

качество члена, Корню принималъ дѣятельное участие въ редакціи Ежегодника, издаваемого этимъ Бюро (Annuaire publié par le Bureau des Longitudes). Его статьи въ Ежегодникѣ: Unités électriques, Sur la corrélation des phénomènes d'électricité (1893), Sur les forces à distance et les onduations (1896), Le transport électrique de la force (1901), Les machines génératrices d'électricité и особенно послѣдняя его статья (въ 1902 г.). — Les courants polyphasés — доказали намъ, какого блестящаго знатока оптическихъ и электрическихъ явленій и ихъ замѣчательнаго популяризатора такъ преждевременно потеряла наука.

Н. Е.

БИБЛЮГРАФІЯ.

Василій Первенко. Мысли о теплотѣ и электричествѣ, какъ о единой силѣ въ природѣ. Выпускъ I. Всемирное тяготѣніе и движеніе планетъ, какъ слѣдствіе могущества солнечной лучесферы. Киевъ. 1901 г. 177 стр., въ 8 б. д. Л. Цѣна 1 р. 50 к.

Г. Первенко въ 1879 году на Карскихъ высотахъ замѣтилъ сильныя искры при треніи шерстяной куртки о горячую парусину палатки; это было его „первое крещеніе электричествомъ“. Онъ сталъ задумываться надъ причиною всѣхъ явленій, и докладъ „проф. Пеллата“ во французской академіи о связи атмосфернаго электричества съ испареніемъ довершилъ дѣло: „тлѣвшійся до сихъ поръ огонекъ мысли вдругъ вспыхнулъ бурнымъ пламенемъ“. Передъ нами первый томъ результатовъ этой умственной эволюціи автора; одолѣть 177 стр. напряженной, не всегда грамотной рѣчи весьма трудно, да и содержаніе ея не входитъ въ область интересовъ нашего журнала; представляемъ любителямъ безпочвенныхъ умозрѣній ринуться съ авторомъ въ бездну вопросовъ: отчего земля вертится, отчего луна обращена къ землѣ всегда одною стороною, отчего лунатики съ такою легкостью продѣлываютъ гимнастическіе фокусы, къ чему служитъ шаровидная форма нашего черепа и т. т. и т. д. Все это объясняется свойствами упругой лучесферы.

Авторъ общаетъ второй томъ, гдѣ будутъ изложены его электрическаго открытія — преобразование электричества изъ теплоты „безъ всякаго участія двигателей и электрическихъ генераторовъ“, способъ „не только телеграфировать, но и разговаривать на очень даже большія разстоянія безъ проводовъ“, а равно „и многое другое, представляющее новизну и пока еще ничѣмъ не охраненную собственность“.

Подождемъ — увидимъ, а пока книгу г. Первенко особенно не рекомендуемъ начинающимъ физикамъ.

В. Л.

Рельсы электрическихъ желѣзныхъ дорогъ. Статья инженера путей сообщенія Г. Д. Дубелира *), Москва. 1902 г. 60 стр. въ 8 д. л. 33 чер. въ текстѣ. Цѣна 50 коп. Складъ изданія въ кн. маг. К. Рикера. Спб.

Авторъ разсматриваемой брошюры поставилъ себѣ задачей разоборать вопросы о системахъ и размѣрахъ рельсъ, которые слѣдовало бы примѣнять какъ для электрическихъ трамваевъ, такъ и вообще для электрическихъ желѣзныхъ дорогъ, примѣнительно къ нашимъ условіямъ. Съ этой цѣлью онъ

*) Отдѣльный оттискъ изъ „Записокъ Московскаго отдѣленія И. Р. Т. О.“.

обращается къ опыту Западной Европы и Америки, гдѣ рѣшеніе этихъ вопросовъ выдѣлалось уже въ болѣе или менѣе опредѣленную форму и затѣмъ разсматриваетъ поскольку полученныхъ данныя могутъ служить для примѣненія у насъ.

Выяснивъ различіе между электрической и паровой тягой по отношенію къ рельсамъ и верхнему строенію, г. Д. объясняетъ кажущійся сначала страннымъ фактъ, что для электрическихъ жел. д. съ болѣе легкимъ подвижнымъ составомъ и меньшими скоростями примѣняются болѣе тяжелые рельсы, затѣмъ указываетъ на тѣ требованія, которыя могутъ быть предъявляемы къ трамвайнымъ рельсамъ, причемъ приводитъ тутъ же теоретическую повѣрку прочности рельса, какъ балки, и въ смыслъ передачи имъ давленія отъ вагона на верхнее строеніе. Тутъ же выясняется вопросъ о долговѣчности рельса, сравненіемъ износа рельсъ трамваевъ и обыкновенныхъ паровыхъ жел. дор. Въ виду того, что для трамваевъ, въ случаѣ отсутствія отдѣльнаго полотна и необходимости замащиванія его, не представлялось возможнымъ примѣнять обыкновенныя Виньольевскіе рельсы, былъ выработанъ типъ желобчатыхъ рельсъ. У насъ въ Россіи вопросъ о примѣненіи той или другой системы подобныхъ рельсъ сталъ не въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, а лишь въ зависимости отъ прокатки ихъ на нѣмецкихъ заводахъ, такъ что и въ этомъ случаѣ Россія просто переняла съ Германіи, не сообразуясь съ отличіемъ нашихъ условій отъ тамошнихъ. Это кажется г. Д. ненормальнымъ и онъ доказываетъ, что типъ желобчатыхъ рельсъ, желательный къ примѣненію у насъ, сильно отличается отъ германскаго и приближается скорѣе къ американскому.

Переходя затѣмъ къ коничной обточкѣ бандажъ колесныхъ скатовъ, принятой на паров. жел. дор. авторъ доказываетъ бесполезность и даже вредъ ея для трамваевъ.

Примѣненіе виньольевскихъ рельсъ для электр. жел. д. является возможнымъ лишь когда таковы имѣютъ свое полотно (напр. пригородн. и междугородн. а также и эл. ж. д. типа Metropolitan). Въ этомъ отношеніи наши провинціальныя города оказываются въ благопріятныхъ условіяхъ, вслѣдствіи большаго количества незамощенныхъ утлп на которыхъ рельсы могли бы быть уложены на одной изъ сторонъ съ замощеніемъ лишь перѣздовъ, — что значительно сокращаетъ расходы на верхнее строеніе, и даетъ также возможность увеличить скорость, вслѣдствіе отсутствія экипажѣ ѣдущихъ по полотну. Разсматриваемая брошюра заканчивается разборомъ существующихъ типовъ желобчатыхъ рельсъ; въ концѣ приведены таблицы размѣровъ, распределенія массъ и сравнительной прочности примѣняемыхъ на электр. ж. д. рельсъ.

Изъ сказаннаго видно, что г. Д. весьма удачно справился съ задачей. Вопросъ о рельсахъ для электр. ж. д. хотя и разбирается во многихъ иностранныхъ сочиненіяхъ, но вездѣ въ качествѣ отдѣла, въ русско-же технической литературѣ, а тѣмъ болѣе не переводной, мы не имѣемъ даже и этого. Поэтому наша кажется, что разсматриваемая брошюра инженера Г. Дубелира должна оказать большія услуги нашимъ инженерамъ въ смыслѣ болѣе рациональнаго выбора рельсъ для нашихъ условій работы, что является однимъ изъ залоговъ, какъ технической, такъ и экономической эксплуатаціи электр. ж. д.

Г. Д. общаетъ въ дальнѣйшемъ обратиться къ разсмотрѣнію вопросовъ о стыкахъ, верхнемъ строеніи и другихъ вопросовъ устройства пути электрическихъ ж. д.; намъ остается пожелать, чтобы примѣненіе автора было выполнено такъ же удачно, въ возможно скоромъ времени.

—Я.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Измѣненіе скорости многофазныхъ асинхроничныхъ электродвигателей.

(статья инженеръ-технолога А. Потемки.)

Трудность найти экономичный способъ измѣненія скорости асинхроничныхъ электродвигателей переменнаго тока есть едва ли не единственный ихъ недостатокъ по сравненію съ двигателями постоянного тока. Во многихъ случаяхъ постоянство скорости многофазныхъ двигателей является ихъ достоинствомъ, но иногда бываетъ желательно имѣть возможность измѣнять число оборотовъ якоря въ довольно широкихъ предѣлахъ (до 1 : 10 и даже 1 : 20). Подобныя требованія при передачѣ энергии къ машинамъ-орудіямъ встрѣчаются довольно рѣдко (вышеприведенныя числа относятся къ книгопечатнымъ станкамъ и ситценабивнымъ каландерамъ) и въ большинствѣ случаевъ могутъ быть удовлетворены механическимъ способомъ; особенно же важно имѣть возможность мѣнять число оборотовъ якоря, хотя и не въ такихъ широкихъ предѣлахъ, въ подъемныхъ механизмахъ и въ двигателяхъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ. Широкое примѣненіе многофазныхъ двигателей въ подъемникахъ и возрастающее число линий желѣзныхъ дорогъ, пользующихся переменнымъ токомъ, дѣлаютъ этотъ вопросъ очень важнымъ.

Оставляя въ сторонѣ механической способъ, мы имѣемъ въ своемъ распоряженіи три способа измѣненія числа оборотовъ асинхроничныхъ двигателей:

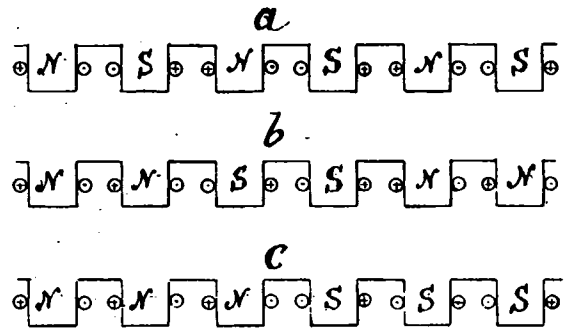
- 1) измѣненіе числа періодовъ въ первичной цѣпи;
- 2) измѣненіе числа полюсовъ двигателя;
- 3) измѣненіе скольженія *).

Первый способъ пущо не исключитъ изъ разсмотрѣнія влѣдствіе его нецѣлѣсообразности, такъ какъ измѣненія числа періодовъ можно достигнуть только измѣняя число оборотовъ генератора, что практически невыполнимо уже потому, что одинъ и тотъ же генераторъ обыкновенно

питаетъ нѣкую серію двигателей. На практикѣ примѣняются только два послѣднихъ способа.

1. Измѣненіе числа полюсовъ. Измѣненіе числа полюсовъ позволяетъ измѣнять число оборотовъ двигателя, хотя скачками, но въ очень широкихъ предѣлахъ.

На фиг. 1 схематически показано измѣненіе числа полюсовъ n на $\frac{n}{2}$ и на $\frac{n}{3}$, и слѣдовательно увеличеніе въ скорости въ 2 и 3 раза. На фиг. 1а показано направленіе тока для случая n по-



Фиг. 1.

люсовъ (кружокъ съ крестикомъ—токъ, уходящій отъ наблюдателя, кружокъ съ точкой—токъ, направленный къ нему); мѣняя это направленіе въ полюсныхъ выступахъ 2, 3; 6, 7 (фиг. 1б) и т. д. получимъ систему $\frac{n}{2}$ полюсовъ, такъ какъ каждыя два сосѣдніе одноименные полюса образуютъ одинъ полюсъ. Подобнымъ же образомъ, мѣняя направленіе тока въ полюсныхъ выступахъ 2, 5, 8 и т. д., получимъ систему $\frac{n}{3}$ полюсовъ.

Какъ примѣръ, приведемъ способы измѣненія числа полюсовъ Е. Цилля*) и Р. Далантера**).

На фиг. 2, 3 и 4 представлена схема обмотки статора, способнаго создавать 8-ми и 4-хъ полюсное поле, по системѣ Цилля.

Когда тройной коммутаторъ поставленъ въ положеніе $e-f, c-d, a-b$ (фиг. 2), двигатель имѣетъ восемь полюсовъ, даетъ при пускѣ въ холъ нормальный вращающій моментъ, и, предполагая

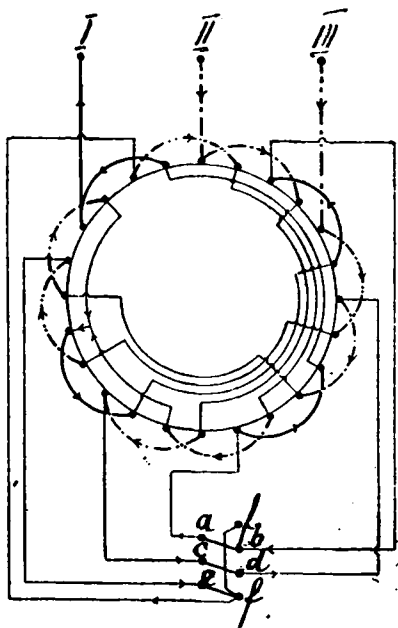
*) E. Ziel. E. T. Z. 1898.

**) R. Dahlander. E. T. Z. 1897.

*) Скольженіемъ будемъ называть отношеніе $s = \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1}$, гдѣ ω_1 — скорость вращенія поля статора, ω_2 — скорость вращенія ротора.

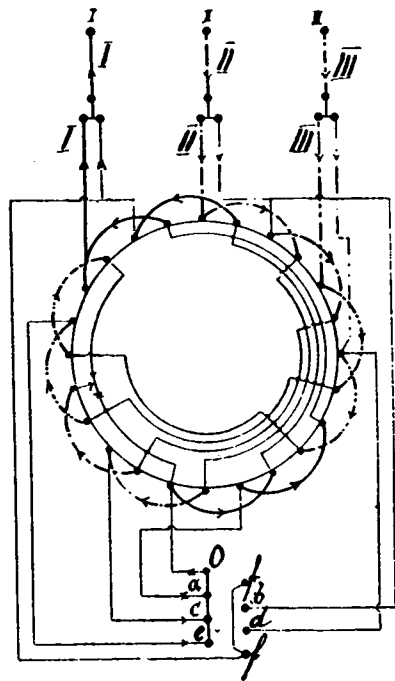
число периодов $\sim = 50$, развивает нормальную мощность приблизительно при 700 оборотах в минуту.

