

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Расчетъ и цѣлесообразное распредѣленіе проводовъ воздушныхъ параллельныхъ линий переменнаго тока.

Статья инженера Г. П. Марковича.

(Продолженіе *).

2) Разсмотримъ теперь электрическое поле, образованное двумя равными, но обратнаго знака электрическими массами $+\lambda$ и $-\lambda$, равномерно распределенными на двухъ параллельныхъ линияхъ O_1 и O_2 (фиг. 1). Пусть будетъ, какъ и раньше, $+\lambda$ и $-\lambda$ линейная электрическая плотность, а D въ см.—разстояніе между проводами.

Въ любой точкѣ P электрическаго поля, находящейся на разстояніи r_1 отъ O_1 , а на r_2 отъ O_2 , равномерно распределенная электрическая масса $+\lambda$ на линіи O_1 производитъ дѣйствующую въ направленіи O_1P силу $H_1 = \frac{2\lambda}{r_1}$, а равномерно распределенная масса $-\lambda$ на линіи O_2 производитъ въ той же точкѣ въ направленіи PO_2 силу $H_2 = -\frac{2\lambda}{r_2}$, слѣдовательно сила электрическаго поля въ точкѣ P является равнодѣйствующей изъ H_1 и H_2 .

Потенціалъ электрической массы $+\lambda$ въ точкѣ P будетъ

$$V_1 = -2\lambda \lg n r_1 + K$$

а потенциалъ электрической массы $-\lambda$ въ той же точкѣ P

$$V_2 = 2\lambda \lg n r_2 - K.$$

Слѣдовательно, потенциалъ электрическихъ массъ $+\lambda$ и $-\lambda$ въ точкѣ P равняется алгебраической суммѣ V_1 и V_2 и выражается:

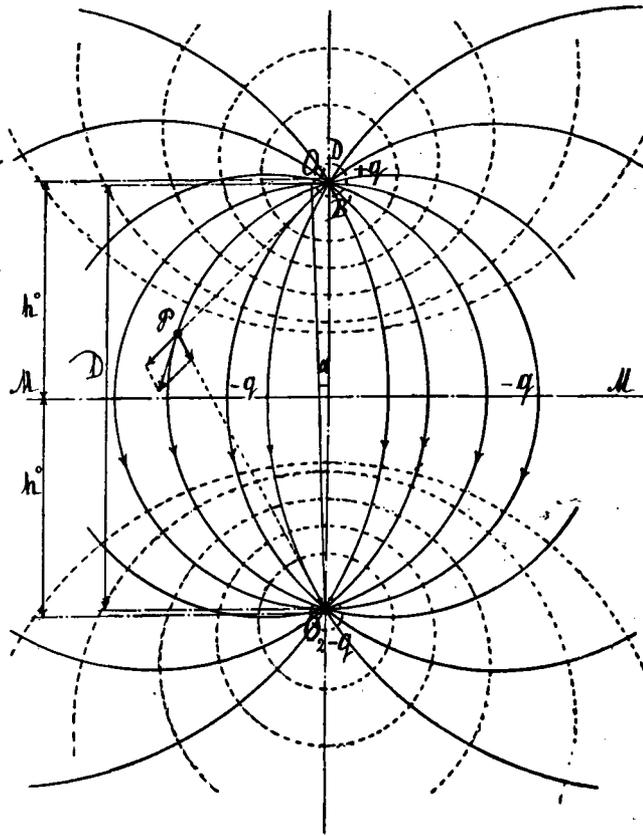
$$V = V_1 + V_2 = 2\lambda \lg n \frac{r_2}{r_1}.$$

Равнопотенціальныя поверхности опредѣляются уравненіемъ

$$\frac{r_2}{r_1} = \text{const.},$$

т. е. поверхности эти суть цилиндры, оси которыхъ параллельны линіямъ O_1 и O_2 . Равнопотенціальныя поверхности состоятъ изъ двухъ системъ цилиндровъ, изъ которыхъ одна окружаетъ линію O_1 , а другая линію O_2 , какъ это указано на фигурѣ.

Плоскость MM_1 раздѣляетъ эти двѣ системы



Фиг. 1.

равнопотенціальныхъ поверхностей и дѣлитъ линію O_1O_2 , къ которой она перпендикулярна, на двѣ равныя части; плоскость MM_1 представляетъ также равнопотенціальную поверхность потенциала $V=0$. Диаметръ этихъ равнопотенціальныхъ поверхностей (проектирующихся на бумагѣ дугами) можно найти изъ гармоническаго от-

*) См. „Э—во“, 1905 г. № 22—23, стр. 305.

ношения между точками O_1 , O_2 , B и D , т. е. изъ $O_1B : O_2B = O_1D : O_2D$.

Если теперь мы желаемъ ограничиться пространствомъ между двумя равнопотенціальными поверхностями V_1 и V_2 , то мы можемъ по вышеуказанному замѣнить линейныя распределенія $+\lambda$ и $-\lambda$ зарядами $+q$ и $-q$, индуктированными на этихъ поверхностяхъ, представляя себѣ, что онѣ суть металлическіе цилиндры; количество распределеннаго электричества (заряда) на единицу длины оси на цилиндрическихъ поверхностяхъ равняется плотности линейнаго распределенія.

Этотъ способъ замѣны позволяеть приведенную здѣсь теорію примѣнить и къ электрическимъ полямъ, образуемымъ зарядами $+q$ и $-q$, распределеннымъ на цилиндрическихъ проводахъ. Итакъ, систему двухъ проводовъ, имѣющихъ равные, но обратнаго знака заряды $+q$ и $-q$ мы можемъ всегда замѣнить двумя линейными распределеніями $+\lambda$ и $-\lambda$, плотность которыхъ равняется количеству электричества, приходящагося на единицу длины проводовъ, причемъ поверхности этихъ двухъ проводовъ должны быть равнопотенціальными поверхностями въ электрическомъ полѣ, образованномъ линейными распределеніями $+\lambda$ и $-\lambda$.

Изложивъ распределеніе потенциала идеальныхъ проводовъ, то есть, электрическихъ линий, приступимъ теперь къ вычисленію емкости воздушныхъ линий переменнаго тока. Начнемъ съ

А. однофазныхъ линий. Рассмотримъ для этой цѣли:

1) однофазную линію, состоящую изъ одного провода, такъ что земля служитъ, какъ обратный проводъ. Емкость подвѣшеннаго на высотѣ h см. отъ земли провода можно сравнить, какъ это уже сказано было, съ емкостью конденсатора, имѣющаго обкладками плоскость и цилиндръ. Пусть MM_1 обозначаетъ проекцію поверхности земли на бумагѣ, а кругъ съ радіусомъ r и центромъ O_1 — цилиндрической подвѣшенный проводъ (фиг. 1). На единицу длины вдоль оси провода приходятся на обкладкѣ конденсатора равные, но обратнаго знака заряды $+q$ и $-q$.

Рассмотримъ теперь электрическое поле образованное двумя линейными распределеніями, съ плотностью $+q$ и $-q$, находящимися на двухъ параллельныхъ къ оси провода линіяхъ, которыхъ проекціи O_1 и O_2 лежатъ, такъ чтобы плоскость MM_1 и цилиндрическая поверхность провода были равнопотенціальными поверхностями, т. е. чтобы плоскость MM_1 , перпендикулярная къ O_1O_2 , дѣлила эту прямую O_1O_2 на двѣ равныя части или же, что одно и то же, чтобы точки O_1 , O_2 , B и D стояли въ гармоническомъ отношеніи. Въ пространствѣ между плоскостью MM_1 и цилиндрической поверхностью провода электрическое поле тождественно съ полемъ, образованнымъ обкладками конденсатора, слѣдовательно, величина потенциала

V_1 на проводѣ и V_2 на плоскости MM_1 въ обоихъ поляхъ одни и тѣ же и можно ихъ вычислить изъ отношенія:

$$V = 2q \lg n \frac{r_2}{r_1} + K.$$

Для цилиндрическаго провода отношеніе $\frac{r_2}{r_1}$ выражается

$$\frac{O_2B}{O_1B} = \frac{O_2D}{O_1D} = \frac{O_2B + O_2D}{O_1B + O_1D} = \frac{O_2O_1}{r} = \frac{2h}{r} \dots \sin \alpha,$$

гдѣ α обозначаетъ уголъ, который касательная, проведенная изъ точки O_1 къ окружности сѣченія провода, составляетъ съ прямой O_1O_2 . Слѣдовательно, потенциалъ подвѣшеннаго на высотѣ h см. отъ земли провода будетъ

$$V_1 = 2q \lg n \left(\frac{2h}{r} - \sin \alpha \right) + K.$$

Потенциалъ поверхности земли является равнымъ нулю, такъ какъ $r_2 = r_1$, а $V_2 = \text{const}$.

Разность потенциаловъ между обкладками конденсатора будетъ

$$V_1 - V_2 = 2q \lg n \left(\frac{2h}{r} - \sin \alpha \right).$$

Но $V_1 - V_2$ ничто иное, какъ напряжение между проводомъ и землей, слѣдовательно

$$V_1 - V_2 = e = 2q \lg n \left(\frac{2h}{r} - \sin \alpha \right).$$

Если радіусъ r провода въ сравненіи съ h очень малъ, то и $\sin \alpha$ почти нуль, и тогда будетъ

$$V_1 - V_2 = e = 2q \lg n \frac{2h}{r}.$$

Емкость подвѣшеннаго провода будетъ

$$C = \frac{q}{e} = \frac{1}{2 \lg n \frac{2h}{r}}$$

въ электростатическихъ единицахъ, гдѣ h и r выражаются въ см. Переходя съ непоровыхъ на обыкновенные (бриговы) логарифмы и выражая емкость въ электромагнитныхъ величинахъ, получимъ емкость

$$C = \frac{1}{q \cdot 10^{10} \cdot 2,3} \frac{1}{2 \log \frac{2h}{r}}.$$

Но такъ какъ емкость выражается обыкновенно въ микрофарадахъ (мф), то емкость одного на высотѣ h см. отъ земли подвѣшеннаго провода въ микрофарадахъ на 1 клм. длины будетъ:

$$C = \frac{1 \cdot 10^{15} \cdot 10^5}{q \cdot 2,3 \cdot 10^{20}} \frac{1}{2 \log \frac{2h}{r}} = \frac{1}{20,7 \cdot 2 \log \frac{2h}{r}}$$

откуда

$$C = \frac{0,0483}{2 \log \frac{2h}{r}} \text{ мф на 1 клм.}$$

Изъ этого вытекаетъ, какъ это уже Штейн-цомъ было указано, что земля, въ отношеніи емкости производитъ такое дѣйствіе какъ будто бы подъ землей на разстояніе h см. отъ поверхности находился второй симметричный проводъ, имѣющій равный, но обратнаго знака зарядъ— q .

Въ слѣдующемъ мы будемъ вліяніе земли на емкости и отвѣтвленія воздушныхъ проводовъ каждый разъ замѣнять зеркальными изображеніями проводовъ, т. е. симметрично къ поверхности земли расположенными проводами, имѣющими равные, но обратнаго знака заряды. Далѣе мы предположимъ, что гармоническія точки O_1 и O_2 совпадаютъ съ центрами O_1 и O_2 , т. е. осями проводовъ, такъ какъ это предположеніе влечетъ за собою очень ничтожную ошибку, о которой на практикѣ даже не стоитъ и говорить.

Сравнивая емкость провода, подвѣшеннаго на h см. отъ земли, съ емкостью цилиндрическаго конденсатора, котораго обкладки имѣютъ радіусы r и $2h$ см., мы находимъ, что уравненія ихъ одинаковы. Слѣдовательно, емкость провода, подвѣшеннаго на h см. отъ земли тождественна съ емкостью провода, радіуса r см., который окруженъ концентрическимъ цилиндромъ, съ радіусомъ равнымъ двойному разстоянію подвѣшеннаго провода отъ земли.

Примѣръ. Для примѣра вычислимъ емкость провода подвѣшеннаго на $h=700$ см. отъ земли, радіуса $r=0,33$ см. Емкость этого провода будетъ

$$C = \frac{0,0483}{2 \log \frac{1400}{0,33}} = 0,00665 \text{ мф. на 1 клм.}$$

Если $\sim = 25$ частота передаваемого тока, то выраженіе

$$b_c = w C = 2\pi \sim C \cdot 10^{-6}$$

носить названіе «емкостной воспримчивости» (Capacitäts susceptanz, Capacité-susceptance) воздушнаго провода. Въ данномъ случаѣ b_c равняется

$$b_c = 6,28 \cdot 25 \cdot 0,00665 \cdot 10^{-6} = 1,044 \cdot 10^{-6} \text{ мо на 1 клм.}$$

Токъ зарядный выразится

$$J_c = b_c \cdot E = 1,044 \cdot E \cdot 10^{-6} \text{ амперъ на 1 клм.,}$$

гдѣ E обозначаетъ напряженіе между проводомъ и землей. Для случая, гдѣ $E=3000$ влт., зарядный токъ будетъ

$$J_c = 1,044 \cdot 3000 \cdot 10^{-6} = 0,0313 \text{ амперъ на 1 клм.}$$

Вычислимъ теперь емкость

2) однофазной линіи съ нѣсколькими параллельно соединенными воздушными проводами, гдѣ земля служитъ, какъ обратный проводъ. Хотя такого рода линіи, какъ и линія предыдущаго случая, и не примѣняются на практикѣ для передачи электрической энергии, но всетаки въ теоретическомъ

отношеніи интересно рассмотретьъ и эти линіи для того, чтобы выяснитъ себѣ, какое электрическое вліяніе проявляютъ другъ на друга провода, когда по нимъ протекають токи одного и того же направленія.

Пусть будутъ въ данный моментъ t потенциалы $V_1, V_2, V_3 \dots$, а заряды $q_1, q_2, q_3 \dots$ на единицу длины проводовъ 1, 2, 3... Замѣнимъ теперь заряды проводовъ линейными распределеніями, съ плотностью $q_1, q_2, q_3 \dots$, на оси проводовъ, а вліяніе земли зеркальнымъ изображеніемъ электрическихъ линій, имѣющихъ плотность— $q_1, q_2, q_3 \dots$. Если $r_1, r_2, r_3 \dots$ обозначаютъ разстоянія отъ проводовъ (оси проводовъ), а $2h_1, 2h_2, 2h_3 \dots$ разстоянія отъ изображеній проводовъ точки P , на примѣръ, находящейся на поверхности провода 1, то потенциалъ провода 1 можетъ быть выраженъ уравненіемъ:

$$V_1 = 2q_1 \lg n \frac{2h_1}{r_1} + 2q_2 \lg n \frac{2h_2}{r_2} + 2q_3 \lg n \frac{2h_3}{r_3} + \dots = 2\Sigma \left(q \lg n \frac{2h}{r} \right)^*.$$

Мы получаемъ столько уравненій, сколько проводовъ, и исключая $q_2, q_3 \dots$ можно вычислить q_1 . Это былъ бы общій способъ вычисления, когда заряды $q_1, q_2, q_3 \dots$ разные.

Но въ техникѣ переменнаго тока эти отношенія упрощаются, благодаря свойствамъ однофазной и трехфазной системы, какъ мы это дальше увидимъ.

Для данного случая, гдѣ провода соединяются параллельно, и гдѣ провода одного радіуса, $q_1 = q_2 = q_3 = \dots$; потенциалъ провода 1 выразится:

$$e = V_1 = 2q \left[\lg n \frac{2h_1}{r_1} + \lg n \frac{2h_2}{r_2} + \lg n \frac{2h_3}{r_3} + \dots \right] = 2q\Sigma \left[\lg n \frac{2h}{r} \right]$$

а емкость провода 1 будетъ

$$C = \frac{q}{e} = \frac{0,0483}{2 \cdot \Sigma \left[\log \frac{2h}{r} \right]} \text{ мф. на 1 клм.}$$

Для лучшаго разъясненія рассмотримъ олинъ примѣръ, гдѣ

а) два параллельныхъ провода, радіуса $r=0,33$ см., на разстояніи $D=35$ см. другъ отъ друга и на разстояніи $h=700$ см. отъ земли соединяются параллельно, и гдѣ земля служитъ, какъ обратный проводъ. Емкость одного провода въ мф. на 1 клм. длины будетъ

$$C_1 = \frac{0,0483}{2 \left[\log \frac{2h}{r} + \log \frac{\sqrt{(2h)^2 + D^2}}{D} \right]} = \frac{0,0483}{2 \log \frac{1400 \cdot \sqrt{1400^2 + 35^2}}{0,33 \cdot 35}} = 0,0056 \text{ мф.}$$

*) Смотри D-r Breisig. Elektrotechnische Zeitschrift отъ 1898 г. стр., 775.

Емкость рассматриваемой линии, то есть, двух параллельно соединенных проводов на расстоянии 700 см. отъ земли выразится

$$C=2 C_1=0,0112 \text{ мф. на } 1 \text{ км.}$$

Вычислимъ еще и емкость однофазной линии, состоящей изъ

б) трехъ параллельно соединенныхъ проводовъ, гдѣ земля служитъ обратнымъ проводомъ. Предположимъ, что провода распределены въ одной плоскости на расстояннн $D=35$ см. другъ отъ друга, что они находятся на 700 см. отъ земли, и что радиусы одинаковы: $r=0,33$ см. Средннй проводъ обозначенъ черезъ 2, какъ это указано на фиг. 3, Э—во, т. г. № 20, стр. 275, для проводовъ 1, 2, и 3.

Емкость внѣшняго провода, въ предположеннн, что провода передаютъ одинаковые токи, будетъ:

$$C_1=C_3=\frac{0,0483}{2 \log \left[\frac{1400 \sqrt{1400^2+35^2} \sqrt{1400^2+70^2}}{0,33 \cdot 35 \cdot 70} \right]} = 0,0037 \text{ мф. на } 1 \text{ км.}$$

Емкость средняго провода будетъ:

$$C_2=\frac{0,0483}{2 \log \left[\frac{1400 \cdot (1400^2+33^2)}{0,33 \cdot 35^2} \right]} = 0,0035 \text{ мф. на } 1 \text{ км.}$$

Емкость линии, состоящей изъ трехъ параллельно соединенныхъ проводовъ, гдѣ земля служитъ какъ обратный проводъ равняется

$$C=0,0036 \cdot 3=0,0108 \text{ мф. на } 1 \text{ км.}$$

Мы замѣчаемъ здѣсь, что емкость средняго провода меньше емкости крайнихъ проводовъ, и что емкость одного и того же провода уменьшается съ увеличеннмъ числа параллельно соединенныхъ проводовъ, но разъясненнн этого явления мы дадимъ дальше.

Вычислимъ теперь емкость

3) однофазной линии, состоящей изъ двухъ проводовъ, по одному на фазу. Благодаря свойству однофазной системы, мы знаемъ, что въ каждый данный моментъ t заряды проводовъ равны, но обратнаго знака, то есть зарядъ провода O_1 равняется $+q$ а зарядъ провода O_2 — q . Пусть будетъ D въ см. расстояние между проводами, а h въ см. расстояние отъ земли, какъ это указано на фиг. 2. Влннне земли мы замѣняемъ отраженнми O'_1 и O'_2 проводовъ, имѣющими равные, но обратнаго знака заряды.

Потенціалъ собственнаго заряда $+q$ въ одной точкѣ P , находящейся на поверхности провода O_1 равняется,

$$V_1=-2q \operatorname{Ign} r+K,$$

гдѣ r радиусъ провода.

Потенціалъ заряда $-q$, находящагося на своемъ

отраженномъ проводѣ O'_1 въ той же точкѣ P будетъ

$$V'_1=2q \operatorname{Ign} 2h-K.$$

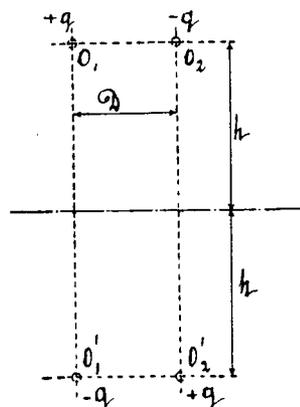
Потенціалъ заряда $-q$, распределеннаго по обратному проводу O_2 въ точкѣ P равенъ

$$V_2=2q \operatorname{Ign} D-K,$$

а потенциалъ заряда $+q$, распределеннаго на отраженнн обратнаго провода O'_2 въ той же точкѣ P будетъ

$$V'_2=-2q \operatorname{Ign} \sqrt{(2h)^2+D^2}.$$

Слѣдовательно, потенциалъ провода O_1 , кото-



Фиг. 2.

