

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Расчетъ многофазныхъ двигателей.

Статья Г. Н. Шведера.

(Окончаніе).

I. Проектирование индуктора.

Наибольшая индукція B въ желѣзѣ опредѣляется числомъ періодовъ, принятымъ числомъ процентовъ потери и поверхностью излученія. В обыкновенно берутъ такимъ же, какъ и для хорошо спроектированныхъ трансформаторовъ. Можно принимать для B слѣдующія значенія:

Для 40 періодовъ . . .	$B = 6.500 - 5.500$
" 50 " . . .	" $= 6.000 - 5.000$
" 60 " . . .	" $= 5.000 - 4.500$
" 80 " . . .	" $= 4.500 - 4.000$
" 100 " . . .	" $= 4.000 - 3.500$
" 120 " . . .	" $= 3.500 - 3.000$

Для расчета числа оборотовъ N индуктора можно пользоваться нѣкоторой эмпирической постоянной, полученной Кольбеномъ для нормальныхъ значеній индукціи. Эта постоянная C — есть число амперъ-витковъ на 1 см. внутренней окружности поля.

Пусть D_1 въ см. есть диаметръ арматуры

$$D_1 = \frac{60U_1}{\pi V}, \text{ гдѣ } U_1 = 1.500 - 2.500 \text{ см. — периферическая скорость въ 1"}$$

и пусть \bar{Y} — квадратному корню изъ средней величины квадрата силы тока въ амперахъ при полной нагрузкѣ. Тогда постоянная C выразится слѣдующимъ образомъ:

$$C = \frac{\bar{Y}N}{\pi D_1} \quad (2)$$

Для 40—80 періодовъ и индукціи въ междужелѣзномъ пространствѣ $= 2.000$ до 3.000 значеніе C колеблется въ предѣлахъ 100 — 150. Приведенная эмпирическая формула очевидно есть грубое приближеніе и должна быть въ каждомъ частномъ случаѣ примѣняема осмотрительно.

Изъ (2) опредѣлимъ число оборотовъ на индукторѣ

$$N = \frac{PD_1 C}{\bar{Y}} \quad (3)$$

Чтобы найти точно \bar{Y} — силу тока при полной нагрузкѣ, необходимо знать заранее совершенно точно силу тока при порожнемъ ходѣ. Способъ расчета этой послѣдней будетъ приведенъ ниже. Довольно точное приближеніе получится на основаніи нѣкотораго опыта, принимая \bar{Y} на нѣсколько процентовъ больше истинной силы тока

$$\bar{Y}_1 = \frac{W_1}{\eta E};$$

гдѣ η — коэффициентъ полезнаго дѣйствія двигателя при полной нагрузкѣ, E — квадратный корень изъ средней величины квадрата электродвижущей силы дѣйствія.

Эта первичная или индуктирующая обмотка должна быть по всей поверхности распредѣлена равномерно по отверстиямъ такимъ образомъ, чтобы уменьшить до minimum'a магнитное сопротивление междужелѣзнаго пространства. Длина междужелѣзнаго пространства должна быть настолько велика, чтобы было достаточно мѣста между вращающейся арматурой и неподвижнымъ полемъ и колеблется между 1—2 мм. для самыхъ малыхъ и большихъ двигателей. Изъ полного числа оборотовъ N (или числа проволокъ на барабанной арматурѣ) опредѣляется наибольшее значеніе полного потока изъ известной формулы для трансформаторовъ

$$BS = \frac{\sqrt{2} \cdot E \cdot 10^8}{2\pi n \cdot N} \quad (4)$$

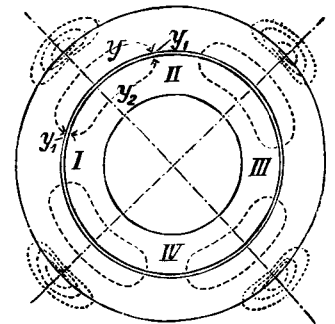
гдѣ S — дѣйствительное (effectiv) сѣченіе поля, N — полное число проволокъ индуктора, B принимаетъ различныя значенія въ зависимости отъ числа періодовъ и опредѣляется по приведенной таблицѣ. Изъ этого полного потока только нѣкоторая часть идетъ съ пользой, т. е. проникаетъ черезъ арматуру и индуктируетъ въ стержняхъ арматуры тока, которые и производятъ требуемую механическую работу между полемъ и арматурой. Другая часть образуется прямымъ переходомъ отъ полюса къ полюсу, именно на наружной поверхности желѣзнаго индуктора, т. е. образуетъ поле утечки (фиг. 1).

Эта утечка растетъ съ длиной междужелѣзнаго пространства, индукціей въ полѣ и междужелѣзномъ пространствѣ и якорѣ, съ поверхностью излученія и съ числомъ полюсовъ. Кольцевая обмотка, очевидно, произведетъ большую утечку, чѣмъ барабанная. Поле утечки увеличивается съ увеличеніемъ нагрузки и достигаетъ громаднаго значенія при пусканіи двигателя въ ходъ. Поэтому, при пусканіи двигателя въ ходъ полезный потокъ уменьшенъ до minimum'a именно въ тотъ моментъ, когда нужна какъ разъ наибольшая напряженность поля. Другая причина утечки заключается въ томъ, что отверстия для проволокъ окружены слюдомъ желѣзомъ (фиг. 2). Употребленіемъ на половинѣ сомкнутыхъ отверстій можно значительно уменьшить эту утечку (фиг. 3).

Полезный потокъ Z поэтому выразится слѣдующимъ образомъ:

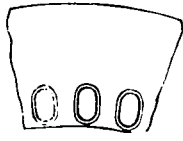
$$Z = XSB. \quad (5)$$

гдѣ $X < 1$. При нагрузкѣ и нормальной скорости X колеблется въ предѣлахъ 0,95—0,8.

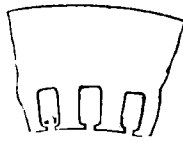


Фиг. 1.

Коэффициент утечки по Кольбену $X = 0,8 - 0,95$ есть лишь одна часть полного коэффициента σ , т. е.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

этот коэффициент $X = V_1$ ибо

$$\sigma = 1 - \frac{1}{V_1 V_2};$$

полагая $V_1 = 0,8 - 0,9$, мы получим приблизительно правильную величину для σ .

Из действительного сечения поля S можно определить размеры h и l железа индуктора (фиг. 4).

$$S = 0,85 \text{ } h l,$$

где 15% пошли на бумажную изоляцию железных листов. Для определения l выберем индукцию в межжелезном пространстве B_1 ; при этом заметим, что намагничивающий ток растёт с увеличением B_1 . При $2p$ полюсах действительная поверхность одного полюса $= \frac{0,85 \pi D_1 l}{2p} \text{ } cm^2$ и полезный поток через один полюс

$$2Z = \frac{0,85 \pi D_1 l B_1}{2p} \quad (6)$$

откуда

$$l = \frac{4pZ}{0,85 \pi D_1 B_1},$$

и подставляя вместо Z его значение из (4) и (5), получим

$$l = \frac{0,34 X p \bar{E} 10^8}{D_1 B_1 n N} \quad (7)$$

и

$$h = 0,78 \frac{B_1 D_1}{X p B}.$$

Для 40—80 периодов и наименьшей длины межжелезного пространства можно B_1 брать $= 4.000 - 2500$. Зная эти размеры железа и индукцию, можно определить потери на гистерезис и ток Фуко в индукторе (см. ур. 18 и 19), а также длину обмотки, сопротивление и потерю мѣди в индукторе.

Сечение проволоки, составляющих обмотку поля можно найти следующим образом:

$R = \rho \frac{l}{S}$; где r — сопротивление одного стержня обмотки, ρ удельное сопротивление мѣдной проволоки $= 0,0092034$ ом миллиметра (при 0° для проволоки 1 мм. в диаметре, 1 мм. длины);

l — длина одной проволоки и ее соединений в мм.

S — сечение проволоки в мм².

$$S = \frac{\pi d^2}{4}; \text{ где } d \text{ — диаметр стержня обмотки.}$$

Для практических целей берут $r = \frac{0,00025}{d^2} l = \frac{0,0002}{S} l$, т. е. принимают ρ не при 0°, а при некой средней температуре $= \infty 33^\circ C$.

II. Проектирование арматуры.

Пусть двигатель отдаёт нормальное число W_1 ватт при отставании $\frac{1}{s}$, и пусть его число оборотов

$V \left(1 - \frac{1}{s}\right)$. Если бы двигатель обладал теоретическим числом оборотов, тогда в стержнях арматуры не могла бы индуцироваться электродвижущая сила, ибо тогда не было бы разности между скоростями вращения стержней арматуры и скоростью вращения индуцирующего поля. Но благодаря нагрузке происходит отставание, в силу которого индуцируется электродвижущая сила в стержнях арматуры. Вследствие чего индуцируются токи в этих стержнях, сила которых зависит от величины отставания и сопротивления арматуры. Работа, совершаемая двигателем, есть функция этих токов. Эти токи производят в мѣди арматуры потерю в w_1 ватт, которая с отставанием служит мѣрилом коэффициента полезного действия двигателя.

Пусть арматура обмотана в u секций, по m проволоке в каждой, и пусть эти m проволок соединены последовательно. Каждая из секций пусть независимо от других коротко замкнута на себя. Сопротивление одной проволоки, включая сюда и поперечные соединения пусть r_1 , тогда $R_1 = m r_1$ — полное сопротивление одной секции. При индукции B_1 , вызванной полем, отставанием $\frac{1}{s}$ и периферической скорости

$$U_1 = \frac{\pi D_1 V \left(1 - \frac{1}{s}\right)}{60}$$

в m проволоках одной секции, из которых каждая обладает длиной l (фиг. 4) — индуцируется электродвижущая сила

$$E_1 = \frac{m l B_1 U_1}{10^8 s} \quad (9)$$

Потеря в мѣди u секций арматуры

$$w_1 = u \frac{E_1^2}{R_1} \quad (10)$$

Так как двигатель вращается относительно нагрузки с отставанием $\frac{1}{s}$, то полная полезная мощность его в ваттах должна быть в s раз больше потерь в мѣди, т. е.

$$W = \frac{\bar{E}_1^2}{R_1} u s$$

и, так как $W = W_1 + w_1$, то полезная мощность двигателя

$$W_1 = \frac{\bar{E}_1^2}{R_1} u (s - 1) \quad (11)$$

Подставляя сюда вместо E_1 его значение из (9) и полагая $m u = N_1$ — полному числу проволок арматуры, получаем следующее важное выражение для полезной мощности двигателя

$$W_1 = \frac{N_1^2 l^2 B_1^2 U_1^2}{10^{16} u R_1} \frac{s - 1}{s^2} \quad (12)$$

а отсюда сопротивление одной секции арматуры

$$R_1 = \frac{N_1^2 l^2 B_1^2 U_1^2}{10^{16} u W_1} \frac{s - 1}{s^2} \quad (13)$$

Квадратный корень из среднего значения квадрата силы тока в стержнях арматуры в амперах

$$Y_1 = \frac{\bar{E}_1}{R_1} = \frac{m l B_1 U_1}{10^8 R_1 s} \quad (14)$$

Из последних трех формул мы видим, какие факторы главным образом обуславливают полезную работу фазного двигателя.

Эти формулы имеют общее значение; для случая арматуры коротко замкнутой Добровольского (фиг. 5), мы должны положить $u = 1$ и при определении сопротивления арматуры обратить внимание на то, что стержни арматуры кольцами замыкаются параллельно.

¹⁾ См. Loppé et Bouquet, II vol. 1896 стр. 310. Traité théorique et pratique des courants alternatifs industriels.

Что касается вторичной цепи, то ее лучше определять по Арнольду. Пусть R_1 и R_2 сопротивление первичной и вторичной цепи на фазу; m_1 и m_2 числа фаз цепи, E_1 и E_2 электродвижущая сила $\bar{E} = \frac{E_1}{\sqrt{2}}$ и $\bar{E}_2 = \frac{E_2}{\sqrt{2}}$ их средняя электродвижущая сила; p —число

парь полюсов, L_1 и L_2 коэффициент самоиндукции на фазу, M —коэффициент взаимной индукции между одной фазой первичной и вторичной обмоток, D —момент вращения двигателя и заметим, что $M^2 = b^2 L_1 L_2$, а также, что $\frac{M}{L_2} = \frac{N_1}{N_2}$, где N_1 и N_2 —числа оборотов проволоки на фазу. Тогда мы получаем следующее соотношение

$$\frac{m_1 L_1}{m_2 L_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

откуда

$$R_2 = R_1 \frac{m_2 L_2}{m_1 L_1} = R_1 \frac{m_2 N_2^2}{m_1 N_1^2} \quad (a)$$

Полагая коэффициент утечки b (по терминологии Арнольда) = 1. Получим момент вращения двигателя

$$D = \frac{a R_2}{R_1^2 \frac{m_2 L_2}{m_1 L_1} + R_1^2 \frac{m_1 L_1}{m_2 L_2} + 2 R_1 R_2}$$

где a постоянная.

Полагая $R_1 = 0,1$ и $\frac{m_1 L_1}{m_2 L_2} = 10$, получим на диаграмме кривую А. Диаграмма эта (фиг. 4) представляет зависимость между моментом вращения D, R_2 и коэффициентом превращения $\frac{N_1}{N_2}$. Полагая $R_1 = 0,1$ и $\frac{m_1 L_1}{m_2 L_2} = 100$, получим кривую В. Момент вращения растет вместе с R_2 и достигает максимума для R_2 , полученного из выражения (а). Это сопротивление R_2 (соответствующее максимуму D) тем меньше, чем больше отношение $\frac{N_1}{N_2}$.

Отсюда следует, что изменяя коэффициент превращения для двигателя, мы должны часто менять и сопротивление обмотки. Утечка влечет за собой уменьшение момента вращения и увеличение R_2 . Принимая во внимание утечку (т. е. полагая $b < 1$), мы получим две другие кривые A_0 и B_0 , а если утечка велика, то кривую А'. Точно определить эти кривые очень трудно, ибо коэффициент b значительно меняется. Чем меньше R_2 , т. е. чем больше мѣди на обмотку, тем меньше то число линий силы, которое может проникнуть в железо обмотки и тем меньше b . Кривые A_1, A_0 и B_1, B_0 тем больше приближаются одна к другой, чем больше R_2 .

