

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Въ концѣ 1898 года, VI (электротехническій) отдѣлъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества предпринялъ собираніе матеріаловъ по исторіи работъ русскихъ по электротехнике, съ цѣлью составленія очерка этихъ работъ. Собранныя свѣдѣнія послужили матеріаломъ для составленія „Очерка работъ русскихъ по электротехнике съ 1800 по 1900 годъ“ (*), который, будучи изданъ по русски и во французскомъ перевѣдѣ, служилъ объяснительнымъ каталогомъ для экспонатовъ VI отдѣла И. Р. Т. О. на Всемірной Парижской Выставкѣ 1900 г.

Предполагая предпринять новое, дополненное, изданіе этого очерка VI отдѣла И. Р. Т. О. обращается ко всѣмъ съ просьбой о доставленіи матеріаловъ по работамъ русскихъ въ области электротехники, каковые будутъ помѣщаться, впредь до нового изданія „Очерка“, въ журналъ „Электричество“ или въ Запискахъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Матеріалы по исторіи работъ русскихъ въ области электротехники **).

Изслѣдованія Рейса.

Рейсъ открылъ въ 1807 году въ Москвѣ такъ называемый „электрическій эндосмосъ“: онъ нашелъ, что электрическій токъ, пробѣгая черезъ жидкость, разгороженную пористою перегородкой, вызываетъ просачивание, переносъ, жидкости черезъ эту перегородку. Р. назвалъ это явленіе „motus stoechiagogus“; см. G. Wiedemann, „Die Lehre von der Elektricitat“ 1883, Band II, стр. 166, причемъ Видеманъ даетъ слѣдующую цитату: „Reuss, Mem. de la societé impérialѣ des naturalistes à Moscou, 2, 1809, p. 327“. Явленіе, о которомъ рѣчъ, вносящіеся въ изслѣдователи и такъ какъ очень возможно — на это есть несомнѣнныя указанія — что „электрическій эндосмосъ“, или „катафорическое дѣйствіе тока“, какъ его называлъ Е. Дюбуа — Реймонъ (E. du Bois-Raymond), получить примѣненіе и въ техникѣ — тѣмъ болѣе, что вмѣстѣ съ жидкостью переносятся, при извѣстныхъ условіяхъ, и различныя взвѣшнныя („сuspendedированные“) въ ней частички, — то я и хотѣлъ напомнить здѣсь о старинныхъ и довольно мало извѣстныхъ работахъ Рейса.

Вл. Тюрина.

*) Очеркъ работъ русскихъ по электротехнике съ 1800 по 1900 годъ. Составленъ подъ редакціей Я. И. Ковалевскаго комиссіей VI Отдѣла И. Р. Т. О., въ составѣ Я. И. Ковалевскаго, Н. А. Рейхель, Н. М. Сокольского и В. А. Тюрина. Спб. 1900 г. (см. Электричество, 1900 г. № 19, стр. 271).

**) См. Электричество Т. I. № 11—12, стр. 153.

Графическое изслѣдованіе трехфазного асинхроннаго двигателя.

Статья инженеръ-технолога А. С. Николаева.

Асинхронные трехфазные двигатели нашли себѣ самое широкое примѣненіе при передачахъ электрической силы на разстояніе. Въ конструкціяхъ и различныхъ теоріяхъ ихъ нѣть недостатка, но эти послѣднія проведены чисто математическимъ путемъ, изобилующимъ массой формулъ сложнаго характера, практическій смыслъ которыхъ не всегда очевиденъ и не каждому доступенъ. Отсюда само собою, проистекаетъ потребность въ простомъ, легко усваиваемомъ и наглядномъ методѣ, каковымъ и является безспорно методъ графической, обоснованный на математическомъ анализѣ явленій перемѣннаго тока.

Явленія, имѣющія мѣсто въ работающемъ многофазномъ асинхронномъ двигателе, общеизвѣстнаго характера. Многофазный токъ, проходя по обѣ откѣ индуктора, порождаетъ магнитный потокъ, или поле, постоянной амплитуды и вращающійся съ постоянной угловой скоростью. Это вращающееся поле, при своемъ движеніи, пересѣкаетъ обмотку арматуры и порождаетъ въ ней многофазные токи, которые, дѣйствуя на первичное поле, приводятъ арматуру во вращеніе.

Отсюда ясно, что асинхронный или индукціонный двигатель — принципіально тотъ-же трансформаторъ, съ тою лишь разницей, что его вторичная цѣпь (арматура) перемѣщается по отношенію къ цѣпи первичной (индуктора). Вслѣдствіе этого число періодовъ первичной цѣпи — \sim_1 отличается отъ такового — вторичной — \sim_2 , почему и работы цѣпей различны, и именно — отношеніе работъ равно отношенію числа періодовъ, а разность ихъ — механической отдачѣ двигателя.

На основаніи сказанного ничто не мѣшаетъ намъ взять за основыя уравненія нашего двигателя — таковыя трансформатора, чѣмъ значительно упростится наше графическое изслѣдованіе.

Въ виду большей наглядности и простоты мы начнемъ съ построенія діаграммъ идеальнаго двигателя и затѣмъ, вводя постепенно должныя правки, мы перейдемъ въ концѣ къ двигателю, съ которымъ встрѣчаются на практикѣ.

Слѣдуетъ еще отговорить, что въ дальнѣйшемъ

вездѣ принято синусоидальное измѣненіе силы тока, электродвижущей силы и магнитного потока; допущеніе это облегчаетъ всѣ выкладки и сущности дѣла нисколько не измѣняетъ, ибо, по Штейнмистцу, любой формы кривыя, представляющія законъ измѣненія силы тока или электродв. силы, могутъ быть замѣнены синусоидальными волнами, дающими равный съ прежними эффектъ (дѣйствующую величину = корню квадратному изъ среднихъ квадратовъ).

Напомнимъ еще, что въ настоящемъ случаѣ будетъ имѣться въ виду исключительно трехфазный асинхронный двигатель.

Образование вращающагося магнитного поля.

По обмоткѣ индуктора трехфазного двигателя проходятъ перемѣнныя токи, смѣщенные въ фазѣ и пространствѣ на 120° другъ отъ друга. Каждый изъ этихъ токовъ, отдельно, возбуждаетъ перемѣнное или, лучше сказать, колеблющееся поле, радиальная составляющая котораго, предполагая поле однороднымъ, измѣняется по синусоидѣ, а узловыя точки этой послѣдней положенія своего въ пространствѣ не измѣняютъ. Ясно, что величина радиальной составляющей такого поля (обозначимъ се чрезъ B_{rt}) будетъ зависѣть отъ времени съ одной стороны и отъ положенія съ другой. Если зависимость амплитуды отъ времени мы выразимъ при помощи вектора, вращающагося съ постоянной угловой скоростью и описывающаго концомъ своимъ окружность, то для данного момента времени t , напр., когда векторъ составляетъ уголъ β съ горизонтальнымъ диаметромъ, и для данного положенія, напр. въ разстояніи угла px отъ начала синусоиды (нулевой или узловой точки), выражение для радиальной составляющей колеблющагося магнитного поля будетъ:

$$B_{rt} = B \cdot \text{Sn}(px) \cdot \text{Sn}\beta$$

гдѣ p —число паръ полюсовъ, B —векторъ или амплитуда синусоиды, α —уголъ между началомъ и данной точкой по окружности индуктора (внутренней для будущихъ расчетовъ). Уловую скорость вращенія назовемъ ω ; обозначая чрезъ T время одного периода, получимъ $\omega = \frac{2\pi}{T}$, а для некотораго момента времени t (которому соответствуетъ угл. β) получаемъ $\beta = \frac{2\pi}{T}t = \omega \cdot t$. Отсюда $B_{rt} = B \cdot \text{Sn}(px) \cdot \text{Sn}(\omega t)$. Согласно съ этимъ уравненіемъ на фиг. 1 представлены, въ различные четыре момента, радиальная составляющая колеблющагося магнитного поля.

Совсѣмъ другой характеръ получаетъ магнитное поле, возбуждаемое совокупнымъ дѣйствиемъ всѣхъ трехъ токовъ, проходящихъ по обмоткѣ индуктора. Принимая во вниманіе фазы каждого изъ нихъ, мы получимъ для

$$B_{rt}^1 = B \cdot \text{Sn}(px) \cdot \text{Sn}(\omega t)$$

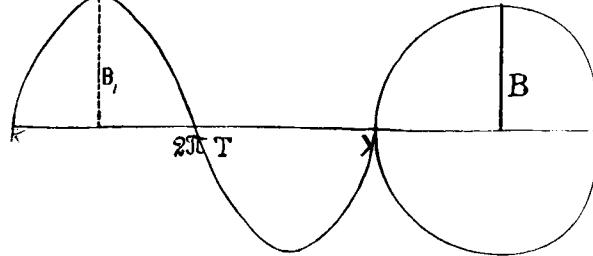
$$B_{rt}^2 = B \cdot \text{Sn}(px - 120^\circ) \cdot \text{Sn}(\omega t - 120^\circ)$$

$$B_{rt}^3 = B \cdot \text{Sn}(px - 240^\circ) \cdot \text{Sn}(\omega t - 240^\circ)$$

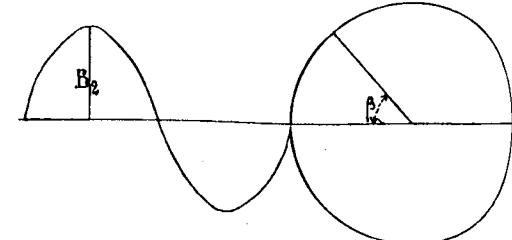
Ихъ равнодѣйствующая въ данный моментъ = алгебраической суммѣ; обозначая равнодѣйствующую B_{rt} , получимъ:

$$B_{rt} = B_{rt}^1 + B_{rt}^2 + B_{rt}^3$$

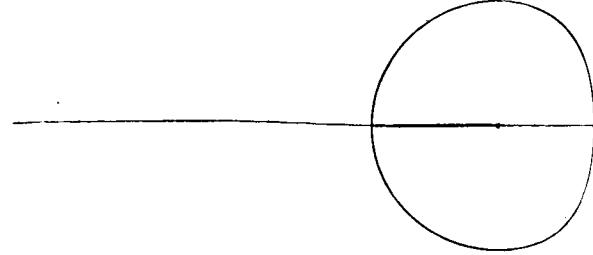
$$B_{rt} = B [\text{Sn}(px) \cdot \text{Sn}(\omega t) + \text{Sn}(px - 120^\circ) \cdot \text{Sn}(\omega t - 120^\circ) + \text{Sn}(px - 240^\circ) \cdot \text{Sn}(\omega t - 240^\circ)]$$



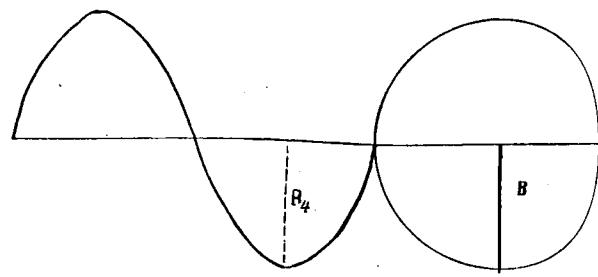
Фиг. 1а.

 $\beta = 90^\circ$ 

Фиг. 1б.



Фиг. 1с.

 $\beta = 0$ 

Фиг. 1д.

или

$$B_{rt} = B [\text{Sn}(px) \cdot \text{Sn}(\omega t) + \text{Cs}(30^\circ - px) \cdot \text{Cs}(30^\circ - \omega t) + \text{Sn}(60^\circ - px) \cdot \text{Sn}(60^\circ - \omega t)] = \frac{1}{2} B [\text{Cs}(px - \omega t) - \text{Cs}(px + \omega t) + \text{Cs}(\omega t - px) + \text{Cs}(60^\circ - px - \omega t) + \text{Cs}(\omega t - px) - \text{Cs}(120^\circ - px - \omega t)]$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Cs}(60^\circ - \rho\alpha - \omega t) - \text{Cs}(120^\circ - \rho\alpha - \omega t) = \\
 & = \text{Sn}(-[\rho\alpha + \omega t] - 30^\circ) - \text{Sn}(30^\circ - [\rho\alpha + \omega t]) = \\
 & = 2 \text{Cs}(\rho\alpha + \omega t) \text{Sn}30^\circ = \text{Cs}(\rho\alpha + \omega t).
 \end{aligned}$$

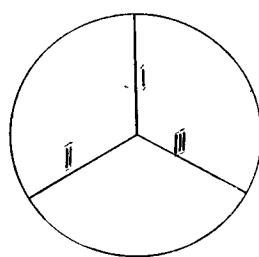
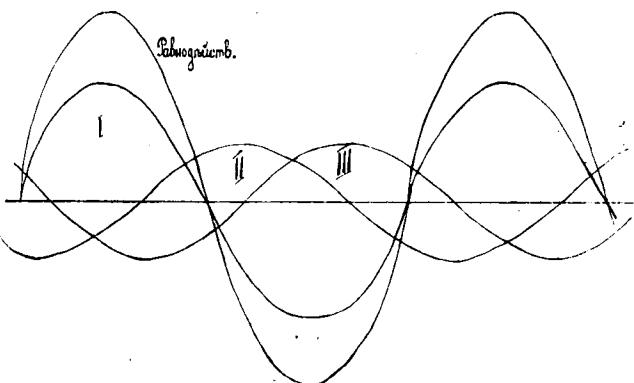
Это послѣднее выражение сокращается съ членомъ — $\text{Cs}(\rho\alpha + \omega t)$ и окончательное выражение равнодѣйствующей B_{rt} приметъ видъ:

$$B_{rt} = \frac{3}{2} B \cdot \text{Cs}(\rho\alpha + \omega t).$$

Выраженіе это показываетъ, что равнодѣйствующее поле имѣть дѣйствительную амплитуду $= \frac{3}{2} B$, где B — амплитуда составляющихъ колеблющихъ (осциллирующихъ) полей. Во вторыхъ, такъ какъ B_{rt} будетъ имѣть максимумъ при $\rho\alpha = \omega t$, то очевидно, что равнодѣйствующее поле вращается съ постоянной угловой скоростью ω/p , ибо p и ω — предположены постоянными.

