

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Графическій способъ опредѣленія отдачи двигателя и генератора.

Инженеръ-Технологъ П. Копняева.

Графическій методъ рѣшенія различныхъ вопросовъ изъ области электротехники все болѣе и болѣе завоевываетъ себѣ права; сохраняя за собой всѣ свойства аналитическаго рѣшенія, онъ даетъ возможность наглядно оцѣнить значеніе отдѣльных факторовъ, входящихъ въ данный вопросъ, и ихъ взаимное соотношеніе. Настоящая замѣтка заключаетъ въ себѣ видоизмѣненіе графическаго способа, практикуемаго въ лабораторіяхъ Электротехническаго института въ Дармштадтѣ, для параллельнаго опредѣленія коэффициента полезнаго дѣйствія двигателя и генератора.

Опредѣленіе отдачи двигателя постоянного тока по даннымъ наблюденія его холостого хода представляетъ, благодаря своей простотѣ и достаточной точности, одинъ изъ самыхъ употребительныхъ способовъ; но методъ этотъ непримѣнимъ непосредственно, когда имѣемъ дѣло съ двигателемъ переменнаго или многофазнаго тока. Одинъ изъ способовъ опредѣленія полезной работы такого двигателя состоитъ въ томъ, что имъ приводятъ въ движеніе динамомашину (лучше—соединяя муфтой ихъ валы), работающую на вѣдную цѣпь, энергію въ которой измѣряютъ; полезная работа на валу нашего двигателя опредѣлится, если извѣстенъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія этого вспомогательнаго генератора; послѣдній же также можетъ быть найденъ изъ опредѣленія потерь при порожнемъ ходѣ, пуская нашъ вспомогательный генераторъ, какъ двигатель. Необходимыя условія этого способа заключаются въ томъ, что *число оборотовъ двигателя поддерживается то же, какъ и генератора* и напряженіе на зажимахъ регулируется до тѣхъ поръ, пока *индуктированная электродвижущая сила двигателя будетъ равна таковой генератора*. Пояснимъ примѣромъ. Пусть генераторъ съ параллельнымъ возбужденіемъ при нормальной нагрузкѣ даетъ 125 вольтъ на зажимахъ при 10 амперахъ въ якорѣ и при 1600 оборотахъ въ

минуту; если сопротивленіе якоря 1,5 ома, то потеря напряженія

$$1,5 \cdot 10 = 15 \text{ вольтъ}$$

и, слѣдовательно, индуктированная электродвижущая сила якоря

$$125 + 15 = 140 \text{ вольтъ.}$$

Поэтому для опредѣленія коэффициента полезнаго дѣйствія этого генератора мы должны пустить его, какъ двигатель при 1600 оборотахъ, причемъ напряженіе на зажимахъ его должно быть нѣсколько больше 140 вольтъ; именно, если сила тока въ якорѣ при ходѣ порожнякомъ будетъ 0,87 ампера, то мы должны напряженіе на зажимахъ поддерживать около 141,3 вольтъ; дѣйствительно, вычитая отсюда потерю напряженія въ якорѣ $1,5 \cdot 0,87 = 1,3$ вольтъ, получимъ для индуктированной электродвижущей силы двигателя 140 вольтъ, какъ и для генератора.

Въ дальнѣйшемъ мы будемъ имѣть въ виду машину съ параллельнымъ возбужденіемъ, хотя методъ примѣнимъ и ко всякой другой. Введемъ слѣдующія обозначенія:

i — токъ во вѣшной цѣпи;

i_a — токъ въ якорѣ;

i_s — токъ въ шунтовой обмоткѣ;

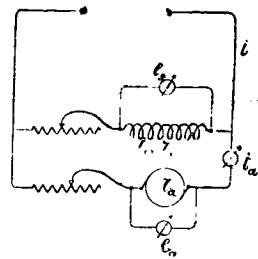
e — напряженіе на зажимахъ двигателя или генератора;

E — индуктированная э.д.с. двигателя или генератора;

$R = R_{h,p,f,s}$ соотвѣственно суть потери отъ гистерезиса, токовъ Фуко, потери отъ тренія и отъ нагрѣванія въ отвѣтвленіи. Вообще указатели h, p, f, s при R или при i означаютъ потери или токъ, отвѣчающіе упомянутымъ причинамъ.

Схема соединенія двигателя показана на фиг. 1.

Если конечной цѣлью имѣется опредѣленіе коэффициента полезнаго дѣйствія *двигателя*, то дѣлается $e_a = e_s = e$ и измѣряется i_a и e_o при холостомъ ходѣ. Тогда потеря отъ нагрѣванія



Фиг. 1.

якоря $i_{a_0}^2 r_a$ известна; остальные потери P найдутся из равенства

$$e_0 i_0 = P + i_{a_0}^2 r_a \quad (1)$$

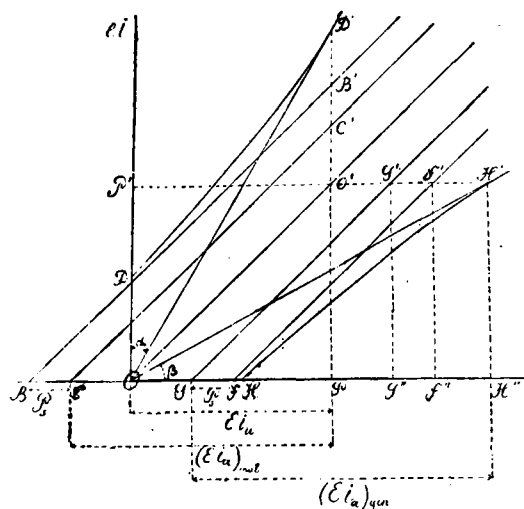
гдѣ $i_0 = i_{s_0} + i_{a_0} = \frac{e_0}{r_s} + i_{a_0}$ будетъ также известно.

Если же имѣется ввиду найти коэффициентъ полезнаго дѣйствія генератора, то на основаніи вышесказаннаго условія $e_a > e_i$ и тогда кромѣ i_{a_0} и e_{a_0} приходится наблюдать еще e_{s_0} **) и въ этомъ случаѣ изъ уравненія

$$e_{s_0} i_{a_0} + e_{s_0} i_{s_0} = P + i_{a_0}^2 r_a, \quad (1')$$

гдѣ $i_{s_0} = \frac{e_{s_0}}{r_s}$, по прежнему найдется P .

Такъ какъ по условію нашъ двигатель имѣетъ то же число оборотовъ и ту же электродвижущую силу (а слѣд. и возбужденіе), какъ и генераторъ, то безъ замѣтной погрѣшности можно допустить, что потери P равны, какъ для двигателя, такъ и для генератора и притомъ постоянны при различныхъ нагрузкахъ. Съ нагрузкой мѣняется только $i_a^2 r_a$.



Фиг. 2.

Условимся по ординатамъ (фиг. 2) откладывать внѣшнюю энергію ei (двигателя или генератора) и по оси абсциссъ отъ начала координатъ O — произведеніе изъ индуктированной электродвижущей силы E и той части i_a всего тока i_a въ якорѣ двигателя, которой отвѣчаетъ полезная энергія двигателя; произведеніе Ei_a представляетъ полезную энергію на валу двигателя. Проведемъ прямую OO' , которая составляетъ съ осями уголъ въ 45° . Если бы двигатель былъ совершенно свободенъ отъ потерь, то прямая OO' представляла бы зависимость между полез-

ной мощностью Ei_a и приведенной энергіей ei при разныхъ нагрузкахъ, именно имѣли бы

$$ei = Ei_a$$

Въ томъ случаѣ, когда двигатель имѣетъ потери $P = P_{h,p,f,s}$, то прямая BB' будетъ представлять искомую зависимость, причемъ $BB' \parallel OO'$ и $OB = P$; тогда имѣло бы мѣсто равенство

$$ei = Ei_a + P.$$

Наконецъ, какъ это имѣетъ мѣсто въ дѣйствительности, когда двигатель имѣетъ еще потери отъ нагреванія якоря, то должно быть выполнено равенство

$$ei = Ei_a + P + i_a^2 r_a.$$

Такимъ образомъ для каждой нагрузки Ei_a необходимо вычислить членъ $i_a^2 r_a$ и тогда, прибавивъ къ ординатамъ прямой BB' отрезки $i_a^2 r_a$, получимъ кривую DD' , представляющую искомую зависимость. Итакъ, мы должны сначала вычислить i_a соотвѣтственно каждой нагрузкѣ.

Для этого напомнимъ общее уравненіе для двигателя въ такой формѣ

$$ei = Ei_a + ei_s + i_a^2 r_a \quad (2)$$

Но изъ фиг. 2 имѣемъ

$$\overline{PD'} = \overline{PC'} + \overline{C'B'} + \overline{B'D'}.$$

Сравнивая послѣднее равенство съ уравненіемъ (2), получаемъ:

$$Ei_a = \overline{PC'} = \overline{PC},$$

откуда

$$i_a = \frac{\overline{PC}}{E},$$

причемъ точка C опредѣляется равенствомъ

$$\overline{BC} = P_s = ei_s = \frac{e^2}{r_s},$$

а электродвижущая сила E найдется по формулѣ

$$E = e - i_{a_0} r_a$$

и можетъ быть принята постоянной при всякой нагрузкѣ. Такимъ образомъ кривая DD' будетъ построена и коэффициентъ полезнаго дѣйствія двигателя

$$\eta_m = \frac{Ei_a}{ei} = \frac{\overline{OP}}{\overline{PD'}} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Перейдемъ теперь къ опредѣленію отдачи генератора. Въ этомъ случаѣ ординаты $e_a i$ (фиг. 2) представляютъ полезную энергію во внѣшней цѣпи и абсциссы приведенную къ генератору энергію. Имѣемъ

$$Ei_a = e_a i + e_s i_s + i_a^2 r_a \quad (3)$$

*) Замѣтимъ, что членъ $i_{a_0}^2 r_a$, какъ весьма малый, безъ замѣтной погрѣшности всегда можемъ отбросить.

**) Значекъ o показываетъ, что величины измѣрены при холостомъ ходѣ.

Для произвольной нагрузки $\overline{OP'}$

$$e_a i = \overline{OP'} = \overline{G'G''} = \overline{GG''}$$

$$e_s i_s = \overline{F'G'} \text{ и } i_a^2 r_a = \overline{H'F'}.$$

Вставляя эти величины въ уравненіе (3), получаемъ

$$E i_a = \overline{GH''}.$$

Но такъ какъ отрезокъ $\overline{F''H''}$ очень малъ сравнительно съ $\overline{GF''}$, то можно i_a вычислять по формулѣ

$$i_a = \frac{\overline{GF''}}{E},$$

примемъ

$$E = e + i_a r_a,$$

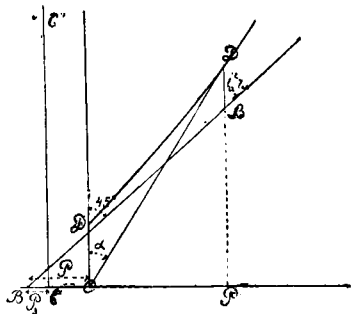
и для коэффициента полезнаго дѣйствія генератора получаемъ

$$\eta_g = \frac{e_a i}{e_a i + e_s i_s + i_a^2 r_a + P_{h,p,f}} = \frac{e_a i}{e_a i + P + i_a^2 r_a} = \frac{\overline{HH''}}{\overline{OH''}},$$

или

$$\eta_g = \operatorname{tg} \beta.$$

Отсюда вытекаютъ два способа графическаго построения коэффициента полезнаго дѣйствія по величинамъ e, i_{a0} и P .



Фиг. 3.

Двигатель. (Фиг. 3). Изъ точки В, отстоящей отъ начала координатъ на разстояніи $\overline{OB} = P$, проводимъ прямую $\overline{BB'}$ подъ угломъ въ 45° къ осямъ и прямую $\overline{CC'}$, параллельную оси ординатъ, причемъ $\overline{BC} = P_s = \frac{e^2}{r_s}$.

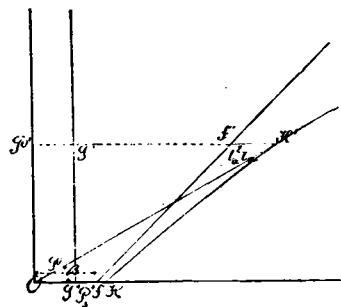
Для произвольной нагрузки $\overline{OP}$ вычисляемъ

$$i_a = \frac{\overline{PC}}{E} = \frac{\overline{PC}}{e - i_{a0} r_a}.$$

Строимъ отрезокъ $\overline{B'D'} = i_a^2 r_a$, тогда

$$\eta_m = \operatorname{tg} \alpha.$$

Генераторъ. (Фиг. 4). Подъ угломъ въ 45° проводимъ прямую $\overline{FF'}$, дѣлая $\overline{OF} = P$, и прямую $\overline{GG'}$, причемъ $\overline{FG} = P_s = \frac{e_s^2}{r_s}$.



Фиг. 4.

Для любой нагрузки $\overline{OP'}$ имѣемъ

$$i_a = \frac{\overline{F'G'}}{E} = \frac{\overline{F'G'}}{e + i_{a0} r_a}.$$

Сдѣлавъ отрезокъ $\overline{F'H'} = i_a^2 r_a$, найдемъ отдачу.

$$\eta_g = \operatorname{tg} \beta.$$

Какъ видно изъ послѣднихъ двухъ фигуръ, построение для обоихъ случаевъ симметрично. Такъ какъ при равныхъ числахъ оборотовъ и электродвижущихъ силахъ потери отъ гистерезиса, токовъ Фуко, тренія и отъ нагреванія индукторовъ какъ для двигателя, такъ и для генератора могутъ быть приняты равными, то неравенство ихъ коэффициентовъ полезнаго дѣйствія можетъ обуславливаться лишь неравенствомъ потерь въ обмоткѣ якоря. Но изъ фиг. 2 имѣемъ для двигателя

$$i_a = \frac{\overline{CP}}{E} = \frac{\overline{OP} + P_{h,p,f}}{E}$$

и для генератора

$$i_a = \frac{\overline{GH''}}{E} = \frac{\overline{OP} + P_s + P_a}{E},$$

откуда видимъ, что $(i_a)_{ген.} < (i_a)_{двиг.}$, если $P_{a,s} < P_{h,p,f}$. Другими словами $\eta_{ген.} > \eta_{двиг.}$, если электрическія потери меньше суммы всѣхъ остальныхъ.

Нетрудно видѣть, что послѣдній результатъ, а также и методы построения остаются тѣми же самыми и для другихъ типовъ машинъ; отличие будетъ лишь въ томъ, что при послѣдовательномъ возбужденіи потеря въ магнитахъ играетъ ту же роль, какъ потеря въ якорѣ, при смѣшанномъ же возбужденіи потеря въ индукторахъ раздѣлится на двѣ: одна будетъ постоянна при различныхъ нагрузкахъ, другая же мѣняется аналогично потерѣ въ якорѣ.

Объ электрическомъ вѣтрѣ и о постановкѣ опыта для его изученія.

Статья В. Баляснаго.

Хотя явленіе электрическаго вѣтра извѣстно уже очень давно, но свѣдѣнія о немъ очень скудны и исчерпываются тѣмъ, что если наэлектризованное тѣло снабдить остриемъ, то съ послѣдняго начнется истечение электричества, образующее въ окружающемъ воздухѣ вѣтеръ, способный задуть даже свѣчу; къ этому прибавляютъ еще, что въ темнотѣ изъ конца острія истекаетъ синеватая кисть въ случаѣ, если тѣло заряжено положительнымъ электричествомъ, и короткая свѣтящаяся кисточка, въ случаѣ отрицательнаго заряда. Вотъ почти и все, что извѣстно большинству. Причина малой разработанности вопроса лежитъ въ крайней трудности поставить удовлетворительно опытъ. Наши электростатическія машины, обладаа высокимъ потенциаломъ, въ отношеніи мощности безсильны и вырабатываютъ ничтожныя количества энергіи, опыты же съ электрическимъ вѣтромъ, помимо высокаго напряженія, требуютъ и большаго количества электричества. Между тѣмъ изученіе электрическаго вѣтра крайне важно какъ само по себѣ, такъ и въ отношеніи къ наукѣ метеорологій, такъ какъ на основаніи многихъ признаковъ причину всѣхъ вѣтровъ, дующихъ на землѣ, за исключеніемъ пассатныхъ и имъ аналогичныхъ, нужно отнести на долю электричества, и если до сихъ поръ считаютъ вопросъ открытымъ, то только благодаря малому знакомству съ лабораторными опытами электрическаго вѣтра.

Прежде чѣмъ описать результаты, полученные мною по этому вопросу, я изложу, какъ слѣдуетъ скомбинировать установку для изслѣдованія явленій, сопровождающихъ электрическій вѣтеръ, и кстати попытаюсь дать этимъ явленіямъ точное опредѣленіе. На мой взглядъ электрическій вѣтеръ нужно разсматривать, какъ частный случай электрическаго тока въ провод-

Отъ Редакціи. Печатаю статью г. Баляснаго, считаемъ нужнымъ отмѣтить, что основное представленіе, руководившее авторомъ, а именно, что электрическій вѣтеръ есть лишь разновидность того общаго явленія, къ которому принадлежитъ и обычный электрическій токъ, раздѣляется въ настоящее время многими авторитетами.

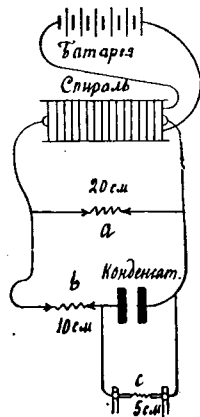
При такомъ взглядѣ, вытекающемъ изъ воззрѣній Фарадея, не разъ уже излагаемымъ въ нашемъ журналѣ, отъ электрическаго вѣтра можно ожидать напр. дѣйствій на магнитную стрѣлку, нагрѣванія (Джоулево тепло) и т. д. Дѣйствій на стрѣлку искалъ еще Фарадей; позднѣе оно было изслѣдовано проф. Боргманомъ (1886 г. Журн. Р. Физ.-Хим. Общ.).

Всякій разрядъ, по Фарадею, происходитъ по линіямъ индукціи, предварительно (хотя, можетъ быть, и за чрезвычайно краткій промежутокъ времени) устанавливающимися въ діэлектрикѣ; этимъ опредѣляется въ различныхъ случаяхъ направленіе вѣтра, результатъ встрѣчи двухъ пересѣкающихся вѣтровъ и различныя другія явленія, весьма подробно описанныя въ соч. О Лемана: Die Elektrischen Lichterscheinungen (стр. 70—105; см. Эд. 1898 г. стр. 237).

никъ-воздухъ. Такимъ образомъ, очевидно, явленіе раздѣляется на механическое, термическое и свѣтовое. Теперь перейдемъ къ генератору тока высокаго напряженія.

Установка моя состоитъ изъ катушки Румкорфа съ 12—15 см. искроу, конденсатора емкостью въ 1 микрофарадъ, имѣющаго 4 кв. метра обкладокъ при той формѣ, которую я ему далъ, и батареи аккумуляторовъ. Катушкой Румкорфа въ соединеніи съ конденсаторомъ очень рѣдко пользуются, какъ генераторомъ статическаго электричества, между тѣмъ всякая катушка можетъ дать токъ высокаго напряженія, однородный току отъ электрофорной машины, т. е. постояннаго направленія, если довольствоваться $\frac{1}{4}$ частью длины искры; ясный, катушка, дающая 20 см. искру, можетъ при посредничествѣ конденсатора дать постоянный токъ съ разстояніемъ между шариками разрядника въ 5 см. Я повторяю здѣсь схему, даваемую многими учебниками физики: именно предохранитель - разрядникъ катушки устанавливается, положимъ, на 20 см., одинъ изъ зажимовъ катушки соединяется съ одной изъ обкладокъ конденсатора, другой зажимъ катушки соединяется съ другою обкладкою конденсатора при посредствѣ разрядника Генлея, но съ перерывомъ въ 10 см. приблизительно, и затѣмъ оба зажима конденсатора соединяются съ универсальнымъ разрядникомъ Генлея, дающимъ возможность разнообразить опыты. Конденсаторъ емкостью въ 1 микрофарадъ катушкою въ 20 см. заряжается до насыщенія приблизительно въ одну или въ полторы минуты. Если затѣмъ заряденіе не будетъ прекращено, то происходитъ съ оглушительнымъ шумомъ разрядъ въ промежуткѣ *c*, который должно строго регулировать въ $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ промежутка *a*, дабы конденсаторъ не приобрѣлъ чрезмернаго напряженія и не разрядился черезъ катушку.

Упомянутый мною конденсаторъ емкостью въ 1 микрофарадъ составленъ не изъ лейденскихъ банокъ, ибо на это нужно было бы отвѣсти цѣлую комнату, а дѣлается изъ станиоля и парафиновой бумаги, благодаря чему имѣетъ очень небольшіе размѣры. Бумага, вываренная въ кипящемъ парафинѣ до прекращенія выдѣленія пузырьковъ пара и воздуха, оказывается отличнымъ изоляторомъ, не уступающимъ стеклу. Для этого я остановился на томъ сортѣ бумаги, который называется печатной или книжной (бибула), конечно лучшимъ и плотнымъ. Парафинъ замѣшивался на $\frac{1}{6}$ вазелиномъ, дабы при сгибаніи и ударахъ бумага не ломалась. Находящаяся температура для вывариванія бумаги



Фиг. 5.

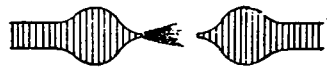
узнается опусканіемъ смоченной водою лучинки: если около опущеннаго конца начнется бурное кипѣніе, значитъ парафинъ готовъ. Затѣмъ начинаютъ складывать пластинчатый конденсаторъ по обыкновенному способу, перекладывая каждый листъ станіюля 5 листками свѣже парафинированной, еще горячей, бумаги; если же желательно пользоваться искрой болѣе 2 см., то число бумажныхъ листковъ слѣдуетъ увеличить до 7. Конденсаторъ въ готовомъ видѣ снабжается постояннымъ разрядникомъ-предохранителемъ, дабы при чрезмѣрномъ зарядѣ искра не пробилла изолятора. При опытахъ съ этой установкою необходимо наблюдать возможную осторожность, такъ какъ даже по прошествіи сутокъ остаточный зарядъ способенъ произвести крайне болѣзненное дѣйствіе, а непосредственный разрядъ безусловно опасенъ. Теперь перейду къ краткому перечню наблюдавшихся мною явленій.

Снабдивъ шарики универсальнаго разрядника Генлея двумя остріями, можно такъ урегулировать разстоянія, что при непрерывномъ дѣйствіи катушки Румкорфа конденсаторъ не зарядится единовременно, а между остріями появится синеватое пламя тихаго разряда, который будетъ поддерживать извѣстное равновѣсіе въ притокѣ и тратѣ энергіи. Первое, что мы замѣтимъ въ изслѣдуемомъ явленіи это то, что между движеніемъ воздушныхъ частицъ и свѣтовымъ явленіемъ связи нѣтъ. Именно, свѣтовое дѣйствіе, т. е. колебаніе эфира, занимаетъ, какъ выше упомянуто, районъ въ видѣ кисти; тогда какъ движеніе воздуха является въ формѣ смерчеобразнаго потока, состоящаго изъ движеній двухъ родовъ: поступательнаго по направленію электрическаго тока отъ положительнаго полюса къ отрицательному, и вращательнаго, вокругъ своей оси (если смотрѣть со стороны положительнаго полюса, — по направленію часовой стрѣлки).

Дабы иллюминировать электрическій вѣтеръ, самъ по себѣ невидимый, можно поступить такъ: вблизи шариковъ разрядника я помѣщалъ на стеклянныхъ палочкахъ два клочка ваты, смоченные одинъ соляною кислотою, а другой нашатырнымъ спиртомъ. На границѣ соприкосновенія выдѣляющихъ изъ нихъ газовъ получается густой дымъ, состоящій, какъ извѣстно, изъ кристалликовъ нашатыря, которые и втягиваются электрическимъ вѣтромъ, и послѣдній становится, благодаря сему, видимымъ. Этотъ опытъ хорошо удается и съ машиной Гольца, но къ сожалѣнію, черезъ нѣсколько минутъ уже отрицательный полюсъ сплошь покрывается кристалликами нашатыря, и машина перестаетъ дѣйствовать; съ катушкой же, благодаря мощному притоку энергіи, этого не случается. Итакъ, электрическій вѣтеръ существуетъ только отъ положительнаго полюса, у отрицательнаго же хотя и ощущается движеніе воздуха, но оно имѣетъ направленіе изъ пространства къ кондуктору.

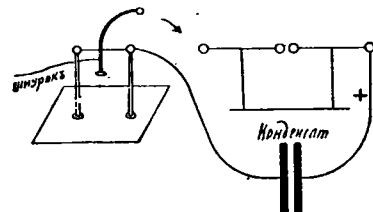
Теперь о термическомъ свойствѣ вѣтра. Внут-

ри струи электрическаго вѣтра температура повышена, что можно узнать, внося шарикъ чувствительнаго термометра въ струю; особенно же рельефно выясняются термическія свойства вѣтра, если мы внесемъ въ струю на тонкой стеклянной палочкѣ клочокъ ламповой сажи: она немедленно накалится и сгоритъ. Если мы пожелаемъ довести явленіе до высокой интенсивности, то должно воспользоваться единовременнымъ разрядомъ конденсатора, для чего въ цѣпь включается сопротивление изъ тонкой стеклянной трубки длиною въ 50 см., наполненной дистиллированной водою. Зарядивъ конденсаторъ и быстро



Фиг. 5.

сблизивъ шарики разрядника, мы получимъ языкъ пламени, зачастую развѣтвленный къ отрицательному полюсу, который вырывается съ сильнымъ шипѣніемъ и имѣетъ свѣтло-лиловый цвѣтъ. Для большей наглядности слѣдуетъ пользоваться при этомъ опытѣ дополнительнымъ спусковымъ раз-



Фиг. 6.

рядникомъ, рекомендуемымъ нѣмецкими экспериментаторами. Явленіе это, мнѣ думается, аналогично шаровымъ молніямъ, хотя и отличается отъ послѣднихъ своей формой. Вотъ все немногое, что удалось мнѣ отмѣтить и что еще ожидаетъ своего изслѣдователя, лучше подготовленнаго къ разработкѣ изложеннаго вопроса.

Электрическія единицы, употребляемыя въ электротехникѣ.

Статья А. Корню *).

Въ настоящее время электрическіе токи имѣютъ обширное приложение, значеніе котораго растетъ съ каждымъ днемъ; точно также приборы и методы электрическихъ измѣреній, до сихъ поръ употреблявшіеся лишь въ физическихъ лабораторіяхъ, становятся общепотребительными: вслѣдствіе этого является необходимымъ новый словарь, съ которымъ всякій желающій

*) Annuaire publié par le Bureau des Longitudes, pour l'an 1899.