Все величины вторичной цепи связаны с соответствующими величинами первичной. Мы не будем выводить эти формулы, так как это относится к теории двигателей. Арнольд их дает в следующем виде:

$$\bar{E}_2 = b \frac{N_1}{N_2} \bar{E}_1 g, \text{ где } g = \frac{p_1 - p_2}{p_1} \text{— коэффициент от-$$

ставания двигателя, его берут $= 4 - 5\%$.

$$I_2 = \frac{b}{R_2} \frac{N_2}{N_1} \bar{E}_1 g$$

$$P = b^2 \frac{m^2}{R_2} \frac{N_2^2}{N_1^2} \bar{E}_1^2 g (1 - g); \text{ P — мощность двигателя в ваттах.}$$

$$R_2 = b^2 \frac{m^2}{p} \frac{N_2^2}{N_1^2} \bar{E}_1^2 g (1 - g)$$

$$D = \frac{b^2 p}{2\pi n_1} \frac{m^2}{R_2} \frac{N_2^2}{N_1^2} \bar{E}_1 g$$

$$n_2 = \frac{60 n_1}{p} (1 - g) \text{— угловая скорость индуктора, где}$$

$$n_1 \text{— число первичных периодов тока.}$$

$$p_1 = \frac{2\pi n_1}{p} \text{ для многополюсного двигателя и}$$

$$p_1 = 2\pi n_1 \text{ для двухполюсного двигателя.}$$

III. Определение силы намагничивающего тока и силы тока при полной нагрузке.

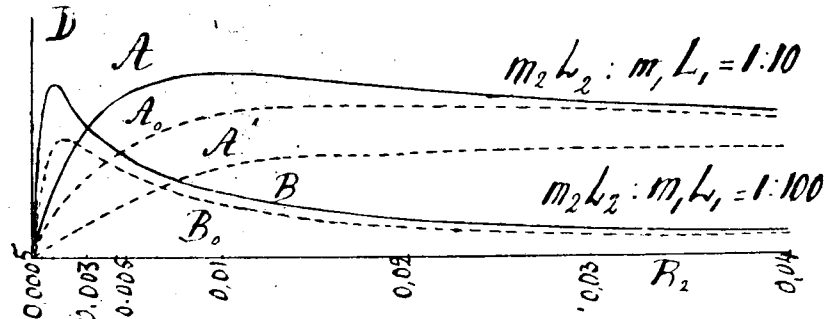
Способ расчета силы тока при порожнем ходе для трансформаторов может быть применен и в нашем случае. Если Y, Y_1, Y_2 (фиг. 1) обозначают средние пути магнитной индукции, $\bar{B}, \bar{B}_1, \bar{B}_2$ средние величины индукции поля, междужелеззого пространства и обмотки, H и H_2 —соответствующие величины напряжений (определяются из кривых намагничивания), тогда полное число ампер-оборотов на индуктор при $2p$ полюсах при порожнем ходе будет

$$\bar{i} N = \frac{10}{4\pi} 2p (2y_1 \bar{B}_1 = \bar{H} y + H_2 y_2) \dots (15)$$

и отсюда квадратный корень из средней величины квадрата силы намагничивающего тока

$$\bar{i} = \frac{1,59 p (2y_1 \bar{B}_1 + \bar{H} y + H_2 y_2)}{N} \dots (16)$$

Мы видим, что \bar{i} при больших периодах принимает большую величину, ибо тогда число парь полюсов по крайней мере принимает значение $p=5$, чтобы дойти до практически возможных чисел оборотов. Главный



Фиг. 4.

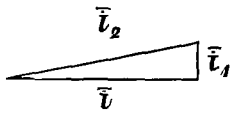
фактор, влияющий на силу тока, очевидно сопротивление междужелеззого пространства, и так как длина этого пространства чисто по механическим причинам одинакова для определенной величины двигателя, независимо от того при каком числе периодов работает двигатель, то намагничивающий ток растет с числом полюсов и, следовательно, с числом периодов.

Ток при порожнем ходе мало отличается от намагничивающего тока, ибо работа, которую должен доставлять двигатель в ватты, чтобы преодолеть трение и потери мѣди в обмотке и холост при порожнем ходе мала.

Если $\bar{i}_1 = \frac{w}{E}$; где \bar{i}_1 —квадратный корень из средней величины силы тока соответствующей этой работе, то $\bar{i}_2 = \sqrt{\bar{i}^2 + \bar{i}_1^2}$, очень близко к \bar{i} , что видно также из фиг. 5.

Если \bar{i}_2 значительно отличается от намагничивающего тока, то расчет двигателя неправилен, ибо тогда в обмотке должны быть индуктированы неправильные токи, которые служили бы источниками потерь энергии и поэтому \bar{i}_1 и \bar{i}_2 сильно бы увеличились. Этот случай сам обнаружился бы при порожнем ходе большим отставанием. Подобные неправильные токи при однофазных двигателях неизбежны, ибо

при них сила тока непостоянна, въ двухфазныхъ она почти постоянна, а въ трехфазныхъ совершенно постоянна, гдѣ и достигается равенство токовъ.

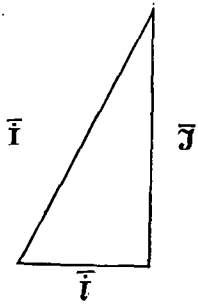


Фиг. 5.

Сила тока I определяется слѣдующимъ образомъ. Намагничивающій токъ можно безъ особой погрѣшности принимать равнымъ току при порожнемъ ходѣ, хотя онъ въ действительности, вслѣдствіе уменьшенія индукціи въ тонкихъ желѣзныхъ листахъ, менѣе, чѣмъ при порожнемъ ходѣ.

Дѣйствительный токъ находится изъ полезной работы W_1 двигателя и w_2 — потерь на треніе и въ мѣди

$$\bar{Y} = \frac{W_1 + w_2}{E}$$



Фиг. 6.

и полный токъ, какъ равнодѣйствующая \bar{Y} и \bar{I} (фиг. 6).

Квадратный корень изъ средней величины квадрата этого тока =

$$I = \sqrt{Y^2 + \bar{I}^2} \quad (17)$$

По этой формулѣ можно проверить сѣченіе проводовъ обмотки индуктора и потерю въ нихъ.

IV. Опредѣленіе коэффициента полезнаго дѣйствія.

Для точнаго опредѣленія полнаго коэффициента полезнаго дѣйствія служатъ слѣдующія формулы для опредѣленія потерь.

1) Потеря отъ гистерезиса w_h и па токи Фуко w_w . Зная B и B_2 объемъ желѣза въ индукторѣ и арматурѣ — C и C_2 см³ и число періодовъ n получимъ для гистерезиса

$$w_h = an(CB^{1.6} + C_2B_2^{1.6}) 10^{-7}, \quad (18)$$

гдѣ коэффициентъ Штейнмеца для гистерезиса и равенъ для листовъ хорошаго желѣза 0,003.

Для токовъ Фуко

$$w_w = bm^2(CB^2 + C_2B_2^2) 10^{-11}, \quad (19)$$

гдѣ b — коэффициентъ для токовъ Фуко = 0,004 для желѣзныхъ листовъ въ 0,5 мм. толщины.

При неправильной конструкціи поле утечки можетъ достигнуть громадныхъ размѣровъ, такъ какъ токи Фуко могутъ образоваться не только въ желѣзныхъ частяхъ поля и арматуры, но и въ самомъ остовѣ двигателя, слѣдствіемъ чего будутъ большія потери энергіи.

2) Потери мѣди въ индукторѣ опредѣляются по силѣ тока при полной нагрузкѣ (ур. 17) I , при сопротивленіи обмотки индуктора = R

$$w = I^2 R.$$

2) Потери мѣди въ арматурѣ по ур. (10)

$$w_1 = a \frac{E_1^2}{R_1}$$

4) Потери на треніе на осяхъ, сопротивленіе воздуха опредѣляются какъ въ другихъ машинахъ, на основаніи справочныхъ таблицъ.

Расчетъ двигателя нужно вести слѣдующимъ образомъ. Сначала дѣлаемъ предварительный расчетъ, полагая коэффициентъ утечки σ даннымъ. Его можно взять прямо въ предѣлахъ 0,1 — 0,25 или же на основаніи испытанія надъ существующими двигателями. Зная его, мы найдемъ безъ затрудненій размѣры остова двигателя, числа оборотовъ каждой обмотки. Затѣмъ уже, зная размѣры желѣза, размѣры отверстій въ каждой части двигателя, его обмотку — найдемъ болѣе точно коэффициенты V_1 и V_2 , а слѣдовательно и σ . Затѣмъ, на основаніи

диаграммъ потоковъ Блонделя, найдемъ также болѣе точно вращающіеся магнитные потоки. По этимъ уже даннымъ легко исправить всѣ наши первоначальныя величины, вычислить всѣ потери и коэффициентъ полезнаго дѣйствія двигателя.

Превращеніе энергіи топлива въ электрическую энергію.

Статья Элизю Томсона.

Несмотря на то обстоятельство, что въ настоящую эпоху передачи энергіи на большое разстояніе при высокой разности потенциаловъ энергія водопадовъ дѣлается все болѣе и болѣе доступной для утилизированія, а также не смотря на то, что стоимость топлива составляетъ во многихъ случаяхъ не больше 12—15% полныхъ расходовъ на электрическое распределеніе отъ станцій, вопросъ о томъ, какъ увеличить полезное дѣйствіе или проценты потенциальной работы топлива, получаемой въ формѣ электрической энергіи, нисколько не теряетъ своего интереса. Въ мѣстностяхъ, гдѣ уголь дешевъ, дѣйствительный расходъ на топливо въ работѣ установки можетъ составлять такой небольшой процентъ полныхъ расходовъ на проценты и погашеніе затраченнаго капитала, на администрацію, снабженіе, исправленія и т. п., что этотъ вопросъ не заслуживаетъ и разсмотрѣнія, такъ какъ выигрышъ былъ бы ничтоженъ даже и въ томъ случаѣ, если бы можно было достигнуть 100-процентнаго превращенія энергіи топлива въ токъ.

Очевидно также, что если для данного увеличенія полезнаго дѣйствія требуется такой расходъ на добавочную установку или настолько удорожается сама установка или ея содержаніе и уходъ за нею, что полный расходъ увеличивается на нѣсколько процентовъ по сравненію съ его настоящей величиной, то возрастаніе прибыли нѣсколько нейтрализуется. Итакъ, независимо отъ того интереса, какой представляетъ естественно для ученаго инженера разработка всякаго вопроса, надо принимать еще въ соображеніе то обстоятельство, что всякій новый планъ или проектъ увеличенія процентовъ утилизированія энергіи топлива для того, чтобы имѣть значеніе въ промышленности, долженъ давать свои результаты въ извѣстныхъ предѣлахъ стоимости и расходовъ, въ зависимости отъ стоимости топлива въ той мѣстности, гдѣ установка должна дѣйствовать.

Примѣняя машины тройнаго расширенія съ охлажденіемъ и заставляя ихъ работать при полной нагрузкѣ, можно получать лошадь-часъ при затратѣ топлива меньше 0,7 кгр.; эта цифра столь мала, что во всѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ уголь можно имѣть дешевле 10 рублей за тоннъ, дѣйствительный расходъ на топливо для условій работы при полной нагрузкѣ бываетъ невеликъ по сравненію съ другими расходами на дѣйствіе электрической установки.

Вообще вопросъ о неравномѣрности нагрузки и ея максимумамъ, значительно превышающихъ среднюю величину, представляетъ гораздо большее промышленное значеніе, чѣмъ одна экономія въ топливѣ, когда установка работаетъ при наилучшихъ условіяхъ, потому что вводъ и выводъ котловъ изъ дѣйствія сопровождаются большою потерей топлива, а вмѣстѣ съ тѣмъ большая машина, работающая съ малой нагрузкой, оказывается весьма неэкономичной. Всякій способъ уменьшенія расхода топлива, который разсчитанъ только для данной мощности и не можетъ приспособиться къ различнымъ нагрузкамъ или который не доставляетъ удобнаго способа запасанія энергіи, въ результатѣ можетъ не дать никакой экономіи.

Много говорилось относительно преимуществъ газовыхъ или керосиновыхъ машинъ, какъ первичныхъ двигателей, и несомнѣнно, что полезное дѣйствіе превращенія энергіи при нихъ можно легко повысить до

20% теоретической тепловой энергии расходуемого газа или керосина.

В машинах даже небольшой величины, например в 30 л.с. и меньше, одну лошади-часть на валу можно получить при расходе меньше $\frac{1}{2}$ кгр. антрацита, обращенного в газ, туман или другим промышленным способом, а в керосиновых машинах типа газомоторов расход керосина, даже в совершенно малых образцах, составляет около 0,45 кгр. на лошади-часть на валу.

Можно надяться, что с усовершенствованием машин и при получении газа в самых экономических условиях лошади-часть на валу довольно больших машин потребует расхода около 0,22 кгр. угля или керосина или даже меньше относительно последнего в виду его высокой теплопроизводительности.

Не может быть никакого сомнения о преимуществах этих машин в том отношении, что они не требуют расхода топлива, пока не ищется в ход, и расход прекращается, как только их остановить. Впрочем для данной мощности газовой машины будут втройном невыгоднее по своей первоначальной стоимости; вместе с тем они требуют по временам осмотра, например при чистке и пр., в чем обыкновенно не встречается надобности при паровых машинах. Уход за котлами при последних можно было бы отчасти сопоставить с присмотром за газовым заводом. Как газовая, так и паровая машины больших размеров очень неудобны для применения в городах вследствие почти неизбежного сотрясения, сообщаемого ими соседним зданиям. Это именно обстоятельство и было причиной того, что на станции в Лондоне применяли паровую турбину Парсонаса (может быть, то же самое было и в других местах).

Используется ли газовая или паровая машина, как источник механической энергии, обращение потенциальной энергии топлива в электрическую энергию бывает не прямое, но предварительно теплота горения сообщает кинетическую энергию массе газа, эта энергия частью совокупляется в движение массы или механическую энергию, которую приводится в движение поршень.

Подобным же образом многие попытки применить термо-электрический принцип основываются на непрямом обращении, но в этом случае нет движущихся частей, и степень механической энергии пропускается. Нагревание металлов соединенных неодинаковых металлов в термо-электрической цепи и производство электрических токов таким способом представляется с первого взгляда идеальным по простоте и практичности, но к сожалению, несмотря на достойные внимания усилия усовершенствовать термо-электрические батареи, их полезное действие остается очень низким.

Сомнительно, можно ли достичь экономии больше 1% энергии топлива, доставляемой во внешней цепи батарей, даже при батареях новейших и лучших образцов. Устройство и действие батарей, а также их постоянство подверглись большому усовершенствованию за последние годы, но все-таки из полного количества теплоты, переходящей из нагретых соединений в холодные, обращается или бывает обратным в электрическую энергию только очень небольшой процент. Таким же серьезным недостатком незначительности полезного действия страдает естественно и микро-электрический генератор Эдисона.