иметь четырех-полюсное расположение, но при том же токе в роторе получим двойной начальный вращающий момент и несколько бо-



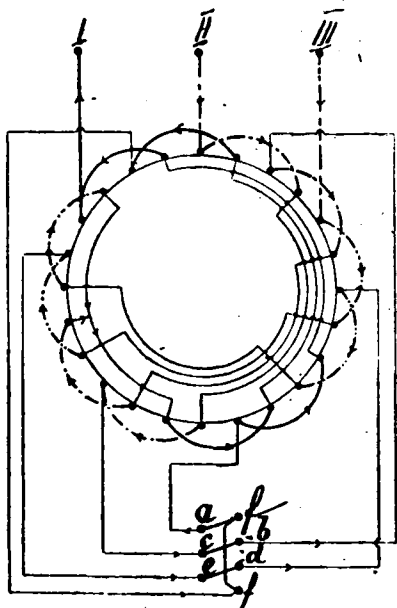
Фиг. 2.

При положении коммутатора e-d, c-b, a-f (фиг. 3) двигатель работает как четырех-полюсный, и при том же токе в роторе дает половинный начальный вращающий момент, раз-

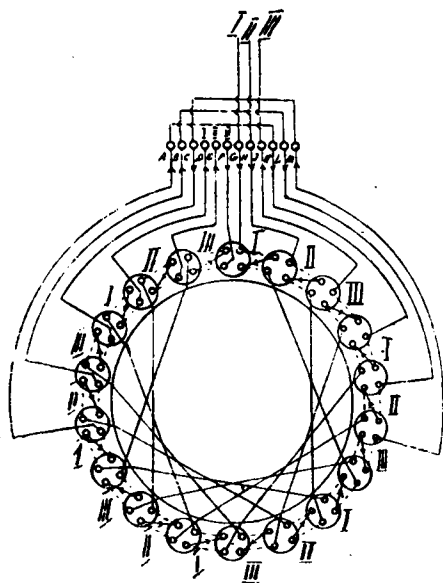


Фиг. 4.

ше двойной нормальной мощности при 1450 оборотах в минуту.



Фиг. 3.



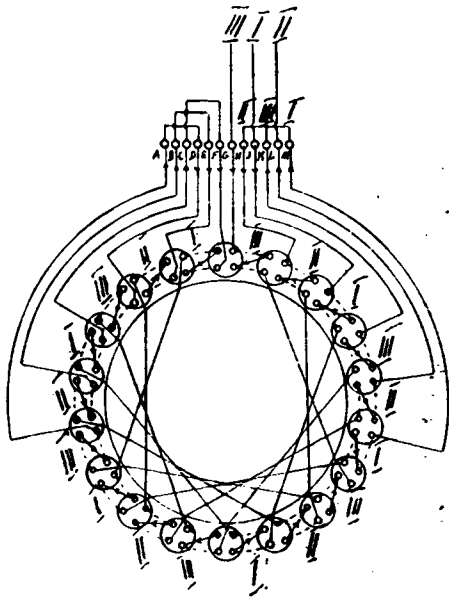
Фиг. 5.

вивая нормальную мощность, приблизительно при 1450 оборотах в минуту.

Если поставим коммутатор в положение e-c, a-b, d-f, и включим обмотку статора, как показано на фиг. 4, то по-прежнему будем

Обмотка статора системы Даландера представлена на фиг. 5 и 6. Фиг. 5 представляет шести-полюсное, фиг. 6 двенадцати-полюсное расположение. В обоих случаях ток при холостом ходе двигателя одинаков.

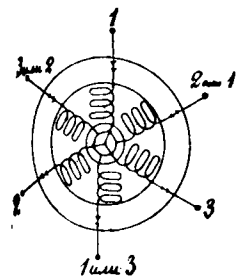
Какъ видно изъ чертежа, обмотка должна имѣть 12 зажимовъ для включенія во внѣшнюю сеть. Если бы мы пожелали устроить возбуж-



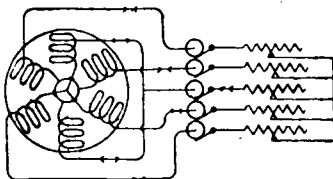
Фиг. 6.

дающую обмотку, способную создавать двух- и восьмиполюсное поле, число зажимовъ возросло бы до 24.

Вообще двигатели съ измѣняющимся числомъ полюсовъ удобно строить только съ короткозамкнутыми якорями, такъ какъ только эти якоря безразлично относятся къ числу полюсовъ поля, въ которомъ они вращаются и слѣдовательно применение описанныхъ системъ ограничивается двигателями малой мощности (10 л. с.) Устройство фазовыхъ якорей съ переменнымъ числомъ полюсовъ еще болѣе усложняетъ конструкцию подобныхъ двигателей. Какъ на примѣръ двигателя съ фазовымъ якоремъ можно указать на систему Шуккерта, схема которой представлена на фиг. 7 (статоръ) и 8 (роторъ). Обмотка



Фиг. 7.



Фиг. 8.

статора имѣетъ шесть катушекъ съ шестью зажимами для включенія въ сеть. Три катушки черезъ одну соединены всегда съ одними и тѣми же фазами; фазы промежуточныхъ катушекъ мѣняются для переменн числа полюсовъ. Для

четырехъ полюсовъ фазы включаются въ слѣдующемъ порядкѣ: 1, 2, 3; 1, 2, 3; для двухъ полюсовъ — фазы: 1, 1; 3, 3; 2, 2. Въ роторѣ, какъ видно изъ эскиза, необходимо имѣть, по крайней мѣрѣ, пять контактныхъ колецъ.

Къ достоинствамъ разсматриваемаго способа измѣненія скорости нужно отнести постоянный коэффициентъ полезнаго дѣйствія при различныхъ скоростяхъ.

Къ недостаткамъ: уменьшенія $\cos\varphi$ при увеличеніи числа полюсовъ, сложности конструкции и поэтому относительно высокая цѣна. Причина перваго недостатка заключается въ увеличеніи коэффициента утечки; коэффициентъ этотъ σ можетъ быть съ достаточной точностью представленъ формулой Беренда (Behrend)

$$\sigma = c \frac{\delta}{l}$$

гдѣ c —коэффициентъ постоянный для даннаго двигателя, зависящій отъ размѣровъ желѣзныхъ частей и, главнымъ образомъ, отъ формы гнѣздъ статора и ротора, δ —радиальный размѣръ между желѣзными пространствами и l —длина полюснаго шага по окружности.

Если D внутренній диаметръ статора и $2p$ число полюсовъ, то

$$l = \frac{\pi D}{2p}$$

и, слѣдовательно,

$$\sigma = \frac{2c\delta}{\pi D} p \dots \dots \dots (1)$$

Какъ извѣстно

$$\cos\varphi_{\max} = \frac{1}{1 + 2\sigma}$$

Подставляя сюда σ изъ (1) имѣемъ

$$\cos\varphi_{\max} = \frac{1}{1 + \frac{4c\delta}{\pi D} p} \dots \dots \dots (2)$$

Изъ полученнаго выраженія (2) для $\cos\varphi_{\max}$ мы видимъ, что эта величина, а значитъ и вообще величина $\cos\varphi$ или показатель мощности, соответствующая одному и тому же току, уменьшается съ увеличеніемъ p . Чтобы уменьшить вліяніе измѣненія числа полюсовъ на измѣненіе показателя мощности, очевидно нужно дѣлать D возможно большимъ, а δ возможно малымъ.

2. Измѣненіе скольженія. Измѣненія скольженія проще всего можно достигнуть измѣненіемъ вида кривой моментовъ вращенія, что въ свою очередь достигается включеніемъ сопротивленія въ первичную или вторичную цѣпь двигателя. Въ первомъ случаѣ моменты измѣняются приблизительно пропорціонально квадратамъ напряженій на зажимахъ. Оба эти способа сильно понижаютъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія, и поэтому могутъ применяться съ выгодой только на короткое время при пускѣ двигателя въ ходъ. Включеніе сопротивленія во вторичную цѣпь слѣдуетъ предпочитать, такъ какъ добавочное сопротивленіе въ первичной цѣпи, по-

нижая коэф. пол. д., понижаетъ также показатель мощности и максимальный вращающій моментъ, тогда какъ отъ сопротивленія якоря эти величины не зависятъ.

Теорія вліянія добавочныхъ сопротивленій на величину скольженія достаточно извѣстна и останавливаться на ней мы не будемъ.

Экономичнѣе измѣненія скольженія можно достигнуть, составляя группы изъ нѣсколькихъ механически связанныхъ между собою двигателей и соединяя ихъ различными способами.

3. Параллельное соединеніе двигателей. Представимъ себѣ нѣсколько двигателей съ числами полюсовъ $2p_1 \dots 2p_i \dots 2p_n$, роторы которыхъ связаны механически такъ, что число оборотовъ ихъ одинаково. Если при холостомъ ходѣ во вѣдшую цѣпь включенъ одинъ какой нибудь статоръ, вся система будетъ вращаться съ синхронною скоростью (если пренебречь потерями на треніе и гистерезисъ), соответствующую числу полюсовъ этого статора. Если включимъ нѣсколько (i) возбуждающихъ обмотокъ, то очевидно двигатели съ большимъ числомъ полюсовъ будутъ тормазить двигатели съ меньшимъ числомъ, и вся система будетъ вращаться со скоростью, лежащей между крайними синхронными скоростями составляющихъ систему двигателей.

Условіе, изъ котораго можно опредѣлить эту скорость, есть равенство нулю вращающаго момента системы.

Пусть s_i — скольженіе, r_{11} , r_{12} — сопротивленія первичной и вторичной обмотокъ, x_{11} , x_{12} — реакціи самоиндукціи этихъ обмотокъ i -го двигателя, m — число фазъ, E_0 — фазовое напряженіе на зажимахъ первичной обмотки.

Тогда, какъ извѣстно, вращающій моментъ этого двигателя есть

$$T_i = \frac{m p_i r_{12} s_i E_0^2}{2\pi \sim [(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2]} \quad *)$$

и его механическая мощность

$$P_i = \frac{m r_{12} s_i (1 - s_i) E_0^2}{(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2}.$$

Вращающій моментъ всей системы будетъ

$$T = \frac{m E_0^2}{2\pi \sim} \sum \frac{p_i r_{12} s_i}{(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2} \quad (3)$$

и полная механическая мощность съ

$$P = m E_0^2 \sum \frac{r_{12} s_i (1 - s_i)}{(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2} \quad (4)$$

Приравнивая нулю выраженіе (3) получимъ, одно уравненіе для опредѣленія искомой скорости, связывающее i неизвѣстныхъ $s_1, s_2 \dots s_i$:

$$\sum \frac{p_i r_{12} s_i}{(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2} = 0 \dots (5)$$

*) С. Р. Steinmetz. Theorie und Berechnung der Wechselstromerscheinungen. § 143 и слѣд.

Такъ какъ величины p_i , r_{12} и всѣ знаменатели слагаемыхъ, входящихъ въ составъ лѣвой части положительны, то уравненіе (5) возможно только, когда одни s_i положительны, другіе отрицательны, т. е. когда часть двигателей работают отдавая токъ во вѣдшую цѣпь, вращаемые остальными двигателями со скоростью выше синхронной.

Условіе равенства между собой угловыхъ скоростей всѣхъ i роторовъ аналитически выразится системой $i - 1$ уравненій

$$\frac{1 - s_1}{p_1} = \frac{1 - s_2}{p_2} = \dots = \frac{1 - s_i}{p_i} \dots (6)$$

которые, вмѣстѣ съ уравненіемъ (5) вполне опредѣляютъ всѣ величины s_i , соответствующія холостому ходу системы. При нагрузкѣ система вращается съ нѣсколько меньшей скоростью. Задаваясь скольженіемъ одного изъ двигателей, опредѣляя остальные изъ (6) и вставляя полученные величины въ (3) и (4) найдемъ соответственные величины механической мощности и вращающаго момента. Остается найти доставляемую электрическую мощность, показатель мощности и коэффициентъ пол. дѣйствія.

Первичный токъ нѣкотораго i -го двигателя есть

$$I_i = \frac{s_i E_0}{\sqrt{(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2}},$$

показатель мощности того же двигателя

$$\cos \varphi_i = \frac{r_{12} + s_i r_{11}}{\sqrt{(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2}},$$

и слѣд. доставляемая ему электрическая мощность

$$P_{i0} = m E_0 I_i \cos \varphi_i = \frac{m (r_{12} + s_i r_{11}) E_0^2}{(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2}$$

и электрическая мощность, доставляемая всей системѣ

$$P_0 = m_0 E^2 \sum \frac{r_{12} + s_i r_{11}}{(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2} \quad (7)$$

коэффиц. пол. дѣйствія изъ (4) и (7)

$$\gamma = \frac{P}{P_0}$$

Показатель мощности

$$\cos \varphi = \frac{\sum I_i \cos \varphi_i}{\sqrt{(\sum I_i \sin \varphi_i)^2 + (\sum I_i \cos \varphi_i)^2}} =$$

$$\frac{\sum \frac{(r_{12} + s_i r_{11})}{(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2}}{\sqrt{\left(\sum \frac{s_i (x_{11} + x_{12})}{(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2}\right)^2 + \left(\sum \frac{(r_{12} + s_i r_{11})}{(r_{12} + s_i r_{11})^2 + s_i^2 (x_{11} + x_{12})^2}\right)^2}} \quad (8)$$

При проектировании подобной системы двигателей мы должны расположить скорости, получаемаы при различных комбинациях параллельно включаемых первичных обмоток между синхронными скоростями отдельных двигателей так, чтобы полученный ряд скоростей представлял возможно равномерный переход от наибольшей скорости к наименьшей.

Если систему составляют n двигателей, то число всех возможных изменений скорости системы будет равно числу всех соединений без повторений из n элементов, т. е.

$$2^n - 1,$$

а число изменений скорости получающихся параллельным соединением нескольких двигателей очевидно будет:

$$2^n - (n + 1).$$

Задавшись числами полюсов двигателей и желательными промежуточными скоростями будем знать все соответствующие величины скольжений, вставляя которые в уравнение (5) получим $2^n - (n + 1)$ уравнений, связывающих $4n$ параметров: сопротивления первичной и вторичной обмоток n двигателей и их реакции самоиндукции.

Для того, чтобы можно было надлежащим выбором параметров заставить функцию обращаться в нуль для некоторого числа систем значений независимых переменных, нужно чтобы число параметров было, по крайней мере, равно числу систем переменных, т. е. для того, чтобы можно было по желанию расположить промежуточные скорости должно быть

$$2^n - (n + 1) \leq 4n,$$

или
$$2^n \leq 5n + 1.$$

Последнее целое число, при котором удовлетворяется это неравенство есть $n = 4$, т. е. 4 — наибольшее число двигателей, которое рационально употреблять при проектировании подобной системы.

