

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Новѣйшія изслѣдованія радиоактивныхъ веществъ.

За послѣднее время появился цѣлый рядъ статей, посвященныхъ изслѣдованію свойствъ радиоактивныхъ элементовъ: радія, торія и урана. Изслѣдованія эти, произведенныя, главнымъ образомъ, неутомимымъ наблюдателемъ Рутерфордомъ, представляютъ большой интересъ, показывая совершенно до сихъ поръ неизвѣстныя свойства радиоактивныхъ веществъ и дають нѣкоторыя основанія для построения гипотезъ о механизмѣ радиоактивности и объ энергіи, на счетъ которой радиоактивность проявляется. Начнемъ съ положенія радія въ периодической системѣ элементовъ. До недавняго времени, на основаніи опытовъ Г-жи Кюри, предполагалось, что атомный вѣсъ радія $Ra = 225$, и онъ помѣщался въ периодической системѣ во II группѣ и въ 12 ряду, записывая одно изъ пустыхъ мѣстъ между Bi (209) и Th (232). Между тѣмъ, въ январѣ текущаго года Рунге и Прехтъ подвергли подробному изслѣдованію спектръ радія и нашли, что онъ дѣйствительно одного типа со спектрами металловъ II группы: Ca, Mg, Sr и Ba, но что атомный вѣсъ его долженъ быть гораздо больше принятаго до сихъ поръ. Дѣло въ томъ, что по изслѣдованіямъ Рунге и Пашена, линіи спектровъ щелочно-земельныхъ металловъ Mg, Ca, Sr могутъ быть разбиты на три пары, причемъ разстоянія между линіями каждой пары одинаковы, если ихъ опредѣлять по шкалѣ частоты колебаній. Радій даетъ спектръ, совершенно аналогичный, состоящий тоже изъ трехъ паръ линій, связанныхъ тѣмъ же закономъ. Далѣе, изъ работъ Ридберга, Кайзера и Рунге вытекаетъ, что если по оси абсцисъ нанести логариомы атомныхъ вѣсовъ металловъ, а по оси ординатъ логариомы разстояній между линіями въ парахъ, выраженные въ частотахъ колебаній, и результирующія точки соединить непрерывной линіей, то получится прямая. Построивъ такую прямую для металловъ второй группы и экстраполируя ее, Рунге и Прехтъ на основаніи извѣстнаго имъ разстоянія между линіями въ парахъ радія, нашли, что атомный вѣсъ послѣдняго долженъ выражаться числомъ 257,8. Если это число вѣрно (а есть и еще основанія считать его таковымъ), то радій окажется уже въ 13 ряду, за ураномъ. Въ периодической системѣ появляется цѣлый рядъ новыхъ пустыхъ промежутковъ, которые остается постараться заполнить. Является вопросъ, почему г-жа Кюри нашла гораздо меньшее значеніе для атомнаго вѣса радія? Однако, этотъ вопросъ можетъ быть рѣшенъ довольно легко. Г-жа Кюри получала соль радія повторнымъ выкристаллизованіемъ ея изъ раствора соли барія. Между тѣмъ, изслѣдованія Ринна показали, что эти два вещества кристаллизуются въ одинаковыхъ формахъ. Такимъ образомъ, возможно, что г-жа Кюри получила вмѣсто чистой соли радія изоморфную смѣсь солей радія и барія, а это должно было дать меньшій атомный вѣсъ для

радія. Такимъ образомъ положеніе радія въ ряду другихъ химическихъ элементовъ все лучше и лучше опредѣляется. Параллельно съ этимъ идутъ и изслѣдованія самаго явленія радиоактивности. Наиболѣе интересныя открытія въ этой области за послѣднее время принадлежатъ Рутерфорду и Содди. Въ нашемъ журналѣ было указано*), что они нашли три рода лучей радія и торія: α -лучи, быстро поглощаемые и слабо отклоняемые магнитнымъ полемъ, β -лучи, обладающие большой способностью прониканія и легко отклоняемые, и γ -лучи совершенно неотклоняемые и требующіе для своего поглощенія пластинки алюминія въ 8 см. толщиной. Но, кромѣ того, изъ радія и торія выдѣляются особыя „эманации“, обладающія сами втеченіе нѣкотораго времени радиоактивными свойствами. Эти эманации Рутерфордъ считаетъ результатомъ суб-атомныхъ химическихъ реакцій въ радіи и торіи. Вторымъ результатомъ этихъ реакцій являются особыя вещества, составъ которыхъ еще не опредѣленъ. Такое вещество найдено было Рутерфордомъ для торія и въ недавнее время для урана и названо имъ ThX и UX. Прослѣдимъ на уранѣ, недавно подробно изслѣдованномъ, какія явленія сопровождаютъ эти реакціи. Уранъ испускаетъ только два рода лучей: α и β . Нужно замѣтить, что α -лучи обуславливають электрическія проявленія радиоактивности, а β -лучи — фотографическія. Если отдѣлить химическими процессами, найденными Круксомъ и Беккерелемъ уранъ—X отъ урана, то оказывается, что оставшійся уранъ не обладаетъ больше способностью дѣйствовать на фотографическую пластинку, хотя и проявляетъ свою радиоактивность дѣйствіемъ на электрометръ, испуская одни только α -лучи. Уранъ—X, напротивъ, проявляетъ свою радиоактивность исключительно фотографическими дѣйствіями, т. е. испускаетъ только β -лучи. Если оставить оба вещества раздѣленными и изслѣдовать втеченіе нѣкотораго времени ихъ радиоактивность, то окажется, что уранъ постепенно начинаетъ опять приобретать способность испускать β -лучи, а уранъ—X постепенно теряетъ свою активность, которая, наконецъ, и исчезаетъ совершенно. Рутерфордъ и Содди изслѣдовали измѣненія активности обоихъ веществъ и нашли, что законъ возобновленія активности урана выражается

формулой $\frac{It}{I_0} = 1 - e^{-\lambda t}$, а законъ измѣненія активности урана—X формулой $\frac{It}{I_0} = e^{-\lambda t}$. Здѣсь It — актив-

ность по истеченіи времени t , I_0 — максимальная активность и λ — постоянная, одинаковая для обоихъ формулъ. Если выражать t въ дняхъ, то $\lambda = 0,031$. Для торія еще раньше найдены были совершенно подобныя же законы, но $\lambda = 0,173$, т. е. активность торія X быстрѣе теряется, чѣмъ урана—X. Для радія до сихъ поръ не найдено соединеніе, подобное торію X или урану X. Торій и Уранъ даютъ сначала неизвѣстныя соединенія ThX и UX, которыя уже переходятъ въ

*) См. Электричество 1903 г. стр. 65 № 5.

эманации, а радий без всяких промежуточных ступеней даетъ прямо эманацию. Последняя, какъ уже сказано выше, обладает временною активностью и способна индуцировать активность и на соседнія тѣла. Активность эманации постепенно уменьшается, слѣдую уже приведенному закону $\frac{I_t}{I_0} = e^{-\lambda t}$. Вначалѣ,

однако, есть періодъ въ 5 — час., когда активность увеличивается, достигаетъ максимума и затѣмъ уже только начинаетъ падать. Величина λ для радіевыхъ эманаций равна $2,16 \cdot 10^{-6} = \frac{1}{463000}$, другими словами

активность эманации уменьшается весьма медленно и достигаетъ половины начальной величины только черезъ 3,71 дня. Наоборотъ, индуцированная эманацией радія на постороннихъ тѣлахъ активность исчезаетъ весьма быстро, въ то время, какъ активность, индуцированная эманацией торія, держится продолжительное время. Если посредствомъ особыхъ манипуляцій удалить эманацию отъ радія, то послѣдній потеряетъ значительную часть своей активности. Однако, извѣстная, „неотдѣлимая“ активность всегда остается и начинаетъ медленно расти, пока не достигнетъ своей первоначальной величины. Повидимому, это нарастаніе происходитъ вслѣдствіе идущихъ въ радіи процессовъ и достиженіе максимума активности знаменуетъ собою не остановку процесса, а наступленіе равновѣсія между возникновеніемъ новыхъ активныхъ элементовъ и потерей уже существующими своей активности. Что же представляютъ изъ себя эти эманации? Этому вопросу посвящены двѣ весьма интересныя и остроумныя работы Рутерфорда и Содди. Въ твердомъ состояніи соли торія и радія даютъ весьма мало эманаций, особенно радій. Усиленное выдѣленіе замѣчается только при нагрѣваніи, въ присутствіи сырости и особенно, когда соль растворена въ водѣ. Соотвѣтственно этому мѣняется и способность наводить на неактивныя тѣла радиоактивность, какъ показали работы Дорна, г. и г-жи Кюри. Можно лишить посредствомъ накаливанія соли торія и радія (г. и г-жа Кюри) эманаций и они немедленно снова начинаютъ ихъ выдѣлять, лишь только ихъ растворятъ въ водѣ. Эти явленія могутъ быть объяснены или различной скоростью выдѣленія эманаций при разныхъ условіяхъ, или тѣмъ, что скорость выдѣленія остается постоянной, но не всѣ эманации вырываются въ окружающее пространство, часть ихъ остается внутри радиоактивнаго вещества, „окклюдируется“ имъ, подобно тому, какъ газы окклюдированы металлами. Рѣшить, что происходитъ на самомъ дѣлѣ легко: если дѣйствительно происходитъ окклюзія эманации, то при раствореніи твердой соли должно внезапно выдѣлиться гораздо больше эманации, чѣмъ въ послѣдующіе промежутки времени. Простой расчетъ покажетъ, сколько именно эманаций должно выдѣлиться въ первый моментъ послѣ растворенія. Пусть q_0 будетъ число частицъ эманации, выдѣляемой радіемъ и N_0 число частицъ, остающихся окклюдированными. Черезъ время t изъ этихъ N_0 частицъ

останется радиактивными только $Nt = N_0 e^{-\lambda t}$ частицъ. Скорость ихъ измѣненія будетъ, слѣдовательно, $\frac{dNt}{dt} = -\lambda Nt$ Когда существуетъ равновѣсіе между

выдѣляющимися частицами и теряющими свою активность, то должно быть соблюдено условіе $q_0 = \lambda N_0$ или $\frac{N_0}{q_0} = \frac{1}{\lambda} = 463.000$. Это значить, что при раство-

реніи радія въ первую секунду должно выдѣлиться въ 463000 разъ больше эманаций, чѣмъ въ каждую изъ послѣдующихъ. Это заключеніе было проверено на опытѣ. Въ сосудѣ было помѣщено 0,03 гр. хлористаго радія активности 1000 по сравненію съ ураномъ и прилито достаточное для растворенія количество воды. Немедленно сильная струя воздуха, прогоняемаго черезъ воду, выгнала выдѣлившіяся эманации въ цилиндръ, въ которомъ ихъ количество было смѣрено

при помощи электрометра. Затѣмъ непрерывная струя воздуха продувалась нѣкоторое время, послѣ чего сосудъ съ радіемъ былъ герметически закрытъ на 105 м. По истеченіи этого срока выдѣлившіяся эманации опять были выгнаны въ измѣрительный цилиндръ и тамъ ихъ количество опредѣлено. Первое измѣреніе дало отклоненіе 4,46 дѣлений электрометра въ сек., причемъ къ послѣднему была присоединена емкость 0,494 мф., а второе измѣненіе дало отклоненіе 5,48 дѣлений въ сек. при емкости 0,00256 мф. Отсюда, принимая во вниманіе поправку на потерю эманацией активности за время опыта, получимъ $\frac{N_0}{q_0} = 477.000$, что въ достаточной степени совпадаетъ съ теоріей. Совершенно подобный же результатъ былъ полученъ и для азотнокислаго торія, только тамъ $\frac{N_0}{q_0} = 87$. Такимъ образомъ было экс-

периментально доказано, что скорость выдѣленія эманации остается постоянной при различныхъ условіяхъ и мѣняется только количествомъ ея, выдѣляемое въ окружающее пространство. Результатъ этотъ весьма важенъ, такъ какъ показываетъ, что замѣчаемое при накаливаніи радиоактивныхъ веществъ усиленное выдѣленіе эманации зависитъ не отъ химическихъ процессовъ внутри ихъ, а просто отъ измѣненія условій освобожденія эманации отъ окклюзіи. Съ другой стороны окклюзія эманаций наводитъ на мысль, не представляютъ ли онѣ изъ себя газа и если это такъ, то не представляютъ ли гелій, находимый всегда въ радиоактивныхъ минералахъ, окклюдированныя эманации, потерявшія активность. Во всякомъ случаѣ, это газъ чрезвычайно недѣятельный, такъ какъ никакіе химическіе реагенты на него не дѣйствуютъ: онъ проходитъ безъ всякихъ измѣненій чрезъ фосфорный ангидридъ, сѣрную, азотную и хлористую водородную кислоты и т. д. Вода его не растворяетъ въ замѣтномъ количествѣ. Однако, это всетаки, по видимому, газъ, что особенно хорошо доказывается произведеннымъ Рутерфордомъ и Содди сгущеніемъ его въ жидкость при температурѣ жидкаго воздуха. Опыты были поставлены слѣдующимъ образомъ. Тонкая мѣдная спираль была погружена въ сосудъ съ жидкимъ воздухомъ и въ нее пропускалась струя воздуха, кислорода или водорода, проходившая чрезъ растворъ соли радія. Въ концѣ спирали былъ устроенъ резервуаръ, соединенный съ электрометромъ. Когда спираль принимала температуру жидкаго воздуха, то электрометръ переставалъ давать отклоненіе, что показывало, что эманации не достигаютъ больше до резервуара. Если затѣмъ отдѣляли отъ трубки сосудъ съ радіемъ, вынимали спираль изъ жидкаго воздуха, давали ей согрѣться и пропускали опять струю воздуха, то тотчасъ электрометръ снова давалъ отклоненіе. Точно такое же явленіе получается и съ эманацией торія, только тамъ всѣ дѣйствія гораздо слабѣе вслѣдствіе быстрой потери активности. Если вести сгущеніе въ стеклянной U-образной трубкѣ, то можно глазами слѣдить за нимъ. При медленномъ токъ воздуха на днѣ трубки появляется рѣзко очерченное флуоресцирующее пространство. Если дать трубкѣ нагрѣться, то флуоресценція распространяется по всей трубкѣ. При прикосаніи до какого нибудь мѣста ватой, смоченной въ жидкомъ воздухѣ на этомъ мѣстѣ флуоресценція опять рѣзко выступаетъ и полнучаетъ опредѣленные границы. Можно заставить трубку запечатлѣть сквозь алюминіевый листокъ свое собственное изображеніе на фотографической пластинкѣ. Рутерфордъ попытался точно опредѣлить температуру, при которой происходитъ сгущеніе эманаций. Для измѣренія ея была примѣнена та же мѣдная спираль, чрезъ которую пропускались эманации. Къ концамъ спирали припаяны были проводники, присоединенные къ милливольтметру. Чрезъ спираль въ то же время пропускался постоянный токъ. Измѣряя силу тока и паденіе напряжения вдоль спирали можно было опредѣлить ея сопротивленіе, а такъ

как последнее мѣняется вмѣстѣ съ температурой, то явилась возможность опредѣлить и температуру. Предварительно было опредѣлено сопротивление спирали при нѣкоторыхъ извѣстныхъ температурахъ, а затѣмъ уже остальные температуры находились интерполированиемъ. Были приняты всѣ мѣры къ тому, чтобы спираль приняла одинаковую температуру какъ снаружи, такъ и внутри. Въ качествѣ охлаждающей среды были примѣнены кромѣ жидкаго воздуха еще хлористый этиль и этиленъ. Измѣренія показали, что получаемая для начала испаренія сгущенной эманации радія температура зависитъ отъ скорости проходящаго чрезъ спираль газа, но при подходящихъ условіяхъ держалась довольно постоянной. Насколько быстро происходитъ испареніе эманации можно судить по результатамъ одного изъ опытовъ: при -154° не было никакого дѣйствія на электрометръ, хотя легко можно было бы замѣтить выдѣленіе $\frac{1}{10000}$ части всей эманации. При -152° выдѣлилось уже около $\frac{1}{3}\%$, а при -150° больше 50% всего сгущеннаго количества. Изъ этого можно вывести заключеніе, что эманация радія обладаетъ свойствомъ, соответствующимъ упругости паровъ въ обыкновенной матеріи. Подобные же опыты были произведены и съ эманацией торія, но здѣсь работать было гораздо труднѣе вслѣдствіе быстрой потери активности. И для торія температура сгущенія была получена по указанному методу около -155° , но Рутерфордъ не удовольствовался этимъ результатомъ, найдя его маловѣроятнымъ: онъ имѣлъ основанія полагать, что эманация торія по своимъ свойствамъ сильно отличается отъ эманации радія, а потому и должна бы имѣть и иную температуру сгущенія. Поэтому Рутерфордъ прибѣгъ къ другому, какъ онъ называетъ „статическому“ методу. Въ спираль уже не пропускался постоянный токъ газа, а вгонялся опредѣленный объемъ его, насыщенный эманацией торія, продерживался отъ 10 до 90 сек. и выгонялся въ измѣрительный резервуаръ. Весь опытъ продолжался не болѣе двухъ минутъ и такимъ образомъ ошибка отъ потери активности была доведена до минимума. Цѣлый рядъ опредѣленій былъ произведенъ и какъ окончательный результатъ получено, что сгущеніе торіевой эманации начинается при -120° С. По тому же методу было произведено опредѣленіе температуры сжиженія радіевой эманации и получено число -150° , что достаточно хорошо согласуется съ результатомъ, полученнымъ по первому способу. Интересно выяснитъ, почему же первый способъ далъ для температуры сгущенія эманации торія гораздо болѣе низкую температуру, чѣмъ второй, который по мнѣнію Рутерфорда даетъ вѣрное число? Рутерфордъ даетъ слѣдующее объясненіе. Эманация торія (какъ и радія) излучаетъ исключительно α -лучи. Каждый изъ „лучей“ до своего поглощенія въ воздухъ порождаетъ (какъ показали опыты) отъ 10^4 до 10^6 ионовъ. Какъ среднее примемъ 10^5 . Электрометръ былъ способенъ мѣрить токи въ 10^{-3} э. с. ед. въ сек. Считая зарядъ іона равнымъ $6 \cdot 10^{-10}$ э. с. ед. такой токъ соответствовалъ бы появленію, $1,7 \cdot 10^6$ ионовъ въ секунду, т. е. 17 „лучамъ“. Каждая частица эманации производитъ въ секунду по крайней мѣрѣ одинъ „лучъ“, а можетъ быть и больше. Какъ будетъ выяснено дальше, лучи производятся частицами, теряющими свою активность. Раньше было показано, что если въ данный моментъ въ эманации есть N частицъ, то теряютъ активность въ секунду λN частицъ. Итакъ, для того чтобы произвести 17 „лучей“ число λN не должно быть больше 17, а такъ какъ для торія $\lambda = \frac{1}{87}$, то N не можетъ быть больше 1500. Такъ какъ спираль имѣла вмѣстимость 15 куб. см., то на каждый к. с. газа приходилось по прибол. 100 частицъ эманации. Но число молекулъ газа при атмосферномъ давленіи равно прибол. 10^{20} , слѣдовательно электрометръ уже чувствовалъ выдѣленіе частицъ эманации, когда ихъ парціальное давленіе достигало только 10^{-18} атмосферы. Понятно, что благодаря этому

крайне трудно было подмѣтить моментъ, когда дѣйствительно происходило сжиженіе и этимъ же объясняется различіе въ температурахъ, полученное при примѣненіи разныхъ методовъ. Для эманации радія условія совсѣмъ другія: λ для нея въ 5000 разъ болѣе, чѣмъ для торіевой эманации, а потому N должно быть порядка 10^7 . Значитъ парціальное давленіе, при которомъ частицы, успѣвшія вырваться изъ жидкости, начинаютъ дѣйствовать на электрометръ, гораздо больше, чѣмъ для эманации торія и, слѣдовательно, все явленіе гораздо рѣзче опредѣлено. Итакъ, эманации торія и радія обладаютъ способностями диффузіи, окклюзии и сгущенія въ жидкость, а потому есть много основаній предполагать, что онѣ представляютъ изъ себя матерію въ газообразномъ состояніи. Между прочимъ, опыты показали, что сгущенныя эманации теряютъ свою активность столь же быстро, какъ и не сгущенныя. — Последняя по времени статья Рутерфорда и Содди посвящена общему обзору того, что по настоящее время извѣстно о радиоактивныхъ веществахъ и нѣкоторымъ выработаннымъ у нихъ взглядамъ на сущность радиоактивности. Постоянная радиоактивность радія, торія и урана поддерживается только постоянно происходящими въ нихъ процессами новообразованій. Образуются новые виды матеріи, обладающіе временною активностью и только благодаря этому активность вещества не уменьшается. Такъ торій даетъ торій-Х, этотъ въ свою очередь выдѣляетъ эманацию, а послѣдняя возбуждаетъ активность въ окружающихъ тѣлахъ. Всѣ эти новыя вещества отличаются отъ обыкновенной матеріи только тѣмъ, что существуютъ въ неважно малыхъ количествахъ, совершенно не поддающихся нашимъ обычнымъ физическимъ и химическимъ методамъ изслѣдованія. Однако, тѣмъ не менѣе они вполне реальны: вѣдь и радій, находясь въ смоляной рудѣ, совершенно недостаточенъ обычнымъ способамъ изслѣдованія и только послѣ долгой обработки руды можетъ быть посредствомъ ихъ узнавъ и выдѣленъ. Образование этихъ веществъ и переходъ ихъ другъ въ друга и сопровождается видимыми проявленіями радиоактивности. Нужно притомъ замѣтить, что активность является не слѣдствіемъ измѣненій, а только сопровождающимъ явленіемъ. Съ этой точки зрѣнія понятно существованіе упомянутой выше „неотдѣлимой“ активности: это активность, сопровождающая образованіе изъ основнаго вещества (радія или торія) перваго производнаго. Если прочесть высказанное положеніе обратно, то получится, что радиоактивное тѣло должно непрерывно измѣняться, переходя во все новыя состоянія и притомъ эти новыя вещества не совпадаютъ ни съ однимъ изъ извѣстныхъ намъ. Такой процессъ долженъ, очевидно, имѣть конецъ и послѣдній результатъ измѣненій уже не будетъ радиоактивнымъ. Въ этомъ заключается причина, почему послѣдніе результаты измѣненій намъ остаются до настоящаго времени неизвѣстными: вѣдь, кромѣ радиоактивности, у насъ нѣтъ средствъ изслѣдовать столь малыя количества вещества. Есть основанія полагать, что однимъ изъ окончательныхъ результатовъ можетъ быть гелій, о чемъ было уже сказано выше. Является вопросъ, что же представляютъ изъ себя самыя радіации? Изслѣдованія показали, что для α -лучей отношеніе величины заряда къ массѣ $e/m = 6 \cdot 10^3$, что близко къ той же величинѣ для атома водорода въ электролизѣ. Есть поэтому основаніе думать, что онѣ являются атомами, выбрасываемыми процессами въ радиоактивномъ веществѣ. Лучи α составляютъ 99% всей радіации и „неотдѣлимая“ активность всегда состоитъ только изъ нихъ однихъ. Лучи β , близкіе по своей природѣ къ катоднымъ, являются уже только слѣдствіемъ α -лучей. Поэтому не будетъ слишкомъ смѣлымъ положить, что выбрасываніе α -лучей, т. е. заряженныхъ атомовъ, не только сопровождается измѣненіемъ въ радиоактивномъ веществѣ, но что въ этомъ, именно, они и состоятъ. На основаніи приведенныхъ

