

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

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

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

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

## Исслѣдованія Рейса.

Рейсъ открылъ въ 1807 году въ Москвѣ такъ называемый «электрическій эндосмосъ»: онъ нашелъ, что электрическій токъ, пробѣгая черезъ жидкость, разгороженную пористою перегородкой, вызываетъ просачиваніе, переносъ, жидкости черезъ эту перегородку. Р. назвалъ это явленіе „*motus stoechiagogus*“; см. G. Wiedemann, „Die Lehre von der Elektrizität“ 1883, Band II, стр. 166, причемъ Видеманъ даетъ слѣдующую цитату: „Reuss, Mem. de la société impériale des naturalistes à Moscou, 2, 1809, p. 327“. Явленіе, о которомъ рѣчь, впоследствии изучали и многіе другіе исслѣдователи и такъ какъ очень возможно — на это есть несомнѣнные 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 взвѣшенныя („суспендированныя“) въ ней частички, — то я и хотѣлъ напомнить здѣсь о старинныхъ и довольно мало извѣстныхъ работахъ Рейса.

Вл. Тюринъ.

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

\*\*) См. Электричество 1901 г. № 11—12, стр. 153.

Графическое изслѣдованіе трехфазнаго асинхроннаго двигателя.

Статья инженера-технолога А. С. Николаева.

Асинхронные трехфазные двигатели нашли себѣ самое широкое примѣненіе при передачахъ электрической силы на разстояніе. Въ конструкціяхъ и различныхъ теоріяхъ ихъ нѣтъ 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 графическій, обоснованный на математическомъ анализѣ явленій переменнаго тока.

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

Отсюда ясно, что асинхронный или индукціонный двигатель — принципиально тотъ-же трансформаторъ, съ тою лишь разницей, что его вторичная цѣпь (armатура) 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 сказаннаго ничто не мѣшаетъ намъ взять за основныя 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 поправки, мы перейдемъ въ концѣ къ двигателю, съ которымъ встрѣчаемся на практикѣ.

Слѣдуетъ еще добавить, что въ дальнѣйшемъ

вездѣ принято синусоидальное измѣненіе силы тока, электродвижущей силы и магнитнаго потока; допущеніе это облегчаетъ всѣ выкладки и сущности дѣла нисколько не измѣняетъ, ибо, по Штейнметцу, 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.

### Образованіе вращающагося магнитнаго поля.

По обмоткѣ индуктора трехфазнаго двигателя проходятъ переменные токи, смѣщенные въ фазѣ и пространствѣ на  $120^\circ$  другъ отъ друга. Каждый изъ этихъ токовъ, отдѣльно, возбуждаетъ переменное или, лучше сказать, колеблющееся поле, радіальныя составляющія котораго, предполагая поле однороднымъ, измѣняются по синусоидѣ, а узловые точки этой послѣдней положенія своего въ пространствѣ не измѣняютъ. Ясно, что величина радіальной составляющей такого поля (обозначимъ ее 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 даннаго момента времени  $t$ , напр., когда векторъ составляетъ уголъ  $\beta$  съ горизонтальнымъ діаметромъ, и для даннаго положенія, напр. въ разстояніи угла  $p\alpha$  отъ начала синусоиды (нулевой или узловой точки ее), выраженіе для радіальной составляющей колеблющагося магнитнаго поля будетъ:

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

гдѣ  $p$ —число паръ полюсовъ,  $B$ —векторъ или амплитуда синусоиды,  $\alpha$ —уголъ между началомъ и данной точкой по окружности индуктора (внутренней для будущихъ расчетовъ). Угловую скорость вращенія назовемъ  $\omega$ ; обозначая чрезъ  $T$  время одного періода, получимъ  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ , а для нѣкотораго момента времени  $t$  (которому соотвѣтствуетъ уг.  $\beta$ ) получаемъ  $\beta = \frac{2\pi}{T} t = \omega t$ . Отсюда  $B_{rt} = B \text{Sn}(p\alpha) \cdot \text{Sn}(\omega t)$ . Согласно съ этимъ уравненіемъ на фиг. 1 представлены, въ различныхъ четыре момента, радіальныя составляющія колеблющагося магнитнаго поля.

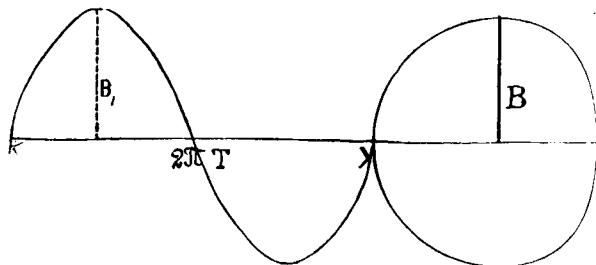
Совсѣмъ другой характеръ получаетъ магнитное поле, возбуждаемое совокупнымъ дѣйствіемъ всѣхъ трехъ токовъ, проходящихъ по обмоткѣ индуктора. Принимая во вниманіе фазы каждаго изъ нихъ, мы получимъ для

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

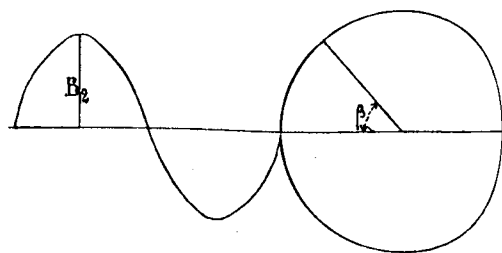
$$B_{rt} = B_{rt}^I + B_{rt}^{II} + B_{rt}^{III}. \text{ Поставь подстановки}$$

$$B_{rt} = B [\text{Sn}(p\alpha) \text{Sn}(\omega t) + \text{Sn}(p\alpha - 120^\circ).$$

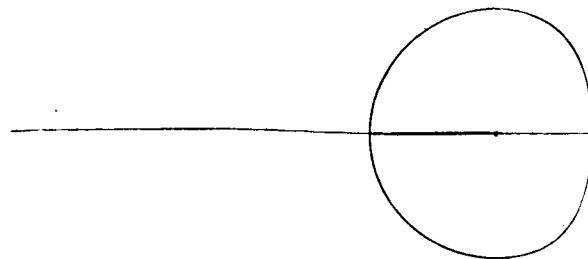
$$\text{Sn}(\omega t - 120^\circ) + \text{Sn}(p\alpha - 240^\circ) \text{Sn}(\omega t - 240^\circ)].$$



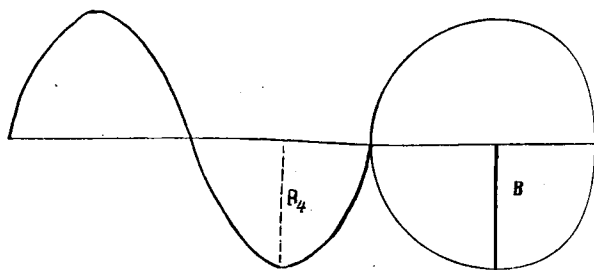
Фиг. 1a.

 $\beta = 0^\circ$ 

Фиг. 1b.

 $B_3 = 0$ 

Фиг. 1c.

 $\beta = 0$ 

Фиг. 1d.

или

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

$$B_{rt}^I = B \cdot \text{Sn}(p\alpha) \cdot \text{Sn}(\omega t)$$

$$B_{rt}^{II} = B \cdot \text{Sn}(p\alpha - 120^\circ) \cdot \text{Sn}(\omega t - 120^\circ)$$

$$B_{rt}^{III} = B \cdot \text{Sn}(p\alpha - 240^\circ) \cdot \text{Sn}(\omega t - 240^\circ)$$

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

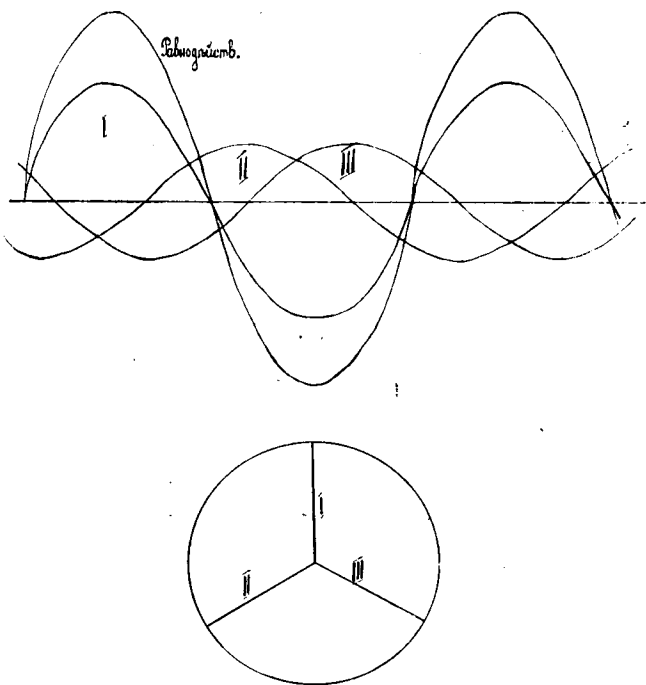
Это послѣднее выраженіе сокращается съ членомъ —  $\text{Cs}(p\alpha + \omega t)$  и окончательное выраженіе равнодѣйствующей  $B_{rt}$  приметъ видъ:

$$B_{rt} = \frac{3}{2} B. \text{Cs}(p\alpha - \omega t).$$

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

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

На фиг. 2 представлено графическое сложение колеблющихся 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 имѣетъ 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.

Діаграммы двигателя безъ магнитной утечки.

Въ силу сказаннаго основными уравненіями нашего двигателя будутъ:

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

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

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 обѣимъ цѣпямъ (индуктору и арматурѣ),  $n_1$  — число витковъ въ индукторѣ для одной фазы,  $n_2$  — тоже — въ арматурѣ.