4. Примеры. Для примера рассмотрим в действие двух-сильного двигателя фабрики С. Вуст и К. (C. Wüst & Co.) в Зеебах около Цюриха, в испытании которого я имел случай принять участие в Лаборатории Цюрихского Политехникума.

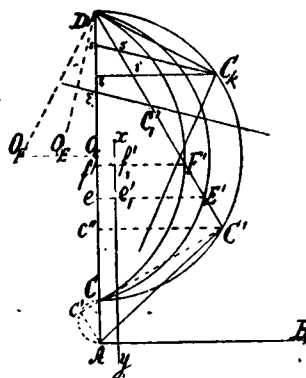
Двигатель состоит из трех первичных обмоток для трехфазного тока, помещенных в общем кожухе, и такого-же числа соответственно обмотанных, коротко замкнутых якорей, насаженных на ось. Диаметр γ всех роторов одинаков, так же как и радиальный диаметр междужелезного пространства. Возбуждающая обмотка имеет 4, 6 и 8 полюсов. Фазы статора соединены звездой. Фазовое напряжение на зажимах 100 вольт.

Так как величины сопротивлений и реак-

ций самоиндукции вторичных обмоток, вследствие конструкции якоря, нельзя было измерить, вычисление же их из наблюдаемых вращающихся моментов слишком сложно и неточно, мы не будем пользоваться выведенными выше формулами, а для определения всех характеризующих работу двигателя величин применим диаграмму Гейланда*), для построения которой опыты дадут все данные.

*) E. T. Z. 1895 стр. 649 и Samml. elektr. Vorträge. V. H. Heiland. Untersuchungen an Inductionsmotoren.

Построение диаграммы Гейланда основано на следующем. В асинхронном двигателе поле якоря, которое именно и создает вращающий момент, есть геометрическая разность главного первичного поля и поля разъянения. На фиг. 12 главное поле пред-



Фиг. 12.

ставлено прямой AD; оно постоянно, и всегда перпендикулярно к напряжению на зажимах.

Поле разъянения AC' создается первичным током I_1 и находится с ним в фазе. Если ρ_s магнитное сопротивление на пути линий разъянения, то

$$AC' \text{ пропорц. } \frac{I_1}{\rho_s},$$

и в надлежаще выбранном масштабе можно принять

$$I_1 = AC'.$$

Замыкающая C'D представить поле якоря. Если I — намагничивающий ток, а ρ — магнитное сопротивление на пути линий поля якоря, то

$$C'D \text{ пропорц. } \frac{I}{\rho}.$$

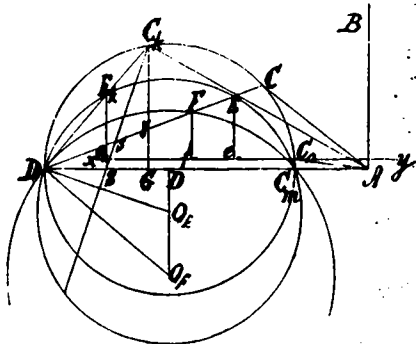
С другой стороны, токи I_1 , I и вторичный ток I_2 образуют треугольник, в котором угол $(I_1, I_2) = \frac{\pi}{2}$. На чертеже это треугольник AC'e', где AC' = I_1 , C'e' = I, и Ac' = I.

Так как поле ротора C'D в фазе с намагничивающим током J, то C'D параллельно AC', следовательно

$$\angle DC'C = \angle AC'C = \frac{\pi}{2},$$

и значить точки C' и e' при изменении векторов DC' и AC', т. е. при изменении нагрузки будут оставаться на двух окружностях DC'C и C'e'A, диаметры которых DC и AC. Отношение этих диаметров постоянно:

будь вектора первичныхъ токовъ. Для этого измѣряемъ токъ и доставляемую мощность при



Фиг. 11.

холостомъ ходѣ двигателя (приблизительно $s=0$) и при наглухо заторможенномъ роторѣ ($s=1$).

При холостомъ ходѣ измѣреніемъ найдено:

- 1) для четырехполюсной обмотки
токъ 4,74 ампера,
доставляемая мощность 202 ватта.
- 2) для шестиполюсной обмотки,
токъ 3,89 ампера,
доставляемая мощность 144 ватта.
- 3) для восьмиполюсной обмотки,
токъ 6,6 ампера,
доставляемая мощность 252 ватта.

Отсюда имѣемъ треугольники токовъ AC_0C_m , въ которыхъ соответственно

- 1) $AC_0 = 4,74$ амп., 2) $AC_0 = 3,89$ амп.,
- 3) $AC_0 = 6,6$ амп.;
- 1) $C_mC_0 =$ рабочий токъ холостого хода $= \frac{202}{3.100} = 0,674$ амп.,
- 2) $C_mC_0 = \frac{144}{3.100} = 0,48$ амп.,
- 3) $C_mC_0 = \frac{252}{3.100} = 8,84$ амп.,

Тогда механическая мощность = 0, и слѣд. точки F и D совпадаютъ. Это будетъ тогда, когда C' займетъ такое положеніе S_k , что прямая $S_k D$ будетъ касательна къ окружности OF . Если теперь проведемъ черезъ точку S_k прямую sC_k параллельную $E_1 C_1'$, то отрѣзокъ sC_k дастъ скольженіе въ процентахъ если примемъ sC_k за 100, т. е. скольженіе = ss' .

5) Электрическое полезное дѣйствіе
Электрическія потери въ процентахъ поглощаемой энергии пропорціональны

$$\frac{\text{Вторичный токъ}^2}{\text{Поглощаемая энергія}} = \frac{C'C^2}{eC'} \text{ проп. } \frac{C'C}{C'D}$$

такъ какъ eC' проп. $C'C \times C'D$.

Если $S_k \gamma \perp AD$, то коэфф. пол. д. = $C_k \gamma'$, если $C_k \gamma = 100^\circ$.

Для построенія диаграммы Гейманда и известно, какъ мы думаемъ, большинству нашихъ читателей, тѣмъ же меньше мы считали полезнымъ привести такое, т. е. въ иже журналѣ еще ни разу не встрѣчалось изложе- теорию этой диаграммы и основаній для ея построе- Ред.

и

$$1) AC_m = \text{намагничивающій токъ} = \sqrt{4,74^2 - 0,674^2} = 4,66 \text{ амп.},$$

$$2) AC_m = \sqrt{3,89^2 - 0,48^2} = 3,86 \text{ амп.}$$

$$3) AC_m = \sqrt{6,6^2 - 0,84^2} = 6,54 \text{ амп.}$$

При неподвижномъ якорѣ:

- 1) для четырехполюсной обмотки
токъ 32,2 ампера,
доставляющая мощность 5990 ваттъ.

- 2) для шестиполюсной обмотки
токъ 21,6 ампера,
доставляемая мощность 4080 ваттъ.

- 3) для восьмиполюсной обмотки
токъ 22,1 ампера,
доставляемая мощность 3200 ваттъ.

Отсюда опредѣляется точка S_k , такъ какъ соответственно:

- 1) $AC_k = 32,2$ ампера

$$\cos \text{BAC}_k = \text{показатель мощности} = \frac{5990}{3.100.32,2} = 0,62$$

- 2) $AC_k = 21,6$ ампера

$$\cos \text{BAC}_k = \frac{4080}{3.100.21,1} = 0,629$$

- 3) $AC_k = 22,1$ ампера

$$\cos \text{BAC}_k = \frac{3200}{3.100.22,1} = 0,484$$

Рабочій токъ холостого хода, представляемый отрѣзкомъ C_0C_m , расходуется на пополненіе потерь отъ тренія, гистерезиса и токовъ Фуко. Потери эти постоянны при всѣхъ нагрузкахъ, и чтобы принять ихъ во вниманіе, проведемъ черезъ точку C_0 прямую $x y$, параллельную AD , и будемъ отрѣзки, изображающіе механическую мощность и вращающій моментъ отсчитывать не отъ этой послѣдней, а отъ $x y$.

Кругъ DFC_m , опредѣляющій механическую мощность, построимъ, зная, что онъ долженъ касаться прямой $S_k D$ въ точкѣ D, и что центръ его O_F лежитъ на прямой OO_F , перпендикулярной къ AD . Механическая мощность, соответствующая току AC , изобразится длиной прямой Ff , перпендикулярной къ $x y$.

Остается построить окружность DFC_m , опредѣляющую вращающіе моменты. Окружность эта дѣлитъ прямую $S_k D$, представляющую сумму напряженій поглощаемыхъ при $s=1$ омическими сопротивленіями (на фазу) статора и ротора на части пропорціональныя этимъ напряженіямъ. Измѣривъ сопротивленія всѣхъ трехъ возбуждающихъ обмотокъ на фазу найдемъ

$$0,406 \text{ ома}; 0,729 \text{ ома и } 0,913 \text{ ома.}$$

$S_k D$ представляетъ потерянное напряженіе въ томъ же масштабѣ, въ какомъ AD представляетъ напряженіе на зажимахъ. Поэтому напряженія теряемая въ первичныхъ обмоткахъ

- 1) $32,2 \cdot 0,406 = 13,1$ вольта,
- 2) $21,6 \cdot 0,729 = 15,75$ вольта,
- 3) $22,1 \cdot 0,913 = 20,2$ вольта,

въ миллиметрахъ, для нанесенія на чертежъ изобразятся такъ:

- 1) $C_k E_k = \frac{AD}{100} \quad 13,1 \text{ мм.}$
- 2) $C_k E_k = \frac{AD}{100} \quad 15,75 \text{ мм.}$
- 3) $C_k E_k = \frac{AD}{100} \quad 20,2 \text{ мм.}$

Вращающій моментъ, соответствующій первичному току AC, изобразится прямой Ee, перпендикулярной къ ху.

Измѣряемъ вращающій моментъ при пускѣ двигателя въ ходъ, т. е. при $s=1$, включая порознь возбуждающія обмотки. Соответственная длина на диаграммѣ есть $E_k e_k$. Будемъ имѣть

$$1) E_k e_k = 2,88 \text{ килограммометровъ (фиг. 9)}$$

$$2) E_k e_k = 2,94 \text{ килограммометровъ (фиг. 10)}$$

$$3) E_k e_k = 2,16 \text{ килограммометровъ (фиг. 11)}$$

это будутъ масштабы для измѣренія вращающихся моментовъ.

Для опредѣленія масштаба механической мощности проведемъ произвольную прямую DC; точка C пересѣченія этой прямой съ окружностью DCA опредѣлитъ нѣкоторый векторъ тока CA. Соответствующій этому току вращающій моментъ будетъ для 4-хъ полюснаго возбуждителя

$$Ee = \frac{Ee}{E_k e_k} 2,88 \text{ килограммометровъ.}$$

Механическую мощность въ лошадиныхъ силахъ найдемъ такъ: Механическая мощность = $\frac{\pi \times \text{вращающ. мом.} \times \text{число оборот. въ мин.}}{30 \times 75}$

= $0,001395 \times \text{вращающ. мом.} \times \text{число оборот. въ мин.}$

Число оборотовъ въ мин. = $1500 \left(1 - \frac{Ss}{C_k S}\right)$ и, слѣдовательно, механич. мощн. соответствующая току CA будетъ

$Ff = 0,001895 \cdot 1500 \cdot 2,88 \left(1 - \frac{Ss}{C_k S}\right) \frac{Ee}{E_k e_k}$ лош. сил. (фиг. 9).

Подобнымъ же образомъ для шести полюснаго возбуждителя

$Ff = 0,001395 \cdot 1000 \cdot 2,94 \left(1 - \frac{Ss}{C_k S}\right) \frac{Ee}{E_k e_k}$ л. с. (фиг. 10) и для восьми полюснаго

$Ff = 0,001395 \cdot 750 \cdot 2,16 \left(1 - \frac{Ss}{C_k S}\right) \frac{Ee}{E_k e_k}$ л. с. (фиг. 11).

Произведя вычисления, получимъ масштабы для измѣренія отрезковъ, изображающихъ механическія мощности:

- 1) $Ff = 3,22$ л. с.
- 2) $Ff = 2,12$ л. с.
- 3) $Ff = 1,83$ л. с.

Построивъ описаннымъ способомъ три диаграммы легко найдемъ скорости холостого хода и можемъ прослѣдить при параллельномъ соединеніи нѣсколькихъ возбуждающихъ обмотокъ ходъ измѣненія характеризующихъ работу двигателя величинъ въ зависимости отъ одной изъ нихъ.

Пусть, на примѣръ, включены параллельно 6-ти и 8-ми полюсные возбуждители. Тогда, обозначая черезъ s_6 и s_8 соответственные скольженія имѣемъ между ними соотношение

$$\frac{1-s_6}{3} = \frac{1-s_8}{4}$$

Задаваясь значеніями s_6 и опредѣляя s_8 по диаграммамъ на фиг. 10 и 11, найдемъ всѣ остальные искомыя величины для отдѣльныхъ двигателей. При суммированіи этихъ величинъ нужно помнить, что доставляемая энергія, механическая мощность и вращающій моментъ складываются алгебраически, при чемъ знакъ $+$ приписываемъ слагаемымъ, когда изображающія ихъ прямая лежатъ выше прямой ху, и знакъ $-$ въ противномъ случаѣ; векторы токовъ складываются геометрически, и результирующій показатель мощности есть косинусъ угла между векторомъ суммой и направлениемъ напряженія на зажимахъ АВ; а для коэффициента полезнаго дѣйствія очевидно будемъ имѣть

$$\eta = \frac{\sum \eta_i E_i}{\sum E_i}$$

гдѣ η_i и E_i коэфф. пол. дѣйствія и доставляемая энергія отдѣльныхъ двигателей.

При пускѣ въ хода $s_6 = s_8 = 1$, и вращающій моментъ системы

$T_{6,8} = 2,94 + 2,16 = 5,10$ килогр.-метр; при

$$s_6 = 0,25 \text{ и } s_8 = 0$$

$$T_{6,8} = 1,885 - 0,286 = 1,599 \text{ кгр.-метр.}$$

Дальше положительный моментъ уменьшается а отрицательный растетъ, и при

$$s_6 = 0,20; s_8 = -0,068$$

$$T_{6,8} = 0.$$

Съ большей скоростью система сама вращаться не можетъ, а приводимая въ движеніе посторонней силой будетъ работать какъ генераторъ.