выше законов, изменения активности можно весьма легко вывести следующей закон: относительное количество вещества, подвергающегося в единицу времени изменению, остается для данного радиоактивного элемента постоянным. Приходится смотреть на радиоактивность как на процесс, который не может быть создан, прекращен или изменен каким-либо из изменяющихся в нашем распоряжении средствами. Она только зависит от массы активного вещества и с этой узкой точки зрения можно говорить о законе „сохранения радиоактивности“. Однако этот закон будет верен только для замкнутой системы и то на не слишком продолжительное время: ведь постоянно активности поддерживается только непрерывным изменением вещества, которое должно же когда нибудь завершиться полной дезинтеграцией. Поэтому в мир радиоактивности стремится к исчезновению. Однако в пределах доступного для нас опыта всетаки можно говорить о „сохранении активности“ и это сохранение может служить критерием для определения индивидуальности вновь открываемых радиоактивных веществ. Так открытый г-жей Кюри полоний не может быть признан отдельным радиоактивным элементом, так как его активность современем уменьшается. С этой точки зрения нельзя также говорить об „индуцированной“ радиоактивности, которая появляется на неактивных телах при приближении активного. По исследованиям Рутерфорда эта последняя всегда обуславливается примесью или самого активного вещества или какого-либо из продуктов его дезинтеграции. Большой интерес представляет эта дезинтеграция, так как здесь нам впервые приходится встречаться с субатомными изменениями. Не нужно забывать, что радиоактивные вещества обладают наибольшими известными нам атомными весами, а потому не трудно представить себе отделение от их атомов частиц величин водородного атома (α -лучи). Посредством последовательного отделения одной, двух и т. д. могут получаться все новые и новые продукты, и Рутерфорд предлагает для них общее название „метаболон“. Таких метаболонов известно для урана два, для тория и радия по пяти. Интересно подсчитать теперь энергию, выделяемую радиоактивным веществом при своем изменении и сравнить ее с энергией химических реакций. Можно исходить из следующих положений: при каждом изменении атом вещества не может выслать менее одного луча и никак не более 202 (если принимать выбрасываемую частицу величиной с водородный атом). Ограничиваясь одними только α -лучами, положим m —масса частицы, v —ее скорость, e —заряд. Для радия $v=2.5 \cdot 10^{10}$; $e/m=6 \cdot 10^3$. Кинетическая энергия каждой частицы $\frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \frac{m}{e} v^2 e = 5 \cdot 10^{14} e$. Но $e=6 \cdot 10^{-10}$ э. с. ед. $= 2 \cdot 10^{-20}$ э. м.

Отсюда энергия каждой частицы $= 10^{-5}$ эргов. Если 10^{20} число атомов в грамме радия, то полная энергия всех лучей $= 10^{15}$ эргов. $= 2.4 \cdot 10^7$ гр.-калорий. Так известны пять последовательных изменений радия, то общая энергия, освобождаемая радием, будет около 10^8 гр.-калорий. Если припомнить, что наиболее энергичная химическая реакция — соединение кислорода с водородом выделяет $4 \cdot 10^3$ гр.-калорий, то легко убедиться, насколько велики силы, действующие в радии. Теперь легко решить вопрос и о продолжительности существования радия. Из опыта было найдено, что эманация 1 гр. радия порождается в 1 сек. $8.2 \cdot 10^{11}$ ионов. По вычислению Тоунсенда на образование одного иона нужно затратить 10^{-11} эргов. Считая активность чистого радия в 10000 раз больше активности урана и принимая, что энергия, излучаемая в твердом состоянии, равна 0.4 полной, получим, что вся энергия будет $2.4 \cdot 10^8$ эргов. в сек. или 15000 гр.-калорий в год. Для тория и урана получим 0.015 гр.-калорий в год. Разделяя это

число на Полную энергию радиации, получим $6 \cdot 10^{-10}$ для относительного количества этих веществ, изменяющегося в течение года. Отсюда следует, что в одном грамме этих веществ в течение миллиона лет претерпел бы изменение только 1 мгр. Для радия то же количество изменилось бы в течение одного года. Таким образом можно считать, что радий существует не более нескольких тысячелетий. Все эти вычисления убеждают нас в том, что заключающаяся внутри атомов простых тел энергия невероятно огромна и в этом лежит причина, почему до сих пор не удалось их разложить. Исследования этого темного вопроса только теперь начинается и нужно надбаться, что опыты с радиоактивными веществами прольют на него некоторый свет.

С. М.

Объ электронахъ.

Оливеръ Лоджъ.

(Окончаніе). *)

Переходимъ теперь къ ряду интересныхъ соображений, основаніемъ для которыхъ послужитъ намъ электронная теорія. Если предполагать, что электронъ представляетъ изъ себя матеріальную частицу очень малыхъ размѣровъ, обладающую определенной массой и заряженной отрицательнымъ электричествомъ, то изъ такого основного положенія невозможно вывести никакихъ дальнѣйшихъ слѣдствій. Совсѣмъ не то будетъ, если предположить, что электронъ представляетъ изъ себя одинъ только зарядъ безъ всякой ассоциированной массы. Электроны, вѣдь, отдѣляются отъ матеріальныхъ атомовъ, а потому будетъ довольно смѣлой, но все же правдоподобной гипотезой предположить, что атомы и молекулы являются агрегатами электроновъ противоположныхъ знаковъ, изъ которыхъ одинъ или два могутъ отдѣлиться отъ остальныхъ. Если принять такую гипотезу, то весьма интереснымъ является опредѣлить изъ кажущейся массы электрона его размѣры. Уже было указано, что энергія заряда данной величины можетъ быть сдѣлана сколь угодно большой, стоитъ только сконцентрировать его на тѣлѣ очень малыхъ размѣровъ. Дѣйствительно энергія заряда измѣряется половиной произведенія его величины на потенциалъ, а потому, увеличивая послѣдній, можно увеличивать и энергію. Зная теперь кинетическую энергію или массу электрона и величину его заряда, является возможнымъ опредѣлить его потенциалъ или радиусъ его, предполагая его сферическимъ. Выше было указана формула $m = \mu \frac{e^2}{a}$, гдѣ m — масса электрона, e — его зарядъ и a — радиусъ. Принимая $m=0.001$ массы атома водорода, $e = 10^{-9}$ эм. единицъ, получимъ, что $a = \frac{e}{m} \cdot e = 10^7 \cdot 10^{-20} = 10^{-13}$ см. Такимъ образомъ, получается, что радиусъ электрона въ 100000 разъ меньше обыкновенно принимаемой величины атома 10^{-8} см. Если принять во вниманіе такую ничтожную величину электроновъ, то становится понятной способность катодныхъ лучей проникать чрезъ разные матеріалы, напримѣръ, алюминій, и ихъ безпрепятственный полетъ внутри кружковой трубки. Вѣроятность столкновенія электрона съ матеріальнымъ атомомъ или электроновъ другъ съ другомъ становится при такихъ ничтожныхъ размѣрахъ весьма малой. Она зависитъ отъ отношенія между пространствомъ, занимаемымъ всеми электронами атома, и пространствомъ, занимаемымъ самимъ атомомъ. Если вспом-

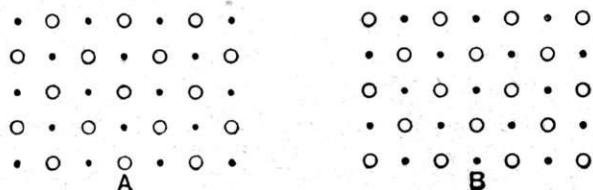
*) См. Электричество, т. г., № 9—11, стр. 144.

нить, что диаметр земли составляет $\frac{1}{20000}$ диаметра ее орбиты вокруг солнца и представить себе землю как электронъ, то величина атома будет относительно въ пять разъ больше, чѣмъ разстояніе отъ земли до солнца. Въ томъ пространствѣ для атома водорода нужно представить себя расположенными около 700 электроновъ, для атома натрия ($Na = 23$) ихъ будетъ уже 15000, а для ртути ($Hg = 200$) уже около 100000. Примемъ послѣднее число для дальнѣйшихъ разсужденій. Казалось бы, что такое огромное число не могло бы существовать въ атомѣ безъ непрерывныхъ столкновеній. Ничуть не бывало. Величина каждаго электрона 10^{-13} см. и вдоль любого диаметра ихъ расположено около 50 (такъ какъ $50^3 =$ прибол. 100000), диаметр же атома порядка 10^{-8} см. Слѣдовательно, разстояніе между двумя ближайшими электронами въ тысячу разъ превышаетъ ихъ линейные размѣры, а пространство свободнаго движенія каждаго электрона въ тысячу милліоновъ разъ больше объема, занимаемаго имъ. Мы видимъ, что эти условія только немногимъ отличаются отъ условій нашей солнечной системы, а потому и столкновенія электроновъ не болѣе возможны, чѣмъ столкновенія планетъ. Если подчислить отношеніе объема атома къ объему, занимаемому всѣми электронами вмѣстѣ, то получится слѣдующее. Объемъ атома 10^{-24} куб. см., а объемъ всѣхъ электроновъ $10^5 \cdot 10^{-3} = 10^{-34}$. Такимъ образомъ это отношеніе будетъ 10^{10} . Вычисляя отсюда среднюю длину свободнаго пути, получимъ изъ весьма простыхъ разсужденій, что она порядка 10^9 разъ величины электрона или около 10^{-4} см. Такимъ образомъ летящій электронъ могъ бы пройти въ глубь ртути на разстояніе около 0,001 мм., т. е., могъ бы пройти мимо 10000 молекулъ прежде, чѣмъ столкнулся бы съ одной изъ нихъ. Очевидно, что въ вещество съ меньшимъ атомнымъ вѣсомъ летящій электронъ проникъ бы гораздо глубже. Интересно подчислить теперь энергію, развиваемую при столкновеніи электрона съ атомомъ или съ другимъ электрономъ. Замѣтимъ, между прочимъ, что нѣтъ вовсе надобности предполагать непосредственное столкновеніе; оно можетъ быть кометообразнаго характера. Если смотрѣть съ очень большаго разстоянія на гиперболическую или параболическую комету, направляющуюся къ солнцу, то будетъ казаться, что она по прямой линіи полетѣла къ солнцу, столкнулась съ нимъ и улетѣла опять по прямой линіи въ пространство. На самомъ же дѣлѣ комета описала вокругъ солнца очень крутой поворотъ. Совершенно такого же характера могутъ быть и столкновенія электроновъ съ атомами. Вычисляя теперь ускореніе электрона, мы должны принять, что весь процессъ остановки или загибанія электрона сосредоточенъ на протяженіи одного порядка съ диаметромъ атома, т. е. 10^{-8} см. Принимая это во вниманіе и считая скорость свободнаго движенія электрона равной одной тридцатой скорости свѣта, то есть 10^9 см./сек., получимъ, что ускореніе $\frac{a^2}{2e} = \frac{(10^9)^2}{2 \cdot 10^{-8}} = 10^{26}$ С. G. S.; а потребная на остановку мощность равна $\frac{1}{2} m u^2 \frac{u}{2e} = 10^{-27} (10^9)^3 \cdot 10^8 = 10^8$ эрговъ въ сек. что равно около 10 ваттъ (причемъ время остановки 10^{-17} сек.). Большая часть этой энергіи идетъ на порожденіе тепла и только ничтожная часть тратится на излученіе радіацій. По вычисленіямъ Лармора для указанныхъ условій эта работа, идущая на радіацію, равна 300 эрговъ въ сек. Интересно, нельзя ли увеличить процентъ энергіи, идущей на излученіе и какъ это сдѣлать. Довольно простыя выкладки показываютъ, что отношеніе $\frac{\text{энергія радіаціи}}{\text{вся энергія}}$

$$= \frac{2a}{vt}, \text{ гдѣ } a \text{ — радиусъ электрона, } v \text{ — скорость свѣта}$$

и t — время удара. Такимъ образомъ количество излучаемой энергіи тѣмъ больше, чѣмъ быстрѣе происходитъ остановка электрона. Если скорость электрона равна $\frac{1}{10}$ скорости свѣта и остановка происходитъ на пространствѣ диаметра электрона, то 10% всей энергіи излучается ввидѣ разныхъ радіацій. Для того, чтобы вся энергія столкновенія излучалась, необходимо, чтобы остановка происходила на пространствѣ $\frac{1}{10}$ диаметра электрона. Итакъ, картина строения вещества должна представиться намъ согласно съ выказанной гипотезой въ слѣдующемъ видѣ. Каждый атомъ представляетъ изъ себя агрегатъ многихъ тысячъ, а можетъ быть и сотенъ тысячъ электроновъ, движущихся внутри его, наполняя только ничтожную часть занимаемаго ими пространства. Электроны не обладаютъ матеріальной массой, ихъ масса чисто электромагнитнаго характера и потому масса атома складается изъ тысячъ отдѣльныхъ электромагнитныхъ массъ и даетъ намъ ощущеніе реальной массы. Такимъ образомъ вся матерія получаетъ электрическій характеръ и единственной реальной сущностью является электричество. Гипотеза электрическаго строения матеріи кажется на первый взглядъ крайне смѣлой и мало правдоподобной и нуждается еще въ оправданіи и въ доказательствѣ. Но и до настоящаго времени открытые факты даютъ кое-что въ этомъ смыслѣ, а обѣщаютъ еще больше. Проф. Д. Д. Томсонъ изслѣдовалъ, между прочимъ, вопросъ объ отношеніи энергіи, идущей на радіацію при столкновеніи электроновъ съ какимъ-либо препятствіемъ, къ той части энергіи, которая тратится на произведеніе теплоты. Еслибы электроны имѣли только матеріальную массу, то они при внезапной остановкѣ не дали бы непосредственно начала никакимъ радіаціямъ. Чѣмъ болѣе электромагнитнаго характера масса электроновъ, тѣмъ большая часть развиваемой при столкновеніи энергіи должна пойти на излученіе радіацій. Такимъ образомъ, измѣряя соотношеніе между этими двумя частями энергіи, можно было бы рѣшить окончательно вопросъ объ истинной природѣ массы электроновъ. Къ сожалѣнію, опытовъ въ этомъ направленіи еще не было сдѣлано. Другой способъ проверки выводовъ электронной теоріи состоитъ въ слѣдующемъ. Если масса электроновъ электромагнитна, то она должна быть функціей скорости ихъ движенія. Это положеніе попытался проверить на опытѣ проф. Кауфманъ въ октябрѣ 1902 г. и полученные имъ результаты согласуются съ предсказаніями теоріи. Конечно, одной работы еще мало и электронная теорія матеріи еще можетъ считаться не болѣе, какъ гипотезой; но и съ этой точки зрѣнія она интересна и мы теперь прослѣдимъ выводимыя изъ нея слѣдствія, такъ какъ она объединяетъ цѣлый рядъ разнородныхъ явленій и открываетъ новыя стороны нѣкоторыхъ вопросовъ. Химическое сродство и молекулярныя силы могутъ быть довольно просто объяснены съ точки зрѣнія электронной теоріи. Притяженіе наступаетъ между двумя атомами, заключающими неодинаковое число отрицательныхъ или положительныхъ электроновъ. Они, очевидно, будутъ стремиться притянуться другъ къ другу и образовать одну молекулу. Есть нѣкоторыя основанія полагать, что отрицательный зарядъ есть избытокъ электроновъ, а положительный — недостатокъ. Когда встрѣчаются два атома, одинъ съ избыткомъ электроновъ опредѣленнаго знака, а другой съ недостаткомъ, то они стремятся восполнить другъ друга и, прочно соединившись, образовать нейтральную молекулу. Соединеніе это далеко не такъ прочно, какъ связь электроновъ въ атомѣ между собою. Подъ влияніемъ внѣшнихъ причинъ связанныя атомы распадаются и даютъ снова тѣ же вещества, изъ которыхъ образовалась молекула сложнаго тѣла. Притомъ это распаденіе возможно только однимъ способомъ. Только въ органической химіи встрѣчаются распаденія молекулъ сложнаго тѣла на нѣсколько различныхъ ладовъ, какъ напр. $C_2H_6 = CH_3 \cdot CH_3$ или CH_5CN . Можетъ быть и въ неорга-

нической химія возможно что-либо подобное, но, не смотря на усилия, до сих пор не удалось изменить элементы или перевести ихъ другъ въ друга. Однако, извѣстная подвижность электроновъ внутри атома простого тѣла уже доказана, такъ какъ цѣлый рядъ простыхъ тѣлъ извѣстенъ въ нѣсколькихъ аллотропическихъ состояніяхъ. Нейтральныя молекулы могутъ быть обыкновенными способами наэлектризованы, причемъ къ нимъ присоединяются или отъ нихъ отщепляются отдѣльные электроны. Но эти побочные электроны очень слабо связаны съ молекулами и легко отъ нихъ отдѣляются. Повидимому, и отдѣльные составляющіе атомъ электроны могутъ при нѣкоторыхъ намъ еще неизвѣстныхъ условіяхъ отдѣляться отъ остальной массы электроновъ и вылетать изъ атома, давая начало явленію радиоактивности. Къ этому явленію мы еще вернемся.—Иного характера, чѣмъ химическое притяженіе—притяженіе молекулярное. Здѣсь дѣло идетъ о взаимномъ притяженіи между двумя нейтральными молекулами, заключающими въ себѣ по одинаковому числу электроновъ обихъ знаковъ. Подобныя двѣ молекулы представлены на фиг. 1. Такъ какъ электроны внутри молекулы находятся въ равновѣсіи, то ее можно



Фиг. 1.