Для производства рассматриваемого обращения существует еще один тип аппаратов, в которых топливо или уголь растворяется, как цинк в гальваническом элементе, а воздух или какой нибудь другой окисляющий агент действует, как деполаризатор.

Много лет тому назад Яблочков изобрел элемент, в котором азотнокислый калий или селитра расплавлялась в железном тигле, образовавшем один электрод, а угольная палочка, опущенная в расплавленную селитру, была другим электродом. Выходила сильная реакция, обуславливаемая тем, что кислород селитры в нагретом состоянии действовал на уголь,

тогда как в цепи от тигра к уголю обнаруживался колеблющийся ток, обладающий малой энергией сравнительно с силой химической реакции.

В последнее время большое внимание на себя обратил элемент д-ра Жака. В нем видимому происходит спокойное расходование угля без его действительного сгорания. Через ванну из расплавленного флюака натрия, содержащуюся в железном цилиндре, проходят пузырьки воздуха, от которого отнимается кислород. Погруженный в нагретую ванну угольный стержень постепенно окисляется и получается ток, который в ванну идет от угля в железный сосуд, а по внешней цепи от железа к уголю. Утверждают, что таким образом 85% энергии, скрытой в твердом угле, обращается в электрическую энергию, которой можно пользоваться. Представляются конечно некоторые затруднения и главное из них заключается, может быть, в карбонизации флюака натрия. Если нельзя найти ванну, которая не образует углекислой соли и при которой следовательно углекислый газ свободно уходит вонь, то это затруднение может оказаться роковым. Обращение с расплавленными щелочами не так легко, как было бы желательно, и возобновление углей в этих элементах будет конечно затруднительно, а вместе с тем в батарее, состоящей из сотней элементов, потребуются устраивать огромные контакты для сильных токов, проходящих из элемента в элемент. Наконец для элементов Жака требуются уголь, выделанные из особо чистого топлива, чтобы они были надлежащей формы и хорошими проводниками электричества.

В виду всего этого владельцы центральных станций могут не бояться, по крайней мере в настоящее время, что им придется выбрасывать свои котлы и паровые машины. На электрическом горизонте не появился еще пока никакой настолько опасный конкурент обыкновенных способов производства электричества из топлива, чтобы владельцам станций следовало беспокоиться относительно обезценки их теперь существующих установок или тратить себя розовыми мечтами об увеличении доходов с применением какого либо нового способа получения тока.

Сглаживание колебаний в диаграмме нагрузки представляет видимому гораздо большие значения для станций, чем системы, обтекающие удвоить или даже утроить теперьшнее полезное действие угля, т. е. проценты скрытой в топливе энергии, обращаемые в энергию электрического тока.

(The Electrical World).

Передача энергии на большие расстояния.

Статья Карла Штейнмеца.

Еще в самом начале развития электротехники, 20 лет тому назад, пользовались переменными токами низкого напряжения для питания последовательно соединяемых дуговых ламп. С усовершенствованием дуговой лампы эти цепи переменного тока стали исчезать и заменять цепями постоянного тока, напряжения в которых повышались с увеличением протяжения линий, что видимому не считалось особенно опасным. Неподвижный трансформатор снова вызвал применение системы переменного тока, на этот раз в виде системы постоянного напряжения для освещения накаливанием, с 1000 вольт в первичных проводах, а затем иногда и 2000 вольт, хотя такое напряжение считалось опасно высоким. Еще несколько лет тому назад, когда при дальнейшем увеличении размеров цепей переменного тока следовало необходимым повысить электровозбудительную силу динамо-машин, 3000 вольт считали слишком высокой электровозбудительной силой и приняли 2500 вольт, но к счастью перешли к 3000 вольт. В настоящее время при распределении тока за первичное напряже-

не берут обыкновенно 1000, 2000 и 3000 вольты, при машинах с электровозбудительной силой на 20% выше для покрытия потерь в линиях и трансформаторах, т. е. соответственно в 1200, 2400 и 3600 вольты.

Большинство первичных установок распределения тока работают теперь при 2000 вольтах и только очень немногие при 1000 в., но с другой стороны существует довольно много установок с рабочим напряжением в 3000 в. Одна из крупнейших установок в Америке распределяет ток при 4000 в. и наконец в нескольких особых случаях принято 5000 в., при электровозбудительной силе у динамомашин в 6000 в. Впрочем последнее напряжение еще очень редко берут для распределения тока, но довольно часто пользуются им для передачи на большое расстояние прямо от динамомашин высокого напряжения. Теперь работают несколько таких установок и даже начинают думать о получении прямо от динамомашин 10.000 вольты.

Впрочем при таких более высоких напряжениях обыкновенно употребляются повышающие трансформаторы с динамомашинными низким напряжением. Постепенно установилась практика получать прямо от альтернаторов высокого напряжения до 5000—6000 вольты и повышать до 10.000—12.000 вольт трансформаторами.

Большинство из устраиваемых в настоящее время установок передачи на большое расстояние работают или при 5000—6000 вольтах получающих прямо от альтернаторов, или, если расстояние очень велико, при 10.000 в. на приемном конце линии передачи, с повышающими трансформаторами, причем альтернаторы развивают более высокую электровозбудительную силу для компенсации потери при передаче, так что напряжение в линии равняется 10.000—12.000 в. Кажется, нет ни одной крупной установки, работающей при более высоком напряжении, но при нем строить передачи уже на 55 км.

Загруженность, соединенная с присутствием высоких напряжений в линиях и аппаратах, за последние годы уменьшается, так как способы изолирования линий и аппаратов совершенствуются скорее повышения напряжений и совершенная передача при 10.000 вольтах гораздо надежнее по своему действию, чем прежняя 1000 вольты в цепи.

10.000-вольты передачи могут, кажется, действовать надежно во всяком климате. Однако, если для передаточных линий придется выбирать гораздо более высокие напряжения, что по всей вероятности будет необходимо принимать во соображение климат местности, где строится линия.

Раньше, чем явилась возможность строить эти передачи высокого напряжения, столь многочисленных теперь, пришлось конечно много поработать как в области теории, так и на практике. Действие переменных токов высокого напряжения исследовали весьма тщательно не при помощи электрических машин или разрядов лейденских банок, как в прежнее время, а при помощи больших трансформаторов, получая энергию от паровых машин, при действующих напряжениях до 160.000 в. и максимальных до 230.000 вольт, при которых разряды перескакивают через 40 см. воздушного пространства и пробивают почти всякую изоляцию.

Теперьшее распространение передач при высоком потенциале сдѣлалось возможным только вследствие усовершенствования электродвигателей переменного тока. Пока переменные токи были пригодны только для освещения, а не для механической работы, у них было ограниченное поле применений. Неподвижные двигатели, работающие днем, дали более равномерную кривую нагрузки, а вращающиеся трансформаторы и синхронические двигатели открыли для передачи переменных токов обширное поле применений на электрических железных дорогах. В настоящее время такие передачи получили развитие по трем совершенно различным направлениям:

1) *Передача на большие расстояния механической энергии.*—Генераторы и синхроничные двигатели соединяются между собой линией высокого потенциала непосредственно или через повышающие и понижающие трансформаторы. Линия переменного тока равнозначительна здесь соединению ремнем между валом турбины и валом синхроничного двигателя, находящегося на расстоянии нескольких километров. Установка бывает обыкновенно очень простая; у генераторов и двигателей поддерживается постоянное намагничивание при всех нагрузках и таким образом напряжение в линии бывает только приблизительно постоянное, несколько изменяясь с нагрузкой.

2) *Передача на большие расстояния для распределения тока в лампы и неподвижные двигатели.*—Здесь линия высокого потенциала оканчивается на приемной подстанции понижающими трансформаторами. Эта подстанция во всех отношениях равнозначительна центральной станции обыкновенного распределения электрического освещения и энергии, но только вместо генераторов здесь имеются понижающие трансформаторы. В распределительную сеть переменные токи доставляются или прямо от понижающих трансформаторов по системѣ низкого напряжения с главными проводами и фидерами, или по системѣ высокого напряжения с 1000 или 2000 вольтывыми распределительными линиями и отдельными трансформаторами, или наконец по комбинации обычных систем, а именно при распределении низкого напряжения в центре города и с низкими высокого напряжения, идущими на окраины. Кроме того распределение иногда производится по эдисоновской трехпроводной системѣ постоянного тока при посредствѣ вращающихся трансформаторов. Впрочем даже в последнем случае более крупные двигатели соединяются часто прямо с цепью переменного тока.

При такой системѣ передачи на большие расстояния для распределения тока в лампы и неподвижные двигатели все генераторы работают параллельно и по большей части с отдельным намагничиванием от динамомашин, вращаемой турбиной. Намагничивание урегулируется так, чтобы поддерживалось постоянное напряжение в центре вторичного распределения, а для управления распределительными линиями, идущими от подстанции, имѣются индукционные регуляторы.

Преобразование вращающимися трансформаторами в постоянный ток дает возможность пользоваться главными проводами и фидерами трехпроводной системы, соединяя подстанцию прямо с существующими системами постоянного тока. Для экономичного распределения переменных токов по системѣ низкого напряжения требуются четыре провода, но зато при этом не бывает потерь во вращающихся трансформаторах, и не приходится ставить на подстанции большие вращающиеся механизмы. Таким образом решение вопроса о том, каким током, переменным или постоянным, слѣдует отдать предпочтение в системѣ распределения, зависит обыкновенно от местных условий.

3) *Передача на большие расстояния для электрических железных дорог.*—Здесь получает развитие совершенно особая отрасль электрической передачи. Даже на больших станциях железнодорожная нагрузка подвергается столь большим и внезапным колебаниям, что дѣлается желательным совершенно отдѣлять железнодорожную нагрузку от нагрузки освещения за исключением тех случаев, когда первая составляет всего небольшую долю полной нагрузки. Колебания нагрузки настолько быстры, что регулирование в ручную намагничивания генераторов оказывается непримѣнимым. Таким образом пришлось изобрести автоматическую систему регулирования, при которой генераторы поддерживаются при постоянном намагничивании, а напряжение во всей системѣ регулируется изменением соотношения фаз в цепи переменного тока; способ этого регулирования лучше всего можно объяснить описанием одной из существующих установок.

Въ передачу изъ Орегонъ-Сити въ Портлендъ работаютъ въ Орегонъ-Сити для желѣзной дороги два генератора высокаго напряжения по 450 киловат. каждый и доставляютъ токъ по отдѣльнымъ линиямъ высокаго напряжения двумъ вращающимся трансформаторамъ въ 400 киловат. каждый. Генераторы поддерживаются при постоянномъ намагничиваніи, соответствующемъ 6500 вольтамъ при разомкнутой цѣпи. Длина линіи 22 км., потеря энергии въ ней и понижающихъ трансформаторахъ около 10%. Генераторы доставляютъ токъ прямо въ линію передачи и при постоянномъ намагничиваніи безъ регулированія фазъ, на щеткахъ постоянного тока вращающихся трансформаторовъ было бы больше 600 вольтовъ при отсутствіи нагрузки и меньше 500 вольтовъ при полной нагрузкѣ. Но эти трансформаторы снабжены очень слабымъ шентовымъ намагничиваніемъ и очень сильнымъ отъ обмотки въ главной цѣпи, вслѣдствие чего они намагничиваются сравнительно очень слабо при малой нагрузкѣ и ихъ обратная электровозбудительная сила бываетъ гораздо меньше сообщаемой имъ; въ результатъ при отсутствіи нагрузки они производятъ значительное запаздываніе фазы силы тока. Электровозбудительная сила самондукціи въ генераторѣ и линіи бываетъ на 90° позади силы тока, а такъ какъ послѣдняя отстаетъ отъ электровозбудительной силы генератора, то электровозбудительная сила самондукціи дѣлается почти противной индуцируемой электровозбудительной силѣ генератора и уменьшаетъ ее, низводя напряжение до 500 вольтовъ на щеткахъ вращающегося трансформатора при отсутствіи нагрузки.

Съ увеличеніемъ нагрузки намагничиваніе вращающегося трансформатора отъ обмотки въ главной цѣпи усиливается; при полной нагрузкѣ оно бываетъ значительно больше нормальнаго и его обратная электровозбудительная сила становится больше сообщаемой; такимъ образомъ переменный токъ принимаетъ такое соотношеніе фазъ, что происходитъ размагничиваніе трансформатора, т. е. сила тока опережаетъ по фазѣ электровозбудительную силу. При этомъ электровозбудительная сила самондукціи, которая на 90° позади силы тока оказывается почти совпадающей по фазѣ съ индуктивной электровозбудительной силой генератора и такимъ образомъ прибавляется къ ней, увеличивая напряжение тѣмъ, что можно назвать частнымъ резонансомъ; благодаря этому при полной нагрузкѣ, хотя токъ бываетъ гораздо сильнее, чѣмъ при отсутствіи нагрузки, паденіе напряжения между генераторомъ и вращающимися трансформаторами бываетъ гораздо меньше, такъ какъ потеря отъ сопротивленія уравновѣшивается возрастаніемъ вслѣдствие самондукціи и опереженія силы тока. Напряжение на щеткахъ коллектора повышается отъ 500 вольтовъ при отсутствіи нагрузки до 550 вольтовъ при полной нагрузкѣ.

Это регулированіе соотношенія фазъ бываетъ совершенно автоматическое, даетъ наименьшее количество неэффективныхъ токовъ въ системѣ подъ нагрузкой и оказывалось вполне удовлетворительнымъ во всѣхъ случаяхъ, когда его применяли для желѣзнодорожной передачи на большія расстоянія, какъ и въ упомянутой здѣсь установкѣ, которая работаетъ непрерывно уже нѣсколько лѣтъ и въ настоящее время расширяется.

(The Electrical Engineer).

Примѣненіе электричества на военныхъ судахъ.

(Продолженіе).