Соответственное число оборотовъ въ мин. будетъ при $\sim = 50$

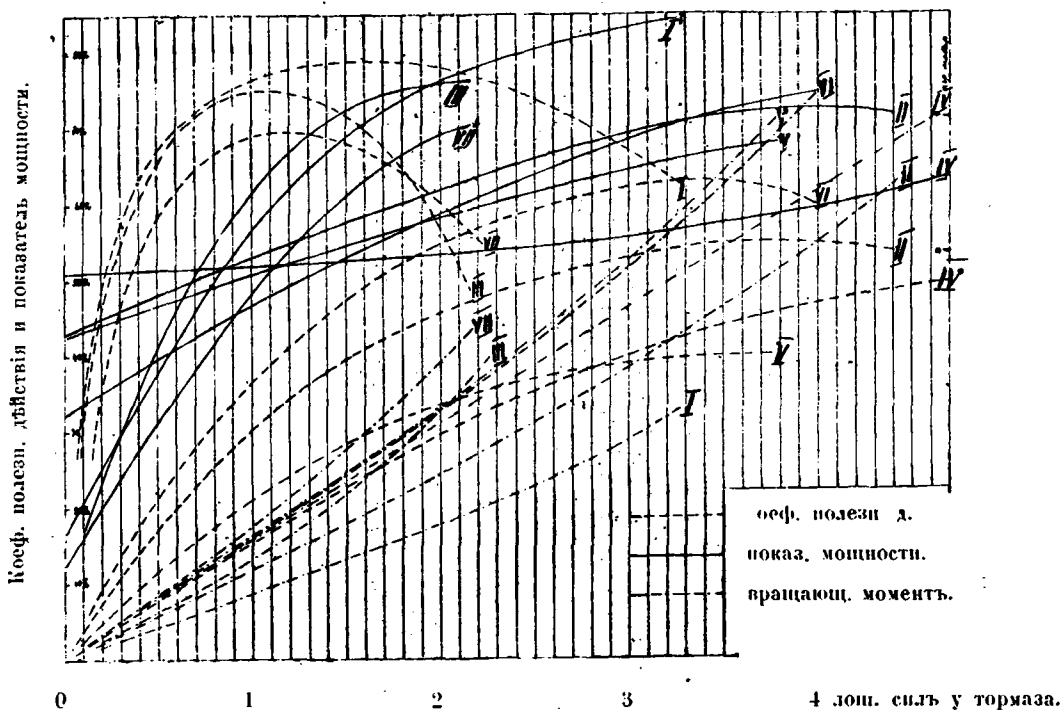
$$1000 (1 - 0,20) = 800.$$

Изслѣдуя подобнымъ образомъ остальные единенія возбуждителей, составимъ таблицу

Параллельно соединенные возбуждители.	Число обор. вь мин. соответств. $T = 0$.	s_1	s_2	s_3	Вращающ. мом. при пуске вь ходь.
I 4-хъ полюсн.	1500	0			2,88 кр. м.
II 4-хъ пол. + 6-ти пол.	1150	0,233	-0,150		5,82 "
III 6-ти пол.	1000		0		2,94 "
IV 4-хъ + 6-ти + 8-ми пол.	908	0,395	0,092	-0,211	7,98 "
V 4-хъ + 8-ми пол.	865	0,423		-0,153	5,04 "
VI 6-ти + 8-ми пол.	800		0,2	-0,067	5,10 "
VII 8-ми пол.	750			0	2,16 "

Мы видѣли, что принимъ выборомъ сопротивлений и коэффициентовъ самоиндукціи можно

Rasqualini (Туринь); при опредѣленіи механической мощности принято во вниманіе внутреннее



Фиг. 13.

было бы достигнуть болѣе равномернаго измѣненія скоростей.

Комбинаціи IV и V можно употреблять только на короткое время, такъ какъ влѣдствіе очень большого скольженія s_2 коэффициентъ полезнаго дѣйствія малъ. Комбинація IV особенно умѣстна вь тѣхъ случаяхъ, когда нуженъ большой начальный вращающій моментъ.

На фиг. 13 показаны кривыя вращающаго момента, коэффициента полезнаго дѣйствія и показателя мощности вь зависимости отъ механической мощности. Кривыя для различныхъ комбинацій обозначены римскими цифрами, соответственно таблицѣ.

Кривыя III, VI и VII получены непосредственнымъ измѣреніемъ; работа двигателя поглощается электромагнитнымъ тормазомъ системы

трение ремня, передающаго работу со шкива двигателя на шкивъ тормазы. Кривыя I, II, IV и V построены при помощи диаграммы Гейландта.

(Окончаніе слѣдуетъ).

О нагрѣваніи стержней токамаи Фуко вь переменномъ магнитномъ полѣ.

Статья В. Игнатовскаго.

Вь лабораторіи Электротехническаго Института Императора Александра III вь число практическихъ работъ студентовъ, подъ руководствомъ проф. П. Д. Войнаровскаго, входитъ, между прочимъ, слѣдующій опытъ:

Берется индукционная катушка с медным сердечником и пропускается через нее переменный ток от станции. При помощи ваттметра измеряют величину

$$W = JE \cos \varphi \dots \dots (1) *$$

Включая, кроме того, еще вольт- и амперметр, определяют отдельно J и E .

Таким образом получим

$$\cos \varphi = \frac{W}{JE} \dots \dots (2)$$

Но

$$W = J^2 R + W_1 \dots \dots (3)$$

где $J^2 R$ есть Джоулево тепло, образующееся в обмотке сопротивления R , а W_1 есть энергия, затраченная на нагревание стержня токами Фуко. Вынув стержень, получим другое показание ваттметра

$$W_0 = J^2 R \dots \dots (4)$$

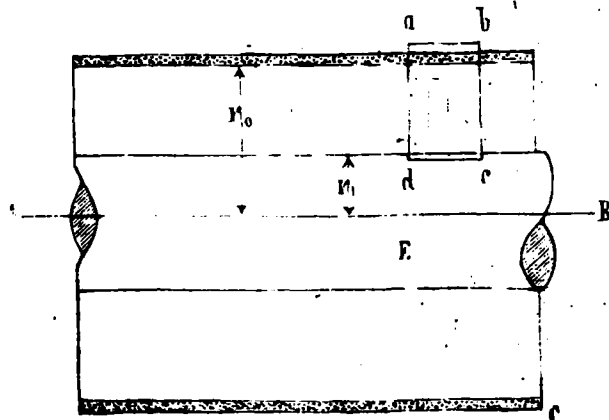
Откуда

$$W_1 = W - W_0 \dots \dots (5)$$

Определение W_1 в зависимости от J и служит конечной целью работы.

Эта работа побудила меня сделать ниже следующее исследование, имеющее целью определить теоретически связь между W_1 и различными данными опыта, как-то силой и частотой тока, толщиной и удельным сопротивлением стержня и т. д.

Пусть нам дань цилиндрический металлический стержень, длина которого велика в сравнении с диаметром (фиг. 14). Мы даже, для



Фиг. 14.

простоты вычислений положим, что стержень бесконечно длинный.

Практически это сводится к тому, чтобы отношение диаметра к длине обмотки было величиною маленькою. Тогда средняя часть обмотки

*) Во всем последующем действующия значенія измеряемых величин напечатаны жирным шрифтом.

будет удовлетворять теоретическим условиям. Можно также пользоваться и замкнутым контуром.

Стержень этот по поверхности равномерно обмотан изолированной проволокою, по которой проходить ток вида $J = J_0 \sin(\omega t - \varphi)$, где

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \text{ а } T \text{ — полный период. Число витков}$$

на единицу длины стержня обозначим через n . В виду сравнительно небольшого периода, можно вообще при всех технических случаях, можно считать, что в некоторый данный момент силы тока J одинакова вдоль всей обмотки, а значение и вдоль стержня. Тогда очевидно и магнитная сила H не будет меняться вдоль длины стержня, а будет лишь функцией времени и величины r — расстояния, считая от оси стержня в радиусах.

В виду периодичности тока J , мы для наилучшим функцию такого же вида относительно времени.

$$H = H \sin(\omega t - \theta) \dots \dots (6)$$

где мы должны для общности предположить, что H и θ суть функции от r . Мы увидим в дальнейшем, что это действительно так.

Если выражать ток в амперах, то, как известно, будем иметь:

$$0,4\pi i = \int_S H \cos(dsH) ds \dots \dots$$

где S — замкнутый контур, обхватывающий ток i , ds — элемент контура S . Взяв удобный интеграл от магнитной силы в виде четырехугольника D (фиг. 14), стороны которого равны единице, получим, так как $i = nJ$, а во внешнем пространстве $H = 0$,

$$0,4\pi nJ = H_0 \sin(\omega t - \theta_0) \dots \dots (7)$$

где H_0 и θ_0 суть значения H и θ для поверхности стержня, т. е. при $r = r_0$, где r_0 — радиус стержня. Очевидно, что $\theta_0 = \varphi$ (8)

$$\text{Итак } J = \frac{H_0}{0,4\pi n} \sin(\omega t - \varphi) \dots \dots (9)$$

$$\text{и, следовательно, } J = \frac{H_0}{0,4\pi n \sqrt{2}} \dots \dots (10)$$

С другой стороны, нам известно, что

$$\begin{aligned} -\frac{1}{10^8} \frac{d}{dt} \int_{\Omega} H e s(H) d\omega &= \\ &= \int_S e \cos(ds\epsilon) ds \dots \dots (11) \end{aligned}$$

S — замкнутый контур, ограничивающий поверхность Ω , l — нормаль к поверхности Ω , e — электрическая сила выраженная в вольтах, $d\omega$ и ds — элементы поверхности и контура. Очевидно, что в данном случае e , образующаяся от переменного магнитного поля, будет

правлено всегда перпендикулярно къ плоскости, проходящей через ось стержня, т. е. кромѣ отъ времени будетъ зависеть только отъ r . Принявъ, какъ Ω —площадь круга съ центромъ въ оси стержня и радиуса r , получимъ для интеграла отъ e изъ (12) величину $2\pi re$, и слѣдующе:

$$2\pi re = -\frac{1}{10^8} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^r H 2\pi r dr$$

откуда

$$e = -\frac{1}{10^8 r} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^r H r dr \dots (13)$$

Обозначая удѣльную проводимость черезъ σ , получимъ для Джоулева тепла, образующагося внутри стержня въ единицѣ объема и времени величину σe^2 , а для объема единицы длины стержня

$$W_1 = \int_0^{r_0} \sigma e^2 2\pi r dr = \frac{\sigma 2\pi}{10^{16}} \int_0^{r_0} \frac{1}{r} \left\{ \frac{\partial}{\partial t} \int_0^r H r dr \right\}^2 dr \dots (14)$$

слѣдовательно, $W = \frac{1}{T} \int_0^T W dt$. Подставляя сюда значение W изъ (14), значение H изъ (6) и произведя интегрирование по t , получимъ

$$W = \frac{\sigma \omega^2 \pi}{10^{16}} \int_0^{r_0} \frac{1}{r} \left\{ \int_0^r (H r \cos \Theta) dr \right\}^2 dr + \frac{\sigma \omega^2 \pi}{10^{16}} \int_0^{r_0} \frac{1}{r} \left\{ \int_0^r (H r \sin \Theta) dr \right\}^2 dr \dots (15)$$

Но (13) даетъ намъ вмѣстѣ съ тѣмъ обратную электродвижущую силу индукции, считая единицу длины проволоки, если мы положимъ $r = r_0$. Полная обратная электродвижущая сила на концахъ проводника вдоль единицы длины стержня равна

$$R_1 = 2\pi r_0 n e = -\frac{2\pi n}{10^8} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^{r_0} H r dr \dots (16)$$

$$= -\frac{2\pi n \omega}{10^8} \int_0^{r_0} H r \cos(\omega t - \Theta) r dr \dots (17)$$

Поэтому, на основаніи закона Ома получимъ,

$$R = e_1 \cdot E \sin \omega t = -\frac{2\pi n \omega}{10^8} \int_0^{r_0} H r \cos(\omega t - \Theta) r dr E \sin \omega t \dots (18)$$

$E \sin \omega t$ —внѣшняя электродвижущая сила, приложенная къ концу проводника, считая на единицу длины стержня; R —соотвѣтственное сопротивление проводника.

Помножая (18) на J , а потомъ на dt и интегрируя въ предѣлахъ отъ 0 до T и потомъ раздѣливъ на T получимъ, помня (11):

$$J^2 R = -\frac{H_0 \omega}{2 \cdot 10^7 T} \int_0^T \int_0^{r_0} H r \cos(\omega t - \Theta) \times \sin(\omega t - \varphi) r dr dt + E J \cos \varphi \dots (19)$$

но

$$\int_0^T \cos(\omega t - \Theta) \sin(\omega t - \varphi) dt = \frac{1}{2} \sin(\Theta - \varphi)$$

и потому

$$J^2 R = -\frac{H_0 \omega}{4 \cdot 10^7} \int_0^{r_0} H r \sin(\Theta - \varphi) dr = E J \cos \varphi \dots (19a)$$

или

$$J^2 R - C = E J \cos \varphi \dots (19b)$$

значение C видно изъ (19) или (19a).

На основаніи закона сохранения энергии непременно должно быть: $C = W \dots (20)$

Постараемся теперь опредѣлить C и W и посмотримъ, будетъ-ли удовлетворено условіе (20). Для этого мы должны знать H . Эту величину мы найдемъ, интегрируя общія уравненія электродинамики Максвелля.

Располагая координатную систему такъ, чтобы ось Z -овъ совпала съ осью стержня, преобразовывая уравненія Максвелля для цилиндрическихъ координатъ, пренебрегая токами сдвига и помня, что для нашего случая $\frac{\partial}{\partial z} = 0$, получимъ

$$4\lambda \pi e = -\frac{\partial H}{\partial r} \dots (21)$$

$$\text{и } \frac{\partial H}{\partial t} = -\frac{\partial e}{\partial r} - \frac{e}{r} \dots (22)$$

или

$$-\frac{\partial r H}{\partial t} = \frac{\partial r e}{\partial r} \dots (22a)$$

гдѣ всѣ величины выражены въ абсолютныхъ электромагнитныхъ единицахъ, λ —удѣльная проводимость, выраженная въ тѣхъ же единицахъ. Для мѣшн имѣемъ

$$\lambda = 6,6 \cdot 10^{-4} \dots (23)$$

Помножая (22a) на dr и интегрируя въ предѣлахъ отъ 0 до r легко получимъ (13).