имѣть хотя бы поверхностное представление о самыхъ небольшихъ электрическихъ установкахъ, въ настоящее время столь распространенныхъ, долженъ познакомиться. Приемлемые на практикѣ токи раздѣляются на двѣ категоріи: постоянные токи, т. е. такіе, сила которыхъ не мѣняется, и такъ называемые переменные токи, сила которыхъ мѣняется периодически черезъ весьма короткіе промежутки времени.

Объяснение различныхъ терминовъ, употребляемыхъ въ электротехникѣ, наиболѣе просто для постоянныхъ токовъ: это и составляетъ цѣль настоящей статьи; переходъ къ переменнымъ токамъ не представляетъ, впрочемъ, никакихъ затрудненій.

Возрастающая важность промышленнаго примѣненія электрическихъ токовъ доказываетъ, что они представляютъ общепотребительное и притомъ простое средство передачи энергіи на разстояніе и ея утилизаціи подъ самыми различными формами: механической работы, теплоты, химической и электрической энергіи и т. п.

Генераторы и приемники. Генераторомъ называютъ всякій аппаратъ или машину, способную производить энергію въ томъ или другомъ видѣ, а приемникомъ всякій аппаратъ, принимающій въ себя эту энергію и превращающій въ непосредственно приложимую форму.

Примѣрами электрическихъ генераторовъ можно представить батареи, аккумуляторы, магнито и динамоэлектрическія машины и т. п. источники тока; примѣрами же приемниковъ могутъ служить тѣже магнито и динамоэлектрическія машины, которыя въ случаѣ питанія ихъ токомъ являются двигателями; аккумуляторы также слѣдуетъ причислить къ приемникамъ, ибо они накапливаютъ въ себѣ электрическую энергію посредствомъ химическихъ реакцій.

Разница между электрическими генераторами и приемниками часто совершенно отсутствуетъ, ибо большая часть этихъ приборовъ обратимы, т. е. способны работать такъ же хорошо въ видѣ генераторовъ, какъ и въ видѣ приемниковъ, смотря по формѣ энергіи, которую они получаютъ.

Механическая мощность. Механической мощностью или силой генератора или приемника называютъ то количество механической работы, которое аппаратъ можетъ доставить, принять или трансформировать въ единицу времени.

Слѣдовательно, мощность электрическаго генератора или приемника есть характерная мѣра его силы не только въ теоретическомъ смыслѣ, но и въ практическомъ. Она зависитъ отъ двухъ факторовъ, аналогичныхъ тѣмъ, отъ которыхъ зависитъ мощность потока воды, именно: 1) отъ „разности потенциаловъ“, т. е. электродвижущей силы, существующей между щетками или полюсами аппарата: она аналогична разности уровней или высотъ напора воды; 2) отъ „силы тока“, находящагося въ цѣпи, что соответствуетъ объему воды, проходящему въ единицу времени. Разность потенциаловъ (называемая иногда „электрическимъ напряжениемъ“) измѣряется числомъ „вольтъ“, а сила тока— „амперами“; соответствующіе измѣрительные приборы называются „вольтметрами“ и „амперметрами“, въ общемъ, состоятъ изъ „гальванометровъ“ подходящаго устройства.

Выраженіе мощности электрическаго прибора.— Мощность электрическаго прибора измѣряется произведеніемъ числа вольтъ на число амперъ, которые онъ можетъ доставить при обыкновенныхъ условіяхъ; сообразно съ природой полученныхъ единицъ (что будетъ выяснено дальше), произведение этихъ двухъ чиселъ представляетъ количество механической работы, которое получается въ единицу времени. Оно эквивалентно механической силѣ, доставленной генератору, или оно есть эквивалентъ того количества электрической энергіи, которое доставляетъ генераторъ, ибо, собственно говоря, электрический генераторъ есть лишь трансформаторъ энергіи; для своего дѣйствія онъ поглощаетъ весьма малую ея часть, такъ что его отдача весьма близка къ единицѣ. Слово „поглощеніе“ здѣсь означаетъ трансформацию энергіи въ безполезную форму, именно въ теплоту, развивающуюся безполезно.

Такъ какъ электрическіе генераторы обратимы, то тѣ же соображенія приложимы и къ приемникамъ. Мощность приемника измѣряется произведеніемъ числа вольтъ на число амперъ, которые ему доставляются при нормальныхъ условіяхъ: приемники, принимая электрическую энергію, становятся двигателями и превращаютъ эту энергію (за исключеніемъ весьма незначительной части, пропадающей въ формѣ теплоты) въ эквивалентное количество механической работы. Ихъ отдача относительно говоря достаточно высока.

Единица мощности — ваттъ. Произведение числа амперъ на число вольтъ представляетъ число „ваттъ“. Ваттъ, или практическая единица механической мощности, приблизительно, составляетъ одну десятую килограмметра въ секунду. Такъ, напримеръ, генераторъ, доставляющій токъ въ 200 амперъ при напряженіи въ 120 вольтъ, имѣетъ мощность $200 \times 120 = 24.000$ ваттъ или 24 киловатта.

Извѣстно, на основаніи обозначеній C.G.S. системы, что паровая лошадь (сила, соответствующая работѣ въ 75 килограмметровъ въ секунду) составляетъ 735,75 ватта; отсюда заключаемъ, что генераторъ въ 24 киловатта имѣетъ мощность $\frac{24.000}{735,75} = 32,62$ лощ. силъ.

Расчетъ этотъ на лощ. силы приведенъ въ видѣ примѣра; на практикѣ, мощность генератора выражаютъ прямо въ киловаттахъ.

Мощность приемниковъ тока, которые по большей части—тѣ же генераторы, работающіе въ обратномъ направленіи, опредѣляется и рассчитывается тѣмъ же способомъ по числу амперъ тока, который они получаютъ, и по числу вольтъ, которое этотъ токъ поддѣрживаетъ на концахъ ихъ собственной цѣпи.

По этому поводу замѣтимъ, что если доставить опредѣленное число вольтъ приемнику, т. е. сообщить концы его внутренней цѣпи со щетками динамомашины, доставляющей эту опредѣленную разность потенциаловъ, нѣтъ возможности въ то же время заставить пройти чрезъ него токъ, съ числомъ амперъ, опредѣленнымъ заранее.

Это можно себѣ представить посредствомъ сравненія съ аналогичными гидродинамическими явленіями; между двумя концами данной трубки можно установить любую разность давленій, но тѣмъ не менѣе количество жидкости, которое трубка можетъ доставить въ единицу времени, совершенно опредѣленное, ибо между разностью давленій, количествомъ доставляемой жидкости и размѣрами трубки существуетъ опредѣленное соотношение. Для электрическаго тока соответствующее отношеніе даетъ законъ Ома и Пулье.

Проводникъ, на концахъ котораго установилась разность потенциаловъ, представляемая e вольтами, характеризуется „сопротивленіемъ“ его r . Сила тока i ,

который чрезъ него проходитъ, выражается $i = \frac{e}{r}$.

Единица сопротивленія, соответствующая вольту и амперу, называется „омомъ“, такъ что, если извѣстно число омовъ r , которое измѣряетъ сопротивленіе *) цѣпи, на концахъ которой существуетъ разность потенциаловъ въ e вольтъ, то сила тока въ амперахъ можетъ быть получена изъ вышеуказанной формулы.

Накаливаніе.— **Отопленіе электричествомъ.** Эта формула показываетъ, что увеличивая напряженіе тока e , мы пропорціонально будемъ увеличивать и силу тока. Но при этомъ происходитъ особое явленіе, именно нагрѣваніе проводника, которое растетъ пропорціонально его сопротивленію и квадрату силы тока (законъ Джоуля). При увеличеніи силы тока, проводникъ все болѣе и болѣе нагрѣвается и, наконецъ, плавится и улетучивается.

*) Электрическое сопротивленіе проволоки обратно величинѣ площади поперечнаго сѣченія, прямо пропорціонально длинѣ ея и особому коэффициенту, зависящему отъ вещества проволоки.

Если токъ предназначенъ исключительно для накалывания, какъ, напиримѣрь, въ лампочкахъ накалыванія, то его силу поддерживаютъ въ нужныхъ предѣлахъ, и здѣсь электрическая энергія преобразуется въ свѣтовую и тепловую. Это же свойство тока примѣняется при отопленіи электричествомъ.

Термическій эквивалентъ потребленной электрической энергіи.—Электрическая энергія превращается въ тепловую по особому соотношенію, которое можно вычислить, основываясь на сущности принятыхъ единицъ. Дѣйствительно, количество выдѣлившейся въ единицу времени теплоты эквивалентно потребленной энергіи, а эта послѣдняя выражается произведеніемъ числа амперъ на число вольтъ, выражающее разность потенциаловъ на концахъ нагрѣваемого проводника, и выражается въ ваттахъ.

Такимъ образомъ, нить лампочки накалыванія, концы которой соединены съ цѣпью, напряженіемъ въ 110 вольтъ, и принимающей въ себя токъ въ $\frac{1}{2}$ ампера, получаетъ энергію, измѣряемую $110 \times \frac{1}{2} = 55$ ваттами (т. е., около 3,5 ваттъ на свѣчу). Число полученныхъ такимъ образомъ ваттъ легко выразить въ „калоріяхъ“*), ибо малая калорія въ секунду эквивалентна 4,15 ватта. Въ нашемъ примѣрѣ, лампа въ 16 свѣчей, потребляющая 55 ваттъ, развиваетъ въ часъ или 3.600

секундъ количество теплоты въ $\frac{55 \times 3.600}{4,15} = 4771$ ма-

лыхъ калорій или 4,77 большихъ, которое способно поднять температуру 4,77 литра воды на 1° Цельсія.

Иногда говорятъ, что, по сравненію съ другими источниками свѣта, лампы накалыванія не развиваютъ теплоты: изъ предыдущаго видно, что количество произведенной ими теплоты весьма замѣтно.

Опасность электрическихъ канализаций въ пожарномъ отношеніи.—Такое неизбѣжное нагрѣваніе проводовъ тока можетъ повести къ болѣе или менѣе серьезнымъ послѣдствіямъ; поэтому устройство электрическихъ установокъ требуютъ извѣстныхъ предосторожностей и постоянного надзора.

Такъ, въ машинахъ, гдѣ проволоки изъ мѣди намотаны винтообразно и изолированы особымъ составомъ, избегаютъ пропускать токъ болѣе 2 амперъ на квадратный миллиметр сѣченія, въ предупрежденіе сгорания изолировки.

Въ канализацияхъ, контактъ двухъ случайно обнажившихся проволокъ, уменьшая длину цѣпи (производя *короткое сообщеніе*) уменьшаетъ вмѣстѣ съ нимъ сопротивление; вслѣдствіе этого сила тока можетъ увеличиться достаточно для того, чтобы проволока накалилась и произвела пожаръ. Такіе случаи, къ несчастью, происходятъ весьма часто, и они еще опасны оттого, что публика привыкла считать себя въ безопасности отъ пожара при электрическомъ освѣщеніи.

Стоимость электрической энергіи. — Ваттметры. — Счетчики.— Цѣна работы падевія воды, передачи какой нибудь силы, измѣряется по ихъ мощности, т. е. по той механической работѣ (измѣряемой, напиримѣрь, нажимомъ Прони), которую они могутъ доставить въ единицу времени; соответствующая единица есть „лошадь-часъ“; въ небольшихъ установкахъ за лошадь-часъ платятъ 0,30 франка.

При распредѣленіи электрической энергіи цѣна переданнаго тока нечислится подобнымъ же образомъ по количеству полученной электрической энергіи, измѣряемой въ ваттахъ. Для этого существуютъ особые аппараты, называемые „ваттметрами“, которые въ каждое данное время показываютъ произведеніе числа амперъ на число вольтъ, находящееся у щетокъ пріемника.**) Такъ какъ это произведеніе измѣряетъ количество энергіи въ секунду, то для полученія полного количества энергіи за все время дѣйствія нужно сло-

жить все аналогичныя произведенія. Это сложеніе производитъ автоматически общезвѣстными приборами, называемыми „счетчиками“, градуированными на „гектоваттъ-часы“ или „киловаттъ-часы“, смотря по размаху потребления (освѣщеніе, двигательная сила и т. п.). Въ Парижѣ, при электрическомъ освѣщеніи частныхъ помѣщеній, платится за гектоваттъ-часъ отъ 0,07 до 0,15 франка.

Опредѣленіе электрическихъ единицъ.—Предыдущія указанія вполнѣ достаточно, чтобы понять всю важность элементовъ, опредѣляющихъ электрической токъ, и приборовъ, которые его производятъ и трансформируютъ. Кромѣ того, вышеприведенныя единицы имѣютъ то драгоцѣнное качество, что онѣ непосредственно примыкаютъ къ механическимъ единицамъ, такъ что электрическія измѣренія, при простомъ расчетѣ, даютъ ту механическую энергію, которой можно располагать.

Въ виду такого превосходнаго соответствія съ механическими единицами, эта система электрическихъ единицъ была разработана по инициативѣ Комиссіи Британской Ассоціаціи въ 1860 году. Она основывается на слѣдующихъ принципахъ:

1. *Принципъ сохраненія энергіи.*—Сообразно съ этимъ принципомъ выводить заключеніе, что въ электрической цѣпи, не производящей никакой внешней работы, вся сообщенная ей электрическая энергія цѣлкомъ переходитъ въ теплоту, каковы бы ни были форма и природа проводника, образующаго цѣпь.

2. *Законъ Джоуля.*—Этотъ законъ, приведенный выше (стр. 326), указываетъ связь между механическими и электрическими единицами. Онъ пишется

$$Q = H. r. i^2 t. \dots \dots \dots (1),$$

гдѣ Q есть количество теплоты, выдѣленное во время t отъ прохожденія чрезъ проводникъ сопротивленія r тока силы i . H есть коэффициентъ, зависящій отъ выбора единицъ.

Если обѣ части этого равенства умножить на механическій эквивалентъ теплоты E ,

$$E Q = E H r i^2 t. \dots \dots \dots (2),$$

то лѣвая часть представитъ количество механической работы или энергіи E . Вторая часть, если принять $H E = 1$, сводится къ $r i^2 t$, для чего достаточно выбрать подходящимъ образомъ единицы.

Въ механикѣ вообще существуютъ три абсолютныя единицы (время, длина и сила). Поэтому, лѣвая часть этого равенства совершенно опредѣлена: это есть работа, т. е. произведеніе длины на силу, лѣвая часть содержитъ также вполнѣ опредѣленный факторъ,—время; остается лишь опредѣлить единицы сопротивленія и силы тока. Если послѣднюю опредѣлить изъ электромеханическихъ явленій, то останется неопредѣленной лишь единица сопротивленія: ее опредѣляютъ изъ условія, чтобы множитель HE въ выраженіи закона Ома былъ равенъ единицѣ. Поэтому:

Единица сопротивленія есть сопротивленіе проводника, который, при прохожденіи чрезъ него тока въ единицу силы, выдѣляетъ въ видѣ теплоты единицу энергіи.

3.—*Законы Лапласа и Кулона.*—Электромеханическое явленіе, посредствомъ котораго, какъ сказано выше, опредѣляютъ единицу силы тока, есть дѣйствіе тока на магнитную стрѣлку: на этомъ явленіи основанъ гальванометръ, общій типъ приборовъ, употребляемыхъ для всевозможныхъ электрическихъ измѣреній. Лапласъ вывелъ изъ опытовъ Біо и Савара элементарный законъ электромагнитныхъ явленій, т. е. выраженіе для силы F , которую элементъ ds тока силы i возбуждаетъ въ ближайшемъ полюсѣ магнитной массы m , находящейся на разстояніи D , по направленію, составляющему уголъ θ съ направлениемъ элемента тока

$$F = k \frac{m i ds \sin \theta}{D^2},$$

гдѣ k есть коэффициентъ пропорціональности, зависящій отъ единицъ m , i , ds , θ , и который можетъ быть сдѣланъ равнымъ единицѣ подходящимъ выборомъ этихъ

*) Малая калорія составляетъ 415×10^5 или $4,15 \times 10^7$ единицъ работы С. G. S. системы.

**) Это относится конечно, только къ постоянному току.

единицъ. Это выраженіе содержитъ вспомогательный элементъ, магнитную массу. Последняя же измѣряется по извѣстному закону Кулона:

$$F = h \frac{mm'}{D^2} \text{ или } F = \frac{mm'}{D^2}, \text{ если } h=1$$

Единица (электромагнитная) силы тока есть сила тока въ проводникъ длиной въ единицу, которая дѣйствуетъ съ силой равной единицѣ ¹⁾ на полюсъ, имѣющій единицу магнетизма и расположенный на разстояніи единицы въ направленіи нормальному къ направленію тока.

(Единица магнитной массы есть та масса, при которой одинъ полюсъ магнита дѣйствуетъ на другой такой же полюсъ, расположенный отъ него на единицѣ разстоянія, съ силой равной единицѣ).

4. — Законъ Ома и Нуль.—Теперь осталось только опредѣлить единицу электродвижущей силы. Она выводится изъ отношенія, помѣщеннаго выше на стр. 326, которое соединяетъ для проводника сопротивленіе r и электродвижущую силу или разность потенциаловъ e , находящуюся на концахъ проводника, когда чрезъ него проходитъ токъ силы i :

$$i = \frac{e}{r}, \text{ откуда } e = ir.$$

Единица электродвижущей силы или разности потенциаловъ есть такая электродвижущая сила, которая находится на концахъ проводника въ единицу сопротивленія, чрезъ который проходитъ токъ въ единицу силы.

Замѣчаніе.—Если въ выраженіи (2) закона Джоуля замѣнить ri чрезъ равное ему e и раздѣлить обѣ части равенства на t , то получится $\frac{EQ}{t} = ei$, что показываетъ

законъ, приведенный выше, именно, что количество потребленной въ единицу времени энергіи въ проводникѣ равно произведенію e на i .

Введеніе величинъ механическихъ единицъ. Опредѣленіе электрическихъ единицъ, какъ оно было сдѣлано выше, опредѣляетъ ихъ въ трехъ постоянныхъ единицахъ механики: единицахъ времени, длины и силы; остается только установить величины этихъ единицъ. Британская Ассоціація которая впервые опредѣлила эту систему электрическихъ измѣреній, выбрала для трехъ единицъ механики тѣ, которыя составляютъ С. G. S. систему, въ которой:

Единица времени есть секунда, $\frac{1}{60}$ часть минуты средняго времени;

Единица длины есть сантиметръ; единица силы—дина, (сила, которая сообщаетъ массѣ въ одинъ граммъ ускореніе въ сантиметръ въ секунду: она составляетъ около одного миллиграмма—силы).

Вслѣдствіе этого предыдущія опредѣленія электрическихъ единицъ принимаютъ видъ:

Единица С. G. S. силы тока.—Единица С. G. S. (электромагнитная) силы ²⁾ есть сила тока, длиной въ 1 см., который дѣйствуетъ на полюсъ магнита, гдѣ сосредоточена единица магнитной массы, расположенной на 1 см. по направленію нормальному къ направленію тока, съ силой равной одной динѣ.

Единица магнитной массы есть такая магн. масса, которая дѣйствуетъ на такую же массу, находящуюся на разстояніи одного см., съ силой въ одну дину.

Единица CGS сопротивленія—есть сопротивленіе проводника, который, при прохожденіи тока въ единицу CGS силы, въ теченіе секунды выдѣляетъ количество теплоты, эквивалентное механической работѣ дина—сантиметръ (эргъ).

¹⁾ Въ дѣйствительности токъ бываетъ круговой, и дѣйствіе части цѣпи въ единицу длины, расположенной на кругѣ радіуса равнаго единицѣ, и дѣйствующей на очень маленькую стрѣлку, позволяетъ осуществить вышеопредѣленный токъ.

²⁾ Въмѣсто выраженія: „токъ, имѣющій единицу силы“, говорятъ для краткости „единица тока“.

Единица CGS электродвижущей силы—есть разность потенциаловъ на концахъ проводника, имѣющаго единицу CGS сопротивленія, при прохожденіи единицы CGS тока.

Практическія единицы.—Изъ этихъ трехъ единицъ, единица CGS силы тока представляетъ очень удобную практическую единицу, и ея величиной измѣряются токи, употребляемые какъ въ наукѣ, такъ въ промышленности. Но двѣ другія единицы настолько малы, что сопротивленія и электродвижущія силы, употребляющіяся на практикѣ, пришлось бы выражать черезъ нихъ въ огромныхъ числахъ. Напримеръ: мѣдная проволока 1 милим. въ діаметрѣ и 50 метровъ длиной, имѣющая сопротивленіе почти равное колоннѣ ртути того же діаметра и 1 метра длины (старая единица Сименса), представляетъ сопротивленіе почти 1.000.000.000 или 10^9 единицъ CGS системы.

Съ другой стороны, разность потенциаловъ на полюсахъ элемента съ сѣрной мѣдью, часто употребляемая, какъ единица, составляетъ немного болѣе 10^8 единицъ CGS электродвижущей силы.

Сторонники новыхъ единицъ были принуждены поэтому замѣнить эти малыя единицы такими же, но увеличенными въ десять въ нѣкоторой степени разъ. Выборъ этой степени опредѣляется изъ условій, чтобы они не слишкомъ отличались отъ обычныхъ практическихъ электрическихъ единицъ. Такимъ образомъ на практикѣ употребляется единица CGS сопротивленія, увеличенная въ 10^9 разъ, какъ мало отличающаяся отъ единицы Сименса.

Омъ.—Практическая единица сопротивленія составляетъ 10^9 единицъ CGS сопротивленія и наз. *омомъ* въ честь германскаго физика.

Точно также единица электродвижущей силы должна быть выбрана такъ, чтобы она не слишкомъ отличалась отъ электродвижущей силы элемента Даниеля; вслѣдствіе этого она опредѣляется слѣдующимъ образомъ:

Вольтъ.—Практическая единица электродвижущей силы составляетъ 10^8 единицъ CGS электродвижущей силы или разности потенциаловъ; ее называютъ *вольтъ* по имени итальянскаго ученаго, который обнаружилъ важность этой силы.

Когда вольтъ и омъ такимъ образомъ опредѣлены, то практическая единица силы тока совершенно опредѣляется изъ условія удовлетворенія равенству $ri=e$; она равна частному отъ дѣленія числа вольтъ 10^8 на число омовъ 10^9 т. е. 10^{-1} . Поэтому:

Амперъ.—Практическая единица силы тока есть десятая часть единицы CGS. Она на конгрессѣ электротехниковъ въ Парижѣ 1881 г. названа *амперомъ*.

Эти обозначенія заключаютъ въ себѣ обозначенія единицы мощности, т. е. электрической энергіи, выдѣляющейся въ единицу времени.

По закону Джоуля, въ томъ видѣ, какъ онъ приведенъ выше, въ формѣ $EQ=eit$, слѣдуетъ, что если e равно одному вольту, i —амперу, t —секундѣ, то EQ будетъ равно единицѣ энергіи („Джоуль“); если же раздѣлить EQ на t , то частное представитъ количество энергіи въ единицу времени или мощность тока, которую называютъ „ваттъ“.

Подставляя значенія вольтъ и ома въ единицахъ CGS, получимъ произведеніе ei равное $10^8 \times 10^{-1} = 10^7$.

Ваттъ.—Практическая единица мощности или „ваттъ“ равна 10^7 единицамъ CGS энергіи или 10^7 дина-сантиметрамъ, развитымъ въ теченіе секунды. Какъ уже было сказано, ваттъ приблизительно составляетъ десятую часть килограмметра.

Количество и емкость электричества.—Кромѣ этихъ элементовъ, единицы которыхъ мы опредѣлили выше, существуютъ еще другіе, измѣреніе которыхъ имѣетъ важность въ различныхъ приложеніяхъ электричества (телеграфныя линіи, электрохимія и т. п.).

Разность потенциаловъ, которая опредѣляетъ токъ, если ее приложить къ концамъ проводника, произвести аналогичныя явленія, если ее приложить къ двумъ обкладкамъ плоскаго конденсатора. Конденсаторъ, находясь нѣкоторое время въ сообщеніи съ какимъ-либо источникомъ электричества (батареей, машиной), заряжается до тѣхъ поръ, пока разность потенциаловъ у

его обкладок не станет равной электродвижущей силѣ источника; если затѣмъ отнять источникъ, то конденсаторъ въ свою очередь становится способнымъ производить токъ, если соединить проводами двѣ металлическія обкладки, представляющія его полюсы.

Приборы, способные, заряжаться и разряжаться, могутъ быть устроены чрезвычайно различно.

Подводный или подземный кабель, образованный изъ внутренней проводящей токъ проволоки, изолирующаго слоя и предохранительной оболочки, представляется изъ себя настоящей цилиндрической конденсаторъ; онъ заряжается во время передачи, какъ лейденская банка, и смѣшиваетъ токи своего зряда и разряда съ токомъ, посылаемымъ ключемъ, вредя такимъ образомъ ясности и быстротѣ передачи.

Аналогичныя электрическія явленія могутъ быть произведены совершенно различными способами: такъ, напримеръ, двѣ свинцовыя пластины, погруженные въ окисленную воду, образуютъ отличный приборъ для скопленія электричества, ибо, если ихъ достаточное время продержать въ сообщеніи съ источникомъ электричества, то они, въ свою очередь, становятся "вторичными" элементами и отдѣляютъ въ видѣ тока ту энергію, которая была имъ сообщена; это суть хорошо извѣстные "электрическіе аккумуляторы", столь распространенные въ послѣднее время.

Принципъ сохранения энергіи постоянно приложимъ ко всѣмъ подобнымъ накопленіямъ электричества, и измѣрѣніе полученной и возвращенной энергіи основывается на вычисленіи суммы произведеній ei во время зряда или разряда.

Это накопленіе энергіи устанавливаетъ весьма полную связь между явленіями, производимыми токами и статическимъ электричествомъ, такъ какъ опредѣленія, приборы и методы измѣренія, по большей части, общіе для обоихъ родовъ явленій.

Дѣйствительно, извѣстно, что зарядъ конденсатора, заряженнаго статической машиной, производить токъ въ проволоку, соединяющей арматуры концовъ его и что, съ другой стороны, включеніе въ цѣпь съ конденсаторомъ машины, производящей токъ, заряжаетъ конденсаторъ; изъ обоихъ этихъ явленій слѣдуетъ общее понятіе о "количествѣ электричества". Слѣдующая единица его находится въ соотвѣтствіи съ приведенными выше:

Единица количества. Единица количества электричества есть такое количество, которое проходитъ черезъ сѣченіе провода при токѣ въ единицу силы въ единицу времени.

Дѣйствительно, опытъ показываетъ, что, если доставлять конденсатору одинъ и тотъ же зарядъ q , то сила тока i при его разрядѣ находится въ обратномъ отношеніи съ временемъ t этого разряда. Отсюда выходитъ.

$$i = \frac{q}{t} \text{ или } q = it,$$

что и подтверждаетъ вышеприведенное опредѣленіе.

Съ другой стороны, если доставлять различнымъ конденсаторамъ одинъ и тотъ же зарядъ q , то можно видѣть, что разности потенциаловъ двухъ арматуръ будутъ различны; обратно, если заряжать различные конденсаторы отъ одного источника, имѣющаго постоянно одну и ту же разность потенциаловъ e , то зарядъ q , который на нихъ накопится, будетъ различенъ. Отсюда выходитъ понятіе о "емкости", c , пропорциональной заряду q , при одной разности потенциаловъ e двухъ арматуръ $q = ce$.