Итакъ, въ результатѣ, комбинаціей колеблющихъ полей, мы получили одно равнодѣйствующее магнитное поле, имѣющее постоянную амплитуду и вращающееся съ постоянной угловой скоростью.

На фиг. 2 представлено графическое сложеніе колеблющихъ полей въ равнодѣйствующее вращающееся (взять моментъ, когда амплитуда въ



Фиг. 2.

данный моментъ одного — максимумъ, а остальныхъ двухъ $= \frac{1}{2}$ максимума). Изъ построения видно, что максимумъ вращающагося поля всегда совпадаетъ съ максимумомъ того составляющаго поля, которое имѣть въ данный моментъ максимальную амплитуду; но такъ какъ составляющія поля получаютъ максимальную амплитуду въ данный моментъ послѣдовательно одно за другимъ, то и отсюда уже ясно, что равнодѣйствующее поле должно перемѣщаться съ постоянной скоростью

Диаграммы двигателя безъ магнитной утечки.

Въ силу сказанныхъ основными уравненіями нашего двигателя будуть:

$$\text{I. } E_{1t} = J_{1t} W_1 + n_1 \frac{dN_t}{dt} + n_1 \frac{dN_{1st}}{dt}$$

$$\text{II. } 0 = J_{2t} W_2 + n_2 \frac{dN_t}{dt} + n_2 \frac{dN_{2st}}{dt}$$

Здѣсь E_{1t} — напряженіе въ данный моментъ на зажимахъ индуктора, $J_{1t} W_1$ — омическая потеря въ индукторѣ (W_1 — сопротивленіе обмотки индуктора); $J_{2t} W_2$ — омическая потеря въ арматурѣ (W_2 — сопротивленіе обмотки арматуры); N_{1st} — магнитная утечка индуктора, N_{2st} — магн. утечка арматуры, N — магнитное поле, общее объемъ цѣпій (индуктору и арматурѣ), n_1 — число витковъ въ индукторѣ для одной фазы, n_2 — тоже — въ арматурѣ.

Для идеального двигателя магнитная утечка равна нулю и поэтому уравненія примутъ видъ:

$$\text{I. } E_{1t} = J_{1t} W_1 + \frac{n_1 dN_t}{dt}$$

$$\text{II. } 0 = J_{2t} W_2 + \frac{n_2 dN_t}{dt};$$

обозначимъ:

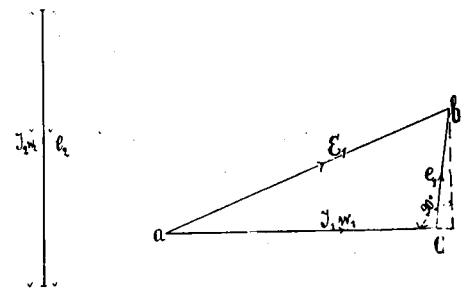
$$e_{1t} = \frac{n_1 dN_t}{dt} \text{ и } e_{2t} = -\frac{n_2 dN_t}{dt}$$

тогда

$$\text{I} \quad E_{1t} = J_{1t} W_1 + e_{1t}.$$

$$\text{II} \quad 0 = J_{2t} W_2 - e_{2t}.$$

Принимая сначала сопротивленіе арматуры исключительно омическимъ (включая реостатъ для регулированія и пусканія въ ходъ), мы получимъ для дѣйствующихъ величинъ J_{2t} и e_{2t} диаграмму арматуры на фиг. 3. Въ то же время для индуктора, принимая въ расчетъ его потери въ желѣзѣ (гистерезисъ и токи Фуко), придемъ къ диаграммѣ фиг. 4.

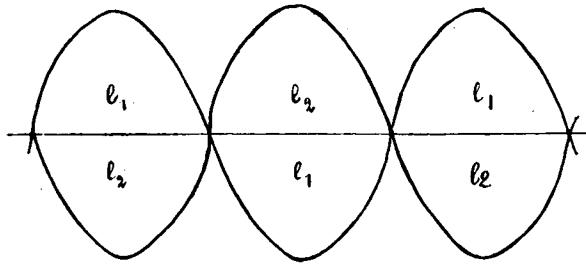


Фиг. 3.

Фиг. 4.

Изъ уравненій $e_1 = \frac{n_1 dN}{dt}$ и $e_2 = -\frac{n_2 dN}{dt}$ слѣдуетъ, что $e_1/e_2 = -n_1/n_2$, т. е. электродвижущія силы обѣихъ цѣпей имѣть другъ съ другомъ фазовыи углы $= 180^\circ$, иначе — направлены въ прямо противоположныи стороны (фиг. 5) и относятся, какъ числа витковъ.

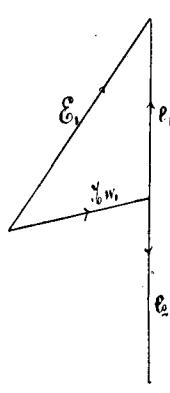
Обозначимъ чрезъ J_0 ^{*)} токъ индуктора, когда арматура не несетъ нагрузки; сведя число вит-



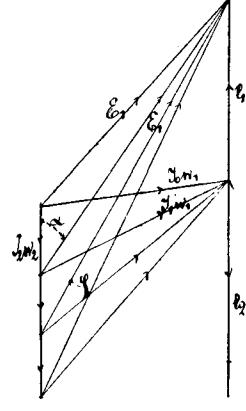
Фиг. 5.

ковъ арматуры на число витковъ индуктора (т. е. при $e_1 = e_2$) и соединяя діаграммы обѣихъ цѣпей вмѣстѣ, получимъ общую діаграмму двигателя на фиг. 6.

Если арматура нагружена токомъ J_2 , то этотъ послѣдній, складываясь (геометрически) съ токомъ индуктора, даетъ, какъ извѣстно, токъ J_1 . Мы придемъ, такимъ образомъ, къ діаграммѣ идеальнаго двигателя (фиг. 7). Изъ діаграммы ясно



Фиг. 6.



Фиг. 7.

видно, что J_1 возрастаетъ съ J_2 , но не пропорционально. Углы α и φ уменьшаются съ нагрузкой, а стало быть $Cs\alpha$ и $Cs\varphi$ увеличиваются. φ —фазовый уголъ между J_1 и E_1 ^{*)}.

Діаграммы трехфазн. двигателя съ магнитной утечкой.

Уравненія наши снова принимаютъ общий видъ

$$I \quad E_{1t} = J_{1t} W_1 + e_{1t} + e_{1s}$$

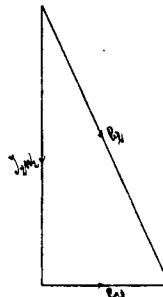
$$II \quad 0 = J_{2t} W_2 - e_2 + e_{2st}$$

$$\text{гдѣ } e_{1st} = \frac{n_1 dN_{1st}}{dt}; e_{2st} = \frac{n_2 dN_{2st}}{dt}$$

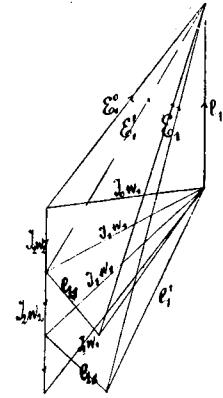
Такъ какъ электромагнитная сила, отвѣчающая магнитной утечкѣ (N_{1s} или N_{2s}) отстаетъ въ фазѣ отъ производящаго ее тока на 90° , то діа-

^{*)} J_0 приблизительно равно намагничивающему току при холостомъ ходѣ.

граммма арматуры приметъ видъ фиг. 8, а для



Фиг. 8.



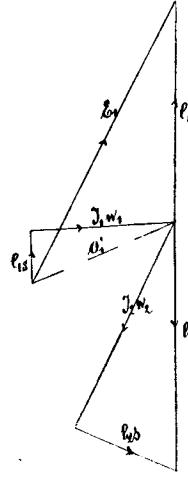
Фиг. 9.

$e'_1 = J_1 W_1 + e_{1s}$.
 E'_1 —напряж. идеальн. двигателя.
 E_1 —напряженіе двигателя съ магнитной утечкой.

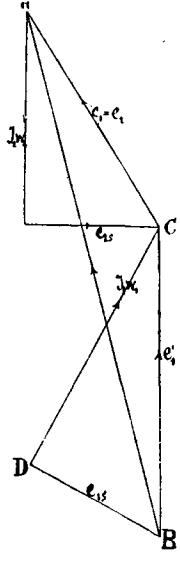
индуктора—фиг. 9. Соединяя снова эти діаграммы въ одну общую, получимъ діаграмму 10.

Определеніе характерныхъ величинъ при различныхъ нагрузкахъ.

Наложимъ діаграмму индуктора на діаграмму арматуры такъ, чтобы стороны ($e_1 = e_2$) e_1 и e_2 совпали какъ на фиг. 11. Если повернемъ теперь треугольникъ DCB около точки C, пока J_2 не



Фиг. 10. Вмѣсто O_1^1 (лінія, соединяющая $J_1 W_1$ съ e_{1s}) слѣдуетъ читать e'_1 .



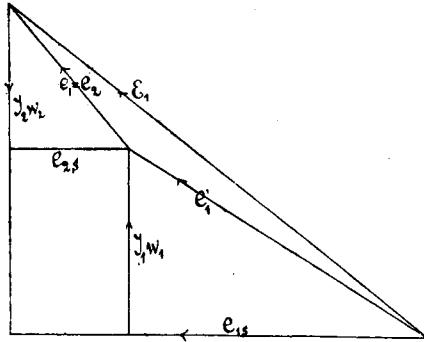
Фиг. 11.

будетъ параллельно къ J_1 , то прійдемъ къ діаграммѣ фиг. 12. Если теперь пренебречь омической потерей индуктора $J_1 W_1$, то получится простая діаграмма фиг. 13.

Діаграмма 13 есть діаграмма напряженій, но она можетъ служить намъ также и діаграммой для магнитныхъ полей, стоитъ лишь первую повернуть на 90° и взять новый масштабъ, отчего

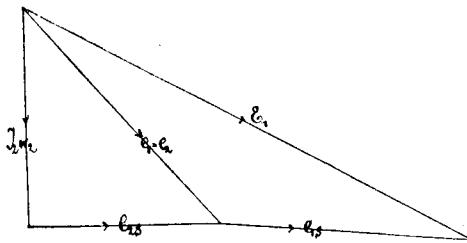
суть диаграммы не меняется. Поэтому на фиг. 14 мы просто придадим векторам фиг. 13 значение магнитных полей.

Разложим поле N (общее) на два направления: одно \parallel к N_{1s} (а стало быть и к J_1), а



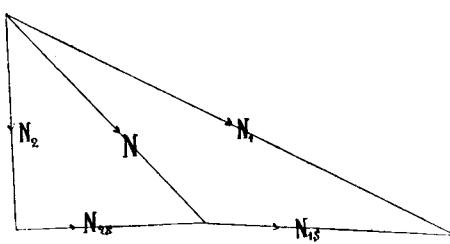
Фиг. 12.

другое \parallel к N_{2s} (а также и к J_2), затмъ дополнимъ диаграмму, какъ это показано на фиг. 15, проведя $aB \parallel N_{1s}$ и $CB \parallel N_{2s}$.



Фиг. 13.

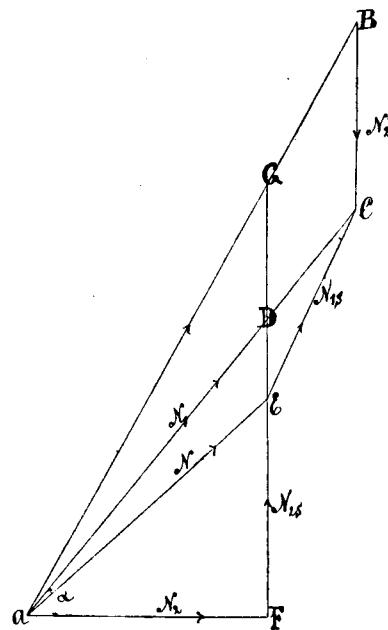
Тогда $AB \equiv *$ магнитному полю, которое бы появилось благодаря всмъ амперъ-виткамъ индуктора, $GB \equiv N_{1s}$ — полю, соотвѣтствующему магнитной



Фиг. 14.