Изъ (21) и (22) слѣдуетъ:

$$4\pi \lambda \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial^2 H}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial H}{\partial r} \dots (24)$$

Для упрощенія вычисленій мы введемъ мнимыя величины, что въ виду періодичности H и линейности (24) мы всегда имѣемъ право слѣдять, т. е. положимъ

$$H = H_1 e^{i\omega t} \dots (25)$$

$i = \sqrt{-1}$, а e —основание непрерывных логарифмов.

Переходя к опыту, мы можем, следовательно, пользоваться действительной или мнимой частью от (25), что безразлично.

Подставляя (25) в (24) получим:

$$4\pi\lambda H_1 i\omega = \frac{\partial^2 H_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial H_1}{\partial r}$$

или

$$\frac{\partial^2 H_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial H_1}{\partial r} + m^2 H_1 = 0 \dots (26)$$

где $m^2 = -4\pi\lambda i\omega$ и слѣд. $m = \sqrt{2\pi\lambda\omega} \cdot (1-i) =$

$$= 2\sqrt{\pi\lambda\omega} \cdot e^{-\frac{i\pi}{4}} = 2e^{-\frac{i\pi}{4}} \dots (27)$$

Изъ (26) получимъ: $H_1 = AJ_0(mr) =$

$$= AJ_0\left(\sqrt{2\pi\lambda\omega} \cdot e^{-\frac{i\pi}{4}} \cdot r\right) \dots (28)$$

A —нѣкоторая постоянная, а $J_0(mr)$, есть такъ называемая, Бесселева функция нулевого порядка и первого рода отъ аргумента mr . Функция Бесселя второго рода, являющаяся вторымъ частнымъ интеграломъ уравненія (26), для насъ непринципальна, такъ какъ она становится безконечною, какъ $\lg r$ при $r=0$.

Обозначая действительную и мнимую часть отъ A черезъ a и b , а отъ $J_0(mr)$ черезъ ξ и η , получимъ:

$$\left. \begin{aligned} A &= a + ib \\ J_0(mr) &= \xi + i\eta \end{aligned} \right\} \dots (29)$$

$$H_1 = a\xi - b\eta + i(a\eta + b\xi)$$

и, слѣдовательно, $H = [a\xi - b\eta + i(a\eta + b\xi)]e^{i\omega t}$ (30)

Введя обозначеніе

$$\sqrt{(a\xi - b\eta)^2 + (a\eta + b\xi)^2} = M \dots (31)$$

и

$$-\vartheta = \arctg \frac{a\eta - b\xi}{a\xi - b\eta} \dots (32)$$

получимъ, пользуясь мнимой частью отъ H

$$H = M \sin(\omega t - \vartheta) \dots (33)$$

Откуда мы видимъ, что

$$M = H' \text{ и } \vartheta = \Theta \dots (34)$$

и

$$\cos\Theta = \frac{a\xi - b\eta}{M}, \sin\Theta = -\frac{a\eta + b\xi}{M} \dots (35)$$

$$\cos\varphi = \frac{a\xi_0 - b\eta_0}{M_0} \dots (36)$$

гдѣ ξ_0, η_0 и M_0 суть значенія ξ, η и M для $r=r_0$.

На основаніи (34) и (11) получимъ:

$$J = \frac{M_0}{0,4\pi n_1^2} \dots (37)$$

$H' \cos\Theta = a\xi - b\eta$; $H' \sin\Theta = -(a\eta + b\xi)$ (38)

и $H_0 \cos\varphi = a\xi_0 - b\eta_0$; $H_0 \sin\varphi = -(a\eta_0 + b\xi_0)$ (39)

Изъ (38), (39) и (19) получимъ

$$C = \frac{\omega}{4 \cdot 10^7} \int_{0}^{r_0} [(a\xi - b\eta)(a\eta_0 + b\xi_0) - (a\eta + b\xi)(a\xi_0 - b\eta_0)] r dr = \frac{\omega(a^2 + b^2)}{4 \cdot 10^7} \int_{0}^{r_0} (\xi\eta_0 - \eta\xi_0) r dr \dots (40)$$

$$\text{но } M^2 = (a^2 - b^2)(\xi^2 + \eta^2) \dots (41)$$

$$\text{и } M_0^2 = (a^2 - b^2)(\xi_0^2 + \eta_0^2) \dots (41a)$$

и, слѣдовательно,

$$J^2 = \frac{(a^2 + b^2)(\xi_0^2 + \eta_0^2)}{0,4^2 \pi^2 n_1^2} \dots (42)$$

и потому

$$C = J^2 \cdot \frac{0,32 \cdot \pi^2 n^2 \omega}{(\xi_0^2 + \eta_0^2) 4 \cdot 10^7} \int_{0}^{r_0} (\xi\eta_0 - \eta\xi_0) r dr \dots (43)$$

или

$$C = J^2 P \dots (43a)$$

гдѣ P есть величина постоянная при одномъ и томъ же періодѣ и стержнѣ.

Докажемъ теперь справедливость (20).

Выражая плотность тока j въ амперахъ, получимъ изъ (21): $0,4\pi j = -\frac{\partial H}{\partial r}$

Откуда количество Джоулева тепла, выделяющееся въ единицѣ объема и времени внутри стержня, равно $j_e = -\frac{e}{0,4\pi} \frac{\partial H}{\partial r}$ или въ единицѣ длины стержня

$$W = \int_{0}^{r_0} j_e 2\pi r dr = -\frac{1}{0,2} \int_{0}^{r_0} e r \frac{\partial H}{\partial r} dr =$$

$$= -\frac{1}{0,2} \left[e r H \right]_{r=r_0} - \frac{1}{0,2} \int_{0}^{r_0} H \frac{de}{dr} dr$$

что на основаніи (22a) даетъ

$$W = -\frac{1}{0,2} \left[e r H \right]_{r=r_0} - \frac{1}{0,4} \frac{d}{dt} \int_{0}^{r_0} H^2 r dr$$

Или выражая e въ вольтахъ,

$$W = -\frac{1}{0,2} \left[e r H \right]_{r=r_0} - \frac{1}{10 \cdot 0,4} \frac{d}{dt} \int_{0}^{r_0} H^2 r dr \dots (44)$$

гдѣ W очевидно выражено въ ваттахъ, какъ въ (14). На основаніи (13) и (6) получимъ

$$\left[e r H \right]_{r=r_0} = -H_0 \sin(\omega t - \vartheta) \frac{d}{dt} \int_{0}^{r_0} H^2 r dr \sin(\omega t - \Theta) dr$$

Вставляя это значеніе въ (44), умножая и

и, интегрируя въ пределахъ отъ 0 до Γ по r на Γ получимъ

$$W = \frac{H_0 \omega}{2 \cdot 10^9 \cdot \Gamma} \int_0^\Gamma \int_0^{r_0} H r \cos(\omega t - \psi) dr$$

$\int_0^\Gamma \int_0^{r_0} H r \cos(\omega t - \psi) dr dt$ такъ какъ очевидно, что

$$\int_0^\Gamma \frac{d}{dt} \int_0^{r_0} H^2 r dr dt = 0$$

На основаніи (19) непосредственно слѣдуетъ: $C = W$ ч. т. д.

И такъ изъ всего предыдущаго видно, во-первыхъ, что ваттметръ, при помощи выраженія (5), показывающаго энергию, поглощаемую стержнемъ, а во-вторыхъ, что эта энергія пропорціональна J^2 . При $\varepsilon = 0$; $\beta = 0$; $J_0(mr) = 1$ и, слѣдовательно, $\xi = 1$; $\eta = 0$ и потому $C = 0$ при $\varepsilon = 0$.

Что касается β , то оно для мѣди, на основаніи (23) и (27), при $\Gamma = \frac{1}{50}$ равно

$$\beta = 1,61 \dots \dots \dots (45)$$

Опредѣлимъ теперь точнѣе C , воспользовавшись слѣдующими значеніями для ξ и η :

$$\xi = 1 - \frac{e^1}{(2.4)^2} + \frac{e^4}{(2.4.6.8)^2} - \frac{e^{12}}{(2.4..12)^2} + \frac{e^{16}}{(2.4..16)^2} \dots \dots \dots (46)$$

$$\eta = \frac{e^2}{2^2} - \frac{e^6}{(2.4.6)^2} + \frac{e^{10}}{(2.4..10)^2} - \frac{e^{14}}{(2.4..14)^2} \dots \dots \dots (47)^*$$

гдѣ $e = \beta r$

На основаніи (46), (47) и (43), мы можемъ опредѣлить C для любого r_0 и получимъ дробь, въ которой числитель и знаменатель сходящіеся ряды и тѣмъ скорѣе сходящіеся, чѣмъ меньше $\frac{e}{4} = \frac{\beta r}{4} = \rho$. Полагая, что

$$\rho \leq 1 \dots \dots \dots (48)$$

Получимъ, помня, что $\beta = 2 \sqrt{\pi \omega} = 2 \sqrt{\pi \cdot 50 \cdot 10^{-9}}$

$$C = J^2 \cdot r_0^4 \cdot 2 \pi^3 n^2 \omega^2 \cdot 10^{-18} +$$

$$\left[\frac{1 + \frac{2}{3} \rho^4 \left(1 + \frac{\rho^4}{45} \right)}{1 + 8 \rho^4 \left(1 + \frac{\rho^4}{3} + \frac{\rho^8}{50} \right)} \right] \dots \dots \dots (49)$$

Въ выраженіи (49) въ скобкахъ должны собственно стоять ряды, но написаны только первые члены, такъ какъ суммой остальныхъ можно пренебречь передъ единицею

Отсылая читателей за подробностями къ моей статьѣ, помѣщенной въ Журналъ Русск. Физ.

Хим. Общ. въ номерѣ третьемъ этого года, при-возжу въ заключеніе только табличку, рѣзко показывающую влияние введенія стержня во внутрь обмотки.

r_0	$\frac{P}{n^2 \cdot 10^3}$	$\frac{L_1}{\omega_1}$	s
0,5	0,024	1	1
1,0	0,334	0,88	0,91
1,5	1,075	0,65	0,69
2,0	1,702	0,46	0,46
2,5	2,267	0,35	0,29
3,0	2,831	0,3	0,18
4,0	4,909	0,26	0,075

Значеніе P видно изъ (43а). L — коэффициентъ самодукціи единицы длины обмотки въ присутствіи стержня, а L_1 — тоже безъ стержня; s — отношеніе магнитной силы въ оси стержня ко той же силѣ на его поверхности. Напримеръ, для $r_0 = 3$ см. и $n = 40$ и $J = 10$ амперъ на основаніи таблички получимъ

$$C = 2,831 \cdot 10^5 n^2 J^2 = 4,53$$

ватта на одинъ см. длины стержня, такъ что стержень длиною въ 162 см. поглотитъ одну лошадиную силу на токѣ Фуко. Кроме того, изъ таблицы видно, что $L < L_1$ и что магнитная сила въ оси стержня сильно уменьшается съ увеличеніемъ r_0 .

Что касается косинуса сдвига φ , то онъ равенъ

$$\cos \varphi = \frac{Q}{\sqrt{Q^2 + (\omega L)^2}} \dots \dots \dots (50)$$

гдѣ $Q = R - P$ (смотри выраженіе (29) упомянутой статьи). Изъ таблицы мы видимъ, что φ уменьшается съ введеніемъ стержня.

В. Шматовскій.

15 февраля 1902 г.

Второй Всероссийскій Электротехническій Съѣздъ въ Москвѣ.

(Продолженіе *).

Обзоръ докладовъ.

Н. К. Астафьевъ. Краткій обзоръ электрической установки на Коломенскомъ машиностроительномъ заводѣ. Коломенскій заводъ — первый въ Россіи, примѣнившій трехфазный токъ для передачи энергіи. Начало устройства электрической станціи относится къ 1895 г. Въ настоящее время весь заводъ оборудованъ электрической передачей силы и электрическимъ освѣщеніемъ.

Котельное отдѣленіе электрической станціи вмѣщаетъ въ себѣ 6 паровыхъ котловъ системы Типп-бейнъ съ общей поверхностью нагрева въ 11900 кв. футъ и общей паропроизводительностью въ 19900 кгр. въ часъ и отапливаемыхъ нефтью.

8 паровыхъ машинъ, развивающихъ вмѣстѣ до

*) Смотри Gray. A treatise on Bessel functions. London 1865, pag. 26 и 11.

*) См. Электричество т. г., № 9—10, стр. 133.

3000 индикаторных ламп. Силы, приводящие в движение 7 генераторов трехфазного тока съ общей мощностью въ 2230 киловатт при напряженіи въ 200 вольтъ и три динамомашинны постоянного тока, дающихъ 550 амперъ при 120 вольтахъ и одна 277 амперъ при 65 вольтахъ.

Кромѣ того, постоянный токъ получается еще отъ 3-хъ трансформаторовъ—одного 60-силнаго и двухъ 30-силныхъ. Отъ машинъ къ распредѣлительной доскѣ токъ проводится посредствомъ изолированныхъ мѣдныхъ полосъ, расположенныхъ въ подвальной помѣщеніи. Каждый генераторъ можетъ быть переключенъ либо на освѣщеніе, либо на двигатель. Отъ доски провода поднимаются вверхъ на башню, а оттуда черезъ отдѣльные предохранительные доски токъ поступаетъ въ наружные голые провода, которыми онъ распредѣляется по 5 направлениямъ по всему заводу. Обмотки всѣхъ трехфазныхъ генераторовъ имѣютъ соединеніе звѣздой и нейтральный зажимъ. Освѣлительная сѣтъ, кромѣ фазныхъ проводовъ, имѣетъ еще и нейтральные провода.

Всѣхъ электродвигателей на заводѣ установлено 209, съ общей мощностью въ 2175 л. с. Общее сѣченіе всѣхъ 5 двигательныхъ проводовъ равняется 13275 мм. Всѣхъ дуговыхъ лампъ на заводѣ 195. Лампочекъ накаливанія 4829.

Наружныя освѣлительныя линіи проводовъ проложены по тѣмъ же 5 направлениямъ и на тѣхъ же столбахъ, что и двигательныя и, кромѣ того, еще на 3 добавочныхъ деревянныхъ столбахъ. Общее сѣченіе освѣлительныхъ проводовъ—3272 мм. для трехфазнаго тока и 711 мм. для постоянного.