Единица емкости. Конденсаторъ, имѣющій единицу емкости, будетъ такой, который заряжается единицей количества электричества, когда между его двумя арматурами поддерживается разность потенциаловъ, равная единицѣ.

Практическія единицы. Изъ предыдущаго видно, что эти два опредѣленія не вводятъ никакой новой единицы, такъ что ихъ можно непосредственно выразить въ тѣхъ или другихъ единицахъ, напр., CGS.

Практическая единица количества—кулонъ. Практическая единица количества электричества есть такое количество, которое проходитъ чрезъ проводникъ въ

одну секунду при токѣ въ одинъ амперъ. Конгрессъ 1881 г. назвалъ эту единицу "кулонъ".

Практическая единица емкости—фарада. Практическая единица емкости или "фарада" (въ честь Фарадея) есть емкость конденсатора, который заряжается однимъ кулономъ электричества, когда между его арматурами устанавливается разность потенциаловъ въ одинъ вольтъ.

Легко выразить эти единицы въ единицахъ CGS системы; очевидно, что "кулонъ" есть $\frac{1}{10}$ единицы CGS количества, такъ какъ онъ равносильенъ частному отъ дѣленія одного ампера (равнаго единицы CGS тока) на единицу CGS времени. "Фарада" есть частное отъ дѣленія кулона, или 10^{-1} единицъ CGS количества, на вольтъ, или 10^9 единицъ CGS потенциала; слѣдовательно она составляетъ 10^{-9} единицъ CGS емкости.

Микрофарада. Емкости конденсаторовъ употребляемыхъ на практикѣ, научной и промышленной (телеграфныя кабели и т. п.) обыкновенно бываютъ значительно меньше фарады, такъ что онѣ измѣряются весьма незначительными долями ея, именно миллионными, и такая единица носитъ названіе "микрофарада".

Микрокулонъ. Зарядъ въ одну микрофараду при одномъ вольтѣ есть очевидно "микрокулонъ".

Эти единицы вошли въ телеграфную практику, такъ что, напримеръ, заводамъ, выпускающимъ кабели, предлагается не допускать въ кабеляхъ электростатической емкости болѣе нѣкоторой части микрофарады на километръ кабеля.

Амперъ-часъ. Въ промышленныхъ установкахъ емкость аккумуляторовъ измѣряется количествомъ электричества, которое можетъ возвратитъ аккумуляторъ. Вспомогательная единица есть "амперъ-часъ"; потому емкость выражается въ "амперъ-часахъ", т. е. числомъ амперъ, которое можетъ дать аккумуляторъ при его разрядѣ въ течение одного часа; амперъ-часъ составляетъ 3600 кулоновъ. По вышеприведенному закону $q = it$ видно, что теоретически этотъ зарядъ можетъ продолжаться неопредѣленное время, ибо произведеніе силы тока на время разряда есть величина постоянная, равная количеству накопленнаго электричества.

Энергія, накопленная въ аккумуляторъ. Законъ Джоуля, выражаемый $E = eit = eq$, показываетъ, что накопленная аккумуляторомъ энергія равна произведенію количества электричества на разность потенциаловъ у полюсовъ аккумулятора. Въ свинцовыхъ аккумуляторахъ средняя разность потенциаловъ составляетъ около 1,95 вольта во время разряда, такъ что количество энергіи въ "джоуляхъ" равно произведенію 1,95 на число "амперъ-часовъ" и на 3600 секундъ. Если пропустить множитель 3600, то получится мощность въ ваттахъ. Напримеръ, аккумуляторъ емкостью въ 120 амперъ-часовъ теоретически имѣетъ мощность

$$120 \times 1,95 = 234 \text{ ватта,}$$

или около 23,8 килограмметра въ секунду, въ теченіе разряда. На практикѣ происходитъ потеря, которая достигаетъ иногда 30%.

Электрохимическое измѣрѣніе силы тока. Знаніе количества электричества имѣетъ большое значеніе для электрохиміи, ибо, по закону Фарадея, при прохожденіи тока чрезъ химическое соединеніе послѣднее разлагается, причемъ каждая единица электричества отлагаетъ химическій эквивалентъ металлическаго элемента на отрицательномъ полюсѣ, а на положительномъ эквивалентъ металлоиднаго основанія. Слѣдствие этого, таблица химическихъ эквивалентовъ можетъ служить таблицей величинъ, пропорциональныхъ количествамъ, разлагаемымъ при электролизѣ.

Поэтому достаточно, посредствомъ вспомогательныхъ опытовъ, найти соотвѣтствующій коэффициентъ пропорциональности, чтобы получить весьма употребляемый на практикѣ методъ измѣренія токовъ электролизомъ. Опытъ установилъ, что токъ въ одинъ амперъ въ теченіе одной минуты отлагаетъ 67,02 миллиграмма серебра, или 19,74 миллиграмма мѣди, или же выделяетъ 6,93 куб. см. водорода при 0° и 760 мм. Этимъ способомъ конструкторы практическихъ амперметровъ обыкновенно повѣряютъ свои приборы.

Различные системы электрических единиц. Вышеизложенная система единиц электричества называется „электромагнитной системой“, ибо она основывается на элементарном законѣ электромагнетизма (законѣ Лапласа: дѣйствие тока на магнитъ) опредѣленіе силы тока. Можно также основывать это опредѣленіе на элементарномъ законѣ электродинамики (законѣ Ампера: взаимное дѣйствие токовъ), при чемъ получается „электродинамическая система“, которая нѣсколько проще, но немного отличается отъ предыдущей, такъ какъ электродинамическая единица тока выводится изъ электромагнитной простымъ умноженіемъ на $\frac{1}{2}\sqrt{2}$.

Но такъ какъ единица силы тока можетъ рассматриваться какъ количество электричества, проходящее чрезъ поперечное сѣченіе проводника въ единицу времени, то можно принять за единицу количества значеніе электростатической единицы, выведенной изъ закона Кулона относительно притяженія наэлектризованныхъ тѣлъ. Такимъ образомъ получается „электростатическая система“, мало, впрочемъ, примѣняемая и очень отличающаяся отъ электромагнитной вслѣдствіе огромной величины отношенія между электромагнитной и электростатической единицами количества электричества и большому различію въ обозначеніяхъ аналогичныхъ единицъ. Это отношеніе, какъ это легко доказать, измѣряется единицами скорости, и опытъ даетъ величину этой скорости въ 3×10^{10} въ единицахъ CGS, равную скорости свѣта въ пустомъ пространствѣ. Этотъ замѣчательный результатъ показываетъ справедливость того взгляда, что сущность электрическихъ явленій та же самая, что и свѣтовыхъ.

Электростатическая система мало примѣняется при измѣреніяхъ электрическихъ токовъ, когда они играютъ главную роль, ибо она отвѣчаетъ формѣ электрической энергіи, слишкомъ отличной отъ той, которую составляютъ такъ называемые токи. Дѣйствительно, два фактора, количество электричества и разность потенциаловъ, произведеніемъ которыхъ измѣряется энергія, могутъ имѣть весьма различныя и соотвѣстныя обратныя значенія. При токахъ—преобладающую роль играетъ количество электричества; при электростатическихъ разрядахъ, наоборотъ,—разность потенциаловъ. Результатомъ этого является то обстоятельство, что единицы, подходящія къ одному роду явленій, совершенно непримѣнимы къ другому, вслѣдствіе несоотвѣстності единицъ съ измѣряемыми величинами. Это можно пояснить примѣромъ.

Вообразимъ себѣ, что на сферѣ весьма малаго радиуса (которую мы для простоты представимъ въ видѣ точки) сосредоточенъ зарядъ электричества въ одинъ кулонъ и на разстояніи 1 см. отъ нея помѣстимъ другую такую же сферу, такъ же заряженную кулономъ.

Электростатическій законъ Кулона $F = \frac{mm'}{D^2}$ позволяетъ

вычислить въ такомъ случаѣ отталкиваніе двухъ сферъ: при замѣнѣ значеній m и m' чрезъ электростатическія единицы количества электричества (кулоны) она будетъ выражена въ динахъ. Тогда это выраженіе составитъ десятую часть предыдущаго отношенія 3.10^{10} , или 3.10^9 . Число динахъ, которое выразитъ силу отталкиванія, будетъ $3.10^9 \times 3.10^9 = 9.10^{18}$.

Такъ какъ дина приблизительно составляетъ миллиграммъ-вѣсъ или 10^{-6} килограмма, то это число составитъ 9.10^{12} килограмма или 9 триллионовъ. Въ дѣйствительности, самыя сильныя электростатическія машины не могутъ накопить такіа количества электричества, которыя бы производили столь огромную силу отталкиванія; слѣдовательно всѣ они измѣряются весьма небольшою частью кулона. Но съ другой стороны разности потенциаловъ, которыя проявляются при разрядахъ въ видѣ болѣе или менѣе длинныхъ искръ, безконечно превосходятъ величину вольта: дѣйствительно, разности потенциаловъ проводниковъ между которыми проскакиваютъ сравнительно весьма небольшія искры, измѣряются тысячами вольтъ; такимъ образомъ вольтъ, электромагнитная единица потенциала, слишкомъ мала для электростатическихъ измѣреній.

Этого примѣра вновь достаточно, чтобы показать, почему система электромагнитныхъ единицъ одна имѣетъ приложеніе тамъ, гдѣ дѣло касается явленій съ болѣе или менѣе сильными токами.

Формы, подѣ которыми можно примѣнять электрическую энергію. Мы рассмотрѣли уже двѣ совершенно различныхъ формы электрическихъ явленій, между которыми существуютъ всевозможныя переходныя степені. Многочисленные способы позволяютъ ихъ, однако, получать по желанію, т. е. измѣнять въ обратномъ смыслѣ оба фактора, которые обуславливаютъ электрическую энергію, не измѣняя значительно ея опредѣленное количество.

Самымъ старымъ приборомъ такого рода является индукционная катушка, посредствомъ которой прямо трансформируютъ токъ въ электростатическіе разряды: большое количество съ малымъ потенциаломъ переходитъ въ малое количество съ большимъ потенциаломъ. Приборъ этотъ впрочемъ обратимъ, какъ и большинство электрическихъ трансформаторовъ.

Но настоящими трансформаторами постоянныхъ токовъ являются динамоэлектрическія машины. Дѣйствительно, вообразимъ себѣ, что подобная машина, имѣющая большое внутреннее сопротивленіе, получаетъ слабый токъ, скажемъ въ 2 ампера, который проводится къ цѣпкамъ ея чрезъ двѣ проволоки съ большою разностью потенциаловъ, напримѣръ въ 600 вольтъ. Подѣ влияніемъ этого тока, динамо, дѣйствуя какъ приемникъ, представитъ собой моторъ, мощность котораго составитъ

$$2 \text{ амп.} \times 600 \text{ вольтъ} = 1200 \text{ ваттъ.}$$

На валъ этой машины насадимъ другую динамомашину, которая будетъ представлять изъ себя генераторъ. Конструкція этой машины будетъ нѣсколько отлична отъ конструкціи приемника, и электротехники строятъ ихъ такимъ образомъ, чтобы у зажжимоы была разность потенциаловъ, равная, напримѣръ, 110 вольтамъ (напряженіе, часто примѣняемое при распределеніяхъ свѣта или силы). Сила тока въ этомъ случаѣ можетъ быть получена изъ условія равенства, въ единицу времени, энергій, получаемой приемникомъ и доставляемой генераторомъ:

$$600 \times 2 = 110 \times x, \text{ откуда } x = \frac{1200}{110} = 10,91 \text{ ампера.}$$

Такимъ образомъ, подобная трансформация уменьшаетъ разность потенциаловъ и увеличиваетъ силу тока.

На практикѣ, вслѣдствіе многихъ причинъ (нагрѣваніе проводовъ внѣшнихъ и внутреннихъ и т. п.) потери производятъ то, что отдача, а вслѣдствіе этого и сила тока будутъ нѣсколько меньше, чѣмъ это даетъ вычисленіе. Тѣмъ не менѣе этотъ приблизительный расчетъ показываетъ, съ какой легкостью производится превращеніе электрической энергіи и приспособленіе ея для всевозможныхъ цѣлей.

Электрическая передача силы. Передача силы посредствомъ электричества на большія разстоянія, для того, чтобы быть экономичной, требуетъ подобаго превращенія. Дѣйствительно, по закону Джоуля, уже при одной передачѣ тока, происходятъ неизбежныя потери энергіи вслѣдствіе нагрѣванія проводовъ. Такъ какъ эта потеря пропорціональна сопротивленію проводовъ и квадрату силы тока, то при всѣхъ равныхъ прочихъ условіяхъ, слѣдуетъ стремиться къ тому, чтобы уменьшить эту силу возможно болѣе. Для тѣхъ, кому неясна сущность того, что производить электрическую энергію, это условіе покажется нелѣпнымъ, ибо имъ покажется, что для передачи большой мощности, необходимо имѣть прежде всего сильный токъ. Но какъ это ясно можно представить себѣ изъ предыдущихъ разсужденій. „сила тока“ дѣйствуетъ въ необходимой связи съ разностью потенциаловъ между двумя проводниками тока, и переданная, въ единицу времени энергія измѣряется произведеніемъ этихъ факторовъ. Увеличеніе силы тока ведетъ за собой потери, которыя растутъ въ огромной пропорціи; поэтому необходимо, обратно, стремиться уменьшить силу тока и уравнивать его слабую силу увели-

ченіемъ другого фактора, который не причиняетъ тѣхъ же неудобствъ. Въслѣдствіе этого приходится, для передачи электрической энергіи на большія разстоянія, строить динамомашинны, которыя доставляли бы токъ слабой силы, но значительнаго „напряженія“.

Теоретически, можно другимъ способомъ уменьшить потери при передачѣ (пропорціональныя r^2), именно уменьшая сопротивление проводовъ, составляющихъ цѣль; для этого было бы достаточно взять проволоки большаго діаметра и изъ металла высокой проводимости. Но съ практической точки зрѣнія, въ такомъ случаѣ встрѣчается весьма важное неудобство въ высокой цѣнѣ установки. Простой расчетъ можетъ дать предѣльную сумму затраты, которая была бы выгодна для эксплуатаціи.

Правильнымъ выборомъ средствъ, которыми можно распознать (r , i , e), въ настоящее время достигли возможности передавать экономично на большія разстоянія (на нѣсколько десятковъ километровъ) двигательную силу, доходящую въ нѣкоторыхъ случаяхъ до вѣскольныхъ сотъ киловатт.

Приведенный выше примѣръ даетъ представленіе о томъ, какъ это производится при постоянномъ токтѣ. Но большія разности потенциаловъ, необходимыя для достиженія экономичности передачи, обусловливаютъ существованіе особыхъ затрудненій въ постройкѣ этихъ машинъ, особенно въ ихъ коллекторахъ. Машинны съ переменными токами, конструкція которыхъ проще и надежнѣе, исключаютъ многіе подобные недостатки; онѣ позволяютъ весьма увеличить напряженіе тока и такимъ образомъ уменьшить потерю по линіи. Въ настоящее время напряженіе доводятъ уже свыше 10.000 вольтъ, даже при передачѣ нѣсколькихъ тысячъ киловатт. Въ большемъ размѣрѣ эти токи прилагаются въ Соединенныхъ Штатахъ, при утилизаціи силы Ніагарскаго водопада. Единственнымъ препятствіемъ для инженеровъ служилъ та крайняя опасность, которую представляютъ эти напряженія, какъ для работы машинъ, такъ и вдоль цѣли. Эти длинныя и толстыя провода, которые по удачному выраженію, „проводятъ настоящую молнію“, должны быть по всей своей длинѣ снабжены превосходной изоляціей и должны быть подъ опасеніемъ страшныхъ случаевъ помѣщены вѣ всякаго доступа.

Собственно „трансформаторы“ служатъ для уменьшенія разности потенциаловъ до нужныхъ предѣловъ для различныхъ примѣненій тока, согласно съ закономъ эквивалентности, который управляетъ всѣми подобными трансформациями энергіи.

Узаконенныя единицы.—Узаконенныя омъ, амперъ, вольтъ.—Приведенныя выше соображенія опредѣляютъ научно-практическія единицы электричества. Но для того, чтобы эти единицы получили быстрое общее распространеніе, необходимо было ознаменованіе съ легкими способами примѣненія этихъ единицъ безъ помощи абсолютныхъ опредѣленій и сложныхъ выкладокъ. Такова была цѣль международныхъ конгрессовъ, бывшихъ въ Парижѣ (1881 и 1889 гг.) и въ Чикаго (1894 г.): послѣ разсмотрѣнія, коммисіи пришли къ соглашенію относительно нѣкотораго числа простыхъ приемовъ, которые воспроизводятъ съ достаточной для практики точностью величины главныхъ единицъ.

Большая часть государствъ согласилась съ этими заключеніями и ихъ правительства придали употребленію ихъ законную санкцію.

Вотъ главные пункты декрета президента Французской республики, помѣщеннаго въ „Journal officiel“ отъ 2 мая 1896 г. и въ „Bulletin des Lois“, по докладу министра торговли, промышленности, почты и телеграфовъ:

§ 1. — Во всѣхъ условіяхъ и контрактахъ, заключаемыхъ относительно государства, во всѣхъ сношеніяхъ съ общественными службами и подробныхъ условіяхъ между ними, должна быть примѣняема единственно и обязательно международная система электрическихъ единицъ, въ томъ видѣ, какъ она приведена ниже.

§ 2. — Электрическая единица сопротивленія, или

омъ, есть сопротивленіе прохожденію постоянного тока, представляемое столбомъ ртути при температурѣ таянія льда, имѣющимъ массу въ 14,4521 грамма, постоянного сѣченія и длиной въ 106,3 сантиметра.

§ 3.—Электрическая единица силы тока, или амперъ есть десятая часть электромагнитной единицы тока. Она съ достаточной для практики точностью представляется въ видѣ силы постоянного тока, который въ одну секунду отлагаетъ 0,001118 гр. серебра.

§ 4.—Единица электродвижущей силы, или вольтъ есть такая электродвижущая сила, которая производитъ токъ въ одинъ амперъ въ проводникѣ съ сопротивленіемъ въ одинъ омъ. Она съ достаточной для практики точностью представляется $0,6974$ или $\frac{1000}{1434}$ электродви-

жущей силы элемента Латимера-Кларка.

Эти практическія опредѣленія согласны съ докладомъ французской Коммисіи объ Электрическихъ Единицахъ, 7 марта 1896 г., который можно найти въ Journal Officiel отъ 2 мая 1896 г. и въ Annales Télégraphiques (3-я серия, т. XXIII, стр. 42). Этотъ докладъ, составленный г. Виолемъ (Vielle), содержитъ весьма интересныя историческія свѣдѣнія о происхожденіи этихъ электрическихъ единицъ, которыя играютъ въ настоящее время такую важную роль въ приложеніяхъ электричества.

Примѣненіе электрической энергіи въ мастерскихъ.

Изъ доклада Александра Сименса „Британскому Обществу развитія знаній“ на засѣданіи въ Бристоль.

Лучшей характеристикой настоящаго вѣка можетъ служить замѣчательная солидарность, существующая между наукой и практикой. Лучше всего это замѣтно на электротехникѣ.

Всего около 30 лѣтъ тому назадъ была изобрѣтена динамомашинна, сдѣлавшая электричество приложимымъ на практикѣ, но уже задолго передъ тѣмъ были открыты законы природы, управляющіе теченіемъ и распределеніемъ электрическихъ токовъ, именно законъ Ома и Кирхгофа и другіе, позволяющіе точно опредѣлить ихъ: Вебера, Ампера и Фарадея.

Изъ всѣхъ современныхъ разнообразныхъ приложеній электричества передача силы на разстояніе, по видимому, начинаетъ занимать наиболѣе важное мѣсто. Фраза: „передача силы на разстояніе посредствомъ электричества“ необходимо предполагаетъ присутствіе электродвигателя, служащаго для превращенія тока въ механическую работу.

Первое, имѣющее значеніе, приложеніе электричества къ этой цѣли, произошло въ Берлинѣ на выставкѣ 1879 года, когда Вернеръ Сименсъ устроилъ тамъ небольшой круговой электрическій трамвай.

Въ настоящее время нѣтъ нужды говорить о преимуществахъ электрической тяги, которая въ недалекомъ будущемъ, безъ сомнѣнія, повсемѣстно замѣнитъ лошадиную и паровую. Замѣна же паровозовъ на желѣзныхъ дорогахъ электровозами, технически возможная, будетъ зависѣть волюнѣ, какъ и вообще вездѣ на практикѣ, отъ экономическихъ условій.

При электрической передачѣ силы слѣдуетъ различать три фактора, которые общи всѣмъ системамъ передачъ:

Первый факторъ есть источникъ электрической энергіи; вторымъ является способъ передачи и, наконецъ, третьимъ—аппаратъ для утилизаціи энергіи.

Само собой разумѣется, что, если возможно получаемую механическую энергію передать прямо въ работу, безъ обращенія ея въ электрическую, то это вызоветъ болѣе полную утилизацію энергіи, ибо пре-

вращение механической энергии в электрическую неизбежно влечет за собой некоторую потерю. Но при передаче на более или менее значительные расстояния электричество весьма удобно. Легкость, с которой ток может быть проведен на любое расстояние, возможность определения возможных потерь вперед и способность проводов занимать всевозможные положения составляют преимущества, которых не даст ни одна другая система.

Известно, что на щетках динамомашины в вид электрической энергии может быть получено около 84% индикаторной силы паровой машины и что электродвигатель может воспроизвести более 90% приложенной к нему электрической энергии в вид механической работы. Таким образом ясно, что для уменьшения потерь существует только третий фактор, именно способ передачи. Для уменьшения потерь как указала наука, необходимо увеличивать напряжение тока, для чего требуется улучшение изоляции проводов. Последнее достигло того, что в настоящее время передаются токи в 10.000 вольт и более без всяких затруднений, тогда как в недавнее время могли передавать токи только до 2.000 вольт. Более серьезные затруднения получаются при постройке динамомашины высоких напряжений и для преодоления их существует весьма много остроумных приспособлений.

Если мы имеем переменный ток, то применение трансформаторов позволяет нам употреблять генераторы и двигатели с слабым током, тогда как по проводам пойдет ток высокого напряжения, хотя это преимущество достигается новой потерей энергии чрез двойную трансформацию. Само собой понятно, что такая система является тем более выгодной, чем более расстояние передачи. Она также удобна в том отношении, что трансформаторы, будучи неподвижными, занимают мало места. Будь изобретены столь же удобный двигатель переменного тока как и постоянного, нет сомнений, что эта система была бы в настоящее время господствующей, но, к сожалению, эти двигатели несовершенны в том отношении, что они перед пусканием в ход должны быть посторонней силой доведены до синхронизма, при перегрузке внезапно останавливаются и скорость их не меняется.

Большим шагом вперед является применение сразу трех переменных токов без дополнительных проводов. Эти токи имеют фазы, отличающиеся друг от друга на 120°, так что их сумма в каждый момент равна нулю. В то же время в двигателе образуется вращающееся магнитное поле, так что armатура приходить в движение независимо от занимаемого ею положения.

Так же как при однофазном переменном токе, трансформаторы могут быть применяемы и при трехфазном, так что последний представляет весьма значительные выгоды для передачи силы. С другой же стороны, система постоянных токов значительно проще и следовательно дешевле как при установке, так и при работе; да и потери чрез трансформаторы устраняются. Надо только, чтобы изоляция динамомашины была достаточно для получения токов высокого напряжения. Двигатели постоянного тока работают при весьма различиях между собой нагрузках и скорость их легко изменяется, тогда как в трехфазных двигателях это сопряжено с неудобствами.

Так как генераторы постоянного тока дают ток до 2.000 вольт напряжения, то ясно, что такая система наиболее удобно применима там, где дистанция передачи энергии невелика. И действительно на всех фабричных установках и в мастерских предпочитают пользоваться постоянным током. Например, такая установка уже шесть лет весьма удовлетворительно действует на фабрике братьев Сименс и К° в Чарльтоне (Charlton) и в этом отношении она доказывает полную применимость электродвигателей для приведения в движение машин—орудий. Шестилетний опыт доказал также экономичность этой системы. В продолжение 1897 года количество энергии, полученное на генераторной станции было равно

1.178.286 английских единиц Торговой палаты при коэффициенте нагрузки в 0,18.

В мае и июне этого года были произведены опыты с целью определить потребление угля и воды и в течение недели было найдено количество полученной энергии в дневное время равным 21.283 Е. Т. П. при коэффициенте нагрузки 0,35, и в течение ночи 6.047 Е. Т. П. при коэффициенте нагрузки ниже 0,1. При этом употреблялся локширский твердый уголь, испарительная способность которого равна 13,8 фунт. воды, тогда как у Вельскаго угля она составляет 14,5 фунт. В продолжение дня потребление угля было найдено равным 5.13 фнт. угля на одну Е. Т. П., а в ночное время—10,42 фунта, что показывает огромное влияние нагрузки; отсюда среднее потребление равно 6,555 фунт. на одну Е. Т. П. Если принять в расчет различную теплотворную способность рассматриваемых здесь углей, то на вышеприведенных 1.178.286 Е. Т. П. потребовалось бы сжечь 3282 тонны Вельскаго угля. В действительности котлы центральной станции потребовали всего 6.514 тонн, и это число следует разделить на две половины, из которых на счет одной половины получена была электрическая энергия, а другая пошла на котлы, питающие несколько паровых машин, которые не были замкнуты электродвигателями.

Действительные расходы в 1897 г. на котлы, насосы и конденсаторы составили 8.746 фунт. стерлингов, из которых, как уже сказано, расходы по току составляют половину. На машинное отделение, где находятся три паровых двигателя и пять динамомашины, расход составлял 1648 фунт. стерл.; сюда не вошли расходы на воду, которая шла по большей части уже отработавшая в другом отделении завода, и всего стоила 234 ф. ст., так что из этого числа одна треть может быть принята за расход при определении стоимости электрической энергии, т. е. 78 ф. ст.

Итак, расходы в 1897 г. составляли:

	фун. стерл.
Расход в котельном отделении . . .	4.373
„ „ машинном „ . . .	1.648
„ на воду	78
„ „ страховку, процентные деньги, жалованье	220
Всего	6.319

Всего 1.178.286 Е. Т. П. стоит 6.319 фунтов стерлингов; т. е. цена единицы равнялась 1,287 пенса или 0,96 пенса на электрическую лошадиную силу в 1 час на распределительной доске станции.

К этой цене следует прибавить еще погашение капитала и проценты, всего $7\frac{1}{2}\%$ на затраченный капитал, что составляет около 3000 фунт. стерлингов. Затем издержки по двигателям равняются в общем 2063 ф. и, кроме того, сюда нужно прибавить 5% потери в проводниках и 10%—при превращении электрической энергии в механическую.