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

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

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

обозначимъ:

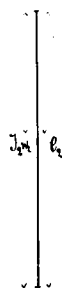
$$e_{1t} = \frac{n_1 dN}{dt} \text{ и } e_{2t} = -\frac{n_2 dN_t}{dt}$$

тогда

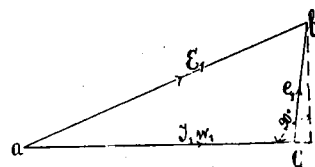
$$\text{I. } E_{1t} = J_{1t} W_1 + e_{1t}.$$

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

Принимая сначала сопротивленіе арматуры исключительно омическимъ (включая реостатъ для регулированія и пусканія въ ходъ), мы получимъ для дѣйствующихъ величинъ  $J_2$  и  $e_2$  діаграмму арматуры на фиг. 3. Въ то же время для индуктора, принимая въ расчетъ его потери въ желѣзѣ (гистерезисъ и токи Фуко), придемъ къ діаграммѣ фиг. 4.



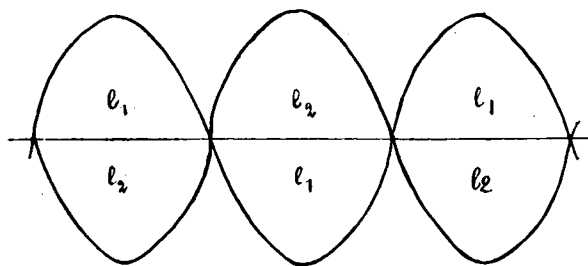
Фиг. 3.



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 имѣютъ другъ съ другомъ фазовый уголъ  $= 180^\circ$ , иначе — направлены въ прямо противоположныя стороны (фиг. 5) и относятся, какъ числа витковъ.

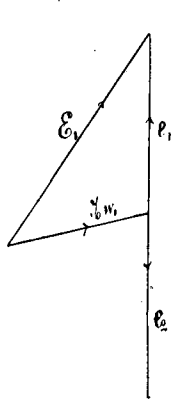
Обозначимъ чрезъ  $J_0^*$ ) токъ индуктора, когда арматура не несетъ нагрузки; свѣдя число вит-



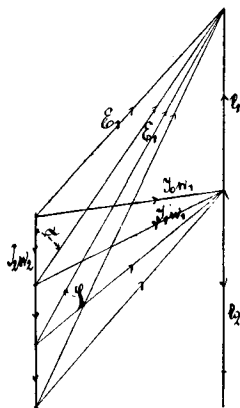
Фиг. 5.

ковъ арматуры на число витковъ индуктора (т. е. при  $e_1 = e_2$ ) и соединяя диаграммы обѣихъ цѣпей вмѣстѣ, получимъ общую диаграмму 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 диаграммѣ идеальнаго двигателя (фиг. 7). Изъ диаграммы ясно



Фиг. 6.



Фиг. 7.

видно, что  $J_1$  возрастаетъ съ  $J_2$ , но не пропорціонально. Углы  $\alpha$  и  $\varphi$  уменьшаются съ нагрузкой, а стало быть  $\cos \alpha$  и  $\cos \varphi$  увеличиваются.  $\varphi$ —фазовой уголъ между  $J_1$  и  $E_1^*$ ).

**Диаграммы трехфазн. двигателя съ магнитной утечкой.**

Уравненія наши снова принимаютъ общій видъ

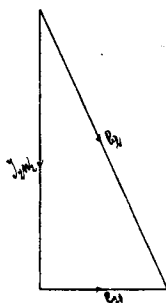
$$\text{I} \quad E_{1t} = J_{1t} W_1 + e_{1t} + e_{1s}$$

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

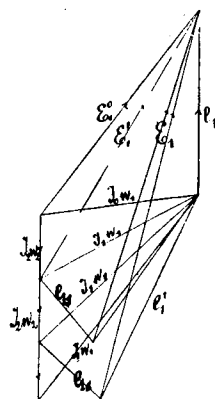
$$\text{гдѣ } e_{1st} = \frac{n_1 dN_{1st}}{dt}; e_{2s} = \frac{n_2 dN_{2st}}{dt}$$

Такъ какъ электро-движущая сила, отвѣчающая магнитной утечкѣ ( $N_{1s}$  или  $N_{2s}$ ) отстаетъ въ фазѣ отъ производящаго ее тока на  $90^\circ$ , то диа-

грамма арматуры приметъ видъ фиг. 8, а для



Фиг. 8.



Фиг. 9.

$$e_1' = J_1 w_1 + e_{1s}$$

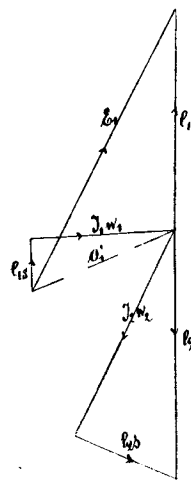
$E_1'$ —напряж. идеальн. двигателя.

$E_1$ —напряжение двигателя съ магнитной утечкой.

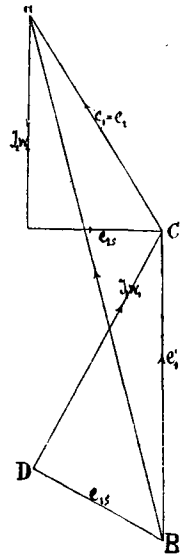
индуктора—фиг. 9. Соединяя снова эти диаграммы въ одну общую, получимъ диаграмму 10.

**Опредѣленіе характерныхъ величинъ при различныхъ нагрузкахъ.**

Наложимъ диаграмму индуктора на диаграмму 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  $O_1^1$  (линія, соединяющая  $J_1 w_1$  съ  $e_{1s}$ ) слѣдуетъ читать  $e_1^1$ .



Фиг. 11.

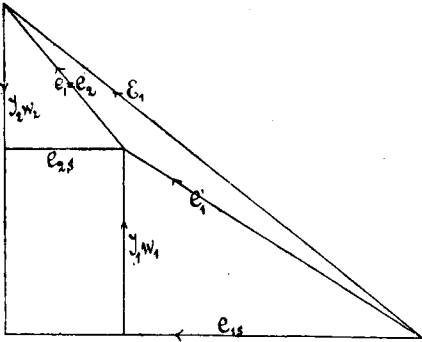
будетъ параллельно къ  $J_1$ , то придемъ къ диаграммѣ фиг. 12. Если теперь пренебrecъ омической потерей индуктора  $J_1 W_1$ , то получится простая диаграмма фиг. 13.

Диаграмма 13 есть диаграмма напряженій, но она можетъ служить намъ также и диаграммой для магнитныхъ полей, стоитъ лишь первую повернуть на  $90^\circ$  и взять новый масштаб, отчего

\*)  $J_0$  приблизительно равно намагничивающему току при холостомъ ходѣ.

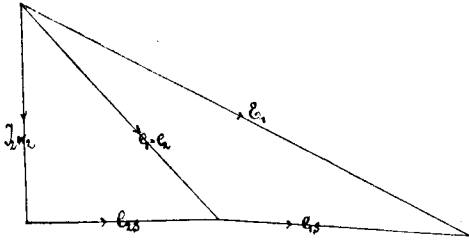
суть диаграммы не мѣняется. Поэтому на фиг. 14 мы просто придадимъ векторамъ фиг. 13 значеніе магнитныхъ полей.

Разложимъ поле  $N$  (общее) на два направленія: одно  $\parallel$  къ  $N_{1s}$  (а стало быть и къ  $J_1$ ), а



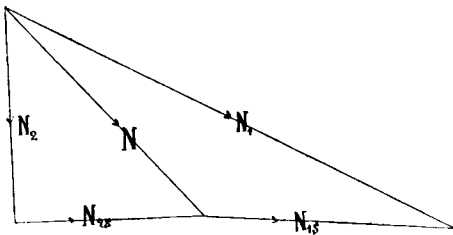
Фиг. 12.

другое  $\parallel$  къ  $N_{2s}$  (а также и къ  $J_2$ ), затѣмъ дополнимъ диаграмму, какъ это показано на фиг. 15, проводя  $AB \parallel N_{1s}$  и  $CB \parallel N_{2s}$ .



Фиг. 13.

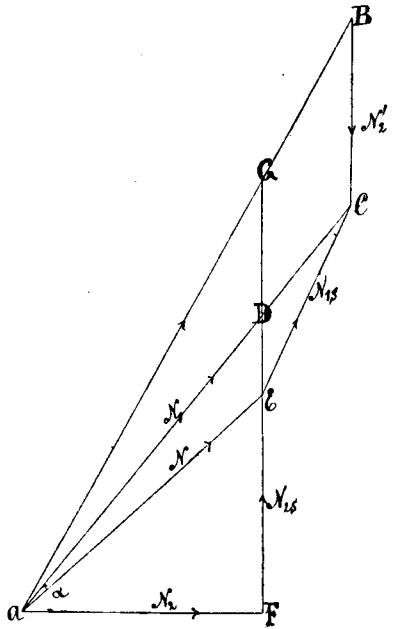
Тогда  $AB \equiv$  \*) магнитному полю, которое бы появилось благодаря всѣмъ амперъ-виткамъ индуктора,  $GB \equiv N_{1s}$  — полю, соотвѣтствующему магнитной



Фиг. 14.

его утечекъ.  $GF \equiv$  полю, которое бы появилось подѣ влияніемъ всѣхъ амперъ-витковъ armатуры,  $N_{2s}$  — полю утечки;  $N_2'$  — часть цѣлаго поля  $GF$ , перешедшая въ индукторъ,  $AG$  — часть поля  $AB$ , перешедшая въ armатуру,  $N_1$  — поле индуктора, долженствующее уравновѣситъ  $N_{1s}$  и общее обѣимъ цѣпямъ 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  $B$  совпадаетъ съ  $C$ , поэтому  $AB = N_1$ ; т. е., при холостомъ ходѣ двигателя, (при  $J_2 = 0$ )  $N_1$  есть все магнитное поле индуктора, т. е.  $N_1 \equiv J_0$ .