На фиг. 7 изображена весьма распространенная теперь система электрическаго управленія башнями на судахъ. Какъ видимъ, башня и лафетъ орудія поддерживаются на платформѣ, которая вращается на каткахъ. Основаніемъ всего этого устройства служитъ вертикальная колонна, которая въ свою очередь поддер-

живается на гидравлическомъ подпятникѣ, расположенномъ вблизи кила судна. Внутри колонны находятся

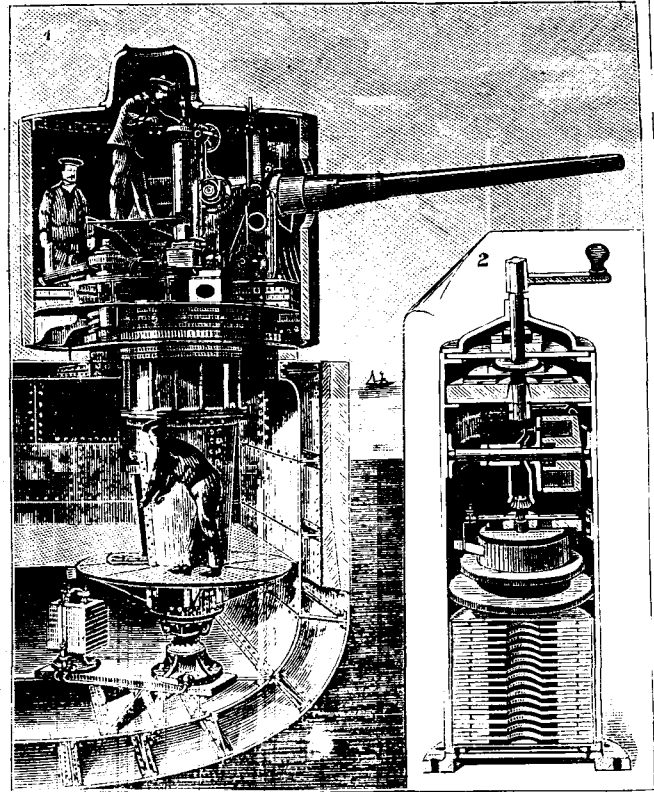


Рис. 7.

приспособленія для подъема снарядовъ изъ погребовъ снизу къ орудію въ башню.

Управляютъ вращеніемъ башни при помощи коммутатора, изображеннаго на рисункѣ справа въ увеличенномъ видѣ. Поворачивая его рукоятку въ различные положенія, можно заставить башню вращаться съ желаемой скоростью (вводя въ цѣпь различныя сопротивленія) или мгновенно останавливать башню. При помощи особаго приспособленія можно поворачивать башню на очень небольшой уголъ направо или налево для окончательной наводки. Наконецъ имѣется особый магнитный приводъ для заstopориванія башни на концахъ угла ея вращенія; такое приспособленіе необходимо на случай, если прислуга въ башнѣ будетъ перебита и не остановитъ башню.

На случай надобности устроенъ ручной приводъ для вращенія башни; для этого достаточно двухъ человекъ, но вращеніе бываетъ очень медленное.

Подъемъ снарядовъ изъ погреба въ башню производится также при помощи электричества.

Для вращенія башенъ требуются не особенно сильныя электродвигатели. Такъ, для башни съ 24-сантиметровымъ орудіемъ ставятъ 15-сильный двигатель, отъ котораго обыкновенно требуется не больше 10 лощ. силъ, а для башни съ 12-сантиметровымъ орудіемъ требуется двигатель всего въ 3 лощ. силы.

Стрѣльба изъ орудій при помощи электричества.— Даже при очень незначительной качкѣ судно поворачивается больше, чѣмъ на 1° въ секунду, а при современныхъ орудіяхъ погрѣшность въ 10 дуговыхъ минутъ въ возвышеніи орудія надъ горизонтальнымъ положеніемъ въ моментъ, когда производится выстрѣлъ, даетъ около 200 м. разницы въ разстояніи полета снаряда; если судно находится на разстояніи 10 кабельтовыхъ отъ цѣли, то при этой погрѣшности въ 10 дуговыхъ минутъ снарядъ пролетитъ на 7 м. выше или ниже цѣли. Вслѣдствие этого стрѣльба должна производиться такимъ

образомъ, чтобы между моментомъ, когда башенный командиръ производитъ выстрѣлъ и тѣмъ моментомъ, когда дѣйствительно происходитъ выстрѣлъ, проходило меньше $\frac{10}{60} = \frac{1}{6}$ секунды, а иначе придется производить выстрѣлъ раньше, чѣмъ пересѣченіе нитей въ зрительной трубкѣ придетъ на цѣль. Последний способъ, основанный на умѣнн (или навѣѣ) стрѣлять на угадъ, часто примѣнялся съ большимъ успѣхомъ, но для развитія такого умѣнн требуется столько практики, сколько не дають ни въ одномъ флотѣ.

Стрѣльба при помощи электричества даетъ возможность легко устранить это затрудненіе. Башенный командиръ можетъ производить выстрѣлъ при помощи слабого надавливанія на кнопку, не отнимая глазъ отъ зрительной трубы, и выстрѣлъ слѣдуетъ сейчасъ-же за нажатіемъ кнопки.

Иногда жалуются на ненадежность электрической стрѣльбы, но если приспособленія для послѣдней устройства, какъ слѣдуетъ, то они бывають проще и надежнѣе всякихъ другихъ способовъ.

Что касается до залповой стрѣльбы при помощи электричества, то она имѣетъ мало сторонниковъ, число которыхъ притомъ быстро уменьшается, такъ какъ система не даетъ удовлетворительныхъ результатовъ.

Подробности устройства электрической стрѣльбы въ настоящее время разработаны повидимому вполне удовлетворительно.

Управление судами при помощи электродвигателей вошло въ примѣненіе на нѣсколькихъ судахъ. Практичность такого примѣненія электродвигателей сомнительна въ большей степени, чѣмъ замѣна ими другихъ вспомогательныхъ машинъ на судахъ, такъ какъ рулевые машины должны быть безусловно надежными, а паровые рулевые машины въ настоящее время настолько хороши, насколько только можно желать. Не смотря на это, дѣлають опыты надъ электрическимъ управленіемъ судовъ.

Телефоны постепенно вытѣсняють изъ употребленія переговорныя трубы, несмотря на преимущество послѣднихъ въ отношеніи простоты устройства и рѣдко случающихся поврежденій. Наоборотъ, первые представляютъ такія важныя преимущества, какъ ясность передачи и легкость проводки сообщений чрезъ лабиринты отдѣленій судна съ водонепроницаемыми переборками.

Для военныхъ цѣлей телефоны представляютъ то важное неудобство, что они дѣлаются очень плохимъ средствомъ сообщенія, когда ими пользуются лица, находящіеся въ возбужденномъ состояніи. Для передачи важныхъ приказаній въ машинное отдѣленіе, къ орудіямъ и рулевому примѣняють телеграфы съ зрительными сигналами.

Послѣ этого общаго краткаго очерка примѣненій электричества на военныхъ судахъ перейдемъ къ разсмотрѣнію многочисленныхъ приборовъ и приспособленій лейтенанта Фиска, который уже много лѣтъ работаетъ надъ усовершенствованіемъ различныхъ судовыхъ электрическихъ аппаратовъ, причемъ многіе изъ послѣднихъ начинаютъ получать примѣненіе въ Америкѣ и отчасти въ Англии. При усовершенствованіи своихъ приборовъ онъ, главнымъ образомъ, старался устранить очень важное затрудненіе, заключающееся во вредномъ дѣйствіи морского воздуха на металлическіе контакты. Почти всѣ электрическіе приборы для сигнализированія состоятъ изъ часового механизма, приводимаго въ движеніе электромагнитомъ, который поворачиваетъ храповое колесо на одинъ рубецъ при каждомъ замыканіи и прерываніи тока. Для предохраненія такихъ деликатныхъ механизмовъ отъ вреднаго дѣйствія морского воздуха оставалось только заключать ихъ въ герметическіе футляры, но такое устройство нельзя было признать ни въ какомъ случаѣ удовлетворительнымъ, такъ какъ механизмъ дѣлается недоступнымъ. Выискивая способы для устранения этого затрудненія, Фискъ остановился на мысли употреблять только непрерывающіяся цѣпи, въ которыхъ сила тока измѣняется постепенно, а не скачками, причемъ эти измѣненія указываются при по-

мощи гальванометровъ и получаютъ передвиганіемъ непрерывающагося контакта по проволокамъ большого сопротивленія.

Указатель положенія руля.—Этотъ аппаратъ предназначенъ для того, чтобы въ извѣстныхъ мѣстахъ судна можно было знать точное положеніе румпеля въ каждый моментъ. Аппаратъ состоитъ изъ особаго приспособленія, которое располагается у головы руля и соединяется электрически съ какимъ угодно числомъ индикаторовъ, распределенныхъ по различнымъ частямъ судна.

Приспособленіе у руля состоитъ изъ натянутой дугообразно проволоки большого сопротивленія, введенной въ цѣпи проводовъ для освѣщенія судна; по этой проволокамъ движется контактъ, прикрѣпленный къ румпелю. Индикаторами служатъ гальванометры, стрѣлки которыхъ отклоняются направо и налево соответственно тому, какъ румпель двигаетъ свой контактъ направо или налево по дугообразной проволокамъ, причемъ существуетъ извѣстная пропорціональность между отклоненіями стрѣлокъ гальванометра и движеніемъ румпеля.

Основаніе устройства и дѣйствія рулевого индикатора представлено схематически на фиг. 8. Къ румпелю прикрѣпленъ, но изолированъ отъ него, контактъ Е,

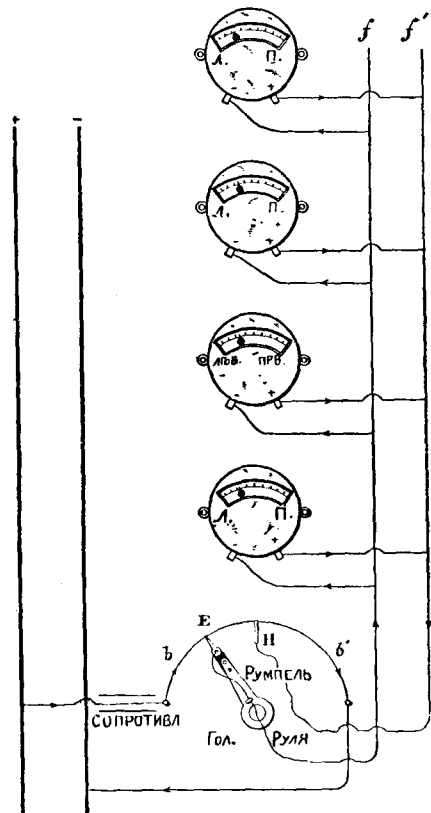


Рис. 8.

который все время прижимается къ дугѣ bb' изъ проволоки большого сопротивленія. На серединѣ этой дуги къ ней припаянъ зажимъ Н. Когда румпель стоитъ въ среднемъ положеніи, контактъ Е стоитъ на зажимѣ Н, но передвигается вправо или влево отъ него вмѣстѣ съ румпелемъ.

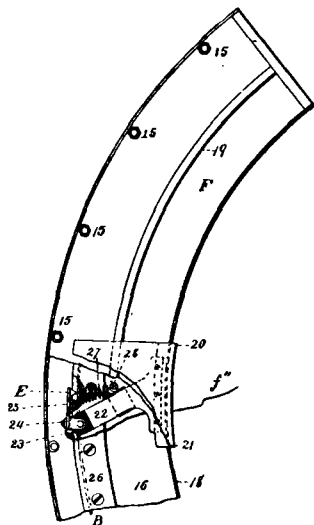
По проволокамъ bb' непрерывно проходитъ электрическій токъ. Этотъ токъ можетъ доставлять батареи аккумуляторовъ или первичныхъ элементовъ, или же его можно брать изъ проводовъ для освѣщенія, какъ показано на схемѣ, но при этомъ надо вводить надлежащій реостатъ для уменьшенія силы тока приблизительно до 2 амперовъ.

Въ цѣпи проводовъ f и f' , идущихъ отъ контакта Е и

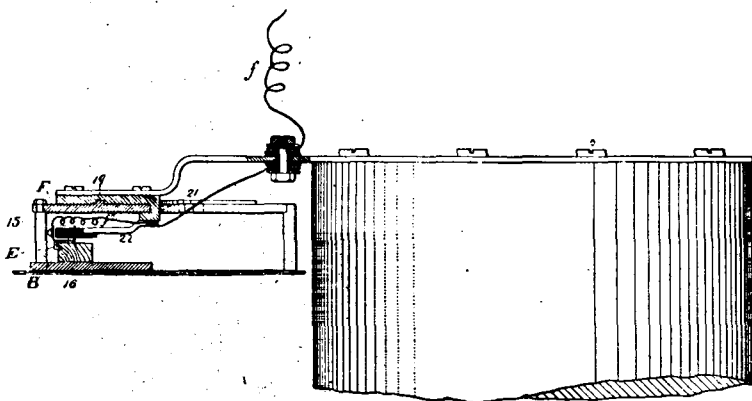
зажима Н, вводят параллельно столько гальванометров—индикаторовъ, сколько надо. Легко видѣть изъ схемы, что при положеніи контакта Е на Н, т. е. при среднемъ положеніи румпеля („прямо руль“), по гальванометрамъ не проходитъ никакого тока, и ихъ стрѣлки стоятъ на среднемъ нулевомъ положеніи; при перемѣщеніи контакта Е вправо или влево по гальванометрамъ начинается проходить токъ такого направленія, что ихъ стрѣлка отклоняется въ ту же сторону, въ какую передвинуть румпель. Такъ какъ сопротивленіе проволоки *bb'* незначительно въ сравненіи съ сопротивленіемъ каждаго гальванометра (последнее равно 60 омамъ), то поврежденіе вѣтви одного изъ гальванометровъ почти не оказываетъ замѣтнаго вліянія на отклоненія остальныхъ гальванометровъ.

Контактная проволока *bb'* (какъ и въ другихъ подобныхъ приборахъ Фиска) выдѣлывается изъ сплава 70 частей мѣди съ 30 частями никкеля; она въ 0,6 мм. діаметромъ и обладаетъ сопротивленіемъ около 1 ома на метръ. Она располагается по дугѣ, центръ которой находится въ центрѣ головы руля, а радиусъ равенъ приблизительно 50 см., эта проволока помѣщается въ углубленіи, сдѣланномъ въ деревянной дугѣ, которая прикрѣплена къ металлической кривой пластинѣ.

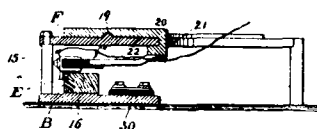
На фиг. 9—12 показаны подробности устройства этого рулевого передаточнаго приспособленія. Здѣсь *F*—дугообразная металлическая пластинка, поддерживающаяся на стойкахъ 15, которая вставлена въ основаніе 16. Это основаніе, пластинка *F* и стойки 15 образуютъ прикрытіе для деревянной дуги *B* и подвижнаго контакта *E*.



Фиг. 9.



Фиг. 10.