рый этотъ проводъ принимаетъ вслѣдствнн присутствнн сосѣднихъ проводовъ равняется

$$V=V_1+V'_1+V_2+V'_2=2q [-\operatorname{Ign} r+\operatorname{Ign} D-\operatorname{Ign} \sqrt{(2h)^2+D^2}+\operatorname{Ign} 2h]$$

или же:

$$V=1/2 e=2q \left[\operatorname{Ign} \frac{\sqrt{(2h)^2+D^2}}{D} \right].$$

Величина $V=1/2 e$ обозначаетъ въ данномъ случаѣ потенциалъ провода O_1 относительно земли, имѣющей потенциалъ, равный нулю и, какъ мы знаемъ, величина $V=1/2 e$ представляетъ половину напряженнн между проводами O_1 и O_2 .

Емкость рассматриваемаго провода O_1 въ мф. на 1 км. будетъ

$$C_1=\frac{0,0483}{2 \left[\log \frac{2h}{r}-\log \frac{\sqrt{(2h)^2+D^2}}{D} \right]} \text{ мф. на } 1 \text{ км.}$$

или же

$$C_1=\frac{0,0483}{2 \log \frac{D}{r} \frac{2h}{\sqrt{(2h)^2+D^2}}} \text{ мф. на } 1 \text{ км.}$$

Емкость обратнаго провода тождественна. Слѣдовательно емкость данной системы, состоящей изъ двухъ послѣдовательно соединенныхъ конденсаторовъ, т. е. емкость рассматриваемой одно-

фазной линіи, состоящей изъ двухъ проводовъ, по одному на фазу, равняется

$$C = \frac{0,0483}{4 \log \frac{2h}{r} \sqrt{(2h)^2 + D^2}} \text{ мф. на 1 км.}$$

Если разстояніе D между проволоками мало въ сравненіи съ разстояніемъ 2h отъ земли, то величина

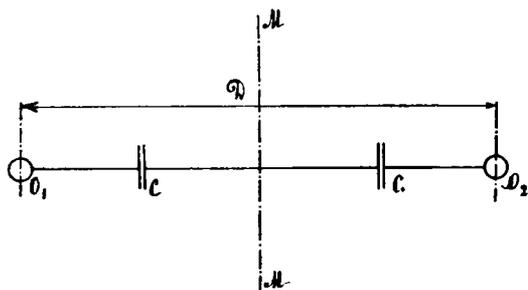
$$\frac{2h}{\sqrt{(2h)^2 + D^2}}$$

равняется почти единицѣ и тогда уравненіе емкости принимаетъ намъ знакомый видъ:

$$C = \frac{0,0483}{4 \log \frac{D}{r}} \text{ мф. на 1 км.}$$

Это уравненіе не содержитъ вліянія земли. Можно замѣтить, что вліяніе земли возрастаетъ съ увеличеніемъ разстоянія между проводами.

Но мы могли это послѣднее уравненіе емкости однофазной линіи вывести и слѣдующимъ образомъ. Пусть круги съ цилиндрами O_1 и O_2 представляютъ проекціи проводовъ (одинаковыхъ радиусовъ r) на бумагѣ, а D въ см. разстояніе между осями проводовъ. Перпендикулярная къ $O_1 O_2$ и дѣлящая эту прямую $O_1 O_2$ на двѣ равныя части плоскость MM_1 представляетъ равнопотенціальную поверхность съ потенциаломъ, равнымъ нулю, (фиг. 3). Представляя



Фиг. 3.

себѣ, что эта равнопотенціальная плоскость превратилась въ металлическую, мы этимъ не изменяемъ образованнаго электрическаго поля между проводами, и рассматриваемую однофазную систему мы можемъ замѣнить совокупностью слѣдующихъ двухъ системъ, а именно, одной, состоящей изъ одного провода O_1 и плоскости MM_1 , а другой изъ плоскости MM_1 и провода O_2 . Емкость каждой изъ этихъ системъ равняется по вышеуказанному

$$C_1 = \frac{0,0483}{2 \log \left[\frac{D}{r} - \sin \alpha \right]} \text{ мф. на 1 км.}$$

или приблизительно

$$C_1 = \frac{0,0483}{2 \log \frac{D}{r}} \text{ мф. на 1 км.}$$

Рассматриваемый конденсаторъ тождественъ съ системой, состоящей изъ двухъ послѣдовательно соединенныхъ конденсаторовъ, слѣдовательно емкость рассматриваемой однофазной линіи равняется:

$$C_{1-2} = \frac{1}{2} \frac{0,0483}{2 \log \frac{D}{r}}$$

то есть

$$C_{1-2} = \frac{0,0483}{4 \log \frac{D}{r}} \text{ мф. на 1 км.}$$

Значитъ, тоже самое уравненіе, которое мы получили раньше.

Примѣръ. Вычислимъ емкость однофазной линіи, состоящей изъ двухъ проводовъ, радиуса $r=0,33$, съ $D=200$ см. разстояніемъ между проводами, подвѣшенными на $h=700$ см. отъ земли.

Емкость одного провода выразится

$$C_1 = \frac{0,0483}{2 \log \left[\frac{1400}{0,33} \sqrt{\frac{1400^2 + 200^2}{200}} \right]} = 0,0087 \text{ мф. на 1 км.}$$

и мы видимъ, что въ данномъ случаѣ, гдѣ отдѣльный проводъ употребляется, какъ обратный, емкость одного провода возрастаетъ и во всякомъ случаѣ больше, чѣмъ въ томъ случаѣ, гдѣ земля служила въ качествѣ обратнаго провода.

Емкость рассматриваемой однофазной линіи будетъ

$$C = \frac{1}{2} C_1 = 0,00435 \text{ мф. на 1 км.}$$

Емкостная восприимчивость при 25 періодахъ въ секунду выразится

$$b_c = 2\pi \sim C \cdot 10^{-6} = 0,683 \cdot 10^{-6} \text{ мо на 1 км.}$$

а зарядный токъ при $E=50000$ вольтъ напряженія будетъ

$$J_c = b_c \cdot E = 0,034 \text{ амперъ на 1 км.}$$

Предполагая изоляцію линіи въ 1 мегомъ, проводимость линіи будетъ $\lambda=1 \cdot 10^{-6}$ мо, а токъ отвѣтвленія

$$J_w = \lambda \cdot E = 0,05 \text{ амперъ на 1 км.}$$

Потери силы тока вдоль проводовъ воздушной однофазной линіи выражается:

$$J_n = \sqrt{J_c^2 + J_w^2} = E \sqrt{\lambda^2 + b_c^2} = 0,06 \text{ амп. на 1 км.,}$$

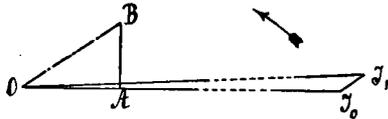
или же векторное уравненіе потери силы тока принимаетъ видъ

$$J_n \triangle J_w + J_c' \triangle \lambda E + b_c E'.$$

Графическое построеніе этого векторнаго уравненія указано на фиг. 4, въ предположеніи, что векторъ фазоваго напряженія совпадаетъ съ векторомъ тока OJ_0 на приѣмной станціи. Если нанести на векторъ OJ_0 отрезокъ $OA=J_w=0,05$

ампера=50 мм., а на перпендикуляръ возстановленный въ точкѣ А къ OJ_0 отрѣзокъ $AB=J_c=0,034$ амперъ=34 мм., то векторъ $OB=60$ мм.=0,06 амперъ представляет по величинѣ и по фазѣ потерю силы тока на 1 км. вдоль проводовъ разсматриваемой однофазной линіи.

Если векторъ OJ_0 въ своемъ масштабѣ представляет токъ на приемной станціи, и если по-



Фиг. 4.

строить изъ точки J_0 параллель къ OB и, нанести на ней отрѣзокъ $J_1J_0=0,06$ амперъ въ масштабѣ OJ_0 , тогда векторъ OJ_1 представляет по величинѣ и по фазѣ силу тока на 1 км. разстоянія отъ приемной станціи.

Выраженіе $g=\sqrt{\lambda^2+b_c^2}$ носитъ названіе пропускѣемости воздушной линіи. Пропускаемость опережаетъ дѣйствующее напряженіе E на уголъ τ , опредѣленный уравненіемъ

$$tg \tau = \frac{b_c}{\lambda}.$$

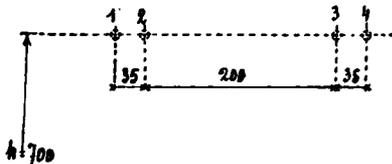
Этотъ уголъ τ постояненъ для данной линіи переменнаго тока и равняется въ данномъ случаѣ

$$tg \tau = 0,683 \text{ откуда } \tau = 34^\circ 40'.$$

4) Однофазная линія, состоящая изъ четырехъ проводовъ, которые по два соединяются параллельно на фазу. Разсмотримъ, какое изъ слѣдующихъ двухъ распределеній даетъ меньшую емкость: распределеніе, гдѣ однофазные провода соединены въ группы, или же распределеніе, гдѣ провода разныхъ фазъ перемежаются.

Разсмотримъ распределеніе, гдѣ

а) однородные провода одной фазы соединены въ группы, какъ это указано въ здѣсь приведенной фигурѣ; разстояніе между проводами указано на фиг. 5, радиусы проводовъ одинаковы, $r=0,33$ см. Вліяніе



Фиг. 5.

земли на воздушную линію замѣняется отраженіями проводовъ. Предположимъ, что въ данный моментъ l зарядъ каждаго изъ проводовъ одной фазы равняется $+q$, а зарядъ каждаго провода другой фазы $-q$, тогда заряды отраженія проводовъ будутъ обратнаго знака.

Потенціалъ провода 1 въ данный моментъ t равняется алгебраической суммѣ изъ слѣдующихъ потенциаловъ:

Потенціала своего собственного заряда $+q$ и заряда $-q$ своего отраженія въ точкѣ P_1 , находящейся на поверхности провода 1

$$V_{s,1} = 2q \lg n \frac{1400}{0,33} = 4,6 q \log \frac{1400}{0,33}.$$

Потенціала заряда $+q$ параллельно соединеннаго провода 1 и заряда $-q$ его отраженія въ той же точкѣ P

$$V_{p,2} = 4,6 q \log \frac{\sqrt{1400^2 + 35^2}}{35}$$

Далѣе потенциала заряда $-q$ провода 3 и заряда $+q$ своего отраженія въ точкѣ P

$$-V_{m,3} = -4,6 q \log \frac{\sqrt{1400^2 + 235^2}}{235}.$$

И, наконецъ, потенциала заряда $-q$ провода 4 и заряда $+q$ его отраженія въ той же точкѣ P

$$-V_{m,4} = -4,6 q \log \frac{\sqrt{1400^2 + 270^2}}{270}.$$

Слѣдовательно, потенциалъ провода 1 выразится:

$$V_1 = V_{s,1} + V_{p,2} - V_{m,3} - V_{m,4}$$

или же

$$V_1 = 2,2,3 q \left[\left(\log \frac{1400}{0,33} + \log \frac{\sqrt{1400^2 + 35^2}}{35} \right) - \left[\log \frac{\sqrt{1400^2 + 235^2}}{235} + \log \frac{\sqrt{1400^2 + 270^2}}{270} \right] \right].$$

Вычисляя логарифмы получимъ

$$V_1 = 2,2,39 (5,23 - 1,50) = 2,2,3 q \cdot 3,8$$

Емкость провода 1 будетъ

$$C_1 = \frac{0,0483}{2,4,8} = 0,00635 \text{ мф. на 1 км.}$$

Точно также можно найти и потенциалъ провода 2, выражающагося

$$V_2 = (V_{s,2} + V_{p,1}) - (V_{m,3} + V_{m,4}) \text{ или же}$$

$$V_2 = 2,2,3 q \left[\left(\log \frac{1400}{0,33} + \log \frac{\sqrt{1400^2 + 35^2}}{35} \right) - \left(\log \frac{\sqrt{1400^2 + 200^2}}{200} + \log \frac{\sqrt{1400^2 + 335^2}}{335} \right) \right].$$

Емкость провода 2 будетъ

$$C_2 = \frac{0,0483}{2,3,6} = 0,0067 \text{ мф. на 1 км.}$$

Изъ этого видно, что емкость провода 1 и 2 разнятся и эту разницу нужно приписать диссиметріи въ распределеніи проводовъ, а причину этой разницы мы разьясимъ дальше.

Емкость фазы параллельно соединенных проводов 1 и 2 равняется:

$$C_{1-2} = 0,00635 + 0,0067 = 0,0131 \text{ мф. на 1 км.}$$

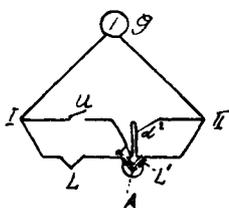
Емкость рассматриваемой однофазной линии будет

$$C_{2-4} = \frac{1}{2} C_{1-2} = 0,00655 \text{ мф. на 1 км.}$$

(Продолжение слѣдуетъ).

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

Контрольный прибор для термоэлементовъ. При употребленіи термоэлементовъ для измѣренія температуръ одинъ изъ спаевъ (или обѣ точки соединенія съ мѣдными проводами) долженъ сохранять постоянную, такъ называемую „основную“ температуру. Для контролированія этого требованія Адлеръ пользуется слѣдующимъ простымъ приспособленіемъ. Въ шарикъ ртутнаго термометра впаяна насквозь тонкая U-образная стеклянная трубка. Черезъ эту трубку проводится проволока термоэлемента такъ, чтобы спай приходился посреди шарика. Въ шарикъ и въ капилляръ термометра впаяно по тонкой платиновой проволоцѣ, причемъ проволока въ капиллярѣ помѣщена такъ, что въ тотъ моментъ, когда температура спая достигаетъ максимальной допустимой температуры, ртутная нить термометра приходитъ въ прикосновеніе съ проволокой. Значеніе этого приспособленія ясно изъ фигуры 6, дающей схему соединенія термоэлемента съ гальванометромъ.

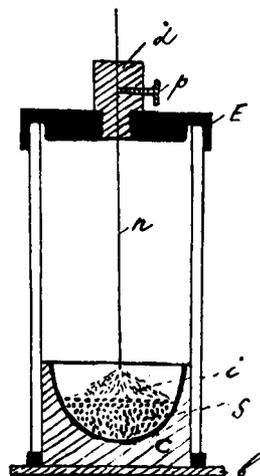


Фиг. 6.

метромъ. L—изображаетъ собой тотъ спай термоэлемента, который вводится въ среду измѣряемой температуры; L'—спай, сохраняемый при постоянной температурѣ и контролируемый термометромъ А, въ шарикъ котораго онъ находится. U—выключатель; G—гальванометръ. При нагреваніи спая L гальванометръ показываетъ токъ, отвѣчающій данной температурѣ. Пока ртуть въ термометрѣ А не достигаетъ проволоочки d_1 , замыканіе выключателя U не измѣняетъ показанія гальванометра; но какъ только ртутная нить коснулась проволоки d_2 , т. е. температура спая L' достигла максимальнаго допустимаго предѣла, часть тока термоэлемента LL' начинаетъ проходить, вмѣсто гальванометра, черезъ параллельную вѣтвь I Ud₂ II, и стрѣлка гальванометра дѣлаетъ внезапный скачекъ. Подобнымъ же образомъ, комбинируя два термометра, въ каждый изъ которыхъ впаяно по двѣ проволоки (въ шарикъ и въ капилляръ), можно заставить приборъ сигнализировать какъ максимумъ, такъ и минимумъ температуры основнаго спая.

Когереръ Масси. Конструкція новаго когерера американскаго изобрѣтателя Масси видна, изъ фиг. 7. На металлической пластинкѣ b, составляющей одинъ изъ электродовъ когерера, укрѣплена массивная чашечка c, выложенная изнутри серебромъ. Чашечка заключаетъ въ себѣ опилки какого-нибудь немагнитнаго металла, лучше всего серебрянные, а

сверхъ нихъ слой опилокъ мягкаго, обладающаго высокой проникаемостью, норвежскаго желѣза. Черезъ латунную головку d, винченную въ эбонитовую крышку E, проходитъ стальная намагнитная игла n, служащая вторымъ электродомъ и перемѣщаемая по



Фиг. 7.

желанію вверхъ или внизъ при помощи винта p. Эта игла, притягивая желѣзные опилки, заставляетъ ихъ располагаться болѣе или менѣе правильными рядами и образовывать конусообразную кучку, верхушка которой находится въ контактѣ съ нижнимъ концомъ магнитной иглы n. Благодаря такому правильному расположенію жилокъ когереръ отзывается уже на слабыя импульсы; при дѣйствіи волнъ сопротивление его падаетъ до 30—50 омъ; декогерированіе производится при помощи обыкновеннаго механизма съ электромагнитнымъ молоткомъ.

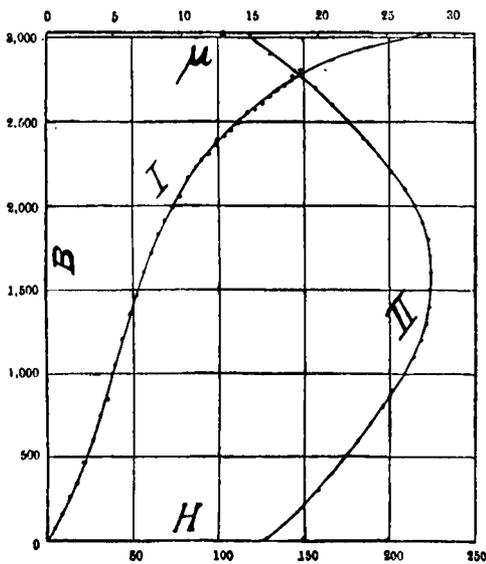
Исслѣдованіе ферромагнитныхъ сплавовъ. Въ дополненіе къ уже сообщенному въ нашемъ журналѣ о свойствахъ марганцово-алюминіевыхъ сплавовъ*) можно привести результаты, полученные Флемингомъ и Хедфильдомъ, изслѣдовавшими два образчика подобныхъ сплавовъ. Исслѣдованные образцы были отлиты и обточены въ видѣ двухъ колецъ по возможности правильной формы. Токъ, возбуждавшій магнитную индукцію, посылался въ первичную обмотку; по отклоненію баллистическаго гальванометра при обращеніи магнитнаго поля можно было вычислить величину потока индукціи въ кольцѣ. Этимъ способомъ были изслѣдованы: 1) зависимость магнитной проникаемости отъ величины намагничивающей силы и 2) гистерезисъ сплавовъ.

Одинъ изъ сплавовъ имѣлъ слѣдующій составъ: мѣди—60,49%, марганца—22,42% и алюминія—11,65. Остатокъ состоялъ изъ окисловъ марганца и кремнія, а также изъ 1,5% углерода, 0,37% кремнія и 0,21% желѣза. Составъ другого сплава былъ нѣсколько иной: мѣди—68%, марганца—18%, алюминія—10% и свинца—4%.

Зависимость индукціи и магнитной проникаемости отъ величины намагничивающей силы для перваго сплава изображена на фиг. 8. Ходъ кривыхъ I и II, т. е. кривыхъ индукціи и проникаемости вообще, тотъ же, что и для другихъ слабомагнитныхъ металловъ, напримѣръ, кобальта. Наибольшая величина проникаемости составляетъ приблизительно 28 единицъ.

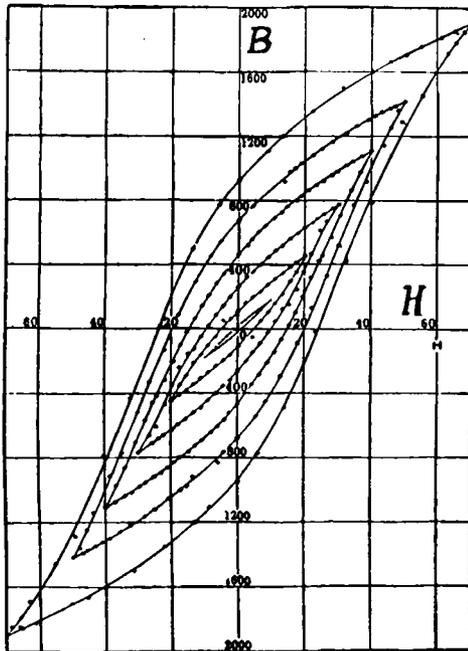
При изслѣдованіи гистерезиса сплава были пройдены нѣсколько полныхъ цикловъ намагничиванія

для разных величин наибольшей намагничивающей силы. Полученные таким образом кривые изображены на фиг. 9. Зависимость величины потерь при циклическом намагничивании от максимальной величины индукции выражается кривой, обра-



Фиг. 8.