Фиг. 15.

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

точка  $D$  совпадаетъ съ  $E$ , т. е.  $N_1' = N$  при  $J_2 = 0$  (ибо  $EC$  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

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

Но  $GF = N_{2s} + N_2';$

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

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

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

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

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

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  $V_2$  — коэффициенты утечки, показывающіе, какая часть отъ цѣлаго магнитнаго потока одной цѣпи переходитъ или протекаетъ

\*) Знакъ  $\equiv$  означаетъ пропорціональность.

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

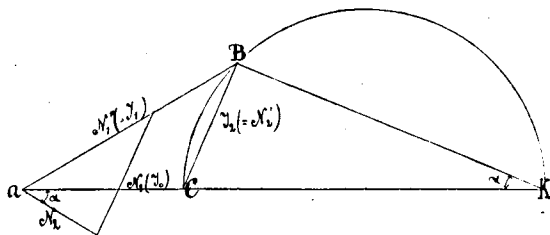
Подставивъ указанные коэффициенты, получимъ для

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

$N_1$  тоже = Const (ибо предположено съ самаго начала, что напряжение на зажимахъ индуктора = Const). Итакъ  $\sin \alpha = N_2' \cdot \text{Const}$ ; что, какъ извѣстно представляетъ уравнение окружности.

Продолжимъ отрезокъ AC и сдѣлаемъ  $CK = \frac{V_1 V_2}{1 - V_1 V_2}$  (фиг. 16).

На CK, какъ на диаметрѣ, построимъ полуокружность, тогда уголъ BKC будетъ также =  $\alpha$ ;



Фиг. 16.

отсюда  $BC \equiv N_2' = \sin \alpha \cdot \text{Const}$ , 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  $BC \equiv J_2$ ,  $AB \equiv J_1$ , такъ что токи индуктора и арматуры отсчитываются прямо съ діаграммы въ принятомъ масштабѣ.

Полныя діаграммы идеальныхъ трехфазн. двигателей.

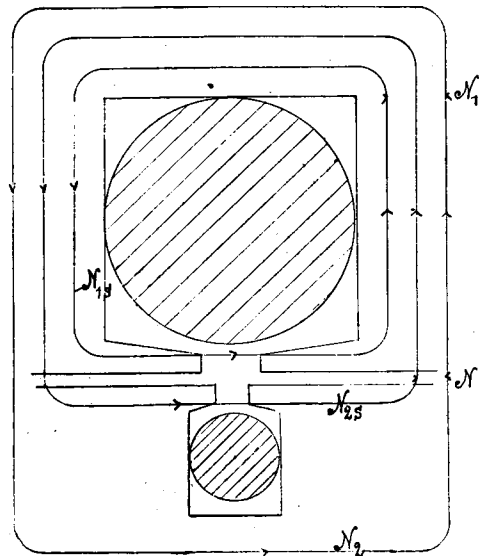
Изъ вышеприведенныхъ діаграммъ мы знаемъ, что  $N_1$  = геометрической суммѣ  $N_{1s}$ ,  $N_{2s}$ ,  $N_2$  т. е.  $\bar{N}_1 = \bar{N}_{1s} + \bar{N}_{2s} + \bar{N}_2$ , а  $\bar{N}_1 = \bar{N} + \bar{N}_{1s}$ ;  $\bar{N} = \bar{N}_2 + \bar{N}_{2s}$ .

$N_1$  представляетъ равнодѣйствующее индукторное поле (фиг. 15),  $N_{1s}$  — магнитная утечка индуктора, т. е. часть потока  $N_1$ , не захватывающая арматуры,  $N_2$  — дѣйствующее арматурное поле,  $N_{2s}$  — ее утечка, т. е. часть поля  $N_1$ , не передающаяся 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.

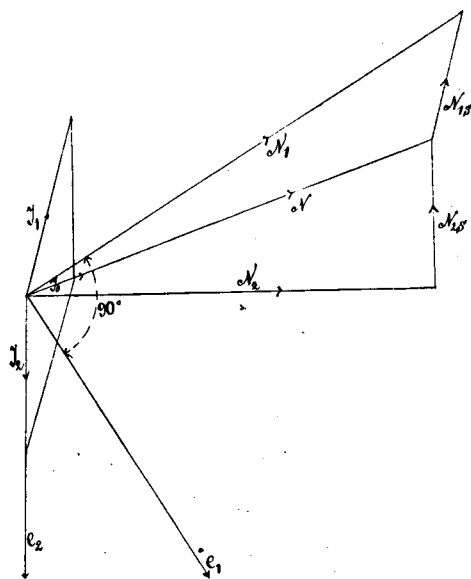
Спротивленіе арматуры принято не индуктивнымъ, поэтому  $e_2$ , возбуждаемая полемъ  $N_2$ , лежитъ въ одной фазѣ съ  $J_2$  и перпендикулярна къ  $N_2$ , а  $N_{2s}$ , пропорціональное  $J_2$ , лежитъ съ нимъ въ одной фазѣ и тоже  $\perp$  къ  $N_2$ . Мы уже видѣли, что для возбужденія поля  $N$  необходимъ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

фазы,  $e_1$  — пропорціонально 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-



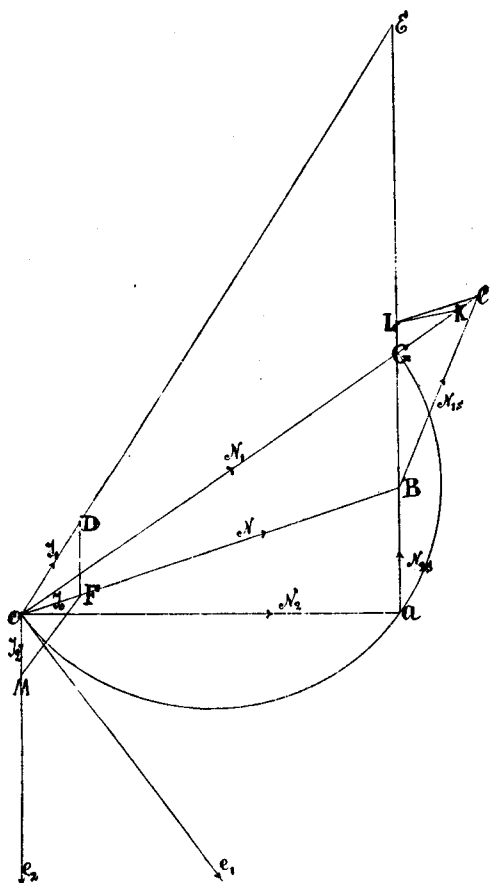
Фиг. 18.

сать, что  $N_1 = \text{Const}$ , что собственно не всегда соответствуетъ дѣйствительности.

Продолживъ стороны AB и (фиг. 19) OD до пересѣченія въ точкѣ E, получимъ два подобныя треугольника OEG и CGB откуда:

$$CG/CB = OG/OE \text{ или}$$

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

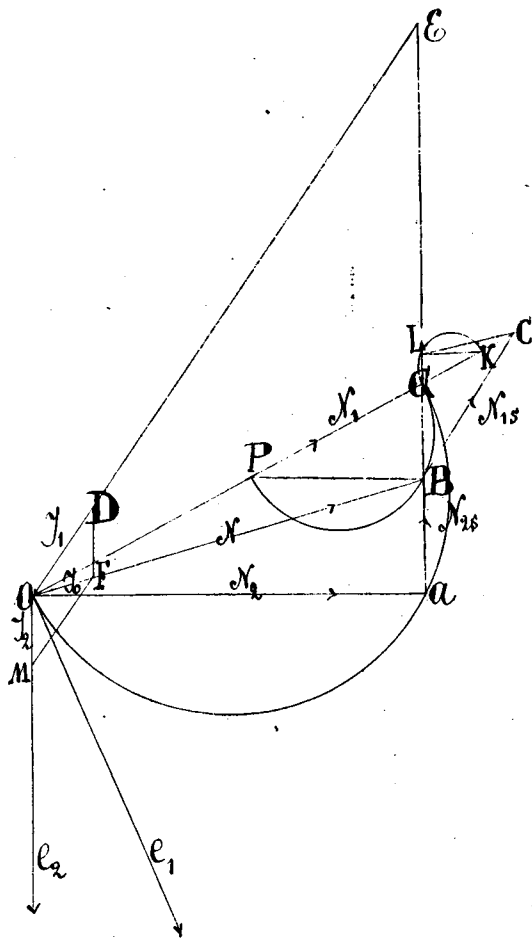


Фиг. 19.

отъ избраннаго масштаба для тока и коэфф. п и m). Откуда ясно, что геометрическое мѣсто точекъ А (гдѣ уголъ  $\angle OAB$  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  $N_2^s = 0$ , поэтому точка  $A$  придетъ 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 утѣчкѣ при незамкнутой и неподвижно заторможенной арматурѣ.

Проведем дальше через С 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 может служить диаграммой токов. Изъ

подобія трикутників LCG і OGB видно, що  $LG / GB = GC / OG = n/m = \text{Const} = LG / GB$ , т. е. пряма LB в точці G розділена в певному відношенні. Звідси  $LB \equiv J_2$ , тому і  $LG \equiv J_2$  і  $GB \equiv J_2$ , так як  $N_{2s} \equiv BA \equiv J_2$ , то і  $AG \equiv J_2$ . Отже, слідує, що AG в точці B також розділена в певному відношенні. Проведя  $BP \parallel AO$ , видно, що  $\perp PBG$  завжди прямою, чому геометричним місцем точок B буде колом діаметра PG (фиг.



Фиг. 20.

