ (аноды — изъ мѣди) слой мѣди; по достиженіи этимъ слоемъ извѣстной толщины, она покрывается слоемъ графитоваго порошка, затѣмъ вновь продолжается электролизъ и осаждение мѣди и т. д. Такимъ образомъ получается матеріалъ, состоящій изъ прочно скрѣпленныхъ, чередующихся слоевъ мѣди и графита, или изъ покрытыхъ мѣдью перышекъ графита, обладающій малымъ треніемъ и потому очень пригодный въ качествѣ антифрикціоннаго металла, также для изготовленія щетокъ для динамомашинъ и т. п.

Приспособленіе для полученія радиограммъ съ рѣзкими контурами. При радиографированіи человѣческаго тѣла такія части, какъ гайки, контуры получаютъ распылчатые, все изображеніе — подернутымъ дымкой. Причиной этого является сильное разсѣиваніе X-лучей, или точнѣе, присутствіе въ испускаемомъ рентгеновской трубкой излученіи такъ называемыхъ вторичныхъ или S-лучей („Secundär-Strahlen“), обладающихъ большимъ разсѣиваніемъ. Если подл рентгеновской трубкой помѣстить экранъ изъ толстаго свинцоваго листа съ вырѣзаннымъ круглымъ отверстіемъ, въ которое вставлена открытая съ обоихъ концовъ металлическая трубка, и на разстояніи 5—10 см. отъ нижняго отверстія трубки положить флуоресцирующій листъ, то на послѣднемъ появляется круглое флуоресцирующее пятно съ рѣзкими контурами, вызванное, какъ можно судить по его величинѣ, главнымъ образомъ дѣйствіемъ прямолинейно распространяющихся первичныхъ X-лучей; но этотъ дискъ окруженъ менѣе свѣтлымъ флуоресцирующимъ кольцомъ, внѣшніе контуры котораго не рѣзки, а распылчаты: это кольцо и образовано дѣйствіемъ вторичныхъ, разсѣянныхъ S-лучей. Въ виду такого характера распространения первичныхъ и вторичныхъ лучей Ф. Дессауэръ и Б. Виртеръ построили слѣдующее простое приспособленіе, отдѣляющее оба эти рода лучей другъ отъ друга и дающее такимъ образомъ возможность пользоваться изолированными прямолинейными X-лучами, т. е. получать радиограммы съ рѣзкими контурами. Исходящее изъ рентгеновской трубки излученіе пропускается сперва чрезъ одну открытую съ обѣихъ сторонъ трубку, а затѣмъ чрезъ вторую, болѣе короткую, ось которой совпадаетъ съ осью первой; между обѣими трубками оставленъ нѣкоторый свободный промежутокъ. Вторичные S-лучи,

испытывая рядъ отраженій на внутреннихъ стѣнкахъ первой трубки, по выходѣ изъ нея, разсѣиваются чрезъ свободный промежутокъ по всѣмъ направленіямъ; прямолинейные же первичные X-лучи направляются только чрезъ вторую трубку и, освободившись отъ первыхъ, даютъ радиограммы съ очень рѣзкими контурами; можно также, для болѣе полного отдѣленія S-лучей, составить приборъ изъ болѣе чѣмъ двухъ такихъ „фильтровъ“: промежутки между каждыми двумя трубками служатъ для удаленія разсѣивающихся S-лучей. Послѣдняя, нижняя трубка (короткая, въ видѣ кольца) плотно прижимается къ тѣлу пациента. При помощи прибора Дессауера и Вирнера, уже примѣняемаго болѣе чѣмъ въ ста клиникахъ, удается получать радиограммы позвоночника съ такой отчетливостью, что на нихъ видна даже структура косточекъ, точно также хорошо получаютъ изображенія камней въ почкахъ, желчныхъ ходахъ, пузыряхъ и т. далѣе. (*Physik. Zeitschrift.* 1904).

БИБЛИОГРАФІЯ.

Ueber die wechselseitigen Beziehungen der Bewegungsenergie und der strahlenergie, von VI. v. Türin. Aus Ostwald's Annalen der Naturphilosophie. 13 стр. 1904.

О взаимоотношеніи между кинетической энергіею и лучистой энергіею. Вл. Тюрина.

Мы говорили о первой статьѣ В. А. Тюрина, трактующей о вопросѣ, который обозначенъ написаннымъ выше заглавіемъ, и помѣщенной тоже въ журналѣ Оствальда: *Анналы натурфилософій* (*). Въ своей первой работѣ по этому вопросу авторъ стоялъ на точкѣ зрѣнія энергетической, на нѣсколько зыбкомъ еще фундаментѣ разчлененія понятія энергіи на два множителя и характеристики этихъ множителей. Въ настоящей статьѣ В. А. Тюринъ основывается главнымъ образомъ на идеѣ о сохраненіи количества движенія, противъ которой могутъ свидѣтельствовать лишь бароны Мюнхаузены (s. 273); притомъ ему приходится установить нѣсколько фиктивного понятія о количествѣ движенія въ потокѣ лучей.