его утечкѣ. $GF \equiv$ полю, которое бы появилось подъ вліяніемъ всхъ амперъ-витковъ арматуры, N_{2s} — полю утечки; N_2' — часть цѣлаго поля GF , перешедшая въ индукторъ, AG — часть поля AB , перешедшая въ арматуру, N_1 — поле индуктора, долженствующее уравновѣсить N_{1s} и общее объимъ цѣлямъ поле (отъ котораго зависятъ величины контръ-электродвиж. силы) — N . Поэтому $AB \equiv J_1$, а $EG \equiv J_2$; а посему при $J_2 = 0$ и $EG = 0$ — т. е.

точка В совпадаетъ съ С, поэтому $AB = N_1$; т. е., при холостомъ ходѣ двигателя, (при $J_2 = 0$) N_1 есть все магнитное поле индуктора, т.-е. $N_1 \equiv J_1$.



Фиг. 15.

$$N_1' = AG. \quad N_2' = AB. \quad \alpha = \angle CAF.$$

точка D совпадаетъ съ Е, т.-е. $N_1' = N$ при $J_2 = 0$ (ибо ЕС всегда \parallel AG).

Мы знаемъ, что J_0 соотвѣтствуетъ $-J_2 = 0$, при различныхъ значеніяхъ J_2 , $-J_1$ тоже измѣняется по извѣстному закону.

Изъ $\triangle ADF$ имѣемъ

$$Sn\alpha = \frac{FD}{AD} = \frac{GF - GD}{AD}.$$

$$Ho GF = N_{2s} + N_2';$$

$$GD = BC \cdot AG/AB \quad (изъ подоб. треуг. ABC и AGD)$$

$$GD = \frac{N_2' \cdot N_1'}{N_1' + N_{1s}}; \quad AD = AC \cdot AG/AB$$

$$AD = \frac{N_1 \cdot N_1'}{N_1' + N_{1s}}$$

$$Отсюда Sn\alpha = \frac{N_{2s} + N_2' - \frac{N_2' \cdot N_1'}{N_1' + N_{1s}}}{\frac{N_1 \cdot N_1'}{N_1' + N_{1s}}}$$

$$или \frac{Sn\alpha}{N_2'} = \frac{1 - \frac{N_1'}{N_1' + N_{1s}} \cdot \frac{N_2' + N_{2s}}{N_2'}}{N_1 \cdot \frac{N_1'}{N_1' + N_{1s}} \cdot \frac{N_2' + N_{2s}}{N_2'}}$$

$$Обозначимъ чрезъ V_1 = \frac{N_1'}{N_1' + N_{1s}}$$

$$и чрезъ V_2 = \frac{N_2'}{N_2' + N_{2s}}$$

Здѣсь V_1 и V_2 — коэффиціенты утечки, показывающіе, какая часть отъ цѣлаго магнитного потока одной цѣли переходитъ или протекаетъ

*) Знакъ \equiv означаетъ пропорциональность.

въ другую цѣль. Эти коэффициенты постоянны для данного двигателя и легко опредѣляются опытомъ (смотрите ниже).

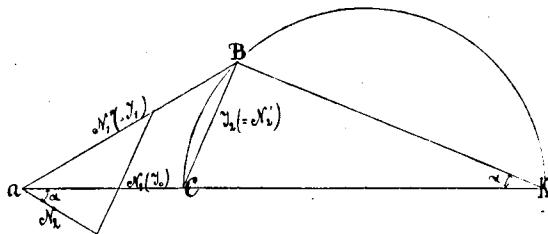
Подставивъ указанные коэффициенты, получимъ для

$$S \alpha = \frac{N_2' (1 - V_1 V_2)}{N_1 \cdot V_1 V_2}, \text{ но } \left(\frac{1 - V_1 V_2}{V_1 V_2} \right) = \text{Const}$$

N_1 тоже = Const (ибо предположено съ самаго начала, что напряженіе на зажимахъ индуктора = Const). Итакъ $S \alpha = N_2' \cdot \text{Const}$; что, какъ извѣстно представляеть уравненіе окружности.

Продолжимъ отрѣзокъ АС и сдѣлаемъ СК = $= N_1 \frac{V_1 V_2}{1 - V_1 V_2}$ (фиг. 16).

На СК, какъ на диаметрѣ, построимъ полуокружность, тогда уголъ ВКС будеть также = α ;



Фиг. 16.

отсюда $BC = N_2' = S \alpha$. Const, что удовлетворяетъ нашему уравненію. Итакъ, точка В перемѣщается по окружности, диаметръ которой = $N_1 \frac{V_1 V_2}{1 - V_1 V_2}$, очевидно $BC = J_2$, $AB = J_1$, такъ что токи индуктора и арматуры отсчитываются прямо съ діаграммы въ принятомъ масштабѣ.

Полная діаграммы идеальныхъ трехфазн. двигателей.

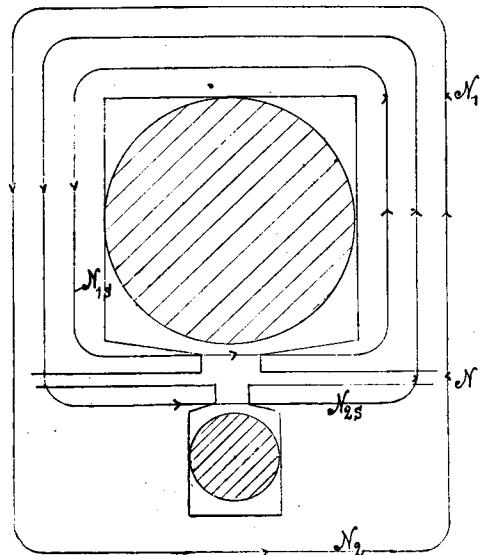
Изъ вышеприведенныхъ діаграммъ мы знаемъ, что N_1 = геометрической суммѣ N_{1s} , N_{2s} , N_2 т. е. $\bar{N}_1 = \bar{N}_{1s} + \bar{N}_{2s} + \bar{N}_2$, а $\bar{N}_1 = \bar{N} + \bar{N}_{1s}$; $\bar{N} = \bar{N}_2 + \bar{N}_{2s}$.

N_1 представляеть равнодѣйствующее индукторное поле (фиг. 15), N_{1s} — магнитная утечка индуктора, т. е. часть потока N_1 , не захватывающаѧ арматуры, N_2 — дѣйствующее арматурное поле, N_{2s} — я утечка, т. е. часть поля N_1 , не передающаѧся въ обмотку индуктора (см. фиг. 17).

Приведенные ниже результаты получены въ предположеніи, что 1) $W_1 = 0$, 2) $W_2 = 0$, 3) гистерезисъ и потери на токи Фуко = 0, 4) треніе въ подшипникахъ = 0.

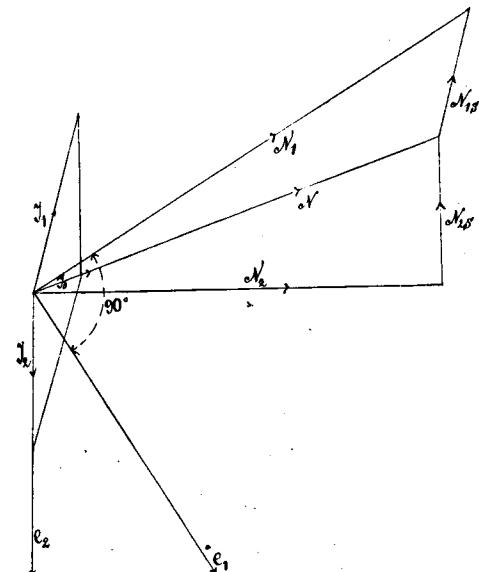
Сопротивленіе арматуры принято не индуктивнымъ, поэтому e_2 , возбуждаемая полемъ N_2 , лежить въ одной фазѣ съ J_2 и перпендикулярна къ N_2 , а N_{2s} , пропорциональное J_2 , лежить съ нимъ въ одной фазѣ и тоже \perp къ N_2 . Мы уже видѣли, что для возбужденія поля N необходимъ токъ J_0 , пропорциональный N и лежащій съ нимъ въ одной фазѣ, затѣмъ знаемъ, что $J_0 = J_1 + J_2$. Поле N_{1s} пропорционально J_1 и одной съ нимъ

фазы, e_1 — пропорционально и \perp къ J_1 . На основаніи этихъ соображеній строится діаграмма фиг. 18. Исходя изъ этой діаграммы, мы очень просто



Фиг. 17.

опредѣлимъ зависимость между различными величинами, характеризующими свойства трехфазнаго двигателя, при различныхъ его нагрузкахъ. При этомъ, какъ и прежде, будемъ пока допу-



Фиг. 18.

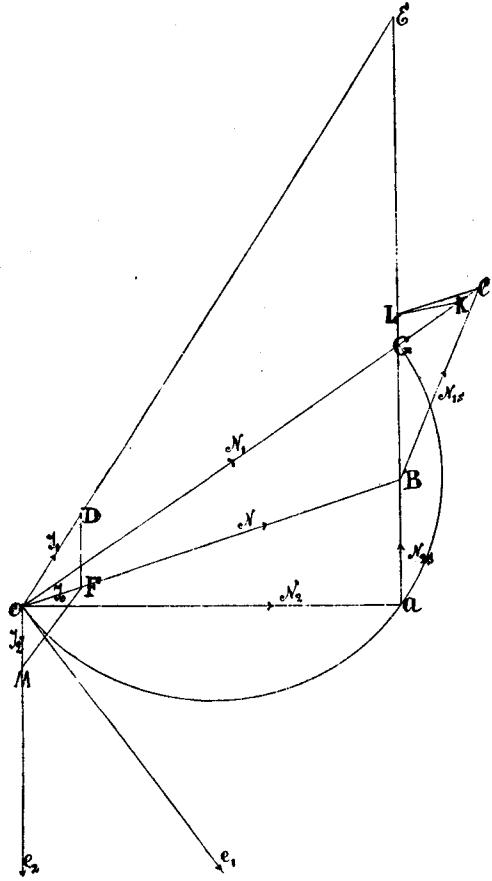
скать, что $N_1 = \text{Const}$, что собственно не всегда соотвѣтствуетъ дѣйствительности.

Продолживъ стороны АВ и (фиг. 19) ОД до пересѣченія въ точкѣ Е, получимъ два подобныхъ треугольника ОЕГ и СЕВ откуда:

$$CG/CB = OG/OE \text{ или}$$

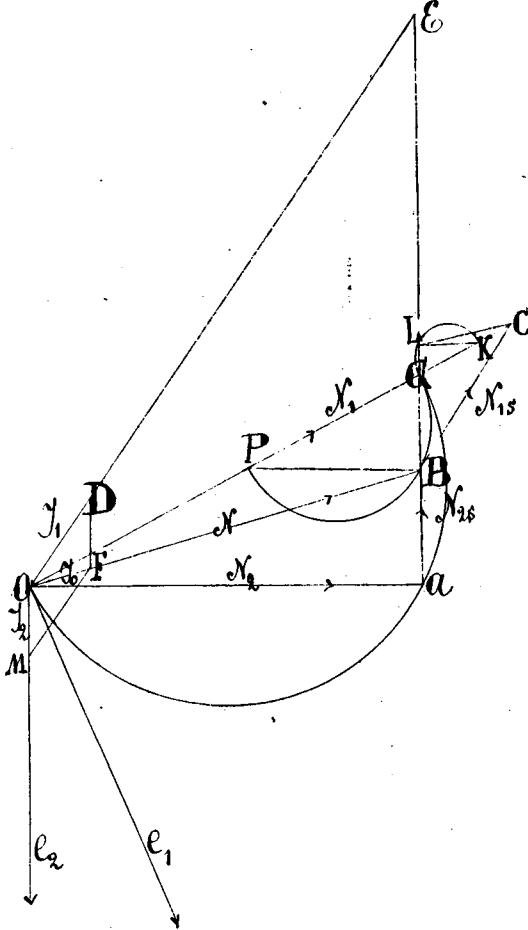
$$CG / OG = CB / OE; CG / OG = \frac{N_{1s}}{mJ_1}$$

гдѣ $m = \frac{OE}{DO} = \frac{N_1'}{J_1}$, т. е. зависимость магнитного поля отъ его тока (возбужденія) $= \text{Const.}$ $N_{1s} = J_1$, положимъ, что $N_{1s} = nJ_1$, тогда $CG/OG = nJ_1/mJ_1$ или $CG/OG = \frac{n}{m} = \text{Const.}$ Это значитъ, что при любомъ J_1 , а стало быть и при любыхъ J_2 , N_1' , и N_1 прямая OC прямою AE дѣлится въ точкѣ G такъ, что положеніе этой точки остается неизмѣннымъ (т. е. ея положеніе зависитъ лишь



Фиг. 19.

подобія треугольниковъ LCG и OGC видно, что $LG / GB = GC / OG = \frac{n}{m} = \text{Const} = LG / GB$, т. е. прямая LB въ точкѣ G раздѣлена въ опредѣленномъ отношеніи. Здѣсь $LB \equiv J_2$, поэтому и $LG \equiv J_2$ и $GB \equiv J_2$, такъ какъ $N_{2s} \equiv BA \equiv J_2$, то и $AG \equiv J_2$. Отсюда слѣдуетъ, что AG въ точкѣ B также раздѣлена въ одномъ опредѣленномъ отношеніи. Проведя $BP \parallel AO$, видимъ, что $\angle PBG$ всегда прямой, почему геометрическимъ мѣстомъ точекъ B будетъ окружность діаметра PG (фиг.



Фиг. 20.