Фиг. 11.

На верхней сторонѣ пластины *F* имѣется ребро 19, которое входитъ въ вырѣзку въ нижней сторонѣ подвижной пластины 20 съ фланцемъ 21, охватывающимъ кромку пластины *F*. Съ пластиной 20 непосредственно соединяется румпель руля, такъ что при поворачиваніи послѣдняго въ ту или другую сторону пластинка 20 двигается по направляющей *F*. Впрочемъ можно устроить какой угодно передаточный механизмъ между пластиной 20 и рулемъ.

Къ фланцу 21 прикрѣпленъ рычагъ 22, конецъ 23 котораго сдѣланъ изъ изолирующаго матеріала и снабженъ подвижной 24 на шарнирѣ, поддерживающей короткій рычагъ 25, на концѣ котораго имѣется контактъ *E*. Проволочная дуга *bb'* расположена въ вырѣзкѣ въ кромкѣ деревянной дуги *B*, которая прикрѣплена винтами къ верхней сторонѣ основанія 16. Къ деревянной же дугѣ прикрѣпленъ неподвижный контактъ *H*. Спиральная пружинка 27, соединенная съ рычагомъ 25, и съ ушкомъ 28, поставленнымъ на изолирующую планку на рычагъ 22, служитъ для прижиманія контакта *E* къ проволокамъ *bb'*.

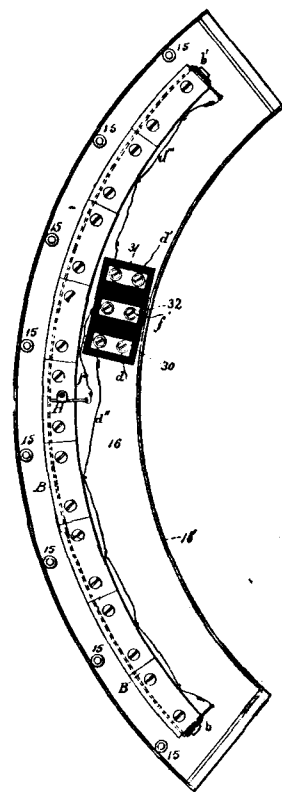
Отъ концовъ проволоки *bb'* идутъ проволоки *a'' a'''* къ планкамъ 30 и 31; подобная же планка 32 соединяется проволокой *f'''* съ неподвижнымъ контактомъ *H*. Проволока *f*, фиг. 10 соединяется съ планкой на рычагѣ

идущемъ отъ головы руля къ подвижной пластинкѣ 20, а отъ послѣдней проволока *f''* идетъ къ контакту *E*.

Проволоку *bb'* слѣдуетъ держать покрытой тонкимъ слоемъ масла или вазелина для уменьшенія истиранія контакта и самой проволоки, а также для того, чтобы контактъ двигался по проволокамъ плавно и безъ скачковъ.

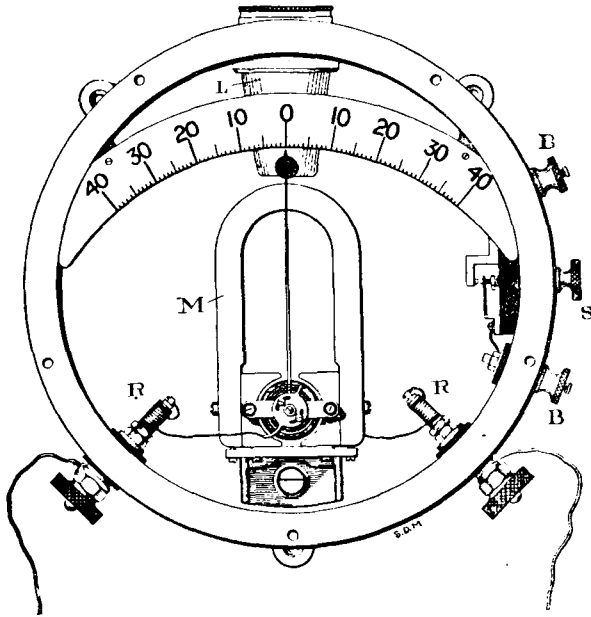
Гальванометры для рулевыхъ индикаторовъ берутъ такіе же, какъ и для дальномѣровъ и индикаторовъ Фиска. Какъ можно видѣть на фиг. 13, токъ проходитъ по легкой обмоткѣ, расположенной на шарнирѣ между полюсами большого магнита *M*. Двѣ пружинки, расположенныя по одной на каждомъ концѣ оси катушки, удерживаютъ послѣднюю при отсутствіи тока на серединѣ шкалы. Гальванометръ помѣщается обыкновенно въ прочномъ водонепроницаемомъ футлярѣ.

Этотъ приборъ Фиска, послѣ испытаній на амери-



Фиг. 12.

канском бронепосомъ крейсера *New-York*, былъ установленъ на бронепосахъ *Judiana* и *Massachusetts* (по



Фиг. 13.

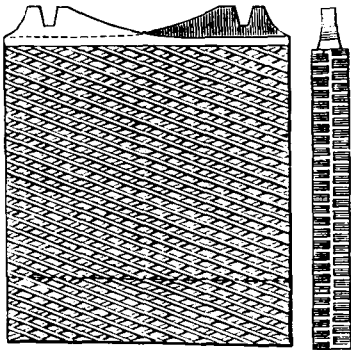
5 индикаторовъ на каждомъ суднѣ), гдѣ далъ удовлетворительные результаты, и теперь устанавливается на *Texas* и *Brooklyn*.

Для освѣщенія индикаторовъ въ ихъ футляръ вставляется небольшая лампа накалыванія L, фиг. 13, располагаемая въ водонепроницаемомъ стеклянномъ колпакѣ, чтобы можно было вынимать ее, не открывая футляра индикатора; S выключатель этой лампы. RR—сопротивленія изъ нейзильберной проволоки для урегулированія чувствительности гальванометра.

Д. Г.

ОБЗОРЪ.

Аккумуляторы Нью-йоркского аккумулятора завода.—Недавно появились въ продажѣ въ Нью-Йоркѣ аккумуляторы, обладающіе, какъ утверждаютъ, очень хорошими качествами. На фиг. 14 изображена пластина этихъ аккумуляторовъ (видъ спереди и съ боку).

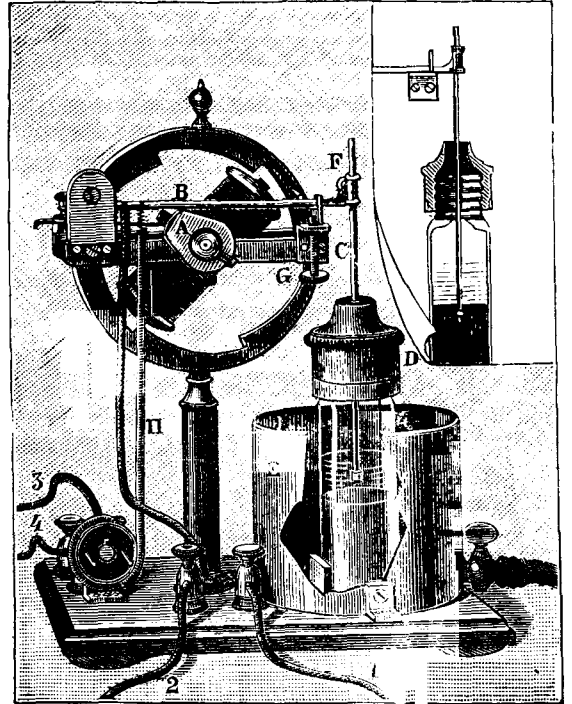


Фиг. 14.

Пластины выдѣлываются отливкой или прессованіемъ. Аккумуляторы подвергались очень суровымъ испытаніямъ въ продолженіи 18 мѣсяцевъ и, какъ утверждаютъ, обладаютъ слѣдующими достоинствами: прочность пластинъ; хорошая способность долго сохранять зарядъ; способность выдерживать очень быстрое заряженіе и разряженіе.

(Electrical Review).

Ртутный прерыватель для индукционныхъ катушекъ.—Для возможно полнаго удовлетворенія условіямъ, обезпечивающимъ успѣхъ фотографированія при помощи лучей Рентгена, парижская оптико-механическая мастерская Базена и Леруа выработала особый прерыватель, изображенный на фиг. 15. Этотъ приборъ заключаетъ въ себѣ электродвигатель, дѣйствующій отъ отдѣльной батареи и сообщающій быстрое вращательное движеніе центральной оси, на которой имѣется кулакъ A особой формы. Последний поднимаетъ рычагъ B, поддерживающій стержень C, который опущенъ въ стаканъ D съ ртутью, и производитъ попеременно замыканія и размыканія цѣпи. Кулаку A при-



Фиг. 15.

дается такая форма, чтобы контактъ продолжался $\frac{3}{4}$ периода, а перерывъ цѣпи—всего $\frac{1}{4}$ периода (тщательные опыты показали, что при этомъ соотношеніи получаются самыя лучшіе результаты). Стаканъ D содержитъ ртуть и воду съ прибавкой алкоголя; онъ поставленъ въ небольшой резервуаръ E, наполненный водою, чтобы не происходило нагрѣваніе при продолжительномъ дѣйствіи прибора. Контактный стержень C можно переставлять въ муфтѣ рычага B; онъ закрѣпленъ зажимнымъ винтомъ F. Ходъ рычага B можно точно урегулировать при помощи особаго винта G и притягивающей рычагъ внизъ пружины H, длину которой можно измѣнять. Этотъ прерыватель, независимый отъ катушки, соединяется съ нею посредствомъ двухъ гибкихъ проволокъ 3 и 4, одна изъ которыхъ прикрѣпляется къ части, поддерживающей молоточекъ, а другая—къ контакту, принадлежащему послѣднему. Провода 1 и 2 служатъ для соединенія электродвигателя съ его батареей.

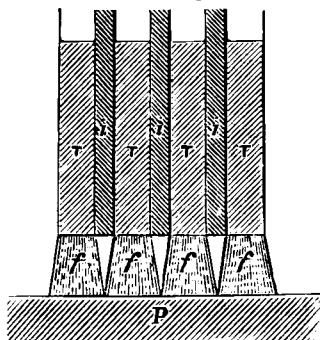
(La Nature).

Токи Фуко въ динамомашинѣ постоянного тока.—Для предупрежденія появленія сильныхъ токовъ Фуко въ якорѣ динамомашинъ, этотъ послѣдній дѣлается изъ дисковъ листового желѣза, изолированныхъ одинъ отъ другого бумагою или гуммилакомъ. Но это устройство не предупреждаетъ возможности появленія токовъ Фуко на полюсахъ электромагнитовъ и въ обмоткѣ якоря.

Существуютъ двѣ причины, отъ которыхъ зависитъ

появление этих токовъ. Во-первыхъ, если же эти диски не вполне гладки и соприкасаются одинъ съ другимъ только въ нѣсколькихъ точкахъ, то въ промежуткахъ между точками прикосновения, гдѣ очень сильное давление, диски стараются разойтись другъ отъ друга. Вторая причина заключается въ томъ, что желѣзные листы, будучи пробуровлены, образуютъ легкія вдавленія съ выступающими краями и, когда эти края опилываются, то получается неровная поверхность, и желѣзный листъ будетъ не по всей своей поверхности одинаковой толщины. Теперь посмотримъ, какимъ образомъ, притягиваются отъ этихъ причинъ токи Фуко въ полюсахъ электромагнита.

Линій силъ, выходя изъ полюса Р магнита, проникаютъ въ якорь въ видѣ серій параллельно идущихъ пучковъ f , изъ которыхъ каждый соответствуетъ одному



Фиг. 16.

линій должны перемѣщаться вбокъ, чтобы находиться постоянно параллельно каждому диску и совершаютъ такъ сказать, боковое колебаніе.

Если между желѣзное пространство мало, то раздѣленіе линій силъ на пучки происходитъ внутри тѣхъ же полюсовъ и ихъ колебанія произведутъ токи Фуко, которые благодаря слабой сопротивленію цѣпи, по которой они замыкаются, могутъ быть очень сильными и произвести ненормальное нагрѣваніе полярныхъ частей.

Если увеличить междужелѣзю, то колебанія силовыхъ линій внутри индуктора уменьшатъ амплитуду и вредные токи будутъ менѣе сильными. Наконецъ, если (какъ показано на фиг. 16) толщина междужелѣза достаточна для того, чтобы раздѣленіе линій силъ, произошло тотчасъ же по выходѣ ихъ изъ полюсовъ, то въ магнитныхъ полюсахъ не будутъ возбуждаться токи Фуко.

Если предположить желѣзные диски совершенно гладкими, то описанныя явленія все же могутъ происходить, если поверхность этихъ дисковъ не совершенно перпендикулярна къ оси вращения якоря. Наконецъ, отъ перемѣщенія якоря и его вала параллельно самимъ себѣ вслѣдствіе скользящей реи, можетъ произвестись также колебаніе пучковъ линій силъ, но такъ какъ эти колебанія происходятъ очень медленными, то и токи Фуко, являющіеся вслѣдствіе этихъ колебаній, будутъ очень слабыми.

Измѣненіе толщины желѣзныхъ дисковъ по ихъ окружности можетъ также служить причиной появления этихъ вредныхъ токовъ. Въ самомъ дѣлѣ, предположимъ, что диски совершенно гладки, но у одного диска толщина его уменьшается отъ одной точки окружности до другой. Линій силъ, которыя проникаютъ въ якорь черезъ указанный дискъ, когда его толщина достигаетъ максимума, вслѣдствіе вращения этого диска будутъ имѣть все менѣе и менѣе мѣста, и такъ какъ сопротивление увеличивается съ индукціей, то въ результатъ получится, что часть линій силъ перейдетъ черезъ интервалъ, представляющій продолженіе изоляторовъ, и проникнетъ въ якорь уже черезъ сосѣдній дискъ.

Эти явленія будутъ происходить попеременно то въ томъ, то въ другомъ направленіи и произведутъ, со своей стороны, боковыя колебанія линій силъ, которыя могутъ, какъ въ предыдущемъ случаѣ, явиться причиной

появленія токовъ Фуко въ полярныхъ частяхъ, если толщина междужелѣза недостаточна велика.