Трехфазный токъ служитъ какъ для питанія всѣхъ 219 двигателей, такъ и для освѣщенія мастерскихъ; постоянный токъ составляющій около 10% всей энергіи, идетъ отчасти на возбужденіе генераторовъ, отчасти на наружное освѣщеніе дворовъ и на нѣкоторыя другія нужды.

Электрическая станція обслуживается персоналомъ въ 26 человекъ, работающихъ въ 2 сѣмены, по 13 человекъ въ сѣмну; для ухода за двигателями и освѣщеніемъ служатъ 17 человекъ; въ электротехнической ремонтной мастерской работаетъ 15 человекъ.

Съ 1-го іюля 1902 г. по 1-ое іюля 1901 г. станція дала 5511575 квт.-час., изъ которыхъ на двигатели пришлось 4890486 квт.-час., на освѣщеніе—613089 квт.-час.

Стоимость содержанія станціи составила 160982 р. 34 к., изъ которыхъ 139132 р. 44 к. пришлось на 366138 пудовъ нефти, такъ что одинъ квт.-часъ на станціи обошелся въ 2,92 к. Общій эксплуатационный расходъ, включая обслуживаніе и ремонтъ двигателей и освѣщенія, составилъ 182651 р. 03 к., изъ которыхъ на двигатели пришлось 149930 р. 34 к., а на освѣщеніе 32712 р. 82 к.; такимъ образомъ одинъ квт.-часъ, израсходованный на двигатели обошелся въ 3,06 к., на освѣщеніе—5,33 к.

На заводѣ имѣется также мастерская для электрической сварки металловъ по способу Бенардоса. 45-силный двигатель приводитъ въ движеніе динамомашину, дающую токъ въ 200 амперъ, при напряженіи въ 100—110 вольтъ. Токъ поступаетъ въ аккумуляторную батарею, состоящую изъ 15 параллельно включенныхъ серій элементовъ; каждая серия содержитъ 40 послѣдовательно включенныхъ аккумуляторовъ. Токъ отъ батареи идетъ къ распредѣлительному щиту, отъ котораго уже направляется въ 3 паяльника. Напряженіе въ каждомъ паяльничкѣ можно мѣнять по желанію, включая послѣдовательно большее или меньшее количество элементовъ.

Для никелированія различныхъ издѣлій на заводѣ имѣется никелировочная мастерская съ ванной, емкостью въ 0,7 куб. метр.

Заводъ имѣетъ телефонную станцію съ сѣтью на 84 абонента. Для сѣти преимущественно примѣнены многожильные кабели, подвѣшенные, какъ и одиноч-

ные провода, на столбахъ и кронштейнахъ. Обращеными проводомъ служить земля.

На заводѣ устроена пожарная электрическая сигнализация. Въ разныхъ мѣстахъ завода установлены сигнальныя кнопки. При нажатіи кнопки изъ этой мѣсты въ пожарномъ депо начинается звонить колоколь и выпадаетъ номеръ, указывающій откуда послать сигналъ.

Для печатанія свѣтовыхъ копій на заводѣ имѣется фотографическое отдѣленіе съ тремя парами переносныхъ дуговыхъ фонарей (2 пары по 25 амперъ одна въ 30 амперъ). Въ теченіе мѣсяца можно издать до 1000 свѣтовыхъ копій.

С. Б.

П. И. Авцынъ. — Примѣненіе электродвигателей для уплотненія грунта, устройства и ремонта уличныхъ мостовыхъ по системѣ П. И. Авцына. Докладчикъ дѣлаетъ сравненіе между деревянными, асфальтовыми и каменными мостовыми. Последнія какъ наиболее дешевая и долговѣчная наиболее распространена въ Россіи. Для удешевленія работъ по ея устройству докладчикъ предлагаетъ примѣнять придуманную имъ электрическую трамбовку. Трехсилный электродвигатель помощью червячной и одной зубчатой передачи приводитъ во вращеніе валъ (40 оборотовъ въ минуту), на которомъ насажены два двухстороннихъ рычага. При восхожденіи вверхъ концы этихъ рычаговъ захватываютъ каждый по одной бабкѣ и поднимаютъ ихъ на высоту въ 14 дюйм. надъ мостовой; съ этой высоты бабки падаютъ свободно. Въ каждой бабки 14½ пудовъ, онѣ снабжены вертикальными валами, ходящими въ двухъ направляющих подшипникахъ. Для регулированія силы удара служатъ пружины. Всѣ части собраны на деревянной рамѣ на 4-хъ колесахъ. Для перемѣщенія трамбовки колеса приводятся во вращеніе отъ второго вала помощью зубчатой передачи и цѣпей Галля. Поступательная скорость трамбовки 37½ фута въ минуту (около 5,3 саж.). Она можетъ обработать въ часъ около 62½ кв. саж., при частотѣ ударовъ обійтъ бабокъ около 7200 въ часъ. При ручной работѣ для этого числа ударовъ потребовалось-бы болѣе 7 человекъ, причемъ вѣсъ бабки не превосходилъ бы 30 фунтовъ. Питаніе электродвигателя токомъ совершается помощью кабеля навитаго на барабанъ, находящийся на тележкѣ. Тамъ, гдѣ нѣтъ электрической энергіи, можно электродвигатель замѣнить керосиновымъ двигателемъ.

При обмѣнѣ мнѣній, по поводу изложеннаго доклада, была признана цѣлесообразность замѣны ручныхъ трамбовокъ, работающихъ неравномерно и невыгодно, механическими и выражено желаніе, чтобы при устройствѣ городскихъ электрическихъ сѣтей была предусмотрена возможность примѣненія электрической энергіи, также и для различныхъ уличныхъ работъ.

(Постановленіе по докладу, см. Э—во, т. г. № 6 стр. 82).

С. Б.

В. С. Смилянскій. — О пропорціональныхъ размѣрахъ мостовыхъ электрическихъ крановъ. Докладчикъ находитъ желательнымъ составленіе статистическихъ таблицъ, въ которыхъ были бы приведены главнѣйшія величины и данныя, а также и главные размѣры построенныхъ и находящихся въ работѣ электрическихъ мостовыхъ крановъ. При проектированіи новыхъ крановъ, а также и передѣлкѣ старыхъ, эти таблицы могли-бы явиться весьма полезнымъ подспорьемъ къ теоретическому расчету. Докладчикъ даетъ образцы такихъ таблицъ, въ которыхъ приведены для крановъ подъемной силы отъ 30 до 5 тоннъ пріимѣя скорости, мощности электродвигателей и

стоимости крановъ на одну поднимаемую тонну и главные размѣры.

С. В.

Г. Н. Шведеръ. — О правилахъ для испытанія электрическихъ машинъ и трансформаторовъ, принятыхъ Союзомъ германскихъ электротехниковъ въ 1901 г. и изданныхъ на русскомъ языкѣ редакц. „Электричество“. Въ своемъ сообщеніи инж. Г. Шведеръ познакомилъ собраніе съ вновь выпущенными правилами испытанія электрическихъ машинъ и трансформаторовъ. Охарактеризовавъ въ общихъ чертахъ эти правила и приведя нѣсколько положеній изъ нихъ, Г. Ш. предложилъ Съезду рекомендовать ихъ.

(Постановленіе по докладу, см. Э во. т. г. № 6, стр. 81).

А. В. Шкларевичъ. О новѣйшихъ успѣхахъ электротехники въ области измѣрительныхъ приборовъ. Сообщеніе инж. А. Шкларевича касается измѣрительныхъ приборовъ, построенныхъ Обществомъ Сименсъ и Гальске. Въ сообщеніи описываются: зеркальный гальванометръ съ вертикальнымъ отсчетомъ, типа Дебре д'Арсоналя; зеркальный гальванометръ съ магнитнымъ шунтомъ, типа Д. д'Арсоналя, такой-же гальванометръ съ вогнутымъ зеркаломъ; астатическій зеркальный гальванометръ системы Дюбуа Рубенса; панцирной гальванометръ той-же системы, съ 4 обмотками, съ 2 обмотками. Тутъ-же мы находимъ описаніе приборовъ для измѣренія электродвижущихъ силъ по компенсационному методу: двѣ схемы измѣреній, измѣрительные мостики (Витстона, двойной Томсона).

Затѣмъ, описываются магнитные вѣсы Дюбуа Реймона. Всѣ описанія сопровождаются рядами сравненій съ первоначальными типами приборовъ и выясняются преимущества усовершенствованій, точно также приводятся описанія пользования приборами.

При обменѣ мнѣніи было указано на то, что нѣкоторые изъ описанныхъ приборовъ вовсе не составляютъ новостя, напр. компенсатора и способы пользования имъ, вѣсы Дюбуа Реймона. Тѣмъ не менѣе сообщеніе имѣло большой интересъ, въ виду того, что большинство описанныхъ приборовъ было только-что выпущено въ продажу и потому представляеть техническую новостя.

А. В. Шкларевичъ. О новѣйшихъ успѣхахъ электротехники въ области медицинскихъ приборовъ. Въ своемъ сообщеніи инж. А. Шкларевичъ описываетъ рядъ приборовъ, выработанныхъ за послѣднее время Обществомъ Сименсъ и Гальске, примѣняющихъ электрическую энергію для медицинскихъ цѣлей. Такимъ образомъ описаны приборы для работъ съ лучами Рентгена (Румкорфова катушка, прерыватель и распределительная доска катодной и трубка); затѣмъ описаны цѣльныя станціи для такихъ работъ: постоянныя и переходныя. Въ дальнѣйшемъ находится обзоръ приборовъ для арсонвализаціи и описаніе прибора для гальванокаустики и микроскопическихъ приборовъ. Описывая рядъ приборовъ, докладчикъ касается лишь технической стороны вопроса, указывая также на тѣ соображенія, какими руководились техники при проектированіи того или другого прибора для воплощенія научныхъ идей.

П. Д. Войнаровскій. Электрическія желѣзныя дороги большой скорости. „Врядъ ли кто будетъ спорить, что для цѣлей мѣстнаго сообщенія (въ городахъ и пригородахъ) электрическая энергія имѣетъ еще конкурентовъ. Такимъ положеніемъ

начинаеть проф. П. Войнаровскій свой докладъ. Дѣйствительно, рядъ данныхъ указываетъ, что электрическая тяга за послѣднія 5—6 лѣтъ получаетъ все большее и большее распространеніе въ этой области. Вопросъ электрической тяги на линіяхъ большого протяженія и большой скорости еще лишь разрабатывается. Проф. Войнаровскій, указывая на это, приводитъ рядъ преимуществъ электрической тяги надъ паровой, пользуясь статьями Терати¹⁾, Коломана Кандо и Росса.

Переходя къ выбору напряженія и системы питанія энергіей электрическихъ жел. дорогъ, докладчикъ ссылается на изслѣдованіе проф. Рапа²⁾, а также и вышеупомянутыхъ авторовъ. Въ дальнѣйшемъ проф. Войнаровскій описываетъ линію Лекко-Колико-Сондріо-Кіавенна, какъ примѣръ примѣненія электрической тяги на обыкновенной жел. дорогѣ. Наши читатели уже знакомы съ этой линіей изъ записки инж. А. Е. Бѣлого³⁾. Изъ этого описанія докладчикъ выводитъ нѣкоторыя слѣдствія: практика подтверждаетъ возможность безопаснаго пользования для тяги токами высокаго напряженія (до 5000 в.); передача энергіи посредствомъ подвижныхъ контактовъ достаточно надежна до 300 амп. Такимъ образомъ, ограничивая наши опыты 5000 в. и 300 амп., мы смѣло можемъ приступить къ примѣненію электрической тяги на жел. дор. Какой же скорости можемъ мы достигнуть и какова должна быть необходимая мощность? Оказывается, что при принятыхъ предѣлахъ силы тока и напряженія мы можемъ получить мощность вполне достаточную для скорости въ 200 км. въ часъ. Но при такой скорости до 50% мощности, какъ указываетъ докладчикъ, тратится на преодоленіе сопротивленія воздуха. Очевидно, что это не рационально. Такимъ образомъ, проф. Войнаровскій приходитъ къ тому выводу, что скорость въ 120 км. въ часъ является вполне достаточной, тѣмъ болѣе, что и такая скорость для насъ, передвигающихся со средней скоростью въ 50 км. въ часъ, будетъ, по мнѣнію докладчика, достаточно хорошимъ подаркомъ.

В. С.

Электропроводимость сплавовъ желѣза съ другими металлами.

Въ апрѣльской книжкѣ англійскаго Journal of the Institution of Electrical Engineers опубликованы обширныя изслѣдованія Баретта, Броуна и Годфильда, касающіяся вопроса объ электропроводимости и магнитныхъ свойствахъ различныхъ сплавовъ, въ которыхъ основную часть составляетъ желѣзо. Вопросомъ этимъ нѣсколько лѣтъ тому назадъ занимались Д. Гопкинсонъ⁴⁾ и Лешателье⁵⁾ и въ свое время результаты ихъ работъ вызвали не мало интереса въ учен. мирѣ. Къ сожалѣнію, оба эти изслѣдователя пользовались сплавами, далеко не во всѣхъ случаяхъ удовлетворяющими желательному минимуму постороннихъ примѣсей: кромѣ того, количество изслѣдованныхъ или образцовъ было настолько незначительно, что собранный матеріалъ, интересный самъ по себѣ, не давалъ однако возможности возводить изъ него какія бы то ни было общія заключенія. Въ виду этого, авторы интересующей насъ статьи изслѣдовали болѣе 100 различныхъ сплавовъ желѣза съ углеродомъ, марганцемъ, никкелемъ, вольфрамомъ, алюминіемъ, кремніемъ, хромомъ и мѣдью, при чемъ спла-

¹⁾ См. Э во. 1901 г., № 24, стр. 346

²⁾ Тоже, № 23, стр. 333.

³⁾ Тоже, т. г. № 5, стр. 70.

⁴⁾ D. Hopkinson. Phil. Trans., 1885, part. ii., p. 463.

⁵⁾ M. le Chatelier. Comp. Rend. Juin, 1898.