щенной выпуклостью к оси, на которой откладывается величина магнитной индукции. Если же на одной оси откладывать логарифмы потерь, а на дру-



Фиг. 9.

гой логарифмы индукции, то получается прямая линия. Таким образом величина потерь от гистерезиса выражается формулой

$$E = \eta B \cdot n,$$

в которой η и n — величины постоянны. В частности для данного случая формула эта принимает следующий вид:

$$E = 0,0000495 B^{2,238}.$$

Исследование другого сплава привело к таким же результатам, но максимум проницаемости для него вдвое меньше, чем для предыдущего, т. е. всего 14. Потери от гистерезиса выражаются подобной же формулой, но с другими постоянными, из которых показатель мало отличается от показателя в выше-написанной формуле:

$$E = 0,000776 B^{2,238}.$$

Напомним, что для железа, никеля и кобальта показатель соответствующей формулы мало отличается от 1,6. (Electr. Review).

Объ электролитическом осаднении никкеля. Электролитический никкель, как известно, большей частью плохо пристаёт к катоду, состоящему из никкеля же, так что в таких случаях оказывается даже возможным стянуть гальванической осадокъ съ никкелеваго катода. Это явление обыкновенно объясняют тѣмъ, что никкель окклюдируетъ въ себѣ выделяемый токкомъ вмѣстѣ съ металломъ водородъ, результатомъ чего получается нарушение однородности осадка. Новыя изслѣдованія Скаудона дѣлаютъ, однако, болѣе вѣроятнымъ другое объяснение, а именно, что препятствіемъ плотному приставанію никкелеваго осадка къ никкелю служитъ не слой водородистаго соединения, а слой окиси. Дѣйствительно, подвергая поверхность никкелеваго катода предварительному восстановленію, напримеръ, путемъ катодной же поляризации удается достигнуть того, что гальванической осадокъ пристаётъ къ катоду очень крѣпко. Однако въ такомъ активномъ состояніи никкелевый катодъ остается недолго и очень легко переходитъ въ болѣе устойчивое пассивное состояніе, поэтому восстановление никкелеваго катода слѣдуетъ производить непосредственно предъ началомъ гальваническаго осадженія.

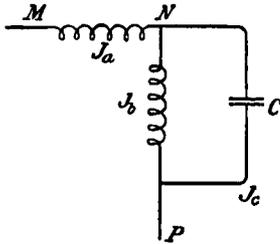
Образованію гальваническихъ никкелевыхъ осадковъ посвящена и другая новая работа, французскаго химика Греза. При употребленіи средней или аммиачной никкелевой ванны и растворимыхъ никкелевыхъ анодовъ чрезъ нѣкоторое время на катодѣ начинается, наряду съ никкелемъ, выдѣленіе водорода, которое все болѣе усиливается, причѣмъ ванна приобретаетъ все болѣе кислую реакцію. Причиной этого служитъ, конечно, то обстоятельство, что никкель съ анода растворяется медленнѣй, чѣмъ выдѣляется токкомъ на катодѣ. Бороться съ этимъ можно, конечно, заботясь постоянно о нейтрализованіи ванны щелочью. Однако Греси считаетъ болѣе рациональнымъ прибавлять къ ваннѣ съ самаго начала поваренную соль (или другую соль хлористоводородной кислоты). Въ такомъ случаѣ никкель съ анода растворяется даже быстрѣй, чѣмъ выдѣляется на катодѣ. Вслѣдствіе этого ванна понемногу становится основной и выдѣляетъ желтоватозеленый осадокъ водной окиси никкеля, которая, однако, не оказываетъ вреднаго вліянія на качество никкелеваго осадка. Когда, при большомъ избыткѣ этой окиси, никкелевый осадокъ становится болѣе темнымъ и менѣе плотнымъ, къ ваннѣ прибавляется кислота въ количествѣ, требуемомъ для растворенія окиси.

О Б З О Р Ъ.

Безпроводный телеграфъ системы Артома. Основная идея этого изобрѣтенія заключается въ примѣненіи электромагнитныхъ волнъ съ круговой поляризацией. Такія волны можно получить, заставляя интерферировать два прямолинейныхъ колебанія съ одинаковыми амплитудами и периодами, но съ разностью фазъ въ 90°. Онѣ распро-

страняются въ одномъ вполнѣ опредѣленномъ направлении, перпендикулярно къ плоскости колебаній.

Для осуществленія этой идеи Артомъ воспользовался схемой, изображенной на фиг. 10. Источникъ колебательнаго разряда посылаетъ электрическія колебанія въ цѣпь, состоящую изъ 3 вѣтвей. Вѣтви



Фиг. 10.

MN и NP представляютъ непосредственное продолженіе одна другой, поэтому амплитуды токовъ, циркулирующихъ въ нихъ, равны между собой; третья вѣтвь состоитъ изъ конденсатора, приключеннаго параллельно къ вѣтви NP. Если разность потенциала на концѣ вѣтви NP обозначить черезъ V, то силы токовъ J_b и J_c выразятся соотвѣтственно формулами:

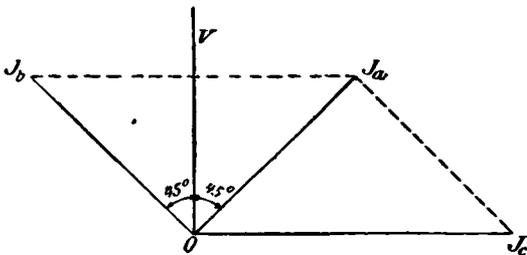
$$J_b = \frac{V}{\sqrt{r^2 + 4\pi^2 n^2 L^2}}$$

$$J_c = 2\pi n CV,$$

въ которыхъ r изображаетъ сопротивление, L самоиндукцію вѣтви NP, C—емкость конденсатора, n—частоту тока. Что касается тока J_b, то фаза его сдвинута относительно фазы напряженія V на уголъ, равный $\arctg \frac{2\pi nL}{r}$; если подобрать самоиндукцію и сопротивление такъ, чтобы было удовлетворено условіе

$$2\pi nL = r \dots \dots \dots (1),$$

то уголъ этотъ будетъ равенъ 45°. Въ то же время токъ J_c, зарядный токъ конденсатора, сдвинутъ относительно напряженія на 90°. На чертежѣ (фиг. 11) дано графическое изображеніе этихъ соотношеній.



Фиг. 11.

По линіи OV откладывается векторъ напряженія; векторы J_b и J_c наклонены подъ соотвѣтственными углами къ вектору OV. Токъ J_a, который является геометрической суммой векторовъ J_b и J_c, только въ томъ случаѣ отличается по фазѣ на 90° отъ тока J_b, если соблюдено условіе:

$$J_c = 2J_b \cos 45^\circ$$

или

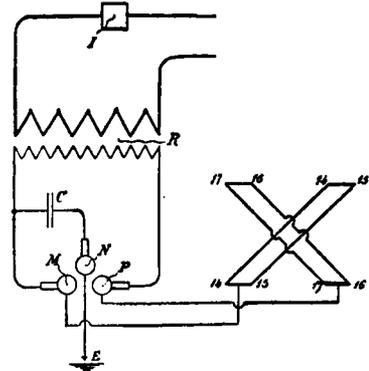
$$2\pi nCV = \frac{2V}{\sqrt{r^2 + 4\pi^2 n^2 L^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Это условіе можетъ быть представлено въ силу условія (1) въ слѣдующемъ простомъ видѣ:

$$4\pi^2 n^2 LC = 1 \dots \dots \dots (2)$$

Если условія (1) и (2) удовлетворены, то колебанія во взаимно перпендикулярныхъ вѣтвяхъ MN и NP могутъ создать вращающееся электромагнитное поле, которое будетъ поляризовано по кругу въ направленіи перпендикулара къ плоскости, опредѣляемой положеніемъ вѣтвей MN и NP.

На практикѣ разрядъ происходитъ въ трехполосномъ искровомъ разрядникѣ MNP (фиг. 12), полюсы котораго расположены въ вершинахъ прямоуголь-



Фиг. 12.

наго, равнобедреннаго треугольника. Кромѣ того, полюсы M и P присоединены къ двумъ системамъ воздушныхъ проводовъ, скрещивающихся подъ прямымъ угломъ.

Главной особенностью этой системы является возможность посылать сигналы только въ одномъ направленіи, въ направленіи поляризованнаго по кругу луча. Станція, находящаяся въ сторонѣ отъ этого направленія, не могутъ получать сигналы. Кромѣ того, по мнѣнію изобрѣтателя, его систему можно приспособить для избирательнаго телеграфированія, настраивая на извѣстную частоту.

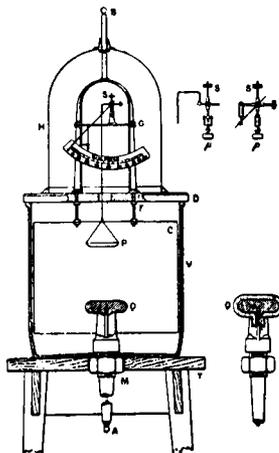
Первоначально испытанія системы производились при разстояніи въ 4 км.; станція, расположенная на нѣсколько километровъ въ сторону, вовсе не чувствовали отправляемыхъ сигналовъ. Въ болѣе широкихъ размѣрахъ испытанія производились со станціи на Монте-Маріо, близъ Рима. Сигналы хорошо передавались на станцію въ Анціо, на разстояніе 60 км., когда радиаторъ былъ установленъ въ этомъ направленіи; но они переставали получаться, когда лучъ направлялся на Сардинію. При телеграфированіи на островъ Понца—120 км., можно было утроить энергію луча въ этомъ направленіи; и все таки въ направленіи станція на островѣ Магдалины (сѣверная оконечность Сардиніи) сигналы не получались. При телеграфированіи въ направленіи острова Магдалины (260 км.), станція о. Понца опять-таки не принимала сигналовъ.

По мнѣнію Артома, при пользованіи его системой можно значительно уменьшить высоту воздушныхъ проводовъ. Такъ, на примѣръ, при сигнализированіи между станціями: Монте-Маріо—о. Магдалины высота мачты въ 30 метровъ оказалась вполнѣ достаточной. (E. T. Z.).

Электростатическій вольтметръ на 200,000 вольтъ. При работѣ съ высокими напряженіями г. Иона почувствовалъ необходимость построить вольтметръ, который бы выдерживалъ напряженія до 200,000 вольтъ. Существующія формы электростатическихъ вольтметровъ оказались непригодными для такихъ высокихъ напряженій. Особенности новаго вольтметра настолько интересны, что позволительно привести краткое описаніе его.

Дѣйствіе прибора основывается на электростатическомъ притяженіи между двумя дисками, непод-

вижнымъ и подвижнымъ, какъ это имѣетъ мѣсто и въ электростатическомъ электрометрѣ В. Томсона. Приборъ состоитъ (фиг. 13) изъ стекляннаго сосуда, наполненнаго вазелиновымъ масломъ, черезъ дно котораго проходитъ эбонитовый стержень М, несущій неподвижный дискъ Q. Другой дискъ Р подвѣшенъ на нити къ концу рычажка S и уравнивается гайкой, передвигающейся вдоль другого плеча рычажка. Грузикъ р сообщаетъ системѣ устойчивое равновѣсiе. Движенiе рычажка наблюдается по размѣщенiю указателя вдоль шкалы. Рычажекъ укрѣпленъ на металлической колонкѣ, сообщающейся металлически съ полюсомъ В. Противоположный полюсъ А находится на концѣ эбонитоваго стержня М, начало и конецъ котораго изображены на рисункѣ; внутри стержня отъ А до Q проходитъ металличе-



Фиг. 13.

скій пруть. Для большей равномѣрности электрическаго поля диски окружаются металлическимъ цилиндромъ С, который металлически присоединенъ къ полюсу В.

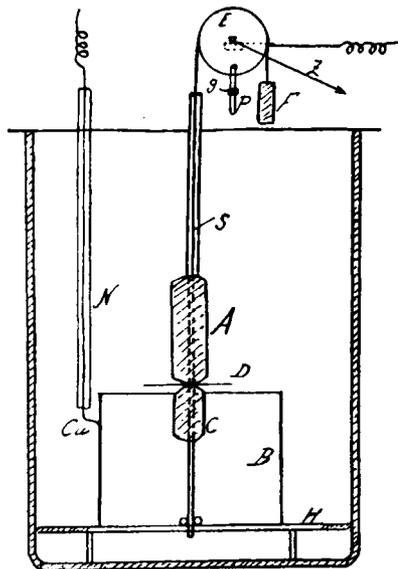
Присутствiе вазелиноваго масла въ сосудѣ дѣлаетъ показанiя прибора аперiодичными и представляетъ значительное сопротивленiе разряда. Для того, чтобы еще увеличить безопасность прибора въ этомъ отношенiи, можно неподвижный металлическiй дискъ покрыть слоемъ эбонита. Что же касается разряда по внѣшней поверхности прибора, то отдаленность металлическихъ частей, соединенныхъ съ полюсомъ В, отъ полюса А устраняетъ и это неудобство. Типъ, изображенный на фиг. 13 и описанный здѣсь, предназначенъ для напряженiй до 100,000 вольтъ; для высшихъ напряженiй конструкция нѣсколько иная. А именно дно сосуда не просверливается, и дискъ, соединенный съ полюсомъ А, прилегаетъ съ наружной стороны ко дну; внутренняя сторона его снабжена металлической обкладкой, на которой индуцируется зарядъ отъ диска. Кромѣ того, рычажекъ S и полюсъ В укрѣплены на вершинѣ эбонитовой колонны, а охранный цилиндръ С тѣсно облегаетъ подвижной дискъ Р.

При пользованiи этимъ вольтметромъ необходимо имѣть въ виду, что онъ градуируется, будучи наполненъ масломъ, и что всякое измѣненiе свойствъ масла, т. е. его диэлектрической постоянной измѣняетъ шкалу. Но, по наблюденiямъ Юны, емкость электрометра не измѣняется, если не мѣнять масла послѣ градуировки.

Калибровку электрометра проще всего произвести при помощи трансформатора высокаго напряженiя, для котораго извѣстенъ переводный множитель. Мѣняя грузикъ р мы мѣняемъ и шкалу, но такъ какъ сила притяженiя между дисками пропорциональна квадрату разности потенциаловъ, то отно-

шенiе напряженiй, соответствующихъ одному и тому же дѣленiю шкалы при разныхъ величинахъ груза р, равно отношенiю корней квадратныхъ изъ этихъ величинъ. (L'Industrie Électr.).

Электростатическiй вольтметръ для высокихъ напряженiй. Проф. Грау описываетъ въ № 12 «Electrotechn. Ztschr.» очень простой, но особенно оригинальный по своей идее, но, повидимому, вполне практичный электростатическiй вольтметръ для измѣренiй напряженiй до 100,000 вольтъ и выше. Большой стеклянный сосудъ наполненъ канифольнымъ масломъ. Въ немъ, на трехъ ножкахъ, находится стеклянная плита Н, на которой стоитъ вертикальный, точно центрированный металлическiй цилиндръ В; цилиндръ этотъ, при помощи мѣдной проволоки Си, защищенной толстой слюдянной трубкой N, соединяется съ однимъ изъ зажимовъ прибора. Въ средней части стекляннаго сосуда, возможно точно по его оси, виситъ округленный, полый и потому легкiй цилиндръ А изъ латуни, къ нижнему концу котораго примыкаетъ свинцовый грузъ С; между тѣлами А и С находится еще слюдяной дискъ



Фиг. 14.

Д, служащiй демферомъ. Оба тѣла А и С насажены на стеклянную палочку, нижнiй конецъ которой, между тремя фрикционными колесиками изъ стекла или фарфора, свободно проходитъ черезъ плиту Н. Латунный цилиндръ А виситъ на защищенной стекломъ или слюдой металлической проволоки S, которая переходитъ въ пружину, лежащую на металлическомъ роликѣ Е; свободный конецъ этой пружины несетъ противовѣсъ F. Роликъ Е лежитъ на ножѣ, металлическая подставка котораго соединена со вторымъ зажимомъ прибора, такъ что отсюда латунный цилиндръ А получаетъ свой зарядъ. Этотъ же роликъ несетъ указательную стрѣлку Z и стрема Р съ двумя подвижными гирьками G. При соединенiи зажимовъ прибора съ измѣряемыми точками тѣло А втягивается внутрь цилиндра В, причѣмъ тяжелый грузъ С служитъ для сохраненiя вполнѣ вертикальнаго положенiя на случай не вполнѣ точнаго центрированiя. Противодѣйствию втягиванiю тѣла А является вращательный моментъ приподнимаемыхъ гирь G; передвигая эти гирьки, можно поэтому регулировать чувствительность прибора. При размѣрахъ металлическаго цилиндра В: 14 см. вышины и 20 см. въ поперечникѣ приборъ выдерживаетъ на-

пряжения до 90,000 вольтъ; емкость его (при вполнѣ втянутомъ поплавкѣ) менѣе 0,0003 микрофарада; отклоненія стрѣлки почти аперіодичны. Увеличивая размѣры, можно сдѣлать приборъ пригоднымъ и для еще болѣе высокихъ напряженій. Интересно сдѣланное Грау наблюденіе, что канифольное масло при употребленіи прибора, т. е. подѣ дѣйствіемъ электрическаго поля, становится лучшимъ изоляторомъ; это улучшеніе достигаетъ предѣла по истеченіи сравнительно короткаго времени, послѣ чего изоляція остается постоянной. Подобное же наблюденіе было сдѣлано раньше Фоге для керосина.

Испытаніе изоляторовъ для высокихъ напряженій. Кинцбруннера. Систематическое изслѣдованіе изоляторовъ для высокихъ напряженій началось сравнительно недавно, но и имѣющійся въ настоящее время матеріалъ свидѣтельствуетъ о сложности вопроса. Противорѣчивые результаты, къ которымъ приходятъ различные авторы, и несогласіе различныхъ испытаній у одного и того же изслѣдователя въ зависимости отъ условий опыта, заставляютъ обратить вниманіе на методику испытаній и разсмотрѣть съ различныхъ сторонъ приемы различныхъ изслѣдователей. Этой задачѣ и посвящена первая серия опытовъ автора, который старался подыскать условия, наиболѣе гарантирующія надежность полученныхъ результатовъ.

Методъ его состоялъ въ слѣдующемъ. Слой испытываемаго матеріала подвергался дѣйствію переменнаго электрическаго поля высокаго напряженія, вполнѣ достаточнаго для пробиванія изолятора; при этомъ замѣчалось время, протекшее съ начала опыта до момента пробиванія изолятора. Затѣмъ свѣжій образецъ подвергался дѣйствію менѣе высокаго напряженія и опредѣлялось время, необходимое для пробиванія его. Ясно, что чѣмъ ниже напряженіе, тѣмъ дольше приходилось подвергать изоляторъ дѣйствію электрическаго поля для пробиванія. То высшее напряженіе, которому можно было подвергать изоляторъ неопредѣленно долгое время принимается авторомъ за характеристику діэлектрической крѣпости изолятора.

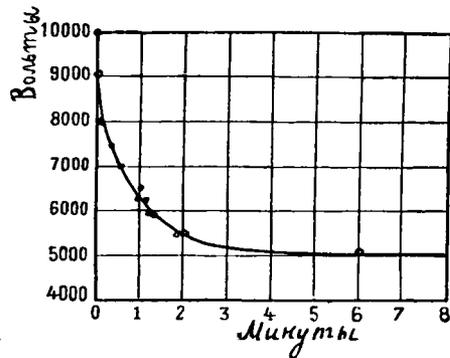
При изученіи условий опыта авторъ прежде всего обратилъ вниманіе на то, какое вліяніе на результаты имѣетъ давленіе электрода на изоляторъ. Всѣ твердые изоляторы при этомъ обнаружили, что если давленіе электрода превосходитъ въ среднемъ 0,3 кгр. на кв. см., то дальнѣйшее возрастаніе давленія не оказываетъ вліянія на результаты испытанія. Поэтому во всѣхъ опытахъ давленіе электрода на изоляторъ доводилось по крайней мѣрѣ до 0,5 кгр. на кв. см.