всегда изобразить ввидѣ симметричной фигуры съ правильно чередующимися положительными и отрицательными электронами. Если разсмотрѣть эквипотенціальныя поверхности для двухъ такихъ молекулъ, то окажется, что на не очень маломъ разстояніи отъ молекулъ онѣ плоскія. Но на разстояніи, сравнимомъ съ величиной электроновъ, эквипотенціальныя поверхности будутъ имѣть выпуклости и вогнутости, которыя будутъ тѣмъ рѣзче, чѣмъ ближе мы станемъ ихъ проводить къ поверхности молекулъ. Такую форму эквипотенціальной поверхности Лоджъ сравниваетъ съ поверхностью тюфяка. Очевидно теперь, что на сколько-нибудь замѣтномъ разстояніи молекулы не будутъ оказывать другъ на друга никакого вліянія, но на весьма близкихъ разстояніяхъ обнаружится притяженіе и эквипотенціальныя поверхности будутъ стремиться совмѣститься такъ, чтобы выпуклости одной совпали съ вогнутостями другой. Такимъ образомъ, съ точки зрѣнія электронной теоріи молекулярныя силы электрическаго характера точно такъ же, какъ и силы химическаго сродства. Съ этой точки зрѣнія ионы не могутъ вступать въ комбинаціи другъ съ другомъ подобно нейтральнымъ молекуламъ. Дѣйствительно, если ихъ заряды противоположны, то они должны химически соединиться, если же ихъ заряды одинаковы, то они должны отталкивать другъ друга. Только достигнувъ соотвѣтственнаго электрода и отдавъ ему свой зарядъ, ионы становятся вполне подобными нейтральнымъ молекуламъ. Электрическій зарядъ, сообщенный или помѣщенный по близости отъ связанныхъ между собою молекулъ, заставляетъ электроны внутри ихъ опредѣленнымъ образомъ перемѣститься, поляризуя молекулы. Слѣдствіемъ этого можетъ явиться какъ усиленіе связи между молекулами, такъ и ослабленіе. Выше было указано, что вокругъ атомовъ матеріи движутся, быстро вокругъ нихъ вращаясь, отдѣльные электроны. Приводя при своемъ непрерывномъ движеніи эфиръ въ колебаніе, они даютъ начало различнымъ радіаціямъ. Однако эти радіаціи становятся замѣтными только при осо-

быхъ исключительныхъ условіяхъ, въ обыкновенное же время присутствіе быстро вращающихся электроновъ ничѣмъ не выказывается. Это не должно казаться страннымъ. Вѣдь создаваемыя отдѣльными электронами колебанія эфирѣ налагаются другъ на друга, интерферируютъ. Такъ какъ электроновъ чрезвычайно много и даютъ они колебанія при самыхъ разнообразныхъ начальныхъ фазахъ, то въ концѣ концовъ всѣ колебанія должны другъ друга уничтожить и находящійся внѣ тѣла наблюдатель не замѣтитъ никакихъ радіацій. Однако, благодаря изслѣдованіямъ Беккереля и супруговъ Кюри удалось найти нѣсколько простыхъ тѣлъ, непрерывно излучающихъ энергію. Это радиоактивныя вещества. Они испускаютъ изъ себя различнаго рода лучи: 1) лучи подобные рентгеновскимъ; 2) лучи, подобные Ленардовскимъ; 3) потоки положительно наэлектризованныхъ частицъ, наконецъ 4) особаго рода матеріальныя эманации. Всѣ радиоактивныя вещества—элементы очень большого атомнаго вѣса, однако есть основанія полагать, что подобныя же радіаціи, только въ гораздо болѣе слабой степени, исходятъ и изъ остальныхъ простыхъ тѣлъ. Механизмъ радіацій еще неизвѣстенъ какъ слѣдуетъ. Предполагаются даже субъ-атомныя измѣненія радиоактивныхъ веществъ. Во всякомъ случаѣ, и здѣсь электронная теорія поможетъ разобратъ въ запутанныхъ вопросахъ. Эти, открытые недавно новые факты не только не подрываютъ электронной теоріи, но еще больше ее подтверждаютъ. Все до сихъ поръ разсмотрѣнное относится къ мельчайшимъ частицамъ матеріи, къ атомамъ и молекуламъ, но электронная теорія даетъ объясненіе не только такимъ невидимымъ для насъ явленіямъ, но и цѣлому ряду явленій природы, поражающихъ своею грандіозностью. Въ недавнее время Арреніусъ обработалъ теорію полярныхъ сіяній. По его мнѣнію, солнце испускаетъ непрерывно въ пространство потоки катодныхъ лучей, встрѣчающихся, между прочимъ, и нашу землю. Здѣсь подъ вліяніемъ земнаго магнетизма образуется огромный потокъ электроновъ отъ экватора къ полюсамъ. Достигая послѣднихъ, электроны въ разрѣженныхъ верхнихъ слояхъ атмосферы даютъ явленія свѣченія, подобныя наблюдаемымъ въ Гейслеровыхъ трубкахъ. Это свѣченіе и наблюдается нами подъ видомъ полярныхъ сіяній. Непрерывное притеканіе отрицательныхъ электроновъ, посылаемыхъ солнцемъ, должно вмѣстѣ съ тѣмъ постепенно увеличивать отрицательный зарядъ земли. Въ то же время, достигая верхнихъ слоевъ атмосферы, электроны обуславливаютъ сгущеніе паровъ воды и выпаденіе дождя. Такими же потоками электроновъ объясняются и солнечная корона, и кометные хвосты, и магнитныя бури. Однимъ словомъ, электронная теорія даетъ общее объясненіе цѣлому ряду самыхъ на первый взглядъ различныхъ явленій. Однако, является интересный вопросъ, какъ согласовать эту новую теорію съ тѣмъ, что до сихъ было всѣми принято, съ тѣмъ взглядомъ, что электрическія явленія совершаются не въ проводникахъ, а въ окружающемъ эфирѣ. На первый взглядъ кажется, что электронную теорію, принимающую токъ за передвиженіе электроновъ въ проводникѣ, нельзя никоимъ образомъ согласовать съ прежними взглядами. Но противорѣчіе между ними только кажущееся. Вѣдь и по электронной теоріи всѣ электрическія явленія совершаются не въ электронахъ, а въ окружающемъ его эфирѣ. Кажущаяся инерція электрона обязана своимъ происхожденіемъ магнитному полю, расположенному въ эфирѣ. Дѣйствія электрона зависятъ отъ его электростатическаго и магнитнаго полей, а они расположены въ эфирѣ. Словомъ, совершенно согласно съ прежними воззрѣніями, всѣ проявленія электричества принадлежатъ эфиру. Точно также кажется несомнѣннымъ съ установившимися взглядами положеніе, что атомъ реальной матеріи составленъ изъ электроновъ, обладающихъ электромагнитной массой, сконцентрированной не въ

немь самомъ, а въ окружающемъ пространствѣ. Но и это противорѣчіе только кажущееся. Въдѣ окружающее электронъ поле такъ ничтожно мало и такъ сконцентрировано, что уже на ничтожномъ разстояніи его дѣйствіе не можетъ быть замѣчено. Такимъ образомъ практически масса все-таки сконцентрирована въ самомъ электронѣ. Кромѣ того, электроны въ атомѣ расположены такъ далеко другъ отъ друга, что между ихъ полями не можетъ быть никакого взаимодѣйствія и потому масса атома остается равной суммѣ массъ всѣхъ входящихъ въ него электроновъ. Такимъ образомъ старые, установившіеся въ наукѣ взгляды не входятъ въ противорѣчіи съ электронной теоріей, а вмѣстѣ съ тѣмъ выводы послѣдней чрезвычайно обширны и открываютъ еще въ дальнѣйшемъ широкіе горизонты. Одна изъ главныхъ заслугъ электронной теоріи—это объединеніе всѣхъ видовъ матеріи, къ которому давно уже стремится наука. Устраняя всѣ разнообразныя открытія до сихъ поръ виды матеріи, электронная теорія ставитъ на ихъ мѣсто единую и всеобщую электрическую матерію. Она показываетъ, что атомы простыхъ тѣлъ на самомъ дѣлѣ сложны и состоятъ изъ многихъ тысячъ болѣе мелкихъ единицъ. Она указываетъ взаимное отношеніе этихъ единицъ и даетъ возможность узнать, что въ атомѣ онѣ разбѣяны крайне рѣдко, что онѣ отдѣлены другъ отъ друга сравнительно огромными разстояніями. Для того, чтобы дать понятіе объ отношеніи между атомомъ и электронами, его составляющими, а также объ ихъ распределеніи, Лоджъ приводитъ слѣдующее сравненіе. Если представить себѣ электронъ ввидѣ точки въ $\frac{1}{100}$ д. въ діаметрѣ, то атомъ будетъ церковью въ 160 ф. длины, 40 ф. вышины и 80 ф. ширины. Расположимъ мысленно въ такомъ помѣщеніи 10000 точекъ и тогда мы будемъ имѣть увеличенную картину атома ртути. Однако, электронная теорія еще далека отъ полноты и ей придется еще много вопросовъ разрѣшить. Еще совершенно неопредѣлены отношенія электроновъ къ эфиру, нѣтъ никакого объясненія для закона тяготѣнія. Кромѣ того, электронная теорія занималась исключительно теоріей отрицательнаго электричества. Положительное осталось въ тѣни и до сихъ поръ неизвѣстно, какого взгляда слѣдуетъ на него держаться. Многіе авторы считаютъ его остаткомъ атома, отъ котораго отдѣлился электронъ и даже въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ противопоставляютъ положительное и отрицательное электричество, какъ матерію и собственно электричество. Такой взглядъ необыкновенно напоминаетъ идеи, высказанныя еще Веніаминомъ Франклиномъ. Однако, онъ еще далеко не установился и требуетъ еще подробнаго развитія. Электронная теорія еще очень молода и несомнѣнно можетъ дать очень многое. Во всякомъ случаѣ и то, что она уже дала, представляетъ большую цѣнность, а въ будущемъ можно ожидать отъ нея не меньше, если не больше. С. М.

См стр 174 записка Вирьсова

Устройство линіи электрической передачи энергии.

Линіи передачи энергии обыкновенно идутъ возможно кратчайшимъ путемъ отъ главной станціи къ подстанціямъ. Число столбовъ, поперечинъ и изоляторовъ растетъ пропорціонально длинѣ пути, а вѣсъ проводника—пропорціонально квадрату ея; слѣдовательно, всякое отклоненіе отъ прямого пути должно стоить довольно дорого.

Линіи распределенія электрической энергии, понятно, слѣдуютъ вдоль общихъ дорогъ, а линіи передачи энергии могутъ итти и по спеціальной для нихъ проложеннымъ дорогамъ. Линія въ 130 километровъ длиной между Rochester и Pelham N. H.

(Сѣв. Амер. С. Ш.), передающая энергію для трамвая, работаетъ при 13000 вольтъ и проложена по спеціальной дорогѣ. Линія между Ниагарскимъ водопадомъ и Буффало (40 километровъ), главнымъ образомъ, проложена по спеціальной дорогѣ въ 9 метровъ шириной. Также и линіи между Canon Ferry и Butte въ 105 километровъ (50000 вольтъ) и между Кольгатъ и Оклендъ въ 230 километровъ (40000 вол.) проложены по спеціальнымъ дорогамъ. Ширина этихъ дорогъ отъ 15 метровъ доходитъ до сотенъ метровъ; а въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ линіи проходятъ черезъ лѣса, срублены всѣ деревья, которыя при паденіи могутъ задѣть за провода.

Во многихъ случаяхъ при очень высокихъ напряженияхъ употребляютъ двѣ линіи столбовъ съ однимъ или нѣсколькими проводами на каждой. Этотъ способъ примѣненъ на линіяхъ между Ниагарой и Буффало, между Canon Ferry и Butte, Кольгатъ и Оклендъ, а на одной линіи между Welland Canal и Hamilton обѣ линіи столбовъ, одна длиной въ 56 километровъ, а другая—въ 60 кил., идутъ на разстояніи въ нѣсколько километровъ другъ отъ друга.

Причины устройства двухъ отдѣльныхъ линій—тѣ, что въ этомъ случаѣ дуга, образовавшаяся въ одной цѣпи, не можетъ перейти на другую цѣпь, и, кромѣ того, гораздо легче вести ремонтъ линіи. На каждой линіи столбовъ въ передачѣ между Canon Ferry и Butte находится только одна цѣпь, состоящая изъ трехъ проводовъ; то же самое — и на многихъ другихъ линіяхъ. Въ этихъ передачахъ стремились посредствомъ устройства двухъ отдѣльныхъ и независимыхъ цѣпей ограничить индукцію линій и низвести до минимума сопротивление вслѣдствіе явленія Томсона. Но, вообще говоря, эти причины въ большинствѣ случаевъ не настолько серьезны, чтобы необходимо было увеличивать число цѣпей и, такимъ образомъ, уменьшать размѣры проводовъ.

При напряженияхъ въ 40000—50000 вол. происходитъ на длинныхъ линіяхъ значительная потеря энергіи вслѣдствіе перехода электричества черезъ воздухъ. Для уничтоженія этой потери слѣдуетъ помѣщать провода одной цѣпи на болѣе далекомъ разстояніи другъ отъ друга, чѣмъ это возможно сдѣлать при расположеніи проводовъ на одномъ и томъ же столбѣ. Для этой цѣли рекомендуется прокладывать провода на отдѣльныхъ линіяхъ столбовъ, и тогда потери могутъ быть сведены къ ничтожной величинѣ.

Разстояніе между столбами одной и той же линіи колеблется въ зависимости отъ числа, размѣровъ и вещества проводовъ. Въ обыкновенныхъ линіяхъ разстояніе между столбами равно отъ 30 до 34 метровъ. На углахъ и на кривыхъ это разстояніе должно быть уменьшено. Напримѣръ, изъ двухъ линій между Ниагарой и Буффало, старая состоитъ изъ 12 мѣдныхъ проводовъ по 177 мм². каждый, и столбы находятся на разстояніи всего въ 23 метръ; новая же, состоящая изъ 6 алюминиевыхъ проводовъ по 150 мм². каждый, имѣетъ столбы другъ отъ друга на разстояніи въ 34 метра.

Такъ какъ алюминиевый проводъ той же проводимости, какъ и мѣдный, имѣетъ вѣсъ равный только половинѣ вѣса послѣдняго, то разстояніе между столбами можетъ быть, вообще говоря, больше, и въ нѣкоторыхъ случаяхъ оно достигаетъ 46 метровъ. Для перехода линіи черезъ рѣки иногда требуется очень широкій пролетъ между столбами, и въ этихъ случаяхъ устраиваютъ на обоихъ берегахъ особыя опоры для проводовъ. Подобный случай представился на линіи между Кольгатъ и Оклендъ при переходѣ черезъ заливъ Каркинецъ, гдѣ ширина пролета достигала почти одного километра *). Кромѣ того, необходимо было, чтобы низшая точка проводовъ находилась, по крайней мѣрѣ, на 61 метръ выше уровня воды въ рѣкѣ, чтобы мачты судовъ не задѣвали

*) См. Электричество, 1902, № 8, стр. 113.

за нихъ. Чтобы достигнуть этого были устроены на обоих берегахъ двѣ стальные башни, при чемъ разстояніе между ихъ основаніями было равно 1350 метрамъ. Вслѣдствіе разности высотъ береговъ одна опора была высотой въ 68 метровъ, а другая только въ 20 метровъ. Между ними было подвѣшено 4 стальныхъ кабеля изъ 19 проволокъ каждый; внѣшній діаметръ каждаго кабеля былъ равенъ 22 миллиметрамъ, а всѣ его равнялся 3200 килограммамъ. Стальные кабели были употреблены вслѣдствіе ихъ большаго сопротивленія разрыву. Этотъ пролетъ безъ сомнѣнія самый длинный и самый высокій изъ всѣхъ, какіе когда-либо употреблялись на линияхъ высокаго напряженія.

Въ Соединенныхъ Штатахъ и Канадѣ обыкновенно употребляютъ столбы изъ кедра; въ Новой Англіи пользуются столбами изъ каштановаго дерева. На линіи между Электра и Санъ Франциско (230 километровъ) поставлены столбы изъ краснаго бразильскаго дерева; на линіи между Кольгата и Оклендъ употребляли столбы изъ Орегонскаго кедра. Главнымъ образомъ важно на мѣстѣ пересѣченія проводовъ и при всякихъ другихъ пересѣченіяхъ имѣть достаточно высокіе столбы. Вообще же нѣтъ никакого смысла употреблять столбы выше 11 метровъ, такъ какъ низкіе столбы представляютъ меньшую поверхность дѣйствію вѣтра; изгибающій моментъ для нихъ у основанія гораздо меньше, чѣмъ для высокыхъ. Если столбы не выше 9—11 метровъ, то они стоятъ не особенно дорого даже при большемъ діаметрѣ. Вообще говоря, нужно употреблять столбы съ діаметромъ не меньше 18 сантиметромъ у верха, и эти столбы не должны нести больше 3 проводовъ въ 6,5 мм². Столбъ съ діаметромъ 18—20 сантиметромъ у верха долженъ имѣть у основанія діаметръ не меньше 23 сантиметромъ при длинѣ въ 10 метровъ. Для болѣе длинныхъ столбовъ діаметръ долженъ быть соотвѣтственно больше.

Глубина, на которую столбы должны быть врыты въ землю, колеблется между 1,50 метра для столбовъ въ 7,5—9 метровъ вышиной и до 2,45 метровъ для столбовъ въ 18 метровъ длины. Тамъ, гдѣ почва очень рыхлая, или гдѣ столбъ долженъ противостоятъ значительнымъ усилямъ, вокругъ столба дѣлаютъ яму діаметромъ на 60 сантиметромъ больше діаметра столба и заливаютъ ее цементомъ или бетономъ (1 часть портуландскаго цемента, 3 части песку и 5 частей щебня). Основаніе столба обыкновенно пропитывается или дегтемъ или асфальтомъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ столбы красятъ по всей длинѣ, но это не обязательно. Верхушка же столба должна представлять изъ себя или конусъ, или наклонную плоскость и обязательно быть выкрашена или пропитана дегтемъ.

При благоприятныхъ условіяхъ почвы кедровый столбъ можетъ простоять 20 лѣтъ, столбъ изъ каштановаго дерева—10 лѣтъ, а изъ сосны—только пять лѣтъ. Столбы до 12 метровъ вышины могутъ быть снабжены вспомогательными столбами, но для болѣе высокыхъ столбовъ примѣненіе оттяжекъ съэкономитъ и время и деньги. Столбы должны быть снабжены подкосами на всѣхъ поворотахъ линіи, а при большихъ протяженіяхъ линіи каждый пятый столбъ долженъ быть укрѣпленъ оттяжками на случай разрыва проводовъ. Въ случаѣ, если есть мѣсто, лучше употреблять подкосъ вмѣсто оттяжекъ, такъ какъ онъ массивнѣе и лучше изолируетъ.

Обыкновенные изоляторы, къ которымъ прикрѣпляютъ оттяжки, негодятся на линияхъ съ очень высокимъ напряженіемъ, если пользуются оттяжками; въ этомъ случаѣ нужно пользоваться кускомъ дерева въ 15×15 сант. и 60 сантиметромъ длиной, къ каждому концу котораго прикрѣплена оттяжка.

Если столбы несутъ тяжелые провода и имѣютъ по нѣсколько поперечинъ, то въ нѣкоторыхъ случаяхъ укрѣпляютъ одну тягу подъ нижней поперечной, а другую на верхушкѣ. Желѣзо или гальва-

нированная сталь представляютъ наилучшій матеріалъ для оттяжекъ.

На линіи между Электра и Санъ-Франциско, работающей подъ напряженіемъ въ 6000 вольтъ, по мѣрѣ возможности избѣгали оттяжекъ и пользовались подкосами. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда оттяжки были необходимы, то въ качествѣ изолятора для оттяжекъ пользовались вышеуказаннымъ кускомъ дерева въ 15×15 сант. и 60 сант. длины. Число и размѣры поперечинъ зависятъ отъ числа цѣпей на одномъ столбѣ и отъ разстоянія между отдѣльными проводами. Обыкновенно рекомендуется употреблять не больше одной поперечины на столбахъ. Вмѣстѣ съ главными проводами можетъ быть на тѣхъ же столбахъ проложена и телефонная цѣпь. Поперечина для нее устраивается на нѣсколько футовъ ниже главной. Напримѣръ на линияхъ между Canon Ferry и Butte, Colgate и Okland и другихъ устроено всего одна поперечина на столбахъ, для двухъ проводовъ, а третій проводъ (трехфазная установка) укрѣпленъ на верхушкѣ столба.

Молодая сосна представляетъ наилучшій матеріалъ для поперечинъ. Широкая и толстая поперечины необходимы на линияхъ высокаго напряженія и, вообще говоря, не слѣдуетъ употреблять поперечины сѣченіемъ меньше 11×14 сантиметромъ. На линіи между Электра и Санъ-Франциско, состоящей изъ трехъ алюминіевыхъ проводовъ, въ 265 мм², каждый, поперечины сдѣланы изъ Орегонской сосны и имѣютъ сѣченіе 15×15 сантиметромъ. Въ другихъ установкахъ употребляются поперечины сѣченіемъ въ 106×82 миллиметровъ или 120×95 мм., но врядъ ли онѣ годятся для длинныхъ линій. Передъ прикрѣпленіемъ къ столбамъ поперечины должны быть высушены и проварены въ асфальтѣ или въ льняномъ маслѣ для увеличенія изоляціи. Поперечины длиннѣе полутора метровъ должны быть прикрѣплены къ столбу посредствомъ упоровъ укрѣпленныхъ на столбѣ немного выше поперечинъ, а на поперечинѣ на срединѣ между столбомъ и краемъ. Эти скрѣпленія могутъ быть сдѣланы изъ полосаго желѣза въ 30×6 мм. На линияхъ высокаго напряженія не слѣдуетъ употреблять желѣза, а лучше скрѣпленія изъ твердаго дерева. Такъ устроено, напримѣръ, на линіи между Butte и Canon Ferry.

Для стержней въ изоляторахъ лучше всего употреблять дерево. Прежде употребляли желѣзо; но въ этихъ случаяхъ стеклянные и фарфоровые изоляторы не выдерживали и пробивались. Стержни изъ дуба самые употребительные вслѣдствіе своей твердости и долговѣчности. Въ Калифорніи употребляютъ также стержни изъ эвкалиптоваго дерева. Передъ употребленіемъ стержни должны быть въ продолженіи нѣсколькихъ часовъ проварены въ льняномъ маслѣ. На линияхъ очень высокаго напряженія нужно употреблять болѣе длинные стержни для того, чтобы нижняя юбка изолятора находилась на достаточномъ разстояніи отъ поперечины. Стержень длиной въ 30 сант. и 38 мм. діаметромъ въ той части его, которая входитъ въ поперечину, можетъ быть употребленъ для обыкновенныхъ линій не очень высокаго напряженія. Но на линияхъ очень высокаго напряженія, какъ напримѣръ, линія въ 5000 вольтъ между Canon Ferry и Butte—стержни длиной въ 43 сантиметра. Каждый изъ этихъ стержней укрѣпленъ винтомъ въ 10 мм. проходящимъ черезъ поперечину и черезъ стержень.

(L'Electricien, 1903.)

Устройство электрическихъ станцій.

Статья Викандера.

Въ то время, какъ въ теченіе послѣдняго десятилѣтія техника постройки динамомашинъ, распределительныхъ досокъ и проч. достигла вслѣдствіе обо-

стренной конкуренции высокой степени развития, устройство самих станций осталось почти без изменения.

Здѣсь мы попытаемся указать на нѣкоторыя особенности, которыя заслуживаютъ вниманія при проектированіи станцій, но которыя до сихъ поръ пренебрегали. Кромѣ того, будутъ даны нѣкоторыя новыя указанія, которыя въ томъ или другомъ случаѣ могутъ принести пользу.