Авторъ приходитъ отчасти къ извѣстнымъ выводамъ объ ускореніи, сообщаемомъ лучами тѣлу, на которое они падаютъ, отчасти къ новымъ: объ ускореніи, сообщаемомъ лучами тѣлу, изъ котораго они исходятъ; о возможности обращенія энергіи движенія въ энергію лучистую: движущееся тѣло останавливается, обращая свое движеніе въ лучи.

Эта весьма интересная статья является поучительнымъ примѣромъ тому, какъ строго и отчетливо современное теоретическое мышленіе въ физикѣ; помощью немногихъ основныхъ принциповъ и идеальныхъ воображаемыхъ процессовъ можно раскрыть цѣлый мірокъ явленій вполне определенныхъ качествено, а иногда, по крайней мѣрѣ относительно порядка ихъ величины, и — количественно; и притомъ пользуясь лишь элементарнымъ анализомъ конечныхъ величинъ.

Можно пожалѣть о двухъ обстоятельствахъ, что авторъ узналъ лишь по указанію Оствальда (s. 270) о работѣ столь извѣстнаго русскаго физика, П. Н. Лебедева, по вопросу о значеніи свѣтового давления въ теоріи кометъ, и что В. А. Тюринъ не напечаталъ своей статьи также и въ русскомъ физическомъ журналѣ.

В. Л.

Principales Découvertes et Publications concernant l'Électricité de 1562 à 1900. Par E. Sartiaux et M. Allamet.

* См. Э—во, 1903 г. № 1—2, стр. 32.

Monographie du Musée Rétrospectif Français de l'Electricité à l'Exposition Universelle de 1900.

Главнѣйшія открытія и изданія по электричеству съ 1562 по 1900 г. Е. Сартіо и М. Алиамэ. Описание Французскаго Историческаго музея по электричеству на Всемирной Выставкѣ въ Парижѣ 1900.

Иллюстрировано 29 портретами, 278 рисунками и 9 автографами. Париж. Изданіе J. Rueff'a. 1903. 267 страницъ въ 8 б. д. л.

Во Французскомъ Историческомъ музеѣ по электричеству на Всемирной Выставкѣ 1900 г. были собраны богатыя и въ высшей степени цѣнныя коллекціи различныхъ старинныхъ и новыхъ электрическихъ аппаратовъ, рисунковъ, произведеній, писемъ и т. д. больше французскихъ ученыхъ, но далеко не исключительнѣе ихъ; въ этомъ музеѣ были и экземпляры и англійскихъ, нѣмецкихъ и другихъ приборо́въ, но принадлежащихъ французскимъ учебнымъ заведеніямъ или построенныхъ во Франціи... Старинныя изданія—труды италіанцевъ, голландцевъ и т. д. Изъ частныхъ библиотекъ французскихъ физиковъ, и пр.

Книга гг. Сартіо и Алиамэ—описание этого музея—раздѣлена на три части. Часть I посвящена различнымъ электрическимъ аппаратамъ; она раздѣлена на 8 отдѣловъ сообразно тому порядку, который былъ принятъ для Историческаго Музея на Всемирной Выставкѣ: I.—Электростатика. II.—Телеграфія. III.—Телефонія. IV.—Электрохимія. V.—Измѣрительные приборы. VI.—Магнетизмъ и электромагнетизмъ. VII.—Электродинамика. VIII.—Разные аппараты.

Часть II посвящена книгамъ и мемуарамъ, въ ихъ хронологическомъ порядкѣ. Самый старинный документъ—книга Кельнскаго ученаго Jean Taisnier du Hainaut о природѣ и свойствахъ магнита, и о нѣкоторыхъ другихъ вопросахъ—относится къ 1562 году.

Часть III посвящена манускриптамъ и автографамъ.

Въ началѣ книгъ приведенъ списокъ французскихъ ученыхъ и техниковъ—но только умершихъ—„которые наиболѣе содѣйствовали развитію ученія объ электричествѣ и электротехникѣ“. Списокъ этотъ содержитъ только: ихъ фамиліи, имена, годъ рожденія и годъ смерти.

Въ книгѣ имѣются также портреты многихъ изъ нихъ.

Описанія различныхъ аппаратовъ по необходимости всѣ очень сжаты, но было бы, самой собой разумѣется, очень несправедливо упрекать за это авторовъ.

Я позволю себѣ отмѣтить здѣсь нѣкоторыя изъ мѣстъ книги гг. С. и А., которая мнѣ лично показалась особенно интересными, хотя очень можетъ быть, разумѣется, что другому читателю показалось бы „особенно интереснымъ“ другое.