отъ избраннаго масштаба для тока и коэффи. n и m). Отсюда ясно, что геометрическое мѣсто точекъ A (гдѣ уголъ OAB всегда $= 90^\circ$) при различныхъ J_2 , будетъ окружность діаметра OG . Положеніе точки G можно найти слѣдующимъ образомъ. При холостомъ ходѣ двигателя (при $J_2 = 0$) поле $N_{2s} = 0$, поэтому точка A придется въ B , D —въ F ; т. к. $CB \equiv N_{1s}$ должно быть всегда $\parallel J_1$, то, очевидно, точка B должна совпасть съ точкой G . Тогда $CG = N_1 - N_2 =$ магнитной индукторной утечкѣ при незамкнутой и неподвижно заторможенной арматурѣ.

Проведемъ дальше чрезъ C прямую $CL \parallel OB$; треугольники LCB и OFM подобны, отсюда $OF : OM : FM = LC : LB : CB = J_0 : J_2 : J_1$, т. е. окружность LCB можетъ служить діаграммой токовъ. Изъ

20), ибо положеніе точки P постоянно ($OP : PG = GB : AB = \text{Const.}$).

Проведемъ $LK \parallel AO$; подобіе треугольниковъ LKG и PGB показываетъ, что точка K имѣть неизмѣнное положеніе, отсюда — геометрическимъ мѣстомъ точекъ L будетъ окружность діаметра KG . При этомъ $LC \equiv J_0$, $CB \equiv J_1$, $LB \equiv J_2$. Выбравъ масштабъ для токовъ, можно величины J_0 , J_1 и J_2 брать прямо съ діаграммы. Для $J_2 = 0$, B совпадаетъ съ G , тогда $CG \equiv J_0$ (для холостого хода).

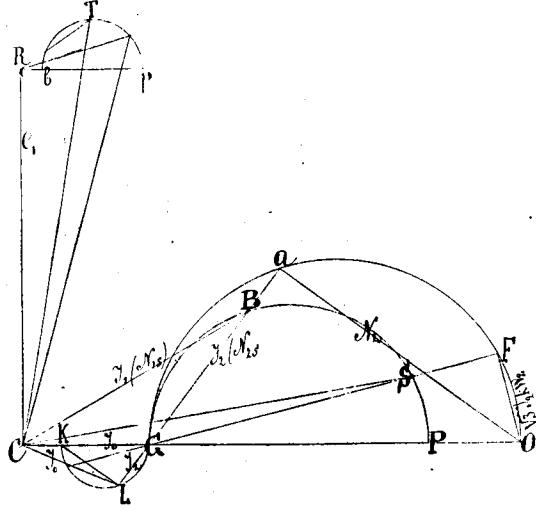
При коротко замкнутой и неподвижно заторможенной арматурѣ $e_2 = N_2 = 0$, A идеть въ O , а B въ P , тогда OC будетъ индукторнымъ токомъ ($W_2 = 0$).

Діаграммы были выведены для $e_1 \equiv N_1 = \text{Const.}$,

т. е. для перемънныхъ потенціаловъ, ибо $E_1 = J_1 W_1 - e_1$; кромѣ того, допущено было: 1) $W_1 = 0$, 2) $W_2 = 0$, 3) треніе о воздухъ и въ подшипникахъ $= 0$, 4) потери на гистерезисъ $= 0$, 5) магнитное сопротивленіе желѣза $= 0$. Въ слѣдующемъ отдѣлѣ мы, введя должныя поправки, тѣмъ самымъ перейдемъ къ діаграммамъ дѣйствительнаго двигателя (практическаго).

Окончательные диаграммы.

Діаграмму 20 повернемъ (фиг. 21) такъ, чтобы линія ОС легла горизонтально: $OC \equiv N_1 = \text{Const.}$ Вектора окружности діаметра OG будуть давать величины магнитныхъ полей при различной нагрузкѣ; отрѣзокъ CG \equiv магнитной утечкѣ индуктора при холостомъ ходѣ. $N_2 \equiv AO$, $N_2 \max$ будетъ, какъ видно изъ діаграммы, при $J_2 = 0$, при



ФИГ. 21.

СІ — начиняючий початок

CG—также, при $J_z = 0$.

нагрузкѣ же уменьшается; при коротко замкнутой и неподвижной арматурѣ (если сопротивление ся = W_2) — $N_2 = \sqrt{3} J_{2k} W$ (J_{2k} — коротко замкнутый арматурный токъ). Для идеального двигателя $W_2 = 0$ и $N_2 = 0$; т. е. весь потокъ, захватывающій арматуру, тратится на магнитную утечку. $OC = N_1$; CP идеальный токъ индуктора (для коротко замкнутой арматуры); CS — действительный «коротко замкнутый» индукторный токъ (при $W_2 > 0$).

Чтобы найти, соответствующую электродвижущей силѣ e_1 разность потенциаловъ на зажимахъ индуктора, проведемъ $RT \parallel CB \equiv J_1$ и сдѣлаемъ отрѣзокъ $RT \equiv J_1 W_1 \sqrt{3}$, тогда $CT \equiv E_1$ (разности потенциаловъ на зажимахъ). Ясно, что геометрическое мѣсто точекъ Т будетъ окружность диаметра l_{bp} , который опредѣлится изъ отнosiенія:

бп/Въ Вологодск

Уголь $TCB = \varphi$ дасть фазовой уголь между J_1 и E_1 .

(Окончание следует).

Самодвижущийся троллей Ломбарь-Жерена для автомобилей.

Среди двигателей, примѣненныхъ къ автомобилямъ однѣмъ изъ лучшихъ, если не самыи лучшими, является электрический. Къ несчастью, преимущества его значительно ослабляются тѣмъ, что приходится снабжать автомобиль тяжелой батареей аккумуляторовъ. Мертвый вѣсъ экипажа значительно увеличивается и передвиженіе ставится въ зависимость отъ емкости батареи, которая, вслѣдствіе тряски, готова во всяко время прийти въ разстройство и не можетъ выдержать болѣе или менѣе значительныхъ перегрузокъ.

Естественной поэтому явилась мысль освободить автомобиль от батареи и производить питание электродвигателя посредством троллея или дуги. Такое устройство, очевидно, лишает автомобиль возможности ездить по любому направлению и привязывает его к данной линии, но зато дает въ наше распоряжение легкий и мощный экипажъ, могущий двигаться не только себя, но и прицепленные къ нему повозки или суда.

Главнымъ затрудненiemъ при устройствѣ такихъ линий, при испытанияхъ на практикѣ, явилось устройство подвижного контакта. Опыты въ Америкѣ и въ Англіи съ троллеемъ, а также опыты Сименса и Гальске съ дугой не привели къ удовлетворительнымъ результатамъ. Троллей, передвижение котораго по проводу происходило подъ вліяніемъ усилія со-общаемаго ему гибкимъ проводникомъ, идущимъ къ автомобилю, легко заѣдался и соскачивалъ съ провода при измѣненіяхъ угла между направленіемъ его движения и гибкимъ проводникомъ. Измѣненія эти неизбѣжны при встречѣ автомобиля съ другими эки-пажами, когда приходится уклоняться съ прямого пути.

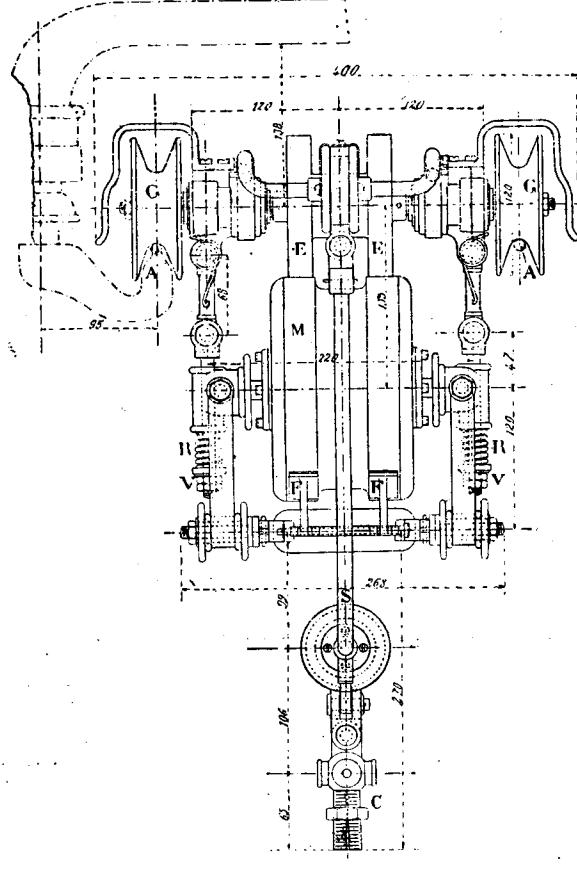
Помимо на это, троллей передвигаемъ, какъ
описано выше, примѣненъ на практикѣ для питания
автомобилей, служащихъ для тяги судовъ по канала-
мъ. Одна такая установка существуетъ на сѣверѣ
Франціи на каналахъ Эръ и де-ла-Дель (Aire et de la
Deule), где обслугивается бо км. каналовъ особыми
трехколесными автомобилями, названными ихъ изо
брѣтателемъ Денефлемъ (Denefle) „электрическими
лошадьми“. Всѣ автомобилей двухъ типовъ 2200 кгр.
и 2480 кгр., изъ которыхъ 1800 кгр. и 1900 кгр. пере-
даются на ведущую ось. Мощность—около 8 лопнад.
силь. Токъ, питающій двигатели — постоянный.
Троллей состоять изъ двухъ бронзовыхъ колесъ, сое-
диненныхъ стержнемъ, на нижнемъ концѣ котораго
находится противовѣсь. Троллей соединенъ съ авто-
мобилемъ гибкимъ проводомъ. Максимальная скорость
движения—4 кмл. въ часъ.

другая установка тяги автомобилими съ подвижнымъ контактомъ также для тяги по каналамъ находится въ Бельгії. Автомобили обслуживаютъ каналъ между Брюсселемъ и Арлеруа, длиною въ 80 км. Автомобили 4-хъ колесные, въ єсомъ въ 2400 кгр., изъ которыхъ 1600 кгр. передаются на ведущую ось. Токъ служащий для питанія электродвигателя—трехфазный въ 600 вольтъ; поэтому троллей снажены тремя колесами для собирания тока. Максимальная скорость передвижнія—4 км. въ часъ.

Приспособления для собирания тока дѣйствуютъ вполнѣ удовлетворительно въ обѣихъ установкахъ. Но это не даетъ права утверждать, что они пригодны для всѣхъ линий тягомоторной токи. Чѣмъ стѣнки

если установить подобное сообщение по шоссе, то вмѣсто скорости въ 4 км. въ чась, придется передвигаться со скоростью около 20 км. въ чась. Кромѣ того, на бечевникъ каналовъ нѣтъ другого движения, кромѣ автомобильного, а на шоссе постоянно приходится разъѣзжаться или обгонять другие экипажи. Поэтому описанные контакты съ противовѣсомъ оказались при опытахъ вовсе непримѣнимыми. Французскій инженеръ Ломбартъ-Жеренъ (Lombard-Gerin) построилъ катящійся контактъ, могущій служить и въ этомъ случаѣ. Основная мысль состоить въ томъ, что троллей снабжается двигателемъ, сообщающимъ ему ту-же скорость, какой обладаетъ въ данный моментъ автомобиль. На дѣлѣ эта мысль осуществлена такимъ образомъ. Троллей состоитъ изъ слѣдующихъ частей (фиг. 22—25).

1) Двухъ металлическихъ колесъ съ желобками G ,
служащихъ контактами.



Фиг. 22

М—трехфазный двигатель.
Е—фрикционный колеса изъ фибры
G—контактныя колеса.
F—тормазъ двигателя.
S—прикрепление кабеля.

2) двухъ колесъ изъ фибрь E , насаженныхъ на туже ось, что и колеса G ; колеса E служатъ изоляторомъ между колесами G и въ то же время передаютъ имъ движение отъ двигателя.

3) Трехфазного двигателя M , получающего токи от двигателя автомобиля.

4) Электромагнитного тормаза F' , снабженного четырьмя колодками, нажимающими на вращающуюся поверхность двигателя.

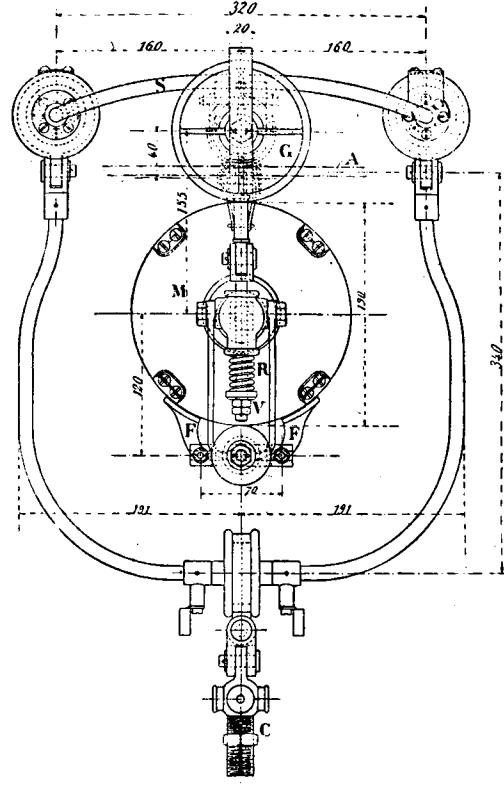
5) Двухъ пружинъ R , регулируемыхъ винтами U , образующихъ эластичную подушку тормоза.