Положеніе станціи.

Къ участку земли, отведенному подъ электрическую станцію, должны быть предъявлены слѣдующія требованія:

1) онъ долженъ быть достаточно великъ для того, чтобы могло производиться расширеніе станціи. Даже въ городахъ съ медленнымъ ростомъ населенія рекомендуется имѣть участокъ земли, рассчитанный на станцію въ четверо большую.

2) Воды должно быть достаточно для питанія котловъ, конденсаторовъ, охлажденія газовыхъ двигателей и проч.

3) Разстояніе станціи отъ центра сѣти должно быть для сокращенія расходовъ какъ можно меньше.

4) Подвозъ топлива къ станціи долженъ быть дешевъ (подъѣздной путь). Въ извѣстныхъ случаяхъ весьма выгодно, чтобы станція была расположена около газоваго завода. Тогда можно установить газовые двигатели и этимъ значительно понизить издержки по эксплуатаціи станціи, такъ какъ при небольшомъ разстояніи станціи отъ газоваго завода можно будетъ раскаленный коксъ прямо изъ реторты перевозить къ приборамъ для добыванія газа для двигателей. Даже при паровой установкѣ можно будетъ въ такихъ случаяхъ употреблять остаточные продукты перегонки для топки паровыхъ котловъ, какъ напримѣръ на станціи въ Брюннѣ.

Расположеніе зданій.

Котельное и машинное отдѣленія и сараи для храненія угля, само собой понятно, устраиваются параллельно, какъ напримѣръ, въ Дрезденѣ, Нюрнбергѣ и Прагѣ. Аккумуляторное помѣщеніе, если такое имѣется, устраивается около машиннаго отдѣленія. Обыкновенное расположеніе водяныхъ насосовъ и очистителей воды между котельнымъ и машиннымъ отдѣленіями, которое можно часто встрѣтить, оказывается неудобнымъ, вслѣдствіе необходимости имѣть болѣе длинный паропроводъ. Лучше помѣщать насосы и пр. подъ котельнымъ отдѣленіемъ, какъ это и сдѣлано въ одной изъ самыхъ большихъ установокъ Германіи, гдѣ подъ кочегаркой устроенъ особый подвалъ для насосовъ. Если участокъ земли очень малъ, то можно котельное отдѣленіе помѣстить надъ машиннымъ отдѣленіемъ, какъ это часто дѣлаютъ въ Англіи и Америкѣ.

Полъ машиннаго отдѣленія, обыкновенно, лучше дѣлать нѣсколько выше уровня земли, такъ какъ тогда и подвалъ получаетъ дневное освѣщеніе и хорошую вентиляцію.

Расположеніе машинъ.

Нагрузка электрическихъ станцій, какъ извѣстно, весьма непостоянна. Только нѣсколько недѣль въ году бываетъ полная нагрузка и то 4—6 часовъ въ сутки, а все остальное время года и, въ особенности, лѣтомъ нагрузка очень мала. Отсюда ясно, что дорогіе и экономично работающіе машины и котлы должны служить для постоянной нагрузки, а другіе менѣе экономичные должны работать только въ моменты усиленной нагрузки, а въ особенности служить резервомъ. Такое дѣленіе почти невозможно при установкахъ, съ газовыми двигателями, но при паровыхъ установкахъ, въ особенности переменнаго тока, оно должно примѣняться и примѣняется съ большой выгодой.

Паровые котлы.

Котлы должны быть большими насколько только возможно. Тогда не только изготовленіе котловъ, но и ихъ помѣщеніе, фундаментъ, трубы и уходъ будутъ стоить значительно меньше. Что же касается вопроса, какіе котлы нужно брать, цилиндрическіе или водотрубные, то здѣсь мнѣнія значительно расходятся. Вообще говоря, цилиндрическіе котлы лучше, но дороже и требуютъ больше мѣста. Лучше всего и выгоднѣе избрать смѣшанную систему, и цилиндрическіе котлы употребляютъ для продолжительной нагрузки (ненагруженные трансформаторы).

Обыкновенные водотрубные котлы, которые строятся въ Германіи только до поверхности нагрева въ 420 м², занимаютъ все-таки еще много мѣста. Поэтому придется конструировать, по всей вѣроятности, новыя типы котловъ, которые будутъ или типа котловъ на торпедныхъ судахъ или вродѣ американскихъ вертикальныхъ котловъ системы „Klimax“.

Паропроводы.

Стоимость устройства паропроводовъ и ихъ вліяніе на стоимость эксплуатаціи станціи считаютъ, обыкновенно, слишкомъ незначительными. Поэтому при проектированіи на нихъ обращаютъ очень мало вниманія. Паропроводъ обыкновенно рассчитывается въ предположеніи, что всѣ машины работаютъ при наибольшей нагрузкѣ. Диаметръ трубъ выбираютъ такой, что скорость движенія пара равняется 20—30 метрамъ въ секунду.

Такой расчетъ приводитъ къ тому, что размѣры трубъ слишкомъ велики для средней нагрузки, и вслѣдствіе этого происходятъ громадныя потери отъ конденсаціи пара. При примѣненіи кольцевой или двойной системы, вторая вѣтвь имѣетъ почти безъ исключеній тѣ же размѣры, что и главная. Если только одинъ вентиль между ними неплотно закрывается, то онъ обѣ наполнены паромъ, который почти весь пропадаетъ даромъ. Поэтому лучше дѣлать или одну вѣтвь такихъ размѣровъ, чтобы скорость движенія пара достигала 80 метровъ въ секунду при полной нагрузкѣ машинъ, или двѣ вѣтви, изъ которыхъ вторая имѣетъ размѣры въ 2—4 раза меньше главной. При полной нагрузкѣ работаютъ обѣ вѣтви паропровода, а обыкновенно работаетъ только та, размѣры которой наиболѣе подходятъ при данной нагрузкѣ.

При установкахъ постояннаго тока съ батареями аккумуляторовъ долженъ быть только одинъ паропроводъ, а при установкахъ съ переменнымъ токомъ необходима или кольцевая или двойная система паропровода. Парособиратели при установкахъ съ пароперегрѣвателями больше не нужны. Также сомнительна и выгода употребленія насыщеннаго пара.

Паровыя машины.

На новѣйшихъ станціяхъ ставятъ теперь, обыкновенно, только горизонтальныя компаундъ-машины, а при нагрузкѣ выше 1500 лошадиныхъ силъ—машины тройнаго расширенія. Давленіе пара въ котлѣ употребляется почти повсюду 12 атмосферъ, и паръ перегрѣтъ до 100°. Конденсація для каждой машины производится отдѣльно посредствомъ приводимаго ею же самой въ дѣйствіе воздушнаго насоса, помѣщеннаго въ подвалъ.

У машинъ тройнаго расширенія имѣется по два цилиндра низкаго давленія, изъ которыхъ одинъ соединенъ вмѣстѣ съ цилиндромъ высокаго давленія, а другой—средняго. Динамомашинна находится между обими парами цилиндровъ. Такая паровая машина потребляетъ мало пару, но за то много масла. Цѣна и помѣщеніе, занимаемое ею, почти вдвое больше, чѣмъ у такой же компаундъ-машины. Вообще, преимущества машинъ тройнаго расширенія вовсе не такъ велики, какъ о нихъ говорятъ, и даже совсѣмъ

исчезаютъ, если этимъ машинамъ приходится работать только по нѣсколько часовъ въ сутки или при незначительной нагрузкѣ. Поэтому въ качествѣ резервной машины нужно всегда предпочесть компандъ-машину.

Въ ближайшемъ будущемъ, по всей вѣроятности, обратятся къ давленіямъ пара въ котлѣ, достигающимъ 15 атмосферъ при перегрѣвѣ пара до 150°. Также, вѣроятно, будутъ устраивать и общую конденсацію, имѣя въ виду паровыя турбины, которыя теперь начинаютъ все чаще и чаще примѣняться. При установкахъ даже специально постоянного тока весьма полезно выбирать паровыя машины, которыя могутъ дать число оборотовъ, подходящее для работы генераторовъ переменнаго тока съ 50 периодами. Эти числа слѣдующія 75, 83, 94, 107, 125, 150, 166, 188, 214, 250, 300, 375, 500, 600, 750, 1000, 1501 и 3000.

Весьма удобно, если во время наибольшей нагрузки можно повысить работоспособность машины, увеличивая число оборотовъ и, наоборотъ, во время небольшой нагрузки уменьшить число оборотовъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ машина работаетъ съ большимъ коэффициентомъ полезнаго дѣйствія. Къ резервнымъ машинамъ предъявляются совершенно другія требованія, чѣмъ къ машинамъ, работающимъ постоянно. Потребленіе пара у нихъ можетъ быть больше, и вся ихъ конструкція можетъ быть грубѣе. Въ особенности желательно, чтобы эти машины могли быть пущены въ ходъ безъ большихъ приготовленій и, въ особенности, безъ предварительнаго прогрѣванія ихъ. Отсюда мы видимъ, что лучше всего, въ данномъ случаѣ, будетъ одноцилиндровая машина съ большимъ числомъ оборотовъ, а еще лучше паротурбина, которая незамѣнима для станцій, принужденныхъ стѣсниться на небольшомъ пространствѣ.

Динамомашинны.

Динамомашинна должна быть настолько велика, чтобы она могла продолжительное время переносить полную нагрузку паровой машины. Если имѣются двѣ динамо-машины, одна напр. для постоянного тока, а другая для трехфазнаго и обѣ соединены съ одной паровой машиной, то въ извѣстныхъ случаяхъ достаточно, чтобы обѣ машины вмѣстѣ обладали той же или нѣсколько большею мощностью, какъ паровая машина; но правильнѣе, чтобы мощность каждой динамомашинны въ отдѣльности была равна мощности паровой машины. Стоимость устройства большей динамомашинны незначительна сравнительно со стоимостью паровыхъ машинъ, котловъ, зданій и проч.

Въ послѣднее время динамомашинны строятъ такъ, чтобы онѣ служили маховымъ колесомъ для паровыхъ машинъ. Это целесообразно только для динамо-машинъ переменнаго тока, такъ какъ издержки при этомъ увеличиваются только очень незначительно.

Но для динамо-машинъ постоянного тока намъ кажется выгоднѣе употреблять специальное маховое колесо, устроенное такъ, чтобы оно, при случаѣ, могло служить индукторомъ для генератора переменнаго тока.

Такъ какъ теперь города имѣютъ тенденцію расширяться посредствомъ пригородныхъ усадебъ, то можетъ лѣтъ черезъ 15 оказаться, что даже въ маленькихъ городахъ нельзя будетъ обойтись постояннымъ токомъ въ 2×220 или въ 2×250 вольтъ. Вотъ для этого-то случая и рекомендованы выборъ паровыхъ машинъ съ числомъ оборотовъ, подходящимъ для переменнаго тока въ 50 периодовъ и устройствомъ специальнаго махового колеса при динамо-машинахъ постоянного тока.

Вообще, нельзя рекомендовать устройство очень большихъ динамо-машинъ. Лучше употреблять двѣ динамо-машины половинной мощности. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія ни въ коемъ случаѣ не понизится, такъ какъ вслѣдствіе меньшихъ размѣровъ воздушный промежутокъ между роторомъ и

статоромъ можетъ быть сдѣланъ меньше, а кромѣ того при уменьшеніи нагрузки одну динамо-машину можно будетъ совершенно выключить.

Вспомогательныя и уравнильныя машины.

Для этой цѣли при трехпроводной системѣ постоянного тока употребляютъ обыкновенно или четырехмашинную систему съ двумя уравнильными и съ двумя добавочными динамо-машинами по одной для каждой половины батареи (Шукертъ), или трехмашинную систему (Сименсъ и Гальске) съ двумя уравнильными и одной добавочной динамо-машинами.

Часто на трамваи работаетъ динамо-машина, приводимая въ движеніе электрическимъ двигателемъ. Но это большей частью весьма невыгодно вслѣдствіе большихъ потерь при трансформации. Гораздо болѣе выгодно расположеніе добавочной или уравнильной динамомашинны съ главной на общемъ валу. Единственное возраженіе, которое можно сдѣлать противъ этой системы—это то, что, вслѣдствіе небольшого числа оборотовъ (около 100 въ минуту) главной динамомашинны добавочная будетъ велика и стоить слишкомъ дорого.

Но и это возраженіе неправильно, такъ какъ, въ первыхъ, въ обыкновенной системѣ нужно употреблять двѣ машинны, динамо и двигатель, а кромѣ того и главная динамо-машина должна имѣть большія размѣры. Напримѣръ, мощность главной динамомашинны равняется 400 квт., а добавочная динамо должна давать только 40 квт. Добавочная машина и ея двигатель имѣютъ коэффициенты полезнаго дѣйствія 90%, вмѣстѣ, значитъ, только 81%. Чтобы добавочная динамо давала 40 квт., главная динамо-машина должна дать $\frac{40}{0,81} = 48,4$ квт. и она можетъ дать для другихъ цѣлей уже только 351,6 квт.

Если добавочная машина не нужна, то можно подыять ея шетки, и она будетъ служить только маховымъ колесомъ. Можно эту динамо снабдить также и двумя обмотками, которыя, смотря по надобности, можно соединять послѣдовательно или параллельно.

Такая машина можетъ быть пригодна для различныхъ цѣлей напр:

- 1) какъ уравнильная динамо, работая то для одной то для другой половины батареи,
- 2) какъ добавочная динамо для зарядки аккумуляторовъ,
- 3) какъ добавочная динамо для электрической тяги,
- 4) какъ вспомогательная динамо для обратнаго кабеля электрическихъ желѣзныхъ дорогъ, по предложенію Каппа,
- 5) какъ возбудитель для соединеннаго на общемъ валу генератора переменнаго тока.

Въ качествѣ резерва для этой динамо можетъ служить динамо, приводимая въ дѣйствіе электрическимъ двигателемъ. Такъ какъ резервная динамо работаетъ очень рѣдко, то она можетъ имѣть большое число оборотовъ и небольшой коэффициентъ полезнаго дѣйствія. (Е. Т. Z. 1903 г.)

Стоимость эксплуатаціи машинъ приводимыхъ въ движеніе электричествомъ.

На происходившемъ 1 сентября минувшаго года, годовомъ собраніи англійск. Iron and Steel Institute въ Дюссельдорфѣ (въ Германіи) инж. Биджъ (P. Selby Bigge) директоромъ общества «Selby Bigge and Co Newcastle on Tyne», былъ сдѣланъ интересный докладъ, касающійся вопроса стоимости электрической энергіи при примѣненіи ея въ желѣзной промышленности.

Докладъ обсуждаетъ, на первомъ планѣ, различіе между работой машинъ, приводимыхъ въ движеніе электричествомъ, и работой машинъ приводимыхъ въ движеніе инымъ способомъ. Авторъ обсуждаетъ сначала ту экономію, которую даетъ производство помощью электрической энергии въ сравненіи съ другими механическими производствами и приводит относящейся сюда матеріалъ, который взятъ отчасти изъ установокъ континента, отчасти изъ таковыхъ Англии и Соед. Штатовъ. Изъ изобилія примѣровъ, сдѣланныхъ на докладѣ, здѣсь помѣщены только имѣющие общій интересъ.

Стоимость эксплуатаціи различныхъ системъ крановъ, находящихся въ Гамбургской гавани.

Стоимость эксплуатаціи машины складывается изъ слѣдующихъ статей: жалованье служащимъ при кранахъ, стоимость топлива (а слѣдовательно и полученіе электрической энергии), смазочный матеріалъ и матеріалъ для чистки машины. Вся стоимость содержания крана въ день, въ среднемъ подсчитанная въ теченіи года, при десятичасовой работѣ:

- | | | |
|--|---------|----------------|
| 1) Паровые краны Броуна (простого дѣйствія) | 10 мар. | } 1898 1893/94 |
| 2) Паровые лебедки | 8 " | |
| 3) Паровые краны Броуна съ центральнымъ парораспределен. | 12 " | |
| 4) Электрическіе краны | 7 " | |

Паровые краны отопляются коксомъ, который въ то время (1893/94) стоилъ за двойной гектолитръ (отъ 85 до 90 кгр.) около 1,40 мар. Электрическіе краны питаются отъ городской сѣти, съ платой 18 пфн. за киловаттъ-часъ. Краны, стоящіе подъ рубрикой 1 и 2, имѣютъ паровые котлы на самомъ кранѣ, стоящіе же подъ рубрикой 3, которыхъ около 20 штукъ, соединены съ центральной котельной установкой.

Въ 1901 году работа крана въ день, при десяти часовой работѣ, подсчитанная въ среднемъ въ теченіи года для 182 паровыхъ крановъ Броуна, составляла 11,36 мар., тогда какъ стоимость работы электрическихъ крановъ осталась та же, такъ какъ цѣна электрическаго тока не измѣнилась.

Въ 1898 году паровыми кранами, въ теченіи 315083 рабочихъ часовъ, поднято груза вѣсомъ въ 1825880 тоннъ, на что израсходовано 410324,15 мар. И такъ, стоимость эксплуатаціи, включая сюда ремонтъ машины, составляетъ $\frac{410324,15}{315083} = 130,2$ пфн. въ часъ

или $\frac{410324,15}{1825880} = 22,47$ пф. за 1 тонну поднятаго груза.

Электрическіе краны подняли съ 1 января по 30 сентября 1898 года, въ теченіи 10190 рабочихъ часовъ, 77697 тоннъ груза, на что израсходовано: 2664,36 марокъ на электрическую энергию (считая 18 пф. за киловаттъ-часъ) и 4462,80 мар. служащимъ при кранахъ.

И такъ, на одну тонну поднятаго груза приходится 9,17 пф., а стоимость десятичасовой работы составляетъ 7 марокъ.

Компанія тормазовъ Вестингауза въ Америкѣ („Westinghouse Air Brake Co, Wilmerbing, Penn.), замѣнила свою паровую установку, состоящую изъ 30 паровыхъ машинъ въ 1375 лош. силъ и питаемую съ центральной котельной установки, электрической. Приводные валы были подраздѣлены на болѣе короткія части, а 30 паровыхъ машинъ замѣнены 57 электродвигателями въ общемъ на 1065 лошади. силъ. Точныя измѣренія дали уменьшеніе расхода пара на 40% и уменьшеніе расхода угля на 32,3%.

На собраніи „Франклиновскаго института“ Вокленъ, представитель паровозостроительнаго завода Баловина въ Филадельфіи, заявилъ, что если устроить электрическую энергию на этомъ заводѣ, то для сохраненія величины производства завода нужно бы-

ло бы увеличить сумму окладовъ рабочимъ отъ 20 до 25%, а также и площадь фабрики на 40%. Ричардсонъ сообщаетъ слѣдующія данныя, относительно фабричныхъ установокъ фирмы Викерсъ сынъ и Максимъ (Vickers sons & Maxim въ Barrow-in-Furness'n). Одинъ киловаттъ-часъ въ 1901 году обошелся машинному заводу въ 6 1/2 пф., считая при этомъ расходъ на уголь, жалованье служащимъ, воду, починку и т. д. Экономія, достигнутая вслѣдствіе замѣны паровой работы электрической, вытекаетъ изъ того, что при работѣ въ паровой гавани паровой силой, средней мѣсячный расходъ угля, подсчитанный въ теченіи трехъ зимнихъ мѣсяцевъ, въ 1898 году, былъ равенъ 476 тон., тогда какъ при замѣнѣ электрической энергіей, за тотъ же періодъ, въ 1899 году, средней расходъ угля былъ равенъ 232 тон., т. е. расходъ угля уменьшился на половину,—не смотря на то, что за этотъ періодъ времени установленъ рядъ новыхъ машинъ, вслѣдствіе чего потребленіе тока на электрическое освѣщеніе сильно увеличилось. Если принять все это во вниманіе, то найдемъ, что дѣйствительная экономія лежитъ ближе къ 60%, чѣмъ къ 50%.

Въ одномъ Нортумберландскомъ рудникѣ сначала было установлено 7 одноцилиндровыхъ насосовъ, каждый доставлялъ воды 450 мтр. въ минуту. Насосы приводились въ дѣйствіе посредствомъ проволочной передачи отъ двухъ паровыхъ машинъ установленныхъ подъ землей. Эту установку замѣнили одной паровой машиной тройного расширенія и одной динамо, и для каждаго насоса поставили 6-ти сильный электродвигатель, снабженный винтовой передачей. Все устройство обошлось, включая при этомъ и работы по установкѣ, нѣсколько болѣе 60000 м., причемъ введеніемъ электрической энергии ежегодная экономія достигла 30000—36000 м.

Въ шотландскомъ угольномъ рудникѣ сначала вода качалась однимъ рычажнымъ насосомъ и двумя двойными насосами, расположенными подъ землей. Для обслуживания насосовъ нужны были 7 человекъ, расходъ угля въ день равнялся 14 тоннъ. Эта установка была замѣнена тройнымъ насосомъ, доставлявшимъ 2,25 куб. м. воды въ минуту на высоту 180 мтр. Этотъ насосъ приводился въ дѣйствіе 150 сильнымъ электродвигателемъ. Новая установка работала ежедневно только 8 часовъ, потребленіе топлива понизилось до 8 тон. въ день и вся установка обслуживалась 3 людьми. Переустройствомъ установки достигнуто ежегодной экономіи около 60000 м., такъ что вся стоимость установки, включая всѣ работы, окупилась меньше чѣмъ въ два года.

Затѣмъ докладчикъ привелъ, какъ примѣръ, германскій рудникъ, находящійся въ Вестфалии, „Ewald'a bei Herten“, гдѣ совершившееся передвиженіе груза помощью лошадей было замѣнено электрической тягой.