Однако, слѣдуетъ замѣтить, что вторая причина менѣе сильна, чѣмъ первая, такъ какъ недостатки поверхности желѣзныхъ дисковъ влекутъ за собою колебанія всѣхъ пучковъ линій силъ, и амплитуда этого колебанія можетъ превосходить въ нѣсколько разъ толщину желѣзныхъ дисковъ; между тѣмъ какъ измѣненія толщины дисковъ на ихъ окружности влекутъ за собою колебанія только части линій силъ, составляющихъ каждый пучокъ и амплитуда этого колебанія очень мала, такъ какъ она соответствуетъ только толщинѣ изоляціи, увеличенной разстояніемъ, составляющимъ уменьшеніе толщины желѣзнаго диска. Однако же, надо прибавить, что число колебаній въ продолженіи одного оборота якоря значительно въ второмъ случаѣ, чѣмъ въ первомъ, такъ что этимъ почти уравнивается дѣйствіе обоихъ причинъ.

Посмотримъ теперь на величину междужелѣза. Предположимъ сначала, что желѣзные диски гладки, и мы ищемъ средство избѣгнуть вредныхъ токовъ, происходящихъ отъ измѣненія толщины желѣзнаго диска на его краяхъ; такъ какъ толщина желѣзныхъ дисковъ и изоляторовъ постоянна для одной серіи динамомашинъ и не зависитъ отъ мощности этихъ машинъ, а слѣдовательно, и отъ діаметра якоря, то раздѣленіе линій силъ на пучки должно происходить всегда почти на одномъ и томъ же разстояніи отъ вѣшной поверхности желѣзныхъ дисковъ; въ этомъ случаѣ величина между желѣзнаго пространства будетъ постоянна, какой бы ни былъ діаметръ якоря.

Теперь предположимъ, напротивъ, что желѣзные листы имѣютъ одинаковую толщину по всей ихъ поверхности и будемъ изучать вліяніе недостаточной гладкости листовъ. Если мы будемъ разсматривать два первыя диска, приложенные одинъ къ другому, то увидимъ, что эти диски, въ точкахъ ихъ соприкосновенія, будутъ раздѣлены большимъ или меньшимъ интерваломъ; кромѣ того, если мы допустимъ, что недостатки гладкости дисковъ пропорціональны ихъ діаметрамъ, мы можемъ добавить, что ширина этихъ интерваловъ возрастаетъ пропорціонально вѣшнему діаметру дисковъ. Но раздѣленіе линій силъ на группы должно происходить на извѣстномъ разстояніи отъ якоря, которое увеличивается вмѣстѣ съ увеличеніемъ разстоянія, остающагося между двумя сосѣдними дисками; въ этомъ случаѣ междужелѣзю надо давать толщину пропорціональную діаметру якоря. Изъ этого слѣдуетъ, что для того, чтобы избѣгнуть одновременно паразитныхъ токовъ, происходящихъ отъ той и другой причины, надо, чтобы величина междужелѣза выражалась въ которой постоянной величиной и членомъ, пропорциональнымъ діаметру. На практикѣ, какъ извѣстно, этимъ постояннымъ членомъ пренебрегаютъ и для избѣжанія токовъ Фуко въ полярныхъ частяхъ, даютъ между желѣзу величину отъ 0,03 до 0,04 діаметра якоря.

Это подтверждаетъ сказанное выше, что вредные токи, происходящіе отъ неровной поверхности листовъ устраняются труднѣе, чѣмъ — происходящіе отъ одинаковой толщины дисковъ по ихъ окружности.

Къ этимъ причинамъ можно еще прибавить токи Фуко, образующіеся въ обмоткѣ якоря; въ самомъ дѣлѣ, если листы не вполне гладки или если они гладки, но ихъ поверхность не перпендикулярна къ оси вращения якоря, то часто случается, что пучки линій силъ, не подвергаясь боковому колебанію, слѣдуютъ перемѣщеніямъ каждаго листа, перескакиваютъ съ одного листа, на другой сосѣдній, возбуждая въ частяхъ проводовъ, которыя будутъ встрѣчены линіями силъ, паразитные токи, которые нагрѣютъ эти части. Точно также, неодинаковая толщина листовъ на ихъ окружности, заставляющая колебаться линіи силъ съ одного диска на другой сосѣдній, произведетъ токи Фуко, которые заставятъ раздѣлить обмотку якоря на большее число проволокъ параллельно расположенныхъ и соединенныхъ меньшія секціи. Въ практикѣ нагрѣваніе обмотки якоря, происходящее отъ развитія этихъ паразитныхъ на токовъ почти столько же сильно, какъ Джоулево нагрѣваніе.

Теперь посмотримъ, существуютъ ли эти колебанія

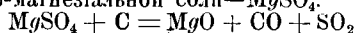
поля и внутри того же якоря. Очевидно, что боковые колебания лучков линий силъ, проникающія отъ неровности листовъ, не существуютъ внутри якоря; остается только рассмотреть влияние не одинаковой толщины дисковъ на ихъ окружностяхъ. Сперва замѣтимъ, что это измѣненіе толщины происходитъ только на краяхъ листа, и что на разстояніи 2—3 мм. отъ окружности, можно считать его толщину почти одинаковой. Кромѣ того эта неодинаковая толщина существуетъ одинаково на всѣхъ дискахъ и можно положить, что средняя толщина той части окружности, которая находится противъ полюса почти одинакова для всѣхъ листовъ; изъ этого слѣдуетъ, что сумма линий силъ, рассматриваемыхъ вмѣстѣ, которыя проникая черезъ дискъ, направляются отъ одного полюсного наконечника къ противоположному, должна быть приблизительно одинаковою для всѣхъ дисковъ, и, слѣдовательно, такъ какъ общая толщина листовъ, внутри самого якоря постоянна, то не существуетъ болѣе никакихъ причинъ для того, чтобы часть линий силъ, находящихся въ одномъ дискѣ, проникала черезъ изоляторъ въ сосѣдній дискъ.

Замѣтимъ, впрочемъ, что, чѣмъ глубже внутри якоря проникаютъ линии силъ, тѣмъ болѣе онѣ сближаются съ линиями силъ, входящими черезъ другія точки этого листа, и тѣмъ болѣе ихъ сумма приближается къ средней, которая будетъ одинакова для всѣхъ дисковъ; этимъ уничтожается всякая причина бокового перемѣщенія линий силъ внутри якоря.

Въ результатъ выходитъ, что на концахъ дисковъ могутъ происходить легкія колебанія линий силъ, но уже на маленькомъ разстояніи отъ вѣнскихъ краевъ этихъ листовъ пропадаетъ всякая причина колебанія поля. Теперь является понятнымъ, отчего въ такихъ динамо, гдѣ обмотка якоря находится въ желобахъ, продѣланныхъ по самой окружности листовъ на извѣстномъ разстояніи отъ концовъ, можно дѣлать эту обмотку изъ массивныхъ мѣдныхъ полосъ, не боясь, что онѣ нагрѣются вслѣдствіи появленія паразитныхъ токовъ.

(L'Eclairage Electrique.)

Электролитическое добываніе магнія по способу д-ра Эттеля. Для того, чтобы получить магній изъ большихъ слитковъ, д-ръ Эттель предварительно очищаетъ сырой материалъ—искусственный карналлитъ ($KMgCl_2, 6 H_2O$), получаемый какъ промежуточный продуктъ при фабрикаціи хлористаго каленя (въ Стасфуртѣ). Въ графитовый (предпочтительно, такъ какъ онъ при непрерывной работѣ выдерживаетъ много операций) тигель нагрѣтый въ жаровой печи, бросаютъ порціями искусственный карналлитъ и поддерживаютъ температуру сначала нѣсколько ниже краснаго калія. Карналлитъ плавится сначала въ своей кристаллизационной водѣ, затѣмъ эта послѣдняя удаляется при сильномъ кипѣніи. Во время этого процесса необходимо чаще осаживать массу, чтобы не образовывались въ послѣдней перегрѣтой пустоты, прорывъ которыхъ влечетъ за собой внезапное вскипаніе. Когда тигель будетъ достаточно наполненъ, то примѣшиваютъ къ расплавленному карналлиту немного древесныхъ опилокъ, сахару, муки или другого подобнаго восстанавливающаго вещества и затѣмъ медленно поднимаютъ температуру, пока кипѣніе не прекратится и вся соль не приметъ вида темнокрасной расплавленной массы. При образованіи пламени окиси углерода начинается восстановленіе заключающагося въ карналлитѣ, въ видѣ посторонней примѣси, сѣрно-магнезійнаго соли— $MgSO_4$:



Помѣшаніе массы производятъ кускомъ угля для дуговыхъ лампъ, желѣзный стержень загрязнилъ бы массу хлористымъ желѣзомъ. Послѣ того, какъ пробы покажутъ лишь слѣды сѣрной кислоты въ карналлитѣ, препаратъ можно считать готовымъ.

Тогда помѣшаніе прекращаютъ, даютъ расплавленную массу отстояться до проясненія, вынимаютъ тигель изъ огня, снимаютъ съ поверхности уголь и сливаютъ содержимое тигля, оставляя осадокъ на днѣ, состоящій изъ MgO (окиси магнія), въ плоскую форму.

При застываніи слитокъ трескается и представляетъ тогда бѣлый, съ слегка сѣроватымъ или желтоватымъ оттѣнкомъ, бисквитъ, содержащій въ пустотахъ часто замѣчательно хорошо сложившіеся листовые кристаллы. Такъ какъ соль эта сильно поглощаетъ влагу, то ее слѣдуетъ хранить въ хорошо закупоренныхъ коробкахъ. Для электролиза расплавляютъ соль и держатъ ее при слабо красномъ каленіи. Если шарики магнія не соединяются въ большіе слитки, то прибавляютъ плавиковога шпата. Сверхъ того слѣдуетъ предохранять образующіеся слитки отъ паровъ воды.

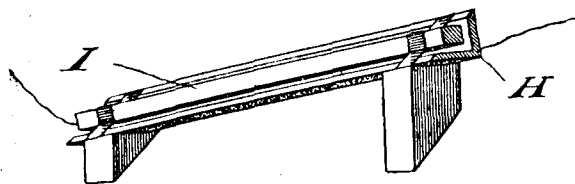
Въ лабораторіяхъ удобно вести электролизъ въ слѣдующемъ приборѣ. Достаточно просторный фарфоровый стаканчикъ раздѣляютъ на два равныхъ отдѣленія азбестовой перегородочкой, нижнюю часть которой продравливаютъ, чтобы образовалось нѣчто вроде сита. Для защиты поверхности слитка отъ дѣйствія пламени, къ краю стаканчика прикрѣпляютъ проволокой свернутый изъ азбестоваго картона цилиндрикъ, сантиметровъ 6 высотой.

Очищеннаго, какъ указано выше, карналлиту кладутъ въ стаканчикъ столько, чтобы верхній уровень расплавленной соли стоялъ выше отверстій въ азбестовой перегородочкѣ (фиг. 17). Анодомъ берутъ уголь съ графитовой свѣтильной (для дуговыхъ лампъ), катодомъ тонкую желѣзную пластинку въ 15—20 мм. шириной. Работаютъ съ 3—4 аккумуляторами. По окончаніи процесса вынимаютъ анодъ и перегородочку, прибавляютъ немного плавиковога шпата и помѣшиваютъ расплавленный магній катодомъ, чтобы очистить массу. Послѣ этого понижаютъ температуру, и магній застываетъ, послѣ чего его легко извлечь изъ слитка; можно также вылить содержимое тигля, не опасаясь воспламененія металла. Послѣднее можетъ произойти при слишкомъ высокой температурѣ, или если, при большой плотности тока или долго продолжавшемся электролизѣ, магній будетъ содержать калій.

1 амперъ—часъ теоретически долженъ выдѣлать 0,45 грамма магнія; способъ Эттеля даетъ возможность получить 0,41—0,43 грамма на 1 амперъ—часъ.

(Zeitschr. f. Elektrochemie).

Концентрація сѣрной кислоты и другихъ жидкостей электрическимъ токомъ. Нейхенъ и Кларке рекомендуютъ пропускать жид-



Фиг. 18.

кость самотекомъ по наклонному, проводящему токъ желобу ОН, служащему вмѣстѣ съ тѣмъ однимъ изъ электродовъ. Внутри желоба помѣщается изолированный отъ предыдущаго второй электродъ. Электрическій токъ, проходя черезъ слой жидкости, нагрѣваетъ ее, разлагая часть ея вмѣстѣ съ тѣмъ. Пузырьки газа легко удаляются вслѣдствіе мелкости желоба.

Zeitschr. f. Elektrot.

Обращение алмаза в графит в трубках Крукса.—Еще Крукс в 1879 г. замѣтилъ, что если алмазъ подвергается бомбардировкѣ потока „лучистой матеріи“, онъ покрывается темной оболочкой. Муассанъ изслѣдовалъ эту оболочку и доказываетъ (*Comptes Rendus*, 1897 г. t. CXXIV), что она представляетъ собою графитъ и притомъ графитъ съ такими химическими качествами, которыя заставляютъ предположить, что его образование происходило при температурѣ около 3.600°. До такой, следовательно, температуры могутъ быть нагрѣты тѣла, подвергнутыя дѣйствию катодныхъ лучей.

Взаимодѣйствіе электродовъ и катодныхъ лучей въ разряженныхъ газахъ.—Извѣстный французскій астрофизикъ Деландръ вновь выступаетъ защитникомъ электрической теоріи солнечной короны. Ея лучи, расходящіеся отъ солнечнаго края, прямолинейныя или изогнутыя напоминаютъ этому ученому катодныя лучи въ трубкахъ съ разряженнымъ газомъ. При разработкѣ деталей названной теоріи Деландру пришлось изучить вопросъ о взаимодѣйствіи катодныхъ лучей. Извѣстно, что если два луча исходятъ изъ двухъ катодовъ, находящихся рядомъ, то они отталкиваются другъ отъ друга. Деландръ склоняется къ другому пониманію этого явленія: каждый изъ лучей отклоняется подъ дѣйствіемъ самого соседняго катода, а не катоднаго луча; дѣйствительно, одинъ изъ лучей можетъ быть потушенъ экраномъ, второй—сохранитъ свое отклоненное положеніе. Деландръ нашелъ, что положительный электродъ притягиваетъ катодный лучъ; электродъ, соединенный съ землею—отталкиваетъ, какъ и въ томъ случаѣ, если онъ заряженъ отрицательно, лишь въ болѣе слабой степени. Наконецъ, оказалось, что всякое тѣло (проводникъ или изоляторъ), изолированное оказываетъ на катодныя лучи притягательное дѣйствіе.

Деландръ показалъ еще, что катодныя лучи расходятся лишь тогда, если они взаимно проникаютъ другъ друга; если пути ихъ лежатъ рядомъ, но не сѣшиваясь, лучи не расходятся.