Въ части I я упомяну подлинныя крутильные вѣсы Кулона; копирующій телеграфъ Казелли (Caselli); модели телефона Адера; радиофоны Меркадіе съ селекторомъ (см. стр. 34) и безъ селена (см. стр. 37); электрохимическіе приборчики Беккереля (A. C. Becquerel) для полученія различныхъ минераловъ; гальванической элементъ съ двумя жидкостями 1829 года его же (при чемъ я отмѣчу, что этотъ элементъ очень схожъ съ элементомъ Даниэля, который „появился въ 1836 году“ (см. стр. 47); работы по гальванопластикѣ нашего Якоби, и Кристофля (Christoffle); аккумуляторы Плана (Planté); аппаратъ Бертело (Berthelot) для полученія ацетилена изъ угля и водорода—опытъ, который далъ такой сильный толчокъ органической химіи; электрохимическіе аппараты для фиксированія атмосфернаго азота на различныхъ органическихъ веществахъ, его же; аккумуляторы Фора; гальванометръ Дебре д'Арсонваля; раз-

личные магнито-электрическія машины; машина Грамма; трансформаторъ Клерка (Clerc) и трансформаторъ Голара (Gaulard); Амперовы приборчики опытовъ надъ взаимодействіемъ пробѣгаемыхъ комъ проводовъ; калильные лампы нашего Лодыгина свѣчи Яблочкова; „первый приборъ съ вращающимся полемъ“ (1888 года) Феррариса (G. Ferraris) (изъ коллекціи Абданк-Абакановича); калильная лампа Лодыгина съ молибденовой нитью, 1890 года изъ коллекціи Лодыгина (см. стр. 150). Лодыгинъ надѣялся съ такой лампой получить больше свѣта на ваттъ, чѣмъ съ угольными. Она любопытна, какъ предвѣстница нынѣшней осмѣиваемой лампы А.

Почти всюду гг. С. и А. указываютъ на перлы точники—оригинальные мемуары, въ которыхъ описаны тотъ или другой приборъ, или по крайней мѣрѣ на солидные курсы физики и т. п., въ которыхъ о немъ говорится. Правда, есть и исключенія, но ихъ очень немного.

На части II и части III я не буду останавливаться, чтобъ не удлинять чрезмѣрно рецензію—упомяну только, что въ числѣ другихъ книгъ въ ней говорится и о книгѣ печально-знаменитаго доктора медицины Марата: „Memoire sur l'électricité médicale“ премированной 6 августа 1783 г. Руанской Королевской Академіей Наукъ, Изящной Литературы и Искусствъ. Каждой книгѣ, которой они приводятъ въ главіе, гг. С. и А. всегда посвящаютъ хоть нѣсколько строкъ.

Шрифтъ и бумага безукоризненны; рисунки—дурны, пожалуй, но могли бы быть и много лучше.

Книгу гг. Сартіо и Алиамэ прочтутъ, я увѣренъ, очень большимъ удовольствіемъ всѣ электрики, любящіе свое дѣло и авторы, безспорно, заслуживаютъ самой глубокой благодарности за свой старательный добросовѣстный и полезный трудъ.

Тур.

Conférences de l'Ecole supérieure d'Electricité. **Sais industriels des machines électriques et des groupes électrogènes.** Par F. Loppé. Paris 1904. Gauthier Villars. 283 стр. въ 8 б. д. л.

Промышленные испытанія электрическихъ машинъ и силовыхъ единицъ. Ф. Лоппе. Парижъ. Готье Вилларъ, издатель. 1904 г.

Разматриваемое сочиненіе представляетъ изъ себя собраніе лекцій, читанныхъ инженеромъ Ф. Лоппе Высшей электрической школѣ въ Парижѣ. Содержаніе его таково. Цѣль и организація испытаній, общіе методы, испытанія машинъ постоянного тока, переменнаго тока, испытанія силовыхъ единицъ, различные правила испытаній машинъ и приборо́въ.

Изъ приведеннаго перечня видно, насколько полно содержаніе книги Лоппе.

Такъ какъ изученіе измѣрительныхъ приборо́въ, единицъ электрическихъ и механической мощности составляютъ отдѣльный курсъ въ школѣ, то авторъ упоминаетъ о нихъ лишь въ краткихъ словахъ, обращая вниманіе, главнымъ образомъ, на приборчики, служащіе для поглощенія электрической энергии. Рядъ весьма удобныхъ таблицъ, служащихъ для записи результатовъ испытаній, и рядъ правилъ для испытаній заключаютъ книгу; среди послѣднихъ входятся знакомыя нашимъ читателямъ „правила для испытанія электрическихъ машинъ и трансформаторо́въ“, изданныя Союзомъ Германскихъ Электротехниковъ.

Изложена книга весьма яснымъ, понятнымъ языкомъ. Чертежи и внѣшній видъ—безукоризненны.

Редакторъ А. И. Смирновъ.

Вологодская областная университетская научная библиотека

Типографія И. И. Москвитина, Невскій пр., № 3.