Копе въ журналѣ „Glückauf“ сообщаетъ слѣдующія данныя относительно работы рудника Ewald. Количество перевезеннаго добытаго продукта въ іюль 1894 г., втеченіи 25 рабочихъ дней, кругомъ 107000 вагонъ-километровъ по 0,6 тонны. Работало 50 лошадей, такъ что мѣсячная полезная мощность одной лошади около 2140 вагонъ-километровъ или $2140 \times 0,6 = 1264$ тоннъ-километровъ, не считая при этомъ работы, потраченной на передвиженіе пустыхъ вагоновъ и нагруженныхъ дровами, кирпичами, известью и т. д. Мощность лошади въ день была равна $\frac{2140}{25} = 85,6$ вагонъ-километровъ или 51,35 тоннъ-километровъ. Мѣсячное содержаніе одной лошади:

- | | |
|--|--------|
| Подрядчику | 100 м. |
| Поденная плата гонщику и часть жалованья тремъ слугамъ дающимъ лошадямъ кормъ, одному убирающему лошадей и одному завѣдующему конюшней | 54 м. |
| | 154 м. |

Содержаніе 50 лошадей = 7700 м., не считая 6 м. на лошадей или въ мѣсяцъ 300 м. на 50 лошадей, на ковку, доставку имъ воды и амортизацію подземныхъ конюшенъ.

Считая денную мощность лошади въ 85,6 вагонъ-километровъ, получимъ необходимое число лошадей за июль мѣсяцъ 1895 г., при общей мощности въ 118062 вагонъ-километровъ, т. е. втеченіе 27 рабочихъ дней потребовалось бы ежедневно 51,5 лошадь, на что было бы израсходовано $51,5 \times 154 = 7931$ м. Не считая амортизаціи и процентовъ затраченнаго капитала стоимость механическаго передвиженія составитъ:

1 мастеру	190 м.
2 машинистамъ работающимъ на поверхности земли	197,75 "
4 машинистамъ, работающимъ подъ землей	473,45 "
3 1/2 сдѣлщикамъ вагонетокъ	328,07 "
175 смѣнамъ для особ. услугъ	562,15 "

Сумма окладовъ 1751,42 "

Затѣмъ листы домовой отчетности . 145,82 м.
320 вольт., 110 амп. = 35,2 киловат. слѣдовательно паровая машина должна дать $\frac{35,2}{0,5} = 50,3$ л. с.

1 л. с. въ часъ = 0,024 м. ежемѣсячно, 27 дней $\times 16$ часовъ = 30,3 + 0,024 = 521,51 "

Сумма расхода 2418,75 "
или кругло 2419 м.

Не считая амортизаціи и процентовъ, въ июль мѣсяцъ 1895 г. сравнительно съ расходомъ того же мѣсяца годомъ раньше, сохранено 7931—2419 = 5512 м., что составляетъ за тоннукилометръ при конной тягѣ 12 пф., при механической канатной передачѣ 3,39 пф. Амортизационный расходъ покрывается, сохраненіемъ для работающихъ лошадей въ рудникахъ $51,5 \times 12 = 618$ куб. м. въ минуту свѣжаго воздуха, меньшей тратой капитала на ремонтъ поперечныхъ шахтъ, а главнымъ образомъ достиженіемъ равномерной работы.

Сдѣлаемъ точно подсчетъ, положивъ въ 150000 м. дѣйствительную стоимость установки, включая сюда стоимость запасныхъ машинъ и положивъ 18% съ затраченнаго капитала на амортизацію и проценты, ежемѣсячно нужно принять въ расчетъ 2250 м. и такъ вся стоимость механическаго передвиженія груза $2419 + 2250 = 4669$ м. въ мѣсяцъ или за тонну-километръ $\frac{4669,00}{713772} = 6,54$ пф., всетаки только половина стоимости лошадиной тяги.

Электрическая установка состоитъ изъ одной динамо на 77 киловат., приводимой въ движеніе ременной передачей, и одной паровой турбины, приводящей въ движеніе другую динамо той же мощности и работающей на электродвигатели передвигающіе грузы; машины завода Ламайера.

Далѣе, въ своемъ докладѣ, авторъ говоритъ о потеряхъ при трансмиссіяхъ; онъ указываетъ на фабрику портландскаго цемента въ Вестфалии, гдѣ отъ установки паровыхъ машинъ въ 400 л. с., 70 л. с. теряется на холостой ходъ трансмиссіи. Такъ какъ заводъ работаетъ день и ночь, то, слѣдовательно, эта передача энергіи теряетъ $300 \times 24 \times 70 = 504000$, т. е. болѣе чѣмъ 1/2 мил. лош. силъ-часовъ, что стоитъ около 210000 м., если считать лош. силу въ часъ по 4 до 4,5 пф.

На другой цементной фабриктъ, для привода въ дѣйствіе вентилятора, передавалось на разстояніи 80 метр. 15 л. с., при чемъ было поставлено два вала, одна передача и 4 ремня, изъ нихъ какъ показало точное измѣреніе 8,1 л. с. тратилось бесполезно. При

денной и ночной работѣ, этой маленькой передачі, теряется въ годъ не менѣе какъ $300 \times 24 \times 8,1 = 58320$ лош. силъ-час.

Относительно потерь въ паровыхъ установкахъ, происходящихъ вслѣдствіе примѣненія передачъ валами, въ докладѣ помѣщены данныя, полученные измѣреніемъ. На вагонномъ заводѣ потеря колеблется между 23 и 57%, на машинномъ заводѣ между 25 и 70%. Еще на одномъ заводѣ потеря была 76%. Ниже помѣщенная таблица даетъ нѣкоторыя величины потерь при различной работѣ трансмиссіи, здѣсь также колеблется потеря между 39 и 77%.

Таблица потерь на передачі (трансмиссіи) при различной работѣ.

Отрасль фабрикаціи.	Общая лошад. силы.	Потери въ трансмиссіи %	Нагрузка.	Длина вала 10 м; л. с.	Вѣсъ вала 100 кгр.; л. с.	Подшипникъ л. с.	Ремень л. с.
Волоченіе проволоки и полировка	400	39	1/2	4,7	1,28	0,37	1,76
Штампованіе и полировка	74	77	1/3	3,3	0,77	0,84	2,4
Котельная и машинная мастерская	38	65	2/3	1,6	0,46	0,55	0,48
Тяжелыя машины	112	57	1	1,9	0,51	0,58	0,45
Легкія машины	74	54	1	2,7	0,88	0,69	0,12
Производство мелкихъ инструментовъ	47	52	1	0,8	0,51	0,24	0,11
Тоже	190	57	1	1,5	0,95	0,39	0,21
Машины для производства винтовъ и винты	241	47	1	2,1	0,84	0,63	0,23

Докладчикъ посвящаетъ особый отдѣлъ въ своей статьѣ, полученію электрическаго тока на различныхъ фабрикахъ. Произведенныя измѣренія, соответствующія условію обыкновенной работы, дали слѣдующіе результаты на одномъ заводѣ. Измѣренія производились отъ 17 до 23 ноября 1901 г., для чего было сдѣлано испытаніе работы машинъ, продолжавшейся 130 1/2 часовъ. Результаты работы помѣщены въ нижеслѣдующей таблицѣ:

Средняя сила тока	3464 амп.
Среднее напряженіе	125 влт.
Средняя мощность (вол. \times амп.)	433 квв.
Средняя мощность въ англ. лошадиныхъ силахъ	580,42 л. с.
Киловаттъ-часовъ	60403 квт.-час.
Расходъ пара на одинъ киловаттъ-часъ	12,4 кгр.
Расходъ угля на киловаттъ-часъ	1,37 кгр.
Стоимость одного киловаттъ-часа:	
1,37 кгр. угля по 11,50 м. за тонну	1,58 м.
12,4 кгр. воды по 6,6 м. за кубич. метръ	0,08 "
Запасы	0,08 "
Содержаніе служащихъ	0,56 "
Ремонтъ (включая сюда 134 дуговыхъ фонаря)	0,14 "
Сторожъ	0,10 "

Стоимость одного квт.-часа 2,54 "

Проценты и амортизація на 300000 м., считая 10% въ годъ 0,84 "

Заводы «Richardson, Weatgarth & Co. Limited, West Hartlepool» приводились сначала въ дѣйствіе 13 маленькими не экономично работающими паровыми машинами, которыя были размѣщены въ различныхъ пунктахъ завода, съ общей мощностью около 300 до 400 л. с. Паръ этимъ машинамъ доставляла батарея котловъ, состоящая изъ 12, и расходовавшая ежедневно около 100 тон. угля. Пять лѣтъ тому назадъ, вся эта установка паровыхъ машинъ была устранена, взаменъ чего поставили электродвигатели, получаю-

щие токъ отъ двухъ 400 сильныхъ и одной 120 сильной динамы Броунъ, Боверь и К^о. По даннымъ завода, этимъ нововведеніемъ не только былъ повышеи коэффициентъ полезнаго дѣйствія работающихъ машинъ на 30%, но и расходъ угля въ центральной станціи сталъ теперь еженедѣльно отъ 50 до 65 тоннъ. Расходъ на перемѣну и починку машинъ втеченіи пятилѣтняго періода дѣйствія установки, былъ очень незначителенъ, во всякомъ случаѣ не выше 1% со всего затраченнаго капитала.

Еще нѣкоторыя данныя стоимости получения электрическаго тока. Большая фабрика паровыхъ машинъ, состоящая изъ 4 отдѣловъ при 800 рабочихъ и при еженедѣльномъ расходѣ угля 7¹/₂ т., здѣсь стоимость киловаттъ-часа, включая амортизацію и проценты на затраченный капиталъ, 3,9 пф.

Пароходная гавань, находящаяся на сѣверовосточномъ берегу Англїи, гдѣ работаютъ 112 л. с., считаетъ получение одной электрической лошадиной силы въ часъ, включая всѣ нагрузки около 5,1 пф.

На другой пароходной верфи, введеніемъ электрической передачи силы вмѣсто пара, получилась экономія въ жалованїи служащимъ около 44%. Эти цифры вытекаютъ изъ слѣдующаго сопоставленія.

Стоимость силы соответствующая 100 м. уплоченнаго содержанія служащихъ мѣ.

уголь и газъ:

Со 2 мая 1893 по 24 апр. 1894 г. всего уплачено служащимъ около 129770 марокъ.

электричество:

Съ 30 апр. 1900 по 30 апр. 1901 г. всего уплачено служащимъ около 253400 марокъ.

Стоимость силы около 4674 марокъ. Слѣдовательно около 3,62 мар. на 100 мар. содерж. служащимъ.

Стоимость силы около 5156 марокъ. Слѣдовательно около 2,03 мар. на 100 мар. содерж. служащимъ.

Слѣдующее сообщаетъ одна пароходная гавань, которая до введенія электрической силы, работала газовыми машинами. Мы можемъ сказать, что съ замѣной газовыхъ машинъ электрическими, беремъ отъ нашихъ машинъ на 30% больше работы. Киловаттъ-часъ стоитъ намъ, какъ мы недавно подсчитали, около 8 пф. Приэтомъ принято во вниманіе, проценты, амортизація, ремонты и вообще все, что только слѣдуетъ принять во вниманіе. Средняя нагрузка, для этой установки не должна превышать 200 до 300 лош. силъ.

По сообщеніямъ г. Кромптона, въ его собственной фабриктъ, примѣненіемъ электрической передачи силы, вмѣсто старой передачи помощью валовъ, расходъ на силу уменьшился почти на половину. Станки и рабочія машины, обслуживаемыя 1300 рабочими, приводятся въ дѣйствіе одной полно нагруженной электрической машиной въ 120 квт., только въ рѣдкихъ случаяхъ пускаются въ ходъ двѣ машины, тогда какъ прежде были въ дѣйствіи постоянно двѣ 200 сильныя паровыя машины.

Въ заключеніи доклада даны цифры расхода энергїи различными машинами—орудїями, подъемниками, насосами, вентиляторами и т. д. Эти данныя помѣщены въ нижеслѣдующей таблицѣ, которая могутъ быть полезны практикамъ во многихъ случаяхъ, при проектированїи электрическихъ двигателей.

Сравненіе стоимости работы гидравлическихъ и электрическихъ подъемниковъ.

Система подъемника.	Грузъ Клгр.	Подъемная высота м.	Стоимость за передвиженіе внизъ и вверхъ въ пфенигахъ.	Число пере- движеній вверхъ и внизъ за 10 пфен.	Источникъ силы.	Примѣчанія.
Электрическій.	350	15	1,32	7,6	Городская станція въ Манчестерѣ.	Условія наблюденій не хорошія. Цѣна тока 10 пф.
Гидр. высокаго давленія.	350	15	2,4	4,2	Тоже.	—
Гидр. низкаго давленія.	350	15	3,7	2,7	Тоже.	Стоимость одного куб. метра 11 пф. Давленіе 23, кгр.
Электрическій.	450	15	0,55	18,2	Частная установка.	Условія наблюденій нормальныя. Цѣна тока 21 пф.
Гидр. высокаго давленія.	450	15	2,3	4,4	Лондонская Гидр. Power Co.	—
Электрическій.	450	15	0,51	19,6	Городская станція въ Глазго.	Цѣна тока 21 пф.
Гидр. высокаго давленія.	450	15	1,76	5,7	Тоже.	—
Тоже	600	15	2,9	3,5	Лондонская Гидр. Power Co.	—
Тоже	450	15	2,4	4,2	Тоже.	—
Гидр. высокаго давленія (Plunger).	600	15	3,5	2,9	Тоже.	—

Родъ машины.	Производительность станка.		Мощность двигателя при холостомъ ходѣ станка	Число лощ. силъ при нагруженномъ станкѣ.	Требуемая мощность двигателя.	Примѣчанія.
	Наибольш.	Средняя.				
Большой строгальный станокъ для металлических пластинъ.	35"×1"	7/8" или 1" листовое жел.	14,75	24,5	30	Прорѣзь 0,05" на 1" пластины, длиною 4", во время измѣреній 29,5 л. с. при перемѣнѣ хода.
Малый строгальный станокъ для металлических пластинъ.	15"×3/4"	5/8" до 3/4" листовое жел.	6,33	20,1	25	Прорѣзь 3/4". Пластина длиною 22", 21 л. с. при обратномъ ходѣ.
Строгальный станокъ.	4"6"×4"6"×1"8"	10"×1/2" до 15"×3/4"	4,5	6,1 16,1 14	— — 15	Пластина 10"×1/2" 4"×4"×1"3/16" малая скорость 19,1 л. с. при обратномъ ходѣ.
Пила.	16"×6" тавровое жел.	Около 12"×6"	1,45	2,6	7	—
Долбежный станокъ, ножницы и ножницы для углового желѣза.	12" ножницы, пластина 4"8" 15/16" отверст. 7/8" пластина	3/4" отверстие листовое жел 1/2"	3,85	6,0 8,85 5,11 4,9	10 — — —	Отверстіе 3/4", пласт. 3/8". Отверстіе 15/16", пласт. 3/4" 10"×1/2" рѣзаніе. 3"×3"×3/8" угловое желѣзо.
Строгальный станокъ и ножницы для углового желѣза.	Угловое и полосовое желѣзо.	—	1,53	11,55	10	Рѣзеть угловое желѣзо 3 1/2"×3 1/2"×1/2".
Станокъ съ шестью сверлами.	Отверстіе въ 1"	3/4"	3,7	7,5	8	Работаютъ всѣ 6 сверлъ. Отверстіе въ балкѣ дѣлаютъ въ 3/4".

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

Электровозбудительная сила элемента Даниеля. Въ прошломъ году (Comptes Rendus 1902, in 134 стр. 277) появилась работа французскаго ученаго Шодье, въ которой авторъ утверждаетъ, что электровозбудительная сила элемента Даниеля, при увеличеніи концентраціи раствора сѣрнокислаго цинка, сперва при очень слабыхъ концентраціяхъ, возрастаетъ, достигаетъ максимума, а затѣмъ вновь падаетъ. Такой характеръ измѣненій электровозбудительной силы стоитъ въ прямомъ противорѣчій съ извѣстной теоріей Нернста, по которой электровозбудительная сила какого-нибудь элемента выражается формулой: $E = KT \left(\log \frac{P}{p} - \log \frac{P'}{p'} \right)$, гдѣ К—постоянная, Т—абсолютная температура, Р и Р' т. наз. „напряженія растворовъ“ обоихъ металловъ, р и р'—„осмотическія давленія“ іоновъ этихъ металловъ въ растворѣ. Такъ какъ осмотическое давленіе іоновъ возрастаетъ съ концентраціей соли, то изъ теоріи Нернста слѣдуетъ, что электровозбудительная сила элемента Даниеля при увеличеніи концентраціи раствора цинковаго купороса должна съ самаго начала непрерывно падать, не показывая никакого максимума. Въ виду такого противорѣчія результатовъ Шодье съ требованіемъ теоріи Нернста, теоріи, играющей въ современной электрохиміи какъ извѣстно, очень важную роль, Е. Cohen и J. Commelin занялись провѣркой опредѣленій французскаго ученаго. Для полученія вполне надежныхъ результатовъ авторы приняли цѣлый рядъ предосторожностей. Какъ показалъ еще Флеммингъ электровозбудительная сила элемента Даниеля измѣняется (а именно становится меньше) очень значительно—до 2—3%, когда мѣдный купоросъ диффундируетъ отъ анода къ катоду и малѣйшее количество мѣди отлагается на цинкѣ. Въ виду этого элементъ, съ которымъ произ-

водили свои измѣренія Когенъ и Коммелэнъ, былъ составленъ изъ трехъ вертикальныхъ пробирокъ, соединенныхъ между собой двумя припаянными поперечными трубками; одна изъ трубокъ была снабжена стекляннмъ краномъ, каналъ котораго былъ набитъ ватой. Двѣ пробирки, соединительная трубка и каналъ крана заключали въ себѣ растворъ цинковаго купороса, третья пробирка—растворъ мѣднаго купороса. Какъ показали спеціальныя контрольные анализы, этимъ путемъ диффузія мѣднаго купороса къ крайней пробиркѣ, заключавшей въ себѣ цинковый катодъ, была устранена совершенно. Чрезвычайно важнымъ пунктомъ при измѣреніяхъ электровозбудительной силы Даниелевскаго элемента является также употребленіе совершенно чистыхъ мѣдныхъ анодовъ, съ совершенно неокисленной поверхностью; такъ какъ при употребленіи мѣдныхъ анодовъ, очищавшихся азотной кислотой, не удавалось получить однозначные результаты, то авторы, согласно предложенію Wrighta и Fleming'a, покрывали анодъ каждый разъ непосредственно предъ употребленіемъ гальванопластически слоемъ чистой мѣди. Въ качествѣ катода служила амальгама изъ 1 части чистѣйшаго, не заключавшаго даже слѣдовъ желѣза, цинка и 9 частей промытой и дважды перегнанной въ вакуумѣ ртути; разность потенциаловъ между такой амальгамой и чистымъ цинкомъ составляетъ только 0,000488 вольта при 0° и 0,000570 вольта при 25° Ц. Растворы мѣднаго и цинковаго купороса приготовлялись, конечно, также изъ чистѣйшихъ матеріаловъ. Растворъ мѣднаго купороса былъ насыщенъ при 15,0° Ц. Опредѣленія производились слѣдующимъ образомъ. Вполнѣ готовый и только еще не заключающій въ себѣ мѣднаго анода элементъ (кранъ между пробиркой съ мѣднымъ купоросомъ и обѣими пробирками съ цинковымъ оставался еще закрытъ) помещался въ термостатъ температуры 15,0° и въ то же время анодъ покрывался свѣжимъ слоемъ мѣди въ гальванопластической ваннѣ. Когда элементъ при-

нималь температуру 15,0°, анод вынимался из ванны, быстро ополаскивался водой, обтирался ватой и вносился в пробирку с мѣдным купоросомъ. Тотчасъ же открывался кранъ и производилось измѣнение электровозбудительной силы по компенсаціонному способу Поггендорфа, причемъ эталономъ служилъ нормальный элементъ Вестона. помѣщенный въ термостатъ съ температурой 25,0°. Произведенныя съ соблюденіемъ такихъ предосторожностей опредѣленія дали слѣдующія числа (въ этой же таблицѣ приведены числа Шоде):

ZnSO ₄ ·7H ₂ O на 100 гр. воды.	Электровозбуд. сила при 25° Ц.		въ вольтахъ	
	I	II	въ среднемъ.	по Шоде.
1/12	1,143	1,179	1,146	1,1138
1/6	1,141	1,176	1,144	1,1151
1/2	1,135	1,134	1,135	1,1368
1	1,131	1,131	1,131	1,1331
2	1,125	1,124	1,125	1,1263
4	1,119	1,119	1,119	1,1279
6	1,116	1,116	1,116	1,1208
10	1,112	1,112	1,112	1,1188
30	1,104	1,104	1,104	1,1054

Такимъ образомъ, полученные Когеномъ и Комелэнномъ результаты, въ противоположность утвержденію Шоде, вполне согласуются съ требованіями теоріи Нернста. (Zt. f. Electrochemie, 1903, № 21).