6) Двойной рамки S , къ которой прикрѣпляется гибкій проводъ, идущій къ автомобилю. Устройство рамки таково, что допускаетъ вращеніе въ двухъ плоскостяхъ.

7) Муфты *C*, къ которой прикрѣпляется гибкій кабель, идущій къ автомобилю; муфта устроена такъ, что допускаетъ вращеніе въ двухъ плоскостяхъ.

Въсъ троллея, благодаря примѣненію алюминія, не превышаетъ 18 кгр.

Дѣйствіе тролляя состоитъ въ слѣдующемъ: когда цѣпь замыкается, токъ черезъ колеса G , двѣ половинки рамки S и гибкій кабель поступаетъ въ двигатель автомобиля. Къ обмоткѣ этого двигателя при соединены три металлическихъ кольца, на которыхъ опираются щетки. Мѣста соединеній выбраны такъ, что на кольцахъ собирается трехфазный токъ. Этотъ токъ по тремъ проводамъ идетъ въ муфту C и изъ нея въ двигатель M . Все устройство разсчитано такъ,



Фиг. 23

С—муфта, соединяющая провода.

А—воздушный провод

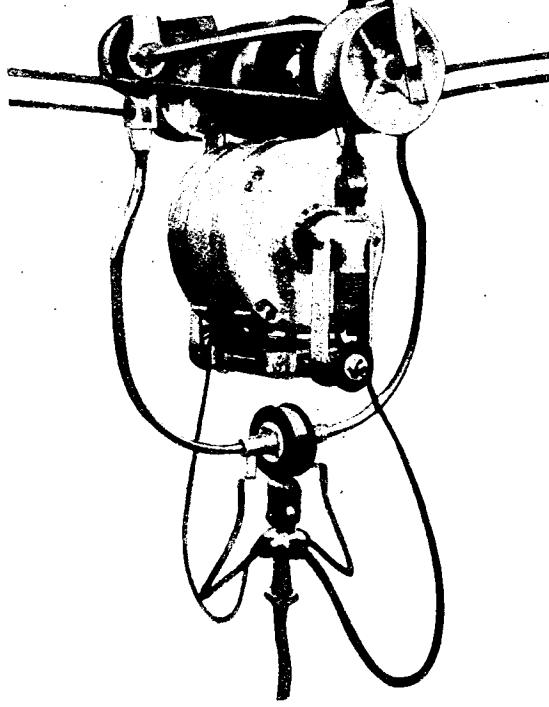
Р—подвѣсная пружина трехфазного двигателя.

V—регулирующая гайка подвесныхъ пружинъ.

чтобы скорость тролля равнялась бы скорости автомобиля. Такъ какъ двигатель *M* и двигатель автомобиля, являющійся по отношенію къ нему генераторомъ, синхроничны, то указанное условіе на практикѣ оказалось вполнѣ выполнимымъ. Если троллей по какой-либо причинѣ окажется далеко впереди автомобиля, то его можно задержать пользуясь электромагнитнымъ тормозомъ *F*; для послѣдняго въ гибкомъ кабель оставленъ еще одинъ проводъ. На автомобиль гибкій кабель прикрепленъ къ особой мачтѣ, на верхушкѣ которой находится приспособленіе, позво-
ляющее

воляющее легко снять одинъ кабель и надѣть другой. Такимъ образомъ, два встрѣчныхъ автомобили оста- навливаются, мѣняются гибкими кабелями и продолжаютъ путь съ новымъ троллесемъ.

Таково устройство троллея въ примѣненіи къ по- стоянному току, испробованное въ Парижѣ на набѣ- режной Issy-les-Moulineaux и давшаго прекрасные результаты какъ на прямыхъ участкахъ, такъ и въ кривыхъ и на подъемахъ. Если примѣнить трехфаз- ный токъ, то придется прибавить еще третье колесо для сбиранія тока или, какъ это сдѣлалъ инженеръ Н. Л. Карапуловъ въ своемъ проектѣ тяги по Прила-



Фиг. 24.

дожскимъ каналамъ *) посредствомъ трехфазнаго то- ка, приспособить для этой цѣли дугу. Имѣя въ рабо- чихъ проводахъ трехфазнаго тока, можно примѣнить его и къ передвиженію самого троллея. Такое рас- положеніе принято инженеромъ В. В. Пуберскимъ въ проектѣ оборудования шоссе Новороссійскъ—Су- хумъ электрическими автомобилями **).

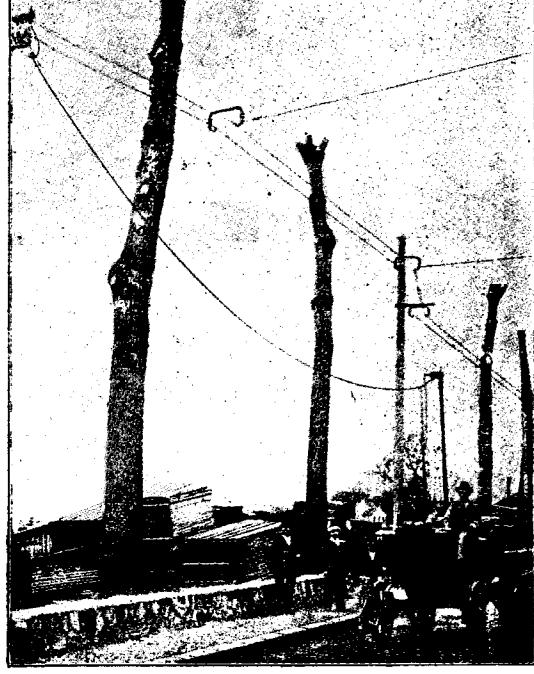
Каковъбы ни былъ токъ, ясно, что при описан- номъ устройствѣ, троллей механически независимъ отъ автомобиля, и что, благодаря рациональному устройству рамки *S* боковыя усилия, стремящіяся сорвать троллей съ проводовъ, сведены къ наимень- шимъ. Результатомъ этого является возможность дви- гаться съ большой скоростью на автомобилѣ, питаемомъ токомъ съ центральной станціи.

Примѣненіе системы Ломбардъ-Жерена возможно во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда ожидаемое движеніе не настолько велико, чтобы можно было рѣшиться на устройство трамвая. Послѣдній требуетъ укладки рельсоваго пути, тогда какъ автомобили могутъ дви- гаться по обыкновенной дорогѣ и для нихъ нужно только устроить линію контактныхъ проводовъ. Очевидно, что если движеніе возрастетъ, то перестройка установки въ обыкновенный трамвай будетъ легко выполнима.

*) См. Журналъ Министерства Путей Сообщенія 1900 г. № 8.

**) См. Сборникъ Института Инженеровъ Путей Сообщенія за 1901 годъ.

Кромѣ того, тяга автомобилями описываемаго устройства примѣнима и въ тѣхъ случаяхъ, когда почему-либо устройство трамвая нерационально или невозможно, какъ напр., въ узкихъ городскихъ улицахъ, где администрація не допускаетъ укладки рельсоваго пути (Гороховая ул. въ С.-Петербургѣ) или при разбросанности сѣти дорогъ съ большимъ движениемъ. Послѣдній случай имѣеть мѣсто въ Баку; городъ окруженъ цѣлой сѣтью шоссейныхъ дорогъ, соединяющихъ между собою различныя нефтяныя дачи. Движеніе по дорогамъ настолько велико, что онѣ по ночамъ освѣщаются электричествомъ, но въ



Фиг. 25.

то-же время настолько разбросанно, что устройство трамвая было-бы нерационально.

Изъ числа существующихъ установокъ назовемъ: линію въ 5 км. между Samois и Fontainebleau и линію въ Eberswalde около Берлина. Первая дѣйствуетъ съ начала июля, а вторая—съ апрѣля мѣсяца этого года.

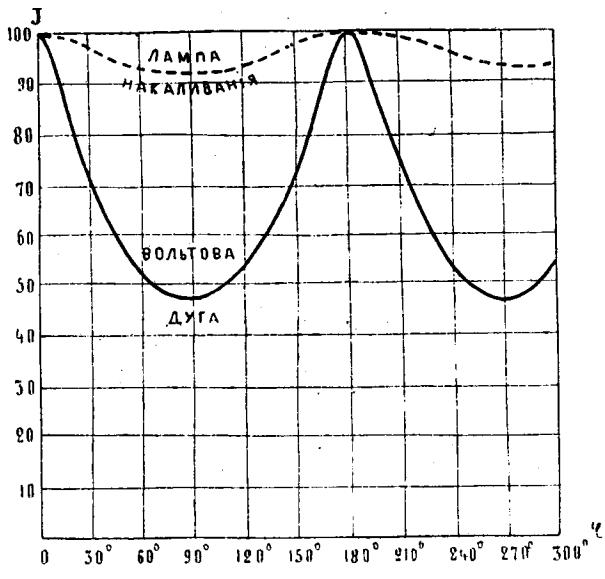
Инженеръ А. Бѣлой.

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

Изслѣдованія колебанія свѣта лампъ, питаемыхъ перемѣннымъ токомъ. Измѣ- ренія производились въ физической лабораторіи московскаго Университета студентомъ Плотниковымъ при помощи фотометра Луммеръ-Бродгуда, изъ трубки котораго былъ вынутъ окуляръ и придѣлано пробковое кольцо съ плоскимъ зеркальцемъ подъ угломъ 45° къ оси трубки и указательной стрѣлкой. Единицей сравненія служили двѣ лампочки накаливанія, питаемыя батареей аккумуляторовъ. Для того, чтобы производить измѣренія не въ теченіе всего времени прохожденія тока, а только въ извѣстные моменты, соотвѣтствующіе опредѣленной фазѣ тока, служило слѣдующее приспособленіе: на ось синхроннаго трех- фазнаго двигателя, питаемаго отъ тѣхъ-же зажимовъ, что и измѣряемыя лампы, былъ надѣтъ полый ме-

таллическій цилиндръ, ось котораго совпадала съ продолженіемъ оси трубки фотометра; вдоль по произвѣщимъ цилиндра были вырѣзаны двѣ діаметральнопротивоположныя щели ($8 \times 2,6$ мм.), открывавшія зеркальце фотометра для глаза наблюдателя только въ моменты своего прохожденія между зеркальцемъ и глазомъ. Вращая пробковое кольцо съ зеркальцемъ и соотвѣтственно перемѣщая глазъ, можно было фотометрировать источникъ свѣта для различныхъ фазъ тока. Сдѣлано было два ряда изслѣдований: одинъ для дуговой лампы въ 20 амп., причемъ въ цѣпь отъ 120

нитаго поля; такъ, въ полѣ 500 ед. электродвижущая сила при повышеніи температуры съ $12^{\circ}2$ до 66° возрастаетъ отъ 0,010 до 0,0127 в., т. е. всего на $15,5\%$, въ полѣ же въ 3000 ед., въ тѣхъ-же предѣлахъ температуры, съ 0,0332 до 0,0462 в., т. е. на 39% .—Электродвижущая сила вызывается намагничиваніемъ также въ висмутѣ; при повышеніи температуры она уменьшается, но очень мало и лишь въ очень сильномъ магнитномъ полѣ. Намагниченный висмутъ по отношенію къ ненамагниченному всегда электроотрицателенъ.



Фиг. 26.

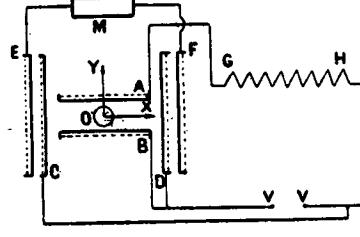
вольтъ были включены послѣдовательно три лампы и сопротивленіе около 1 ома; другой рядъ—съ лампой накаливанія въ 16 свѣчей. Результаты выражены графически на кривой фиг. 26, принимая максимальную яркость за 100; каждая кривая представляетъ собой среднюю изъ 4 отдельно измѣренныхъ кривыхъ. Изъ этихъ наблюдений слѣдуетъ, что яркость свѣта дуговой лампы при питаніи переменными токомъ (употреблявшійся токъ имѣлъ 50 періодовъ) колеблется значительно сильнѣй (въ предѣлахъ 50%), чѣмъ яркость лампъ накаливанія (въ предѣлахъ только $6-7\%$).

(Журн. Рус. Физ. Хим. Общ. 1901, № 4).