Соединяя все эти числа вместе, получим около 9900 ф. стерл., т. е. около 2 пенсов (около 8 коп.) на Е. Т. П. на распределительной доске или 1,71 п. (=7 к.) на действительную лошадиную силу в час, развитую электрическим двигателем.

Конечно, эти результаты нельзя считать самыми лучшими, какие можно получить, но на основании их можно вообще сделать несколько выводов относительно применимости электричества для передачи силы. Для большей наглядности всю сумму в 9900 фун. ст. следует разделить на следующие отделы:

а) *Постоянные издержки*—погашение капитала—проценты, уплата налогов и податей, общие издержки и потери в проводниках и при превращениях энергии.

б) *Топливо*—уголь и его доставка.

в) *Работа и надзор*—жалованье служащим при котлах, машинах и электродвигателях и также жалованье высшим служащим.

д) *Разные материалы*—сюда относятся главным обра-

зомъ, вода и масло, хотя цѣна воды, какъ сказано выше, исключительно мала.

е) Ремонтъ—плата мастерамъ за работу.

Такимъ образомъ вышеприведенныя суммы распадаются по этимъ отдѣламъ слѣдующимъ образомъ:

а) постоянн. издержки	4.869 ф. ст.	или 49,1 ⁰ / ₁₀₀ т. е. около ¹ / ₂
б) топливо.	2.654 " "	" 26,8 " или " ¹ / ₄
в) работа.	1.183 " "	" 12,0 " " ¹ / ₈
г) материалы	595 " "	" 6,0 " " ¹ / ₂₀
е) ремонтъ	599 " "	" 6,1 " " ¹ / ₂₀

Всего. . 9.900 ф. ст. 100,0⁰/₁₀₀

Слѣдуетъ, однако, замѣтить, что такъ какъ разстояніе передачи невелико, то цѣна проводниковъ и потеря энергіи въ нихъ исключительно мала. Напримѣръ, при увеличеніи этого разстоянія вдвое, цѣна 2.400.000 Е. Т. П. при коэффициентѣ нагрузки 0,38 равнялась бы:

Постоянные издержки	6.162 или 38 %
Топливо.	5.308 " 32,65 "
Работа	2.366 " 14,63 "
Материалы	1.190 " 7,35 "
Ремонтъ	1.198 " 7,40 "

Всего . 16.224

т. е. за каждую единицу 1,62 пенса, что составляетъ почти 1,4 п. (—6 коп.) на дѣйствующую силу—часть электродвигателя.

Сравненіе этихъ результатовъ прямо указываетъ на возможность увеличенія коэффициента нагрузки въ смыслѣ уменьшенія цѣны единицы работы, т. е., другими словами, важность того, чтобы работа была постоянной. При непостоянной работѣ передача электричествомъ будетъ очень неэкономична.

Затѣмъ весьма важенъ вопросъ о томъ, ставить ли къ каждому станку отдѣльный электродвигатель или слѣдуетъ группировать машины-орудія по нѣсколькимъ и ставить большіе двигатели. Принимая во вниманіе способность электродвигателей работать экономично при разнообразнѣйшихъ нагрузкахъ, даже до одной четверти полной, слѣдуетъ этотъ вопросъ рѣшить въ пользу второго предположенія, т. е. составлять группы машинъ-орудій и снабжать каждую изъ нихъ отдѣльнымъ электродвигателемъ, тѣмъ болѣе, что цѣна одного большого электродвигателя ниже цѣны нѣсколькихъ машинъ на большую сумму, чѣмъ цѣна какихъ бы то ни было передаточныхъ механизмовъ.

Затѣмъ важнѣйшимъ вопросомъ является топливо и вода. Мѣстоположеніе машиннаго помѣщенія надо всегда выбирать такъ, чтобы туда доставка воды и топлива обходилась какъ можно дешевле. Какъ это ни удивительно, однако мѣсть, гдѣ можно получить воду въ нужномъ количествѣ во всѣ времена года всегда немногочисленна. Относительно же топлива, слѣдуетъ замѣтить, что наиболѣе экономичной является установка станцій для получения электричества около угольнаго рудника, токъ отъ которой доставлялся бы сосѣднимъ фабрикамъ. Такая установка существуетъ въ Брекпенѣ (Breckan) въ Трансваалѣ и токъ отъ нея доставляется даже до Йоганесбурга, отстоящаго на 30 километровъ. Станція здѣсь состоитъ изъ четырехъ динамомашинъ съ паровыми двигателями по 1000 лощ. силъ каждая, дающихъ трехфазный токъ въ 750 вольтъ, который трансформаторами повышается до 10.000 вольтъ.

Этотъ токъ идетъ затѣмъ въ главную воздушную линію проводовъ общей длиною около 40 километровъ, отъ которой идетъ много боковыхъ вѣтвей къ различнымъ рудникамъ, гдѣ трансформаторы опять понижаютъ напряженіе тока до нужной величины, и онъ вращаетъ электродвигатели отъ ¹/₂ до 250 лощ. силъ. Магистралы состоятъ изъ голыхъ мѣдныхъ проводовъ съ сѣченіемъ 140 кв. миллиметровъ на каждую фазу. Цѣна энергіи до сихъ поръ окончательно не выработана, такъ какъ эта установка не начала работать регулярно.

Подобная же установка была сдѣлана въ Силезіи въ горномъ округѣ близъ Вальденбурга въ послѣдніе два года.

Здѣсь станція расположена у самаго выхода угольной шахты и состоитъ изъ четырехъ пародинамо-машинъ, каждая въ 300 силъ; двѣ изъ нихъ производятъ трехфазный токъ, третья — постоянный для электрической дороги въ 22 клпом. длиною, четвертая вращаетъ сразу двѣ динамо, одну дающую трехфазный токъ и другую постоянный, который служитъ для подкрѣпленія въ случаѣ надобности главныхъ динамомашии. При разстояніи до 4 километровъ передается токъ около 3.000 вольтъ напряженія, прямо получаемый отъ динамо-машинъ, при болѣе разстояніи онъ трансформированъ въ 1.000 вольтовый. Въ скоромъ времени будутъ поставлены еще двѣ динамо въ 1.000 силъ трехфазнаго тока и кромѣ того предположено въ послѣдствіи поставить еще шесть такой же величины.

Продажная цѣна энергіи здѣсь слѣдующая: для освѣщенія 50 пфен. = 6 пенса за Е. Т. П. Для работы и нагрѣванія 15 пфен. = 1,8 пенса за Е. Т. П. Въ мѣстахъ, куда доставляется токъ въ 10.000 вольтъ, эта цѣна увеличивается на 20%, а въ тѣхъ, гдѣ обезпечивается большое потребленіе, она много уменьшается, напримѣръ, до 35%, если цѣна потребляемой за годъ энергіи превосходила 10 000 марокъ, т. е. 500 фун. стерлинговъ въ годъ.

При такихъ цѣнахъ тѣ 1.200.000 Е. Т. П., которые были потреблены на заводѣ братьевъ Сименсъ въ Чарльтопѣ, стоили бы всего 7.000 фунт., даже если бы принять, что къ нимъ проводится токъ въ 10.000 вольтъ.

Слѣдуетъ надѣяться, что электричество, преимущественно котораго при передачѣ энергіи на большія разстоянія столь очевидно, получитъ большое распространеніе въ послѣдствіи.

(Engineering, № 1711, 1898).

Передача силы изъ Меканиквилля въ Шенектэди.

Съ каждымъ годомъ въ Соединенныхъ Штатахъ все болѣе развивается передача силы отъ водопадовъ на большія разстоянія посредствомъ электричества, лучшимъ примѣромъ выгодности которыхъ можетъ служить знаменитая установка при Ніагарскомъ водопадѣ.

Послѣдней по времени и наиболѣе интересной является электрическая утилизанція гидравлической силы рѣки Гудзона въ Меканиквиллѣ (Mechanicville), въ штатѣ Нью-Йоркѣ, мощностью отъ 5 до 7 тысячъ лощ. силъ.

Главная станція, дѣйствующая уже нѣсколько лѣтъ, расположена на Гудзонѣ въ такомъ мѣстѣ, которое можетъ показаться наименѣе выгоднымъ, именно въ 3 километрахъ отъ Меканиквилля, 17,7 отъ Троп и 29 кл. отъ Албани, главнаго города штата Нью-Йоркѣ, каждый изъ которыхъ могъ бы найти въ своихъ фабрикахъ примѣненіе большому количеству электрической силы. Но главная станція въ настоящее время питаетъ токкомъ заводы „General Electric Co“ въ Шенектэди (Schenectady), которые занимаютъ площадь болѣе 50 гектаровъ и по величинѣ составляютъ одни изъ самыхъ большихъ заводовъ міра.

Какъ главный потребитель тока, General Electric Co взяло на себя устройство электрическихъ деталей установокъ, тогда какъ гидравлическая сторона ея была устроена Гидравлической Компаніей Stillwell-Bierce и Smith-Vaile, директоръ которой основалъ и занялъ мѣсто президента въ „Обществѣ передачи силы“, которое построило и эксплуатируетъ установку, пожалуй наиболѣе совершенную изъ современныхъ установокъ Америки.

Общее расположеніе.—Станція расположена на пра-

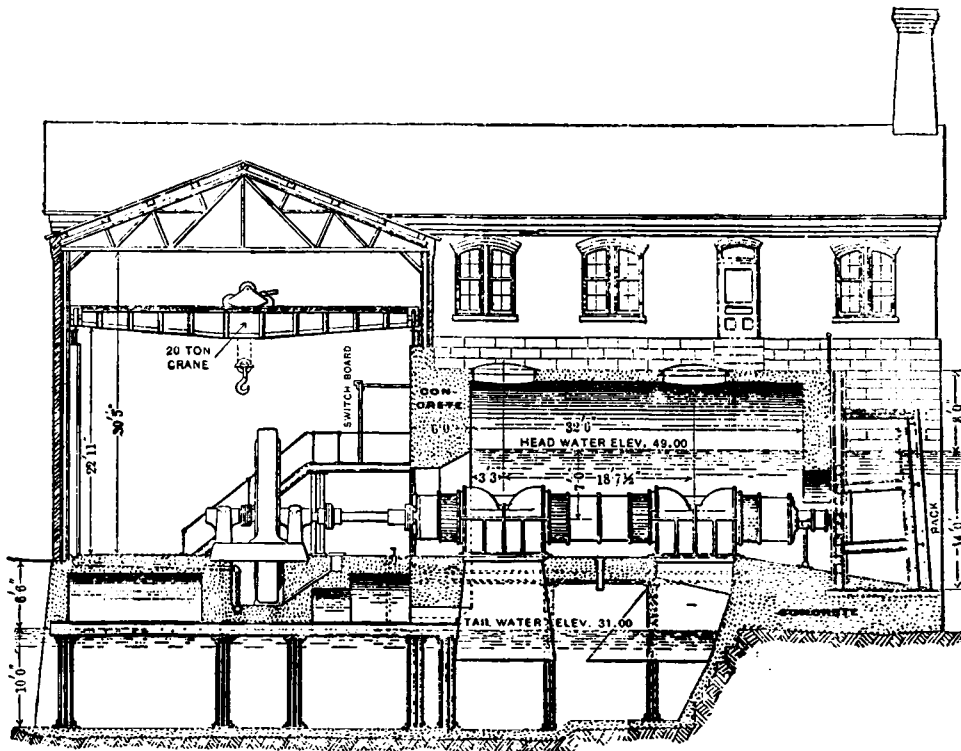
Вторые расположены в камерах 10 м. длины, 5,20 м. высоты и 3 метров ширины (фиг. 11).

Стѣна, отдѣляющая генераторы отъ водныхъ камеръ, имѣетъ 1,82 метра въ ширину, а боковыя раздѣлительныя стѣны толщиной въ 0,90 м. Въ массѣ первой вставлена для каждой группы двигателя и альтер-

Викторъ, и расположены какъ показано на фиг. 11. Каждая изъ нихъ даетъ 300 лощ. силъ при 260 оборотахъ.

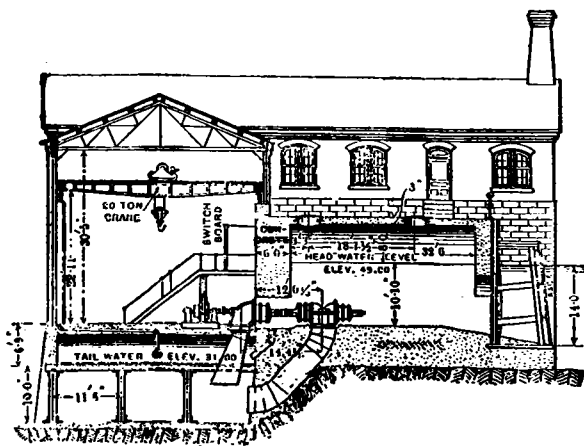
Регуляторы заслуживаютъ вниманія своимъ превосходнымъ дѣйствіемъ:

1. Для главныхъ турбинъ служатъ электромагнитный



Фиг. 10.

натора крѣпкая желѣзная стойка, несущая на себѣ подшипники и смазочное кольцо вала, соединяющаго генераторъ и турбину. Каждая главная турбина со-



Фиг. 11.

стоитъ изъ двухъ паръ горизонтальныхъ турбинъ Викторъ по 1,07 м. въ диаметръ и каждая такая группа даетъ по 1000 лощ. силъ при нормальной скорости въ 114 оборотовъ. Напоръ воды въ турбинахъ равенъ 5,49 метра; пять такихъ турбинъ работаютъ, а двѣ находятся въ запасъ.

Турбины динамомашинъ-возбудителей, въ числѣ двухъ, состоятъ каждая изъ трехъ составныхъ частей,

регуляторъ Гизлера (Giesler), весьма чувствительный и быстродействующій, такъ что по прекращеніи полной нагрузки онъ въ теченіе шести секундъ восстанавливаетъ нормальную скорость.

2. Для турбинъ-возбудителей—чисто механическій регуляторъ Сно (Snow), медленнѣе перваго, но все-таки достаточно быстрый для уравниванія уже уменьшенныхъ колебаній скорости, передаваемыхъ возбудителямъ вслѣдствіе измененія нагрузки генераторовъ.

Альтернаторы.—Альтернаторами служатъ трехфазные генераторы General Electric Co въ 750 киловаттъ при скорости 114 оборотовъ въ минуту. Ихъ число періодовъ выбирается смотря по работѣ, которую они должны нести, ибо для лампъ требуется это число большее, чѣмъ для вращающихся выпрямителей и большихъ индукціонныхъ двигателей. Поэтому сначала приняли это число 40 цикловъ, число обыкновенное въ Соединенныхъ Штатахъ; но немного спустя это число было уменьшено до 38, которое оказалось болѣе удобнымъ для устройства турбинъ. Поэтому число полюсовъ равно 40. Полюсы состоятъ изъ желѣзныхъ отковокъ, плотно прикрѣпленныхъ болтами къ периферіи большого шкива, вращающагося внутри неподвижной арматуры. Съ механической точки зрѣнія такой типъ со вращающимся полемъ имѣетъ преимущество предъ типомъ съ неподвижнымъ полемъ и вращающейся арматурой и онъ въ большомъ употребленіи въ Америкѣ. Кроме того, въ данномъ случаѣ онъ позволяетъ болѣе тщательно изолировать провода и такимъ образомъ поднять напряженіе.

Неподвижная арматура прямо производитъ токъ въ 12000 вольтъ, который посылается по линіи безъ посредства трансформаторовъ. Превосходная изоляція достигнута тѣмъ, что на каждый потокъ и фазу приходится одна катушка, вслѣдствіе чего число пересѣ-

чений катушек между собой, которые так затрудняют изолировку, сведено до минимума. Вследствие этого является также то, что обмотка болѣе концентрирована для того же напряжение и имѣетъ наибольшую самоиндукцію, что весьма благоприятствуетъ параллельной работѣ генераторовъ. Слѣдуетъ упомянуть еще объ одномъ свойствѣ этихъ генераторовъ, именно объ ихъ слабой магнитной индукціи, что позволяетъ повышать напряжение при гораздо меньшемъ пониженіи возбужденія. Къ практическимъ преимуществамъ генераторовъ относится также то, что ихъ обмотка весьма легко доступна для осмотра. Для этого, посредством мостового крана на 20 тоннъ, указанного на фиг. 10, вѣшная лѣвая сторона арматуры удаляется и вся арматура нѣсколько отодвигается въ сторону, послѣ чего открываются для осмотра всѣ катушки.

Возбудители.—Возбудителями служатъ генераторы по 100 киловаттовъ съ 6 полюсами, на 125 вольтъ, типа Standart General Electric Co, весьма распространеннаго въ Америкѣ.

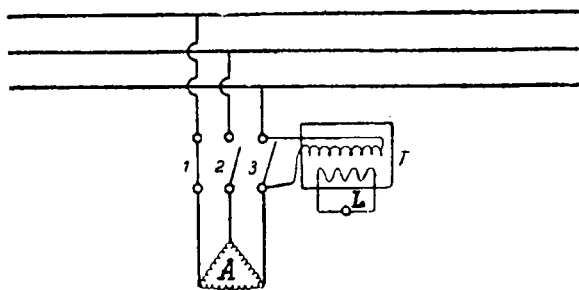
Распределительная доска и станція.—Станція, на которой получается токъ, состоитъ изъ помѣщенія, гдѣ установлены машины, и въ которой помѣщена распределительная доска. Въ действительности она состоитъ изъ 9 различныхъ частей: 5—для альтернаторовъ (номера по порядку, начиная слѣва: 2, 4, 5 и 6);

1 для машинъ—возбудителей (№ 3);

1 „ счетчиковъ;

2 „ фидеровъ (№№ 8 и 9).

На каждой части для альтернатора легко различить три измѣрительныхъ инструмента, расположенныхъ выше: амперметръ для арматуры (шкала въ 75 амперовъ), амперметръ для возбужденія (150 ампер. пост. тока) и вольтметръ, соединенный съ трансформаторомъ, помѣщеннымъ позади доски и градуированный на 15000 вольтъ. Этотъ же трансформаторъ соединенъ съ двумя крайними вѣтвями трехъ арматурныхъ проводовъ. Снизу находятся прерыватели, послѣдовательно помѣщенные въ трехъ вѣтвяхъ и раздѣленные между собой высокими перегородками изъ эбонита. При верхнемъ своемъ положеніи они соединяютъ машину съ первой группой собирательныхъ полюсовъ, помѣщенныхъ позади доски, а при нижнемъ со второй группой, тщательно изолированной. Изолирующія ихъ эбонитовыя поддержки снабжены гофрированной поверхностью, пирамидальной формы. Ножи рубильниковъ высокаго напряжения не снабжены ручкой, но на концахъ ихъ имѣются дыры, которые позволяютъ захватить ножи достаточно длинными и хорошо изолированными крючкомъ. Ниже этихъ прерывателей находятся прерыватели для цѣпей возбужденія и освѣщенія, которые позволяютъ соединить цѣпь возбужденія или освѣщенія съ одной или двумя машинами или съ обѣими параллельно.



Фиг. 12.

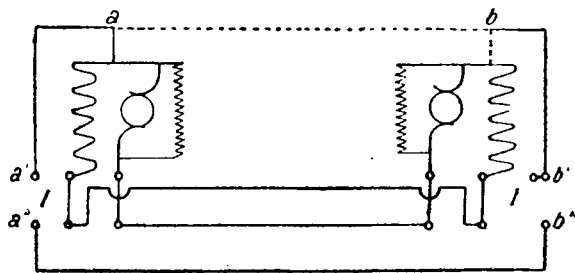
За доской расположены расплавляющіеся предохранители, для 20.000 вольтъ и рассчитанные на допустимую перегрузку. Они состоятъ изъ полоски алюминія которую весьма легко включить и выключить изъ цѣпи.

Реостатъ возбужденія помѣщается на краю галлерей и управляется весьма легко посредствомъ особаго стержня, находящагося около самой доски.

Отмѣтимъ также „фазовую лампу“ L, помѣщенную въ каждой части доски. Она включена во вторичную обмотку трансформатора, который другой своей цѣпью соединяется съ 3-мъ зажимомъ альтернатора 3-ю собирательную полюсу, такъ что (фиг. 12) можно дѣлать соединенія чрезъ большое сопротивление трансформатора и 1-й ножъ прерывателя, или же укорачивать цѣпь замыкая 2-й и 3-й ножи прерывателя, когда лампа укажетъ совпаденіе фазъ.

Часть доски 3-я управляетъ двумя динамомашинами-возбудителями въ 125 вольтъ. Въ верхней части ея находится два амперметра по 1000 амперъ, одинъ вольтметръ съ коммутаторомъ двойного направленія, по которому можно читать вольты обѣихъ машинъ; съ каждой стороны находятся ихъ прерыватели возбужденія и внизу реостатъ, помѣщенный сзади доски, ручка котораго проходитъ чрезъ нее.

Центръ занятъ двумя прерывателями двойного направленія съ 3 вѣтвями; каждый изъ нихъ (фиг. 13) для соответствующей динамашины производитъ слѣдующее: при верхнемъ положеніи соединяетъ арматуру съ одной парой собирательныхъ полюсовъ, и при нижнемъ—съ другой парой; производить магнитныя поля въ параллельное соединеніе по сериямъ, ибо возбужденія комбинированы и для правильной параллельной работы ихъ надлежитъ соединять а съ b.



Фиг. 13.

На той-же фигурѣ видно, какимъ образомъ посредствомъ дополнительнаго прерывателя I производится соединенія a a' b' b'.

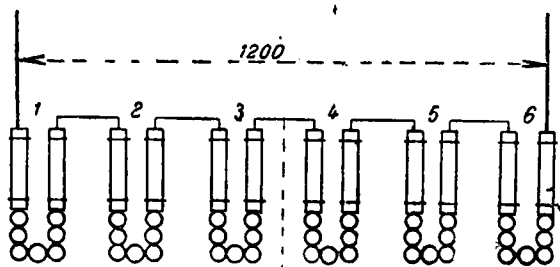
Часть доски № 7 управляетъ освѣтительными и нагревательными линиями и содержитъ въ себѣ два ваттметра-интератора Томсона, которые показываютъ общую мощность всей станціи.

Наконецъ, двѣ доски для фидеровъ имѣютъ для каждой вѣтви по амперметру въ 150 амп. и по прерывателю двойнаго направленія, похожему на прерыватель генераторовъ и такъ-же расположенный. Для того, чтобы избѣжать вреднаго дѣйствія искръ, обыкновенно замыкаютъ токъ посредствомъ вспомоgetельнаго прерывателя, который состоитъ изъ длиннаго мѣднаго стержня, втягиваемаго снизу вверхъ въ эбонитовый цилиндръ, въ которомъ находятся подвижныя контактные кольца. Въ верхнемъ своемъ положеніи этотъ стержень образуетъ контактъ и удерживается особымъ спускомъ, которымъ можно управлять издали. Когда освобождаютъ этотъ спускъ, то стержень падаетъ внизъ и замыкается такимъ образомъ токъ при условіяхъ, очевидно весьма неблагоприятныхъ для полученія искры. Такой стержневой прерыватель, конечно, расположенъ въ каждой вѣтви.

Линія передачи.—Одна изъ частей доски для фидеровъ уже работаетъ и управляетъ линіей Механикаль-Шенектэди.

Сначала на весьма небольшомъ разстояніи линія идетъ подъ землей, затѣмъ достигаетъ особаго зданія, гдѣ производится ея соединеніе съ воздушной линіей чрезъ громоотводы типа General Electric Co (каждый изъ нихъ состоитъ изъ цилиндровъ, раздѣленныхъ промежутками въ 8—10 мил. съ подходящимъ графитовымъ сопротивленіемъ: каждый изъ нихъ рассчитанъ на 2.000 вольтъ и весь рядъ изъ 6 представляетъ сопротивление въ 12.000 вольтъ).

Линия остается воздушной на 25 километров, затем пересекает город Шенектэди в подземной канаве, до самых заводов General Electric Co, откуда она становится опять воздушной. Все переходы подземной линии в воздушную снабжены выше упомянутыми громоотводами (фиг. 14); а основания столбов ограж-



Фиг. 14.

дены колючей проволокой. Мощность всей линии равна 1,800 лш. силам и потеря в ваттах составляет 10%.

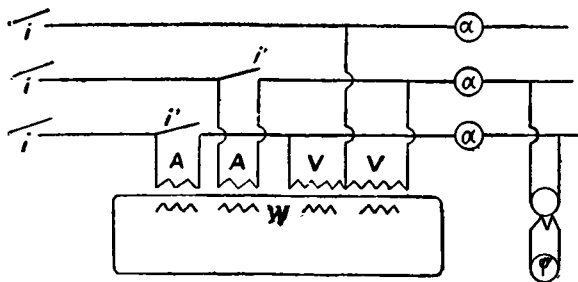
В среднем, на километр приходится по 31 столбу из кедр и через каждые 50 столбов находится один более высокий, который позволяет перемещать провода для уменьшения индукции. Соединяющая обе станции телефонная линия имеет провода, которые изменяют свой порядок через каждые 25 столбов.

Изоляторы состоят из глазированного фарфора, в вид: тройного колокола, и испытаны влажными на сопротивление в 30.000 вольт.

Таким образом эта линия может передавать в Шенектэди до 1.000 лш. сил, на случай же, если потребление его превзойдет эту цифру, то на тех же столбах имеет другая такая же линия. Провода, распределяющие ток по заводам в Шенектэди имеют сечение рассчитанное на это двойное потребление.

Доска приемной станции.— Эта распределительная доска, естественно, разделяется на две части, одна для переменных токов и другая для постоянных. Для ясности мы разберем их отдельно.

1. Доска для переменных токов.— Ток линии около станции проходит ряд громоотводов, соединенных обычным способом. Отсюда три ветви через три прерывателя i (фиг. 15) соединяются с собиратель-



Фиг. 15.

ными полосами переменных токов, изолировка которых рассчитана на 10.000 вольт, а поперечное сечение на мощность до 3.000 лошадей.

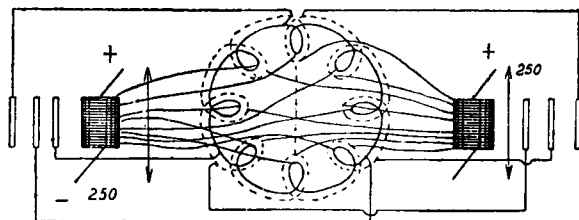
На собирательных полосах находится еще ряд катушек с шунтовой обмоткой, служащих для понижения напряжения и соединенных с промежуточной обмоткой трансформатора, и включенный туда же регистрирующий ваттметр; таковым служит индукционный ваттметр Томсона, измеряющий общую мощность трехфазной системы.

Ясно, что первичные обмотки трансформаторов шунтируются в ваттметр прерывателями $i'i'$, которые позволяют его выключать, не размыкая линий.

В каждой ветви находятся, кроме того, вольтметр v и амперметр a . Такое обилие амперметров позволяет проверить равновесие системы.