Распыленіе анодовъ. Распыленіе катодовъ подѣ дѣйствіемъ токовъ достаточно высокой плотности представляетъ собой хорошо извѣстное явленіе, особенно обстоятельно изслѣдованное Габеромъ и Бредигомъ. Ф. Фишеръ (F. Fischer, Zt. f. Elektrochemie 1903, № 25) описываетъ теперь подобное же явленіе, наблюдаемое въ извѣстныхъ условіяхъ на мѣдныхъ анодахъ. Мѣдная проволока 2 мм. поперечника и 10 мм. длины, погруженная въ сѣрную кислоту наилучшей проводимости (причемъ катодомъ служить, напр., мѣдная пластинка любыхъ размѣровъ), при замыканіи тока напряженія 20 вольтъ тотчасъ же начинаетъ распыляться, издавая особый звукъ и наполняя всю жидкость облакомъ мѣднокраснаго цвѣта, остающимся во взвѣшенномъ видѣ очень долгое время; это облако состоитъ изъ металлической мѣди; послѣ его осажденія въ растворѣ находится нѣкоторое количество сѣрнокислой мѣди. Если напряженіе въ 20 вольтъ сообщается не сразу, а постепенно, скачками въ 1 вольтъ черезъ каждыя нѣсколько минутъ, то наблюдается слѣдующее. Тотчасъ же по замыканіи тока анодъ покрывается тонкимъ темно-коричневымъ налетомъ металлической мѣди (по изслѣдованіямъ Форстера и Вольвила этотъ налетъ на анодѣ получается вслѣдствіе того, что здѣсь образуется сперва сѣрнокислая соль закиси мѣди Cu₂SO₃, распадающаяся въ растворѣ на сѣрнокислую соль окиси и металлическую мѣдь, которая и осаждается на анодѣ въ видѣ порошка: Cu₂SO₃ = CuSO₄ + Cu); при повышеніи напряженія этотъ налетъ открывается отъ анода подѣ дѣйствіемъ выдѣляющихся (въ небольшомъ числѣ) пузырьковъ газа и поверхность мѣди опять становится чистой и блестящей. Но при дальнѣйшемъ усиленіи напряженія налетъ появляется вновь и, наконецъ, при 20 вольтахъ наступаетъ распыленіе. Однако, распыленіе не связано именно съ опредѣленнымъ напряженіемъ тока, такъ какъ для болѣе тонкой проволоки достаточно для этого и болѣе низкаго напряженія. Непосредственной же причиной явленія служить развитіе тепла въ плохо проводящемъ токѣ налетѣ. Авторъ могъ доказать это прямымъ опытомъ, употребляя въ качествѣ анодовъ тонкія мѣдныя трубки, наполненныя ртутью, въ которую погружался шарикъ термометра: въ моментъ наступленія распыленія анода термометръ показывалъ 106—108° Ц., тогда какъ температура электролита не поднималась даже на одинъ

градусъ. При употребленіи въ качествѣ анодовъ мѣдныхъ трубокъ, охлаждавшихся изнутри водой 8—10° Ц., распыленіе наступало только при напряженіи 48 вольтъ. Такимъ образомъ распыленіе анодовъ является слѣдствіемъ того, что плохо проводящій слой порошковой мѣди при прохожденіи черезъ него достаточно плотнаго тока подвергается перегрѣву, заключающаяся въ его порахъ жидкость начинаетъ кипѣть, и частички слоя разрываются и разбрасываются пузырьками пара. Этой же причинѣ авторъ приписываетъ разрывъ переходнаго сопротивленія на алюминіевыхъ анодахъ, употребляющихся, какъ извѣстно, для выпрямленія переменнаго тока; дѣйствительно, охлаждая изнутри алюминіевые аноды, которые до того сами по себѣ задерживали въ сѣрной кислотѣ напряженія только до 20 вольтъ, ему удалось задержать напряженіе 220 вольтъ.

Намагничиваніе желѣза подѣ дѣйствіемъ очень быстрыхъ электрическихъ колебаній. Въ «Drude's Annalen» Ф. Браунъ описываетъ слѣдующіе опыты, доказывающіе способность желѣза намагничиваться подѣ дѣйствіемъ очень быстрыхъ электрическихъ колебаній (періода порядка 5·10⁻⁶ секунды). Для этихъ опытовъ необходимо употреблять или такъ называемое пиррофорическое желѣзо, т. е. восстановленное изъ окиси дѣйствіемъ водорода, или желѣзо измельченное до состоянія неосязаемого порошка (т. наз. «порфиризованное»); желѣзные же опилки, даже просѣянные чрезъ очень тонкое сито, описываемыхъ явленій не показываютъ. Опыты удаются лучше, если желѣзный порошокъ смоченъ какой-нибудь изолированной жидкостью, напримѣръ вазелиновымъ масломъ. Въ цѣпь двухъ лейденскихъ банокъ вводится первичная обмотка индукціонной катушки; ея вторичная обмотка замкнута термометромъ Риса или искровымъ разрядникомъ. Когда во время разряженія лейденскихъ банокъ внутрь первичной обмотки вводится стеклянная пробирка съ желѣзнымъ порошкомъ, показанія термометра поднимаются въ 1/2 раза. Кромѣ намагничиванія желѣза подѣ дѣйствіемъ возникающихъ при разрядѣ банокъ колебаній, это явленіе можно было бы объяснить еще тѣмъ, что присутствіе желѣза въ срединѣ катушки измѣняетъ періодъ и первичнаго тока. Но противъ такого объясненія говорить слѣдующій опытъ. Въ цѣпь лейденскихъ банокъ включаются двѣ одинаковыя индукціонныя катушки, вторичныя обмотки которыхъ соединены съ термометромъ Риса такъ, что ихъ токи направлены другъ противъ друга. При разряженіи банокъ термометръ остается почти въ покоѣ, но даетъ показанія, какъ только въ первичную обмотку той или другой катушки вводится пробирка съ желѣзнымъ порошкомъ. Дальнѣйшіе опыты показываютъ, что намагничиваніе проникаетъ насквозь во всю массу желѣза. Точно также быстрыя электрическія колебанія вызываютъ обратное явленіе размагничиванія желѣза. Если пробирку съ желѣзнымъ порошкомъ ввести внутрь намагничивающей катушки, то порошокъ группируется въ кучки, очень мало чувствительныя къ механическимъ толчкамъ; какъ только такая пробирка вносится въ соединенную съ лейденской банкой индукціонную катушку, эти кучки распадаются. Потеря энергии отъ токовъ Фуко гораздо меньше, чѣмъ можно было бы ждать, но все же довольно значительна. (Drud. Ann. T. X).

Измѣненія діэлектрической постоянной нѣкоторыхъ жидкостей съ температурой. К. Тангл изслѣдовалъ измѣненія діэлектрической постоянной бензола, толуола, ксилола, сѣрнистаго углеорода и хлороформа между 20° и 180° и эфира между 20° и его критической температурой. Измѣненія производились по способу Нернста. Въ первыхъ трехъ

жидкостях диэлектрическая постоянная уменьшается с повышением температуры по прямой линии; в сфруглеродѣ графическая кривая этихъ измѣненій показываетъ явную вогнутость къ оси температуръ. Въ хлороформѣ и эфирѣ измѣненія диэлектрической постоянной гораздо сильнѣе, чѣмъ въ названныхъ жидкостяхъ, и графическія кривыя показываютъ точку изгиба: для эфира при 150°, для хлороформа при 180°. При приближеніи къ его критической температурѣ диэлектрическая постоянная эфира быстро уменьшается и, повидимому, это уменьшеніе продолжается и дальше критической точки.

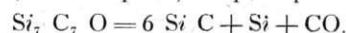
Функция Клауриусъ-Моссотти $\frac{D-1}{D+2} \cdot v$ найдена постоянной только для ксилола. Диэлектрическая постоянная эфира при его критической температурѣ гораздо больше квадрата его коэффициента преломленія для волны безконечной длины, вычисленнаго по формулѣ Коши. (Drude's Annalen 1903, T. 10).

Магнитный дихроизмъ жидкостей. При изслѣдованіи дихроизма въ кристаллахъ G. Meslin выработалъ новый, очень чувствительный способъ для обнаруженія этого явления. Съ его помощью Мелэну удалось открыть дихроизмъ въ нѣкоторыхъ жидкостяхъ при внесеніи ихъ въ магнитное поле; другими словами эти жидкости, находясь въ магнитномъ полѣ, поглощаютъ колебанія параллельныя и перпендикулярныя направленію поля неодинаково сильно; различіе поглощенія сказывается на всемъ протяженіи спектра. До сихъ поръ магнитный дихроизмъ обнаруженъ Мелэномъ только въ растворахъ нѣкоторыхъ окрашенныхъ веществъ въ нѣкоторыхъ жидкостяхъ, но не въ послѣднихъ самихъ по себѣ; притомъ на появленіе и характеръ дихроизма вліяютъ какъ природа растворителя, такъ и природа раствореннаго вещества. Такъ, сфруглеродъ даетъ дихроитическіе растворы (или, точнѣе, эмульсіи — „suspensions“) съ двухромокислымъ кали, мѣднымъ купоросомъ, рокцеллиномъ, геліантиномъ, хризоидиномъ красной Бордо и т. д., но ни съ желѣзнымъ купоросомъ, ни съ іодомъ. Съ другой стороны магнитный дихроизмъ отсутствуетъ въ растворахъ красной Бордо въ скипидарѣ, двухромокислаго кали въ водѣ или спиртѣ и т. д. Подобно дихроизму въ кристаллахъ Мелэнь отличаетъ положительный магнитный дихроизмъ и отрицательный. Первый имѣется въ тѣхъ случаяхъ, когда жидкость поглощаетъ сильнѣе колебанія, параллельныя магнитному полю; если растворъ сильнѣе поглощаетъ колебанія перпендикулярныя къ полю, то его дихроизмъ считается отрицательнымъ. Одно и то же вещество съ различными жидкостями можетъ давать растворы, обладающіе то тѣмъ, то другимъ дихроизмомъ; такъ мѣдный купоросъ даетъ положительный дихроизмъ съ сфруглеродомъ, отрицательный — со скипидаромъ; наоборотъ, двухромокислый калий даетъ съ этими обѣими жидкостями растворы, обладающіе отрицательнымъ дихроизмомъ. Чрезвычайно интересное явленіе показываютъ растворы геліантина и рокцеллина въ сфруглеродѣ: ихъ дихроизмъ сохраняется еще нѣсколько секундъ послѣ исчезновенія магнитнаго поля; уничтоженіе дихроизма въ такомъ случаѣ ускоряется взбалтываніемъ жидкости, тогда какъ во время дѣйствія магнитнаго поля взбалтываніе жидкости дихроизма не задерживаетъ. Въ электрическомъ полѣ дихроизмъ найденъ пока только въ растворѣ геліантина въ сфруглеродѣ, притомъ отрицательнаго знака, тогда какъ въ магнитномъ полѣ тотъ же растворъ принимаетъ положительный дихроизмъ.

(С. R. XXXVI).

О Б З О Р Ъ.

Силоксиконъ. Этимъ названіемъ Эчсонъ обозначаетъ новый продуктъ, полученный имъ въ электрической печи неполнымъ возстановленіемъ кремнезема углемъ и представляющий собой соединенія кремнія, углерода и кислорода, формулы $Si_2 C_2 O$, $Si_7 C_7 O$ и т. д. Для полученія этихъ соединений температура печи должна быть ниже той, которая требуется для образованія карборунда (т. е. для полного возстановленія кремнезема), такъ какъ иначе они распадаются на карбидъ кремнія, остающійся въ видѣ кристалловъ карборунда, кремній, улетающій въ видѣ паровъ, а кислородъ, напримѣръ по уравненію:



Прокаливаемая въ электрической печи смѣсь для полученія силоксикона составляется изъ 33 $\frac{1}{3}$ % угля и 66 $\frac{2}{3}$ % кремнезема. Если эти материалы имѣются въ очень мелкозернистомъ видѣ, то для сообщенія требуемой степени пористости къ ней прибавляются древесные опилки; въ такомъ случаѣ содержаніе углерода въ опилкахъ должно быть принято въ расчетъ при составленіи смѣси угля и кремнезема. Самъ процессъ электрическаго нагреванія производится такъ же, какъ при производствѣ карборунда. Между обими электродами, входящими въ узкіе бока печи, насыпается мость изъ кокса, напримѣръ 3-хъ дюймовъ въ поперечникѣ и 48 дюймовъ длины (при размѣрахъ печи: 56 дюймовъ длины, 20 дюймовъ ширины и 17 дюймовъ вышины). Вокругъ этого моста засыпается смѣсь угля и кремнезема, и пропускаетъ токъ въ 500 амперъ; чрезъ нѣсколько времени сила тока подымается до 600 амперъ, напряженіе же во все время операціи (9 часовъ) остается постояннымъ — 85 вольтъ. Силоксиконъ представляетъ собой зернистое или порошковато-аморфное вещество сѣраго зеленого или высокаго цвѣта, отличающееся особенной огнеупорностью и высокой степенью сопротивленія по отношенію къ кислотамъ и основнымъ шлакамъ, такъ какъ онъ также нерастворимъ въ желѣзѣ, то онъ является особенно пригоднымъ для изготовленія тиглей для плавки желѣза и стали, а также для футеровки доменныхъ печей. (Chemiker-Zeitung, 1903, № 50).

Объ электролитическомъ производствѣ надсѣрнокислыхъ солей. Какъ извѣстно, для полученія хорошихъ выходовъ при электролитическомъ производствѣ надсѣрнокислыхъ солей (изъ сульфатовъ) рекомендуется производить электролизъ при низкой температурѣ. Леви изслѣдовалъ теперь ближе, каковы здѣсь допустимыя предѣлы температуры и въ какой именно степени ея повышеніе уменьшаетъ полезное дѣйствіе тока. Электролизу подвергался растворъ сѣрнокислаго аммонія, въ присутствіи небольшого количества кремнистаго калия, безъ діафрагмы, съ анодомъ изъ гладкой платины и катодами изъ платины, никкеля, свинца и угля; освобождаемый во время электролиза амміакъ нейтрализовался сѣрною кислотой. Получены были слѣдующія числа (продолжительность электролиза каждый разъ 3 часа; катоды изъ платины):

Температура.	Плотность тока у анода (амп. на 1 кв. см.).	Напряженіе.	Полезное дѣйствіе тока въ %.
10°	0,25	5,3	63,0
20°	0,24	5,0	65,1
30°	0,25	4,95	60,8
40°	0,25	4,7	53,7
50°	0,24	4,5	40,0

Такимъ образомъ, вредное вліяніе повышенія температуры начинаетъ въ замѣтной степени сказываться только при 40°. Леви изслѣдовалъ также за-

висимость электролитического образования из сульфатов от материала катодов. Наилучшие результаты дают катоды из угля; с платиновыми и никелевыми полезное действие тока оказывается несколько хуже; значительно меньшее полезное действие тока (напр. 52,6% вместо 61,9%) получается со свинцовыми катодами. Анодная плотность тока в довольно широких пределах (0,06—0,52 ампер на 1 кв. см.) остается почти без всякого действия. Наоборот, довольно значительное влияние оказывает физический вид анодов: со старым платиновым анодом, с шероховатой поверхностью, Леви получил гораздо меньшее полезное действие тока, чем с новым, блестящим. (Zeitschr. für Elektrochemie, 1903, № 21).

Выделение металлических порошков из смесей и освобождение руд от пород при помощи электростатических зарядов. Опыты над подобным выделением были недавно произведены Д. Негреано. В металлической пластинке вырезывается диск; пластинка соединяется с отрицательным, диск — с положительным полюсами машины Уимсхорста, и оба помещаются изолированно в горизонтальном положении, диск внутри пластинки. Сверху, из поддувала, наконецник которого снабжен мелким деревянным ситом, на диск направляется смесь песка и металлического порошка (бронзы, золота или серебра). Под действием зарядов совершается отделение металла от песка так, что последний собирается преимущественно на диск, а также, в виде кольца, на ближайшем к диску поясе пластинки; на некотором же расстоянии от песочного кольца образуется на пластинке кольцо металлического порошка. Более удобно следующее расположение опыта. На изолированную металлическую пластинку, соединенную с отрицательным полюсом машины Уимсхорста, насыпается обрабатываемая смесь; параллельно пластинке подносится сверху металлический диск, соединенный с положительным полюсом той же машины; при приближении диска металлический порошок переносится и откладывается на его верхней поверхности. Из смеси песка и мелкого порошка мѣди или бронзы таким способом был извлечен почти весь металл; точно также удалось отделить порит от сопровождавшей его кварцевой породы. Описанное явление объясняется распределением силовых линий в плоском конденсаторе. Между диском и пластинкой, образующим с воздухом конденсатор, поле однородно и силовые линии перпендикулярны диску; но по периферии проекции диска на пластинку линии загибаются и заканчиваются на диск сверху; по этим линиям и переносятся частички металла. (С. R. CXXXVI).

Однофазный двигатель Гейланда. Всякий, кому приходится иметь дело с двигателями, знает преимущества трехфазных двигателей перед двигателями постоянного тока: простоту их конструкции, легкость обращения с ними, способность их к значительной перегрузке. При проектировании электрических станций, если имеется в виду значительное потребление тока для промышленных целей, в последнее время почти всегда обращаются к трехфазному току. Но если при том же имеется в виду и значительное потребление энергии для освещения, то тогда такой выбор не всегда может быть удобен, так как вследствие разницы в нагрузках на трех фазах могут произойти значительные изменения напряжения, невыгодно отражающиеся на силе света. Эти неудобства для освещения исчезают при употреблении однофазного переменного тока, но взамен их являются другие неудобства для двигателей, как например, трудность пуска их в ход под нагрузкой и другие. Поэто-

му, обыкновенно, при пуске однофазного двигателя стараются превратить его в двигатель с вращающимся полем посредством известного приспособления, которое послѣ, во время работы двигателя, выключается. Главным образом, это приспособление состоит в том, что двигатель имеет два дополнительных смѣщенных друг относительно друга обмотки, в которых посредством сопротивления и реактивных катушек или конденсаторов достигается разность фаз, заставляющая однофазный двигатель работать, как двигатель с вращающимся полем. Но большинство этих двигателей неудобны, так как при пуске, хотя бы в холостую, потребляют ток иногда на 50% больше нормального; поэтому они почти совсем не пригодны для небольших мастерских, работающих от общей осветительной цепи. Из всего вышесказанного ясно, что был бы желателен такой однофазный двигатель, который при пуске не потреблял бы тока выше нормального, развивая при этом достаточный вращающий момент. Этим условиям удовлетворяет двигатель Гейланда, в том виде как он был четыре года тому назад выпущен из мастерских „Societe anonyme Electricite et Hydraulique в Charleroi (Бельгия). Этот двигатель в отношении коэффициента полезного действия и $\cos\phi$ немногим уступает двигателям с вращающимся магнитным полем. Прежде чем перейти к описанию устройства этого двигателя, мы в нескольких словах рассмотрим характерные свойства однофазного двигателя. Если мы возьмем двухфазный двигатель и включим амперметр в обе фазы, то он покажет тогда ток намагничивания, т. е. ток необходимый для создания магнитного поля в двигателе. Если же теперь мы включим одну фазу, то ток намагничивания в первой фазе возрастет вдвое; поле, образованное второй фазой, будет замѣнено полем почти такой же силы, но вызванным силовым потоком, который будет возбужден в роторе первой фазой. Это поле было бы сдвинуто на 180° , но вследствие вращения ротора сдвиг фаз достигает на самом деле только 90° ; поэтому это вторичное поле имеет то же самое направление, какое имело поле, образованное выключенной фазой. Из этого видно, что одна фаза должна кроме ее собственного поля образовать еще поле и второй выключенной фазы. Но это происходит только тогда, когда двигатель вращается, так как, в то время когда ротор стоит, во второй фазе поле не индуктируется; мы имеем тогда обыкновенное переменное поле, которое само не в состоянии развить вращающий момент, так как магнитные оси полей ротора и статора совпадают. Теперь ясно, что для пуска двигателя необходимо образование магнитного поля, имеющего то же влияние, как и поле ротора, когда двигатель работает синхронно, т. е. поля почти одинаковой силы с главным полем и сдвинутого относительно последнего на 90° . Пуск двигателя зависит таким образом от выполнения этих условий.

Устройство двигателя Гейланда немногим отличается от известных уже. Фиг. 2 показывает разрез нормального двигателя Гейланда. Маленькие двигатели наполовину или совсем закрыты, большие открыты. Но для увеличения вентиляции и для уменьшения магнитной утечки железо статора не соприкасается с коробкой, в которую заключен двигатель. Якорная обмотка — трехфазная. Статор имеет главную обмотку А, у которой проволока помещена в наполовину открытых желобках, и вспомогательную В из немногих витков в закрытых желобках.

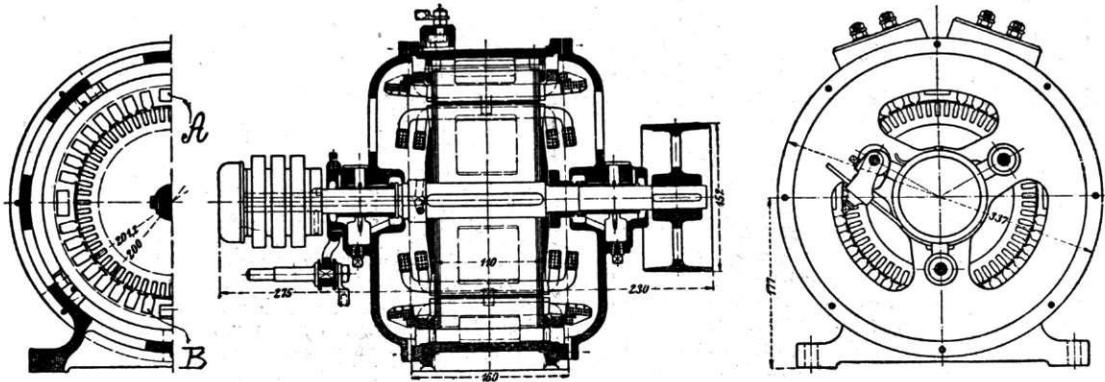
Пуск в ход двигателя производится следующим образом: посредством включения рубильника вспомогательной фазы обе обмотки соединяются параллельно. Щетки от контактных колец ведут к трехфазному реостату для пуска в ход, который выключается обыкновенным образом. Как

только двигатель достиг половины нормального числа оборотов, вспомогательная фаза выключается. Для того, чтобы это производилось автоматически, выключатель соединен с реостатом для пуска в ход.