Затѣмъ оказалось, что частота переменнаго поля не оказываетъ вліянія на результаты, если она не меньше 20 и не больше 75~ въ секунду. При своихъ опытахъ авторъ пользовался частотой въ 35~; кривая же напряженія при изслѣдованіи осциллографомъ, оказалась близкой къ синусоидѣ.

Весьма существенной оказалась и форма электродовъ, которые служили для испытанія. Были испробованы электроды различной кривизны, начиная отъ острія, кончая плоскими дисками. Чѣмъ болѣе кривизна электродовъ, тѣмъ легче пробивается изоляторъ. Если мы будемъ откладывать на оси абсциссъ радиусы кривизны электродовъ, а на оси ординатъ соответствующія имъ критическія величины амплитудъ напряженія, то получимъ кривую асимптотически приближающуюся къ нѣкоторому предѣлу, а именно къ значенію, отвѣчающему случаю плоскихъ электродовъ. Величина критическаго напряженія почти не зависитъ отъ размѣровъ плоскихъ электродовъ, но все-таки постоянной она дѣлается только тогда, когда диаметръ электрода превышаетъ 3 см.

Общій характеръ кривыхъ, полученныхъ авторомъ по его методу ясно выраженъ на фиг. 15, представляющей результаты испытанія надъ слоемъ пресси-

пана толщиной въ 1 мм. при употребленіи плоскихъ электродовъ 4 см. въ диаметрѣ. На оси абсциссы нанесено время, въ теченіи котораго данный образецъ можетъ выдержать напряженіе изображаемое ординатами. Каждой точкѣ, по которымъ построена кривая, соответствуетъ отдѣльное испытаніе съ новымъ образчикомъ прессирана указанной толщины. При тѣхъ предосторожностяхъ, которыя были приняты авторомъ отдѣльныя испытанія дали весьма согласные результаты и значительныхъ уклоненій въ сторону отъ кривой не наблюдается. Промежутки вре-



Фиг. 15.

мени, которому на кривой соответствуетъ начало горизонтальной части, названъ авторомъ „постоянной времени“; онъ такъ же, какъ и критическое напряженіе характеризуетъ свойства изолятора. Кривая на фиг. 15 показываетъ, что изоляторъ короткое время можетъ выдерживать напряженія, значительно высшія, чѣмъ тѣ „абсолютныя напряженія разряда“, которыя опредѣляютъ положеніе асимптоты кривыхъ.

Авторъ указываетъ на то, что нерационально при испытаніи изоляторовъ назначать опредѣленный промежутокъ времени, напримеръ, $\frac{1}{2}$ или $\frac{1}{4}$ минуты, какъ это часто дѣлается, для всѣхъ испытаній. Если опредѣлить напряженіе, необходимое для пробиванія изолятора въ $\frac{1}{2}$ минуты, то оказывается, что въ одномъ случаѣ оно на 10% въ другомъ на 25% больше „абсолютнаго напряженія“, опредѣлявшагося авторомъ; иногда эта разница достигаетъ еще большихъ величинъ.

Несомнѣнно, что изслѣдованія автора проливаютъ свѣтъ на нѣкоторыя стороны вопроса и на тѣ причины, которыми обусловливается разнообразіе результатовъ, полученныхъ различными изслѣдователями. Но необходимо замѣтить, что на практикѣ изоляторы для большихъ напряженій обыкновенно подвергаются дѣйствію большихъ разностей потенциаловъ только короткое время. Поэтому важно знать не сопротивленіе діэлектрика разряду при установившемся режимѣ, а наибольшее напряженіе, которое можетъ выдерживать изоляторъ короткое время. Очень вѣроятно, что то время, которое представляетъ постоянную, характерную для свойствъ изолятора, опредѣляется такими побочными явлениями, какъ нагреваніе діэлектрика отъ джоулева тепла и гистерезиса. Въ самомъ дѣлѣ, чѣмъ сильнѣе нагревается діэлектрикъ отъ указанныхъ причинъ, тѣмъ ниже будетъ „абсолютная величина напряженія разряда“; и чѣмъ благоприятнѣе условия для быстраго установленія тепловаго равновѣсія, тѣмъ меньше окажется „постоянная времени“.

Но во всякомъ случаѣ работа Кинцбруннера проливаетъ много свѣта на эту сравнительно мало изслѣдованную область.

(The Electrician).

Ацетатовая проволока При конструкции электрических измерительных приборов, а также различных приборов, употребляемых в технике слабых токов, часто бывает затруднительно уместить требуемое количество достаточно хорошо изолированной медной проволоки в имеющемся для обмотки пространстве, так как бумажная или шелковая обмотка занимает сравнительно тем больше места, чем тоньше сама проволока. Поэтому полного внимания заслуживает новая, изготавливаемая „Всеобщей Компанией Электричества“ ацетатовая проволока (Acetat draht), называемая так потому, что изоляционным материалом в ней служит тетрацетоклетчатка (Cellulose-tetra-Acetat, то есть, эфир клетчатки с уксусной кислотой, содержащей четыре уксусных радикала на одну частицу клетчатки). Этот эфир наносится на медную проволоку в жидком виде, несколькими слоями, образующими по высушиванию целлюлозу, очень прочную оболочку; несмотря на то, что толщина ее составляет только 0,02 мм. (так что изоляция практически совсем не занимает места), ацетатовая оболочка, благодаря своей гибкости и крепости обладает очень большой механической прочностью. Кроме того, она совершенно не гигроскопична, выдерживает свободно нагревание до 150° и обладает настолько высоким сопротивлением пробиванию электрической искрой, что слой ее в 0,02 мм. выдерживает напряжение до 1500 вольт. „Всеобщая Компания Электричества“ изготавливает ацетатовую проволоку различных калибров от 0,07 до 0,17 мм.

Объ изоляционном сопротивлении кабелей высокого напряжения с изоляцией из пропитанной бумаги. При прокладке кабелей высокого напряжения часто считают необходимым, чтобы кабель обладал чрезвычайно высоким изоляционным сопротивлением. Для фабриканта не трудно исполнить подобные требования, если только он употребляет твердый изоляционный материал; но в таком случае изоляционный слой получается недостаточно эластичным и легко трескается, после чего, конечно, изоляция легко пробивается искрой под действием сколько-нибудь высокого напряжения. Гораздо более крепкая и гибкая изолировка получается при употреблении мягких изоляционных материалов (бумаги, пропитанной маслами), но изоляционное сопротивление таких материалов слабей. Отсюда возникает важный для практики вопрос, каким изоляционным сопротивлением можно довольствоваться при данном напряжении; опыты были недавно произведены Гуманном. Для сравнения были взяты два кабеля фирмы Фельтен и Гильом для трехфазного тока на 5000 вольт, сечения 3×25 квадр. мм.; кабель I обладал изоляционным сопротивлением 1280 мегом и емкостью 0,284 микрофарды на 1 километр; кабель II сопротивлением 1085 мегом и емкостью 0,282 микрофарды. Потери в том и другом (определявшиеся каждый раз по истечении 1 минуты) оказались следующие:

КАБЕЛЬ I:

Напряжение.	Потери на 1 км
2745 влт.	13,38 ватт.
4160 "	30,7 "
5220 "	48,35 "
6260 "	69,3 "
7470 "	99,8 "
8540 "	129,4 "
10270 "	195,7 "
11470 "	243,8 "

КАБЕЛЬ II:

3.00 влт.	16,4 ватт.
4000 "	25,4 "
7800 "	36,3 "
5600 "	49,5 "
6400 "	64,8 "
7200 "	84,1 "
8000 "	100,4 "

Таким образом, несмотря на то, что изоляционное сопротивление второго кабеля в 8,5 раз больше, чем первого, потери тока (от диэлектрического гистерезиса) в обоих практически одинаковы. В виду этого, автор считает вполне достаточным для кабелей высокого напряжения изоляционное сопротивление в 1000 мегом на 1 километр.

(Electrotechn. Ztschr.).

Выбор напряжения для вновь проектируемых уставок. В последние десятилетия с легкой руки англичан повсюду стали применять, вместо старого напряжения 2×110 вольт, вдвое высшее, именно 2×220 влт. Главным основанием для этого, помимо, конечно, уменьшения сечения кабелей и увеличения района действия станций, служило, конечно, то обстоятельство, что динамо постоянного тока 2×220 влт. могли обслуживать и городские трамваи, работающие при 500 в., тем более, что лампочки накаливания на 220 в. казались столь же экономичными, как и вдвое меньшего напряжения. Но дело существенно изменилось в последнее время, когда открыты и широко пропагандируются новые системы лампочек, танталовых, осмиевых, цирконных и лампы с ртутными парами. Все они работают при напряжении в 220 вольт гораздо хуже, чем при 110. Так, например, как танталовые, так и осмиевые лампочки и не фабрикуются пока выше, чем для 120—130 в., точно также как лампы системы Бреннера, причем, значить, эти последние приходится соединять последовательно по 4 штуки, что значительно ограничивает их распространение. Только Нернстовские лампочки работают при 220 вольт, но и то под сомнением. С другой стороны, оказывается, что лампочки накаливания, как об этом мы уже говорили в „Электричестве“, гораздо менее экономичны при высоком напряжении, чем это думали сначала. Как приводит в цитируемой статье Викандер, они потребуют на 25—20% больше энергии, чем при 110 в., и кроме того менее долговечны. Из этого следует, по мнению автора, что нужно от 210 в. перейти назад к 110. Он разбирает далее ту экономию, которая получается в действительности от применения напряжения в 220 в., и приходит к заключению, что она далеко не так велика. Все побочные работы по устройству станций, проводке и укладке кабелей сохраняют свою стоимость, независимо от напряжения, сечения же кабелей при надлежащем выборе положения станций могут быть значительно уменьшены. Что касается питания трамваев, то придется тогда каждую паровую машину или другой двигатель заставлять вращать 2 последовательно соединенных динамо. Это обойдется несколько дороже и, быть может, потребует более сложного распределения, но за то представить и некоторые удобства, на которых мы не останавливаемся.

При переменном токе возможно сохранить почти все преимущества высокого напряжения вторичной цепи (небольшое число трансформаторных станций, небольшие потери при холостой работе, небольшие сечения вторичных кабелей) и т. д., и с другой стороны ставить лампы на 110—120 в., если вторичную цепь проектировать с нейтральным проводом, зарытым в землю. При однофазном распределении мы будем иметь трехпроводную, а при трехфазном — четырехпроводную систему. По этому

плану устроены съѣты въ Эльберфельдѣ и многихъ городахъ Англіи. Авторъ справедливо удивляется, что въ техникѣ переменнаго тока средней проводъ примѣняется гораздо рѣже, чѣмъ въ постоянномъ, хотя выгоды однѣ и тѣ же. Удобства заземленія провода состоятъ въ томъ, что всѣ примыкающіе къ нему цѣпи имѣютъ потенциалы равные нулю, чѣмъ значительно увеличивается безопасность. Если же устроить выключатели на внѣшнихъ проводахъ, то всѣ выключенные аппараты будутъ не только имѣть нулевое напряженіе, но и нулевую силу тока, и это очень важно въ виду того, что лампочки горятъ около 500 часовъ въ году, а значитъ все остальное время вся установка вилоть до домашнихъ штепселей и выключателей имѣетъ нулевое напряженіе. Если же по какой-либо причинѣ останавливаются на обыкновенной однофазной или трехфазной системѣ, то необходимо нулевую точку трансформаторовъ по крайней мѣрѣ въ одномъ мѣстѣ соединить съ землею для безопасности.

Электрическая передача энергіи. На съѣздѣ „Британской Ассоціаціи“ въ этомъ году въ Юганнесбургѣ, въ Южной Африкѣ, были прочитаны два интересныхъ доклада о тѣхъ успѣхахъ, которыхъ достигла въ настоящее время передача работы на разстояніи при помощи электрической энергіи.

Первый докладъ проф. Айртонъ касается исключительно установокъ высокаго напряженія и рассматриваетъ имѣющіяся передачи именно съ этой точки зрѣнія. Мы считаемъ нелишнимъ привести здѣсь даваемую имъ таблицу, позволяющую наглядно видѣть прогрессъ въ этомъ направленіи:

Установка.	Дальность передачи.	Колич. передаем. энерг.	Рабочее напр. вѣ вѣт.
Crafton (Калифорнія)	—	—	33000
Redlands (Калифорнія)	—	—	33000
Bangalore (Индія)	148	1300	35000
Provo (Утаха)	51	—	40000
Gromo-Nembro (Италія)	35	3300	40000
Logan-salt Lakecity (Утаха)	241	2600	40000
Caffon-Terry-Butte (Миссури)	113	5700	50000
Shavingen-Montreal (Канада)	145	15000	50000
Mouliers-Lyon (Франція)	180	—	57600
Spokane-Washington	161	3000	60000
Guanajuato (Duero) (Мексика)	167	4000	60000
Elektra san-Franzisco (Калифорнія)	236	10000	60000
Colgate-Stockton (Калифорнія)	351	5000	6000

Kern-River Power Co въ Калифорніи сооружаетъ теперь передачу въ 4000 силъ на разстояніе 177 клм., подъ напряженіемъ въ 67500 вольтъ.

Айртонъ дѣлаетъ сравненіе между мощностью водопадовъ Ниагары и Викторіи (на Замбези): именно, мощность перваго изъ нихъ онъ исчисляетъ въ 3 мил. лощ. силъ, по меньшей мѣрѣ, а втораго всего въ 300,000 лощ. силъ. Поэтому вслѣдствіе слишкомъ далекаго разстоянія гор. Юганнесбурга отъ этого послѣдняго водопада, онъ считаетъ болѣе рациональнымъ вести передачи къ угольнымъ копаниямъ въ Withbank'ѣ. Наиболѣе пригоднымъ при разстояніи въ 145 клм. и мощности въ 3000 л. с., онъ считаетъ напряженіе въ 67500 вольтъ, причемъ, въ этомъ случаѣ предпочтеніе слѣдуетъ отдать постоянному току, такъ какъ при равныхъ прочихъ условіяхъ онъ надежнѣе въ смыслѣ изоляціи. При переменномъ токѣ такого напряженія, какъ 67500 вольтъ эффективнаго напряженія, максимальное напряженіе можетъ быть и 100000 вольтъ, кромѣ того, при постоянномъ токѣ не надо считаться съ возможными перенапряженіями,

возникающими, какъ слѣдствіе емкости и самоиндукціи линій. Какую величину, въ установкахъ, работающихъ съ очень высокимъ напряженіемъ, имѣетъ токъ заряжающій провода, доказываютъ измѣренія на Вey-Counties Bower Co, гдѣ при длинѣ линіи въ 240 клм. и напряженіи въ 50000 вольтъ, токъ этотъ равнялся одинъ 40 амп., такъ что включеніе или выключеніе даже 1000 лощ. силъ не отражалось на нагрузкѣ провода.

Въ Швеціи и въ Италиі уже устроены нѣсколько передачъ постояннаго тока высокаго напряженія по системѣ Тюрни, и въ настоящее время устраивается подобная же передача изъ Мутье въ Ліонъ (указанная въ таблицѣ).

Установки постояннаго тока высокаго напряженія, въ которыхъ обыкновенно извѣстное число динамо, равно какъ и двигателей, соединяются послѣдовательно (такъ какъ въ большинствѣ случаевъ динамо постояннаго тока строятся для напряженій отъ 3000 до 6000 вольтъ), регулируются на постоянную силу тока, въ противоположность установкамъ переменнаго тока, которыя регулируются на постоянное напряженіе. Постоянный токъ трансформируется въ подстанціяхъ при помощи вращающихся преобразователей, состоящихъ изъ генератора и двигателя. Въ противоположность мнѣнію Айртонъ, второй докладчикъ Гаммонъ стоитъ за то, чтобы построить вблизи Юганнесбурга большую станцію переменнаго тока для обслуживания промышленнаго округа, въ которомъ однихъ горныхъ предприятий около 150 и число которыхъ годъ отъ году увеличивается. Достаточно сказать, что въ апрѣлѣ мѣсяцѣ 1905 года было добыто около одного милліона тоннъ руды, откуда послѣ отдѣленія пустой породы 898000 тоннъ были подвергнуты измелченію въ 6532 мельничныхъ поставахъ. Уже изъ этихъ чиселъ можно заключить, какой грандіозный спросъ на дешевую энергію здѣсь возникаетъ.

Особенно выгодной оказывается здѣсь электрическая передача въ сравненіи съ паровой потому, что большинство машинъ работаютъ днемъ и ночью. Но здѣсь возникаетъ вопросъ, устроить ли одну общую централь или нѣсколько отдѣльныхъ станцій. Расходы на устройство съѣты и содержаніе ея тѣмъ меньше, чѣмъ двигателя ближе къ источнику силы. Сбереженія же отъ централизаціи должны, значить, покрывать собою перерасходы на съѣты. Въ большихъ станціяхъ основные расходы, а значить проценты на капиталъ и амортизація меньше, чѣмъ въ малыхъ. Затѣмъ большія единицы машинъ берутъ меньше пара, значить и угля, чѣмъ малыя. Единицы въ 5000 квт. берутъ на каждый квт. на 23%, а въ 10000 квт. на 33% меньше, чѣмъ единицы въ 1000 квт. Въ равной мѣрѣ требуется меньше воды для питанія котловъ конденсаціи. Далѣе всѣ расходы на содержаніе, ремонтъ и персоналъ въ большихъ станціяхъ гораздо меньше. По вычисленіямъ Гаммонда, потребное въ годъ количество энергіи для этого округа равняется 300 милліонамъ киловаттъ—часовъ. Для того, чтобы опредѣлить величину проектируемой станціи необходимо знать или задаться коэффициентомъ нагрузки, который для освѣтительныхъ станцій равняется 14%, а для силовыхъ отъ 50 до 65%.

Далѣе Гаммонъ вводитъ еще коэффициентъ различности (diversity factor). Этимъ онъ обозначаетъ отношеніе максимальной нагрузки къ мощности всѣхъ тѣхъ двигателей и машинъ, которыя питаются данною станціей. Задаваясь коэффициентомъ нагрузки 40% и коэффициентомъ различія—60%, найдемъ, что станція должна быть проектирована на 60000 квт., а включая сюда и запасныя машины на 70000, то есть должна состоятъ изъ семи агрегатовъ по 10000 квт. Напряженіе Гаммонъ проектируетъ въ 6600 в., такъ что можно будетъ обслуживать площадь съ радиусомъ 14—16 километровъ, а для болѣе отдаленныхъ округовъ напряженіе повышается до 30000 в., а на подстанціяхъ снова понижается до 6600 в.

Мы считаемъ умѣстнымъ привести слѣдующую смету на это сооруженіе:

Устройство станціи	9,8	милл. рублей.
Проводка, трансформаторы, подстанціи	3,4	" "
Бассейны для удержанія и храненія воды	3	" "
Территорія и дороги	0,6	" "
Убытки и потери	1,7	" "
Эксплоатаціонный капиталъ	1,5	" "

20,0 милл. рублей.

Эта сумма можетъ быть собрана при помощи 5% облигацій на 6,6 милл. рублей и акцій на 13,4 милл. рублей.

Эта станція будетъ вырабатывать 300 милліоновъ квт.-часовъ полезной энергіи и 75 милл. квт.-часовъ для собственнаго потребленія.

Считая теперь при выбранныхъ единицахъ машинъ расходъ угля въ 2 кгр. на силу по цѣнѣ 5 руб. 25 коп. (10,50 м.) за тонну получимъ для перемѣнныхъ издержекъ:

375 милл. квт.-часовъ	3,9275	милл. рублей
Вода	0,8201	" "
Смазочные матеріалы	0,0314	" "
Страхованіе и управленіе	0,1200	" "
Заработная плата	0,5200	" "
На ремонтъ и улучшенія $\frac{1}{2}\%$ основнаго капитала, т. е. 85 мар.	0,0925	" "
Итого	5,511500	" "

На непредвидѣн. расходы 5%	0,2765	" "
Итого	5,788	милл. рублей

Къ этому слѣдуетъ еще при-
совокупить 5% на 6,6 милл.
облигаціоннаго капитала и
10% на 13,4 милл. акціонер-
наго капитала

и запасный капиталъ	1,6700	" "
	0,3700	" "
	7,8280	" "
Въ круглыхъ цифрахъ	8,000000	милл. рублей

Чтобы оправдать эти расходы, придется взять при расходѣ энергіи въ 300 милліоновъ квт.-часовъ $\frac{800}{300} = 2,66$ копейки за 1 квт.-часъ, и при этой низкой цѣнѣ вышеуказанная доходность предпріятія будетъ обеспечена. Если вслѣдствіе недостатка воды перенести мѣсто станціи на 56 клм. отъ Иоганнесбурга, то энергію придется передавать въ Иоганнесбургъ подъ напряженіемъ въ 70000 вольтъ, а тамъ понижать до 6600 вольтъ. Излишніе расходы на эту передачу будутъ компенсированы тѣмъ, что не придется устраивать бассейновъ для сбереженія воды и болѣе низкой цѣной топлива. (Electricien).