вы эти составляли три группы: къ первой относятся тѣ изъ нихъ, въ которыхъ былъ одинъ изъ вышеуказанныхъ элементовъ, ко второй желѣзо съ двумя составными частями, наконецъ, къ третьей такіе образцы, въ коихъ къ желѣзу были примѣшаны три новыхъ вещества. Къ сожалѣнію, несмотря на самое тщательное приготовленіе сплавовъ, авторы не могли вполне избавиться отъ постороннихъ примѣсей, но во всякомъ случаѣ эти послѣднія были крайне незначительны. Изъ сплавовъ приготовлялись проволоки 106 см. длины и тщательно по всей длинѣ прокалиброванного 5-миллиметроваго диаметра. Проволоки эти испытывались на электропроводимость въ обыкновенномъ, а затѣмъ прокаленномъ *) состояніяхъ. Авторы общають заняться въ послѣдствіи опредѣленіемъ проводимости тѣхъ же образцовъ, но уже въ закаленномъ состояніи. Определеніе электропроводимости производилось при помощи измѣренія паденія потенциала на опредѣленной длинѣ, причемъ проводимость изслѣдовавшихся образцовъ выражалась нѣкоторыми числами, въ томъ предположеніи, что проводимость такъ называемаго Маттисеновскаго эталона изъ твердой чистой мѣди равна 100. Зная объемъ измѣрявшихся проволокъ, легко было опредѣлить и ихъ уд. сопротивленіе.

Оказывается, что сопротивленіе желѣза значительно увеличивается при прибавленіи къ нему другихъ, иногда даже гораздо лучше проводящихъ, металловъ. Исключеніе быть можетъ составлять одна лишь мѣдь. Къ сожалѣнію, авторамъ не удалось точно выяснитъ вліянія мѣди на измѣненіе уд. сопротивленія желѣза, такъ какъ они не могли вполне удалить заключающагося въ желѣзѣ углерода, который даже въ незначительныхъ количествахъ сильно понижаетъ его электропроводимость и вліяніе котораго на послѣднюю въ громадной степени зависитъ отъ состоянія, въ которомъ углеродъ входитъ въ составъ изслѣдуемаго сплава. Во всякомъ случаѣ несомнѣнно то, что электропроводимость сплава не зависитъ отъ электропроводимости составныхъ частей его. Если мы вспомнимъ сплавы Вуда, Шпринга и др., то увидимъ, что электропроводимость сплавовъ въ этомъ отношеніи аналогична ихъ точкѣ плавленія. Весьма характерны слѣдующія числа:

	Проводимость.
Маттисеновская мѣдь	100
Алюминій	58
Желѣзо	17
Никкель	12
Сплавъ желѣза съ 2½% никкеля	8
Сплавъ желѣза съ 2½% алюминія	4

Достойно также вниманія, что, въ 40 изслѣдованныхъ авторами случаяхъ уменьшеніе электропроводимости желѣза, вслѣдствіе примѣшанія къ нему другихъ элементовъ, сопровождается уменьшеніемъ его теплопроводности.

Во второмъ столбцѣ нижеслѣдующей таблицы дано среднее приращеніе уд. сопротивленія желѣза при прибавленіи къ нему 1% соответственно указанного въ первомъ столбцѣ вещества. Изъ таблицы этой явствуетъ, что возрастаніе сопротивленія отъ прибавленія къ желѣзу одинакихъ количествъ того или другого вещества идетъ бокъ-о-бокъ съ увеличеніемъ уд. теплоты и уменьшеніемъ атомнаго вѣса примѣсей. Исключеніемъ быть можетъ служить хромъ, такъ какъ съ одной стороны показанное значеніе уд. теплоты его недостоверно, а съ другой и сопротивленіе желѣза съ примѣсью этого металла произведено не вполне точно. Несмотря однако на

это, по мнѣнію авторовъ подобное замѣчательное соответствіе трехъ разсматриваемыхъ постоянныхъ врядъ-ли лишь простое совпаденіе, тѣмъ болѣе, что и А. Ленателъ въ вышеуказанной своей работѣ нашелъ, что молибденъ повышаетъ уд. сопротивленіе желѣза болѣе, нежели вольфрамъ, но менѣе, чѣмъ никкель. А такъ какъ уд. теплота молибдена=0,066, а атомный вѣсъ его=96, то его и слѣдуетъ помѣстить между двумя названными металлами.

Желѣзо, сплавленное съ	Уд. сопр. 1%	Уд. тепл.	Ат. вѣсъ.
Вольфрамомъ	1.1	0.035	184
Кобальтомъ	2.2	0.107	59
Никкелемъ	2.5	0.109	59
Хромомъ	3.0	0.1(?)	52
Марганцемъ	5.2	0.122	55
Кремнемъ	10.3	0.183	28
Алюминіемъ	11.1	0.212	27

Авторы полагаютъ, что съ этой именно стороны можно подойти и пролить нѣкоторый свѣтъ на темный пока еще вопросъ о томъ, что вызываетъ сильное возрастаніе уд. сопротивленія желѣза при плавленіи его съ такимъ хорошимъ проводникомъ, какъ алюминій.

Отмѣтимъ еще тотъ фактъ, что во всѣхъ 110 наблюденныхъ случаяхъ весьма тщательно прокаленные приготовленныхъ изъ изслѣдовавшихся сплавовъ проволокъ сопровождалось сильнымъ пониженіемъ ихъ уд. сопротивленія. Особенно рѣзко въ этомъ смыслѣ выдѣлается сложный сплавъ, содержащій 78% желѣза, 14% никкеля, 5% марганца и 2% алюминія, имѣвшій до прокаливанія 89 микромовъ на 1 куб. см. и показавшій, послѣ того какъ былъ прокаленъ, всего лишь 48 микромовъ.

Обращаемъ вниманіе читателей также на слѣдующее замѣчательное явленіе. Тепловыя дѣйствія оказываютъ далеко не одинаковое вліяніе на сплавы желѣза съ большими количествами марганца и съ другими металлами: такъ медленное охлажденіе марганцовистой стали дѣлаетъ ее тверже, быстрое же—размягчаетъ. Явленіе это авторы ставятъ въ связь съ нѣкоторыми аномалиями въ электропроводимости марганцовистой стали.

Можно составить кривыя, откладывая по абсциссамъ процентное содержаніе примѣшиваемаго къ желѣзу вещества, а по ординатамъ либо проводимости, либо уд. сопротивленія получающихся сплавовъ. Само собой разумѣется, что кривыя эти могутъ быть составлены лишь для сплавовъ, относящихся къ первой изъ трехъ вышеозначенныхъ группъ. Но и эти кривыя уже даютъ крайне интересные результаты.

Всѣ онѣ при небольшихъ значеніяхъ абсциссы сперва круто, а затѣмъ нѣсколько медленнѣе падаютъ внизъ, если по ординатамъ отложены числа, выражающія электропроводимости, или поднимаются вверхъ, въ случаѣ ординатъ уд. сопротивленія, но начиная съ 10—15%, значительно выпрямляются и какъ бы стремятся ассимптотически къ нѣкоторому предѣлу. Такимъ образомъ дѣйствіе, оказываемое увеличеніемъ примѣшиваемаго къ желѣзу металла на его уд. сопротивленіе аналогично поглощенію бѣлаго свѣта средою, окрашиваемой все болѣе и болѣе увеличивающимися количествами красящаго вещества: извѣстно, что наибольшее поглощеніе свѣтовыхъ лучей производится въ этомъ случаѣ самыми первыми массами примѣсы. Конечно, comparaison n'est pas raison,—и сами авторы остроумно добавляютъ, что если бы это было чѣмъ-либо большимъ, тѣмъ простая аналогія, т. е. если бы это было поглощеніемъ электрическаго тока, какъ сложной радіаціи, свѣтовой ли, тепловой или электрической, то мы въ правѣ были бы ожидать уменьшенія уд. сопротивленія проволоки

*) Прокаливаніе производилось втеченіе 1000 часовъ посредствомъ вѣтвистымъ нагреваніемъ сплавовъ до 1000°, и медленнымъ затѣмъ охлажденіемъ ихъ.

при увеличении длины ея, другими словами, закон. Она не была бы вполнѣ вѣрнѣй во всѣхъ случаяхъ, что однако не имѣетъ мѣста.

Въ ближайшихъ номерахъ нашего журнала мы изложимъ вторую половину интересующей насъ статьи, содержащую еще болѣе интересныя данныя и касающуюся вопроса о магнитныхъ свойствахъ изслѣдованныхъ авторами сплавовъ.

В. Ф.

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

Новый методъ опредѣленія подвижности ионовъ. Выработанный Г. Абеггомъ въ сотрудничествѣ съ Б. Штала методъ состоитъ въ принципѣ въ слѣдующемъ. Если токъ посылается чрезъ два соприкасающихся электролита, имѣющихъ одинъ общій ионъ (напр. LiCl и KCl , съ общимъ аніономъ Cl), при чемъ изъ обоихъ различныхъ одноименныхъ ионовъ (т. е. Li и K) передній движется быстрѣе, чѣмъ задній, то поверхность, отдѣляющая другъ отъ друга оба раствора, остается во все время электролиза очень рѣзкой и передвигается впередъ по направлению тока. Дѣйствительно, задній растворъ, содержащій по предположенію менѣе быстрый катионъ, т. е. обладающій меньшей электропроводимостью, представляетъ большее паденіе потенциала, чѣмъ передній; поэтому если задній, медленный катионъ проникаетъ путемъ обыкновенной диффузии чрезъ пограничную поверхность во второй растворъ, то здѣсь онъ, двигаясь уже подъ влияніемъ болѣе слабого паденія потенциала, замедляетъ свой ходъ, т. е. вскорѣ обгоняется другими задними ионами; наоборотъ, если передній катионъ, обладающій болѣе высокой подвижностью, попадаетъ вслѣдствіе диффузии въ задній растворъ, гдѣ движущая сила (паденіе потенциала) болѣе, чѣмъ въ переднемъ растворѣ, то движеніе его ускоряется и онъ чрезъ нѣкоторое время возвращается обратно въ передній растворъ. Благодаря этому, пограничная поверхность остается все время рѣзкой и подвигается впередъ, къ катоду, со скоростью, равной скорости движенія передняго катиона подѣйствіемъ паденія потенциала, имѣющагося въ переднемъ растворѣ (или, что, конечно, выходитъ на одно, — со скоростью задняго катиона подѣйствіемъ паденія потенциала, имѣющагося въ заднемъ растворѣ). Въ виду рѣзкости пограничной поверхности и благодаря различной лучепреломляемости обоихъ растворовъ, перемѣщеніе поверхности можетъ быть опредѣлено при помощи катетометра при надлежащемъ освѣщеніи, съ большой точностью. Если извѣстно паденіе потенциала въ обоихъ растворахъ, то легко отсюда вычислить абсолютную скорость движенія передняго и задняго ионовъ. Если требуется опредѣлить не абсолютную, а только относительную подвижность обоихъ ионовъ какой нибудь соли, то нѣтъ даже надобности опредѣлять паденіе потенциала, а можно поступать слѣдующимъ образомъ. Впередъ (по направлению тока) передняго раствора помѣщается растворъ третьяго электролита, имѣющаго со среднимъ (т. е. въ нашемъ примѣрѣ съ KCl) общій катионъ, но болѣе медленный аніонъ, напр. KBr . Сказанное выше относится, конечно, и къ поверхности, отдѣляющей оба эти раствора: эта поверхность будетъ оставаться совершенно рѣзкой и будетъ передвигаться, конечно, по направлению къ аноду, со скоростью, равной скорости движенія болѣе подвижнаго аніона (Cl) подѣйствіемъ паденія потенциала, имѣющагося въ среднемъ растворѣ, или, что то-же, со скоростью болѣе медленнаго аніона (Br), движимаго болѣе сильнымъ паденіемъ потенциала въ растворѣ KBr . Такимъ образомъ, оба іона средней соли, т. е. катионъ K и аніонъ Cl , движутся

подѣйствіемъ одной и той-же силы, т. е. паденія потенциала въ среднемъ растворѣ; поэтому для сравненія подвижности обоихъ ионовъ нѣтъ надобности знать эту силу, а достаточно просто опредѣлить скорость передвиженія обоихъ пограничныхъ поверхностей. Способъ этотъ даетъ очень точные результаты.

(Zt. Electroch. т. VII.)

О распространеніи Герцовскихъ волнъ въ проводящихъ жидкостяхъ. Бьеркнестъ, какъ извѣстно, показалъ въ 1893 г., что Герцовскія волны проникаютъ въ металлы лишь на глубину нѣсколькихъ сотыхъ миллиметра. Нордманнъ задается недавно цѣлью опредѣлить глубину проникновенія тѣхъ-же волнъ въ жидкіе электролиты. Расположеніе опытовъ было слѣдующее. Изслѣдуемая жидкость наливалась въ стеклянный ящикъ, на днѣ котораго помѣщался небольшой сосудъ, наполненный ртутью и заключающій въ себѣ впаянный въ стеклянную пробирку когереръ. Такимъ образомъ, когереръ былъ вполнѣ защищенъ металлически: изъ обоихъ его полюсныхъ проводовъ одинъ былъ погруженъ въ ртуть, другой, изолированный отъ ртути, выступалъ изъ нея вертикально, такъ что верхній конецъ его находился на разстояніи ок. 1 см. отъ поверхности ртути. Высота слоя жидкости надъ свободнымъ концомъ этого проводника легко регулировалась и измѣнялась. Для возбужденія волнъ служилъ осцилляторъ Риги съ 15-ти-сантиметровымъ индукторомъ, на разстояніи 30 см. отъ ванны. Для изслѣдованія служили хорошо проводящіе растворы: 36.9%-ная сѣрная кислота, насыщенный растворъ поваренной соли, нормальный растворъ хлористаго калия и 42.4%-ный растворъ сѣрнокислаго магнія. Результаты получились слѣдующіе:

	ϵ	$\frac{1}{R}$
H_2SO_4	5 мм.	0,73
NaCl	18 "	0,21
KCl	32 "	0,098
MgSO_4	41 "	0,049

ϵ — означаетъ здѣсь глубину прониканія Герцовскихъ волнъ, $\frac{1}{R}$ — удѣльную проводимость, считая проводимость ртути за 1000. Такимъ образомъ, волны проникаютъ въ электролитъ тѣмъ глубже, чѣмъ хуже онъ проводитъ токъ, хотя проникаемость электролитовъ возрастаетъ медленнѣй, чѣмъ ихъ сопротивленіе.

(С. R. т. 133.)