2о), ибо положеніе точки Р постоянно ( $OP:PG = GB:AB = \text{Const}$ ).

Проведемъ  $LK \parallel AO$ ; подобіе треугольниковъ  $LKG$  и  $PGB$  показываетъ, что точка  $K$  имѣетъ 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  $J_2 \equiv 0$ ,  $B$  совпадаетъ съ  $G$ , тогда  $CG \equiv J_0$  (для холостого хода).

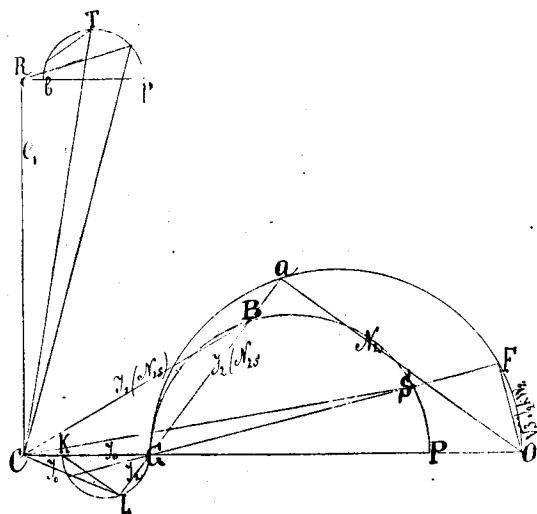
При коротко замкнутой и неподвижно затормаживаемой обмотке  $e_2 = N_2 \equiv 0$ , А идет в 0, а В в Р, тогда ОС будет индукторным током ( $W_2 = 0$ ).

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

т. е. для переменных потенциалов, ибо  $\bar{E}_1 = J_1 W_1 + e$ ; кроме того, допущено было: 1)  $W_1 = 0$ , 2)  $W_2 = 0$ , 3) трение о воздух и в подшипниках  $= 0$ , 4) потери на гистерезис  $= 0$ , 5) магнитное сопротивление железа  $= 0$ . В следующем отделе мы, введя должные поправки, тем самым перейдем к диаграммам действительного двигателя (практического).

### Окончательныя диаграммы.

Диаграмму 20 повернем (фиг. 21) так, чтобы линия ОС легла горизонтально:  $OC \equiv N_1 = \text{Const}$ . Вектора окружности диаметра OG будут давать величины магнитных полей при различной нагрузке; отрезок  $CG \equiv$  магнитной утечки индуктора при холостом ходе.  $N_2 \equiv AO$ ,  $N_2 \text{ max}$  будет, как видно из диаграммы, при  $J_2 = 0$ , при



Фиг. 21.

$$CO = N_1$$

$$CB = J_1$$

$$BL = J_2$$

CL—намагничивающий ток.

CG—тоже, при  $J_2 = 0$ .

нагрузке же уменьшается; при коротко замкнутой и неподвижной катушке (если сопротивление  $= W_2$ ) —  $N_2 \equiv \sqrt{3} J_{2k} W$  ( $J_{2k}$  — короткозамкнутый амперный ток). Для идеального двигателя  $W_2 = 0$  и  $N_2 = 0$ ; т. е. весь поток, захватывающий катушку, тратится на магнитную утечку.  $OC \equiv N_1$ ; CP — идеальный ток индуктора (для коротко замкнутой катушки); CS — действительный «коротко замкнутый» индукторный ток (при  $W_2 > 0$ ).

Чтобы найти, соответствующую электродвижущей силе  $e$ , разность потенциалов на зажимах индуктора, проведем  $RT \parallel CB \equiv J_1$  и сделаем отрезок  $RT \equiv J_1 W_1 \sqrt{3}$ , тогда  $CT \equiv E_1$  (разности потенциалов на зажимах). Ясно, что геометрическое место точек T будет окружностью диаметра br, который определится из отношения:

$$br/Rb = GP/CG.$$

Угол  $TSB = \varphi$  даст фазовый угол между  $J_1$  и  $E_1$ .

(Окончание следует).

## Самодвижущийся троллей Ломбарь-Жерена для автомобилей.

Среди двигателей, примененных к автомобилям одним из лучших, если не самым лучшим, является электрический. К несчастью, преимущества его значительно ослабляются тем, что приходится снабжать автомобиль тяжелой батареей аккумуляторов. Мертвый вес экипажа значительно увеличивается и передвижение ставится в зависимость от емкости батареи, которая, вследствие тряски, готова во всякое время прийти в разстройство и не может выдержать более или менее значительных перегрузок.

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 в наше распоряжение легкий и мощный экипаж, могущий передвигать не только себя, но и прицепленные к нему повозки или суда.

Главным затруднением при устройстве таких линий, при испытаниях на практике, явилось устройство подвижного контакта. Опыты в Америке и в Англии с троллеем, а также опыты Сименса и Гальске с дугой не привели к удовлетворительным результатам. Троллей, передвижение которого по проводу происходило под влиянием усилия сообщаемого ему гибким проводником, идущим к автомобилю, легко задался и соскакивал с провода при изменении угла между направлением его движения и гибким проводником. Изменения эти неизбежны при встрече автомобиля с другими экипажами, когда приходится уклоняться с прямого пути.

Несмотря на это, троллей передвигаемый, как описано выше, применен на практике для питания автомобилей, служащих для тяги судов по каналам. Одна такая установка существует на севере Франции на каналах Эр и де-ла-Дель (Aire et de la Deule), где обслуживается 60 км. каналов особыми трехколесными автомобилями, названными их изобретателем Денефлем (Denefle) «электрическими лошадками». Весь автомобиль двух типов 2200 кг. и 2480 кг., из которых 1800 кг. и 1900 кг. передаются на ведущую ось. Мощность — около 8 лошадиных сил. Ток, питающий двигатели — постоянный. Троллей состоит из двух бронзовых колес, соединенных стержнем, на нижнем конце которого находится противовес. Троллей соединен с автомобилем гибким проводом. Максимальная скорость движения — 4 км. в час.

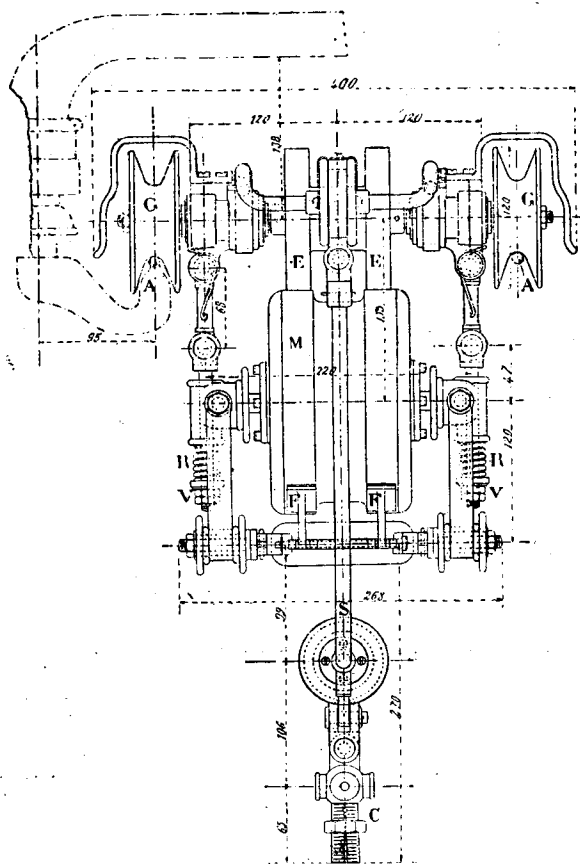
Другая установка тяги автомобилями с подвижным контактом также для тяги по каналам находится в Бельгии. Автомобили обслуживают канал между Брюсселем и Гарлеруа, длиной в 80 км. Автомобили 4-х колесные, весом в 2400 кг., из которых 1600 кг. передаются на ведущую ось. Ток, служащий для питания электродвигателя — трехфазный в 600 вольт; поэтому троллей снабжен тремя колесами для собирания тока. Максимальная скорость передвижения — 4 км. в час.

Приспособления для собирания тока действуют вполне удовлетворительно в обеих установках. Но это не дает права утверждать, что они пригодны для всех линий автомобильной тяги. Действительно,



если установить подобное сообщение по шоссе, то вместо скорости в 4 км. в час, придется перемещаться со скоростью около 20 км. в час. Кроме того, на бечевник каналов нет другого движения, кроме автомобильного, а на шоссе постоянно приходится разбегаться или обгонять другие экипажи. Поэтому описанные контакты с противомемом оказались при опытах вовсе неприменимыми. Французский инженер Ломбар-Жерен (Lombard-Gérin) построил катящийся контакт, могущий служить и в этом случае. Основная мысль состоит в том, что троллей снабжается двигателем, сообщаящим ему ту же скорость, какой обладает в данный момент автомобиль. На деле эта мысль осуществлена таким образом. Троллей состоит из следующих частей (фиг. 22—25).

1) Двух металлических колес с желобками *G*, служащих контактами.



Фиг. 22.

*M*—трехфазный двигатель.  
*E*—фрикционные колеса из фибры.  
*G*—контактные колеса.  
*F*—тормаз двигателя.  
*S*—прикрепление кабеля.

2) Двух колес из фибры *E*, насаженных на ту же ось, что и колеса *G*; колеса *E* служат изолятором между колесами *G* и в то же время передают им движение от двигателя.

3) Трехфазного двигателя *M*, получающего ток от двигателя автомобиля.

4) Электромагнитного тормоза *F*, снабженного четырьмя колодками, нажимающими на вращающуюся поверхность двигателя.