Сравненіе системъ трехфазной и постоянной съ точки зрѣнія электрической тяги. Предметъ настоящей замѣтки краткое сравненіе двухъ системъ электрической тяги, какъ скорыхъ пассажирскихъ, такъ и тяжелыхъ товарныхъ поѣздовъ въсомъ въ нѣсколько сотенъ тоннъ. Обѣ эти системы, конечно, настолько извѣстны, что подробное описаніе ихъ является совершенно излишнимъ.

Съ точки зрѣнія практика, точное сравненіе обѣихъ системъ должно охватывать слѣдующее:

- 1) стоимость первоначальнаго оборудованія,
- 2) стоимость эксплуатаціи,

- 3) безопасность эксплуатаціи, и
- 4) эластичность устройства и возможность дальнѣйшаго расширенія сѣти.

Что касается стоимости первоначальнаго оборудованія, то, не входя въ теоретическія разсужденія, чтобы показать, что устройство трехфазной системы значительно дешевле системы постояннаго тока съ третьимъ рельсомъ, мы обратимся къ практическимъ даннымъ, говорящимъ болѣе, чѣмъ всѣ теоретическія разсужденія.

Двѣ типичныя желѣзнодорожныя линіи сѣверной Італіи, линія Valteline и линія Milan-Gallavate, построены, именно, по этимъ системамъ, и представляютъ поэтому прекрасныя данныя для такого сравненія.

Расходы по устройству центральныхъ станцій могутъ быть приняты равными, такъ какъ энергія въ обѣихъ случаяхъ вырабатывается въ видѣ трехфазныхъ токовъ высокаго напряженія. Стоимость подвижнаго состава тоже будетъ почти одинакова, такъ какъ болѣе высокая стоимость приборовъ высокаго напряженія трехфазной системы вызываетъ соотвѣтственное уменьшеніе вѣса двигателей равной мощности. Поэтому намъ остается лишь сравнить стоимость преобразованія энергіи (подъ-станціи) и стоимость питающей непосредственно поѣзда линіи. Расходы по устройству линіи (см. журн. Traction and Transmission v. 1902 p. 120) Milan-Gallavate распредѣлялись такимъ образомъ:

Стоимость 3 подь-станцій по 1000 квт. à 203,000 фр.	609,000	фр.
Стоимость 2 подь-станцій по 250 квт. à 91,000	182,000	"
Итого	791,000	фр.

Длина линіи 73 клм., поэтому стоимость 1 клм. пути $\frac{791000}{73}$ 10,650 фр.

Слѣдуетъ замѣтить что вслѣдствіи подь-станціи были дополнены батареями аккумуляторовъ, стоимость которыхъ нами не была принята въ расчетъ.

Стоимость электрическаго оборудованія 1 клм. пути 16,730 фр.

Итого стоимость 1 клм. пути 27,380 фр.

Соотвѣтствующая стоимость линіи Valteline—стоимость подстанцій и контактной линіи 1.269,000 фр.

Общая длина линіи 106 клм.; поэтому стоимость 1 клм. пути $\frac{1.269.000}{106}$ 12,000 фр.

т. е. 43,5% предыдущей.

Поль Дюбуа въ своемъ докладѣ объ электрической тягѣ во Франціи, говоритъ, что расходы по устройству линіи постояннаго тока, вмѣстѣ съ подстанціями, составляютъ $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ общихъ расходовъ. Изъ этого онъ дѣлаетъ выводъ, что система постояннаго тока дороже трехфазной по крайней мѣрѣ на 40—57% Дюбуа дѣлаетъ заключеніе, что чрезвычайные расходы по устройству системы постояннаго тока происходятъ вслѣдствіе усиленнаго надзора за подстанціями.

Стоимость эксплуатаціи составляется изъ расходовъ по получению энергіи и расходовъ на администрацію и персоналъ. Первые имѣютъ очень большое вліяніе на результатъ, если энергія добывается при помощи пара. Если же пользуются какимъ нибудь естественнымъ источникомъ силы, то нужно принять во вниманіе проценты на затраченный капиталъ. Мы опять-таки приведемъ для сравненія данныя, полученныя на линіяхъ Milan-Gallavate и Secco-Colico-Chiavenna.

„La Revue Générale des Chemins de Fer“ опубликовала замѣтку, изъ которой видно, что удѣльное потребление энергии поѣздами на линіи Milan-Gallarate достигаетъ 65 вт.-час. на тонну-километръ.

Соотвѣтствующая цифра, полученная на линіи Valteline—31 вт.-часъ.

Необходимо замѣтить, что въ обоихъ случаяхъ была принята во вниманіе вся энергія, необходимая для движенія и ускоренія движенія поѣздовъ. Вышеупомянутая замѣтка показываетъ, что на линіи Valteline энергія, необходимая для передвиженія одной тонны со скоростью 64 клм. въ часъ колеблется между 12,5 и 13,5 вт.-часовъ.

Инженеръ Tremontani въ своемъ докладѣ объ электрической тягѣ въ Италіи говоритъ о 30 вт.-час., какъ о цифрѣ необходимой на линіи Milan-Gallarate.

Правда поѣзда этой линіи идутъ съ максимальной скоростью 90 клм. въ часъ, въ то время, какъ по линіи Valteline они дѣлаютъ лишь 64 клм. въ часъ и, слѣдовательно, цифры не вполне сравнимы. Но разность скорости въ 40% не можетъ вызвать въ потребленіи энергии разницу въ 130%, если только нѣтъ разницы въ продуктивности системы. Причина большей экономичности трехфазной системы, не говоря уже о преимуществѣ ея двигателей, должна быть приписана возможности полученія обратно энергии на уклонахъ и во время тормажений. Повсюду, гдѣ добычаніе энергии обходится дорого и гдѣ линія представляетъ большіе покаты, эта особенность трехфазной системы очень цѣнна.

Что же касается расходовъ по трансформации, то въ трехфазной системѣ они составляютъ 1—2% передаваемой энергии. При обслуживаніи постояннымъ токомъ каждая подстанція заключаетъ въ себѣ, кромѣ трансформаторовъ и конвертеровъ, очень часто батареи аккумуляторовъ. Потери энергии въ этихъ подстанціяхъ составляютъ отъ 15 до 30% передаваемой, въ то время, какъ расходы по надзору за ними тяжело ложатся на общій итогъ. Наоборотъ, подстанціи съ неподвижными трансформаторами трехфазной системы не требуютъ никакого за собою ухода, за исключеніемъ періодическихъ осмотровъ.

Расходы по содержанію пути будутъ значительно меньше при воздушной трехфазной системѣ, чѣмъ при системѣ постоянного тока съ третьимъ рельсомъ, въ особенности въ дождливое и снѣжное время.

Что же касается, наконецъ, расходовъ по ремонту подвижного состава, то всѣмъ извѣстно, что исправленіе наиболѣе нѣжной части двигателей постоянного тока, коллекторовъ—обходится ко многому развѣ дороже исправленія простыхъ колецъ трехфазныхъ двигателей.

Съ точки зрѣнія безопасности между обоими системами существуетъ громадная разница. Третій рельсъ системы постоянного тока представляетъ неизбѣжныя опасности и въ то же время является причиной перерыва движенія. Опасность заключается въ томъ, что можетъ произойти короткое замыканіе, и воспламениться соотвѣтствующія части вагоновъ. Дѣйствительно, въ Нью-Йоркѣ на Mahattan Elevated Railway вагонъ сошедшій съ рельсъ, вызвалъ короткое замыканіе, и сгорѣлъ весь поѣздъ.

Помимо опасности третій рельсъ представляетъ еще очень важныя неудобства съ точки зрѣнія даже при нормальныхъ условіяхъ службъ. Атмосферическія явленія, снѣгъ, дождь, и т. п. вызываютъ частую перерывъ въ регулярной работѣ.

Трехфазная же система удовлетворяетъ требованіямъ безопаснаго сообщенія, въ особенности воздушная линія съ двумя параллельными проводами, сѣченіе которыхъ не превышаетъ даже въ крайнемъ случаѣ 100 мм². Такая линія, тщательно содержимая, исключаетъ всякую возможность опасности и никоимъ образомъ не подвержена атмосферическимъ влияніямъ.

Сторонники системы постоянного тока примѣняли воздушную линію, повышая напряженіе тока до

2—3000 вольтъ. Въ этомъ направленіи были сдѣланы и опыты. Были построены локомотивы постоянного тока напряженіемъ въ 2400 вольтъ. Но мы такимъ путемъ быстро достигаемъ той границы, гдѣ это напряжение недостаточно, и является необходимостью въ трансформации энергии. Мы видѣли, какъ тяжело ложится подобная трансформация на первоначальные расходы и на стоимость эксплуатаціи. Эта система не обладаетъ слѣдовательно никакой эластичностью. Напротивъ, трехфазная система можетъ быть легко расширена. Въ самомъ дѣлѣ стоитъ только поднять начальное напряженіе и усилить питающіе провода подстанцій.

Повсюду, гдѣ введена система постоянного тока, раздѣляютъ большіе поѣзда на нѣсколько отдѣльныхъ, для того, чтобы лучше распределить нагрузку подстанціями, которые не переносятъ значительной перенагрузки. Они не обладаютъ эластичностью подстанцій трехфазной системы, которые переносятъ безъ малѣйшаго ущерба мгновенную перегрузку въ 4—5 разъ большую нормальной.

L'Éclairage Electrique.

Зависимость между скоростью вращенія и электродвижущей силой генератора.

А. Ресселя. При опредѣленіи паденія напряженія при нагрузкѣ генератора, т. е. разности напряженій при работѣ въ холостую и при полной нагрузкѣ, обыкновенно, опредѣляютъ ее въ предположеніи постоянной скорости и возбужденія. Но на практикѣ, обыкновенно, скорость нагруженного генератора нѣсколько меньше скорости ненагруженного, и потому измѣненіе напряженія при нагрузкѣ зависитъ также и отъ измѣненія скорости. Эту послѣднюю зависимость необходимо принимать во вниманіе и умѣть предвычислить.

Величина, которая опредѣляетъ эту зависимость и которую авторъ называетъ кинетическимъ коэффициентомъ электродвижущей силы, есть отношеніе между относительными приращеніями электродвижущей силы и угловой скорости, т. е.

$$\Delta = \left(\frac{dE}{E} \right) : \left(\frac{d\omega}{\omega} \right).$$

У генераторовъ съ постояннымъ, независимымъ возбужденіемъ электродвижущая сила пропорциональна скорости вращенія и поэтому коэффициентъ $\Delta = 1$. Для машинъ же съ послѣдовательнымъ, шунтовымъ или смѣшаннымъ возбужденіемъ Δ можетъ принимать значительныя величины, и тогда параллельное соединеніе нѣсколькихъ генераторовъ можетъ оказаться очень неудобнымъ, такъ какъ небольшія колебанія въ нагрузкѣ могутъ привести къ появленію сильныхъ токовъ между отдѣльными генераторами.

Остановимся сначала на машинахъ постоянного тока съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ. Пусть извѣстна характеристика такой машины для нѣкоторой опредѣленной угловой скорости ω_1 , и пусть ея видъ опредѣляется уравненіемъ $E_1 = f(c)$, въ которомъ E изображаетъ электродвижущую силу, а c —силу тока. Тогда для всякой другой скорости ω характеристика выразится равенствомъ:

$$E = f(c) \cdot \frac{\omega}{\omega_1}.$$

Кромѣ того, если R полное сопротивленіе всей цѣпи, то $E = Re$.

Изъ этихъ двухъ соотношеній находимъ:

$$\frac{dE}{d\omega} = f'(c) \cdot \frac{\omega}{\omega_1} \cdot \frac{dc}{d\omega} + f(c) \cdot \frac{1}{\omega_1}$$

$$\frac{dE}{d\omega} = R \frac{dc}{d\omega}.$$

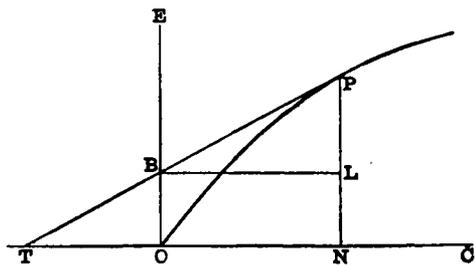
Исключая изъ этихъ двухъ уравненій величину $\frac{dc}{d\omega}$, найдемъ:

$$\frac{dE}{d\omega} = \frac{R f(c)}{R\omega_1 - f'(c)\omega}$$

а для величины Δ находимъ уравненіе;

$$\Delta = \frac{I}{1 - f'(c) \left(\frac{\omega}{R\omega_1} \right)}$$

На чертежѣ (фиг. 16) кривая OP представляетъ характеристику динамомашинны для скорости ω_1 . Производная $f'(c)$, входящая въ вышенаписанное выра-



Фиг. 16.

женіе для Δ , геометрически представится тангенсомъ угла, образуемаго касательной въ данной точкѣ съ осью абсциссъ, т. е. отношеніемъ $\frac{PN}{TN}$. Такъ

какъ

$$R = \frac{E}{c} = \frac{E_1}{c} \cdot \frac{\omega}{\omega_1},$$

то выраженіе

$$\frac{\omega}{R\omega_1} = \frac{c}{E_1} = \frac{ON}{PN}$$

Подставляя эти выраженія въ формулу для Δ , находимъ:

$$\Delta = \frac{I}{1 - \frac{PN}{TN} \cdot \frac{ON}{PN}} = \frac{TN}{OT}$$

Поэтому, если извѣстна характеристика динамомашинны, то „кинетическій коэффициентъ“ находится очень простымъ построеніемъ. Для слабыхъ токовъ и возбужденій, характеристика приближается къ прямой линіи; для сильныхъ же токовъ, когда достигается насыщеніе желѣза, наклоненіе касательной къ оси абсциссъ дѣлается очень малымъ. Въ первомъ случаѣ Δ принимаетъ большія величины; во второмъ—онъ близокъ къ 1. Слѣдуетъ замѣтить, что вліяніе реакцій якоря должно быть принято во вниманіе при вычерчиваніи характеристики, и такъ какъ величина этихъ реакцій зависитъ исключительно отъ силы тока въ якорѣ, то можно ихъ вліяніе считать уже выраженнымъ въ уравненіи $E=f(c)$.

Для шунтовыхъ машинъ кинетическіе коэффициенты находятся такимъ же точно геометрическимъ построеніемъ, но только характеристика должна быть построена по нѣсколько иному правилу. На оси абсциссъ придется откладывать силу тока въ шунтѣ, а ординатами будутъ служить электродвижущія силы, индуцируемыя въ якорѣ. Для того, чтобы получить данныя, необходимыя для знанія этой характеристики, можно, возбуждая динамомашину отъ независимаго источника тока, измѣрять силу тока возбужденія и электродвижущую силу въ якорѣ, то есть, разность потенциаловъ на щеткахъ при разомкнутой цѣпи. Полученныя такимъ путемъ данныя могутъ

служить для вычерчиванія искомой характеристики, если пренебрегать реакціями якоря.

Пусть уравненіе этой характеристики для определенной скорости вращенія ω , изобразится такъ:

$$E_1 = f(c).$$

Тогда для другой скорости ω имѣемъ:

$$E = \frac{\omega}{\omega_1} f(c).$$

По закону Ома

$$c = \frac{E}{\rho}, \text{ гдѣ } \rho = r_a + r_s + \frac{r_a r_s}{R}.$$

Въ послѣдней формулѣ r_a , r_s и R изображаютъ соответственно сопротивленіе обмотки якоря, шунта и внешней цѣпи. Тѣмъ же приемомъ, что и раньше, находимъ, что

$$\Delta = \frac{\omega}{E} \cdot \frac{dE}{d\omega} = \frac{I}{1 - f'(c) \left(\frac{\omega}{\rho\omega_1} \right)}$$

А такъ какъ $\rho = \frac{\omega}{\omega_1} \cdot \frac{f(c)}{c}$, то

$$\Delta = \frac{f(c)}{f(c) - cf'(c)} = \frac{PN}{PN - ON} \cdot \frac{PN}{NT} = \frac{TN}{TO}$$

Разсмотримъ еще случай альтернатора, для котораго токъ возбужденія доставляется шунтовой динамомашинной постоянного тока, насаженной на ось альтернатора. При помощи вышеуказаннаго построения находимъ для возбуждителя кинетическій коэффициентъ Δ . Пусть v —дѣйствующая электродвижущая сила альтернатора, и пусть характеристика его при скорости вращенія ω дается уравненіемъ

$$v = f(c_2) \cdot \frac{\omega}{\omega_1},$$

въ которомъ c_2 есть сила возбужденія. Кинетическій коэффициентъ альтернатора выразится формулой

$$\Delta = \frac{\omega}{v} \left[f'(c_2) \frac{I}{\omega_1} + \frac{\omega}{\omega_1} f'(c_2) \frac{dc_2}{d\omega} \right].$$

Если E электродвижущая сила возбуждителя, то $c = \frac{E}{R_2}$, причеиъ R_2 есть сопротивленіе обмотки электромагнита. Пользуясь равенствомъ

$$\frac{dE}{d\omega} = \frac{E}{\omega} \Delta_1,$$

пишемъ

$$\Delta = 1 + \frac{\omega}{\omega_1 R_2} f'(c_2) \frac{E}{\omega} \Delta_1 = 1 + \frac{c_2 f'(c_2)}{f(c_2)} \Delta_1.$$

Въ послѣднемъ выраженіи коэффициентъ при Δ_1 имѣетъ простой геометрической смыслъ при построеніи, подобномъ фиг. 16, а именно онъ изобразится отношеніемъ $\frac{NO}{NT}$.

Окончательно находимъ, что $\Delta = 1 + \left(1 - \frac{I}{\delta_2} \right) \Delta_1$, δ_2 есть выраженіе, встрѣчавшееся уже раньше, а именно $\frac{TN}{NO}$. Имѣя характеристику альтернатора, легко стало быть получить и коэффициентъ Δ .
(The Electrician).

Объ испытаніи трансформаторнаго масла. Содержаніе влаги оказываетъ, какъ извѣ-

стно, очень большое влияние на изоляционные свойства масла. Для того, чтобы выяснить эту зависимость количественно, Скиннеръ произвелъ рядъ измѣреній пробивнаго напряжения въ одномъ и томъ же маслѣ при различномъ содержаніи въ немъ влажности. Если по оси абсциссъ откладывать содержаніе въ маслѣ влажности, по оси ординатъ—соотвѣтствующія пробивныя напряжения, то кривая, показывающая зависимость изоляционной крѣпости, получаетъ видъ гиперболы, одна вѣтвь которой, начиная отъ влажности = 0 и наивысшаго пробивнаго напряжения, падаетъ очень круто, другая же, начиная отъ влажности около 0,06%, имѣетъ очень слабый наклонъ. Такъ напримѣръ, чистое масло показывало пробивное напряжение = около 9500 вольтъ, при содержаніи около 0,01% H_2O уже только 6000 в., при 0,06% H_2O 4000 в., 0,24% H_2O около 3700 в. Такимъ образомъ уже очень малая примѣсь влажности оказываетъ чрезвычайно вредное дѣйствіе на изоляционную крѣпость масла. Для быстраго испытанія масла на содержание въ немъ влажности Скиннеръ совѣтуетъ погрузить въ изслѣдуемую пробу раскаленный до красна конецъ желѣзнаго прута; появленіе особаго характернаго треска указываетъ на присутствіе влажности. Другой, напримѣръ, очень удобный способъ состоитъ въ томъ, что изслѣдуемая проба взбалтывается въ пробиркѣ съ обезвоженнымъ мѣднымъ купоросомъ; окрашиваніе бѣлаго купороса въ голубой цвѣтъ доказываетъ присутствіе воды въ маслѣ. (Electr. World).