За измерительными инструментами идут ответственные трансформаторы, понижающих напряжение, которые соединяются с выпрямителями. На станции находятся три выпрямителя трехфазных токов в прямые, которые, благодаря особенностям своей обмотки, сразу удовлетворяют трем различным требованиям напряжения: 500 вольт для электрической тиги, 250—для двигателей, и 125—для освещения. Для этого их арматура снабжена двумя симметричными обмотками.

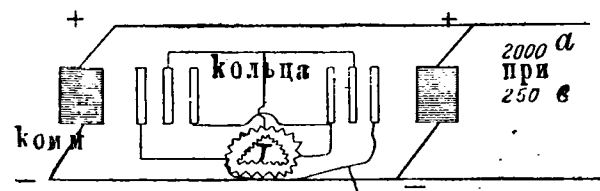
Схема на фиг. 16 дает полное представление об



Фиг. 16.

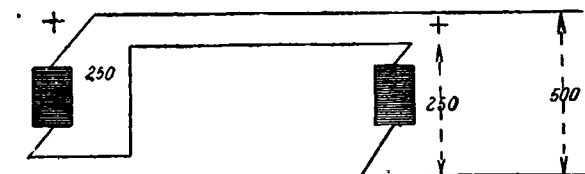
их обмотках, с кольцевыми соединениями и коммутатором слева; пунктир означает другую обмотку с подобными же соединениями справа.

При вторичном нормальном напряжении, когда трансформаторы соединены с кольцами каждой обмотки, соответствующий коммутатор дает 1000 ампер при 250 вольтах; при соединении, показанном на фиг. 17,



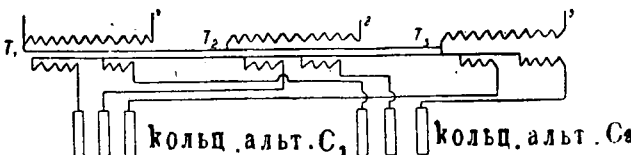
Фиг. 17.

получается ток в 2000 ампер при 250 вольтах; при последовательном соединении (фиг. 18), получается ток в 1000 ампер при 500 вольтах.



Фиг. 18.

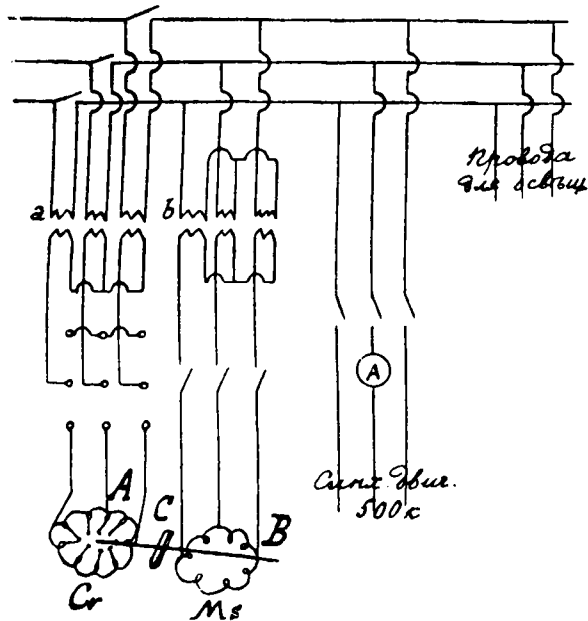
Соединение трансформаторов с выпрямителями указано на фиг. 19.



Фиг. 19.

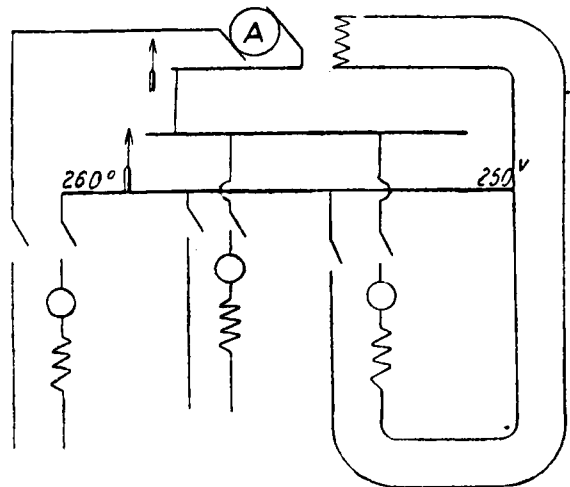
Для получения из тех-же выпрямителей тока в 250 вольт напряжения для освещения, существуют приспособления, которые мы рассмотрим дальше.

С собирательными полосами альтернаторов соединены синхронный двигатель в 500 килов., его приспособления для регулировки и наконец провода для освещения города. Порядок соединения следующий: сначала идет синхронный двигатель ВМ, соединенный тремя прерывателями прямо с линией в 10.000 вольт с его регуляторами, расположенными несколько ранее его; затем уже провода для освещения (фиг. 20).



Фиг. 20.

Цель синхронного двигателя и регулятора напряжения состоит в том, чтобы сделать напряжения линии независимым от заряда синхронного двигателя. Благодаря этому становится возможным пользоваться свойством перевозбужденных синхронных двигателей, поднимать вольты тока и уменьшать падение



Фиг. 21.

их, или через их магнитизирующую реакцию на генератор или через их действие на индуктируемость линии. Возбуждение синхронного двигателя автоматически пропорционируется с его зарядом посредством распо-

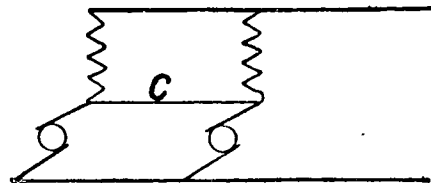
ложения, указанного на фиг. 20 и 21, где *a* суть трансформаторы, включенные в линию таким образом, что их первичные обмотки получают токи синхронного двигателя ВМ, а вторичные дают напряжение пропорциональное этому заряду. Эти вольты идут на собирательные кольца выпрямителя А через муфту С, которая питается трансформаторами-понижителями *r*, помещенными в ответвление линий; магнитное поле ее и выпрямителей А и двух других, возбуждается током от собирательных полос в 250 вольт.

Синхронный двигатель в 500 киловатт также получает возбуждение от этих же полос, но через выпрямителя А, повышающего напряжение.

Соединительная муфта С (фиг. 20) позволяет давать выпрямителю нужное отклонение, смотря по нагрузке генератора, или же получить для ее напряжения все возможные степени компаундажа (смешанного возбуждения) и гиперкомпаундажа.

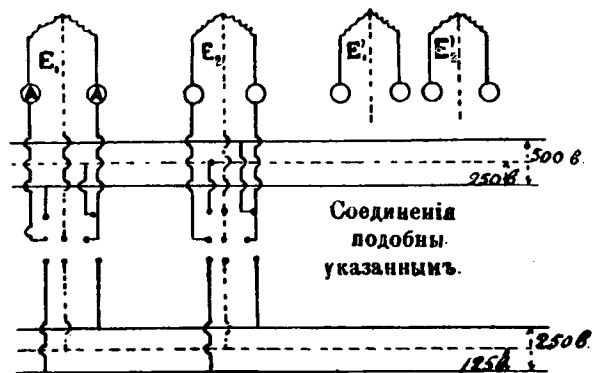
Регулировка выпрямителей основана на том же принципе, как и предыдущая, и исполнена чрезвычайно просто. В самом деле нагрузка выпрямителя, который переменный ток переводит в постоянный, прямо может применяться в этой последней форме для получения перевозбуждения его поля. Для этого достаточно ввести в это поле, последовательно с арматурой, возбуждатель с обмоткой большой емкости, похожий на последовательную обмотку компаундных динамомашин с постоянными токами.

Очевидно, что каждая из двух возбуждающих обмоток двойного выпрямителя должна иметь собственное возбуждение. Для этого, при их совместной работе, так же, как и у компаунд-машин постоянного тока, необходимо уравнивающее соединение С (фиг. 22).



Фиг. 22.

2. Распределительная доска постоянного тока.— Треть выпрямителям от 40 до 400 килов. соответствуют шесть пар кабелей, так как каждый выпрямитель имеет два коммутатора и два индукти-

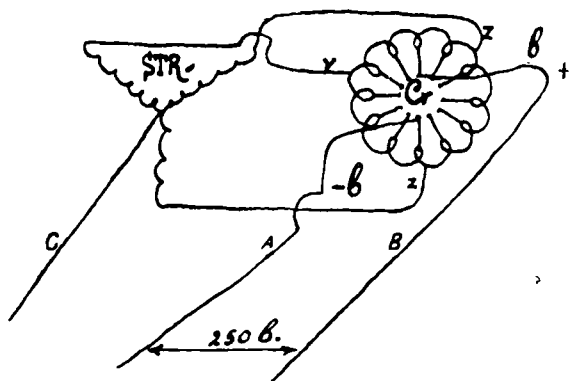


Фиг. 23.

рующая обмотки (E_1 и E_2 , E'_1 и E'_2 и т. д.), причем каждая пара кабелей дает 1000 ампер при 250 вольт (фиг. 23).

Для питания ламп в 25 вольт применяется слѣ-

дующая система (фиг. 24) съ тремя проводами: среднюю проволоку ведутъ отъ центра звѣзды STR, образуемой вторичной обмоткой понижающихъ трансформаторовъ.



Фиг. 24.

Легко видѣть, что между среднимъ проводомъ С и каждымъ изъ проводовъ А и В получается токъ 125 вольтъ.

Поэтому доска для 250 вольтъ и 125 в. похожа на обыкновенную доску трехпроводной системы. Доска для 500 вольтъ имѣетъ то-же расположение, только здѣсь средняя проволока идетъ отъ точки общаго соединенія двухъ обмотокъ выпрямителя, соединенныхъ послѣдовательно для получения 500 вольтъ.

(L'Eclairage Electr. № 44 и 50).

Производство алюминія.

Въ июлѣ 1896 года, на засѣданіи въ Бельфастѣ Общества инженеръ-механиковъ, Джемсъ Сутерландъ (Sutherland), подробно описалъ способъ приготовления изъ боксита чистаго алюмината, т. е. окиси алюминія на заводѣ въ Ларнѣ (Larne). Съ того времени этотъ заводъ, принадлежащій British Aluminium Co, расширился почти вдвое и на немъ были введены въ процессъ производства важныя усовершенствованія. Конечный продуктъ производства этого завода—окись алюминія—въ видѣ тончайшаго порошка, герметически запечатаннаго въ стальныхъ цилиндрахъ, перевозится на корабляхъ въ Шотландію, въ Фортъ, гдѣ она перерабатывается по способу Геру (Héroult) въ металлъ, который вытекаетъ изъ электрическихъ печей въ литейныя формы. Въ такомъ видѣ алюминій уже достаточно чистъ для нѣкоторыхъ дѣлей, напримѣръ для отливокъ и для производства стали, такъ что весьма большое количество его продается прямо въ такомъ видѣ безъ дальнѣйшей обработки. Но такъ какъ небольшое количество кріолита—т. е. двойного фтористаго соединенія алюминія и натрія, содержащаго 13% алюминія—который употребляется въ видѣ флюса при электролизѣ, иногда принимается къ металлу при выходѣ его изъ горна, то получающійся при этомъ алюминій мало пригоденъ для трубъ, стержней и т. п. Поэтому сырые болванки посылаются въ Стаффордширъ на заводъ Милтонъ, гдѣ они снова переплавляются и очищаются, пока металлъ не достигнетъ чистоты въ 99,6%.

Что же касается до обработки алюминія, то Ристори, давшій на Бирмингемскомъ засѣданіи общества инженеръ-механиковъ подробно описание Милтонскаго завода, показываетъ, что большая часть встрѣчающихся при этомъ затрудненій есть дѣло прошлаго. Въ извѣстныхъ предѣлахъ, полагаемыхъ физическими и химическими свойствами металла, алюминій можетъ быть обрабатываемъ точно такъ же, какъ и всякій другой обще-

употребительный металлъ. Онъ прекрасно, безъ прибавленія какого бы то ни было флюса, плавится въ песчаныхъ и желѣзныхъ тигляхъ при температурѣ немного превосходящей его точку плавленія— $655^{\circ}\text{C} = 1210^{\circ}\text{F}$. Въ большемъ масштабѣ операція производится при температурѣ темнокраснаго каленія въ отражательныхъ печахъ, выложенныхъ огнеупорными кирпичами хорошаго качества. При отливкахъ слѣдуетъ принимать особыя предосторожности изъ-за большого сокращенія объема алюминія при охлажденіи, такъ что формы должны снабжаться большимъ количествомъ газовыхъ отверстій. Формы предпочтительно должны охлаждаться снизу для лучшаго выхода газовъ. Плиты для прокатки должны отливаться въ закрытыхъ формахъ съ тщательно отдѣланной внутренней поверхностью и одѣтыхъ со всѣхъ сторонъ въ графитъ и воду; формы эти должны быть очень горячи, а отливки должны охлаждаться весьма скоро въ очень холодной водѣ для того, чтобы онѣ были мягки. Алюминій можно ковать горячимъ или холоднымъ, но лучше всего при такой температурѣ, чтобы кусокъ дерева, прижатый къ металлу, начиналъ бы дымиться. По ковкости алюминій среди другихъ металловъ занимаетъ третье мѣсто, и изъ него можно отковывать листы толщиной въ $\frac{1}{4000}$ дюйма, и тянуть проволоку въ $\frac{1}{250}$ д. въ діаметрѣ. При прокаткѣ его, не нужно смазки, но онъ требуетъ частаго отжиганія при температурѣ темнокраснаго каленія, которое чуть замѣтно въ темнотѣ. При точеніи его на токарномъ станкѣ, остріе рѣзца скоро тунится и слѣдуетъ употреблять исключительно небольшіе рѣзцы; скорость вращенія станка должна быть велика и при точеніи какъ инструментъ, такъ и алюминій должны смазываться терпентиномъ или керосиномъ. Опиливаніе лучше всего производится напильниками съ простой параллельной насѣчкой, потому что напильки съ насѣчкой по двумъ крестообразно пересѣкающимся направленіямъ скоро портятся. Алюминій хорошо штампуется и выдавливается, холодный или горячій, сухой или при тяжелой работѣ съ мыльной водой, или же при небольшихъ предметахъ—съ саломъ. Очистка поверхности производится погруженіемъ предмета на столько секундъ въ горячій растворъ 10% ѣдкаго натра съ $2\frac{1}{2}\%$ поваренной соли, пока поверхность его не очерчивается, затѣмъ промывкой въ холодной водѣ и погруженіемъ въ крѣпкую азотную кислоту, пока металлъ опять не сдѣлается бѣлымъ и, наконецъ, промывкой и сушеніемъ въ древесныхъ опилкахъ. Это слѣдуетъ продѣлывать предъ эмалировкой и лакировкой алюминіевыхъ поверхностей. Для полировки употребляется смѣсь оливаковаго масла съ ромомъ, или наждака съ саломъ, послѣ которыхъ слѣдуетъ сушить съ терпентиномъ. Окончательная полировка производится краснымъ желѣзнякомъ (краванкомъ) или сталью, погружаемыми въ смѣсь рома съ масломъ или въ растворъ буры съ нѣкоторымъ количествомъ амміака. Для гравированія на алюминіи, пластина его должна быть покрыта стеариновой кислотой съ терпентиномъ или же, какъ и ранѣе, смѣсью рома съ масломъ, иначе гравировальная игла постоянно скользитъ.

Давно уже извѣстно, что алюминій главнымъ образомъ нашелъ себѣ примѣненіе въ видѣ различныхъ сплавовъ. Чистый алюминій весьма мягокъ, такъ что ему даже предпочитается нечистый алюминій, въ 98% чистаго металла. Среди всѣхъ другихъ такъ называемыхъ „легкихъ“ сплавовъ алюминія, наиболее распространены „вольфраміи“ и „романіи“. Главной составной частью ихъ обоихъ является вольфрамъ. Что же касается „тяжелыхъ“ сплавовъ, то ихъ существуетъ также весьма много, не говоря уже объ общезвѣстной алюминіевой бронзѣ, которая широко примѣняется во французскомъ адмиралтействѣ, въ особенности для гребныхъ винтовъ.

Свойства алюминія настолько близко подходятъ къ свойствамъ мѣди и латуни, что вообще говоря алюминій въ видѣ сплавовъ съ успѣхомъ можетъ замѣнить мѣдь, олово, никель и другіе металлы. Выгоды отъ такой замѣны весьма значительны, т. к. предметы не окисляются на воздухѣ и значительно уменьшаются въ вѣсѣ. Пѣна предметовъ изъ алюминіевыхъ сплавовъ будетъ такая же, если не ниже, ибо алюминій уже теперь, при равныхъ

объемахъ, дешевле мѣди и олова и его цѣна при увеличеніи на него спроса безъ сомнѣнія будетъ еще ниже. Существуетъ одна только область, гдѣ мѣдь является незаменимой, это при производствѣ изолированныхъ электрическихъ проводовъ. British Aluminium Co уже ввела у себя полосовые неизолированные провода изъ алюминія для телефоновъ и при этомъ оказалось, что проводимость ихъ, при равныхъ вѣсахъ, вдвое болѣе, чѣмъ у мѣди. Но для изолированныхъ проводовъ мѣдь ничѣмъ не замѣнима, ибо ея проводимость, при равныхъ объемахъ, составляетъ 165% проводимости алюминія. Къ другимъ преимуществамъ алюминія принадлежитъ то, что онъ не ядовитъ, вслѣдствіе чего онъ все болѣе и болѣе получаетъ распространеніе въ видѣ кухонной посуды. Алюминіевыя постройки легки, стоятъ не дороже мѣдныхъ, не требуютъ, подобно послѣднимъ, постоянной полуды и безопасны для здоровья. Въ послѣднее время алюминій также нашелъ себѣ примѣненіе въ литографскомъ дѣлѣ, гдѣ онъ, принадлежащей обработкѣ поверхности, съ успѣхомъ замѣняетъ литографскій камень. Главныя преимущества его предъ послѣднимъ состоятъ въ гораздо болѣе легкой и возможности употреблять тонкія пластины круглой формы, которыми можно печатать въ вращательныхъ прессахъ.

Одно изъ самыхъ широкихъ примѣненій алюминія производится въ металлургіи, гдѣ издавна извѣстны его драгоценныя качества. Прибавленіе небольшого количества алюминія къ желѣзу, стали или латуни гарантируетъ полную равномерность отливки. Алюминій имѣетъ драгоценное свойство при прибавленіи немедленно освобождать всѣ газы, содержащіеся въ металлѣ и держать его жидкимъ болѣе долгое время, такъ что при медленномъ остываніи газы успѣваютъ выдѣлиться изъ металла. Многіе металлургическіе заводы, употребляющіе при стальныхъ отливкахъ алюминій, указываютъ, что его употребленіе уменьшаетъ число неудачныхъ отливокъ на 80—90%.

Примѣненіе алюминія въ морскомъ дѣлѣ растетъ весьма быстро, благодаря огромному выигрышу въ вѣсѣ при его употребленіи. Пять лѣтъ тому назадъ на Темзѣ была построена впервые небольшая лодка изъ двухъ склепанныхъ и выштампованныхъ листовъ алюминія. Въ настоящее же время изъ него дѣлаются миноноски, яхты и тому подобныя суда.

Однимъ словомъ алюминій является настоящимъ металломъ „fin de siècle“ и въ исторіи цивилизаціи за послѣднія 25 лѣтъ онъ занимаетъ весьма важное мѣсто.

(The Electric. Rev. № 1096).

ОБЗОРЪ

Сравненіе двухъ способовъ заряженія аккумуляторовъ при постоянной разности потенциаловъ и при постоянной силѣ тока.—При заряженіи аккумуляторовъ можно пользоваться двумя методами: либо поддерживать постоянной силу заряжающаго тока, измѣняя, слѣдовательно, сопротивление реостата, либо поддерживать во все время зарядки постоянной разности потенциаловъ между зажимами батарей. Первый способъ почти исключительно употребляется до сихъ поръ на практикѣ, такъ какъ, при способѣ зарядки съ постоянной разностью потенциаловъ, въ первый моментъ, когда поляризація батарей еще слаба, сила тока получается очень большая; послѣднее считается вреднымъ для долговѣчности батарей, почему для аккумуляторовъ всякаго типа и назначается обыкновенно заводомъ предѣльная сила заряжающаго тока. Относительно второго способа зарядки извѣстно было только, что заряженіе производится значительно скорѣе, но оказываетъ ли это какое либо другое вліяніе на работу батарей, оставалось невыясненнымъ.

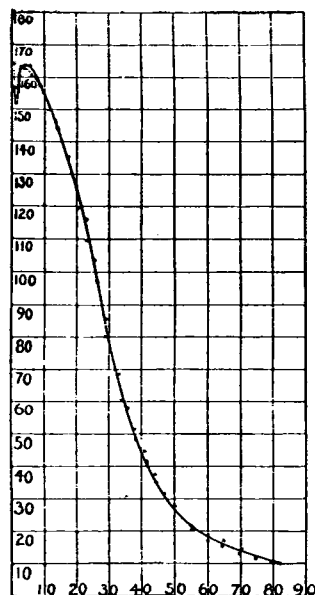
Въ виду этого весьма интересно познакомиться съ результатами работы, по интересующему насъ вопросу,

Каэна (Cahen) и Дональдсона (Donaldson), произведенной въ текущемъ году, въ Кенсингтонскомъ Техническомъ Институтѣ, въ Лондонѣ. Цѣлю авторовъ было изслѣдовать обстоятельно, какое вліяніе оказываетъ способъ заряженія на различные элементы работы аккумулятора, какъ то: емкость его, время, потребное для зарядки, отдача, постоянство напряженія при разрядѣ, долговѣчность.

Чтобы получить по обоимъ методамъ вполнѣ сравнимые результаты, авторы пользовались въ обоихъ случаяхъ однимъ и тѣмъ же аккумуляторомъ, типа Тюдоръ № 11 L. A., съ тремя отрицательными и двумя положительными пластинками. Внѣшніе размѣры этого аккумулятора были $9\frac{1}{2} \times 5\frac{1}{4} \times 18$ дм.; пластинки его удерживались на разстояніи $\frac{1}{2}$ дюйма другъ отъ друга, съ помощью стеклянныхъ трубокъ. Емкость аккумулятора, обозначенная заводомъ, выражалась слѣдующимъ образомъ:

Сила тока при зарядкѣ	20	20	20	амперъ
„ „ „ разрядкѣ	14	24	36	„
Емкость	140	120	108	амп.-час.

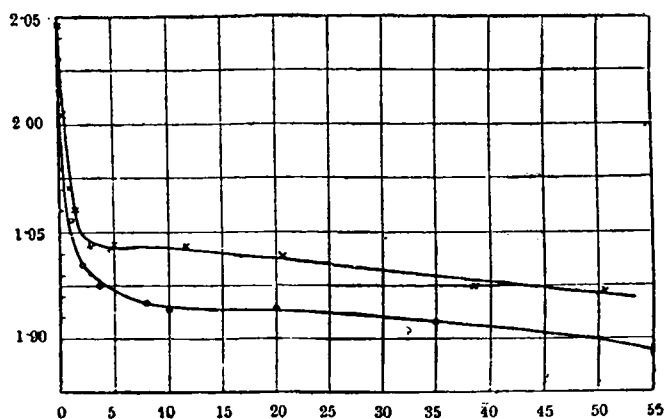
Этотъ аккумуляторъ былъ подвергнутъ сначала ряду наблюдений по методу постоянного потенциала. Для этого аккумуляторъ заряжался при постоянной разности потенциаловъ въ 2,508 вольтъ до тѣхъ поръ, пока сила заряднаго тока не падала до 10 амперъ; послѣ этого аккумуляторъ немедленно разряжался, при постоянной силѣ тока въ 36 амперъ, до тѣхъ поръ, пока напряженіе его не падало до 1,815 вольтъ. Какъ во время зарядки, такъ и во время разрядки, наблюдались черезъ опредѣленные промежутки времени въ первомъ случаѣ сила тока, во второмъ—разность потенциаловъ. Послѣдовательныя заряженія и разряженія продолжались до тѣхъ поръ, пока аккумуляторъ не достигалъ состоянія, при которомъ результаты двухъ послѣдовательныхъ цикловъ получались вполнѣ тождественными. Практически такое состояніе наступало послѣ двѣнадцатаго цикла. Всего было произведено 50 такихъ цикловъ, послѣ чего тотъ же аккумуляторъ былъ подвергнутъ ряду наблюдений при постоянной силѣ тока. Фиг. 26 изображаетъ графически результаты 44-й и 45-й зарядки; ординаты выражаютъ силу тока въ амперахъ, абсциссы время, въ минутахъ, протекавшее отъ начального момента зарядки; обѣ кривыя вполнѣ совпадаютъ. Въ началѣ сила тока получается очень большая, 160—170 амп., благодаря чему аккумуляторъ сильно нагревался; но приблизительно черезъ 5 минутъ сила тока начинаетъ очень быстро падать. Скорость паденія постепенно уменьшается къ концу зарядки, когда кривая начинаетъ ассимптотически приближаться къ линіи, параллельной оси абсциссъ; въ это же время, т. е. приблизительно во шростеивн двухъ третей времени, потребнаго для зарядки, начинается выдѣленіе водорода — шипѣніе. Въ самомъ началѣ зарядки, какъ видно изъ кривой, замѣчалось сперва быстрое паденіе, а затѣмъ возрастаніе силы тока; объясняется это вѣроятно тѣмъ, что сразу выдѣляется слишкомъ много водорода, болѣе, чѣмъ требуется его для возстановленія перекиси свинца на отрицательныхъ пластинкахъ; этотъ излишекъ газа либо увеличиваетъ



Фиг. 26.

Въ виду этого весьма интересно познакомиться съ результатами работы, по интересующему насъ вопросу,

внутреннее сопротивление, либо вызывает сильную поляризацию. Всего, зарядка при этих условиях продолжалась около 80 минут.



Фиг. 27.

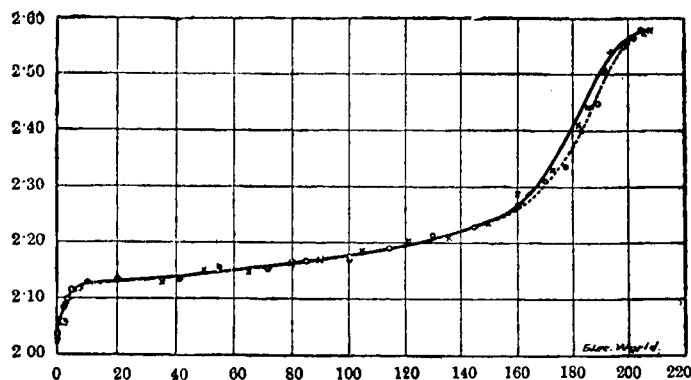
Результаты разряда аккумулятора выражены графически верхней кривой фиг. 27; здесь ординаты выражают в вольтах разность потенциалов у зажимов элемента, абсциссы время в минутах, прошедшее от начала разряда. На основании этих графиков вычислено было как число ампер-часов, поглощенных и отданных элементами, т. е. емкость при заряде и разряде, так и количество энергии, поглощенной и отданной, выраженное в ватт-часах.