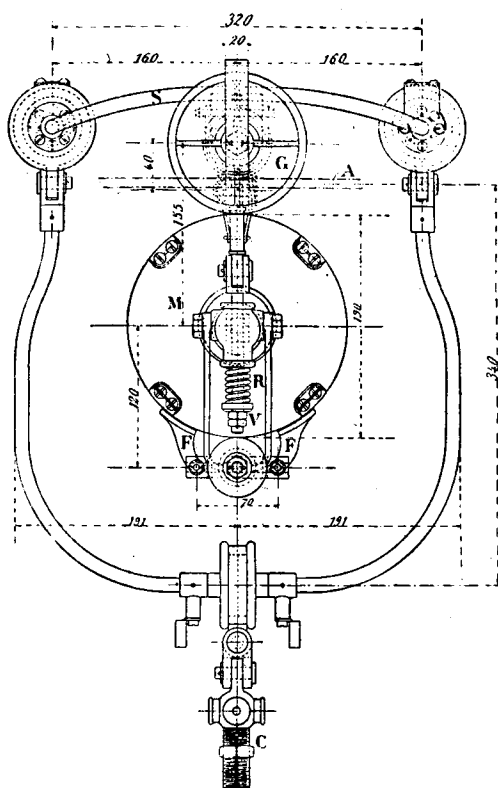
5) Двух пружин *R*, регулируемых винтами *V*, образующих эластичную подвеску двигателя.

6) Двойной рамки *S*, к которой прикрепляется гибкий провод, идущий к автомобилю. Устройство рамки таково, что допускает вращение в двух плоскостях.

7) Муфты *C*, к которой прикрепляется гибкий кабель, идущий к автомобилю; муфта устроена так, что допускает вращение в двух плоскостях.

Весь троллей, благодаря применению алюминия, не превышает 18 кг.

Действие троллея состоит в следующем: когда цепь замыкается, ток через колеса *G*, две половинки рамки *S* и гибкий кабель поступает в двигатель автомобиля. К обмотке этого двигателя присоединены три металлических кольца, на которые опираются щетки. Места соединений выбраны так, что на кольцах собирается трехфазный ток. Этот ток по трем проводам идет в муфту *C* и из нее в двигатель *M*. Все устройство рассчитано так,



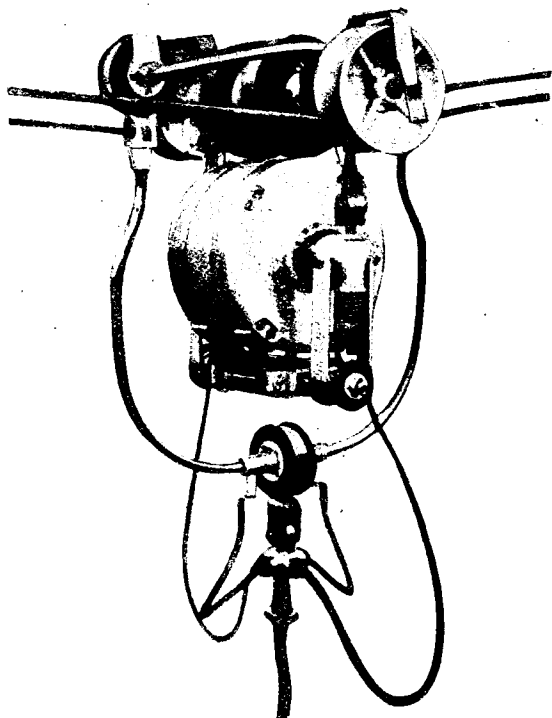
Фиг. 23.

*C*—муфта, соединяющая провода.  
*A*—воздушный провод.  
*R*—подвешенная пружина трехфазного двигателя.  
*V*—регулирующая гайка подвешенных пружин.

чтобы скорость троллея равнялась бы скорости автомобиля. Так как двигатель *M* и двигатель автомобиля, являющийся по отношению к нему генератором, синхроничны, то указанное условие на практике оказалось вполне выполнимым. Если троллей по какой-либо причине окажется далеко впереди автомобиля, то его можно задержать пользуясь электромагнитным тормозом *F*; для последнего в гибком кабеле оставлен еще один провод. На автомобиль гибкий кабель прикреплен к особой мачте, на вершине которой находится приспособление, поз-

воляющее легко снять одинъ кабель и надѣть другой. Такимъ образомъ, два встрѣчныхъ автомобиля останавливаются, мѣняются гибкими кабелями и продолжаютъ путь съ новымъ троллеемъ.

Таково устройство троллея въ примѣненіи къ постоянному току, испытанное въ Парижѣ на набережной Issy-les-Moulineaux и давшего прекрасные результаты какъ на прямыхъ участкахъ, такъ и въ кривыхъ и на подъемахъ. Если примѣнить трехфазный токъ, то придется прибавить еще третье колесо для собиранія тока или, какъ это сдѣлалъ инженеръ Н. Л. Карауловъ въ своемъ проектѣ тяги по Прила-



Фиг. 24.

дожскимъ каналамъ \*) посредствомъ трехфазнаго тока, приспособить для этой цѣли дугу. Имѣя въ рабочихъ проводахъ трехфазный токъ, можно примѣнить его и къ передвиженію самого троллея. Такое расположение принято инженеромъ В. В. Шуберскимъ въ проектѣ оборудованія шоссе Новороссійскъ—Сухумъ электрическими автомобилями \*\*).

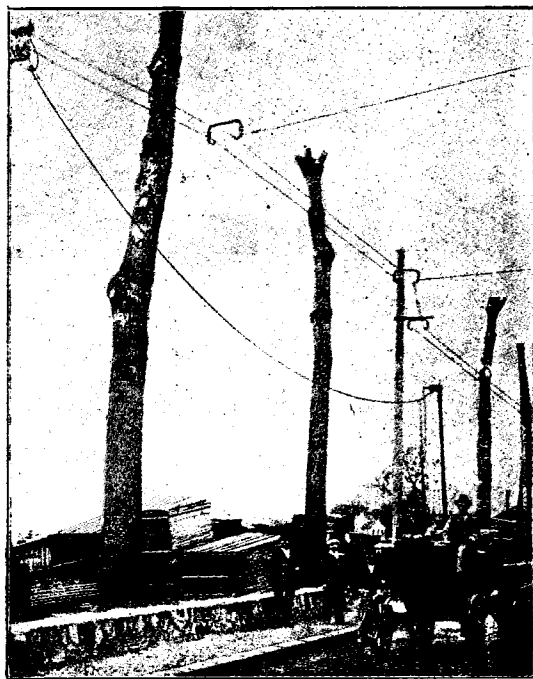
Какое бы ни былъ токъ, ясно, что при описанномъ устройствѣ, троллей механически независимъ отъ автомобиля, и что, благодаря рациональному устройству рамки *S* боковыхъ усилій, стремящихся сорвать троллей съ проводовъ, сведены къ наименьшимъ. Результатомъ этого является возможность двигаться съ большою скоростью на автомобиль, питаемомъ токомъ съ центральной станціи.

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

\*) 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 нераціонально или невозможно, какъ напр., въ узкихъ городскихъ улицахъ, гдѣ администрація не допускаетъ укладки рельсового пути (Гороховая ул. въ С-Петербургѣ) или при разбросанности сѣти дорогъ съ большимъ движеніемъ. Послѣдній случай имѣетъ мѣсто въ Баку; городъ окруженъ цѣлою сѣтью шоссеинныхъ дорогъ, соединяющихъ между собою различные 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 нераціонально.

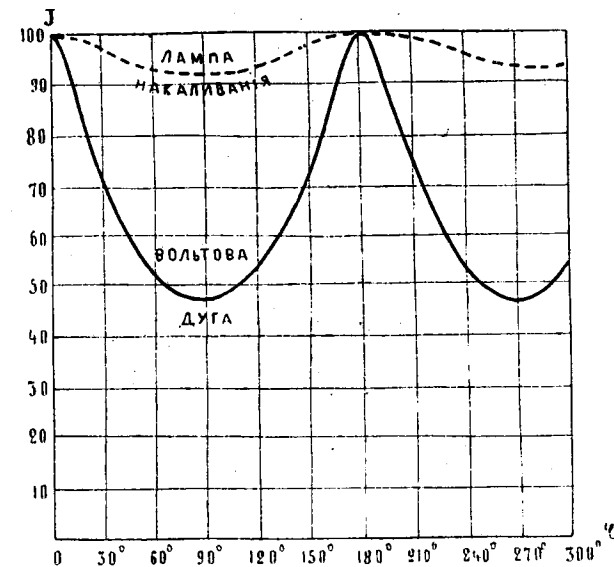
Изъ числа существующихъ установокъ назовемъ: линію въ 5 км. между Samois и Fontainebleau и линію въ Eberswalde около Берлина. Первая дѣйствуетъ съ начала іюля, а вторая—съ апрѣля мѣсяца этого года.

Инженеръ А. Бюлой.

## НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

**Исслѣдованія колебанія свѣта лампъ, питаемыхъ переменнымъ токомъ.** Измѣренія производились въ физической лабораторіи московскаго Университета студентомъ Плотниковымъ при помощи фотометра Луммеръ-Бродгуна, изъ трубки котораго были вынуты окуляръ и придѣлано пробковое кольцо съ плоскимъ зеркальцемъ подъ угломъ 45° къ оси трубки и указательной стрѣлкой. Единицей сравненія служили двѣ лампочки накаливанія, питаемыя батареями аккумуляторовъ. Для того, чтобы производить измѣренія не въ теченіе всего времени прохожденія тока, а только въ извѣстные моменты, соответствующіе опредѣленной фазѣ тока, служило слѣдующее приспособленіе: на ось синхроннаго трехфазнаго 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 производящимъ 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 соответственно перемѣщая глазъ, можно было фотометрировать источникъ свѣта для различныхъ фазъ тока. Сдѣлано было два ряда изслѣдованій: одинъ для дуговой лампы въ 20 амп., причѣмъ въ цѣпи отъ 120



Фиг. 26.