Объ озонированіи кислорода въ Сименсовскомъ озонизаторѣ. Очень интересная работа на эту тему была недавно исполнена В. Грэмъ въ лабораторіи проф. Варбурга. Озонированіе производилось въ старомъ Сименсовомъ озонизаторѣ—двойномъ стеклянномъ цилиндрѣ съ двумя серебряными обложками. Для того, чтобы по возможности устранить потери тока вдоль по стѣнкамъ стекляннаго аппарата, путь по стеклу отъ одной обложки къ другой былъ чрезвычайно удлиненъ. Для устранения пертурбацій въ гальванометрѣ отъ его заряженія вслѣдствіе самоиндукціи, параллельно съ нимъ была включенъ конденсаторъ. Грэй измѣрялъ во всѣхъ своихъ опытахъ, помимо напряженія тока, количества прошедшаго электричества и количества образовавшагося озона, также емкость озонизатора и именно здѣсь получилъ очень интересные результаты. Оказывается, что емкость озонизатора при наложеніи на него разности потенциаловъ сперва, пока эта разность не достигнетъ нѣкоторой величины, не измѣняется, т. е. газъ совсѣмъ не пропускаетъ чрезъ себя разряда. Затѣмъ, при дальнѣйшемъ повышеніи разности потенциаловъ емкость медленно возрастаетъ и одновременно съ тѣмъ начинается слабое образованіе озона; наконецъ, при появленіи внутри озонизатора свѣченія, обозначающаго также начало интенсивнаго образованія озона, емкость дѣлаетъ рѣзкій скачекъ вверхъ, увеличиваясь сразу многократно, а при дальнѣйшемъ повышеніи напряженія опять возрастаетъ сравнительно медленно. Если въ цѣпь озонизатора включено большое сопротивление (42 мегома), то емкость его при увеличеніи напряженія возрастаетъ гораздо медленнѣй и достигаетъ лишь величины, приблизительно вдвое меньшей, чѣмъ раньше. Кислородъ и воздухъ даютъ для зависимости емкости отъ напряженія почти одинаковыя кривыя; но если кислородъ заключаетъ въ себѣ влажность, то кривая емкости сильно падаетъ. Интересно, что въ томъ случаѣ, когда озонизаторъ наполненъ ртутью, емкость его при увеличеніи напряженія повышается медленно и оказывается почти вдвое больше, чѣмъ максимальная емкость того же озонизатора, заключающаго въ себѣ воздухъ или кислородъ. Грэй измѣрялъ затѣмъ отдѣльно, какъ общее количество электричества Q отъбѣгающее опредѣленному напряженію озонизатора, такъ и у час-

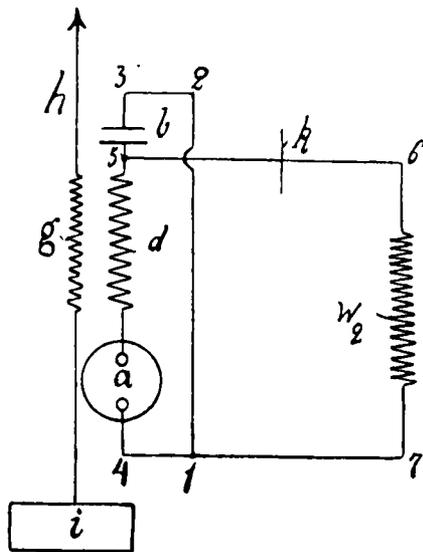
его Q_2 , которая проходила насквозь чрезъ озонизаторъ и наполняющей его газъ, т. е. служила для образованія озона. При напряженияхъ ниже 5000 влт. величина Q подымалась очень медленно, а Q_2 была равна нулю; при напряженіи около 7000 вольтъ обѣ величины, Q и Q_2 , дѣлали очень быстрый и большой скачекъ вверхъ, затѣмъ возрастали медленнѣй, хотя все еще сильно, причѣмъ разность ихъ (т. е. часть тока, растекавшаяся по поверхности обложекъ и стекла) оставалась почти постоянной. Наконецъ, была установлена зависимость количества образующагося озона отъ напряженія; оказалось, что величина M , т. е. количество озона на 1 прошедшій чрезъ Q_2 , т. е. количество озона на 1 прошедшій чрезъ газъ кулонъ, возрастаетъ пропорціонально напряженію; возрастаніе это, однако, не очень быстро, вслѣдствіе чего и выходъ озона, считая на потраченную энергію, возрастаетъ съ напряженіемъ очень медленно; такъ при повышеніи напряженія съ 8000 до 12000 вольтъ количество озона, образуемаго энергіей 1 вт.-сек., увеличилось лишь съ $1,47 \cdot 10^{-5}$ по $1,62 \cdot 10^{-6}$ грамма.

О полученіи окисловъ азота дѣйствіемъ электрическихъ разрядовъ въ воздухѣ. Еще одна работа на эту „модную“ тему—О. Шейфера изъ Дармштадской лабораторіи. Мы приведемъ здѣсь лишь главные результаты этого, довольно обстоятельнаго изслѣдованія. А) Опыты съ катушкой Румкорта. Катушка давала искру длиной до 35 см., при первичномъ токъ 6 амперъ и 20 вольтъ. Напряженіе между вторичными полюсами катушки (при разстояніи между ними=25,5 см. и первичномъ токъ 6 амперъ и 10 вольтъ) было около 25000 влт. При одномъ и томъ же разстояніи электродовъ, между которыми производился разрядъ, выходъ окисловъ азота былъ тѣмъ больше, чѣмъ быстрѣй былъ токъ воздуха между электродами. При одинаковыхъ прочихъ условіяхъ выходъ окисловъ съ увеличеніемъ разстоянія между электродами сперва возрасталъ, при длинѣ разряднаго промежутка около 24 мм. достигалъ максимума, а затѣмъ довольно быстро и сильно падалъ; при длинѣ искрового разряда въ 12—15 см. образовался только еще озонъ. Впрочемъ, чѣмъ быстрѣй токъ воздуха чрезъ реакціонное пространство, тѣмъ длиннѣй разрядный промежутокъ, отъбѣгающій наилучшему выходу окисловъ. Изслѣдовано было также влияние того или другого способа введенія воздуха въ реакціонное пространство, а именно воздухъ вводился чрезъ простую трубку, или чрезъ трубку съ нѣсколькими отверстіями, или чрезъ обыкновенную газовую плоскую горѣлку, или чрезъ ацетиленовую горѣлку и т. д. Условія эти оказываютъ значительное влияние на выходъ окисловъ; притомъ не одинаковое на выходъ различныхъ окисловъ; т. е., напримѣръ, одна форма газопроводной трубки дѣйствуетъ благоприятно на образованіе окисла NO_2 , другая—на образованіе HNO_2 , и т. д. Была также испробована особая форма электродовъ, подобная извѣстному Сименсовскому громоотводу; электроды были или изъ мѣдной или изъ платиновой проволоки, первые разлѣдывались очень быстро, при опытахъ съ влажнымъ воздухомъ, покрывались мѣстами кристалликами азотнокислой мѣди. Для полученія болѣе интенсивнаго дѣйствія разряда производился такъ, что искры слѣдовали чрезвычайно быстро одна за другою и, подымаясь между электродами вверхъ, образовали какъ бы сплошную ленту. Полученные при этомъ результаты были гораздо лучше, чѣмъ въ предыдущихъ опытахъ: одинъ вт.-часъ давалъ 10,536 гр. NO_2 , 7,042 гр. HNO_2 и 7,271 гр. HNO_3 , т. е., если пересчитать все на азотную кислоту, 30,91 гр. HNO_3 . При обработкѣ влажнаго воздуха образуется также нѣкоторое количество амміака. В. Опыты съ трансформаторомъ высокаго напряженія. Токъ отъ трансформатора имѣлъ напряженіе

8000 вольт. Ускорение тока воздуха чрезъ реакціонное пространство оказывало и здѣсь, до извѣстнаго предѣла, благоприятное дѣйствіе на образование окисловъ. Такое же вліяніе, но въ еще большей степени, оказываетъ влажность воздуха, причемъ, какъ и въ опытахъ съ индукціонной катушкой, образуется также аммиакъ. Примѣненіе громоотводообразныхъ электродовъ оказалось здѣсь меньше дѣйствительнымъ, чѣмъ раньше; разрядъ имѣлъ также другой видъ: получалось очень высокое (до 50 см.) пламя въ видѣ языка, а не волнообразно вверхъ подымающаяся лента, какъ съ катушкой. Было изслѣдовано также вліяніе матеріала электродовъ, для чего, кромѣ мѣдныхъ электродовъ, были испробованы графитовые, а также мѣдные, покрытые особой огнеупорной массой: результаты не мѣнялись замѣтно.

Отмѣтимъ, наконецъ, что нѣкоторые явленія: образование бѣлыхъ, непоглощаемыхъ различными растворителями (ѣдкій натръ, сѣрная кислота и т. д.) паровъ, а также результаты анализовъ, указываютъ, по мнѣнію автора, на образование какихъ-то до сихъ поръ еще неизвѣстныхъ окисловъ азота. Бѣлые пары образуются особенно обильно при обработкѣ влажнаго воздуха. (Zeitschr. f. Elektrochemie).

Новое расположеніе для образованія электрическихъ волнъ для беспроволочнаго телеграфа. Въ извѣстныхъ системахъ беспроволочнаго телеграфа, пользующихся въ первичной цѣпи искровымъ промежуткомъ, этотъ послѣд-

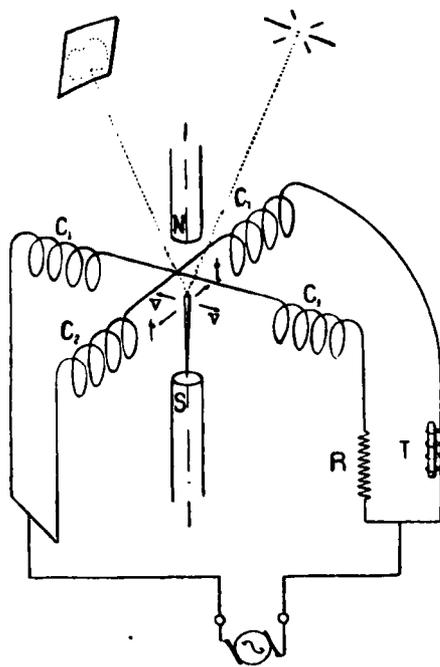


Фиг. 17.

ній главнымъ образомъ опредѣляетъ сопротивление первичной цѣпи. Обыкновенно, уже если длина его превышаетъ 10 мм., то сопротивление колебательной цѣпи, а слѣдовательно и затуханіе колебаній возрастаютъ настолько, что резонансъ въ воздушномъ проводѣ очень сильно ослабѣваетъ. Въ одномъ изъ послѣднихъ номеровъ „Helios“ описывается новое расположеніе для образованія электрическихъ волнъ, въ которомъ это затрудненіе устраняется тѣмъ, что первичная цѣпь вовсе не заключаетъ въ себѣ искрового промежутка. Сущность этого расположенія видна изъ фиг. 17. Первичная колебательная цѣпь 1234 совершенно замкнута и заключаетъ въ себѣ, кромѣ источника тока *a*, самоиндукцію *d* и емкость *b*. Параллельно этой цѣпи отбѣвляется вторая 4765, одинъ конецъ которой соединенъ съ наружнымъ полюсомъ источника тока, другой—съ точкой 5 между самоиндукціей и емкостью главной цѣпи. Въ этомъ отбѣ-

леніи находится соответствующій прерыватель *k*, при дѣйствіи котораго въ первичной цѣпи возникаютъ сильныя колебанія, вызываемыя экстратоками размыканія въ катушкѣ *d*. Эти колебанія, обладающія очень большой амплитудой и очень слабой степенью затуханія, передаются обычнымъ образомъ воздушному проводу *hgi*.

Осциллографъ Гольдшмидта. Стальная игла, находясь въ магнитномъ полѣ, стремится принять направленіе магнитныхъ линий; если она при этомъ свободно подвижна, то послѣ выведенія ея изъ положенія равновѣсія она вернется въ него обратно, причемъ направляющая сила для небольшихъ отклоненій можетъ практически считаться пропорціонной углу отклоненія. На этомъ началѣ построень новый осциллографъ Гольдшмидта для записыванія переменныхъ токовъ, изображенный схематически на фиг. 18. Маленькая стальная игла (длина около 3 мм.) поставлена своимъ остриемъ на одинъ изъ магнитныхъ полюсовъ, образующихъ направляю-

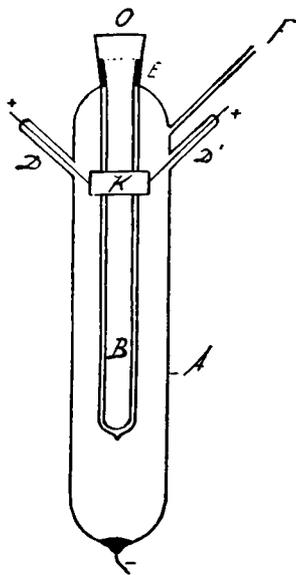


Фиг. 18.

щее поле, и удерживается въ направленіи этого поля, т. е. перпендикулярно къ поверхности полюса. Головка иглы утолщена, плоско срезана и отшлифована такъ, что представляетъ изъ себя маленькое зеркальце. Анализируемый переменный токъ посылается чрезъ два расположенныхъ симметрично соленоида *c1c2*, въ цѣпи которыхъ находится только омическое неиндуктивное сопротивление *R*. Такъ какъ игла очень легка, то она въ своихъ вызываемыхъ переменнымъ токомъ колебаніяхъ достаточно точно слѣдуетъ обращеніямъ тока. Колебанія иглы могли бы быть сдѣланы замѣтными для глаза и измѣрными по методу отраженнаго свѣтового пятна, которое бы отбрасывалось отъ зеркальной головки иглы или на вращающееся зеркало, или на движущуюся фотографическую ленту. Однако, осциллографъ Гольдшмидта заключаетъ въ себѣ остроумное приспособленіе, дѣлающее подобный, во всякомъ случаѣ нѣсколько сложный, механизмъ излишнимъ и позволяющее улавливать колеблющееся свѣтовое пятно на неподвижномъ экранѣ или фотографической пластинкѣ. А именно, перпендикулярно къ первой парѣ

соленоидовъ расположена вторая c_2c_2 , соединенная съ тѣмъ же самымъ источникомъ тока; но тогда какъ первая пара соленоидовъ заключаетъ въ своей цѣпи лишь неиндуктивное сопротивление R , въ цѣпи этихъ соленоидовъ находится самоиндукція съ сердечникомъ T . Эта самоиндукція имѣетъ двойное дѣйствіе: во 1-хъ, она сдвигаетъ въ соленоидахъ c_1c_1 токъ на 90° по сравненію съ соленоидами c_2c_2 ; во 2-хъ, она „очищаетъ“ анализируемый токъ, такъ что, какова бы ни была кривая электродвижущей силы, чрезъ соленоиды c_2c_2 проходитъ почти чистый синусоидальный токъ. Подъ дѣйствіемъ обѣихъ паръ соленоидовъ игла получаетъ двойкаго рода колебаніе: одно по направленію uv , отвѣчающее электродвижущей силѣ, и другое по направленію st , изображающему время. Для того, чтобы видимыя отклоненія второго рода были пропорциональны времени, зеркало, на которое отбрасывается свѣтовое пятно, получаетъ шаровую форму, или лучи пропускаются чрезъ соответствующую чечевицу, или же само магнитное поле измѣняется въ направленіи второй пары соленоидовъ, прикрѣпляя съ обѣихъ сторонъ полюса магнита N по небольшому желѣзному штифту соответствующихъ размѣровъ. При употребленіи достаточно сильнаго магнитнаго поля продолжительность колебанія иглы можетъ быть сведена до $\frac{1}{5000}$ сек., что дѣлаетъ аппаратъ вполне пригоднымъ для большинства практическихъ примѣненій. Дешифрированіе иглы производится само собой, благодаря паразитнымъ токамъ, индуцируемымъ при ея движеніи въ полюсѣ N . Для того, чтобы сдвигъ фазъ между соленоидами c_1c_1 и c_2c_2 былъ возможно близко равенъ 90° , въ цѣль второй пары соленоидовъ включается не одна только индукціонная катушка, а комбинація двухъ съ параллельнымъ неиндуктивнымъ сопротивленіемъ.

Термоэлементъ съ вакуумомъ. Чувствительность термоэлементовъ значительно увеличивается, если они находятся въ безвоздушномъ пространствѣ, сильно уменьшающемъ потери теплоты отъ проводимости и конвекціи. Опыты съ вакуумированными термоэлементами производились уже Ле-



Фиг. 19.

бедевымъ, Шеферомъ и др. Брандесъ описываетъ теперь простой термоэлементъ съ вакуумомъ, который съ успѣхомъ служилъ въ качествѣ болометра при опытахъ беспроволочнаго телеграфированія въ Страсбургѣ. Весь приборъ представляетъ собой, какъ вид-

но изъ фиг. 3, стеклянную, укрѣпленную въ деревянной подножкѣ грушу, въ верхней части которой впаяны, на разстояніи 1—1,5 см. одна отъ другой, четыре стеклянные трубки (на фигурѣ изображены изъ нихъ лишь двѣ aa). Въ эти трубки впаяны толстыя платиновыя проволоки, расположенныя на разрѣзѣ по угламъ квадрата и несущія на себѣ собственно термоэлементъ, спай котораго T приходится приблизительно въ центрѣ расширенія груши. Трубки aa закладываютъ въ себѣ ртуть, посредствомъ которой производится контактъ между платиновыми проволоками и приводящими токъ. Термоэлементъ состоитъ изъ константановой и желѣзной проволоки 0,02 мм. въ поперечникѣ. Эвакуированіе производится очень тщательно, причѣмъ въ перемену съ дѣйствіемъ насоса груша нагрѣвается при $180-190^\circ$, для удаленія особенно вредныхъ, очень упорно пристающихъ къ стекляннымъ стѣнкамъ, водяныхъ паровъ. Такое эвакуированіе повышаетъ чувствительность прибора въ 18 разъ. Сопротивленіе термоэлемента равно 3,5—4 омамъ.

(Physikalische Zeitschrift. 1905).

БИБЛИОГРАФІЯ.

Sylvanus P. Thompson. Calcul et construction des machines dynamoélectriques. Traduction et adaptation de l'anglais par E. Boistel. Paris. Ch. Béranger éditeur. 1905 (XII+274) in $\frac{1}{8}$.

Сильванусъ Томсонъ. Расчетъ и конструкция динамо-электрическихъ машинъ. Перев. съ англійскаго Е. Буастеля. Парижъ. Изданіе Беранже. 1906 г.

Этой книгой заканчивается циклъ элементарныхъ сочиненій Томсона, образующихъ въ совокупности связанный курсъ электротехники сильныхъ токовъ.

Всѣ сочиненія эти, именно „Элементарные уроки по электричеству и магнетизму“, „Электромагнитъ“, „Динамо-электрическія машины“, „Многофазные токи“ и, наконецъ, разбираемая книга, имѣются въ переводѣ на русскій языкъ, и всѣ, по крайней мѣрѣ, четыре первыхъ хорошо извѣстны русской публикѣ. Благодаря этому обстоятельству, задача рецензента облегчается въ значительной степени: не придется говорить ни о методѣ изложенія, принятомъ авторомъ, ни объ обѣихъ отличительныхъ чертахъ его сочиненій: со всѣмъ этимъ читатель знакомъ въ достаточной степени, и наша задача ограничивается естественно тѣмъ, чтобы указать, что можно найти въ данной книгѣ, и какія требованія къ ней можно предъявлять.

Уже въ самомъ началѣ самъ авторъ предупреждаетъ читателя, что онъ ограничился изложеніемъ расчета лишь машинъ постоянного тока и только самыхъ ходовыхъ типовъ, и при этомъ совершенно исключилъ всякія теоретическія основанія, за которыми отсылаетъ читателя къ своимъ предыдущимъ сочиненіямъ.

Книга распадается на 8 главъ, при чемъ въ каждой изложены расчеты, относящіяся къ какому-нибудь одному предмету: такъ, напримѣръ, вторая глава занята вычисленіемъ всѣхъ элементовъ, необходимыхъ для произведенія требуемаго магнитнаго поля, третья содержитъ всѣ расчеты мѣдныхъ частей, катушекъ и обмотокъ; четвертая глава, посвящена качественной и количественной характеристикѣ изолирующихъ веществъ, въ пятой описаны схемы обмотокъ, и наконецъ, въ шестой способъ опредѣленія различныхъ потерь. Послѣднія двѣ главы седьмая восьмая и содержатъ уже самый расчетъ и различныя примѣры выполненныхъ конструкций.