В следующей таблице приведены средние величины из результатов 37—46 и 13—49 опытов.

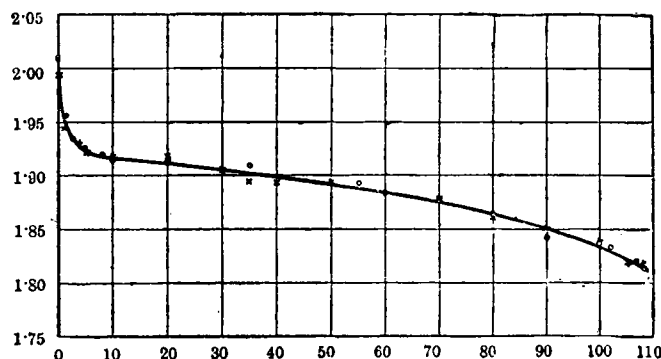
	Поглощ. амп.-час.	Поглощ. ватт-час.	Отдано амп.-час.	Отдано ватт-час.	Отношение емкостей в %.	Коэфф.ц. полезного действия.
Для наблюдений 37—46	91.89	230.4	86.07	163.5	93.7	71.00
Для наблюдений 13—49	91.97	230.7	85.99	163.2	93.48	70.76

По окончании 50-го цикла элемент был подвергнут второму ряду опытов, причем заряжался постоянным током в 20 ампер до тех пор, пока разность потенциалов не достигала 2.508 вольт, после чего разряжался при прежних условиях. Однако, так как при этом элементу нельзя было сообщить более

130 ватт-часов—весьма малого заряда сравнительно с предыдущим, то решено было продолжать зарядку до тех пор, пока разность потенциалов не достигала 2.58 вольт; заряд при этом получался приблизительно на 10% больше; дальше продолжать зарядку было невыгодно, так как начиналось сильное



Фиг. 28.



Фиг. 29.

выделение газов, поглощавшее энергию. Всего при этих условиях было произведено 46 опытов. Результаты 44 и 45 опытов изображены графически кривыми фиг. 28 и 29, при чем в обоих кривых ординаты выражают разность потенциалов у зажимов элемента в вольтах, а абсциссы—время в минутах. Из этих

кривых видно, что элемент уже достиг состояния постоянства, так как кривые для двух последовательных опытов почти вполне совпадают. Результаты подсчета этих диаграмм (средние из обоих опытов) получились следующие:

	Поглощ. амп.-час.	Поглощ. ватт-час.	Отдано амп.-час.	Отдано ватт-час.	Отношение емкостей в %.	Коэфф.ц. полезного действия.
Для наблюдений 44—45	68.35	152.1	65.25	123.1	95.4	80.95

Продолжительность зарядки при этих условиях—206 минут.

Ввиду того, что емкость при последних опытах получалась все-таки малая несмотря на измененные условия заряжения, был повторен первый ряд опытов, чтобы выяснить, не испортился ли элемент от

многократного заряжения при постоянном напряжении. Однако, незначительное число опытов показало, что условия несколько не изменились, так что результаты 6-го и 7-го цикла получились весьма близкими к результатам первой серии наблюдений, что видно из следующей таблицы.

	Поглощ. амп.-час.	Поглощ. ватт-час.	Отдано амп.-час.	Отдано ватт-час.	Отношение емкости в %.	Кэффци. полезного действия.
Для наблюдений 6—7 второй серии	93.6	235.0	85.2	161.0	91.01	68.52

Сравним теперь общие результаты, полученные при обоих методах заряжения.

При методѣ постоянной разности потенциалов для зарядки аккумулятора требуется меньше половины того времени, которое нужно при зарядкѣ по методу постоянной силы тока.

При зарядкѣ по первому методу емкость аккумулятора получается приблизительно на 30% больше, чѣм при зарядкѣ по второму методу.

Кэффциентъ полезнаго действия аккумулятора получается при первом методѣ на 10% меньше, чѣм при втором, что объясняется потерей энергии при зарядкѣ на нагревание жидкости.

Какъ видно изъ фиг. 27, гдѣ обѣ кривыя разряда нанесены вмѣстѣ, напряжение при разрядѣ получается болѣе постоянное при зарядкѣ по первому методу; относящаяся къ этому случаю верхняя кривая показываетъ, что первоначальное падение напряжения совершается быстро, въ течение 5 минутъ, послѣ чего разность потенциаловъ остается почти постоянной; между тѣмъ при зарядкѣ по второму методу, какъ видно изъ другой кривой, первоначальное падение напряжения продолжается около 10 минутъ, послѣ чего оно продолжаетъ падать быстрее, чѣмъ въ первомъ случаѣ. Величина напряженія въ каждый данный моментъ (отъ начала разряда) больше при первомъ методѣ.

Что касается долговѣчности аккумуляторовъ при зарядкѣ токомъ постоянного напряжения, то хотя и не было замѣчено никакой порчи элемента при этихъ опытахъ, но произведеннаго числа наблюдений еще недостаточно, чтобы вывести какія либо заключенія. Нѣкоторые практики, однако, употребившіе этотъ способъ зарядки аккумуляторовъ исключительно съ цѣлью сбереженія времени, утверждаютъ, что манипуляція эта не только не вредна, но, наоборотъ, улучшаетъ состояние батареи.

Для большей наглядности приводимъ слѣдующую таблицу.

Методъ зарядки.	Продол. зарядки мин.	Емкость при разрядѣ.		Кэффци. по- лезн. дѣйст.
		въ ам.-ч.	въ ватт- часъ.	
Постоян. разн. потенц. . . .	82	86.06	163.5	71
Постоян. сила тока	206	65.25	123.1	81

Труднѣ всего поддается объясненію увеличеніе емкости при зарядкѣ съ постоянной разностью потенциаловъ; можетъ быть, это объясняется тѣмъ, что при зарядкѣ постояннымъ токомъ на свѣжій элементъ дѣй-

ствуетъ токъ съ напряженіемъ лишь въ 2 вольта, новыпается же это напряжение до 2,5 вольта уже тогда, когда большая часть вещества электродовъ уже претерпѣла измѣненіе; между тѣмъ какъ при первомъ методѣ токъ большого напряжения дѣйствуетъ на свѣжіе электроды и потому можетъ произвести болѣе глубокое и полное измѣненіе ихъ поверхности. Какъ бы то ни было, найденные результаты весьма интересны, и дальнѣйшая разработка вопроса можетъ объяснить еще многое.

Что касается практической стороны дѣла, то результаты этой работы таковы: есть много случаевъ примѣненія аккумуляторовъ, напримѣръ для трамваевъ, автомобилей, гдѣ не такъ важна высокая отдача ихъ, какъ большая емкость при маломъ вѣсѣ; въ этихъ случаяхъ казалось бы можно извлечь большую пользу изъ того факта, что емкость всякаго аккумулятора можно увеличить на 30%, измѣнивъ лишь способъ зарядки (не говоря уже о томъ, что необходимое на это время уменьшается при этомъ болѣе чѣмъ вдвое). Должно однако оговориться, что опыты Каэна и Дональдсона были бы гораздо болѣе убѣдительными, если бы они произвели опыты въ обратномъ порядкѣ, т. е. если бы они начали съ зарядки при постоянной силѣ тока. Можно думать, что авторы получали все время емкость меньшую обозначенной заводомъ потому, что начавъ заряжать аккумуляторовъ при 170 вмѣсто 20 амперъ, они просто повредили аккумуляторы. А если это такъ, то пока нельзя говорить о преимуществѣ зарядки аккумуляторовъ при постоянной разности потенциаловъ.

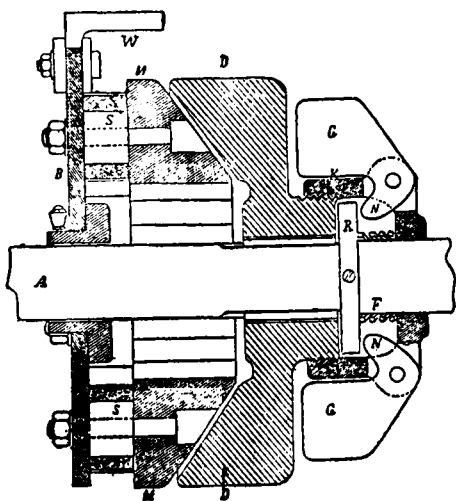
(The Electr. World, т. XXXII, № 15).

Электромагнитный тормазъ Гелиосъ, дѣйствующій токами Фуко и треніемъ. Новый тормазъ электрическаго общества Гелиосъ примѣнимъ на желѣзныхъ дорогахъ и въ особенности для электрическихъ вагоновъ. Онъ состоитъ изъ электроманнитнаго тормазы, дѣйствующаго токами Фуко, между частями котораго вызываются силы тренія, присоединяющія свое дѣйствіе къ дѣйствию токовъ. Пока скорость не уменьшится до извѣстнаго предѣла, токи Фуко дѣйствуютъ одни и только послѣ уменьшенія скорости проявляется и треніе. Такимъ образомъ трущіеся части, работая недолго и при уменьшенной скорости, не такъ быстро подвергаются корчѣ.

Первая часть этого тормазы состоитъ (фиг. 30) изъ системы электроманнитовъ concentрически расположенныхъ на оси А вагона и поддерживаемыхъ на мѣстѣ изогнутымъ рычагомъ W, укрѣпленнымъ внизу рамы. Остальная часть ея состоитъ изъ катушекъ S, магнитныхъ полюсовъ М и диска В, на которомъ укрѣплены магниты. Катушки покрыты картономъ и защищены отъ пыли и влажности. При пропусканіи чрезъ нихъ тока, онѣ послѣдовательно образуютъ положительное и отрицательное поле.

Вторая часть аппарата состоитъ изъ чугунной арматуры D, насаженной на ось такъ, что она можетъ двигаться по ней вдоль. На D навивается чашка К

служащая опорой для пружины F, которая другим концом упирается въ кольцо K, укрѣпленное на оси. Пружина эта разводитъ части M и D. Кроме того, чашка K несетъ на себѣ двѣ массивныхъ части G, снабженныхъ



Фиг. 30.

выступами N, такъ что при вращеніи оси центробѣжная сила раздвигаетъ части G и упираетъ ихъ выступы N въ кольцо K, способствуя такимъ образомъ сохраненію разстоянія въ нѣсколько миллиметровъ между массами M и D.

Съ другой стороны магнитное притяженіе, производимое токомъ, проходящимъ черезъ катушки, стремится сблизить D и M. Эти различныя силы таковы, что когда массы G не движутся, то магнитное притяженіе преодолеваетъ сопротивление пружины F, когда же центробѣжная сила ихъ раздвинетъ, то части D и M не сближаются.

Такимъ образомъ, пока черезъ катушки S не пройдетъ токъ, полюсы магнитовъ не притягиваютъ арматуры D. При пропусканіи же тока, массы D и M сближаются и между ними получается значительное треніе.

На ходу вагона, ось колеса A, вращаясь, увлекаетъ за собой арматуру D, такъ что при пропусканіи тока черезъ катушки, въ нихъ образуются токи Фуко, задерживающіе скорость вращенія. При уменьшеніи же скорости части G опускаются и позволяютъ арматурамъ D и M сдвинутся, причемъ развивающееся треніе окончательно останавливаетъ вагонъ.

Этотъ приборъ въ особенности пригоденъ для электрическихъ трамваевъ, гдѣ имѣется постоянный источникъ электрическаго тока.

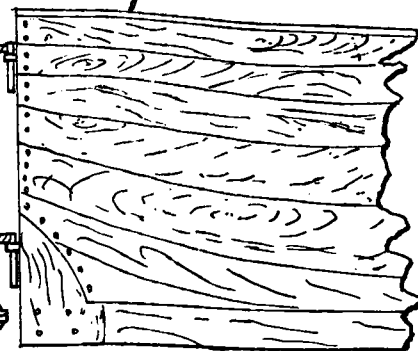
(„L'Éclairage Électr.“ № 44).

Съемный электрическій гребной винтъ для шлюпокъ. Въ одномъ изъ послѣднихъ номеровъ „The Electrician“ Мак-Лакланъ (Mc Lachlan) даетъ описаніе движимаго электричествомъ съемнаго гребнаго винта, который можетъ быть легко приспособленъ къ любой шлюпкѣ, хотя-бы она первоначально и не была приспособлена для движенія при помощи винта. Первоначально этотъ приборъ, изображенный на фиг. 31, предназначался для небольшихъ лодокъ, но онъ можетъ также быть примѣненъ и для грузовыхъ баржъ. Для того, чтобы придѣлать этотъ винтъ къ лодкѣ, нужно только снять руль, прикрѣпить къ нему винтъ и надѣть все это обратно на петли. Батарея аккумулятовъ помѣщается на днѣ лодки и соединяется черезъ коммутаторъ, расположенный на румпелѣ, съ двигателемъ посредствомъ гибкаго двойнаго кабеля. Для обыкновенныхъ шлюпокъ требуется электродвигатель въ $\frac{1}{2}$ лощ. силы, вертикальный валъ его ходитъ на шарикахъ. Такой приборъ

вѣситъ всего 35 фунтовъ и приводитъ въ движеніе со скоростью 5 миль въ часъ, при батареѣ въ 20 аккумуляторовъ, 16 футовой морской катеръ съ 5 пассажирами въ продолженіе пяти часовъ. Батарея вѣситъ около 180 фунтовъ. Для большихъ лодокъ двигатель этотъ дѣлается большихъ размѣровъ, до 5 лощ. силъ.

Электродвигатель Коммутаторъ

Переставной
крюкъ для
подвешиванія
электродвигателя на
любой
глубинѣ
Руль
Зубчатая
передача.



Фиг. 31.

муляторовъ, 16 футовой морской катеръ съ 5 пассажирами въ продолженіе пяти часовъ. Батарея вѣситъ около 180 фунтовъ. Для большихъ лодокъ двигатель этотъ дѣлается большихъ размѣровъ, до 5 лощ. силъ.

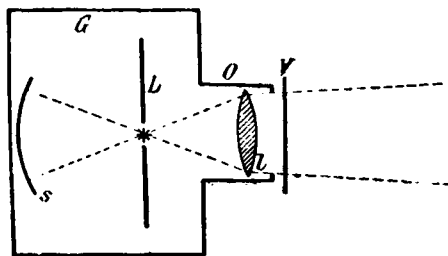
(The Electrician, № 1076).

Фотоэлектрическая телеграфія. Всѣмъ извѣстный способъ телеграфированія Маркони страдаетъ тѣмъ крупнымъ съ военной точки зрѣнія недостаткомъ, что электрическія волны, распространяясь по всѣмъ направленіямъ, могутъ быть восприняты на невѣрительской станціи, и тайна депешъ такимъ образомъ не сохраняется. Въ цѣляхъ устраненія этого проф. К. Циклеръ остановился на слѣдующихъ соображеніяхъ.

Свѣтовые лучи съ малой длиной волны, особенно же ультрафіолетовые обладаютъ свойствомъ облегчать электрическіе разряды. Если, напримѣръ, раздвинуть шарики работающей катушки Румкорфа настолько, что разряда между ними не получается, а затѣмъ на эти шарики, а равно и на путь искрового разряда бросить пучекъ ультрафіолетовыхъ лучей, то отъ фотоэлектрическаго дѣйствія этихъ лучей искровой разрядъ возобновляется. Такимъ образомъ, можно со станціи отправленія посылать на приемную станцію пучки ультрафіолетовыхъ лучей (отъ вольтовой дуги, напримѣръ), съ перерывами соотвѣтственно обычнымъ телеграфнымъ сигналамъ Морзе,—эти лучи могутъ вызвать соотвѣтственно сему искры въ надлежаще устроенномъ приборѣ приемной станціи. Необходимо только въ вышеуказанныхъ цѣляхъ соблюденія тайны, чтобы появленіе и погасаніе ультрафіолетовыхъ лучей не было замѣтно со стороны и чтобы всѣ дѣйствующіе лучи шли только по одному определенному направленію. Этого проф. Циклеръ достигъ слѣдующимъ образомъ.

Аппаратомъ станціи отправленія служитъ сильная вольтовая дуга L (фиг. 32) въ подвижной свѣтопроницаемой камерѣ. При этомъ регулированіе дуги ни въ какомъ случаѣ не должно сопровождаться перемѣщеніемъ ея. Свѣтовые лучи направляются на приемную станцію черезъ отверстіе O, для концентраціи же ихъ можно прибить или къ линзѣ, или къ рефлектору, или наконецъ къ тому и другому одновременно (какъ это представлено на фиг. 32). Повяно, что линзы должны быть изъ горнаго хрустала, а не изъ стекла, сильно поглощающаго ультрафіолетовые лучи. Наконецъ, приборъ снабженъ затворомъ V изъ нѣсколькихъ стеклянныхъ

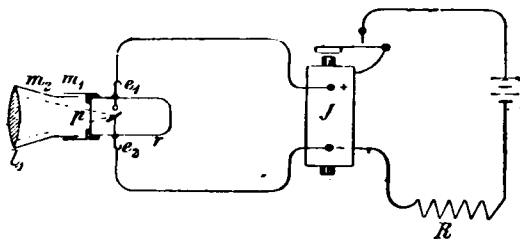
(по возможности прозрачных для видимых лучей) пластинок, перемещаемых пневматическим способом, подобно затворам фотографических камер. Оче-



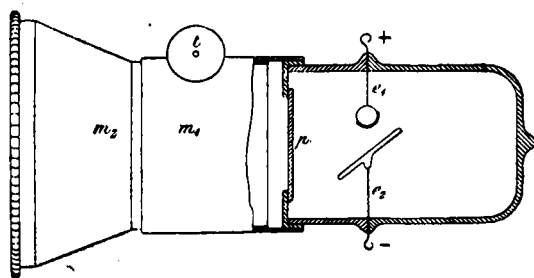
Фиг. 32.

видно, что при манипулировании затвором посторонний глаз не будет замечать подачи сигналов, ибо видимый световой пучек не будет претерпевать сколько нибудь заметных изменений.

Прибор приемной станции состоит из герметически закрытого ящика r (фиг. 33 и 34), с кварцевым



Фиг. 33.



Фиг. 34.

оконцем r спереди (прибор Циклера — стеклянный). В стенки ящика впаиваны два покрытые слоем платины электрода e_1 и e_2 , один из коней имѣетъ форму шарика (въ нѣсколько миллиметровъ въ диаметръ), а другой — форму плоскаго кружка, наклоненнаго подъ угломъ въ 45° къ оси ящика, такъ что на него легко направить весь пучекъ лучей, прошедшій сквозь кварцевое окно r ; расстояние между электродами составляло около 10 мм. Для усиленія пучка лучей, падающихъ на окошко r , передъ нимъ установлена кварцевая линза l , перемѣщающаяся вдоль оси прибора при помощи кремальеры, дѣйствующей на трубки m_1 и m_2 . Электроды e_1 и e_2 соединены съ вторичной обмоткой небольшой катушки Румкорфа J такъ, что e_1 служитъ анодомъ, а e_2 катодомъ. Въ первичной цѣпи катушки, которая не должна давать искры длиннѣе 1—2 см., введено регуляционное сопротивление R , для постепеннаго измѣненія силы первичнаго тока. Для настройки прибора надо подобрать это сопротивление такъ, чтобы напряжение между электродами было нѣсколько слабѣе взрывнаго потенциала.

Лишь только ультрафиолетовые лучи попадутъ на электроды прибора, какъ сейчасъ же, вслѣдствіе ихъ фотоэлектрическаго дѣйствія, между электродами поя-

вляются искры. Появляющіяся искры, дѣлающія сигналы станціи отправленія видимыми, распространяются въ пространствѣ вокругъ приемнаго аппарата слабыя электрическія волны, для воспріятія конхъ можно по произволу воспользоваться или приемною станціею Маркони, или телефономъ. Самъ проф. Циклеръ воспользовался первымъ способомъ, введя въ вторичную обмотку катушки Румкорфа особое реле.

Свои опыты съ подобной установкой проф. Циклеръ началъ при очень скромныхъ средствахъ: въ его распоряженіи былъ маленький регуляторъ Сименса и Гальске, дававшій при 10 амперахъ и 41 вольтѣхъ дугу отъ 1,5 до 2 мм. длины, безъ рефлектора и линзы. Лучи падали на приемный аппаратъ, помѣщенный въ 2 метрахъ отъ регулятора. Когереръ отстоялъ отъ приемнаго аппарата на 1—2 метра. Наладивъ опытъ на такомъ начальномъ разстояніи, экспериментаторъ затѣмъ довелъ его до 10 метровъ установкой, предъ лучеприемникомъ (фиг. 33 и 34) кварцевой линзы въ 4 мм. діаметромъ и 15 см. фокуснаго разстоянія. Кромѣ того, какъ и слѣдовало *a priori* ожидать, на результаты опыта оказываетъ значительное вліяніе степень разрѣженія воздуха въ приемномъ аппаратѣ. Проф. Циклеръ остановился на давленіи въ 200 мм., каковое онъ сохранялъ и во всѣхъ позднѣйшихъ испытаніяхъ, которые онъ произвелъ минувшимъ лѣтомъ для разстояніи въ 100 и 200 метровъ. При этомъ въ качествѣ источника свѣта ему были предоставлены сравнительно большой регуляторъ, дававшій при 29 амперахъ и 54 вольтѣхъ дугу въ 10 мм. длиной. Опыты эти удалась исполнѣ, несмотря на то, что испытанія на 200 метровъ производились при сравнительно неблагоприятныхъ условіяхъ: день былъ пасмурный, барометръ показывалъ всего 744 мм., влажность воздуха достигала 73%.

Путемъ теоретическихъ посылокъ, основанныхъ отчасти на невыполнѣ строгихъ положеніяхъ (проф. Циклеръ допускаетъ прозрачность воздуха для ультрафиолетовыхъ лучей равною прозрачности воздуха для видимыхъ лучей солнечнаго спектра), экспериментаторъ пришелъ къ выводу, что при установкѣ большихъ военныхъ регуляторовъ, снабженныхъ хорошими рефлекторами (и линзами) можно безъ труда установить фотоэлектрическое сообщеніе между двумя станціями, отстоящими въ нѣсколькихъ километрахъ одна отъ другой. Повѣрку этихъ теоретическихъ выводовъ ему однако пришлось отложить надолго и только въ самомъ концѣ истекшаго года ему представилась возможность воспользоваться для этого большимъ прожекторомъ Шуккерта (въ Нюрнбергѣ); этотъ аппаратъ былъ снабженъ параболическимъ рефлекторомъ въ 800 мм. въ діаметрѣ и 200 мм. фокуснаго разстоянія; при этомъ углы были расположены вдоль оси рефлектора, вслѣдствіе чего потеря свѣта была значительно ослаблена. Прожекторъ работалъ при токъ въ 60 амперъ и 47 вольтъ. Послѣ предварительной, такъ сказать, настройки приборовъ, приемный аппаратъ былъ установленъ въ 450 метрахъ отъ высокой башни, на коей былъ установленъ прожекторъ; приемный аппаратъ, какъ и прежде, былъ снабженъ кварцевой линзой вышеуказанныхъ размѣровъ. Сообщеніи при этомъ установились при давленіи внутри лучеприемника въ 340 мм.

Это дало проф. Циклеру основаніе рассчитывать, что при большой разрѣженности воздуха въ приемномъ аппаратѣ разстояніе между станціями отправленія и получения можно значительно увеличить. И дѣйствительно, при давленіи въ 200 мм. въ лучеприемникѣ сношенія оказались возможнымъ установитъ на разстояніи въ 1,3 километра. Къ сожалѣнію, во время этихъ испытаній постоянно употреблявшійся лучеприемникъ подвергся поврежденію, а затѣмъ его запаснымъ приборомъ, не столь тщательно налаженнымъ къ производству дальнѣйшихъ испытаній, не оказалось выполнѣ удачною.

Воздерживаясь, въ виду незаконченности испытаній проф. Циклера, отъ категорическихъ выводовъ, позволимъ себѣ въ заключеніе отмѣтить, что способъ проф. Циклера не можетъ рассчитываться на широкое распространеніе; для переговоровъ между судами или судовъ съ маякомъ пользованіе пучкомъ лучей строго опредѣленнаго направленія врядъ ли практически осуществимо-

вслѣдствіе непрерывнаго движенія судовъ; что же касается сохраненія телеграммы въ тайнѣ отъ непріятели, по нашему мнѣнію, это лишь вопросъ времени и при томъ очень непродолжительнаго.

Во всякомъ однако случаѣ, на разстояніяхъ небольшихъ (въ предѣлахъ нѣсколькихъ километровъ) система проф. Циклера, съ нѣкоторыми, конечно, измѣненіями можетъ быть полезна какъ дополнительное средство оптического телеграфированія между сухопутными военными пунктами, въ особенности же между крѣпостями.

(Elektrotechnische Zeitschrift, №№ 28, 29, 49).

Прогрессъ электрической передачи энергіи. Люди, не стоящіе близко къ практической сторонѣ электрической промышленности, едва ли могутъ ясно представлять себѣ то широкое примѣненіе, которое нашло себѣ электричество для передачи силы на фабрики, мастерскія и рудники, даже на большія разстоянія. Правда, въ техническихъ журналахъ время отъ времени помѣщаются отчеты, но они, будучи разрозненными, мало объясняютъ дѣло, и только сопоставленіе и сравненіе этихъ данныхъ показываетъ разницу между первыми робкими попытками и настоящимъ положеніемъ электрической передачи силы.

Не болѣе семи лѣтъ тому назадъ электротехническія фирмы дѣлали первыя попытки примѣнить электричество къ другимъ цѣлямъ, кромѣ передвиженія уличныхъ трамваевъ, и эти попытки не обещали большаго успѣха. Дѣло въ томъ, что системы съ прямымъ токомъ имѣли тѣ недостатки, что, во-первыхъ, разстояніе передачи при немъ было весьма ограничено, и, во-вторыхъ, даже лучшій электродвигатель постоянного тока не лишенъ такихъ недостатковъ, которые дѣлаютъ его непримѣнимымъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ. При переменномъ токѣ передача облегчается, но зато двигатели переменнаго тока весьма несовершенны. Такимъ образомъ одна система давала совершенное полученіе и утилизацію тока, но слабую передачу, а другая—совершенную передачу, но слабую утилизацію.

Со введеніемъ системы съ многофазными токами и индуктивнаго двигателя главныя затрудненія исчезли, и такимъ образомъ впервые явилась идеальная система полученія, передачи и утилизаціи электрическаго тока. Немедленно вслѣдъ за этимъ расширилось примѣненіе электричества и уже въ 1893 году, была устроена первая крупная электрическая установка съ многофазнымъ токомъ. Въ началѣ такія установки работали со слабымъ напряженіемъ при полученіи и передачѣ тока, которая также была не велика, но съ теченіемъ времени, какъ напряженіе, такъ и разстояніе быстро стали увеличиваться и увеличиваются до настоящаго времени. Даже наиболѣе компетентные электротехники не рѣшались опредѣлить возможные предѣлы напряженія и разстояній передачи тока. Между напряженіемъ тока и изоляціей проводовъ идетъ та же борьба, что и между пушкой и броней. Какъ та, такъ и другая еще не сказали своего послѣдняго слова и нельзя предвидѣть, гдѣ онѣ остановятся. По мѣрѣ улучшенія электрическихъ приборовъ популярность и дешевизна электрической энергіи возрастаетъ и оправдывается предсказаніе, называющее электричество всеобщей силой будущаго.