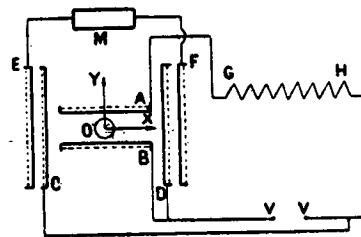
вольтъ были включены послѣдовательно три лампы и сопротивление около 1 ома; другой рядъ — съ лампочкой накаливанія въ 16 свѣчей. Результаты выражены графически на кривой фиг. 26, принимая максимальную яркость за 100; каждая кривая представляетъ собой среднюю изъ 4 отдѣльно измѣренныхъ кривыхъ. Изъ этихъ наблюденій слѣдуетъ, что яркость свѣта дуговой лампы при питаніи переменнымъ 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 желѣзо является электроположительнымъ по отношенію къ обыкновенному. Пайль изслѣдовала 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  $\frac{1}{10}^{\circ}$ . Электроды состояли изъ проволоки мягкаго желѣза, толщиною 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 направленію магнитнаго поля. Изъ полученныхъ чиселъ можно вывести слѣдующее. Вызываемая намагничиваніемъ электродвижущая сила мягкаго желѣза возрастаетъ съ повышеніемъ 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  $66^{\circ}$ . Вліяніе температуры тѣмъ значительнѣе, чѣмъ сильнѣе напряженіе маг-

нитнаго поля; такъ, въ полѣ 500 ед. электродвижущая сила при повышеніи температуры съ  $12^{\circ}2$  до  $66^{\circ}$ , 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  $30\%$ . 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 немагниченному всегда электроотрицателенъ.

**Магнитная проницаемость платины при температурѣ жидкаго воздуха.** Въ виду того извѣстнаго явленія, что магнитная проницаемость желѣза сильно уменьшается съ повышеніемъ температуры, Манцетти и Селла занялись изслѣдованіемъ вопроса, не отказывается 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, т. е. расположеніе приборовъ по этому методу изображено 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, причѣмъ въ цѣпи катушки AB находится индуктивное сопротивление GH. Вокругъ DC имѣется еще третья катушка EF, замкнутая чрезъ переменное сопротивление M, внутри котораго подвѣшенъ (на кварцевой нити) очень легкій алюминиевый цилиндрикъ съ прикрѣпленнымъ къ нему зеркальцемъ. Вращающееся магнитное поле, возникающее при прохожденіи тока, благодаря разности фазъ катушекъ AB и CD, приводитъ во вращеніе цилиндрикъ; измѣняя сопротивление M, можно эту разницу уничтожить, но при измѣненіи самоиндукціи GH синхронизмъ фазъ опять нарушается, и цилиндрикъ 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 брусокъ, 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'Elettrecista 1900 г.).

**О дѣйствіи рентгеновскихъ лучей на проводники и изоляторы.** Нѣсколько времени тому назадъ Макъ-Леннанъ нашелъ, что въ разрядныхъ газахъ положительно заряженные проводники разряжаются подѣ дѣйствіемъ X-лучей совершенно, отрицательные же лишь до извѣстнаго предѣла. Это какъ-бы указываетъ на то, что разсѣиваніе

электрических зарядов при действии X-лучей обуславливается не только ионизацией воздуха, пронизанного этими лучами, но и еще каким-нибудь другим свойством лучей. Семенов произвел поэтому несколько опытов, в которых было устранено прямое действие ионизированного воздуха на заряженное тело. Герметически закрытый электроскоп был защищен от X-лучей несколькими, довольно толстыми, свинцовыми экранами; через крышку электроскопа проходила тонкостенная стеклянная трубка, запаянная с обоих концов и наполненная чистой ртутью; нижний конец трубки сообщался, через посредство платиновой проволоки, с листочками электроскопа; трубка со ртутью была покрыта медным цилиндром — чехлом, снабженным алюминиевым окошком. Таким образом, ионизированный воздух нигде не приходил в прикосновение с металлическими, сообщающимися с листочками, частями электроскопа; тем не менее оказалось, что под действием X-лучей заряженный перед опытом электроскоп терял часть своего разряда, а, наоборот, листочки незаряженного электроскопа расходились. В обоих случаях электроскоп разряжался совершенно при прикосновении руки к стеклянной трубке со ртутью. Из этого г. Семенов заключает: 1) что ионизация воздуха рентгеновскими лучами является не единственной причиной разряда проводников и 2) что стекло под действием X-лучей поляризуется. По мнению г. Семенова, X-лучи представляют собой лучи отрицательного электричества; потеря положительных зарядов совершается вследствие взаимной нейтрализации разноименных электричеств, потеря же отрицательных, вследствие того, что проводники, на которые падают X-лучи, становятся сами очагами лучеиспускания (испускание вторичных, третичных и т. п. лучей доказано Саньяком).

(С. R. т. CXXXII).

**Физиологическое действие радиевых лучей.** Гизель первый заметил, что радиевые лучи оказывают физиологическое действие, подобное действию Рентгеновских лучей, вызывая ожоги кожи. Беккерель и Кюри описывают это действие подробно. Беккерель держал в кармане жилета, в продолжение около 6 часов, запаянную стеклянную трубку с несколькими дигр. радиоактивного хлористого бария (обладавшего активностью в 800000 раз большей активности урана); трубка была завернута в бумагу и вложена в картонную коробку. 9 дней спустя, на коже под карманом появилось красное пятно, очертания которого приблизительно воспроизвели форму трубки; затем кожа в этом месте начала отпадать и образовалась ранка, затянувшаяся, при лечении пластырем, только по истечении 49 дней после действия лучей. Другой раз подобная же ранка появилась спустя 34 дня после действия радиевых лучей, продолжавшегося не более одного часа. Легкие ожоги при работе с радиоактивными веществами вызываются довольно часто; концы пальцев, держащих трубки или коробки с этими препаратами, легко твердеют и в них иногда испытывается очень сильная боль.

(С. R. т. CXXXII).

**О некоторых конструкциях передатчика в беспроволочном телеграфе.** В дополнение своей первой статьи о беспроволочном телеграфе \*) проф. Ф. Браун дает несколько других конструкций передатчика, указывая, в то же время, на то, что число конструктивных вариаций может быть очень велико.

1. *Индуктивное возбуждение.* Обыкновенно один конец передатчика совершенно изолирован от

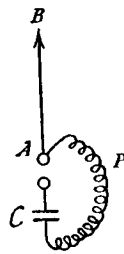
земли. Спираль передатчика, в которой возбуждаются индукцией волны, может находиться не только в конце, но и ближе к его средине. Нижний (или также верхний) конец передатчика может быть соединен с землей, прямо или через посредство самоиндукции или подходящей емкости, или искрового промежутка и т. д. Удобная форма конструкции показана на фиг. 28, где искровой промежуток  $\gamma$ , установленный на максимальную длину удара, позволяет слать за правильным функционированием передатчика; искровой промежуток можно было бы также переместить к нижнему концу  $\alpha$  спирали, в которой возбуждаются волны. Другая конструкция, без сообщения с землей, но с искровым промежутком  $F$  изображена на фиг. 29. Преимущество кон-



Фиг. 28.



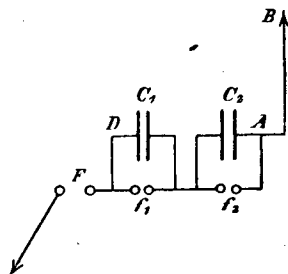
Фиг. 29.



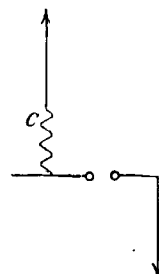
Фиг. 30.

струкций без сообщения с землей состоит в отсутствии влияния на соседние телефонные станции.

2. *Прямое возбуждение.* Конструкция до известной степени, сходная с конструкцией Слаби, изображена на фиг. (30 \*). Здесь, как в передатчике Слаби, волны возбуждаются прямо разрядом конденсатора  $C$ ; но индукционная катушка  $P$  расположена не у верхнего, а у нижнего конца посылающей мачты  $AB$ . В конструкции Слаби передатчик, по виду возбуждения волн, представляет аналогию с органной трубой, закрытой с одного конца  $B$ , но имеющей здесь небольшое отверстие; в передатчике же Брауна конец  $B$  зарыт совершенно и потому отражение волн здесь полное т. е. интенсивность колебаний больше. При прямом способе возбуждения, так и при индуктивном, можно отвести какую-нибудь точку к земле, прямо или чрез



Фиг. 31.



Фиг. 32.

искровой промежутка, как то изображено на фиг. 31, где волны возбуждаются двумя конденсаторами  $C_1$  и  $C_2$ , причём число последних может быть и больше.

3. Что касается самого передатчика, то его вид и периодичность собственных колебаний (Eigenschwingung) могут быть, как известно, в широких пределах изменены включением самоиндукции и емкости. Этим пользуются в особенности для уменьшения высоты передатчика. Самоиндукция, включенная в начало передатчика, как напр. на

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

(Elektrotechn. Zts. 1901, № 23).

**Объ электролитической поляризации нѣкоторыхъ электродовъ.** Чиоммо изслѣдовалъ поляризацию электродовъ, погруженныхъ въ растворъ соли того-же металла, изъ котораго состоятъ сами электроды. Какъ известно, въ этомъ случаѣ поляризация очень слаба. Чиоммо началъ съ изслѣдованія поляризации серебряныхъ электродовъ въ растворѣ азотнокислаго серебра, пользуясь слѣдующимъ методомъ. Конденсаторъ заряжался батареей даніелевскихъ элементовъ, число которыхъ (т.-е. и разрядъ конденсатора) мѣнялось, и затѣмъ разряжался определенное время черезъ серебрянный вольтметръ, который тотчасъ-же разряжался чрезъ баллистическій гальванометръ. Эти измѣренія показали, что серебряные электроды въ растворѣ азотнокислаго серебра поляризуются по тому-же закону, что и неразстворимые электроды; электродвижущая сила поляризации представляетъ функцію 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 пропорціональна поверхности электрода. Съ повышениемъ температуры электродвижущая сила поляризации при равныхъ прочихъ условіяхъ, уменьшается. Налетъ, которымъ серебро покрывается на воздухѣ, повышаетъ электродвижущую силу поляризации. Максимальная величина послѣдней была найдена 0,064 вольтъ.