Вліяніе температуры на электродвижущую силу намагничиванія. Извѣстно, что намагниченное жѣлѣзо является электроположительнымъ по отношенію къ обыкновенному. Пайль изслѣдовалъ зависимость этой электродвижущей силы, вызываемой намагничиваніемъ, отъ температуры. Электроды помѣщались въ оба колѣна U—образно изогнутой трубки, одно колѣно которой находилось въ магнитномъ полѣ. Трубка погружалась въ ванну, температура которой регулировалась и держалась постоянной съ точностью до $1/10$. Электроды состояли изъ проволоки мягкаго жѣлѣза, толщиной 0,5 мм.; электролитомъ служила вода, слегка подкисленная уксусной кислотой (2 капли на 100 к. с. перегнанной и прокипяченной воды); положеніе электродовъ было перпендикулярное къ направлению магнитного поля. Изъ полученныхъ чиселъ можно вывести слѣдующее. Вызываемая намагничиваніемъ электродвижущая сила мѣдкаго жѣлѣза возрастаетъ съ повышениемъ температуры: въ полѣ 3000 ед. она равна 0,0332 вольта при $12^{\circ}2$; 0,0357 в.—при $21^{\circ}2$; 0,0410 в. при $44^{\circ}5$ и 0,0762 в. при 66° . Вліяніе температуры чѣмъ значительнѣй, чѣмъ сильнѣй напряженіе маг-

нитного поля; такъ, въ полѣ 500 ед. электродвижущая сила при повышеніи температуры съ $12^{\circ}2$ до 66° возрастаетъ отъ 0,010 до 0,0127 в., т. е. всего на $15,5\%$, въ полѣ же въ 3000 ед., въ тѣхъ-же предѣлахъ температуры, съ 0,0332 до 0,0462 в., т. е. на 39% .—Электродвижущая сила вызывается намагничиваніемъ также въ висмутѣ; при повышеніи температуры она уменьшается, но очень мало и лишь въ очень сильномъ магнитномъ полѣ. Намагниченный висмутъ по отношенію къ ненамагниченному всегда электроотрицателенъ.

Магнитная проницаемость платины при температурѣ жидкаго воздуха. Въ виду того извѣстнаго явленія, что магнитная проницаемость жѣлѣза сильно уменьшается съ повышеніемъ температуры, Манцетти и Селла занялись изслѣдованіемъ вопроса, не отказываетъ ли измѣненіе температуры подобнаго-же вліянія на проницаемость другихъ металловъ. Руководясь мѣстомъ платины въ періодической системѣ элементовъ, они начали съ этого металла, производя изысканіе при температурѣ жидкаго воздуха. Изъ двухъ примѣнявшихся ими методовъ мы опишемъ болѣе чувствительный, дающій возможность обнаруживать, какъ низшій предѣлъ, магнитную проницаемость, равную 1,1. Расположеніе приборовъ по этому методу изображенено схематически на фиг. 27.



Фиг. 27.

AB и CD представляютъ собой двѣ катушки, съ перпендикулярными другъ къ другу осями OX и OY ; обѣ катушки соединены параллельно съ однимъ и тѣмъ-же источникомъ переменнаго тока VV , причемъ въ цѣпи катушки AB находится индуктивное сопротивленіе GH. Вокругъ DC имѣется еще третья катушка EF, замкнутая чрезъ переменное сопротивленіе DC, внутри которой подвѣшена (на кварцевой нити) очень легкій алюминіевый цилиндръ съ прикрепленнымъ къ нему зеркальцемъ. Вращающееся магнитное поле, возникающее при прохожденіи тока, благодаря разности фазъ катушекъ AB и CD, приводитъ во вращеніе цилиндръ; измѣнія сопротивленія M, можно эту разницу уничтожить, но при измѣненіи самоиндукціи GH синхронизмъ фазъ опять нарушается, и цилиндръ начинаетъ вращаться. Самоиндукція сопротивленія GH должна измѣняться при введеніи въ него вещества, обладающаго магнитной проницаемостью, отличной отъ единицы; тѣмъ не менѣе, вводя въ GH платиновый брускокъ, охлаждаемый жидкимъ воздухомъ, Манцетти и Селла не могли замѣтить никакого отклоненія зеркальца, т. е. магнитная проницаемость платины даже при температурѣ жидкаго воздуха ниже 1,1.

(L'Elettricista 1900 г.).

О дѣйствіи рентгеновскихъ лучей на проводники и изоляторы. Нѣсколько времени тому назадъ Макъ-Леннанъ нашелъ, что въ разрѣженныхъ газахъ положительно заряженные проводники разряжаются подъ дѣйствіемъ X—лучей совершенно, отрицаательные же лишь до извѣстнаго предѣла. Это какъ-бы указываетъ на то, что разсѣяніе

электрическихъ зарядовъ при дѣйствіи X-лучей обусловливается не только ионизацией воздуха, пронизанного этими лучами, но и еще какимъ-нибудь другимъ свойствомъ лучей. Семеновъ произвелъ поэтому нѣсколько опытовъ, въ которыхъ было устраниено прямое дѣйствіе ионизированного воздуха на заряженное тѣло. Герметически закрытый электроскопъ былъ защищенъ отъ X-лучей нѣсколькими, довольно толстыми, свинцовыми экранами; чрезъ крышку электроскопа проходила тонкостѣнная стеклянная трубка, запаянная съ обоихъ концовъ и наполненная чистой ртутью; нижний конецъ трубки сообщался, чрезъ посредство платиновой проволоки, съ листочками электроскопа; трубка со ртутью была покрыта мѣднымъ цилиндромъ — чехломъ, снабженнымъ алюминиевымъ окошкомъ. Такимъ образомъ, ионизированный воздухъ никогда не приходилъ въ прикосновеніе съ металлическими, сообщающимися съ листочками, частями электроскопа; тѣмъ не менѣе оказалось, что подъ дѣйствіемъ X-лучей заряженный передъ опытомъ электроскопъ терялъ часть своего разряда, а, наоборотъ, листочки незаряженного электроскопа расходились. Въ обоихъ случаяхъ электроскопъ разряжался совершенно при прикосновеніи руки къ стеклянной трубкѣ со ртутью. Изъ этого г. Семеновъ заключаетъ: 1) что ионизация воздуха рентгеновскими лучами является не единственной причиной разряженія проводниковъ и 2) что стекло подъ дѣйствіемъ X-лучей поляризуется. По мнѣнію г. Семенова, X-лучи представляютъ собой лучи отрицательного электричества; потеря положительныхъ зарядовъ совершается вслѣдствіе взаимной нейтрализаціи разноименныхъ электричествъ, потеря же отрицательныхъ, вслѣдствіе того, что проводники, на которые падаютъ X-лучи, становятся сами очагами лучеиспусканія (испусканіе вторичныхъ, третичныхъ и т. п. лучей доказано Сантьякомъ).

(С. Р. т. СХХХII).

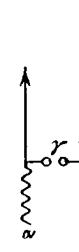
Физиологическое дѣйствіе радіевыkhъ лучей. Гизель первый замѣтилъ, что радіевые лучи оказываютъ физиологическое дѣйствіе, подобное дѣйствію Рентгеновскихъ лучей, вызывая ожоги кожи. Беккерель и Кюри описываютъ это дѣйствіе подробнѣй. Беккерель держалъ въ карманѣ жилета, в продолженіе около 6 часовъ, запаянную стеклянную трубку съ нѣсколькими дигр. радиоактивного хлористаго бария (обладавшаго активностью въ 80000 разъ большей активности урана); трубка была завернута въ бумагу и вложена въ картонную коробку. 9 дней спустя, на кожѣ подъ карманомъ появилось красное пятно, очертанія которого приблизительно воспроизводили форму трубки; затѣмъ кожа въ этомъ мѣстѣ начала отпадать и образовалась ранка, затянувшаяся, при леченіи пластыремъ, только по истечении 49 дней послѣ дѣйствія лучей. Другой разъ подобная же ранка появилась спустя 34 дня послѣ дѣйствія радіевыхъ лучей, продолжавшагося не болѣе одного часа. Легкіе ожоги при работе съ радиоактивными веществами вызываются довольно часто; концы пальцевъ, держащихъ трубки или коробки съ этими препаратами, легко твердѣютъ и въ нихъ иногда испытывается очень сильная боль.

(С. Р. т. СХХХII).

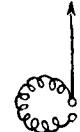
О нѣкоторыхъ конструкціяхъ передатчика въ безпроволочномъ телеграфѣ. Въ дополненіе своей первой статьи о безпроволочномъ телеграфѣ *) проф. Ф. Браунъ даетъ нѣсколько другихъ конструкцій передатчика, указывая, въ то-же время, на то, что число конструктивныхъ варіацій можетъ быть очень велико.

1. *Индуктивное возбуждение.* Обыкновенно одинъ конецъ передатчика совершенно изолированъ отъ

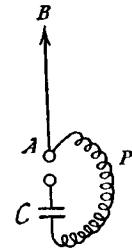
земли. Спираль передатчика, въ которой возбуждаются индукціей волны, можетъ находиться не только въ концѣ, но и ближе къ его срединѣ. Нижний (или также верхній) конецъ передатчика можетъ быть соединенъ съ землей, прямо или чрезъ посредство самоиндукціи или подходящей емкости, или искроваго промежутка и т. д. Удобная форма конструкціи показана на фиг. 28, где искровой промежутокъ γ , установленный на максимальную длину удара, позволяетъ слѣдить за правильнымъ функционированиемъ передатчика; искровой промежутокъ можно было бы также перемѣстить къ нижнему концу α спирали, въ которой возбуждаются волны. Другая конструкція, безъ сообщенія съ землей, но съ искровымъ промежуткомъ F изображена на фиг. 29. Преимущество кон-



Фиг. 28.



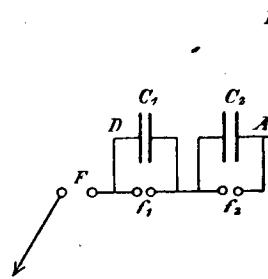
Фиг. 29.



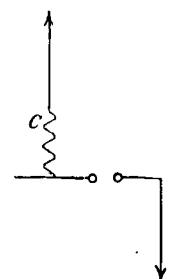
Фиг. 30.

струкцій безъ сообщенія съ землей состоитъ въ отсутствіи вліяній на сосѣднія телефонныя станціи.

2. *Прямое возбуждение.* Конструкція до известной степени, сходная съ конструкціей Слаби, изображена на фиг. (30 *). Здѣсь, какъ въ передатчикѣ Слаби, волны возбуждаются прямо разрядомъ конденсатора C ; но индукціонная катушка P расположена не у верхняго, а у нижняго конца посылающей мачты AB . Въ конструкціи Слаби передатчикъ, по виду возбужденія волнъ, представляетъ аналогію съ органной трубой, закрытой съ одного конца B , но имѣющей здѣсь небольшое отверстіе; въ передатчикѣ же Брауна конецъ B зарытъ совершенно и потому отраженіе волнъ здѣсь полное т. е. интенсивность колебаній больше. При прямомъ способѣ возбужденія, такъ и при индуктивномъ, можно отвести какую-нибудь точку къ землѣ, прямо или чрезъ



Фиг. 31.



Фиг. 32.

искровой промежутокъ, какъ то изображено на фиг. 31, где волны возбуждаются двумя конденсаторами C_1 и C_2 , причемъ число послѣднихъ можетъ быть больше.

3. Что касается самаго передатчика, то его видъ и периодичность собственныхъ колебаній (Eigen-schwingung) могутъ быть, какъ извѣстно, въ широкихъ предѣлахъ измѣнены включениемъ самоиндукцій и емкостей. Этимъ пользуются въ особенности для уменьшения высоты передатчика. Самоиндукціи, включенные въ началѣ передатчика, какъ напр. на

фиг. 32, уменьшают затухание колебаний. О других упоминаемых автором конструкциях см. оригинал.

(Elektrotechn. Zts. 1901, № 23).

Объект электролитической поляризации некоторых электродов. Чюммо изслѣдовалъ поляризацию электродовъ, погруженныхъ въ растворъ соли того-же металла, изъ которого состоятъ сами электроды. Какъ извѣстно, въ этомъ случаѣ поляризация очень слаба. Чюммо началъ съ изслѣдованія поляризации серебряныхъ электродовъ въ растворѣ азотнокислого серебра, пользуясь слѣдующимъ методомъ. Конденсаторъ заряжался батареей данилевскихъ элементовъ, число которыхъ (т.-е. и разрядъ конденсатора) мѣнялось, и затѣмъ разряжался опредѣленное время черезъ серебряный вольтаметръ, который тотчасъ-же разряжался чрезъ баллистический гальванометръ. Эти измѣрѣнія показали, что серебряные электроды въ растворѣ азотнокислого серебра поляризуются по тому-же закону, что и нерастворимые электроды; электродвижущая сила поляризации представляетъ функцию количества поляризующаго электричества и равна суммѣ поляризаций обоихъ электродовъ, при одинаковой величинѣ поверхности электродовъ электродвижущія силы поляризации у обоихъ между собой равны; при одинаковомъ количествѣ поляризующаго электричества и постоянной температурѣ поляризация обратно пропорциональна поверхности электрода. Съ повышениемъ температуры электродвижущая сила поляризации при равныхъ прочихъ условіяхъ, уменьшается. Налетъ, которымъ серебро покрываются на воздухѣ, повышаетъ электродвижущую силу поляризации. Максимальная величина послѣдней была найдена 0,064 вольтъ.

(Nuovo Cimento 1900).

ОБЗОРЪ.