Дѣйствіе озонизатора на газы, подверженные вліянію X-лучей.—Мы говорили уже, что Д. Д. Томсонъ доказалъ существованіе свойства проводимости у газовъ, подверженныхъ дѣйствию x-лучей (см. *Электрич.* 1897, стр. 3); притомъ общій характеръ явленій заставляетъ предположить, что эта проводимость является слѣдствіемъ іонизаціи газовъ, т. е. раздробленія частицъ. Съ другой стороны, извѣстно, что тихій разрядъ озонируетъ кислородъ воздуха, т. е. сплавиваетъ его частицы. Отсюда понятно ожиданіе итальянскаго ученаго Виллари, уничтожить проводящую способность рентгенизированнаго воздуха, подвергая его дѣйствию тихаго разряда. Ожиданіе это вполне оправдалось на опытѣ, и притомъ оказалось, что тихій разрядъ уничтожалъ іонизацію не только кислорода, но и свѣтлignaго газа, хотя въ этомъ послѣднемъ неизвѣстно явленія, аналогичнаго образованію озона. Кроме этого опыты показали (какъ и слѣдовало предполагать), что предварительное озонированіе не позволяетъ x-лучамъ дѣлать газъ проводникомъ, если частицы этого газа сплавиваются (кислородъ), и не мѣшаетъ рентгенизаціи, если газъ не измѣняется отъ дѣйствія тихаго разряда (свѣтлignaый газъ).

Электрическое равновѣсіе между ураномъ и изолированнымъ металломъ, помещеннымъ вблизи его.—Беккерель, продолжая свои изслѣдованія надъ гиперфлюоресценціею (см. *Электрич.* 1897, стр. 3) открылъ замѣчательное свойство металла урана: онъ не можетъ удержать на себѣ электрическаго заряда, хотя бы и находился совершенно изолированнымъ; кромѣ того уранъ разряжаетъ тѣла, находящіеся вблизи его. Знаменитый лордъ Кельвинъ (В. Томсонъ), имя котораго уже рѣдко встрѣчается среди авторовъ новыхъ работъ, предпринялъ изслѣдованіе этого необычнаго свойства. Онъ получилъ отъ

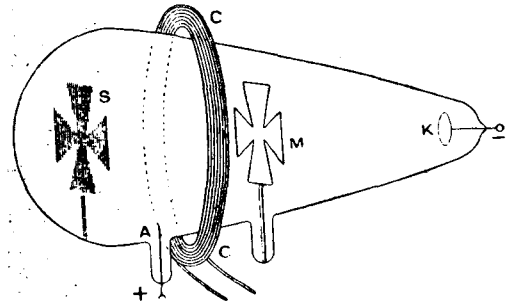
Муассана дискъ урана въ 5 см. діаметромъ и около 1/2 см. толщиною.

Этотъ дискъ быстро разряжалъ наэлектризованныя тѣла (отъ 5 до 2.100 вольтъ), помещаемыя около него въ разстояніи около 2 см., причемъ скорость разряженія оказалась очень далеко не пропорціональною числу вольтовъ. Уранъ посылаетъ свои разряжающіе лучи и сквозь тонкую оловянную пластинку.

Лордъ Кельвинъ помещалъ урановый дискъ противъ дисковъ изъ различныхъ металловъ, на разстояніи 1 см., причемъ изслѣдуемый металлъ былъ соединяемъ съ одной пары квадрантовъ электрометра, а уранъ—съ другою. Вслѣдствіе дѣйствія урановыхъ лучей между дисками образовывалась нѣкоторая постоянная разность потенциаловъ, которая и измѣрялась на электрометрѣ. Л. Кельвинъ нашелъ, что воздухъ, пронизываемый лучами урана, производитъ разность потенциаловъ между металлами—того же знака и того же порядка, что и капля воды, раздѣляющая тѣ же металлы.

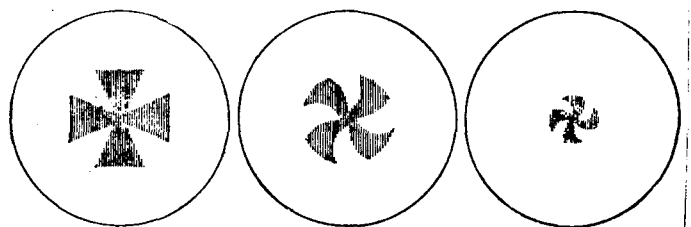
Приближеніе урановаго диска до 2—3 мм. къ изслѣдуемому металлу не измѣнило показаній электрометра.

Опытъ Флеминга относительно отклоненія катодныхъ лучей въ магнитномъ полѣ.—Если помѣстить спираль съ значительнымъ числомъ оборотовъ, какъ показано на фиг. 99 то при прохожденіи тока въ послѣдней. тѣнъ креста измѣняется:



Фиг. 19.

она уменьшается и въ тоже время вѣтви креста закручиваются въ ту или другую сторону, смотря по направленію тока (фиг. 20, 21 и 22). При достаточно сильномъ токъ



Фиг. 20—22.

тѣнъ креста исчезаетъ и появляется вновь при дальнѣйшемъ его усиленіи. Въ тоже время теряется равномерность флюоресценціи стѣнки трубки, противоположной катоду. Если помѣстить спираль между крестомъ и катодомъ, то уменьшеніе тѣни креста происходитъ безъ закручиванія его вѣтвей. Послѣдующее увеличеніе тѣни креста происходитъ въ весьма значительной степени. Флемингъ предполагаетъ, что увеличеніе тѣни креста происходитъ вслѣдствіе приближенія эффективной радиантной точки катодныхъ лучей (effective radiant point of the cathod rays) къ кресту подъ вліяніемъ тока достаточной силы.

(The Electrician).

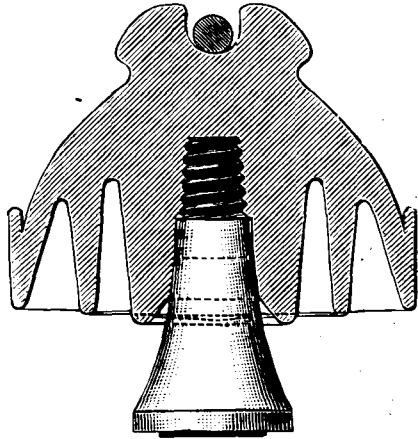
Измѣненіе электровозбудительной силы элемента Кларка съ температурой.—Электровозбудительная сила элементовъ Кларка, какъ из-

вѣстно, возрастаетъ съ температурой. Однако при быстромъ возрастаніи температуры это измѣненіе нѣсколько усложняется: въ своихъ измѣненіяхъ э. д. с. отстаетъ отъ температуры, если возрастаніе послѣдней совершается быстро (около 10° С. въ нѣсколько часовъ). Авторы приходятъ къ заключенію, что если помѣстить элементъ Кларка въ воду, температура которой отличается отъ температуры элемента на 3° С., то по истеченіи $\frac{1}{2}$ часа отставаніе будетъ около $0,1\%$ э. д. с. (The Electrician, W. Ayerton and W. Cooper, № 972, 1897).

Сопротивленіе электролитовъ колебательнымъ разрядамъ, по изслѣдованіямъ Кардани подчиняется законамъ сопротивленія для постоянныхъ токовъ. Отсюда слѣдуетъ, что подобные разряды (каково бы ни было число колебаній) проходятъ черезъ всю массу электролитовъ, а не по поверхности, что имѣетъ мѣсто для проводниковъ. Кардани дѣлалъ опыты съ растворами мѣднаго купороса и сѣрной кислоты, измѣняя длину и сѣченіе пути тока, а также концентрацію, и нашелъ, что во всѣхъ случаяхъ измѣненія сопротивленія таковы, какъ и для постоянного тока.

(The Electrician, № 972, 1897).

Изоляторы для высокихъ напряженій.— Распространеніе примѣненій токовъ высокаго напряженія для передачи энергій на большое разстояніе вызы-

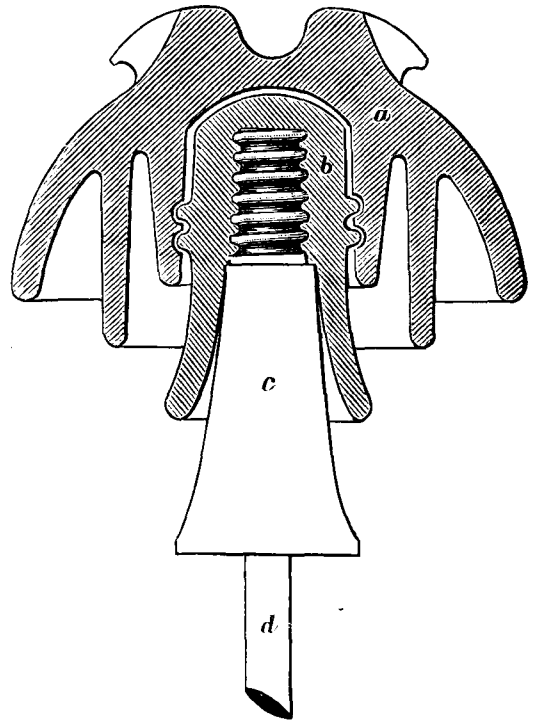


Фиг. 23.

ваетъ неизбѣжно усовершенствованія въ средствахъ изолированія воздушныхъ линій. Различныя американскія фирмы начинаютъ конкурировать между собою въ выдѣлкѣ изоляторовъ, способныхъ выдерживать очень высокія напряженія. Такъ строители линій для передачи энергій отъ Ниагары въ Буффало, нью-йоркская White Crosby Co., проектировали изоляторы изображеннаго на фиг. 23 образца, называя его „ниагарскимъ типомъ“. Хотя этотъ изоляторъ не представляетъ ничего особеннаго по своему устройству, но онъ выдѣляется изъ настолько хорошаго фарфора, что выдерживаетъ испытаніе подъ напряженіемъ въ 40.000 вольтовъ (онъ предназначенъ для линій съ рабочимъ напряженіемъ въ 10.000 вольтовъ). Эти изоляторы выдѣляются въ 14 см. высотой и вѣсятъ каждый около $4\frac{1}{2}$ кгр.

Извѣстный въ Нью-Йоркѣ поставщикъ изоляторовъ Локкъ выработалъ образецъ гораздо болѣе сложной формы, какъ можно видѣть на фиг. 24. Его изоляторъ представляетъ собою соединеніе стекла и фарфора въ виду того, что стекло, какъ утверждаютъ, обладаетъ наибольшимъ сопротивленіемъ пробиванію, а у фарфора крайнее высокое поверхностное сопротивленіе. Стеклою дѣлается внутренняя часть *b*, а фарфоровою—наружная *a*. Впрочемъ Локкъ выдѣляетъ также изоляторы, у которыхъ обѣ части фарфоровыя; въ этомъ случаѣ изоляторы состоятъ изъ двухъ частей съ той цѣлью, чтобы каждую часть можно было дѣлать тоньше для обезпечиванія болѣе полнаго стеклованія.

Двѣ части изолятора *a* и *b* свинчиваются или спаиваются и обладаютъ большою крѣпкостью въ механическомъ и электрическомъ отношеніяхъ. Изоляторъ, навинченный на ножку *c* изъ локустоваго дерева, поддерживается на стальной шпилькѣ *d*.



Фиг. 24.

При пробахъ эти изоляторы выдерживали въ теченіе 4 часовъ напряженіе въ 70.000 вольтовъ безъ нагрѣванія и пробиванія. Они будутъ также примѣняться на линіяхъ передачи энергій отъ Ниагарскихъ водонадовъ.

(The Electrical World).

Связь между подводными землетрясеніями и поврежденіями подводныхъ кабелей.— Существованіе такой связи старался доказать проф. Джонъ Мильнъ въ своемъ сообщеніи въ лондонскомъ Королевскомъ Институтѣ о современномъ прогрессѣ сейсмологіи. Хотя лекторъ приводилъ примѣры, когда послѣ разрыва кабели обнаруживали геологическіе перевороты на днѣ моря, но трудно допустить, чтобы это случалось часто—въ противномъ случаѣ нельзя надѣяться на уменьшеніе числа случаевъ разрыва подводныхъ кабелей съ усовершенствованіемъ ихъ выдѣлки и способовъ прокладки.

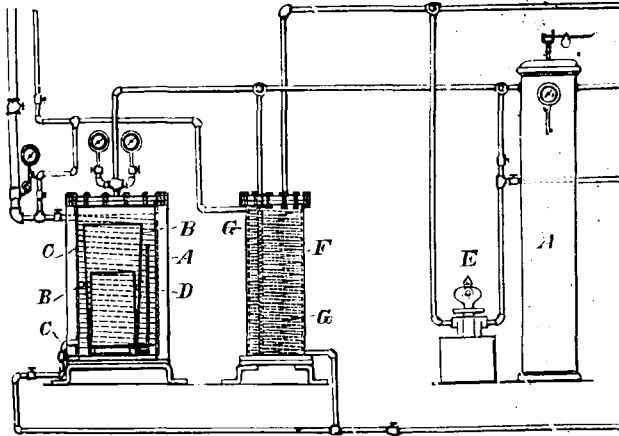
(The El. Review.)

Усовершенствованные конденсаторы и индукціонныя катушки Теслы.— Съ тѣхъ поръ какъ Тесла открылъ вредное дѣйствіе воздуха и газовъ на индукціонныя катушки и конденсаторы, онъ сталъ работать надъ усовершенствованіемъ своихъ приборовъ и остановился, на слѣдующемъ способѣ устройства, изображенномъ на фиг. 25. Здѣсь *A*—воздухонепроницаемый закрытый резервуаръ, въ которомъ расположеной паровой змѣвикъ *C*, окружающей сосудъ *B* съ слегка наклонными стѣнками; въ этотъ сосудъ вставляется около его дна трубка *D*.

Конденсаторъ или другой приготовляемый приборъ помещается въ сосудъ *B*. Кругомъ послѣдняго набивается подходящее изолирующее вещество въ такомъ количествѣ, чтобы, расплавленное нагрѣваніемъ, оно вытекло по трубкѣ *D* въ сосудъ *B* и наполнило пространство

въ послѣднемъ до верха конденсатора или другого прибора, помѣщенного тамъ.

Подготовивъ такимъ образомъ аппаратъ, выкачиваютъ изъ резервуара А по возможности весь воздухъ насосомъ Е и пускаютъ паръ въ змѣевникъ С. Чтобы въ насосъ не попадали какія либо летучія составныя части изолирующаго вещества, въ цѣпь трубъ между



Фиг. 25.