(Nuovo Cimento 1900).

## ОБЗОРЪ.

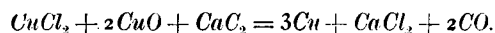
**Изслѣдованія надъ электролизомъ хлористощелочныхъ растворовъ по способу „колокола.“** Въ обзорѣ электрохиміи за 1900 г. \*) упоминалось о новомъ способѣ („Glockenverfahren“) электролитическаго производства щелочей и хлора, обходящемся безъ употребленія диафрагмъ или ртутныхъ катодовъ и съ успѣхомъ примѣняемомъ на заводѣ въ Ауссигѣ (Австрія). Г. Адольфъ произвелъ недавно рядъ изслѣдованій надъ этимъ способомъ, которые показали, что, при соблюденіи нѣкоторыхъ предосторожностей, онъ даетъ гораздо болѣе благоприятные результаты, чѣмъ способы съ диафрагмой. Внутри колокола, отдѣляющаго аноды отъ катодовъ, образуется довольно рѣзко ограниченный, нейтральный слой жидкости, отдѣляющей собой растворъ, насыщенный хлоромъ, отъ щелочнаго раствора; этотъ слой легко замѣтитъ на-глазъ, такъ какъ въ немъ взвѣшены частицы минеральныхъ веществъ, входящихъ въ составъ угольныхъ анодовъ, растворенныя образующейся у анодовъ кислотой и затѣмъ осажденныя обратно щелочью. Если электролизуемая жидкость находится въ покоѣ, то этотъ слой, вслѣдствіе диффундированія 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  $\frac{1}{2}$  см.; но когда въ анодное отдѣленіе вводится, съ соотвѣствующей скоростью, свѣжій растворъ соли, то пограничный слой становится почти неподвижнымъ. Значеніе притока раствора къ анодамъ прекрасно иллюстрируется слѣдующими цифрами.

по истеченіи	напряжение тока у зажимовъ въ вольтахъ.	% $\text{CO}_2$ въ хлорѣ	% O въ хлорѣ.
2 часовъ	4,0	2,5	0,6
24 „	4,08	3,2	1,0
48 „	4,29	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 опытѣ, къ которому относятся эти цифры, растворъ въ теченіе первыхъ двухъ сутокъ электролиза оставался въ покоѣ, затѣмъ была установлена циркуляція. Приведенныя 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 82,9%; употребившійся растворъ содержалъ въ себѣ 27,5% хлористаго калия, послѣ электролиза 17,5%  $\text{KCl}$ , ок. 7,5% ѣдкаго калия и лишь небольшія количества хлорноватистокислой и хлорноватокислой солей.

(Zt. f. Electrochemie, 1901, № 44).

**Примѣненіе кальцій-карбида къ добыванію металловъ.** Въ „Chemiker-Zeitung“ Фредлихъ излагаетъ результаты опытовъ, производившихся фирмой Сименсъ и Гальске въ Берлинѣ, начиная съ 1899 года, надъ примѣненіемъ кальцій-карбида 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 получаютъ соотвѣтствующие сплавы. Такъ изъ смѣси хлористой мѣди, хлористаго цинка, окиси мѣди и окиси никкеля, подъ дѣйствіемъ карбида, легко получается нейзильберъ. 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 составленіи карбидомъ смѣси двухъ разныхъ металловъ не безразлично, какой изъ нихъ находится въ видѣ окиси, какой въ видѣ соли; такъ, смѣсь хлористой мѣди съ окисью никкеля возстановляется легче, чѣмъ смѣсь окиси мѣди и хлористаго никкеля.

Для приготвленія нѣкоторыхъ сплавовъ (напр. марганцовой и алюминіевой бронзы) требуется болѣе или менѣе сильное нагреваніе смѣси извнѣ. Карбидъ дѣйствуетъ возстановляюще также на сѣрно- и углекислыя соли; въ первомъ случаѣ образуется, впрочемъ, также и нѣкоторое количество сѣрнистаго металла.

Возстановленіе карбидомъ имѣетъ, по мнѣнію Фредлиха, большое практическое значеніе для извлеченія мѣди изъ богатыхъ пиритовыхъ рудъ. Руда обжигается, причемъ по возможности слѣдуетъ избѣгать образованія сѣрноокислой мѣди. Часть обожженной, т. е. содержащей мѣдь въ видѣ окиси, руды подвергается хлорующему обжигу съ поваренной солью; образуются дву-и, главнымъ образомъ, однохлористая соли мѣди, которыя смѣшиваются въ надлежащей пропорціи съ окисью мѣди и кальцій-карбидомъ. Выдѣленіе мѣди изъ этой смѣси, какъ уже сказано, не требуетъ нагреванія извнѣ и можетъ быть легко слѣдано непрерывнымъ. Теоретически для извлече-

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

ния одной тонны мѣди требуется: при употребленіи двухлористой мѣди—0,34 тонны карбида, при употребленіи одноклористой—0,25 т.; въ дѣйствительности карбида идетъ нѣсколько больше. Возстановительной способностью карбида можно пользоваться также для переработки смѣшанных свинцово-цинковыхъ рудъ, причемъ получается сплавъ свинца съ цинкомъ, перерабатываемый дальше обычными способами.

(Chemiker Zeitung. 1901, № 37).

**Къ вопросу о преимуществахъ трехфазнаго тока для передачи энергіи \*).** Преимущества передачи энергіи трехфазнымъ токомъ, съ точки зрѣнія расхода на мѣдь, считается въ настоящее время непреложной истиной.

М. Латуръ въ L'Ecl. El. 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 токъ 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 бытъ, 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. Не всѣли равно какова разность потенциаловъ между двумя проводами: она всегда будетъ достаточно высока для того, чтобы могли имѣть мѣсто несчастные случаи, и она не будетъ достаточною для того, чтобы въ случаѣ воздушной канализации опасаться разрушительныхъ разрядовъ черезъ воздухъ.

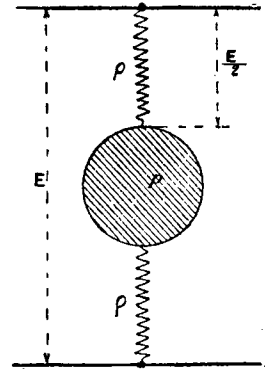
Кромѣ того, несчастные случаи и разрушительные разряды могутъ чаще имѣть мѣсто при трехъ проводахъ съ различнымъ напряженіемъ, чѣмъ при двухъ.

Единственное напряжение, которое нужно знать, въ дѣйствительности и для котораго выборъ тѣхъ или другихъ изоляторовъ и изоляцій кладесть предѣлъ, это напряжение линіи, несомое этими изоляторами и изоляціями линій. Для правильнаго сравненія однофазнаго \*\*) и трехфазнаго токовъ, надо предположить, что въ обоихъ случаяхъ пользуются одинаковой изоляціей и одинаковыми изоляторами, работающими подъ одинаковою разностью потенциаловъ. При этихъ условіяхъ, которыя одни и

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

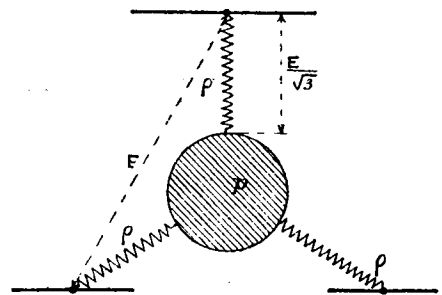
\*\*) Какъ извѣстно, соответственно трехфазнымъ токамъ, слѣдуетъ называть его двухфазнымъ. Какъ трехфазный токъ представляетъ три тока, сдвинутые на  $\frac{2\pi}{3}$  одинъ противъ другого и переносимыхъ по тремъ отдѣльнымъ проводамъ, такъ точно т. н. однофазный токъ представляетъ два тока, сдвинутые 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 указаннаго 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 токъ, или же, дѣлая, вслѣдствіе этого, эту изоляцію болѣе надежной, какъ будто пользуются болѣе высокимъ напряженіемъ при однофазномъ токъ. Возьмемъ, на примѣръ, случай воздушной линіи съ изоляторами, имѣющими сопротивление изоляціи  $P$ . Для простаго переменнаго тока необходимо два провода, два изолятора на столбъ  $P$  (фиг. 33), для трехфазныхъ токовъ — три провода и 3 изолятора (фиг. 34). Столбъ можетъ быть разсматриваемъ нейтральнымъ: онъ находится подъ потенциа-



Фиг. 33.

ломъ земли. При этихъ условіяхъ, если  $E$  разность потенциаловъ между проводами, то, при однофазномъ токъ, каждый изоляторъ долженъ переносить напряжение  $\frac{E}{2}$ ; для трехфазныхъ токовъ, при которыхъ расположеніе фиг. 34 соотвѣтствуетъ соедине-



Фиг. 34.

нію звѣздой трехъ сопротивленій съ изоляціей  $P$ , каждый изоляторъ долженъ, очевидно, переносить большее напряжение,  $\frac{E}{\sqrt{3}}$ . Такъ какъ разрушительныя дѣйствія на изоляцію пропорціональны квадрату напряжения, на нее дѣйствующаго, очевидно преимущество однофазнаго тока, при одинаковомъ напряженіи между проводами, съ точки зрѣнія сохранения этой изоляціи.