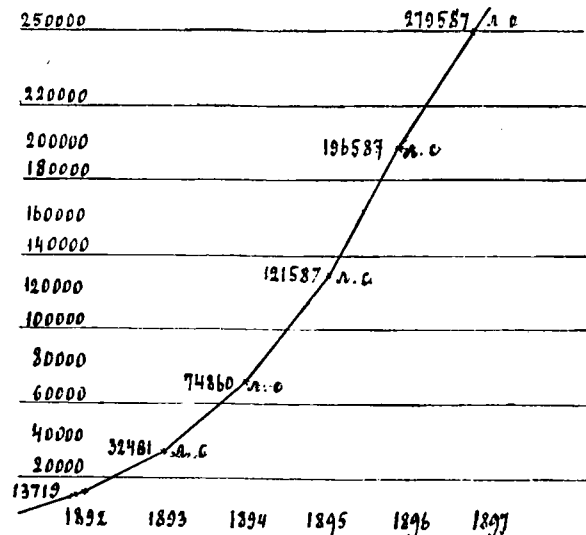
Однако, установитъ точно данныя по расширенію примѣненія электричества, какъ двигательной силы, не легко, ибо промышленныя компаніи вообще неохотно сообщаютъ статистическія данныя. Сообщаемыя ниже круглыя цифры получены отъ отдѣла электрической статистики при General Electric Co, такъ что, основываясь на нихъ, можно судить объ общемъ ходѣ примѣненія электричества, какъ двигательной силы.

Этотъ отдѣлъ основанъ въ 1889 г. Начиная съ этого времени примѣненіе электричества для передачи силы на разстояніе постоянно увеличивалось, и это увеличеніе лучше всего выражается ниже изображенной кривой (Фиг. 35).

Такимъ образомъ къ концу 1897 года величина электрической силы, переданной на разстояніе, уже достигла огромной цифры въ 279.587 паровыхъ лошадей и въ тече-

ніе одного только этого года было передано около 83.000 паровыхъ лошадей.

Слѣдуетъ замѣтить, что эти цифры менѣе дѣйствительныхъ, ибо сюда не вошли электрическая энергія, расходуемая на небольшія мастерскія, вентиляторы и



Фиг. 35.

т. п. Будь соотвѣтствующія ихъ потребленію числа приравнены къ общимъ итогамъ, послѣдніе значительно бы увеличались.

Если къ этимъ цифрамъ прибавить количество лошадиныхъ силъ, отпущенныхъ въ видѣ электрическаго тока многими другими электрическими компаніями страны, то получится такое представленіе о томъ, какъ широко въ Америкѣ электричество примѣняется для передачи силы на разстояніе.

(The Electr. Engineer, № 551).

Утилизанія Ниагарскаго водопада. Ниагарскій водопадъ эксплуатируется въ настоящее время многими компаніями, изъ которыхъ самая значительная Niagara Falls Power Company.

Чтобы воспользоваться силой паденія воды не нарушая красотъ водопада, прорытъ каналъ отъ верхняго спокойнаго теченія воды и сущенъ въ рѣку ниже водопада. Первоначальную мысль такого канала подавъ Томасъ Эвершедъ около 50 лѣтъ тому назадъ, и его планъ осуществленъ теперь въ гораздо большемъ масштабѣ, чѣмъ онъ предполагалъ. Длина канала 180 футъ, глубина 12 футъ; поперечное сѣченіе его достаточно, чтобы доставить воды для развитія 100.000 лошадиныхъ силъ, а въ случаѣ надобности каналъ легко и еще расширить. На станціи же развивается до 15.000 лошадиныхъ силъ и поставлены еще добавочныя машины въ 25.000 лошадиныхъ силъ.

Отъ канала вода по стальнымъ трубамъ, 8 футъ діаметромъ, спускается къ 10 турбинамъ, изъ которыхъ каждая можетъ развитъ до 5.500 лошадиныхъ силъ при 250 оборотахъ въ минуту. Колодезь, въ которомъ помѣщаются турбины, высѣченъ въ скалѣ, глубина его 180 футъ, ширина 30 и длина около 200 футъ. Вода въ турбины подводится снизу, чтобы уравнивать громадную вѣсъ турбинъ и ихъ валовъ.

Главный валъ состоитъ изъ стальной трубы, 38 дюймовъ въ діаметрѣ при $\frac{3}{4}$ дюйма въ толщинѣ стѣнокъ. На вертикальные валы турбинъ непосредственно насажены громадныя динамо, дающія каждая двухфазный токъ въ 2.200 вольтъ и 850 амперъ. Всѣ приспособленія для управленія токомъ приводятся въ дѣйствіе сжатымъ воздухомъ.

Токъ отъ генераторовъ отводится въ трансформаторы, установленные въ особомъ помѣщеніи. Преобразован-

ный ток от трансформаторов направляется в центральные станции крупных электротехнических предприятий.

Так, для ниагарских железных дорог ток от генераторов трансформируется в 400-вольтный, а для передачи в Буффало преобразовывается посредством двух гигантских трансформаторов в трехфазный напряжением в 11.000 вольт.

Передача электрической энергии в Буффало, на протяжении 26 миль, производится по трем проводам, частью воздушным, а частью подземным. Первые провода, мѣдные, не покрытые изоляцией, и способны передавать при 11.000 вольт энергию в 5.000 лошадиных сил.

В Буффало ток снова преобразуется. Сначала его напряжение понижается до 500 вольт, а затѣм трехфазный ток выпрямляется помощью вращающихся трансформаторов и идет к распределительной доскѣ, откуда уже поступает в многочисленныя сѣти города: для электрических дорог, освѣщенія, элеваторов, крановъ и т. п. Отдача всей передаточной линіи около 80% при полной нагрузкѣ.

Самое замѣчательное сооруженіе у Ниагарскаго водопада безспорно представляет электрическая дорога между Ниагарой и Левистономъ, идущая по самому берегу рѣки, по скаламъ, образующимъ одну изъ банокъ водопада, на протяжении 5 миль. Проектъ этой дороги предложенъ Джономъ Бриккеромъ 10 лѣтъ тому назадъ, сначала считался неосуществимымъ, но Niagara Falls & Lewiston Company взялась привести его въ исполненіе, и теперь дорога привлекаетъ тысячи пассажировъ. Во что обошлась эта дорога, можно судить по тому, что одного динамита на взрываніе скалъ было истрчено на 16.000 долларовъ, не считая огромнаго количества пороха.

Дорога на всемъ протяжении вѣ два пути, съ 50-сильными воздушными проводами. Вагонъ-двигатель снабженъ двумя двигателями системы Вестингауза. Токъ доставляется двумя машинами в 750 лошадиныхъ силъ.

При постройкѣ дороги компанія, предусматривая быстрое развитіе электротехническихъ предприятий, устроила станцію, доставляющую энергію вѣ нѣсколько сотъ разъ больше, чѣмъ то нужно для одной дороги. Вода проводится каналомъ отъ мѣста за милю выше водопада къ четыремъ турбинамъ Леффеля; три изъ нихъ могутъ развить по 1.700 лошадиныхъ силъ при 250 оборотахъ въ минуту, а четвертая вѣ 2.000 лошадиныхъ силъ при 300 оборотахъ. Высота напора 206 футъ.

Три первыя турбины доставляютъ энергію Pittsburg Reduction Company, имѣющей шесть динамомашинъ вѣ 750 лошадиныхъ силъ системы Вестингауза. Компанія употребляетъ эту энергію для добыванія алюминія. Четвертая турбина приводитъ въ движеніе динамо вѣ 750 лошадиныхъ силъ, дающей постоянный токъ вѣ 525 вольтъ. Эти 750 лошадиныхъ силъ идутъ на потребности электрическихъ дорогъ, мельницъ и факторій около Ниагары.

Въ скоромъ времени предполагается еще увеличить вдвое мощность станціи. Такъ, Hydraulic Company уже расчистила среди скалъ мѣсто для провода воды къ шести водянымъ колесамъ, по 1.700 лошадиныхъ силъ каждое.

Упомянутая выше Niagara Falls Power Company доставляетъ электрическую энергію для многихъ химическихъ производствъ. Такъ, электрохимическое производство натрія требуетъ 750 лошадиныхъ силъ, доставляемыхъ двухфазнымъ токомъ вѣ 2.200 вольтъ. Этотъ токъ, прежде чѣмъ идти вѣ дѣло, преобразуется сначала шестью трансформаторами вѣ 118-вольтный, а затѣмъ выпрямляется помощью трехъ вращающихся трансформаторовъ по 250 лошадиныхъ силъ каждый, причемъ, число вольтъ понижается до 116. На производство карбида кальція, изъ котораго, какъ извѣстно, получается ацетиленъ—соперникъ электрическаго освѣщенія, идетъ 1.000 лошадиныхъ силъ, но вѣ скоромъ времени будутъ сдѣланы добавочныя установки на 5.000 силъ. Наконецъ, на производство карборунда идетъ 1.000 лошадиныхъ силъ.

Изъ другихъ потребителей электрической энергіи

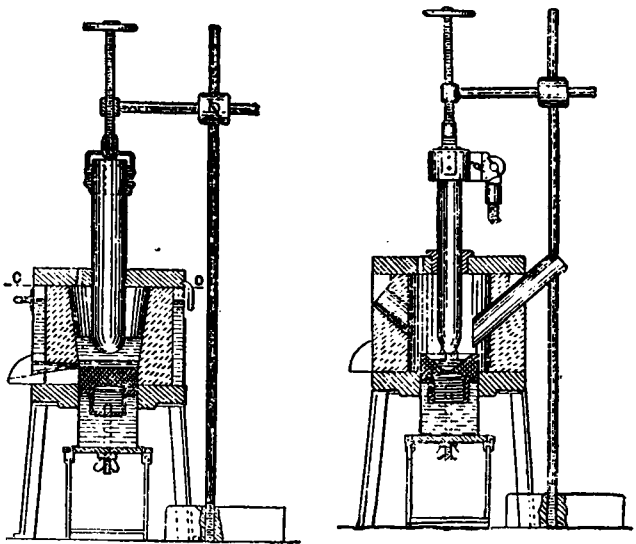
укажемъ на Buffalo & Niagara Falls Electric Light & Power Company, расходующую 500 лошадиныхъ силъ для освѣщенія Ниагары, и 150 лошадиныхъ силъ для различныхъ работъ. Niagara Falls Water Works тратитъ 50 лошадиныхъ силъ и Hugel's Ice Company около 50 лошадиныхъ силъ для производства льда. Кромѣ того дѣлаются установки для развитія около 3.200 лошадиныхъ силъ, которыя пойдутъ на производство различныхъ химическихъ продуктовъ и для зерновыхъ элеваторовъ вѣ Буффало.

Вѣ общемъ, Ниагарскій водопадъ доставляетъ вѣ настоящее время свыше 52.000 лошадиныхъ силъ, считая вѣ этомъ числѣ всѣ начатыя установки.

Несмотря на это громадное число, отъ Ниагарскаго водопада можно получить еще массу энергіи, не нарушая его красоты. Достаточно сказать, что количество падающей воды, превышающее 107.000.000 галлоновъ вѣ минуту, можетъ давать всего около трехъ миллионъ лошадиныхъ силъ.

(The Electrical World).

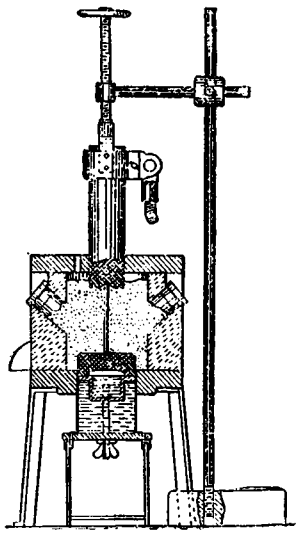
Универсальная электрическая печь. Но-



Фиг. 36

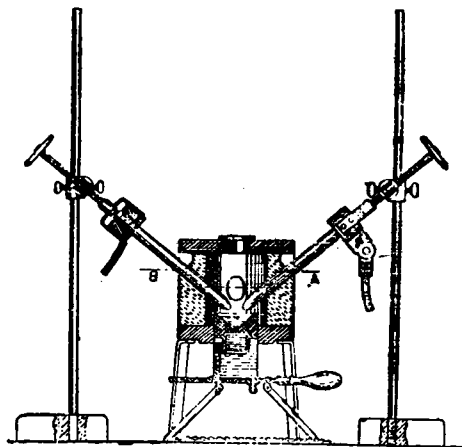
Фиг. 37.

вая электрическая печь, спроектированная профессоромъ Борхерсомъ (Borchers) даетъ возможность пользоваться по желанію любымъ изъ способовъ нагрѣванія именно нагрѣваніемъ; тепломъ Джоуля, выделяющимся вѣ слѣдствіе большого сопротивленія разогрѣваемого вещества или съ помощью вольтовой дуги. Фиг. 36 и 37 представляютъ видъ печи для нагрѣванія по первому способу. Внутренняя часть ея представляетъ желѣзную коробку, внизу которой черезъ отверстіе, сдѣланное вѣ плиткѣ изъ огнеупорной глины, проходитъ электродъ. Мѣдная коробка, помещающаяся на этой плиткѣ, можетъ быть охлаждена токомъ воды. Второй электродъ спускается черезъ крышку.



Фиг. 38.

Для веществ весьма дурно проводящих сначала вставляют между электродами угольный стержень 6 мм. діаметром (фиг. 38), чтобы произвести предварительное нагрѣваніе.



Фиг. 39.

(Eclairage électrique, № 50).

Дуговая лампа съ закрытой вольтовой дугой постоянного тока. Вышеуказанныя изслѣдованія производились надъ закрытой дуговой лампой, требовавшей при нормальныхъ условияхъ 20 амперъ при 80 вольтахъ напряжения, т. е. 400 ваттъ, но въ дѣйствительности потреблявшей 550 ваттъ. вслѣдствіе напряженія тока въ сѣтѣ въ 110 вольтъ. Такія лампы были снабжены сплошными углями въ 8,5 мм. въ діаметрѣ, сгораніе конкхъ составляло 1,8 мм. въ часть для верхняго положительнаго угля и отъ 0,7 до 0,8 мм. для нижняго отрицательнаго, т. е. въ общемъ около 2,5 мм. въ часть. Сила свѣта лампъ въ различныхъ направленіяхъ оказалась неодинаковою для лампъ, снабженныхъ разнородными шарами, какъ это усматривается изъ слѣдующей таблицы,

Сила света ламп съ закрытыми вольтовыми дугами постоянного тока.

НАПРАВЛЕНИЕ СВѢТОВЫХЪ ЛУЧЕЙ.	Одинъ про- зрачный шаръ.	Одинъ мато- вый шаръ.	Внутренний шаръ матовый, наружный про- зрачный.	Оба шара ма- тотые.	Оба шара про- зрачные.	Внутренний прозрачный, наружный то- лофанный.	Внутренний матовый, на- ружный толо- фанный.
20° выше горизонтальн. плоскости	89	152	—	—	—	—	—
10° " " "	82	184	—	—	—	—	—
0° " " "	139	347	184	123	171	96	137
10° ниже горизонтальн. плоскости	501	455	—	—	380	335	252
20° " " "	980	735	844	442	974	496	639
25° " " "	1.397	—	—	—	1.289	783	820
30° " " "	1.300	985	—	—	1.173	1043	950
40° " " "	1.355	1.050	1.110	568	1.278	1255	1116
50° " " "	1.060	969	—	—	1.081	1051	915
60° " " "	674	855	327	180	707	852	707
70° " " "	414	734	—	—	600	629	604
Средняя полусферическая с. с. для ниж- няго полушара	850	770	652	380	854	776	700

въ которой сила свѣта выражена въ англійскихъ единицахъ (кандляхъ).

Изъ приведенныхъ данныхъ слѣдуетъ, что удѣльное, такъ сказать, потребленіе энергіи, отнесенное къ дѣйствительному потребленію лампы въ 80 вольтъ, и для нижняго только полушарія составляетъ въ среднемъ слѣдующія числа для лампы:

съ двумя прозрачными шарами.. 0,5 ватта на кандль
съ матовымъ внутреннимъ и про-
зрачнымъ

наружнымъ . . . отъ 0,56 до 0,6 " " "
съ обоими мато-
выми шарами . . . " 0,9 " 1 " " "

Чтобы получить практическія, промышленныя значенія удѣльнаго потребленія энергіи въ свѣтахъ съ напряженіемъ въ 110 вольтъ, послѣднія числа слѣдуетъ еще умножить на дробь $\frac{11}{8}$.

Дуговая лампа съ закрытой вольтовой дугой переменнаго тока. Испытанія надъ этого рода лампами начались, собственно, лишь не раньше, чѣмъ годъ тому назадъ и результаты подобныхъ работъ, помѣщенные въ вышепоименованныхъ трудахъ, появились въ печати лишь впервые. Нижеприведенная таблица представляетъ краткое резюме результатовъ сравнительныхъ изслѣдованій, произведенныхъ надъ одною закрытою дуговою лампою постоянного тока и двумя такими же лампами переменнаго тока. Эти три свѣтовые источника были снабжены прозрачными наружными шарами и матовыми внутренними, угли были взяты для всѣхъ лампъ совершенно однородные, марки „Electra“. Числа нижепомѣщенной таблицы представляютъ лишь среднія значенія, ибо непрерывныя колебанія въ силѣ свѣта въ томъ или другомъ направленіи вызывали въ теченіе одной минуты измѣненія послѣдней въ предѣлахъ отъ 60% до 250% средней силы свѣта.

ЭЛЕМЕНТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНІЯ.

	Постоян- наго тока.	Переменнаго тока.	
		Лампа А.	Лампа С.
Полная разность потенциаловъ, въ вольтахъ	108	103,2	110
Сила тока, въ амперахъ	4,96	5,84	7
Кажущаяся мощность, въ ваттахъ	—	602	770
Истинная " " "	536	407	484
Мощность тока, потребляемая лампою, въ ваттахъ	152	80	116
Максимальная сила свѣта, въ единицахъ Гейфнера-Альтенка	416	203	158
Сила свѣта полусферическая верхняго полушарія, въ "	106,5	91,8	68,4
" " " нижняго "	288	129,1	99
Средняя сила свѣта лампы "	197,3	110,5	83,8
Истинное потребленіе тока на лампу, въ ваттахъ	384	327	364
Полное удѣльное потребленіе тока, въ ваттахъ на 1 ед. Гейф.-Альт.	2,72	3,68	5,76
Истинное " " на лампу " "	1,95	2,96	4,34

Какъ явствуетъ изъ этой таблицы, лампа С значительно ниже по своимъ качествамъ, нежели лампа А. Хотя здѣсь не вполне умѣстно распространяться о результатахъ, полученныхъ съ лампою С, однако изъ сравненія съ лампою А наглядно видно, какое огромное вліяніе оказываютъ на достоинство лампы способъ регулировки и другія съ перваго взгляда второстепенныя причины.

На основаніи изложенныхъ изслѣдованій можно, безъ значительной погрѣшности, допустить, что истинная величина удѣльнаго потребленія закрытой дуговой лампы составляетъ около:

2 ватта на свѣчу для лампы постоянного тока.

3 " " " " " переменнаго " "

Въ свѣтъ же постояннаго напряженія въ 110 вольтъ, удѣльное потребленіе возрастаетъ до:

2,7 ватта на свѣчу для лампы постоянного тока.

3,7 " " " " " переменнаго " "

Но хорошія лампы накалыванія потребляютъ въ настоящее время нѣсколько менѣе 3,5 ватта на свѣчу, откуда слѣдуетъ, что при равной силѣ свѣта закрытая дуговая лампа постоянного тока предпочтительнѣе обык-

новенной калильной лампы которая, въ свою очередь, выгоднѣе закрытой дуговой лампы переменнаго тока, по крайней мѣрѣ, вперѣ до новыхъ испытаній, ибо еще никто не подвергалъ изслѣдованію весьма характерныя цвѣтковыя особенности дуги переменнаго тока и ихъ непрерывныя варіаціи въ отношеніи ихъ физиологическаго дѣйствія на органы зрѣнія.

(L'Industrie electrique, № 165).

Элементъ Вестона. Обыкновенно при всѣхъ электрическихъ измѣреніяхъ за нормальный элементъ принимаютъ элементъ Латимера Кларка и съ нимъ производятъ сравненіе электродвигательныхъ силъ изслѣдуемыхъ элементовъ. Но онъ имѣетъ весьма большой температурный коэффициентъ, а потому при измѣреніяхъ долженъ помѣщаться въ хорошо устроенномъ термостатѣ. Кромѣ того цинковый купоросъ, представляющій одну изъ составныхъ его частей, претерпѣваетъ при 39° молекулярное измѣненіе, состоящее въ дегидратациі: молекулы типа $Zn SO_4 \cdot 7H_2O$ превращаются въ молекулы $Zn SO_4 \cdot 6H_2O$, теряя одну частицу воды. вмѣстѣ съ тѣмъ эта потеря сопровождается из-

мѣненіемъ температурныхъ коэффициентовъ растворимости и электродвижущей силы.

Егеръ и Вахсмутъ (Jaeger и Wachsmuth), изслѣдуя элементъ Вестона, нашли, что температурный коэффициентъ электродвигательной силы послѣдняго въ двадцать разъ меньше т. коэффициента Латимера Кларка, а слѣдовательно работа съ нимъ болѣе удобоисполнима, чѣмъ съ послѣднимъ.

Имъ же удалось констатировать и у этого элемента особенную точку при 15° С, въ которой происходитъ мгновенное измѣненіе температурнаго коэффициента. Послѣднее заставляетъ предполагать, что при этой температурѣ сѣрнокислый кадмій $\text{CdSO}_4 \cdot \frac{8}{3}\text{H}_2\text{O}$ претерпѣваетъ также нѣкоторое молекулярное измѣненіе.

Когенъ и Констаммъ (Cohen и Kohnstamm) при своихъ опытахъ подтвердили это явленіе и пришли къ заключенію, что, пользуясь этимъ элементомъ, не слѣдуетъ держать его при температурѣ ниже 15°, необходимо продержатъ элементъ около получаса и затѣмъ оставлять еще около двухъ часовъ прежде, чѣмъ начать работу, для полнаго достиженія стационарнаго состоянія.

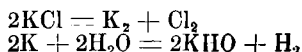
(Eclairage électrique № 50).

Изученіе электролиза хлористыхъ щелочей. Винтелеръ (Winteler). Электролизъ хлористыхъ солей щелочныхъ металловъ, при которомъ взятый препаратъ разлагается на хлоръ и ѣдкую щелочь (получающуюся вслѣдствіе вторичной реакціи металла на воду) весьма рано изъ области лабораторныхъ изслѣдованій перешелъ въ промышленность. Значительное число заводовъ, добывающихъ теперь ѣдкое кали, обязаны своимъ возникновеніемъ введенію электролитическаго способа его полученія. Однако, работа ихъ ограничивается исключительно электролизомъ хлористаго кали, что обусловливается малымъ вѣсомъ эквивалента натрія (23, а эквивалентъ кали 39) и малой стоимостью ѣдкаго натра. Дѣйствительно

1 амперъ-часъ даетъ при электролизѣ:

хлористаго кали—1,323 гр. хлора и 2,095 гр. ѣдкаго кали
хлористаго натрія—1,323 „ „ и 1,496 „ „ натра.

Теоретическая реакція для ѣдкаго кали представляется системою двухъ уравненій:



но на практикѣ дѣло значительно усложняется побочными реакціями, зависящими отъ выбора соответственныхъ электродовъ, концентраціи раствора, діафрагмы электролитической ванны и плотности тока.

Такъ какъ 1 квадратный метръ платины при толщинѣ 0,05 мм. вѣситъ все таки 1050 гр. и стоитъ около 1.000 рублей, то единственнымъ пригоднымъ въ техникѣ матеріаломъ для анодовъ является уголь. Послѣдній хотя и поглощаетъ значительное количество выделяющагося хлора, но не разѣдается имъ. Кромѣ того, выделяющійся на анодѣ хлоръ реагируетъ съ водою, давая соляную кислоту и выделяя кислородъ, который *in statu nascendi* легко дѣйствуетъ на уголь, окисляя его въ окись углерода и далѣе въ углекислый газъ. Образование послѣднихъ внутри электрода вызываетъ механическое дѣйствіе на послѣдній, ведущій къ раздробленію его и образованію осадка.

Кромѣ плотности угля, которая измѣняется въ весьма широкихъ предѣлахъ, въ зависимости отъ способа его полученія, пригодность его для анодовъ при электролизѣ обусловливается еще и другими особенностями: наибольшую сопротивляемость раздробленію обладаютъ угли, которые содержатъ мало водорода и не содержатъ карбидъ-кальція. Образование же послѣдняго всегда возможно въ тѣхъ случаяхъ, когда матеріалъ, изъ котораго приготовлялся уголь, заключаетъ нѣкоторое количество щелочныхъ земель и обжиганіе происходило при высокой температурѣ.

Образованіе углекислаго газа и само по себѣ является уже вреднымъ явленіемъ, такъ какъ онъ смѣшивается

съ получаемымъ хлоромъ. При пользованіи послѣднимъ нужно газъ пропускать предварительно черезъ насыщенный растворъ хлористаго кальція или черезъ обожженную известь.

Избрать подходящія діафрагмы представляетъ второй трудный пунктъ на практикѣ. Діафрагмы должны хорошо сопротивляться дѣйствію хлора и щелочей, препятствовать смѣшиванію растворовъ аноднаго и катоднаго отдѣленія и въ то же время легко пропускать двигающіеся ионы.

При своихъ изслѣдованіяхъ авторъ пользовался хорошо обожженными фарфоровыми діафрагмами. Онѣ имѣли толщину 5 мм. и поглощали воду въ количествѣ около 15% собственного вѣса.

Электролитическая ванна состояла изъ толстостѣнныхъ стеклянныхъ колецъ, имѣвшихъ отверстія съ шлифованными трубками, служащими для наполненія и опорожненія внутренняго пространства; кромѣ того, еще имѣются два отверстія: одно для вставленія термометра и другое весьма узкое для выхода выделяющихся газовъ. Между кольцами помѣщалась діафрагма, а къ краямъ прикладывались пластинки, служившія электродами, и все стягивалось каучуковыми кольцами.