резервуаромъ А и насосомъ введенъ холодильникъ F съ охлаждающимъ змѣевникомъ G. По достиженіи нѣкотораго разреженія воздуха въ резервуарѣ А, когда растопленный изолирующій матеріалъ пойдетъ въ сосудъ В, насосъ можно остановить и сообщить резервуаръ А съ резервуаромъ Н, изъ котораго воздухъ былъ выкаченъ. Приборы оставляютъ въ такомъ состояніи до тѣхъ поръ, пока всѣ щели у конденсатора не будутъ заполнены изолирующимъ матеріаломъ. Тогда паръ закрываютъ и пускаютъ въ змѣевникъ С холодную воду. Затѣмъ соединенія съ насосомъ измѣняютъ на обратныя и начинаютъ нагнетать воздухъ въ резервуары А и Н, такъ что дальнѣйшее охлажденіе и отвердѣваніе изолирующаго матеріала происходитъ подъ давленіемъ гораздо выше атмосфернаго. Когда этотъ матеріалъ отвердѣетъ вполнѣ, конденсаторъ или другой приборъ вынимаютъ изъ резервуара А вмѣстѣ съ приставшей къ нему массой изолирующаго матеріала и излишекъ послѣдняго снимаютъ.

Тесла нашелъ, что приготовленные такимъ способомъ приборы обладаютъ очень хорошими качествами и особенно пригодны для цѣлей съ токами высокаго напряженія и съ большимъ числомъ перемѣнъ.

(Illustr. Electr. Review).

Производство электролитической мѣди.

—Въ Германіи почти вся мѣдь очищается электролизомъ. Въ Америкѣ производство электролитической мѣди достигло въ 1890 г. 12.000 тоннъ, въ 1891 г. эта цифра увеличилась до 18.000, а въ 1892 г.—до 25.000.

Въ настоящее время въ Соединенныхъ Штатахъ существуютъ 20 большихъ заводовъ для электрической выработки мѣди, причемъ ихъ полное производство составляетъ 4.000 тоннъ въ мѣсяцъ. Нѣкоторыя установленныя тамъ динамомашинны доставляютъ по 3000 амперовъ; ихъ электровозбудительная сила измѣняется отъ 6 до 100 вольтовъ, а двѣ или три даютъ 150 вольтовъ.

Непрерывно возрастаетъ спросъ на мѣдь для электрическихъ приборовъ, особенно для телеграфныхъ линий вълѣдствіе стремленія замѣнять желѣзныя линии мѣдными.

(Bul. Intern. de l'El-té).

БИБЛІОГРАФІЯ.

Les transformateurs à courants alternatifs simples et polyphasés. Théorie—construction—applications, par Gisbert Kapp. Traduit de l'allemand par A. Dubsky et G. Chenet. Paris. Baudry et C-ie, éditeur. 1896. 247 p.

Трансформаторы переменнаго тока простого и многофазнаго. Гисберта Каппа. Перевели съ нѣм. А. Дюбскій и Г. Шене. Парижъ.

Это сочиненіе г. Каппа касается столь важнаго прибора современной электротехнической практики, что должно возбудить большой интересъ къ своему содержанію. По изложенію оно вполнѣ соответствуетъ обширной извѣстности своего автора.

Г. Каппъ представляетъ собою счастливое соединеніе теоретика, детально понимающаго затрогиваемый имъ вопросъ, и практика, реально создающаго, какія стороны этого вопроса имѣютъ значеніе въ техникѣ; но кромѣ этого г. Каппъ еще и популяризаторъ, умѣющій подвести читателя къ трудностямъ. Въ иностранной (преимущественно англійской) литературѣ существуетъ уже нѣсколько сочиненій, посвященныхъ трансформаторамъ, и все же книга Каппа настолько оригинальна, что представляетъ собою желательное явленіе.

Послѣ самой краткой вводной главы, въ которой обстоятельно, но безъ всего лишняго, излагаются тѣ немногія явленія, которыя лежатъ въ основѣ дѣйствія трансформаторовъ, Каппъ приступаетъ къ изложенію своего предмета.

Въ шести главахъ (II—VII) детально описываются способы изслѣдованія трансформаторовъ въ различныхъ отношеніяхъ, причемъ описываются приборы, употребляемые при этомъ. Многое изъ этого описанія вполнѣ оригинально. Глава VIII посвящена изложенію различныхъ методовъ включенія трансформаторовъ въ цѣпь. Послѣдняя глава, IX, содержитъ въ себѣ описаніе нѣкоторыхъ типовъ трансформаторовъ; при этомъ помѣщено нѣсколько детальныхъ чертежей.

Theorie und Praxis der Analytischen Elektrolyse der Metalle. Von Dr. phil. Bernhard Neumann. Mil 65 in den Text gedruckten Abbildungen. Halle a. S. Druck und Verlag von Wilhelm Knapp. 1897.

Теорія и практика аналитическаго электролиза металловъ. Б. Неймана.

Отъ существующихъ уже руководствъ по электролитическому анализу разсматриваемое отличается тѣмъ, что авторъ ея не старается выдвинуть на первый планъ свои собственные методы, только нѣсколько упомянутыя методы, применяемые въ техникѣ, какъ это дѣлаютъ Классенъ и Смиль. Напротивъ того, Нейманъ, при обсужденіи электролиза отдѣльныхъ металловъ, отводитъ первое мѣсто электролизамъ, важнымъ въ техническомъ отношеніи и подробно ихъ описываетъ, приводя точныя данныя о силѣ тока въ амперахъ, о напряженіи, температурѣ и т. п., такъ что они даже менѣе опытными лицами легко могутъ быть повторены. Приведены и другіе, менѣе важныя методы, причемъ обращено вниманіе на ихъ преимущество или недостатки. За главой объ отдѣленіи металловъ слѣдуетъ рядъ практическихъ примѣровъ съ указаніями, въ какихъ случаяхъ, при изслѣдованіи металловъ, сплавовъ, рудъ на практикѣ применяется или съ успѣхомъ могъ бы быть примененъ электролизъ.

Первая, большая часть книги, посвящена взглядамъ новѣйшей теоріи электрическихъ явленій, и относящимся къ электролизу. Здѣсь разсматриваются и объясняются на основаніи этой теоріи главнѣйшіе законы и явленія, происходящія при электролизѣ. Въ видѣ добавленія къ главѣ объ источникахъ тока приведена теорія гальваническихъ элементовъ и аккумуляторовъ. Въ отдѣльной главѣ разсматриваются наиболѣе употребительныя приборы для измѣренія и регулированія тока.

Мы можемъ смѣло рекомендовать эту книгу, какъ весьма полезное руководство не только для аналитика-практика, ищущаго указаній относительно выбора методовъ и по вопросамъ объ устройствѣ приборовъ и обращеніи съ ними и съ источниками тока, но и для всякаго, желающаго познакомиться съ теоріей электрохимическихъ явленій.

Р. Л.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Разныя новости. Городской управой заключенъ договоръ съ фирмою Гуэ на уличное и частное освѣщеніе нашей столицы. Контрагентъ платитъ городу 8% съ ежегоднаго дохода и обязуется замѣнить керосиновое освѣщеніе въ Александро-Невской части электрическимъ, въ количествѣ 1:00 фонарей съ вольтовыми дугами, за что городъ будетъ платить ежегодно 4600 рублей. По словамъ „Н. В.“, подобный договоръ заключенъ и съ фирмою „Гелиосъ“. Оба предпринимателя обязуются давать въ городѣ частнымъ лицамъ электрическое освѣщеніе независимо отъ мѣста жительства и количества требуемыхъ лампочекъ.

— Въ послѣднемъ засѣданіи „British Association“ въ Ливерпулѣ было рѣшено подать просьбу правительству о разрѣшеніи учрежденія національной лабораторіи вродѣ берлинскаго Государственнаго Института, причемъ расходъ на первое устройство будетъ равенъ 30000 фунт. стерл., а затѣмъ по 5000 фунт. стерл. ежегоднаго содержанія. Мы слышали, что и у насъ въ Россіи предполагается устройство подобнаго учрежденія.

Достоинства и недостатки различныхъ способовъ искусственнаго освѣщенія. — Д-ръ Мотэ въ своемъ докладѣ Французской Медицинской Академіи объ искусственомъ освѣщеніи съ гигиенической точки зрѣнія дѣлаетъ между прочимъ интересныя сопоставленія между различными способами искусственнаго освѣщенія. Такъ, онъ говоритъ, что газовое и керосиновое пламя содержитъ много желтыхъ и красныхъ лучей и производитъ нагрѣваніе, но эти недостатки устранямы въ нѣкоторой степени; при посредствѣ нѣкоторыхъ усовершенствованныхъ приспособленій свѣта получается больше, а теплоты меньше. Масляныя лампы производятъ меньше теплоты по сравненію съ газомъ и керосиномъ. Свѣтъ вольтовой дуги содержитъ много фіолетовыхъ лучей, которые не оказываютъ никакого вреднаго дѣйствія на глаза. Свѣтъ лампъ накалыванія изъ всѣхъ способовъ искусственнаго освѣщенія ближе всѣхъ подходитъ къ солнечному свѣту.

При всѣхъ способахъ освѣщенія за исключеніемъ электрическаго, выделяются вредныя для дыханія газы въ слѣдующемъ количествѣ, если привести источники свѣта къ одинаковой силѣ свѣта:

Дуговая лампа въ 100 карселей	выдѣляетъ	12 литр. углекислот.
80 лампъ накалыванія	0	”
100 карсельскихъ образц. лампъ	5565	”
100 газовыхъ рожковъ	8800	”
100 керосиновыхъ лампъ	9400	”
680 свѣчей	10406	”

Въ заключеніе своего доклада д-ръ Мотэ ставитъ въ слѣдующемъ порядкѣ различные способы освѣщенія съ гигиенической точки зрѣнія:

Лампы накалыванія.

Масляныя лампы.

Горѣлка Ауера.

Обажновешныя керосиновыя лампы.

газовыя горѣлки.

Интенсиwnыя керосиновыя лампы.

(Bul. Intern. de l'El.)

Расширеніе дѣятельности нью-йоркской Edison Electric Illuminating Co за прошлый годъ. — Два года тому назадъ въ нашечъ журналѣ *) были приведены свѣдѣнія о дѣятельности этой электроосвѣтительной компаніи за 1893 г. Интересно

будетъ сопоставить ихъ съ данными изъ отчета компаніи за 1896 г., — сравненіе будетъ хорошей иллюстраціей общаго роста электрическаго освѣщенія въ Америкѣ.

У компаніи работаютъ семь станцій, максимальная производительность тока на которыхъ за прошлый годъ (въ декабрѣ) была слѣдующая:

На Duane str.	4 дек.	35.750 амперовъ,
” 12-th str.	21 ”	7.990 ”
” 26-th str.	15 ”	21.900 ”
” 39-th str.	28 ”	10.400 ”
” 53-d str.	3 ”	6.975 ”
” 72-d str. (подстанція)	25 ”	1.550 ”
” Bowling Green (батарея аккумуляторовъ)	3 ”	2.800 ”

Наибольшая нагрузка всей системы достигла 15 декабря 79.360 амперовъ, а лучшая средняя дневная нагрузка равнялась 22 декабря 28.926 амперамъ. Всего за 1896 г. произведено 153.319.982 ампера-часа.

Снабженіе токомъ отъ станцій увеличилось за прошлый годъ на эквивалентъ 125.000 16-свѣчныхъ лампъ; это необычайно большой приростъ, превышающій приблизительно на 28% приросты за прежніе годы.

Добавочная станція въ Produce Exchange Building замѣнена въ прошломъ году аккумуляторной станціей въ Bowling Green съ батареями на 8000 амперовъ-часовъ. Увеличены установки станцій на 12-th str., 53-d str. и 26-th str., а на станціи 39-th str. прибавлена 300-сильная паровая турбина Де-Лавала съ двумя динамомашинами по 100 киловатъ. (подобная же группа машинъ была поставлена раньше на станціи 12-th str.). На 72-d str. устроили подстанцію, на которой двухфазный токъ въ 2000 вольтовъ, получаемый изъ станціи Manhattan Co, приводитъ въ дѣйствіе электродвигатель въ 240 киловатъ, вращающій двѣ 35-вольтовыя динамомашинны постояннаго тока по 100 киловатъ.

Благодаря установленной на станціи 12-th str. батарее аккумуляторовъ, оказывалось возможнымъ по временамъ (на ночь или въ воскресенье) останавливать дѣйствіе всей системы (за исключеніемъ станціи на 26-th str.), чтобы изслѣдовать, насколько практично питать всю систему отъ одной станціи. Результаты показали, что это очень удобно и выгодно, а потому рассчитываютъ, что съ устройствомъ новой батарейной станціи въ Bowling Green достигнуть большой экономіи въ текущемъ году.

Полная длина линий подземныхъ проводовъ и фидеровъ достигла къ 31 декабря 1896 г. 335 км., увеличившись за годъ на 10¼ км.

Электротехника въ высшихъ техническихъ школахъ Германіи. Въ Ахенѣ (начало лекцій 26 апр. н. с.), профес.: Гретрианъ, Ленардъ и др.; Берлинѣ (25 апр.) Слаби, Фогель, Штреккеръ, Калишеръ и др.; Брауншвейгѣ (26 апр.): Веберъ; Дармштадтѣ (22 апр.): Кнittelъ; Дрезденѣ (26 апр.): Гальваксъ; Ганноверѣ (22 апр.): Дитеричи, Кольраушъ; Карлсруэ (20 апр.): Арнольдъ, Мейдингеръ; Мюнхенѣ (26 апр.): Зонке, Фойтъ, Эдельманъ; Штуттгартѣ (21 апр.): Кохъ, Геуссерманъ. Въ этихъ учебныхъ заведеніяхъ читаются для электротехниковъ лекціи по общей физикѣ и спеціальной, и по всѣмъ отдѣламъ электротехники постояннаго и переменнаго токовъ, курсы построенія машинъ и проч.

Между спеціальными курсами отмѣтимъ: теорія электротехники и электричества (Шлейермахеръ въ Карлсруэ и Шерингъ въ Дармштадтѣ), ученіе о потенциалѣ (Кохъ въ Штуттгартѣ и Гроссъ въ Берлинѣ), о громоотводахъ (Кольраушъ и Шеукертъ въ Брауншвейгѣ), объ электрическихъ желѣзныхъ дорогахъ (Рёсслеръ въ Берлинѣ), электрическая литература и патенты (Нитгаммеръ въ Штуттгартѣ); распределеніе тока въ цѣпи (Гехтгель въ Берлинѣ).

Въ сентябрѣ открывается въ Ганноверѣ новый электрическій институтъ (директоръ Арнольдъ).

*) „Электричество“, 1895 г., стр. 8.