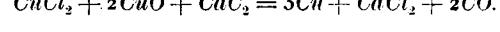
Изслѣдованія надъ электролизомъ хлористощелочнѣхъ растворовъ по способу "колокола." Въ обзорѣ электрохиміи за 1900 г. *) упоминалось о новомъ способѣ ("Glockenverfahren") электролитического производства щелочей и хлора, обходящемся безъ употребленія діафрагмъ или ртутныхъ катодовъ и съ успѣхомъ примѣняемомъ на заводаѣ въ Ауссигѣ (Австрия). Г. Адольфъ произвелъ недавно рядъ изслѣдованій надъ этимъ способомъ, который показали, что, при соблюденіи нѣкоторыхъ предосторожностей, онъ даетъ гораздо болѣе благопріятные результаты, чѣмъ способы съ діафрагмой. Внутри колокола, отдѣляющаго аноды отъ катодовъ, образуется довольно рѣзко ограниченный, нейтральный слой жидкости, отдѣляющей собой растворъ, насыщенный хлоромъ, отъ щелочнаго раствора; этотъ слой легко замѣтъ на глазъ, такъ какъ въ немъ взвѣшены частицы минеральныхъ веществъ, входящихъ въ составъ угольныхъ анодовъ, растворенный образующейся у анодовъ кислотой и затѣмъ осажденная обратно щелочью. Если электролизуемая жидкость находится въ покое, то этотъ слой, вслѣдствіе диффузіи щелочи, передвигается отъ катода къ аноду, со скоростью, зависящей, конечно, отъ напряженія и плотности тока и т. д.; напр., въ опытахъ Адольфа онъ въ теченіе сутокъ передвигался на $\frac{1}{2}$ стм.; но когда въ анодное отдѣленіе вводится, съ соотвѣтствующей скоростью, свѣжій растворъ соли, то пограничный слой становится почти неподвижнымъ. Значеніе притока раствора къ анодамъ прекрасно иллюстрируется слѣдующими цифрами.

по истеченіи	напряженіе тока у зажимовъ въ вольтахъ	$\%$ CO_2 въ хлорѣ	$\%$ O въ хлорѣ
2 часовъ	4,0	2,5	0,6
24 "	4,08	3,2	1,0
48 "	4,20	4,0	3,0
49 "	4,08	10,2	7,3
56 "	4,00	3,6	1,8
72 "	4,00	2,0	1,6
7 сутокъ	4,00	2,0	1,4

Въ опыте, къ которому относятся эти цифры, растворъ въ теченіе первыхъ двухъ сутокъ электролиза оставался въ покое, затѣмъ была установлена циркуляція. Приведенные цифры наглядно показываютъ, какъ въ первомъ случаѣ хлоръ обогащался углекислотой и кислородомъ, благодаря диффузіи гидроксильныхъ іоновъ къ анодамъ; вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивалось напряженіе тока у зажимовъ аппарата. Циркуляція-же раствора понизила выдѣленіе углекислоты и кислорода, т. е. диффузію гидроксильныхъ іоновъ, до первоначальной, незначительной величины. По истеченіи 7 сутокъ средняя полезная работа тока была 82,1%; употреблявшійся растворъ содержалъ въ себѣ 27,5% хлористаго калія, послѣ электролиза 17,5% KCl , ок. 7,5% Ѣдкаго калія и лишь небольшія количества хлорноватистокислой и хлорноватокислой солей.

(Zt. f. Electrochemie, 1901, № 44).

Примѣненіе кальцій-карбіда къ добыванію металловъ. Въ "Chemiker-Zeitung" Фрелихъ излагаетъ результаты опыта, производившихся фирмой Сименсъ и Гальске въ Берлинѣ, начиная съ 1899 года, надъ примѣненіемъ кальцій-карбіда къ добыванію металловъ. Выдѣленіе металла карбидомъ совершается изъ смѣси окиси и хлористой соли легче, чѣмъ изъ одной окиси; при этомъ кальцій соединяется съ хлоромъ, а углеродъ съ кислородомъ, напр. по уравненію:



Можно также брать смѣси окисей и солей различныхъ металловъ—тогда получаются соотвѣтствующіе сплавы. Такъ изъ смѣси хлористой мѣди, хлористаго цинка, окиси мѣди и окиси никеля, подъ дѣйствіемъ карбіда, легко получается нѣйзильберъ. Смѣси окисей и солянокислыхъ солей мѣди и свинца реагируютъ съ карбидомъ чрезвычайно легко: достаточно "зажечь" такую смѣсь спичкой, чтобы реакція началась и шла дальше сама собой. При восстановленіи карбидомъ смѣси двухъ разныхъ металловъ не безразлично, какой изъ нихъ находится въ видѣ окиси, какой въ видѣ соли; такъ, смѣсь хлористой мѣди съ окисью никеля восстанавливается легче, чѣмъ смѣсь окиси мѣди и хлористаго никеля.

Для приготовленія нѣкоторыхъ сплавовъ (напр. марганцевой и алюминиевой бронзы) требуется болѣе или менѣе сильное нагрѣваніе смѣси извѣнѣ. Карбидъ дѣйствуетъ восстанавливающе также на сѣрно- и углекислую соли; въ первомъ случаѣ образуется, впрочемъ, также и нѣкоторое количество сѣрнистаго металла.

Возстановленіе карбидомъ имѣеть, по мнѣнію Фрелиха, большое практическое значеніе для извлечения мѣди изъ богатыхъ пиритовыхъ рудъ. Руда обжигается, причемъ по возможности слѣдуетъ избѣгать образования сѣрнистой мѣди. Часть обожженной, т. е. содержащей мѣдь въ видѣ окиси, руды подвергается хлорирующему обжигу съ поваренной солью; образуются дву-и, главнымъ образомъ, однохлористая соли мѣди, которая смѣшиваются въ надлежащей пропорціи съ окисью мѣди и кальцій-карбидомъ. Выдѣленіе мѣди изъ этой смѣси, какъ уже сказано, не требуетъ нагрѣванія извѣнѣ и можетъ быть легко сдѣлано непрерывнымъ. Теоретически для извлече-

*) См. Электричество, т. г. № 8, стр. 120.

нія одной тонны мѣди требуется: при употреблении двуххлористой мѣди—0,34 тонны карбида, при употреблении однохлористой—0,25 т.; въ дѣйствительности карбида идетъ несолько больше. Возстановительной способностью карбида можно пользоваться также для переработки смѣшанныхъ свинцово-цинковыхъ рудъ, причемъ получается сплавъ свинца съ цинкомъ, перерабатываемый дальше обычными способами.

(Chemiker Zeitung. 1901, № 37).

Къ вопросу о преимуществахъ трехфазного тока для передачи энергіи *). Преимущества передачи энергіи трехфазнымъ токомъ, съ точки зренія расхода на мѣдь, считаются въ настоящее время непреложной истиной.

М. Латуръ въ L'Écl. Él. доказываетъ, что это не, правильно.

Разсмотримъ передачу мощности P ; сила тока необходимаго для этого, будь онъ однофазный или постоянный, равна $\frac{P}{E}$, при напряженіи E . Та же мощность, переданная трехфазными токами, требуетъ силы тока равной, при томъ же напряженіи E , на каждую фазу $\frac{1}{\sqrt{3}} \frac{P}{E}$.

При однофазномъ и постоянномъ токѣ необходимо 2 провода; при трехфазномъ — три. Такимъ образомъ, расходы на мѣдь, при равныхъ плотностяхъ тока въ линіи, будутъ относиться какъ

$$2 \frac{P}{E} : \frac{P}{E\sqrt{3}}, \text{ т. е. какъ } 2 : \sqrt{3}.$$

Стало быть, при равномъ напряженіи между двумя проводами линіи, экономія отъ трехфазныхъ токовъ относится какъ

$$(2 - \sqrt{3}) : 2.$$

Но сравненіе при этихъ условіяхъ — равномъ напряженіи между двумя проводами линіи—неправильно. Въ самомъ дѣлѣ, не все-ли равно какова разность потенциаловъ между двумя проводами: она всегда будетъ достаточно высока для того, чтобы могли имѣть мѣсто несчастные случаи, и она не будетъ достаточно для того, чтобы въ случаѣ воздушной канализаціи опасаться разрушительныхъ разрядовъ черезъ воздухъ.

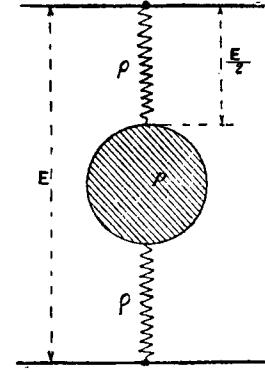
Кромѣ того, несчастные случаи и разрушительные разряды могутъ чаще имѣть мѣсто при трехъ проводахъ съ различнымъ напряженіемъ, чѣмъ при двухъ.

Единственное напряженіе, которое нужно знать, въ дѣйствительности и для которого выборъ тѣхъ или другихъ изоляторовъ и изоляцій кладеть предѣлъ, это напряженіе линіи, несомое этими изоляторами и изоляціями линій. Для правильного сравненія однофазного **) и трехфазного токовъ, надо предположить, что въ обоихъ случаяхъ пользуются одинаковой изоляціей и одинаковыми изоляторами, работающими подъ одинаковою разностью потенциаловъ. При этихъ условіяхъ, которые одни и

*) См. также «Электричество», т. г. № 11—12, стр. 162.

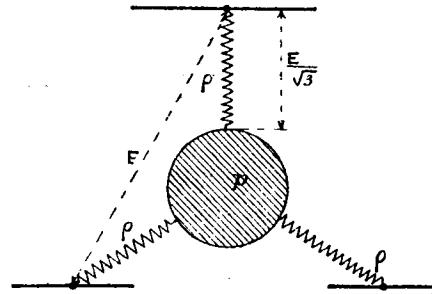
**) Какъ известно, соответственно трехфазнымъ токамъ, слѣдуетъ называть его двухфазнымъ. Какъ трехфазный токъ представляетъ три тока, сдвинутые на $\frac{2\pi}{3}$ одинъ противъ другого и переносимыхъ по тремъ отдельнымъ проводамъ, такъ точно т. н. однофазный токъ представляетъ два тока, сдвинутые на $\frac{2\pi}{2}$ одинъ относительно другого и переносимые по двумъ проводамъ. Въ обоихъ случаяхъ не имѣются обратные провода для этихъ токовъ.

могутъ имѣться въ виду, мы видимъ, что указанаго преимущества трехфазныхъ токовъ не существуетъ и что экономія въ 25% въ мѣди можетъ быть получена лишь при условіи, что изоляторы и изоляція будутъ работать подъ болѣе высокимъ напряженіемъ, чѣмъ при однофазномъ токѣ, или же, дѣлай, вслѣдствіе этого, эту изоляцію болѣе надежной, какъ будто пользуются болѣе высокимъ напряженіемъ при однофазномъ токѣ. Возьмемъ, напримѣръ, случай воздушной линіи съ изоляторами, имѣющими сопротивленіе изоляціи P . Для простого однофазного тока необходимо два провода, два изолятора на столбѣ P (фиг. 33), для трехфазныхъ токовъ — три провода и 3 изолятора (фиг. 34). Столбъ можетъ быть рассматриваемъ нейтральнымъ: онъ находится подъ потенциа-



Фиг. 33.

ломъ земли. При этихъ условіяхъ, если E разность потенциаловъ между проводами, то, при однофазномъ токѣ, каждый изоляторъ долженъ переносить напряженіе $\frac{E}{2}$; для трехфазныхъ токовъ, при которыхъ расположение (фиг. 34) соответствуетъ соедине-



Фиг. 34.

нію звѣздой трехъ сопротивленій съ изоляціей ρ , каждый изоляторъ долженъ, очевидно, переносить большее напряженіе, $\frac{E}{\sqrt{3}}$. Такъ какъ разрушительная дѣйствія на изоляцію пропорціональны квадрату напряженія, на нее дѣйствующаго, очевидно, преимущество однофазного тока, при одинаковомъ напряженіи между проводами, съ точки зренія сохраненія этой изоляціи.

Но если изоляторы примѣняются при напряженіи E между проводами трехфазного тока, то они примѣнимы, при тѣхъ же условіяхъ дѣйствія, къ напряженію въ $E' = \frac{E}{\sqrt{3}}$ между проводами однофазного тока. Затѣмъ, если мы примемъ

это новое напряжение, для простого перемычного расходы на медь будут одинаковыми для обоих токов. Кроме того, однофазный будет иметь еще преимущества: на одну треть меньше потери в линии от неисправности изоляции, на одну треть меньше расходы по содержанию линии.

Однако же, для вполне точного сравнения с точкой зрения расхода на медь, надо еще предположить одинаковыми расходы на изоляцию линии, а также и одинаковыми потери от неисправности изоляции. Изоляцию третьего провода трехфазного тока можно разнести по равным частям на 2 провода простого перемычного. Три изолятора с двойным колоколом, можно заменить, например, двумя изоляторами с тройными колоколами; вместо трех проводов с толщиной изоляции в 2 мм., возьмем 2 кабеля с толщиной изоляции в 3 мм.

При этих условиях сопротивление изоляции ρ будет равно $\frac{3}{2} \rho$ и понятно, что если предположить одинаковое удельное разрушение изоляции, то можно, при однофазном токе, взять напряжение между проводами в $\sqrt[3]{2}$ раза большим, чем при трехфазном токе, при одинаковых расходах на изолировку и потерях от неисправности изолировки. Таким образом, сравнение однофазного тока с многофазным приводят к экономии в 20—25% меди в пользу однофазного тока *). Что же касается проводимости и потерь в пространство, то таковая не в пользу многофазного. При одинаковом напряжении между двумя проводами линии эти потери в 3 раза больше при трехфазном токе. Принимая при однофазном токе напряжение в 1,5 раза большее, получим, рассматривая эти потери, что они будут еще незначительнее при однофазном на

$$\frac{3 - 1,5^2}{3} = \frac{25}{100}$$

Изъ всего сказанного слѣдуетъ, что съ точки зрения экономии въ устройствѣ линии, превосходство трехфазныхъ токовъ является довольно призрачнымъ и что если освѣщеніе есть единственная цѣль передачи, то большою технической ошибкой является пользованіе трехфазными токами: лишь безполезно увеличиваются расходы на изоляцию линии. Однофазный перемычный токъ, точно так же какъ и постоянный, остаются всегда, съ точки зрения расходовъ на передачу, наиболѣе выгодными токами.