Переходя къ болѣе подробному разбору, обратимъ прежде всего вниманіе читателя на первую главу, или вѣрнѣе на тѣ мѣста изъ нея, гдѣ опредѣляются коэффициенты разсѣянна, и вообще описывается рас-

предѣленіе магнитныхъ линій. При изложеніи авторъ базируется большей частью на трудахъ Goldsborough и на опытныхъ изслѣдованіяхъ проф. Н. Hele-Shaw и А. Нау, мало извѣстныхъ въ Россіи, несмотря на свою новизну и оригинальность. Какъ на нѣкоторыя величины, вводимыя авторомъ и которыя рѣдко встрѣчаются въ нашихъ книжкахъ, укажемъ на коэффициентъ использования площади впадинъ зубчатыхъ якорей. Авторъ подробно останавливается на опредѣленіи этой величины, предварительное знаніе которой значительно облегчаетъ подсчетъ необходимаго количества мѣди.

Въ нашихъ немногочисленныхъ, впрочемъ, учебникахъ удѣляется весьма мало вниманію изоляціи, на нее смотрятъ, какъ на маловажную подробность, забывая, насколько отъ качества и рода изоляціи зависитъ исправное дѣйствіе машины; поэтому мы считаемъ вполне рациональнымъ то обстоятельство, что авторъ выдѣлилъ описаніе свойствъ и различныхъ матеріаловъ для этой цѣли, примѣняемыхъ въ особую главу.

Мы не останавливаемся на разборѣ главы, гдѣ изложены различныя потери въ машинахъ. Здѣсь бросается въ глаза только нѣсколько неравномѣрное распределеніе матеріала: въ то время, какъ изложенію потерь, происходящихъ отъ вторичныхъ паразитныхъ токовъ, возникающихъ въ мѣдныхъ полосахъ обмотки отъ неравномѣрнаго распределенія магнитныхъ линій подъ краями полюсныхъ наконечниковъ, удѣлено довольно много мѣста, несмотря на второстепенное значеніе этого обстоятельства, для предварительнаго опредѣленія потерь механическихъ отъ тренія и вентиляціи не дано ни одной формулы, хотя для вычисленія ихъ имѣются очень простыя выраженія Корсеніуса и другихъ.

Точно также останется неудовлетвореннымъ всякій, кто хотѣлъ бы получить болѣе подробныя данныя для проектированія коллектора, хотя какъ выяснено многочисленными трудами Гобарта и Паршалла правильный выборъ размѣровъ этой детали имѣетъ самое существенное значеніе.

Обращаясь къ послѣдовательному ходу расчета динамомашинъ, напомнимъ, что здѣсь имѣются два метода: во-первыхъ возможно опредѣлить предварительные размѣры якоря изъ условій охлажденія, то есть, ставя себѣ задачей, чтобы температура нагреванія не превосходила напередъ заданной величины, напримѣръ, 40—50° Ц.; на основаніи этого возможно найти минимальную поверхность якоря, а затѣмъ и дальнѣйшіе размѣры его.

Проще идти другимъ путемъ, т. е. воспользоваться эмпирическими и полумпирическими формулами, дающими размѣры якоря въ зависимости отъ мощности машины. Такихъ формулъ имѣется теперь очень много. Въ нѣкоторыя изъ нихъ входятъ величины, характеризующія машину съ электрической точки зрѣнія, напримѣръ, сила тока (формулы Фишеръ-Гигенена и Сенгеля), индукція въ воздухѣ и зубцахъ (формулы Арнольда) и т. д., другія же ограничиваются исключительно задаваемыми величинами механическаго характера, напримѣръ, мощностью, числомъ оборотовъ (напримѣръ, формулы Каппа и Штейнмеца). Сильванусъ Томпсонъ рекомендуетъ именно формулу Штейнмеца, которая, конечно, является простѣйшей изъ всѣхъ, хотя на континентѣ, особенно въ Германіи и Австріи, обыкновенно пользуются соотношеніемъ Арнольда, какъ теоретически лучше обоснованнымъ. Вообще весь ходъ расчета отличается отъ принятаго германскими авторами въ значительной степени. Здѣсь, какъ нельзя яснѣе, можно увидѣть разницу во взглядахъ нѣмецкихъ электротехниковъ съ одной стороны, англійскихъ и американскихъ съ другой: въ то время, какъ первые стремятся противодействовать реакціи якоря, допуская довольно большое междужелѣзное пространство, вторые, наоборотъ, уменьшаютъ его до минимума, но за то съ другой стороны, допускаютъ значи-

тельную индукцію въ зубцахъ, что имѣетъ такое же вліяніе. Этимъ и объясняется бросающаяся въ глаза разница типовъ тѣхъ и другихъ машинъ, и очень жаль, что въ числѣ многочисленныхъ выполненныхъ конструкцій приведенныхъ авторомъ въ послѣдней части книги не приведено типичныхъ нѣмецкихъ машинъ.

Французскій переводъ представляетъ собою точную копию англійскаго оригинала, съ той только разницей, что нѣкоторыя спеціально англійскія мѣры, такъ называемой «circular mil», т. е. площадь круга, имѣющаго въ діаметрѣ «mil» или одну тысячную англійскаго дюйма (эта единица примѣняется въ Англии для измѣренія и вычисленія проводовъ) замѣнены метрическими.

И. Троцкий.

Monographien über angewandte Elektrochemie, XXI Band. Die Elektrolyse geschmolzener Salze. Zweiter Teil: Das Gesetz von Faraday; die Ueberführung und Wanderung der Ionen; das Leitvermögen. von Richard Lorenz. Halle a. S. Verlag von W. Knapp. 1905. Pr. M. 8.

Электролизъ расплавленныхъ солей. Вторая часть. Законъ Фарадея. переносъ ионовъ, электропроводность. Рихарда Лоренца. Галле на Салѣ. Изд. В. Кнаппа. 1905. Стр. 257 + XV in 8°. Съ 59 рис. въ текстѣ. Цѣна 8 м. (=4 руб.).

Въ то время, какъ первая часть монографіи Лоренца была посвящена главнымъ образомъ методикѣ и описанію съ качественной стороны электролиза расплавленныхъ солей, настоящій выпускъ представляетъ гораздо больше теоретическаго интереса, такъ какъ онъ посвященъ проверкѣ закона Фарадея на огненно-жидкихъ электролитахъ, а также вопросамъ связаннымъ съ переносомъ ионовъ и электропроводностью. Систематической разработкѣ эти области были подвергнуты лишь въ послѣдніе годы, главнымъ образомъ, самимъ Лоренцомъ въ сотрудничествѣ со своими учениками. Изъ его лаборатории вышелъ цѣлый рядъ работъ, значительно осветившихъ этотъ своеобразный кругъ явленій и проложившихъ пути для дальнѣйшихъ изслѣдованій. Въ ближайшемъ будущемъ вниманіе электрохимиковъ, несомнѣнно, обратится въ эту сторону въ гораздо большей степени, чѣмъ это случилось до сихъ поръ; до настоящаго же времени кромѣ упомянутаго цикла работъ Лоренца мы находимъ въ литературѣ весьма скудныя данныя и очень ограниченное число сколько нибудь крупныхъ изслѣдованій.

Вся первая и значительно большая часть книги (стр. 1—142) посвящена закону Фарадея. Въ то время, какъ для водныхъ растворовъ точность этого закона была установлена крайне тщательными изслѣдованіями, трудности, встрѣчающіяся при проверкѣ того же закона на случаѣ огненножидкихъ электролитовъ, дѣлаютъ задачу изслѣдователя крайне затруднительной. Фарадей со свойственной ему гениальной простотой, съ самыми простыми экспериментальными средствами установилъ примѣнимость своего закона въ нѣкоторыхъ случаяхъ съ большимъ приближеніемъ; въ другихъ же менѣе благоприятныхъ случаяхъ онъ указалъ на возможные причины отклоненій отъ закона. Послѣ Фарадея вплоть до самаго послѣдняго времени было сдѣлано очень мало дальнѣйшихъ шаговъ, и его работы были почти единственными по этому вопросу. Только въ послѣдніе годы Лоренцъ принялся за систематическую разработку вопроса. Необходимо было выяснитъ различныя побочныя вліянія и причины, измѣняющія нормальный ходъ электролиза; нужно было проверить рядъ гипотезъ, высказанныхъ различными изслѣдователями по вопросамъ о явленіяхъ деполяризаціи, остаточнаго тока и т. д. Только тогда, когда всѣ условія, благоприятствующія электролизу, и всѣ побочныя явленія были выяснены, можно было приступить къ проверкѣ закона Фарадея.

Эта предварительная работа весьма обстоятельно

исполнена Лоренцем. Форма электролитического сосуда, образование нисших или высших степеней соединений, конвекционные токи, диффузия металла въ мелко раздробленномъ состояннн отъ катода къ аноду, — всѣ эти факторы, играющіе огромную роль при электролизѣ расплавленныхъ солей, разобраны и обследованы въ работахъ Лоренца, изложенныхъ очень полно въ монографіи. Особенно много вниманія удѣляется открытымъ Лоренцемъ „металлическимъ туманностямъ“ (Metallnebel), т. е. тому явленію, которое наблюдается, когда расплавленный металлъ и электролитъ находятся въ соприкосновенн при достаточно высокой температурѣ. Образование этихъ туманностей, которыя часто оказываются скопленіями мелкихъ частицъ металла, но иногда представляютъ совершенно однородныя прозрачныя жидкости, еще не вполне выяснено. Лоренцъ склоняется къ мысли, что это явленіе часто представляется изъ себя ни что иное, какъ коллоидальныя металлическіе растворы, или нѣчто подобное рубиновымъ стекламъ. Для подкрѣпленія своего взгляда онъ останавливается на литературѣ, посвященной окрашеннымъ стекламъ и коллоидальнымъ растворамъ металловъ, отводя этому обзору отдѣльную главу. Точно также по вопросу о нисшихъ (закисныхъ) степеняхъ хлористыхъ металловъ, которыя такъ часто привлекались для объясненія потерь при электролизѣ и которыми нерѣдко злоупотребляли, авторъ старательно разбирается въ литературѣ и привлекаетъ къ разсмотрѣнію аналогичные случаи изъ другой области; онъ приводитъ рядъ мнѣній относительно механизма фотографическихъ процессовъ, а также относительно такихъ загадочныхъ еще явленій, какъ измѣненіе цвѣта различныхъ солей подѣ дѣйствіемъ катодныхъ лучей. Послѣ этихъ предварительныхъ главъ Лоренцъ переходитъ къ проверкѣ закона Фарадея. При наблюдении цѣлага ряда условий, которыя вытекаютъ изъ предыдущаго изслѣдованія, ему удалось достигнуть очень высокаго использованія тока, напр., для хлористаго свинца—99,98%, для хлористаго олова—98,47%, бромистаго свинца—99,94%.

Большой интересъ представляютъ также двѣ главы, рассматривающія электролизъ смѣсей металловъ; первая посвящена методамъ отдѣленія металловъ, имѣющихся въ электролитѣ, что достигается при помощи фракціонированнаго электролиза; вторая рассматриваетъ вліяніе различныхъ примѣсей на ходъ электролиза. Авторъ особенно подчеркиваетъ значеніе примѣсей солей щелочныхъ металловъ, которое значительно уменьшаетъ образование металлическихъ туманностей, т. е. устраняетъ одно изъ самыхъ неприятныхъ явленій электролиза расплавленныхъ солей. На основанн обширнаго матеріала, собраннаго въ предыдущихъ главахъ, авторъ пытается установить на теоретическихъ основаннхъ зависимость между плотностью тока и использованіемъ его.

Вторая часть книги (142—162) занята изложеніемъ немногочисленныхъ изслѣдованнй, посвященныхъ переносу ионовъ. Здѣсь мы находимъ работы Лемана, изучавшаго при помощи микроскопа ходъ электролиза расплавленнаго и твердаго іодистаго серебра, затѣмъ работы Варбурга относительно электролиза стекла и, наконецъ, изслѣдованія самого Лоренца, сдѣланнаго смѣлую попытку опредѣлить числа переноса при электролизѣ смѣси двухъ солей, хлористаго калия и хлористаго свинца.

Въ третьей и послѣдней части монографіи (стр. 163—228) сведены данныя объ электропроводности расплавленныхъ солей. Количественное изученіе электропроводности расплавленныхъ солей началось сравнительно давно, и не мало труда было затрачено въ этой области, но до сихъ поръ цифровой матеріалъ не привелъ еще къ какому-либо теоретическимъ выводамъ. Нѣкоторыя обобщенія, какъ напр., зависимость электропроводности отъ температуры, адуктивный характеръ электропроводности смѣсей двухъ электролитовъ, уже выяснены, но ничего по-

добнаго закону Кольрауша не удается вывести. Интересъ представляютъ въ этой части и главы объ электропроводности твердыхъ солей и окисловъ. Вопросъ о томъ, являются ли всѣ соединенія металловъ съ металлоидами, проводниками второго рода, или въ нѣкоторыхъ случаяхъ мы имѣемъ здѣсь явленіе металлической проводимости, давно занималъ физиковъ. Побочныя явленія очень часто маскируютъ истинный характеръ электропроводности, и потребовалось очень тщательное изученіе нѣкоторыхъ подозрительныхъ случаевъ для того, чтобы распутать вопросъ въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ. Общій выводъ состоитъ въ томъ, что металлическая проводимость въ большинствѣ случаевъ только кажущаяся; что же касается нѣкоторыхъ сѣрнистыхъ металловъ и перекисей, отличающихся чернымъ цвѣтомъ и непрозрачностью, то они являются до сихъ поръ непонятнымъ исключеніемъ, которое можетъ быть при болѣе детальномъ разсмотрѣнн и устранится.

Два прибавленія въ концѣ книги посвящены: одно электропроводности стекла, фарфора и кварца, другое библиографіи по электропроводности окисловъ, сѣрнистыхъ и соленистыхъ металловъ.

Въ заключеніе мы должны сказать, что трудно дать въ короткой замѣткѣ перечень всѣхъ тѣхъ замѣчательныхъ явленій, которые описываются въ монографіи. По богатству содержанія и интересу, который представляетъ эта для многихъ совершенно новая и своеобразная область,—настоящій выпускъ серіи монографій по прикладной электрохимии является однимъ изъ наиболѣе интересныхъ. Не говоря уже о томъ, что до появленія книги Лоренца въ литературѣ не имѣлось сколько нибудь полной сводки результатовъ новѣйшихъ работъ съ огненножидкими электролитами, и что знакомство съ этой отраслью электрохимии было очень затруднено,—необходимо отмѣтить еще и очень удачное изложеніе матеріала, вслѣдствіе чего чтеніе книги можетъ оказаться интереснымъ и для лицъ, не занимающихся специально вопросами изъ этой области.

Внѣшность изданія, какъ и во всѣхъ предыдущихъ выпускахъ, производитъ очень прнятное впечатлѣніе.

Д. Р.

Annuaire du bureau des longitudes pour l'an 1906. Avec des notices scientifiques. Paris. Gauthier-Villars. Prix. 0 fr. 50 c.

Ежегодникъ на 1906 годъ, издаваемый Парижскимъ бюро измѣреннй. Съ научными замѣтками. Изд. Готье-Вилляръ. Парижъ. Стр. 712+А. 161+В. 18+С. 8+D. 4г. Цѣна 1 фр. 50 с. (=60 к.).

Первая половина ежегодника ничѣмъ не отличается отъ изданій прошлыхъ годовъ по содержанію и расположенію матеріала, но согласно программѣ, принятой издателями, нѣкоторыя данныя, помѣщенные въ прошлогоднемъ сборникѣ въ нынѣшнемъ году, замѣнены новыми. Такая система чередованія будетъ примѣняться всегда и въ будущемъ. Что касается второй части, то вмѣсто географическихъ и статистическихъ данныхъ, а также сопоставленія метрическихъ системъ, мы находимъ въ нынѣшнемъ году физико-химическій отдѣлъ. Въ этомъ отдѣлѣ мы находимъ мелкія замѣтки, принадлежащія перу такихъ авторитетовъ, какъ Бертелло, Сарро, Корню, Липпманъ. Отмѣтимъ обширную таблицу термодимическихъ данныхъ, составленную Бертелло. Какъ и всегда ежегодникъ снабженъ популярно научной статьей болѣе обширныхъ размѣровъ, на эту разъ посвященную солнечнымъ затмѣннмъ и ихъ наблюденію и составленной Бигурданомъ.

Въ общемъ ежегодникъ содержитъ много полезныхъ свѣдѣннй и, какъ справочная книжка, можетъ пригодиться самому широкому кругу лицъ. Необходимо отмѣтить и крайнюю дешевизну изданія.

Д. Р.

Das Funken von Kommutatormotoren. Mit besonderer Berücksichtigung der Einphasen-kommutatormotoren. Von F. Punga. Mit 69 Abbild. im Text. VIII + 142 in 8°. Hannover. Verlag von Gebrüder Jänecke. 1905. Preis 4 M.

Искрообразование у коллекторных двигателей, какъ постоянного, такъ и, главнымъ образомъ, переменнаго тока. Съ 69 рис. Ганноверъ. Изданіе бр. Јенеке. Цѣна 2 р.

Содержаніе книги г. Пунга отнюдь не исчерпывается ея заглавіемъ, но значительно шире его. Достаточно будетъ сказать, что только около $\frac{1}{3}$ всѣхъ 112 страницъ посвящены собственно искрообразованію и причинамъ его вызывающимъ, равно какъ и вообще теоріи коммутации; все же остальное занято общимъ изслѣдованіемъ двигателей переменнаго тока съ коллекторами и разборомъ ихъ теоріи, излагаемой авторомъ самымъ элементарнымъ образомъ.

Всѣмъ, имѣющимъ дѣло съ машинами, достаточно извѣстно, что коллекторъ представляетъ собою или, лучше, до послѣдняго времени представлялъ большое мѣсто въ машинѣ или двигателѣ. Самыя явленія, происходящія при коммутации, объяснялись далеко не всегда одинаково, и для устраненія искры изобрѣтались и предлагались самыя разнообразныя мѣры. Только послѣ специальныхъ изслѣдованій Арнольда и Гобарта, давшихъ рациональныя формулы для вычисленія, вопросъ оказался поставленнымъ на болѣе или менѣе научную почву.

Изслѣдованія этихъ двухъ электротехниковъ положены и г. Пунга въ основаніе его труда; этимъ мы не хотимъ приписать его труду сколько нибудь компилятивнаго характера, тѣмъ болѣе, что нѣкоторые выводы и методы, правда, касающіеся деталей, принадлежатъ самому автору.

Самый ходъ изложенія предполагаетъ, конечно, въ читателѣ знаніе, какъ дѣйствія и теоріи динамо вообще, такъ и въ частности коммутированія тока.

Свое изслѣдованіе авторъ начинаетъ съ разсмотрѣнія электродвижущихъ силъ, дѣйствующихъ въ коротко замкнутой секціи обмотки, причемъ особенность изложенія автора состоитъ въ томъ, что кромѣ обычныхъ дѣйствующихъ эл.-дв. силъ онъ вводитъ еще новый терминъ, такъ называемое напряженіе, вызывающее искрообразование (нѣм. *Funkenspannung*): оно представляетъ собою сумму всѣхъ электродвижущихъ силъ, въ данной цѣпи дѣйствующихъ, которая при совершенной коммутации должна быть равна, очевидно, нулю. Дѣло, конечно, не въ введеніи новаго термина, а въ томъ, какъ и безъ того имѣется слишкомъ много, а нѣкоторые и до сихъ поръ не переведены разъ на всегда на русскій языкъ, но въ томъ, насколько оно облегчаетъ формальную сторону изложенія. Съ этой стороны, такой терминъ, какъ „напряженіе искрообразования“ можетъ быть, пожалуй, полезенъ, какъ величина, лучше другихъ характеризующая способность машины давать искры при работѣ. Что касается средствъ для предупрежденія искрообразованія, то они болѣе или менѣе извѣстны: это примѣненіе щетокъ съ малой электропроводностью, употребленіе соединеній между якоремъ и коллекторомъ изъ матеріала съ большимъ сопротивленіемъ и, наконецъ, приданіе машинѣ такихъ конструктивныхъ размѣровъ, чтобы электродвижущая сила самоиндукціи не превзошла данной, напередъ заданной величины. Всѣ эти средства, въ критику которыхъ здѣсь не мѣсто вдаваться, описываются и авторомъ. Тамъ же читатель найдетъ и отрицательныя стороны этихъ приемовъ, заключающіяся главнымъ образомъ въ томъ, что они сильно увеличиваютъ размѣры машины и удорожаютъ ея стоимость. Съ своей стороны, авторъ особенно рекомендуетъ примѣненіе компенсационныхъ обмотокъ или эквивалентныхъ имъ вспомогательныхъ полусовъ, которые питались бы непосредственно токомъ якоря и такимъ образомъ создавали бы электродвижущую

силу всегда равную и обратную электродвижущей силѣ самоиндукціи.