Фиг. 3 и 4 представляют кривые 6-сильного

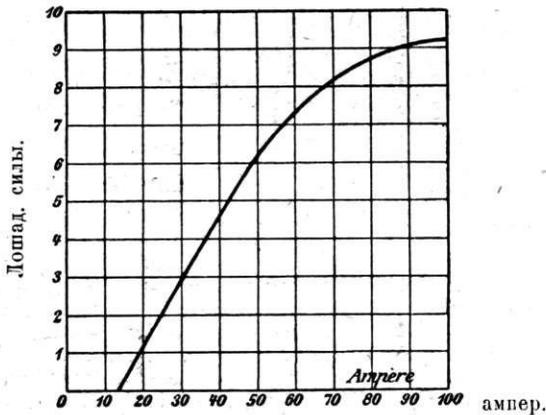
тели строятся от 0,5 до 100 лошадиных сил при периодах от 45 до 100.

Но так как не все установки могут пользоваться при пуске двигателя двойным током, то двигатели строятся таким образом, чтобы при нормальном токе развивать вращающий момент рав-



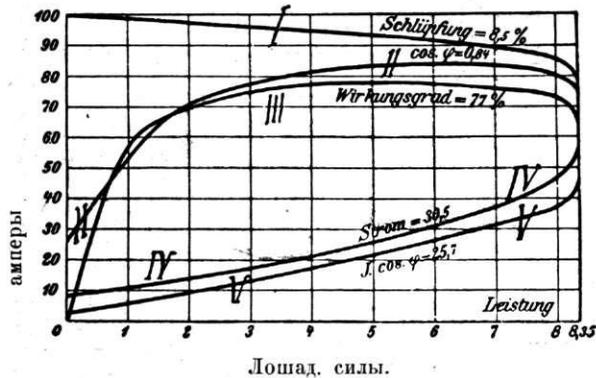
Фиг. 2.

двигателя. Этот двигатель—четырёхполюсный и построен на 220 вольт и 50 периодов. При нормаль-



Фиг. 3.

ной нагрузке он берет 30,5 ампер при коэффициенте полезного действия в 77% и $\cos\phi$ в 0,84.

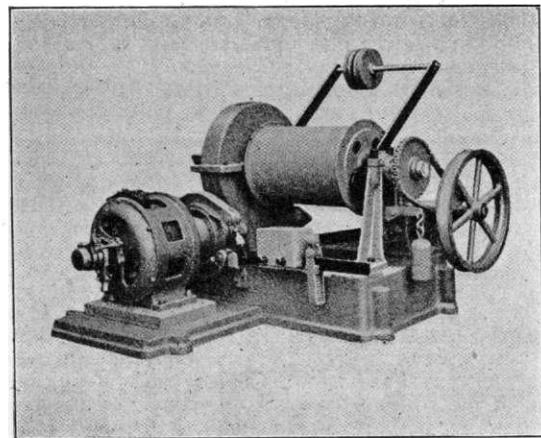


Фиг. 4.

Этот двигатель при пуске развивает вращающий момент в 9 лошадиных сил, а при вращающемся моменте в 6 сил берет только 50 ампер, т. е. меньше чем двойной нормальный ток. Эти двига-

тельный от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ нормального. В этих двигателях вспомогательная обмотка немного иначе устроена, и при пуске их в цепь главной фазы включается безиндукционное сопротивление. В этом виде двигатели могут быть приключены прямо к осветительной цепи и весьма пригодны для небольших мастерских.

Двигатели Гейланда в особенности удобны для подъемных машин и кранов, так как они, вследствие простоты устройства, так же мало подвержены влияниям, как и трехфазные двигатели. Фиг. 5 представляет такой двигатель, соединенный с барабаном подъемной машины. Реостат для пуска в ход приводится в действие посредством веревки, которая в то же время отпускает



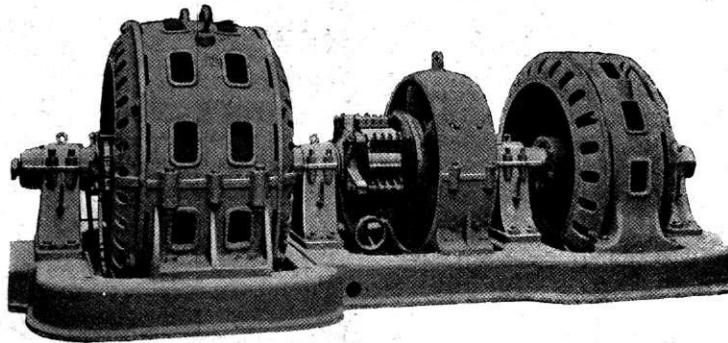
Фиг. 5.

и тормаз. Подъемный канат проходит через блок, укрепленный на рычаге, соединенном с выключателем. В случае разрыва каната, рычаг падает и двигатель выключается. Центробежный регулятор не позволяет скорости подъема перейти известный предел. Наибольший двигатель Гейланда, который в настоящее время находится в действии, был построен для Metropolitan Electrical Supply Co. в Лондоне. Эта компания имеет в Willesden большую станцию, которая посылает двухфазный ток в 60 периодов на подстанции в Лондоне, из

которых одна въ „Manchestersquare“ снабжена, кромѣ того, пятью 500 сильными паровыми турбинами, непосредственно соединенными съ генераторами однофазнаго тока въ 100 періодовъ. Но, такъ какъ здѣсь возникли затрудненія вслѣдствіе большого числа двигателей, пользующихся энергіей съ этихъ подстанцій, было рѣшено вторичную сѣть питать постояннымъ токомъ. Для того, чтобы какъ можно скорѣй удовлетворить абонентовъ, былъ поставленъ вращающійся трансформаторъ, состоящій изъ одного двигателя Гейланда на 150 лошад. силъ для 1000—1100 вольтъ и 100—150 періодовъ; динамо постоянного тока

Статоръ:

Внѣшній діаметръ	1400 мм.
Внутренній діаметръ	1100 ”
Ширина дѣйствующей массы жельза	450 ”
Пять вентиляціонныхъ прорѣзовъ	10 ”
Главная обмотка 240 желобковъ по	1 ст.
Вспомогательная обмотка 20 желобковъ по	9 ст.



Фиг. 6.

въ 100 киловаттъ на 200—230 вольтъ; двухфазнаго двигателя въ 150 лошад. силъ для 1000—1100 вольтъ и 60—65 періодовъ.

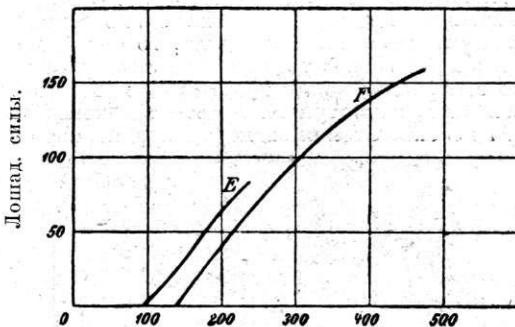
Эти машины, укрѣпленныя, какъ видно изъ фиг. 6, на общемъ основаніи, должны были удовлетворять слѣдующимъ условіямъ: при дѣйствіи двухфазнаго двигателя при напряженіи 1000—1100 вольтъ и числѣ періодовъ 60—65, динамо постоянного тока должна давать 100 киловаттъ при напряженіи 200—240 влт. Динамо должна такъ же работать, когда она приводится въ дѣйствіе однофазнымъ двигателемъ при 1000—1100 вольтѣхъ напряженія и числѣ періодовъ

Роторъ:

Діаметръ	1097,5 мм.
Обмотка 240 желобковъ по	1 ст.

Вычисленные изъ опытовъ результаты графически представлены на фиг. 7 и 8.

Переключеніе съ однофазнаго двигателя на двухфазный и обратно происходитъ при помощи вольт-

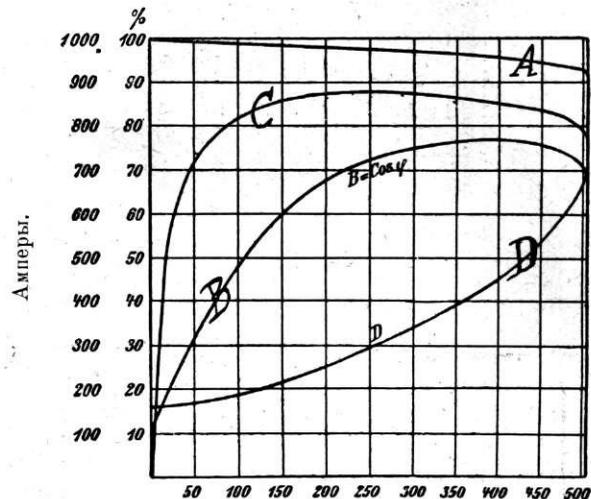


Амперы.
Фиг. 7.

100—105. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія долженъ быть не меньше 78%, $\cos\phi$ не ниже 0,6. Потребляемый при пускѣ однофазнаго двигателя токъ не долженъ превышать нормальный, равный 220 амперамъ. Кромѣ того, должно было быть возможнымъ переключать двигатели при полной нагрузкѣ динамо постоянного тока.

Въ двигательъ Гейланда какъ въ статорѣ такъ и въ роторѣ употреблена стержневая обмотка, проложенная слюдой. Эта обмотка испытана при 6000 влт. Соединенія были сдѣланы посредствомъ V-образныхъ колецъ.

Главные размѣры двигателя таковы:



Лошад. силы.

Фиг. 8.

метра и трехфазнаго переключателя съ 4×3 контактами. Переключатель съ одной стороны включенъ въ цѣпь ротора двухфазнаго двигателя, такъ что ее можно замкнуть или на сопротивленіе или совсѣмъ разомкнуть; съ другой стороны 3 контакта замкнуты на короткую, а остальные 3 приключены къ контактнымъ кольцамъ однофазнаго двигателя. Для при- мѣра приведемъ переключеніе съ однофазнаго двигателя на двухфазный. Приключаемъ вольтметръ къ

контактнымъ кольцамъ двухфазнаго двигателя и посредствомъ переключателя замыкаемъ роторъ однофазнаго двигателя на короткую. Послѣ этого заключаемъ цѣпь статора двухфазнаго двигателя, а реостатъ для пуска въ ходъ совсѣмъ выводимъ изъ цѣпи (цѣпь ротора остается въ это время открытой). Такъ какъ двигатель въ это время по отношенію къ двухфазному полю не будетъ работать какъ синхронный, то вольтметръ дастъ отклоненіе, величина котораго служитъ масштабомъ разности скоростей обоихъ полей. Число періодовъ двухфазнаго тока постоянно, а число періодовъ однофазнаго тока можно регулировать, такъ какъ генераторы этого тока находятся на той же станціи. Послѣ того, какъ будетъ подрегулировано число періодовъ однофазнаго тока настолько, что вольтметръ не дастъ почти никакого отклоненія, размыкаемъ цѣпь ротора однофазнаго двигателя и замыкаемъ цѣпь ротора двухфазнаго двигателя посредствомъ переключателя и, наконецъ, размыкаемъ цѣпь статора однофазнаго двигателя. Точно такимъ же образомъ поступаемъ при переключеніи съ двухфазнаго двигателя на однофазный. (E. T. Z.)

возможность непосредственно отсчитать $\cos\phi$ для равномерно нагруженной трехфазной системы. Приборъ является примѣненіемъ того принципа, что два ваттметра, включенныхъ извѣстнымъ образомъ въ цѣпь трехфазнаго тока даютъ показанія, относящіяся другъ къ другу, какъ сдвигъ фазъ электродвижущей силы по отношенію къ току. Въ приборѣ неподвижныя катушки ваттметровъ поставлены подъ опредѣленнымъ угломъ другъ къ другу, а подвижныя соединены въ одну, могущую свободно вращаться въ обѣ стороны. Прикрѣпленная къ ней стрѣлка движется по циферблату. Когда токъ отстаётъ отъ электродвижущей силы, то стрѣлка движется въ одну сторону, когда опережаетъ—то въ другую. Въ обоихъ случаяхъ соотвѣтственная цифра на шкалѣ даетъ прямо $\cos\phi$. Когда нагрузка безиндукционная, стрѣлка стоитъ на срединѣ шкалы. Легко приспособить инструментъ и для двухфазныхъ системъ. Общій видъ его представленъ на фиг. 9, а детали устройства на фиг. 10. Здѣсь В и D—неподвижныя катушки, стоящія другъ къ другу подъ угломъ А и заключенныя въ изолирующую коробку С; E—подвижная катушка. (Electrician).

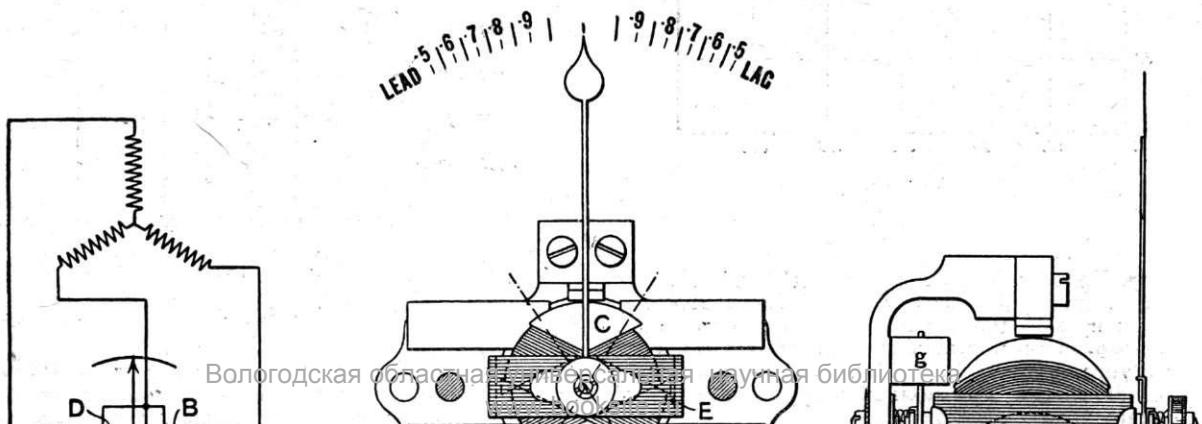
Указатель коэффициента мощности. Фирма бр. Эллиоттъ выпустила новый приборъ, дающій



Фиг. 9.

Несчастный случай, происшедшій на Чатамской электрической желѣзной дорогѣ. 30-го октября 1902 года, около 6 часовъ утра, пришелъ первый вагонъ въ Westcourt-Hill, на верхушку сильнаго обрыва. Здѣсь ожидало вагонъ большое число рабочихъ. Вагонъ былъ вмѣстимостью на 50 чел., но въ него вошло 70, не обращая вниманія на сильныя протесты кондуктора. По предписанію, ни одинъ вагоновожатый не имѣетъ права проѣзжать одинъ этотъ обрывъ, такъ какъ для этой цѣли поставлены здѣсь мѣстные вагоновожатые, которымъ предписано провозить каждый вагонъ чрезъ эту возвышенность. Вагоновожатый описываемаго случая, не дожидаясь проводника, далъ ходъ вагону, который быстро приобрѣлъ чрезвычайно большую скорость, и когда пришелъ на закругленіе, то сошелъ съ рельсъ и опрокинулся. Тѣ пассажиры, которые стояли на площадкахъ, были выброшены на улицу, а тѣ, которые находились внутри вагона, сильнымъ толчкомъ получили ушибы.

Изъ словъ кондуктора вытекаетъ слѣдующее. Вагоновожатый ожидалъ проводника около 5 минутъ, но такъ какъ тотъ не приходилъ, то онъ рѣшил ѣхать безъ него. Послѣ того какъ вагонъ пробѣжалъ отъ 5 до 6 метровъ, кондукторъ замѣтилъ что колеса скользятъ, несмотря на то, что вагоновожатый посыпалъ песокъ. Стоя на задней площадкѣ, онъ ожи-



далъ сигнала вагоновожатаго, для начала дѣйствія на тормазъ. Затѣмъ онъ самъ не помнитъ, какъ былъ выброшенъ на улицу.

Проводникъ высказалъ слѣдующее. Каждый вагоновожатый получаетъ строгое приказаніе пробѣжать этотъ подъемъ вмѣстѣ съ проводникомъ, и недавно еще одинъ вагоновожатый былъ уволенъ за несоблюденіе этого приказанія. По мнѣнію проводника, было возможно благополучно пробѣжать по закругленію, несмотря на то, что въ вагонѣ помѣщалось большое число пассажировъ, и несмотря на то, что рельсы были скользки.

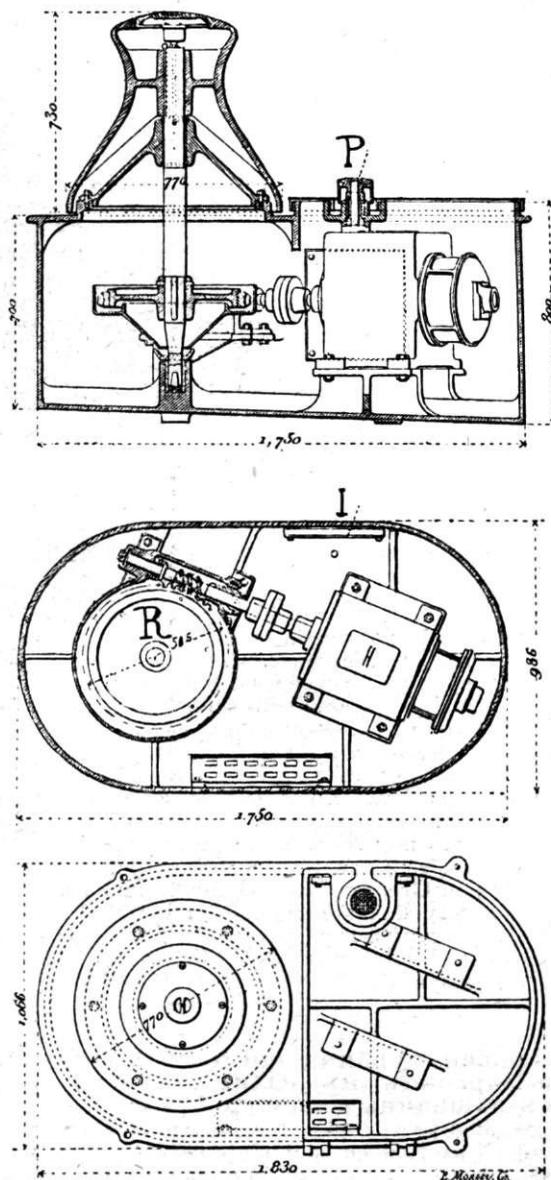
Затѣмъ вагоновожатый прибавилъ, что послѣ пяти минутнаго ожиданія онъ увидѣлъ поднимающагося проводника и что онъ имѣлъ намѣреніе принять послѣднюю въ серединѣ пути, и потому сталъ спускаться. Послѣ того какъ вагонъ пробѣжалъ около 7 метровъ, и все еще скользилъ, онъ включилъ электрической тормазъ и посыпалъ песокъ, но несмотря на всѣ эти предпринятія мѣры, вагонъ не останавливался. Между тѣмъ было уже достигнуто закругленіе и вагонъ опрокинулся. Вагоновожатый заявляетъ, что до пуска въ ходъ двигателя вагона, имъ былъ спущенъ тормазъ скольженія, и что кромѣ ручного и электрическаго тормазовъ ему не было извѣстно другого средства остановить вагонъ.

Изъ словъ этихъ трехъ лицъ можно себѣ представить картину происшедшаго, окончившуюся сходомъ съ рельсъ и паденіемъ вагона. Рельсы въ это утро были весьма скользки и грязны. Вагонъ былъ снабженъ, какъ и всѣ остальные, скользящимъ, ручнымъ и электрическимъ тормазами. Вагоновожатый слишкомъ понадеялся на ручной тормазъ, далъ вагону весьма большую начальную скорость, благодаря чему вагонъ въ первыхъ частяхъ пути достигъ скорости около 25 километровъ. Но когда ручной тормазъ былъ сильно закрученъ, вагонъ сталъ скользить, а посыпаніе песку было поздно начато. Скользкое состояніе рельсъ поддерживало скольженіе вагона, и когда послѣдній достигъ закругленія малаго радиуса, то имѣлъ еще такую скорость, которая заставила вагонъ сойти съ рельсъ.

Слѣдствіемъ этого несчастнаго случая было то, что Chatham District Railway Comr. рѣшилась замѣнить ручные тормазы вагоновъ электромагнитными, системы Вестингауза.