Но если изоляторы примѣняются при напряженіи  $E$  между проводами трехфазнаго тока, то они примѣнимы, при тѣхъ же условіяхъ дѣйствія, къ напряженію въ  $E' = \frac{2}{\sqrt{3}} E$  между про-

это новое напряжение, для простого переменного расходу на мѣдѣ будутъ одинаковыми для обоихъ токовъ. Кромѣ того, однофазный будетъ имѣть еще преимущества: на одну треть меньше изоляторовъ, на одну треть меньше потери въ линіи отъ неисправности изоляціи, на одну треть меньше расходы по содержанію линіи.

Однако же, для вполнѣ точнаго сравненія съ точки зрѣнія расхода на мѣдѣ, надо еще предположить одинаковыми расходы на изоляцію линіи, а также и одинаковыми потери отъ неисправности изоляціи. Изоляцію третьяго провода трехфазнаго тока можно разнести по равнымъ частямъ на 2 провода простого переменнаго. Три изолятора съ двойнымъ колоколомъ, можно замѣнить, напримѣръ, двумя изоляторами съ тройнымъ колоколомъ; вмѣсто трехъ проводовъ съ толщиной изоляціи въ 2 мм., возьмемъ 2 кабеля съ толщиной изоляціи въ 3 мм.

При этихъ условіяхъ сопротивленіе изоляціи  $\rho$  будетъ равно  $\frac{3}{2} \rho$  и понятно, что если предположить

одинаковое удѣльное разрушеніе изоляціи, то можно, при однофазномъ токъ, взять напряжение между проводами въ  $\frac{3}{2}$  раза большимъ, чѣмъ при трехфазномъ токъ, при одинаковыхъ расходу на изолировку и потеряхъ отъ неисправности изолировки. Такимъ образомъ, сравненіе однофазнаго тока съ многофазнымъ приводятъ къ экономіи въ 20—25% мѣди въ пользу однофазнаго тока \*). Что же касается проводимости и потерь въ пространство, то таковыя не въ пользу многофазнаго. При одинаковомъ напряженіи между двумя проводами линіи эти потери въ 3 раза больше при трехфазномъ токъ. Принимая при однофазномъ токъ напряженіе въ 1,5 раза большее, получимъ, разсматривая эти потери, что они будутъ еще незначительнѣе при однофазномъ на

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

Изъ всего сказаннаго слѣдуетъ, что съ точки зрѣнія экономіи въ устройствѣ линіи, превосходство трехфазныхъ токовъ является довольно призрачнымъ и что если освѣщеніе есть единственная цѣль передачи, то большой технической ошибкой является пользованіе трехфазными токами: лишь бесполезно увеличиваются расходы на изоляцію линіи. Однофазный переменный токъ, точно также какъ и постоянный, остаются всегда, съ точки зрѣнія расходовъ на передачу, наиболѣе выгодными токами.

Кромѣ того, извѣстно, что для одного и того же количества передаваемыхъ проводовъ повторяются тѣ же разсужденія при распредѣленіи, гдѣ однофазная трехпроводная система значительно выше трехфазнаго распредѣленія \*\*) (включеніе приемниковъ трехугольникомъ). Сравненіе между однофазнымъ и всѣми многофазными токами можно прослѣдить весьма легко. Вообще, принимаютъ во вниманіе, что расходы на изоляцію увеличиваются съ числомъ фазъ, причемъ токи, неточно называемые двухфазными, разсматриваются, 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 сѣченіе мѣди,—то

иногда является необходимымъ раздѣлить каждый проводъ на п отдѣльныхъ проводовъ. При этихъ условіяхъ является безразличнымъ пользованіе простымъ переменнымъ, или многофазнымъ до 2 п фазъ включительно,—такъ какъ считается болѣе выгоднымъ увеличивать число изоляторовъ, чѣмъ увеличивать ихъ изолирующую способность, другими словами, предпочитаютъ соединять изоляцію параллельно, а не послѣдовательно, не заботясь объ уменьшеніи мѣди, причемъ простые двухфазные токи разсматриваются 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 Англіи, восемь изъ Америки и 15 изъ Германіи. Цѣлью конкурса было выдѣлить трубку, наиболѣе отвѣчающую практическимъ цѣлямъ. Первое испытаніе, которому подвергались трубки, было испытаніе отчетливости даваемого ими очертанія непрозрачныхъ для рентгеновскихъ лучей предметовъ. Послѣ этого испытанія было исключено около 75% трубокъ, которыя давали неясныя очертанія, несмотря на то, что нѣкоторыя изъ нихъ были снабжены важными приспособленіями для пропусканія сильныхъ разрядовъ и регулированія степени разряженія находившагося въ нихъ газа. Далѣе испытывалось дѣйствіе трубокъ на фотографическую пластинку и проникающая способность испускаемыхъ ими лучей. Въ концѣ концовъ лучшею была признана трубка, доставленная фирмою Кокса въ Лондонѣ. Трубка эта изготовлена Мюллеромъ въ Гамбургѣ; стоитъ она 18 шиллинговъ 6 пенсовъ, т. е. на наши деньги около 10 рублей.

**Примѣненіе алюминиевыхъ проводовъ для передачи силы.** Недавно фирма „A. E. G.“ закончила въ Помпейской долинѣ въ Италіи установку для передачи работы, въ которой всѣ провода сдѣланы изъ алюминія. Въ установку входятъ 3 горизонтальныя турбины по 150 л. с. и столько-же альтернаторовъ трехфазнаго тока напряженіемъ въ 3000 вольтъ. Энергія передается въ Помрежі, Sarmo и въ Terra Annunziata по тремъ кабелямъ изъ алюминія. Первая линія длиною въ 3 км., вторая—въ 15 км. и третья—въ 3½ км. Примѣняется энергія, главнымъ образомъ, на мѣстныхъ макаронныхъ фабрикахъ.

(Z. f. Electrot. 1901 г.)

**Несчастный случай отъ электрическаго тока.** „Приазовскому краю“ сообщаютъ изъ Новороссійска, что на желѣзнодорожной 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 движеніе ленту элеватора. Робачевъ не могъ оторвать рукъ отъ провода и въ теченіе двухъ минутъ подвергался дѣйствію тока. Когда было замѣчено несчастье, то токъ былъ прекращенъ, но Робачевъ обезсиленный упалъ на землю и убится на смерть. Сообщая объ этомъ, корреспондентъ добавляетъ, что по словамъ знавшихъ покойнаго, 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 сильнѣйшаго, чѣмъ можетъ вынести обыкновенный человѣкъ.

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

\*\*) Расходы на мѣдѣ относятся какъ 32, 25 и 75.



## БИБЛИОГРАФІЯ.

**П. Жанэ. Основные принципы промышленного электричества.** Сочинение, увѣнчанное французской академіей наукъ. Переводъ съ 3-го французскаго изданія **М. Габерцетель и Е. Лекачевскаго.** Изданіе переводчиковъ. С.-Петербургъ. 1901. II. 2 руб. 40 к. VIII+326 стр.

Въ журналѣ „Электричество“ было уже въ свое время \*) сообщено о французскомъ изданіи книги П. Жанэ. Тогда было указано о желательности перевода этой книги на русскій 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 чемъ суть дѣйствій этихъ приборовъ.

Жанэ справился со своею задачею замѣчательно 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 знакомые технику генераторы и приемники электрической энергіи; затѣмъ, эти приборы наполняются токомъ, въ этомъ токѣ „кулонъ“ „падаетъ“ на известное 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 энергію (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 теоретическія представленія истолковываются на мѣткихъ примѣрахъ, поставленныхъ на совершенно жизненную почву практичности, точности и т. п.

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

Однако не слѣдуетъ думать, что книга г. Жанэ приводитъ читателя только къ „вульгаризованному“, или, какъ говоритъ одинъ известный педагогъ, „стерилизованному“ знанію; она проникнута выясненіемъ основъ всего дѣла—механическихъ принциповъ—которымъ посвящена вся первая глава (стр. 25—38). Гдѣ возможно, авторъ не опускаетъ точнаго изложенія причинъ, примѣромъ чему 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, которые 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 дороговизна цинка сравнительно съ углемъ; ничего не упомянуто о количествѣ тепла, освобождающагося

при образованіи  $\text{CO}_2$ ; вопросъ объ этомъ не минуемо является 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 „цѣликомъ 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 вольтметра, 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 (?); подобныя же фразы на стр. 163, 165; на стр. 162 встрѣчаемся съ тавтологіей (второй абзацъ сверху).

Несомнѣннымъ, хотя и небольшимъ, недостаткомъ перевода является буква М. предъ фамиліею Фора (стр. 141 и слѣд.); ужъ не „мосьѣ“-ли? Изобрѣтателя известнаго аккумулятора звали Камилломъ. Напрасно переводчики примѣняютъ терминъ: сила тока; это—обычное, но весьма неудачное выраженіе; пора бы замѣнить другимъ: „величина тока“; любители чистоты рускаго языка будутъ недовольны „бобинами“ и „борнами“, разсыпанными повсюду въ текстѣ, хотя, правда, между техниками эти слова получили большое распространеніе; этого нельзя сказать про выраженіе „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 детального вниманія.

Изданіе книги вполне хорошее.

*В. Лебединскій.*

## НОВЫЯ КНИГИ.

**Влад. Ржевскій. Къ вопросу о хозяйственномъ способѣ устройства и эксплуатаціи городскихъ электрическихъ (центральныхъ) станцій.** Докладъ, читанный 26 февраля 1901 года въ засѣданіи электрической группы Московск. отд. II. 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 фр. (около 4 р.).

**La célérité des ébranlemens de l'éther,** par L. Décombe, docteur ès sciences. Scientia, Juillet 1900. 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'Electricité (Paris, 18—25 Août 1900). Rapports et procès-verbaux, publiés par les soins de M. F. Hospitalier, rapporteur général. Paris. Gauthier Villars, imprimeur—libraire. Paris. 1901.

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