Первая серия опытовъ производилась съ нейтральнымъ 20% растворомъ хлористаго кали. Электродами служили: анодомъ—угольная, катодомъ—железная пластинка, напряжение на зажимахъ ванны было 2,9 вольта и плотность тока 1 амперъ на 1 кв. дец. площади діафрагмы. Разстояніе между электродами ванны равнялось только 4,5 см., такъ что въ каждомъ отдѣленіи помѣщалось 70 куб. см. жидкости. Температура измѣнялась въ предѣлахъ 17—20° С. и число амперъ-часовъ опредѣлялось мѣднымъ вольтметромъ. Изслѣдованія эти показали, что наряду съ разложеніемъ хлористаго кали наступаетъ черезъ нѣкоторое время и разложеніе ѣдкаго кали, и также диффузія послѣдняго изъ катоднаго отдѣленія въ анодное. Это значительно уменьшаетъ полезное дѣйствіе тока. При прохожденіи 2,09 амперъ-часовъ концентрація ѣдкаго кали въ катодномъ отдѣленіи достигла 5,26%, а растворъ содержалъ только 3,737 гр. щелочи вмѣсто 4,389 гр. приходящихся по расчету, т. е. всего 85,1%.

При увеличеніи концентраціи отъ болѣе продолжительнаго дѣйствія тока до 8,03% полезное дѣйствіе только 70,7%.

Увеличеніе же ся до 11,37% сводитъ послѣднее на 68,9%.

Такимъ образомъ, для сохраненія полезнаго дѣйствія тока не менѣе 70% приходится довольствоваться 8% растворомъ получасовой щелочи.

Изслѣдованія газа, выделяющагося на анодѣ во всѣхъ опытахъ, показало, за небольшими отклоненіями слѣдующее:

Хлора	95,2%
Углекислоты	1,2%
Кислорода	3,4%
Окиси углерода	0,05%
Непоглощаемаго газа	0,1%

Кромѣ того, непосредственные анализы показали въ анодномъ отдѣленіи во всѣхъ случаяхъ появленіе свободной соляной кислоты, что и служитъ причиною уменьшенія содержанія хлора. Единственное средство, ослабляющее реакцію послѣдняго по виду есть подкисленіе аноднаго раствора, но тогда полезное дѣйствіе тока еще болѣе уменьшается.

Авторъ испыталъ послѣ этого дѣленія ваннъ двумя діафрагмами на три отдѣленія. При прохожденіи 4,02 амперъ-часовъ концентраціи щелочи оказались въ катодномъ отдѣленіи 8,4%, и въ среднемъ отдѣленіи 1,5%, причемъ полное полезное дѣйствіе тока достигло 90,5%. Даже при достиженіи концентраціей соответственно 13,6% и 3,26% оно оставалось еще 81%.

Такимъ образомъ польза второй діафрагмы очевидна, но зато сопротивленіе ванны значительно возрастаетъ и опыты съ двумя діафрагмами велись при 4,4 вольта напряженія.

Дальнѣйшія изслѣдованія велись надъ полученіемъ соли хлорноватистой и хлорной кислоты. Относительно первой опыты не дали новыхъ существенныхъ результатовъ.

Что касается полученія хлорнокаліевоѣ соли при электролизѣ хлорноватокаліевоѣ, то этотъ способъ, найденный еще въ 1816 году, Студиономъ, не получая однако, надлежащей разработки и до настоящаго времени оставался открытымъ вопросъ, получается ли эта соль при электролизѣ хлорноватокаліевоѣ соли, какъ вредная примѣсь или какъ побочный продуктъ, который можно отдѣлать, а также каковы тѣ условія, при которыхъ можно бы получить хлорнокаліевую соль съ наибольшею выгодною при помощи тока.

Хлорноватокаліевая соль, получаемая на заводахъ также по преимуществу электролитическимъ путемъ, не содержитъ, однако, ни малѣйшихъ слѣдовъ дальнѣйшаго окисленія. Опыты, произведенные съ дѣлюю убѣдиться въ этомъ, съ солью, полученною съ завода Валларбс (Швейцарія) вполне подтвердили сказанное.

Авторъ произвелъ опыты электролиза хлорноватокаліевоѣ соли въ электролитической ваннѣ Верлина (Wehrlin), при чемъ токомъ воды регулировалась температура электродовъ. Послѣдніе были платиновые и находились на разстояніи 20 мм. Разность потенциаловъ на зажимахъ ваннъ достигала 6,4 вольта, а плотность тока 4 ампера на 1 кв. дециметръ. Изъ этихъ опытовъ оказалось, что при поддержаніи температуры электродовъ не выше комнатной изъ раствора хлорноватокаліевоѣ соли, насыщеннаго при 10° C, получается электролизомъ при значительномъ полезномъ дѣйствіи тока хлорнокаліевая соль.

Это полезное дѣйствіе однако быстро понижается по мѣрѣ того, какъ выкристаллизовывается послѣдняя, что видно изъ слѣдующей таблицы:

Продолжительность опыта въ мин. Полезное дѣйствіе тока въ %.

15	74,3
30	49,3
45	33,1
60	29,9
75	17,8
90	15,5
105	9,9
120	8,8

Температура анода при этомъ опытѣ измѣнялась въ предѣлахъ 10—13° C.

При болѣе высокой температурѣ полезное дѣйствіе тока значительно уменьшается и при 100° совершенно исчезаетъ.

Затѣмъ были произведены опыты съ хлорноватонатріевою солью въ 20% растворѣ. Образованіе хлорноватріевоѣ соли наблюдалось во всѣхъ случаяхъ, причемъ особое вниманіе было обращено на плотность тока. Плотность отъ 4 до 8 амперъ на 1 кв. дец. оказывается наиболѣе выгодною, такъ какъ даетъ полезное дѣйствіе, въ продолженіе 5 часовъ остающееся выше 90%. Любопытно при этомъ, что если растворъ не размѣшивать, то максимумъ полезнаго дѣйствія наблюдается не въ самомъ началѣ опыта, какъ то было съ калиевою солью, а спустя нѣкоторое время. Этотъ максимумъ зависитъ отъ образованія свободной хлорной кислоты, такъ какъ жидкость у анода дѣлается слегка кислою. Дѣйствительно, прибавленіе около 2% свободной кислоты повышало полезное дѣйствіе съ самого начала опыта до 95%.

При болѣе крѣпкихъ растворахъ, напр., 50% дѣйствіе сохраняется во всей силѣ, причемъ повышение температуры дѣйствуетъ подобнымъ же образомъ, какъ и въ случаѣ калийной соли. При температурѣ кипѣнія воды (100°) окисленія на анодѣ и образованія хлорной соли не только не наблюдалось, но даже замѣчалось обратное дѣйствіе—возстановленіе съ образованіемъ хлористаго натрія.

(Zeit. f. Elektrochemie, №№ 1, 5 и 18).

БИБЛІОГРАФІЯ.

Kalender für Elektrotechniker. Herausgegeben von F. Uppenborn. Sechzehnter Jahrgang 1899. München und Leipzig. Verlag von R. Oldenbourg. 1899.

Календарь для электротехниковъ. Ф. Уппенборнъ. Шестнадцатый годъ. 1899. Въ двухъ частяхъ. Цѣна 5 герм. мар. (=2 р. 50 к.).

Появилось новое изданіе извѣстнаго календаря Уппенборна. Говорить о достоинствахъ книги мы не будемъ, такъ какъ она давно пользуется большимъ успѣхомъ среди электротехниковъ и была подробно разобрана нѣсколько лѣтъ тому назадъ на страницахъ нашего журнала. Въ изданіи этого года, по сравненію съ прошлыми, внесено много новаго, а кое что и выкинуто лишнее. Отдѣлы о магнитныхъ и электрическихъ измѣреніяхъ переработаны заново, нѣкоторые методы, какъ имѣющіе лишь лабораторный интересъ, были выкинуты.

Многіе отдѣлы, какъ напр. объ электрическомъ освѣщеніи, электрическихъ желѣзныхъ дорогахъ по полнотѣ и подбору матеріала не оставляютъ желать ничего болѣе. Таблицы также исполнены значительно, такъ напр. внесено много существенно важнаго относительно сопротивленія и вѣса проводовъ, сопротивленія изоляторовъ пробиванію токомъ. Прибавлены данныя о вольтовой дугѣ переменнаго тока, а также относительно амортизаціи капитала.

Г. III.

Haeder's Merkbuch für die Industrie. Taschen-Ausgabe 1898—99. Herausgegeben von Herm. Haeder, Civil-Ingenieur. Duisburg.

Памятная книжка для техниковъ. Карманное изданіе на 1898—99 гг. Г. Хедеръ, инженеръ. Дунсбургъ. 1898—99. Въ двухъ частяхъ. Цѣна 3 герм. марш. (=1 р. 50 к.).

Только что вышедшая книжка Хедера можетъ быть очень полезна при составленіи смѣтъ на всякія механическія и частью электрическія устройства. Содержаніе книги приурочено для германской промышленности, но нѣкоторые отдѣлы ея имѣютъ общетехническое значеніе. Какъ и во всѣхъ подобныхъ изданіяхъ, въ книгѣ Хедера приведено нѣсколько таблицъ справочнаго характера—математическихъ и физическихъ величинъ. Затѣмъ, въ алфавитномъ порядкѣ собраны справки по всѣмъ отдѣламъ техники. Это самая цѣнная часть книги, въ ней собраны вѣса, промышленные размѣры и цѣны желѣза, фасоннаго желѣза, частей машинъ, котловъ, цѣлыхъ устройств и пр.

Особенно подробно разобраны паровыя машины, тутъ для каждаго типа даны главныя размѣры, число оборотовъ, число силъ машины, ея вѣсъ и цѣна въ герм. маркахъ. Цѣны, конечно, имѣютъ лишь для Германіи значеніе, но при нѣкоторой практикѣ можно и по этимъ цѣнамъ найти приблизительно вѣрные цѣны въ Россіи, конечно лишь для составленія первоначальной смѣты. Подобныя данныя, какъ размѣры и вѣсъ, всегда необходимы при составленіи проекта вчерпѣ, собирать же всѣ эти данныя по различнымъ источникамъ не такъ удобно. Въ этой небольшой энциклопедіи, собранной въ алфавитномъ порядкѣ, оставлено мѣсто для замѣтокъ, которыя всегда легко найти подъ соответствующей буквой. Слѣдующіе отдѣлы книжки для насъ почти совсѣмъ непригодны. Это не болѣе, какъ спутники по Германіи, почтовые и телеграфные тарифы и пр. Вторая часть книжонки предназначена исключительно для замѣтокъ и болѣешихъ чертежиковъ, для чего въ ней приложено нѣсколько листовъ прозрачной бумаги. Вообще же эта книжка можетъ быть иногда очень полезна, особенно начинающимъ техникамъ.

Г. III.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Присужденіе премій Французской Академіи Наукъ. Въ дополненіе къ замѣткѣ, помѣщенной въ предыдущемъ номерѣ журнала касательно присужденія премій Гульвига, сообщаемъ свѣдѣнія относительно другихъ премій Французской Академіи Наукъ, присужденныхъ въ годовомъ публичномъ засѣданіи ея. Ежегодная премія Гегнера (Gegner) въ 4.000 франковъ, предназначаемая „для поддержки ученаго, отмѣченнаго серіозною работою и могущаго вслѣдствіе этой поддержки продолжать болѣе плодотворно свои работы, служація для прогресса положительныхъ наукъ“, — была присуждена г-жѣ Кюри за ея интересную работу надъ магнитными свойствами различныхъ промышленныхъ разновидностей желѣза и стали, а также за изслѣдованіе, совмѣстно съ г. Кюри, надъ испусканіемъ такъ называемыхъ ураническихъ лучей болѣеюшимъ числомъ тѣлъ и въ частности тѣхъ, свойства которыхъ приложимы къ новому элементу, полонію. Премія Кастнера-Бурсо (Kastner-Boursault) въ 2.000 франковъ, предназначенная для награжденія лучшей работы по приложеніямъ электричества въ искусствѣ, въ промышленности и торговлѣ, была раздѣлена между Блонделемъ и Полемъ Дюбуа, съ одной стороны, и Жане съ другой, изъ которыхъ первые получили премію за ихъ трудъ „La traction électrique sur les voies ferrées“ *, а второй за „Cours d'électricité industrielle“, который онъ читаетъ въ Высшей электрической школѣ. Премія Лекера (Lecker) въ 10.000 фр., предназначаемая для награжденія работъ по химіи, была раздѣлена между Бертраномъ, Бюзинномъ и Бертелло, причемъ послѣднему за его работы надъ электропроводностью органическихъ солей.

Премія Генри Вильде присуждена Шарлю Шотту за совокупность его работъ по распредѣленію земнаго магнетизма въ Сѣверной Америкѣ.

Чрезвычайная премія въ 6.000 фр. была присуждена частью Г. Шарпи за его работы по механическому сопротивленію металловъ и соединенийъ, между которыми слѣдуетъ замѣтить изслѣдованіе о легкихъ соединеніяхъ алюминія. Премія Делаланда-Герино присуждена Эмилю Дамуръ за изслѣдованія по промышленному топливу, газовымъ печамъ и керамикѣ. Премію Франкера въ 1000 фр., которая предназначается для награжденія автора открытій или работъ, служащихъ къ прогрессу математическихъ наукъ, какъ чистыхъ, такъ и прикладныхъ, получилъ въ нынѣшнемъ году А. Ватин.

Паровая турбина и униполярная динамомашинна. Простота униполярной динамомашинны давно уже побуждала многихъ электротехниковъ дать ей практическое примѣненіе. Первымъ и главнымъ работникомъ въ этой отрасли былъ проф. Форбсъ (Forbes), который, начиная съ 1886 г., бралъ патенты на изобрѣтенія въ этой области. Въ 1886 году, фирма С. А. Parsons & Co, не зная о работахъ Форбса, построила униполярную динамо, вращаемую паровой турбиной со скоростью въ 400 оборотовъ въ секунду, дававшую 1000 амперъ при 3 вольтахъ, и взяла тогда же на это патентъ. Въ 1892 году этой же фирмой была выпущена другая униполярная машина, построенная уже по указаніямъ Форбса, но со значительными измѣненіями, и была поставлена на заводѣ Elmore Co, гдѣ она работала весьма успѣшно; эта именно машина была по всей вѣроятности первой униполярной динамо, получившей практическое примѣненіе. Она доставляла 6000 амперъ при 1¼ вольта и шла со скоростью въ 1000 оборотовъ въ минуту.

Начиная съ 1896 года фирма Parsons & Co выпускаетъ униполярныя машины вмѣстѣ съ паровыми турбинами, съ 5000 оборотовъ въ минуту, дающія до 150 киловаттъ.

Сила тока такой динамо огромна и задача состоитъ лишь въ повышеніи напряженія, что можетъ

быть достигнуто двумя путями, во-первыхъ усиливая интенсивность магнитнаго тока, и, во-вторыхъ, увеличивая скорость машины. Въ настоящее время можно безъ затрудненій имѣть 30 сильную паровую турбину со скоростью въ 30.000 оборотовъ въ минуту. Соединивъ ее непосредственно съ униполярнымъ дискомъ можно получить, въ предѣлахъ силы машины, уже измѣряемыя напряженіе и силу тока. Если мы, напримеръ, имѣемъ дискъ въ 80 дюймовъ въ діаметрѣ, то чрезъ его рабочую площадъ, скажемъ въ 35 кв. дюймовъ можно безъ затрудненій пропустить 35.000 силъ въ лошадей. При скорости диска въ 30.000 оборотовъ въ минуту, мы получимъ напряженіе въ 1,75 в. которое можетъ имѣть непосредственное примѣненіе ко многимъ гальванопластическимъ процессамъ. Увеличивая діаметръ диска до возможно большихъ размѣровъ, какіе только допустимы безъ опасности въ механическомъ отношеніи, мы можемъ поднять напряженіе до 15 или 20 вольтовъ, а соединяя такія машины въ серіи мы можемъ поднять до 40—50 вольтовъ, что уже можетъ имѣть во многихъ случаяхъ непосредственное примѣненіе. Если же можно будетъ получать вышеуказанные токи отъ такого простаго и дешеваго аппарата, какъ униполярная машина, то она весьма быстро найдетъ себѣ распространеніе.

Воздушная желѣзная дорога. Между Эльберфельдомъ и Барнепомъ строится электрическая желѣзная дорога весьма оригинальнаго типа. Это висаячая желѣзная дорога, весь путь который лежитъ надъ рѣкой Вунперомъ. Желѣзные ажурные устои расположены на разстояніи 50—65 футъ другъ отъ друга на особыхъ основаніяхъ, вѣданныхъ въ обѣихъ бережныхъ рѣкахъ; сверху устои соединяются желѣзными балками, къ которымъ прикрѣплены рельсы. Вагоны, вмѣстимостью въ 50—60 человѣкъ, висятъ на роликахъ, причемъ, на случай поломки осей, устроены автоматическія приспособленія, которыя поддерживаютъ тогда вагонъ. Скорость движенія предполагается около 40 верстъ въ часъ. Длина всего пути около 14 верстъ; высота его надъ поверхностью воды рассчитана такъ, чтобы вагонъ возвышался не менѣе чѣмъ на 16 футъ надъ уровнемъ пересѣкаемыхъ мостовъ; стаціи будутъ устроены надъ мостами, соединяясь съ послѣдними посредствомъ лѣстницъ. Вся постройка обойдется отъ 4 до 10 милліоновъ рублей и сооружается акціонерной компаніей Нюрнбергскаго машиностроительнаго завода.

Поднятіе цѣны на мѣдь. Въ послѣднее время на рынкѣ замѣчается быстрое поднятіе цѣны на мѣдь. Согласно послѣднимъ даннымъ, полученнымъ фирмой Мертонъ и К°, цѣна на сырую мѣдь поднялась въ промѣжуткѣ около двухъ мѣсяцевъ на 57 шил. 6 пенса въ тонну. Еще 15 октября (нов. стиля) она равнялась 52 фунтамъ 17 шил. 6 пенса въ тонну; 31-го числа того же мѣсяца, она уже была равна 54 ф. 15 шил., а къ 15 ноября она достигла 55 фуп. 15 шил. Такое быстрое поднятіе цѣны вызывается тѣмъ, что потребленіе мѣди растетъ скорѣе ея добычи и вслѣдствіе этого всѣ запасы сырой мѣди постепенно приходятъ къ концу. Три года тому назадъ въ различныхъ портахъ Англіи и Франціи, а также на пути къ нимъ, находилось около 50.383 тонны мѣди. Чрезъ двѣнадцать мѣсяцевъ это количество уменьшилось до 35.441 тонны; къ 31 октября 1897 года оно равнялось 34.389 тоннамъ, а къ 31 октября 1898 г. — лишь 25.738 тоннамъ. Такое истощеніе запасовъ произошло, несмотря на увеличеніе числа кораблей, совершающихъ рейсы изъ Америки и Австраліи въ Европу. Количества доставленной на рынокъ мѣди, за 1895—1897 годъ, составляли, согласно фирмѣ Мертонъ и К°, соответственно 334.563, 373.363 и 396.728 тоннъ. Большое число устраиваемыхъ въ настоящее время электрическихъ трамваевъ въ Англіи а также еще болѣе число всевозможныхъ электрическихъ установокъ на континентѣ произвели истощеніе запасовъ мѣди и, вслѣдствіе этого, поднятіе цѣны на нее. Трудно сказать, до какихъ предѣловъ могутъ дойти эти цѣны, но несомѣнно, что повышеніе ихъ

*) См. Электричество № 19 сего года стр. 270.

поведетъ къ усиленной добычѣ мѣди во всѣхъ странахъ, такъ что даже такіе рудники, какъ Австралійскіе, которые, благодаря высокому цѣнѣ добычи мѣди, были оставлены, могутъ снова начать разрабатываться. Кромѣ того, это поднятіе цѣнъ можетъ повести за собой большее примѣненіе алюминія для электрическихъ цѣлей.

Новый изоляторъ. Этотъ изоляторъ, главное назначеніе котораго—покрываніе кабелей, изобрѣтенъ Гечемъ (Getzch) и изготовляется слѣдующимъ образомъ. Нагрѣваютъ до температуры около 400° нѣкоторые смолистыя вещества, какъ-то озокеритъ, янтарь или асфальтъ, чтобы удалить изъ нихъ газообразныя вещества, летучія и вмѣстѣ съ тѣмъ легко сгущающіяся. Получается черноватый остатокъ, по консистенціи похожій на воскъ. Онъ и идетъ на покрываніе кабелей одинъ или въ соединеніи съ гуттаперчей или сѣрой. Полученная масса достаточно эластична, такъ что не образуетъ складокъ въ тѣхъ случаяхъ, когда кабель сгибается или свертывается. Пропорція веществъ, употребляемыхъ для этой цѣли, слѣдующая: 50 частей озокерита, 45 частей янтара и 5 частей асфальта.

Закрытая дуговая лампа на 220 вольтъ. Въ то время, какъ одни изобрѣтатели изыскиваютъ способы питанія трехъ дуговыхъ лампъ послѣдовательно при разности потенциаловъ въ 110—115 вольтъ, другіе пытаются включать только одну лампу въ отвлѣченіе при распредѣленіи въ 220 вольтъ. Типъ лампы, построенной General Electric Co и разрывающей эту задачу, поглощаетъ 220 вольтъ въ самой дугѣ при нормальной силѣ тока въ 2,5 ампера, что представляетъ потребленіе энергіи въ 550 ваттъ, изъ коихъ 300—приходится на самую дугу. Продолжительность горѣнія такой лампы—отъ 130 до 150 часовъ, при чемъ угли такой длины, что послѣ такого періода горѣнія верхній уголь можетъ замѣняться нижнимъ, такъ что обновляется только одинъ уголь. По словамъ американскихъ журналовъ, кратеръ менѣе свѣтелъ и болѣе фиолетовый, чѣмъ при дугѣ въ 110 вольтъ, но независимость кратера вознаграждаетъ это неудобство. Трудно сказать, что нибудь точное касательно экономическихъ преимуществъ этой лампы, тѣмъ болѣе, что фотометрическіе опыты не опредѣляютъ точно, что слѣдуетъ подразумѣвать подъ словами „менѣе свѣтелъ“ чѣмъ при закрытой дугѣ въ 110 вольтъ, которая и сама не очень свѣтла.

Электрическіе экипажи во время грозы. Во время сильной грозы 26 и 27 ноября въ Нью-Йоркѣ электрическіе экипажи еще разъ доказали свое преимущество надъ экипажами съ лошадиной тягой. Они отлично поддерживали сообщеніе, между тѣмъ, какъ лошади, пугаясь вспышекъ молніи и ударовъ грома, бѣснись и поэтому ѣзда на нихъ оказывалась невозможной, даже и при небоязливыхъ лошадяхъ, вслѣдствіе того, что онѣ скоро выбивались изъ силъ отъ сильной бури.

Толщина желѣзныхъ листовъ трансформатора. Извѣстно, что потеря энергіи въ желѣзѣ трансформатора зависитъ отъ гистерезиса и отъ токовъ Фуко. Потери отъ гистерезиса не зависятъ отъ толщины листовъ, но потеря отъ токовъ Фуко пропорциональна квадрату толщины, что приводитъ къ употребленію по возможности тонкихъ листовъ, если не считать толщину изоляціи между пластинами.

Для вполне опредѣленнаго магнитнаго потока индукція возрастаетъ съ уменьшеніемъ толщины листовъ, вслѣдствіе изоляціи, потеря отъ гистерезиса возрастаетъ; потеря отъ токовъ Фуко уменьшается при большой толщинѣ, но она быстро увеличивается, когда индукція достаточно велика для уравновѣшиванія дѣй-

ствія, происходящаго вслѣдствіе уменьшенія толщины листовъ. Изъ этого слѣдуетъ, что общая потеря будетъ имѣть минимальную величину, при данныхъ частотѣ и потокахъ, при извѣстной толщинѣ листовъ. Эту толщину опредѣлили Бедель, Клейнъ и Томсонъ (F. Bedell, K. Klein, T. Tomson), для различныхъ предположеній сообразно съ практическими данными относительно употребляемыхъ листовъ. Они нашли, что для листовъ, коэффициентъ Штейнметца которыхъ $\mu = 0,002$ при толщинѣ изоляціи въ 46 микронъ (около 0,05 мм.), толщина, дающая минимумъ полной потери, заключается между 25 и 37 сотыми миллиметра. Эти цифры, выведенныя теоретически, вполне сходятся съ практикой.

Электрическое сопротивление желѣзныхъ проволокъ. Какъ извѣстно, электрическое сопротивление желѣзныхъ проволокъ гораздо больше для переменныхъ токовъ, чѣмъ для постоянныхъ. Если бы величина магнитной проницаемости проволоки была постоянна, то было бы легко высчитать сопротивление для каждаго даннаго случая. Но для желѣза подобныя вычисленія весьма недостаточны. Дэнно (H. N. Denio) произвелъ нѣсколько измѣреній сопротивленій различныхъ желѣзныхъ проволокъ при переменномъ токтъ въ 135 періодовъ въ секунду. Онъ нашелъ, что для токовъ небольшой силы сопротивление было то же, что и для постоянного тока. По мѣрѣ усиленія переменнаго тока увеличивалось и сопротивление проволоки, сравнительно съ сопротивленіемъ ея постоянному току, и достигало нѣкотораго максимума. Этотъ максимумъ сопротивления проволоки обыкновенно превышалъ въ три раза сопротивление постоянному току. Для очень сильныхъ токовъ сопротивление падало опять, что зависело по всей вѣроятности отъ частичнаго насыщенія внутреннихъ слоевъ желѣза.

Телефонная линія въ 3100 км. Американскіе журналы сообщаютъ, какъ новость, о производившихся въ самое послѣднее время опытахъ переговоровъ по телефону между городами Бостонъ и Литтл-Рокъ (въ Арканзасѣ) на разстояніи свыше 19.000 англ. миль или приблизительно 31.000 километровъ. Опыты указали на полную возможность сношеній даже на такомъ грандіозномъ, можно сказать, разстояніи.

Новая электрическая лампа. Въ Америкѣ появилась недавно новая карманная электрическая лампа. Она представляетъ изъ себя цилиндръ, длиною въ 9 дюймовъ и немного болѣе одного дюйма діаметромъ, и походитъ нѣсколько на зрительную трубку. Этотъ фонарь не имѣетъ проводника, такъ что можетъ употребляться въ самыхъ опасныхъ, въ пожарномъ отношеніи, мѣстахъ; онъ содержитъ три элемента, дающихъ напряженіе до 3 вольтъ и снабженъ усиливающимъ рефлекторомъ. Когда батарея прекращаетъ свое дѣйствіе, то она можетъ быть заряжена вновь или же замѣнена новою.

Электрическіе механизмы въ театрахъ. Дирекція театра Drury Lane принадлежитъ честь обширнаго примѣненія электрическихъ машинъ для дѣйствующихъ механизмовъ сцены. Первая часть этихъ новыхъ механизмовъ уже установлена, и посредствомъ нихъ можно поднимать и опускать по частямъ площадь сцены около 120 кв. метровъ, а также весьма легко и быстро поднимать и опускать декорации простымъ замыканіемъ выключателей, соединенныхъ съ электродвигателями. Эта интересная установка, можно думать, вызоветъ серьезныя реформы въ театральномъ механикѣ. Можно надѣяться, что впредь электродвигатель займетъ въ театрѣ такое же почетное мѣсто, какъ и электрический свѣтъ, безъ котораго въ настоящее время не можетъ обойтись ни одинъ мало-мальски значительный театръ.