Электрическій кабестанъ. Для приведенія въ движеніе кабестановъ электродвигатели до сихъ поръ не примѣнялись, такъ какъ при замедленіи хода чрезъ электродвигатель проходитъ чрезвычайно сильный токъ, могущій его повредить. Этотъ токъ создаетъ такое усиліе, что канаты, тянущіе напр. вагоны, лопаются. Усиленію тока можно было бы воспрепятствовать, помѣстивъ въ цѣпь максимальный выключатель, но это требовало бы необыкновенной внимательности и знанія дѣла со стороны обслуживающихъ машину рабочихъ. Еще одно обстоятельство затрудняетъ примѣненіе электричества къ кабестану. Въ первый моментъ движенія канаты сильно натягиваются, нѣсколько удлиняются и вслѣдствіе своей эластичности заставляютъ вагоны ити быстрее, чѣмъ слѣдуетъ. Затѣмъ канаты провисаютъ, легко попадаютъ подъ колеса вагоновъ и перерѣзываются ими. Всѣ эти затрудненія были устранены фирмой „Fives-Lilles“, построившей весьма удобный электрическій кабестанъ. Его разрѣзы даны на фиг. 11. На ось кабестана насажена зубчатка R, съ которой сцепляется безконечный винтъ, представляющій продолженіе оси электродвигателя. Двигатель герметически закрытъ и можетъ быть смазанъ снаружи. Онъ работаетъ постояннымъ токомъ. Зубчатка и безконечный винтъ заключены въ коробку, наполненную масломъ для уменьшенія тренія. Отдача этого сцепленія достигаетъ 90%. Двигатель вмѣстѣ съ нижней частью оси кабестана заключены въ металлическомъ ящикѣ. На крышкѣ его находится выключатель J въ видѣ кноп-

ки. Для пуска двигателя достаточно нажать на кнопку, для остановки его — прекратить нажатіе. Такая простота манипуляцій достигается точно рассчитаннымъ возбужденіемъ двигателя и помѣщеніемъ послѣдовательно съ нимъ металлическаго сопротивленія, не дающаго току возрасти выше извѣстнаго пре-



Фиг. 11.

дѣла. При уменьшеніи нагрузки скорость двигателя увеличивается и потомъ канаты всегда остаются въ натянутомъ состояніи; исчезаетъ опасность ихъ перерѣзки. Въ общемъ кабестанъ этотъ дѣйствуетъ вполне исправно и ясно доказываетъ примѣнимость электродвигателей и для этого случая. (L'Ind. Electr.)

Къ вопросу объ использованіи силы водостоковъ. Пользуясь рѣчью новаго предсѣдателя Лондонскаго Института Гражданскихъ Инженеровъ, Д. Хевшау, приведемъ данныя относительно использованія водяной силы въ различныхъ мѣстахъ земнаго шара.

Мощность не урегулированныхъ большихъ рѣкъ

Норвегии достигает 263.000 л. с., которые могут быть учетверены при регулировании рѣкъ. Одна рѣка Гламменъ можетъ давать 45.000 л. с. Франція пользуется въ настоящее время 500.000 л. с. Въ Сѣв. Америк. Соедин. Штатахъ существуютъ 43 общества, передающихъ 132 330 л. с., на общее протяженіе въ 2.500 км., т. е. приходится почти 50 км. на каждое предприятие, подъ напряженіемъ отъ 10 до 50 тыс. вольтъ. Наибольшее разстояніе передачи, изъ Кольгата въ С. Франциско, равно 350 км., гдѣ энергія передается подъ напряженіемъ въ 60.000 вольтъ, при коэф. п. д. въ 70%. Сѣв. Америк. водотоки представляютъ большое разнообразіе: напр. Ниагара имѣетъ громадное количество воды съ большимъ паденіемъ, водоп. С. Мари *) — большое количество воды съ малымъ паденіемъ, наконецъ, въ Кольгатѣ — небольшое количество воды съ высотой паденія въ 450 м. Въ Европ. Россіи имѣется большое количество водъ, могущихъ быть использованными; но развитіе предприятий такого рода задерживается закономъ, признающимъ всѣ судоходныя воды достояніемъ Государства; необходимо замѣтить, что значительныя колебанія температуры и большія вырубки лѣса въ Россіи дѣлаютъ теченіе водъ неправильнымъ; большія количества воды весной и недостатокъ — лѣтомъ. Тѣмъ не менѣе имѣется рядъ проектовъ использования рѣкъ. Изъ нихъ необходимо указать на касающійся р. Мсты, которую предполагается использовать для электрической тяги на Николаевск. ж. д.; затѣмъ использование р. Волхова, соединяющей озера Ильмень и Ладогу; Нарвскій водопадъ, мощностью въ 40.000 л. с., частью уже использованъ (15.000 л. с.); въ Финляндіи водопады Большая и Малая Иматра и Меншикова, около Котки, даютъ уже 15.000 л. с. Въ Южной Америкѣ имѣется много водотоковъ, использованныхъ для получения электрической энергіи. Въ Аргентинѣ, у Кордовы, имѣется значительная гидроэлектрическая установка. Въ Бразиліи, р. Санъ Франциско представляетъ громадное паденіе, въ окрестностяхъ Паоло Альфонсо, въ 250 км. отъ моря. Африка съ 4 большими рѣками, на которыхъ имѣется рядъ паденій, представляетъ громадный запасъ энергіи. Мощность Нила можетъ быть использована въ Ассуанѣ, и, кромѣ того, въ 6 различныхъ точкахъ выше первыхъ пороговъ, а также въ окрестностяхъ Мечсона. Замбези образуетъ водопадъ Викторія высотой въ 126 м. Стенли опредѣляетъ мощность р. Конго въ 4 раза больше мощности Нила. Въ Индіи также уже встрѣчаются установки для использования силы рѣкъ. Напр. у водопадовъ Ковери**). Перійаръ можетъ доставить до 60.000 л. с. (L'El. № 638).

Паровая турбина системы Броунъ-Бовери-Парсонсъ въ 10.000 дѣйствительныхъ лошадиныхъ силъ. При быстромъ возникновеніи и развитіи центральныхъ электрическихъ станцій въ настоящее время приходится, во избѣжаніе большаго числа машинъ, останавливаться на выборѣ агрегатовъ большой мощности.

Нѣскольکو лѣтъ тому назадъ мощность машинъ въ 1000 киловаттъ считалась исключительной, между тѣмъ какъ теперь генераторы въ нѣсколько тысячъ силъ не рѣдкость.

На одной изъ центральныхъ электрическихъ станцій въ Берлинѣ установлены напр. генераторы трехфазнаго перемѣннаго тока мощностью каждый въ 5000 лошадиныхъ силъ, соединенные непосредственно съ тихоходными паровыми машинами; на центральныхъ электрическихъ станціяхъ во Франкфуртѣ на Майнѣ и въ Миланѣ работаютъ турбогенераторы мощностью по 5000 лошадиныхъ силъ. Америка ушла въ этомъ отношеніи еще болѣе впередъ: въ послѣднее время тамъ изготовлены для од-

ной центральной электрической станціи паро-генераторы мощностью по 5000 киловаттъ.

Однако въ настоящее время Европа опередила Америку, такъ какъ нѣсколько недѣль тому назадъ Рейнско-Вестфальское Электрическое Общество въ Эссенѣ заказало Акціонерному Обществу Броунъ, Бовери и К^о въ Баденѣ паровую турбину мощностью въ 10.000 дѣйствительныхъ лошадиныхъ силъ, съ непосредственно соединенными генераторомъ трехфазнаго тока въ 5000 киловаттъ при напряженіи въ 5000 вольтъ и динамомашинной постояннаго тока въ 1500 киловаттъ для напряженія въ 600 вольтъ.

Этотъ агрегатъ машинъ превосходитъ по мощности самыя большія американскія машины, и Рейнско-Вестфальская электрическая станція въ Эссенѣ является, такимъ образомъ, обладательницею самаго крупнаго въ мірѣ паро-генератора.

Для этого паро-генератора гарантированъ изготовляющимъ его заводомъ расходъ пара менѣе 7 килогр. на киловатъ-часъ, что составляетъ около 4 килогр. на 1 индикаторную силу въ часъ.

Вслѣдствіе однако во вниманіе, что указанныя нормы расхода пара достигнуты уже для паровыхъ турбинъ меньшей мощности, какъ это слѣдуетъ изъ опубликованныхъ недавно результатовъ испытанія турбогенераторовъ, работающих на центральныхъ электрическихъ станціяхъ во Франкфуртѣ на Майнѣ и Миланѣ, то можно съ увѣренностью ожидать, что дѣйствительный расходъ пара для турбогенератора въ 10.000 силъ окажется значительно ниже гарантированнаго.

Такимъ образомъ и въ отношеніи экономичности работы упомянутый агрегатъ значительно превосходитъ самыя большія американскія паро-генераторы, которые расходуютъ, согласно опубликованнымъ даннымъ, около 6 килогр. на индикаторную силу-часъ.

Наружные размѣры турбогенератора въ 10.000 силъ слѣдующіе: высота и ширина меньше 3 метровъ; длина около 18 метр., при этомъ длина самой паровой турбины только 7 метр.

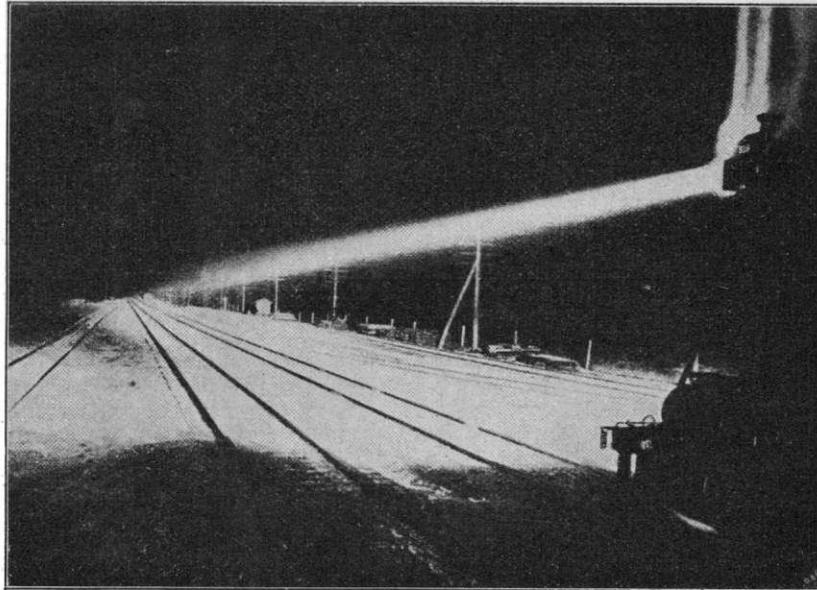
Расположеніе отдѣльныхъ частей турбогенератора таково, что обслуживание всѣхъ ихъ можетъ производиться съ пола машиннаго помѣщенія.

Электрическій фонарь для паровозовъ. Въ „Electrotechnische Zeitschrift“ сообщаютъ изъ Америки объ изобрѣтенномъ тамъ новомъ электрическомъ фонарѣ для паровозовъ. Главной задачей при конструированіи дуговой лампы, помѣщенной въ описываемомъ фонарѣ, было достигнуть возможности раздѣлить свѣтовой пучекъ на два луча, на горизонтальный, служащій для освѣщенія рельсовъ и на вертикальный, отбрасываемый на облака. При пробѣ этого фонаря на жел. дорогѣ Chicago-Milwaukce оказалось, что при пасмурной погодѣ вертикальный свѣтовой пучокъ былъ виденъ за 20 километровъ; горизонтальный же пучокъ освѣщаль рельсы на разстояніи въ 1,2 километра. На фиг. 12 изображена фотографія, снятая ночью и ясно показывающая оба луча свѣта. Токъ для питанія дуговой лампы доставляется маленькой динамо, приводимой въ движеніе паровой турбиной. Фонарь вмѣстѣ съ этими машинами составляетъ одно цѣлое. Паровая турбина питается паромъ изъ паровознаго котла черезъ трубу въ 19 мм. діаметромъ, а отработанный паръ черезъ трубу въ 30 мм. діаметромъ выходитъ въ дымовую трубу паровоза. Фонарь вмѣстѣ съ динамо и турбиной помѣщается на дымовой коробкѣ паровоза. Такъ какъ свѣтъ отъ этихъ фонарей можетъ ослѣплять машинистовъ встрѣчныхъ поѣздовъ, то поэтому при каждомъ фонарѣ устроена ширма изъ матоваго стекла, которая посредствомъ рычажнаго механизма можетъ быть опущена машинистомъ съ его мѣста. При встрѣчѣ поѣздовъ оба машиниста обязаны опустить ширмы у своихъ фонарей, до тѣхъ поръ пока не минуютъ встрѣчный поѣздъ.

*) См. Э—во, т. г. № 8, стр. 124.

**) См. Э—во, т. г. № 1—2, стр. 30.

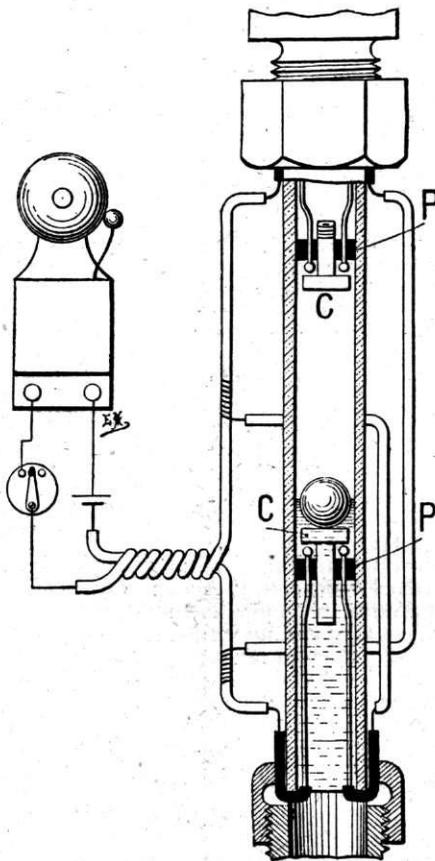
Электрический указатель уровня воды. Эти проволоки поддерживают сдвинутый из изолирующего вещества брусок Р, через который проходит поддержка пластинки С, замыкающей ток.



Фиг. 12.

воды в паровом котле или вообще в каком-нибудь резервуаре. Внутри обыкновенного водометрического стекла пропущено по две проволоки сверху и снизу.

в проволоках. Нижняя пластинка снабжена поплавком в виде шара. Провода выходят из воды через медную оболочку и совершенно изолированы от металлических частей. Функционирование прибора легко понять из приложенного чертежа. (фиг. 13). (Electrician. 1903 г.)



Фиг. 13.

Международный конгресс электриков на Всемирной Выставке в С.-Луи в 1904 г. Комитет Всемирной Выставки в С.-Луи в 1904 году решил устроить целый ряд международных конгрессов. Для этой цели было образовано особое отделение для конгрессов, которое выделило из себя различные специальные комитеты и во многих общих заседаниях выработало организацию и программу конгрессов.

По этой программе международный конгресс наук и искусств состоится от 12 до 25 сентября 1904 года и в своих секциях охватит все области человеческого знания. В общем предполагается 25 секций и 130 подсекций, и на конгрессе будут представлены на разрешение 321 официальных предложения. 19 Секция „Технологическая наука“ содержит в себе и электротехнику. Для международного конгресса электриков назначена неделя с 12 по 19 сентября. Делами этого конгресса заведуют следующие лица:

Председатель — Доктор Симон Ньюкомб, прежде профессор математики U. S. Navy, Washington D. C. Первый вице-председатель — профессор Гарвардского Университета Гуго Мюкстерберг. Второй вице-председатель — профессор Чикагского Университета W. Albion Small.

Комитет выставки имеет в своем распоряжении 400.000 рублей для покрытия издержек по этому конгрессу, включая сюда и издание трудов конгресса. Все участники конгресса, представляющие доклад по вопросам программы, получают, кроме гонорара за доклад, еще и особое вознаграждение за путевые издержки. (Z. für Electrotechnik 1903 г.)

Международная выставка въ С.-Луи въ 1904 году. Предстоящая всемирная выставка въ С.-Луи (Соединенные Штаты) съ 30-го апрѣля по 1-ое декабря н. ст. 1904 года обѣщаетъ быть наиболее грандіозной, благодаря громадному суммѣ отпущеннымъ на ея устройство и громадному пространству, находящемуся въ распоряженіи администраціи. Однимъ изъ наиболее замѣчательныхъ зданій на выставкѣ является дворецъ электричества, расположенный на центральной улицѣ выставки *).

Чтобы облегчить наибольшему числу лицъ возможность принять участіе въ выставкѣ, администрація постановила, что помѣщеніе, освѣщеніе и энергія для машинъ будутъ доставляться бесплатно всякому экспоненту, выставившему предметы своего производства.

Официальная классификація даетъ слѣдующее подраздѣленіе для электрическихъ машинъ и продуктовъ, которые будутъ экспонированы.

Электричество.

ОТДѢЛЬ F.

Группа 67.

Электрическія машины: генераторы и приемники.

Классъ 428.—Генераторы электрической энергіи: динамо постоянного тока, альтернаторы однофазные и многофазные.

Классъ 429.—Двигатели постоянного и переменнаго токовъ.

Классъ 430.—Трансформаторы: преобразователи, вращающіеся трансформаторы, трансформаторы.

Классъ 431.—Примѣненіе электричества къ тягѣ: двигатели для трамваевъ и электрическихъ желѣзныхъ дорогъ. Приспособленія для колясокъ и поѣздовъ.

Классъ 432. Механическія примѣненія электричества: подъемныя машины, кабитаны, краны подвижные и неподвижные, печатныя машины, вентиляторы.

Классъ 433.—Распределеніе электрической энергіи: провода, кабели, муфты, соединенія, коммутаторы, изоляторы, изолирующія вещества, громоотводы, выключатели, реостаты, распределительныя доски и пр.

Группа 68.

Электрохимія.

Классъ 434.—Первичныя батареи. Аккумуляторы.

Классъ 435.—Приложеніе и процессы электролиза. Извлеченіе руды. Гальванопластика и электротипія.

Классъ 436.—Приложеніе и процессы электрохиміи. Производство и очистка металловъ и сплавовъ.

Классъ 537.—Приложеніе электричества къ химической промышленности: бѣленіе, дезинфекція воды, фабрикація соды, хлора, поташа и пр.

Группа 69.

Электрическое освѣщеніе.

Классъ 438.—Употребленіе постоянного и переменнаго токовъ. Дуговыя лампы. Реостаты. Угли для лампъ. Лампы накаливанія. Другія системы электрическихъ лампъ.

Классъ 439.—Полныя установки заводскія, въ публичныхъ учрежденіяхъ и въ частныхъ квартирахъ. Центральныя станціи и проч.

Классъ 440.—Примѣненіе электричества на маякахъ, на судахъ, въ военномъ дѣлѣ, на общественныхъ работахъ и проч.

*) См. Электричество т. г. № 6, стр. 95.

Классъ 441.—Фотометрія. Приборы и инструменты для опредѣленія силы свѣта, свѣтоиспускательной способности и распределенія свѣта.

Классъ 442.—Электрическіе приборы: провода, кабели, предохранители, выключатели, переключатели, рубильники, счетчики и т. д.

Группа 70.

Телеграфія и телефонія.

Классъ 443.—Телеграфныя приборы: передатчики и приемники, репетирующие приборы, мультиплексныя приборы, приборы для телеграфіи безъ проводовъ, электрографы и пр.

Классъ 444.—Телефоны: передатчики и приемники, приборы для вызова и проч. и полное устройство центральныхъ станцій.

Классъ 445.—Провода и кабели телефонныя и телеграфныя. Матеріалъ для устройства линий воздушныхъ, подземныхъ и подводныхъ.

Группа 71.

Различныя примѣненія электричества.

Классъ 446.—Научныя приборы, индукціонныя катушки, статическія машины, приборы для рентгенизации, гальванометры, измѣрительныя приборы и пр. Измѣрительныя лабораторіи. Приборы для сигнализации и регистрированія явленій природы.

Классъ 447.—Примѣненіе электричества въ медицинѣ, хирургіи и зубоврачебномъ искусствѣ.

Классъ 448.—Электрическая сигнализация. Примѣненіе электричества на желѣзныхъ дорогахъ, въ шахтахъ и на общественныхъ работахъ. Домашнія примѣненія электричества. Термостаты, часы, хронографы, звонки и пр.

Классъ 449.—Методы и инструменты для измѣренія: приборы указывающіе, регистрирующіе и интегрирующіе.

Классъ 450.—Электрическое отопленіе: приборы для кухни, печи и калориферы; электрическія печи. Электрическое паяніе.

Классъ 451.—Прогрессъ и развитіе электрическихъ знаній. Изобрѣтенія. Выставка историческая и статистическая. Инструменты, машины, модели, рисунки и публикаціи. (Electricien. 1903 г.).

БИБЛИОГРАФІЯ.

А. Андреевскій. Современные электрическіе счетчики работы. Ихъ теорія и конструкція. Спб. 1902. 112 стр. и 200 рис. Изданіе К. Риккера.

Книга г. Андреевскаго невелика по объему, но достаточно полна по содержанию. Начиная съ общей теоріи динамометрическихъ счетчиковъ, авторъ переходитъ затѣмъ къ описанію отдѣльныхъ наиболее употребительныхъ системъ: Томсона, Вулканъ, Марсъ, Гуммеля и Рашке. Въ слѣдующей главѣ описывается электромагнитный счетчикъ Пелу. Въ главѣ третьей изложена теорія индукціонныхъ счетчиковъ и дано описаніе системъ Блати, Спэнли, Гукэма, Гуммеля, Бругера, Раава, Брокельта, Меллингера, Гергеса. Затѣмъ описаны счетчики съ колебательнымъ движениемъ: Лотца, Гуммеля и Арона. Отдѣльно описанъ счетчикъ Рапса съ періодической регистраціей. Заключительныя главы посвящены вопросамъ объ установкѣ, провѣркѣ счетчиковъ. Ввидѣ прибавленій даны списки фирмъ, изготовляющихъ счетчики и русскія временныя правила для провѣрки счетчиковъ. Въ общемъ книга заключаетъ въ себѣ все, что нужно для практика и можетъ служить достаточнымъ руководствомъ. Издана она недурно, рисунки и схемы отчетливыя.