Оригинальными и новыми являются тѣ главы, гдѣ г. Пунга изслѣдуетъ вопросъ о распредѣленіи силы тока въ разныхъ точкахъ поверхности щетки, перекрывающей нѣсколько сегментовъ коллектора. Выводами, даваемымъ имъ здѣсь, нельзя отказать въ большой простотѣ и изящности, и самымъ важнымъ изъ этихъ выводовъ является вычисленіе и опредѣленіе числа противудѣйствующихъ амперъ-витковъ, которые возникаютъ въ коротко замкнутыхъ секціяхъ даже при геометрически нейтральномъ положеніи щетокъ вслѣдствіе исключительно неравнобѣрнаго распредѣленія тока подъ щетками.

Въ дальнѣйшихъ главахъ (7—10) авторъ излагаетъ элементарную теорію двигателей переменнаго тока съ коллекторомъ. Не предполагая, очевидно, въ читателѣ знанія высшаго анализа или считая свои выводы лишь вспомогательнымъ средствомъ для заключеній практическаго характера, г. Пунга излагаетъ теорію эту при помощи диаграммъ и то самаго простѣйшаго вида. Кромѣ того, онъ разбираетъ лишь три простѣйшихъ типа двигателей, именно двигатель послѣдовательный компенсированный, репульсионный простой и репульсионный компенсированный; какъ въ томъ, такъ и въ другомъ отношеніи изложеніе его представляетъ полную противоположность книжкѣ Нитгамера, о которой намъ недавно приходилось говорить.

Для болѣе яснаго изложенія сущности дѣйствія репульсионнаго двигателя г. Пунга фиктивно разлагаетъ обмотку его статора на двѣ, изъ которыхъ одна совпадаетъ осью съ линіей, соединяющей короткозамкнутыя щетки, а другая, играющая роль возбужденія, перпендикулярна къ ней. Такое предположеніе, конечно, далеко не строго, какъ это и слѣдуетъ изъ точной теоріи репульсионнаго двигателя, которую даетъ авторъ въ особомъ приложеніи, но оно даетъ возможность непосредственно и прямо перейти къ двигателю Винтера-Латура, который онъ правильно называетъ двигателемъ репульсионнымъ съ компенсацией. Для этого ему нужно на диаграмму обыкновеннаго репульсионнаго двигателя нанести лишь одну дополнительную электродвижущую силу, создаваемую на второй парѣ щетокъ вращеніемъ якоря въ полѣ возбужденія.

Вторая часть книги посвящена проектированію коллекторныхъ двигателей, конечно, съ безъ искорнымъ ходомъ. Здѣсь собраны различныя практическія выводы авторовъ, и взгляды, какъ на основныя заданія при проектировкѣ, такъ и конструктивныя детали. Въ заключеніе авторъ приводитъ расчетъ трехъ двигателей, задаваясь условіемъ равной ихъ стоимости. Поставленная такимъ образомъ задача является весьма интересной, и результаты ея очень поучительными. Такъ, самымъ дешевымъ оказывается послѣдовательный двигатель: при мощности въ 60 силъ онъ стоитъ столько же, сколько репульсионный простой и съ компенсацией на 48 силъ.

Изъ нашего краткаго обзора слѣдуетъ, думаемъ съ очевидностью, что, благодаря важности затронутыхъ специальныхъ вопросовъ, книжка представляеть не только теоретическій, но и практическій интересъ.

И. Троицкій.

И. Г. Энгельманъ. Лейтенантъ флота. **Безпроводочный телеграфъ.** Руководство, принятое для класса телеграфистовъ при минной школѣ Балтійскаго флота. С.-Петербургъ. 1905 г. 349 стр. въ 8°. Ц. 2 руб. 50 коп.

По этой книгѣ можно познакомиться съ чисто технической стороной безпроводочнаго телеграфа системъ Попова, Попова-Дюкретя, Телефункенъ и Маркони. Наиболѣе полно описаніе простѣйшей первой системы; здѣсь разсказывается устройство катушки Румкорфа (кронштадтскаго производства), зарядженіе сухихъ элементовъ (стр. 133), приготовленіе

опилокъ когерера (стр. 98) и проч.; про всё отдѣльные части схемы описывается, какъ ихъ разбирать, чистить, собирать, приготовить къ дѣйствию, и какія существуютъ примѣты правильности ихъ дѣйствія.

Системѣ Телефункенъ посвящается 150 стр.; подробно описывается схема, и приводятся приемы регулировки и ухода въ различныхъ ея частяхъ; но руководства къ самостоятельности изучающаго дается еще меньше, чѣмъ при описаніи отечественной системы, конечно, потому что приборы предполагаются привезенными изъ Германіи; такъ напримѣръ, на стр. 292 читаемъ: „негодные когереры исправить нельзя“.

Такъ какъ никакихъ теоретическихъ указаній авторомъ не дается, то остается непонятнымъ, почему въ системѣ Телефункенъ четыре цѣпи, а въ системѣ Попова—три, не говоря уже о многочисленныхъ подробностяхъ нѣмецкой схемы; о настройкѣ дается только „понятіе“, „такъ какъ сама по себѣ настройка принадлежитъ къ работамъ, которыя должны выполняться инженерами или минными офицерами“ (стр. 307); это „понятіе“ исключительно технически-монтажное. такъ какъ единственные объясненія явленія затуханія, неразрывно связаннаго съ явленіемъ резонанса, заключаются въ трехъ неправильныхъ положеніяхъ подъ заглавіемъ „Затуханіе электрическихъ колебаній“ (стр. 17).

Отдѣлъ IV (стр. 329—339) посвященъ правиламъ и приемамъ пользования азбукою Морзе. Аппараты Морзе описаны на стр. 104—129, 174—239 и 244.

Изучить беспроводной телеграфъ по книгѣ лейтенанта Ангельмана нельзя; но можно, при готовой станціи (главнымъ образомъ на кораблѣ), стать толковымъ монтеромъ, не понимающимъ однако даже сравнительной силы дѣйствія различныхъ схемъ; въ книгѣ указано, на какое разстояніе могутъ дѣйствовать аппараты Телефункенъ, но не сказано, до какой дальности доходитъ работа системы Попова.

Замѣчу въ заключеніе, что авторъ напрасно не подраздѣлил матерьяла отдѣльныхъ главъ; такое подраздѣленіе очень существенно въ книгѣ, преслѣдующей учебныя цѣли.

В. Л.

Очеркъ основныхъ законовъ установившагося и неустановившаго электрическаго тока и сопутствующихъ ему магнитныхъ возмущеній. Начала электромагнитной теоріи свѣта. (Введеніе въ теорію электрическихъ и магнитныхъ возмущеній). 'Aei ó θεός μετρήσει. Составилъ Г. К. Мерчингъ, проф. Инст. Инж. П. С. Съ 2 листами чертежей. С.-Петербургъ. 1905. Изданіе Инст. П. С. 71 стр. Ц. 2 руб.

Заглавіе это достаточно полно опредѣляетъ содержание небольшого сочиненія г. Мерчинга. Вопросы, затрагиваемые авторомъ, трактуются математически по методамъ Биделя и Грегора съ одной стороны и Эберта—съ другой; во многихъ мѣстахъ даются пояснительные численные примѣры. Физическая сторона явленій упоминается авторомъ лишь очень кратко и не всегда вѣрно: такъ, напримѣръ, напрасно утверждается, что Федерсенъ провѣрялъ теорію въ своихъ опытахъ надъ электрическими колебаніями (стр. 33): что когерерь есть „наилучшій резонаторъ“ (стр. 64).

Г. Мерчингъ вводитъ новые, насколько я знаю, термины: лейденская бутылка (стр. 33), шкурная проводимость (skin effect, стр. 43), и называетъ электростатическія силы трубками силъ въ отличіе отъ „линейныхъ силъ магнитныхъ“ (стр. 49). Терминологія эта неудачна, а въ послѣднемъ случаѣ (трубки силъ) ослабляетъ, мнѣ кажется, смыслъ всего сочиненія, какъ трактата о физическихъ явленіяхъ; остаются лишь формально математическія постановка и разрѣшеніе уравненій.

Не могу не упомянуть еще о научно-литературныхъ цитатахъ г. Мерчинга. Мнѣ не могъ помѣститься своей статьи въ Pogg. Ann. 1900 (стр. 47), такъ какъ эти *Annalen* существовали лишь до 1878 года, по поводу

извѣстнаго всякому физіку уравненія, выражающаго распространеніе гармоническихъ колебаній (стр. 60) читатель отсылается къ сочиненію автора, удостоенному „золотой медали Варшавскимъ университетомъ“.

В. Л.

Начала телеграфированія безъ проводовъ Пособіе къ курсу миннаго офицерскаго класса. Перев. съ нѣмецкаго П. Рыбкина подъ ред. проф. А. С. Попова. С.-Петербургъ. 1905. 55 стр.

Эта брошюра представляетъ собою, какъ сказано въ введеніи, „переводъ нѣсколькихъ главъ“ руководства Ричи и Дессау: Die Telegraphie ohne Drath; мнѣ кажется, вѣрнѣе было бы сказать: „нѣкоторыхъ фразъ изъ нѣсколькихъ главъ“. Такой способъ составленія брошюры неудобенъ въ двухъ отношеніяхъ: читатель получаетъ рядъ положеній, иногда совершенно неожиданно слѣдующихъ одно за другимъ, которыя можно развѣ только вытвердить наизусть; а итальянскіе авторы, составившіе дѣйствительно хорошей учебникъ, если они знаютъ о брошюрѣ г. Рыбкина, могутъ очень стѣновать на ея автора.

Брошюра г. Рыбкина даетъ нѣкоторыя свѣдѣнія объ электрическихъ колебаніяхъ, „электрическихъ“ (слѣдовало бы: электромагнитныхъ) волнахъ, о вибраторахъ и обнаружителяхъ электромагнитныхъ волнъ. Отдѣльные абзацы ея не отличаются точностью: такъ, напримѣръ, на стр. 3 утверждается, что колебательный разрядъ появляется при соприкосновеніи маломъ сравнительно съ самоиндукціей; слѣдовало бы сказать: сравнительно съ отношеніемъ $\frac{Z}{C}$.

На стр. 13: „Герць первый познакомилъ насъ съ электрическимъ резонансомъ“. На стр. 24 говорится, что въ электромагнитной волнѣ электрическая индукція и магнитная распространяются съ разными фазами. На стр. 29 странно прочесть абзацъ (7-й сверху): „Стоячія звуковыя волны есть ничто иное, какъ собственныя колебанія звучащаго тѣла“; это прямо противорѣчитъ тутъ же находящимся чертежамъ 21 и 22. На стр. 30 сказано (4-й абз. сверху): длина волны равна разстоянію между двумя соседними пучностями. Стр. 37 способна дать самыя невѣрныя представленія; можно ли, напримѣръ, утверждать, что „для улавливанія колебаній съ очень малымъ затуханіемъ требуется очень тщательное совпаденіе періодовъ вибратора и резонатора“ (абз. 4-й).

В. Л.

Repetitorien der Elektrotechnik. Heraus gegeben von A. Königsworther, Ing. IV Band. Synchronmaschinen für Wechsel- und Drehstrom ihre Wirkungsweise, Berechnung und Konstruktion. Von W. Winkelmann. Hannover. [Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung, 1905. Mit 79 Abbildungen, VIII + 150, in 8°. Pr. 3,40; geb. 4 M.

Повторительный курсъ электротехники, издаваемый А. Кенигвертеромъ. Томъ IV. Синхронныя машины переменнаго тока. Ихъ дѣйствіе, расчетъ и конструкція. В. Винкельмана. Ганноверъ, 1905. Цѣна 2 р.

Намъ уже неоднократно на страницахъ „Электричества“ приходилось говорить о нѣкоторыхъ выпускахъ этого изданія, выходящаго подъ общимъ заглавіемъ „Повторительный курсъ электротехники“. Мы полагаемъ поэтому, что общая физиономія, если можно такъ выразиться, этихъ томиковъ читателю уже нѣсколько знакома, и это избавляетъ насъ отъ необходимости болѣе подробно останавливаться на общей характеристикѣ этого изданія. Обращаясь къ лежащему предъ нами 4 томуку, посвященному синхроннымъ машинамъ, замѣтимъ, что къ повторительнымъ курсамъ и конспектамъ можно предъявлять двоякаго рода требованія. Съ одной стороны, въ каждомъ данномъ конспектѣ должно быть въ сжатой формѣ сосредоточено все, что извѣстно и сдѣлано по трактующему имъ вопросу. До извѣстной

степени онъ долженъ служить справочной книжкой по данной отрасли или по данному предмету. Многие выводы могутъ быть сокращены, или совсѣмъ опущены, логическая связь между отдѣльными главами можетъ быть принесена въ жертву подробности изложения, но за то конечные выводы, формулы, численные величины должны быть изложены, если даже и отрывочно, но за то во всякомъ случаѣ полно. Только въ такомъ случаѣ можно быть увѣреннымъ, что въ данной книжкѣ найдешь потребную формулу, отыщешь забытый коэффициентъ и только въ такомъ случаѣ книжка будетъ отвѣчать своему назначенію.

Съ другой стороны можно поставить себѣ иную задачу при составленіи повторительнаго курса, задачу, съ извѣстной точки зрѣнія противоположную предыдущей. Теоретическихъ и практическихъ руководствъ по всякой отрасли электротехники имѣется въ настоящее время весьма большое количество, и всякій читатель, когда то, быть можетъ, и прилежно штудировавшій ихъ и желающій освѣжить въ своей памяти общія теоретическія основанія, долженъ будетъ безпомощно опустить руки предъ громоздкими фоліантами. Прийти на помощь въ такихъ случаяхъ задача повторительныхъ курсовъ. Не гонясь за подробностью и всеобъемлемостью такой курсъ въ сжатой формѣ долженъ напомнить читателю главныя основанія изучаемаго предмета, напомнить ихъ въ строгой научной послѣдовательности, не стремясь къ оригинальности, но не жертвуя систематичностью.

Нѣкоторые изъ томиковъ этой серіи ближе подошли къ первому роду сочиненій; въ особенности это относится къ предыдущему 3-му тому, занятому расчетомъ динамо постоянного тока. Что же касается разбираемаго 4-го выпуска, то къ нему скорѣе можно отнести все, что нами только-что сказано о конспектахъ 2 рода. Собственно говоря, если судить по предисловію автора, гдѣ онъ говоритъ, что цѣлью его было въ краткой и сжатой формѣ изложить явленія, происходящія въ синхронныхъ машинахъ и тѣмъ побудить читателя къ болѣе подробному изученію предмета, это не есть въ тѣсномъ смыслѣ слова то, что мы привыкли называть повторительнымъ курсомъ, и это въ значительной степени измѣняетъ тѣ требованія, которыя къ книжкѣ можно предъявлять. Дѣйствительно, уже въ самомъ началѣ, именно въ первой главѣ, мы находимъ такое обстоятельное изложеніе элементарнѣйшихъ законовъ переменнаго тока, которое умѣстно только въ самыхъ первоначальныхъ учебникахъ. И собственно такимъ учебникомъ и является скорѣе всего эта книжка. Съ этой точки зрѣнія схема расположенія матеріала и обработка его ничѣмъ не отличаются отъ многихъ ей подобныхъ. Достаточно сказать, что въ первой главѣ авторъ объясняетъ возникновеніе электродвижущей силы въ вращающемся между полюсами магнита проводникѣ, вычисляетъ среднее и эффективныя значенія этой силы, вводитъ понятія емкости и самоиндукціи и т. д. Однимъ словомъ, здѣсь нѣтъ ровно ничего, на чемъ можно было бы остановиться; замѣтимъ развѣ, что авторъ вездѣ предполагаетъ и оперируетъ не только съ простыми синусоидальными кривыми, но и кривыми высшихъ порядковъ, и указываетъ нѣкоторые способы для разложенія этихъ кривыхъ на простѣйшія. Это вполне умѣстно и имѣетъ важное значеніе главнымъ образомъ въ томъ отношеніи, что форма кривыхъ имѣетъ большое влияние на явленіе перенапряженія и резонанса въ цѣпяхъ переменнаго тока.

Гораздо болѣе интереса представляетъ вторая глава, которая занята почти исключительно электродвижущей силой въ машинахъ синхронныхъ. Эта глава изложена довольно ново и современно, и даже

знакомый съ дѣломъ найдетъ тутъ нѣкоторыя и ресныя замѣчанія; здѣсь вычисляются и приводятся способы для построенія кривыхъ электродвижущей силы при различныхъ формахъ полюсныхъ наконечниковъ и при различныхъ обмоткахъ; вопросъ вѣтается и обратнымъ путемъ; какъ конструировать шину такъ, чтобы эти кривыя подошли бы къ нусоидамъ; говорится и о второстепенныхъ колѣнияхъ электродвижущей силы, вызываемыхъ влияніемъ впадинъ въ зубчатомъ вѣнцѣ и о вращающихся образователяхъ или коммутатрисахъ; однимъ словомъ, какъ мы уже сказали содержаніе этой главы нешаблонно и разнообразно. Къ сожалѣнію, не того же сказать о 3-й, 4-й и 5-й главѣ, трактуя о различныхъ потеряхъ въ машинахъ, полезномъ дѣйстви и о магнитномъ полѣ. За это, впрочемъ, автора винить нельзя, такъ какъ, если взять, напримеръ, вопросъ о нагрѣваніи машинъ, то по отношенію къ машинамъ постоянного тока мы найдемъ литературѣ очень подробные и широко поставленные опыты, по отношенію же къ альтернативнымъ даннымъ нѣтъ или во всякомъ случаѣ мало. Отчасти это объясняется тѣмъ, что до недавняго времени господствовали самыя различныя генераторовъ переменнаго тока. Только въ послѣдніе годы типы эти свелись къ двумъ главнымъ: но при соединеніи съ паровыми турбинами—подходить близко къ машинамъ постоянного тока при соединеніи съ двигателями съ малыми числами оборотовъ—генераторы переменнаго тока состоятъ обыкновенно изъ неподвижно стоящей арматуры вращающимся внутри полюснымъ колесомъ въ магнетикѣ. Въ виду этого г. Винкельманъ не останавливается, кромѣ того, какъ привести употребительныя формулы для машинъ постоянного тока.

Изъ дальнѣйшихъ главъ заслуживающими вниманія намъ кажутся 8-я и 9-я, гдѣ разсматривается параллельное соединеніе альтернаторовъ, ихъ возбужденіе и компаундированіе. При изложеніи пользуется здѣсь общими принципами колебательнаго движенія; пользуясь анализомъ, даннымъ Зенфельдомъ, онъ разсматриваетъ измѣненіе опереженія одной машины передъ другой, какъ двухъ колебательныхъ движеній: свободнаго и принужденнаго, когда наступаетъ въ этихъ случаяхъ явленіе резонанса, и одинъ альтернаторъ дѣйствуетъ изъ фазы. Что касается самовозбужденія машинъ переменнаго тока, то авторъ ограничивается здѣсь описаніемъ альтернатора Гейланда, ужь знакомаго нашимъ читателямъ, почему мы на немъ не останавливаемся. Въ особой главѣ, посвященной гистерезису, авторъ доказываетъ, что вслѣдствіе держанія желѣза въ аппаратахъ переменнаго тока, даваемая этими аппаратами содержимыя гармоническія члены третьяго порядка.

Послѣднія двѣ главы излагаютъ ходъ расчета альтернаторовъ и синхронныхъ двигателей.

Намъ остается въ заключеніе прибавить, что разбираемая книжка не подходитъ подъ названіе повторительнаго курса, то, несмотря на это, она представляетъ собою очень недурной учебникъ по предмету переменнаго тока, нѣкоторая краткость полнота котораго искупается приложенными къ книгѣ хронологическимъ указателемъ существующей литературы.

Вѣщность изданія безукоризненна.

I. Тр