Кромѣ того, извѣстно, что для одного и того же количества утилизируемыхъ проводовъ повторяются тѣ же разсужденія при распределеніи, гдѣ однофазная трехпроводная система значительно выше трехфазного распределенія **) (включеніе приемниковъ трехугольникомъ). Сравненіе между однофазнымъ и всѣми многофазными токами можно прослѣдить весьма легко. Вообще, принимаютъ во вниманіе, что расходы на изоляцию увеличиваются съ числомъ фазъ, причемъ токи, неточно называемыя двухфазными, рассматриваются, какъ четырехфазные. Свойство многофазныхъ токовъ съ нечетнымъ числомъ фазъ (трехфазные, пятифазные и др.) понижать самое большое дѣйствующее напряженіе между двумя проводами не принимается во вниманіе. Каждая фаза должна быть изолирована во всѣхъ случаяхъ, по отношенію къ одной и той же нейтральной точкѣ.

Однако-же, если не желательно перегружать изолировку для того чтобы, пользуясь достаточно высокимъ напряженіемъ, уменьшить съченіе меди,—то

*) Эти разсужденія относятся также и къ генераторамъ. Изоляція относительно массы въ альтернаторахъ трехфазного тока должна быть больше, чѣмъ въ альтернаторахъ однофазного.

Вологодская областная универсальная научная библиотека

**) Расходы на медь относятся какъ 32, 25 и 73. ^{*)} Электричество т. г. № 6, стр. 96.

иногда является необходимымъ раздѣлить каждый проводъ на 2 отдельныхъ проводовъ. При этихъ условіяхъ является безразличнымъ пользованіе простымъ перемычнымъ, или многофазнымъ до 2 фазъ включительно,—такъ какъ считается болѣе выгоднымъ увеличивать число изоляторовъ, чѣмъ увеличивать ихъ изолирующую способность, другими словами, предпочитаются соединять изоляцію параллельно, а не послѣдовательно, не заботясь объ уменьшении меди, причемъ простые двухфазные токи рассматриваются во всѣхъ случаяхъ какъ четырехфазные. (L'Écl. El. № 7).

Конкурсъ рентгеновскихъ трубокъ. Въ "Электричествѣ" *) сообщалось объ конкурсѣ рентгеновскихъ трубокъ, объявленномъ лондонскимъ рентгеновскимъ обществомъ. Въ настоящее время опубликованы результаты этого конкурса. Всего было прислано 28 трубокъ: пять изъ Англии, восемь изъ Америки и 15 изъ Германии. Цѣлью конкурса было выдѣлить трубку, наиболѣе отвѣчающую практическимъ цѣлямъ. Первое испытаніе, которому подвергались трубы, было испытаніе отчетливости даваемаго ими очертанія непрозрачныхъ для рентгеновскихъ лучей предметовъ. Послѣ этого испытаніе было исключено около 75% трубокъ, которые давали неясныя очертанія, несмотря на то, что некоторые изъ нихъ были снабжены важными приспособленіями для пропускания сильныхъ разрядовъ и регулированія степени разрѣженія находившагося въ нихъ газа. Далѣе испытывалось дѣйствіе трубокъ на фотографическую пластиинку и проникающая способность испускаемыхъ ими лучей. Въ концѣ концовъ лучшую была признана трубка, доставленная фирмой Кокса въ Лондонѣ. Трубка эта изготовлена фирмой Мюлларомъ въ Гамбургѣ; стоитъ она 18 шиллинговъ 6 пенсовъ, т. е. на наши деньги около 10 рублей.

Примѣненіе алюминіевыхъ проводовъ для передачи силы. Недавно фирма "A. E. G." закончила въ Помпейской долинѣ въ Италии установку для передачи работы, въ которой всѣ провода сдѣланы изъ алюминія. Въ установку входятъ 3 горизонтальные турбины по 150 л. с. и столько-же альтернаторовъ трехфазного тока напряженіемъ въ 3000 вольтъ. Энергія передается въ Ротреї, Sarmo и въ Terra Annunziata по тремъ кабелямъ изъ алюминія. Первая линія длиною въ 3 км., вторая—въ 15 км. и третья—въ $\frac{3}{2}$ км. Примѣняется энергія, главнымъ образомъ, на мѣстныхъ макаронныхъ фабрикахъ. (Z. f. Electrot. 1901 г.)

Несчастный случай отъ электрическаго тока. "Пріазовскому краю" сообщаютъ изъ Новороссійска, что на желѣзодорожной электрической станціи имѣлъ мѣсто слѣдующій несчастный случай. Одинъ изъ служащихъ, на станціи, Робачевъ, работалъ на воздушныхъ проводахъ. Въ это время былъ пущенъ токъ, приводящій въ движение ленту элеватора. Робачевъ не могъ оторвать руку отъ провода и въ теченіи двухъ минутъ подвергался дѣйствію тока. Когда было замѣчено несчастіе, то токъ былъ прекращенъ, но Робачевъ обезсиленный упалъ на землю и убился на смерть. Сообщая объ этомъ, корреспондентъ добавляетъ, что по словамъ знавшихъ покойного, онъ былъ человѣкъ довольно сильный, лѣтъ 40, обладавшій особенной способностью выносить такое сильное дѣйствіе электричества, какого никто не могъ вынести. Говорятъ, что онъ безъ всякихъ послѣдствій подвергался дѣйствію электрическаго тока въ 5 разъ сильнѣшаго, чѣмъ можетъ вынести обыкновенный человѣкъ.

БИБЛИОГРАФИЯ.

П. Жанэ. Основные принципы промышленного электричества. Сочинение, увѣнчанное французской академией наук. Переводъ съ 3-го французского изданія **М. Габерцетель и Е. Лехачевского.** Издание переведчиковъ. С.-Петербургъ. 1901. II. 2 руб. 40 к. VIII+326 стр.

Въ журнальѣ „Электричество“ было уже въ свое время *) сообщено о французскомъ изданіи книги П. Жанэ. Тогда было указано о желательности перевода этой книги на русский языкъ; теперь этотъ переводъ появился, и, что у насъ рѣдко бываетъ, изъ подъ пера практиковъ—электриковъ. Это особенно подходяще для сочиненія Жанэ, написаннаго исключительно для лицъ, стоящихъ около динамо и электродвигателей и желающихъ понять, въ чёмъ суть дѣйствій этихъ приборовъ.

Жанэ справился со своею задачею замѣтѣльно удачно; совершенно отказавшись отъ обычной программы популярнаго курса электротехники, онъ широко и глубоко воспользовался педагогическимъ методомъ: отъ конкретнаго къ абстрактному. Съ первыхъ страницъ у него фигурируютъ знакомыя технику генераторы и приемники электрической энергіи; затѣмъ, эти приборы наполняются токомъ, въ этомъ токѣ „кулоны“ „падаютъ“ на извѣстное число вольтъ, приемники 2-го рода возбуждаютъ обратную электродвижущую силу, вслѣдствіе чего, какъ маховыя колеса, пришедшія во вращеніе, способны, послѣ выключенія генератора, сами нѣкоторое время производить электрическую энергию (стр. 131). Всѣ эти невидимыя явленія, позволяющія связать видимыя, какъ ихъ результаты, постигаются воображеніемъ, на которое собственно и опирается авторъ (стр. VII). Во многихъ мѣстахъ книги теоретическая представлена истолковываются на мѣткихъ примѣрахъ, поставленныхъ на совершенно жизненную почву практическости, стойкости и т. п.

Планъ курса г. Жанэ позволилъ ему изложить только то, что составляеть дѣйствительно „основу промышленного электричества“. Исчезли историческіе даты, законы Кулона, математическое ученіе о потенціалѣ, но за то и не дается опредѣленія ни одной изъ измѣрительныхъ единицъ (стр. 168), вводится численный коэффиціентъ формулы магнитодвижущей силы (стр. 179) безъ всякаго поясненія о его происхожденіи, и даже законъ параллельныхъ развѣтвленій сообщается лишь догматически (стр. 63).

Однако не слѣдуетъ думать, что книга г. Жанэ приводить читателя только къ „вульгаризованному“, или, какъ говорить одинъ извѣстный педагогъ, „стерилизованному“ знанію; она проникнута выясненіемъ основы всего дѣла—механическихъ принциповъ—которымъ посвящена вся первая глава (стр. 25—38). Гдѣ возможно, авторъ не опускаетъ точнаго изложенія причинъ, примѣромъ чѣму является прекрасный § 129 о потерѣ на гистерезисѣ (стр. 208—213).

Въ этомъ смыслѣ сказали мы, что г. Жанэ глубоко воспользовался принятымъ имъ методомъ изложенія.

Отмѣтимъ нѣкоторыя мѣста книги, которыя могутъ поставить въ тупикъ неопытнаго читателя: На стр. 106 въ Примѣрѣ 1-мъ напрасно не принимается во вниманіе паденіе напряженія внутри сорока послѣдовательно соединенныхъ элементовъ (оно принято во вниманіе въ примѣрѣ на стр. 112—116). На стр. 117 доказательствомъ непрактичности элементовъ при добываніи электрической энергіи служить дорожизна цинка сравнительно съ углемъ; ничего не упомянуто о количествѣ тепла, освобождающагося

при образованіи CO_2 ; вопросъ объ этомъ не минуемо являєтся у внимательнаго читателя, а безъ отвѣта на него весь § 77 ничего не рѣшаетъ. На стр. 70 находимъ несовременное утвержденіе, что вся энергія генератора должна быть „пѣликомъ найдена въ замкнутой цѣпи генератора“. А излученная энергія?

Мы нашли еще нѣсколько промаховъ, которые, однако, не имѣя подъ руками французскаго оригинала, не знаемъ, къ кому отнести, автору или переводчикамъ; т. напр., на стр. 127 одинаковость металловъ двухъ электродовъ названа „существенною“ для вольтаметра, тогда какъ на стр. 132 про это же обстоятельство сказано: „но это не существенно важно“. На стр. 139 утверждается, что измѣненіе цвѣта узнается по выдѣленію газа (?); подобная же фраза на стр. 163, 165; на стр. 162 встрѣчается съ тавтологіей (второй абзацъ сверху).

Несомнѣнныемъ, хотя и небольшимъ, недостаткомъ перевода является буква М. предъ фамилиею Фора (стр. 141 и слѣд.); ужъ не „мосѣ“-ли? Изобрѣтателя извѣстнаго аккумулятора звали Камилломъ. Напрасно переводчики примѣняютъ терминъ: сила тока; это—обычное, но весьма неудачное выраженіе; пора бы замѣнить другимъ: „величина тока“; любители чистоты русскаго языка будуть недовольны „бобинами“ и „борнами“, разсыпанными повсюду въ текстѣ, хотя, правда, между техниками эти слова получили большое распространеніе; этого нельзя сказать про выражение „специфическое число амперъ-витковъ“ (стр. 178 и слѣд.), созданное насколько я знаю переводчиками книги Жанэ, и, какъ мнѣ кажется, созданное напрасно.

Въ общемъ переводъ тщательный, и я остановился на мелочахъ единственно потому, что книга Жанэ достойна детальнаго вниманія.

Издание книги вполнѣ хорошее.

B. Лебединскій.

НОВЫЯ КНИГИ.

Влад. Ржевскій. Къ вопросу о хозяйственномъ способѣ устройства и эксплоатаций городскихъ электрическихъ (центральныхъ) станцій. Докладъ, читанный 26 февраля 1901 года въ засѣданіи электрической группы Московск. отд. И. Р. Т. О. Москва. 1901. 27 стр. въ 8 д. л.

H. Pellat. Cours d'Électricité. Cours de la faculté des Sciences de Paris. Trois volumes grand in 8° se vendant séparément. T. I. *Electrostatique. Lois d'Ohm. Thermo-électricité.* Avec 145 f. Paris. 1901. Gauthier Villars, éditeur. Цѣна 10 ф. (около 4 р.).

La célérité des ébranlements de l'éther, par L. Décombe, docteur ès sciences. Scientia, Juillet 1898. Serie Physico Mathématique № 9. Paris. Georges Carré et C. Naud, Editeurs. 96 стр. въ 8 д. л. Цѣна 2 фр.

Paul Charpentier. Essais et verifications des canalisations électriques en fabrication, à la pose et en exploitation. Paris. C. Beranger, éditeur. 1901. 383 стр. въ 8 б. д. листа. 265 фиг. въ текстѣ. Цѣна 15 фр. (около 6 руб.).

Der Aufbau und die planmässige Herstellung der Drehstrom Dynamomaschinen. Von O. Lasche. 29 стр. въ 4 д. листа. Berlin. 1901 г.

Exposition Universelle Internationale de 1900. Congrès international d'Électricité (Paris, 18—25 Авѣт 1900). *Rapports et procès-verbaux*, publiés par les soins de M. F. Hôpitalier, rapporteur général. Paris. Gauthier Villars, imprimeur — libraire. Paris. 1901.

*) Электричество 1899 г. № 11—12, стр. 175.