Электромагнитныя колебанія. Г. Кеннеди, обсуждая послѣдніе опыты Маркони надъ беспроволочнымъ телеграфированіемъ чрезъ Атлантическій океанъ, на разстояніи около 1500 миль по прямой линіи, указываетъ (какъ то замѣчали до него и другіе), что полученные Маркони результаты не согласуются съ прямолинейнымъ распространеніемъ электрическихъ волнъ, требуемымъ теоріей, такъ какъ такому распространенію въ этихъ опытахъ мѣшаетъ кривизна земного шара. Поэтому Кеннеди объясняетъ результаты Маркони не волнообразнымъ распространеніемъ электрическаго возмущенія въ эфирѣ, а постепеннымъ движеніемъ электрическихъ колебаній вдоль самой поверхности земного шара. Лордъ Кельвинъ еще 40 лѣтъ тому назадъ показалъ, что поверхность земного шара заряжена электрически и высказалъ предположеніе, что зарядъ противоположнаго знака существуетъ въ верхнихъ, разрѣженныхъ слояхъ атмосферы, т. е. что атмосфера поляризована въ вертикальномъ направленіи. Онъ также показалъ, что уже сравнительно малыя количества электричества вызываютъ замѣтную электризацію всей поверхности земного шара. Возбужденія, вызываемыя въ сигнальномъ аппаратѣ Маркони, пере-

даются, по мнению Кеннеди, именно в видѣ колебаній этого земного заряда.

(Electr. Rev. 1902. №№ 1274 и 1275).

Определение частоты медленныхъ электрическихъ колебаній. Предлагаемый К. Шмидтомъ (K. Schmidt) способъ состоитъ въ слѣдующемъ. Мембрана телефона Т. возбуждаемаго изслѣдуемыми электрическими колебаніями, помѣщается, на разстояніи 1—2 см., предъ открытымъ концомъ стеклянной трубки RR', имѣющей 2,7 см. въ поперечникѣ. Въ трубкѣ находится подвижный металлическій поршнѣобразный дискъ S, стержень котораго, съ указательной стрѣлкой Z, проходитъ черезъ шкалу MM. При возбужденіи телефонной мембраны въ трубкѣ RR' возникаютъ стоячія акустическія волны, періодъ которыхъ равенъ, конечно, періоду электрическихъ колебаній. Періодъ-же стоячихъ акустическихъ волнъ можетъ быть легко определенъ, измѣряя ихъ длину, т. е. разстояніе между двумя послѣдовательными узлами или пучностями (половинами). Частное отъ дѣленія скорости звука

(= 32845 см. $\sqrt{1+0.00367t}$) на длину волны (т. е. двойное разстояніе между двумя послѣдовательными узлами или пучностями) и дать опредѣляемую частоту электрическихъ колебаній. Определеніе узловъ и пучностей стоячихъ акустическихъ волнъ производится передвижная поршнѣ S и наблюдая появленіе максимумовъ и минимумовъ силы звука; въ особенности легко и точно улавливаются минимумы, которые могутъ быть отмѣчены (при частотѣ колебаній ок. 2800) съ точностью до $\frac{1}{2}$ мм. и меньше, такъ что результаты получаются съ точностью до 0,1 и даже 0,05%. Узлы и пучности могутъ быть также определены и по известному способу Кундта, насыпая въ трубку RR' пробковые опилки: при образованіи стоячихъ волнъ послѣдніе накопляются въ видѣ рѣзко ограниченныхъ, тонкихъ полосъ—перегородокъ на узлахъ.

Для очень медленныхъ электрическихъ колебаній, какія получаются въ обыкновенныхъ генераторахъ переменнаго тока, указанный способъ не годится. и Шмидтъ предлагаетъ въ этомъ случаѣ другой. Предъ лампочкой накаливанія (лучше всего съ одной нитью, какія употребляются для фотометрическихъ определений), питаемой изслѣдуемымъ токомъ, движется фотографическій аппаратъ, укрѣпленный къ нижнему концу маятника 2—3 метровъ длины. Помощью спеціального затвора легко достигнуть, чтобы фотографическая пластинка воспринимала дѣйствіе лампочки только при одномъ своемъ прохожденіи, въ ту или другую сторону. Изображеніе нити лампочки получается на пластинкѣ въ видѣ горизонтальной полосы, состоящей изъ расположенныхъ рядомъ и чередующихся узкихъ свѣтлыхъ и темныхъ полосокъ, изъ которыхъ первыя отвѣчаютъ пучностямъ, вторыя—узламъ электрическихъ колебаній. Для того чтобы точно определить время, въ теченіе котораго пластинка подвергалась дѣйствию лампочки, на ней одновременно фотографируются искры, получающіяся въ какой-нибудь прерывающей электрической цѣпи, заключающей въ себѣ возбуждаемый электромагнитомъ камертонъ. Зная частоту колебаній камертона и считывая изображенія искръ и темныхъ и свѣтлыхъ полосокъ, получившіяся на пластинкѣ при прохожденіи ея предъ лампочкой, легко вычислить частоту колебаній питающаго послѣднюю тока.

Измѣреніе слабыхъ емкостей при помощи Гейсслеровыхъ трубокъ. Предлагаемый проф. Боргманомъ способъ состоитъ въ слѣдующемъ. Одинъ полюсъ индукціонной катушки отводится къ землѣ, другой соединяется тонкой и длинной проволокой съ платиновымъ электродомъ, погруженнымъ въ желобъ, вырѣзанный въ кускѣ парафина. У

обоихъ концовъ этого желоба, наполненнаго электролитомъ съ высокимъ сопротивленіемъ, помѣщены два другіе платиновые электрода, соединенные съ концами гейсслеровой трубки. Какъ только индукціонная катушка возбуждается, трубка начинаетъ свѣтиться, причемъ свѣщеніе не обнаруживаетъ никакихъ признаковъ полярности и не мѣняется своего вида при обращеніи полюсовъ. Если концы гейсслеровой трубки сообщены съ двумя равными емкостями и платиновый электродъ находится посреди желоба, то въ срединѣ трубки показывается темная полоса, рѣзко ограниченная и неподвижная, а по сторонамъ ея видъ свѣщенія не мѣняется. Но эта полоса перемѣщается, если передвигать платиновый электродъ вдоль желоба или если объ емкости между собой не равны. Такимъ образомъ, соединяя одинъ конецъ гейсслеровой трубки съ измѣряемой емкостью, другой—съ емкостью заранее калиброванной и компенсируя первую второй такъ, чтобы темная полоса оказалась посреди трубки, можно измѣрить первую емкость.

Примѣненіе поющей дуги къ измѣренію малыхъ коэффициентовъ самоиндукціи. Известныя изслѣдованія Дуделя показали, что при отвѣщеніи отъ питаемой постояннымъ токомъ дуги боковой цѣпи съ емкостью С и самоиндукціей L дуга издаетъ звукъ, обладающій въ известныхъ условіяхъ большой чистотой и имѣющій высоту, определяемую періодомъ: $T = 2\pi \sqrt{CL}$ (1). Съ другой стороны, измѣряя термическимъ амперметромъ силу тока I въ боковой цѣпи и термическимъ вольтметромъ разность потенциаловъ е у концовъ измѣряемой самоиндукціи, мы имѣемъ отношеніе:

$$I = \frac{e}{L\omega} = \frac{e}{L \cdot 2\pi} \dots \dots \dots (2).$$

(При этомъ пренебрегается омическимъ сопротивленіемъ измѣряемой самоиндукціи и самоиндукціей остальной цѣпи). Изъ обоихъ равенствъ (1) и (2) мы имѣемъ, исключая T, выраженіе для самоиндукціи: $L = \frac{e^2 C}{I^2}$ на основаніи которой можно вычислить L, зная только e, C и I. Способъ этотъ, описываемый Жанъ въ Comptes Rendus, особенно хорошъ для измѣренія самоиндукціи катушекъ изъ толстой проволоки и со слабымъ сопротивленіемъ, черезъ которыя можно пропускать токъ нѣсколькихъ амперъ. Емкости лучше всего брать 7—8 микрофарадъ, причемъ звукъ получается особенно чистымъ. Такъ, напримеръ, если C = 8 микрофарадъ, I = 44 амп., e = 86 вольтъ, то L = 0,003 генри; такъ-же легко измѣряются и значительно меньшія самоиндукціи.

Объ электрической деформации стекла. Изслѣдованія Дюпре, Риги, Квинке и др. показали, что діэлектрики (спеціально стекло) испытываютъ временную деформацию, находясь въ достаточно сильномъ электрическомъ полѣ: въ цилиндрическомъ конденсаторѣ діэлектрикъ удлиняется, объемъ діэлектрика сферическаго конденсатора увеличивается. Эрколони изслѣдовали недавно новый частный случай дѣйствія электрическаго поля на діэлектрикъ, а именно такой, когда твердый діэлектрикъ не находится въ непосредственномъ прикосновеніи съ металлическими обложками-электродами, а отдѣленъ отъ нихъ какимъ-нибудь жидкимъ діэлектрикомъ. Случай этотъ интересенъ въ виду того, что раньше Сасердотъ вывелъ для него теоретически формулу:

$$\frac{\Delta l}{l} = K, \frac{KN^2}{8\pi}$$

где l означает длину слоя диэлектрика, Δl —его деформацию, K —диэлектрическую постоянную, H —силу электрического поля и, наконец, K_1 —коэффициент изменения диэлектрической постоянной при растяжении диэлектрика в направлении перпендикулярном къ линиямъ силъ электрическаго поля. Такимъ образомъ, изъ опредѣленій электрической деформации въ данныхъ условияхъ можно вычислить зависимость диэлектрической постоянной отъ механической деформации. Эрколини производилъ опытъ со стеклянными трубками длины 55 см., наружнаго поперечника 16,33 мм. и толщины стѣнокъ ок. 0,5 мм.; расстояние между стѣнками трубки и внутренней и внешней металлическими обкладками было ок. 2 мм.; пространство это заполнялось сухимъ керосиномъ или оливовымъ масломъ. Деформация стеклянныхъ трубокъ опредѣлялась по способу Физо, по перемѣщенію интерференціонныхъ полосъ. Во всѣхъ опытахъ было найдено, что стеклянная трубка въ данныхъ условияхъ, какъ и въ предшествовавшихъ опытахъ другихъ изслѣдователей, испытываетъ при дѣйствіи электрическаго поля удлинненіе, т. е. величина Δl а въ вмѣстѣ съ ней и коэффициентъ K_1 имѣть положительный знакъ; такимъ образомъ, въ стеклѣ диэлектрическая постоянная возрастаетъ при его растяженіи перпендикулярно къ линиямъ силъ.
(Eclairage Electr. т XXX, № 12).

О потерѣ энергіи въ диэлектрикахъ, помещенныхъ въ переменное электрическое поле. Къ большому числу работъ, посвященныхъ вопросу о гистерезисѣ въ диэлектрикахъ, присоединилось недавно новое изслѣдованіе Меркантона (Mercanton), добывшее нѣкоторыя новыя данныя относительно этого важнаго явленія. Меркантонъ проводилъ свои опыты по методу, уже применявшемуся раньше Боларомъ. Конденсаторъ заряжался до различныхъ потенциаловъ, при помощи подвижныхъ контактовъ, отвѣтвлявшихъ электричество отъ постоянного тока; когда достигалась требуемая величина потенциала V , онъ разряжался чрезъ баллистическій гальванометръ. На оси абсциссъ откладывались потенциалы, на оси ординатъ отклоненія гальванометра, соответствующія этимъ потенциаламъ при заряденіи конденсатора какъ возрастающими, такъ и падающими потенциалами. Въ тѣхъ случаяхъ, когда въ диэлектрикѣ происходило разсѣяніе энергіи, отклоненія гальванометра при однихъ и тѣхъ-же величинахъ V были сильнѣе, когда эти величины достигались въ уменьшающемся порядкѣ потенциаловъ, тѣмъ въ возрастающемъ, и площадь, заключенная между обѣими кривыми, показывала поглощенную диэлектрикомъ энергію. Разность потенциаловъ при опытахъ возрастала до 63—68 вольтъ, при продолжительности цикла въ 1 секунду. Въ плиткахъ, толщиной 3—4 мм., изъ чистаго параффина, параффина + 10,5% амальгамы алюминія, угля, графита, канифоли или сѣры, изъ параффина и древеснаго опилокъ, въ слой слюды 0,1 мм. толщины, въ вазелиновомъ маслѣ, потеря энергіи оказалась совершенно ничтожною. Точно также энергія не терялась въ двойной плиткѣ, составленной изъ параффина и изолирующей массы Berthoud, Borel & Cie; этотъ результатъ противорѣчитъ утверженію Мураока, что два различныхъ диэлектрика, въ каждомъ изъ которыхъ отлѣльно потери энергіи не происходятъ, даютъ гистерезисъ при соединеніи вмѣстѣ. Гистерезисъ былъ найденъ въ вазелиновомъ маслѣ, содержащемъ 6% жи. целлулоидъ, оконномъ стеклѣ, смѣсь параффина съ сажей, льдѣ: въ льдѣ разсѣяніе энергіи очень значительно и сильно возрастаетъ при пониженіи температуры: при разности потенциаловъ въ 8 вольтъ при $-4^{\circ}8$ Ц. оно составляетъ $55 \cdot 10^{-10}$ джоуля на 1 кв. см., при $-8^{\circ}5$ Ц. $233 \cdot 10^{-10}$ дж. Механическія воздѣйствія (толчки, сотрясенія), уменьшающія, какъ известно, магнитный гистерезисъ, не оказываютъ за-

мѣтнаго вліянія на разсѣяніе энергіи въ смѣси параффина съ $9,4^{\circ}$ саж. При измененіи продолжительности цикла въ предѣлахъ отъ 0,25 до 50 сек. въ послѣднемъ диэлектрикѣ получается очень рѣзкій максимумъ разсѣянія энергіи при $T=3$ сек. Разсѣяніе при повышеніи потенциала увеличивается для смѣси параффина съ сажей значительно быстрѣе, чѣмъ то вычисляется по принятой другими авторами формулѣ $W = a \cdot V^2_{max}$; напр. при $T = 20$ сек. получилось:

	34 вольта	64 в.
V_{max}		
W	$166 \cdot 10^{-10}$ дж.	$1380 \cdot 10^{-10}$ дж.

Вліяніе тяжести и давленія на электродвижущую силу гальваническихъ элементовъ. Еще Максвеллъ указалъ на то, что между двумя электродами изъ одного и того-же металла, расположенными въ растворѣ какой-нибудь соли того-же металла, одинъ выше другого, должна возникнуть разность потенциаловъ, причемъ металлъ идетъ въ растворъ съ верхняго электрода и осаждается на нижнемъ. Источникомъ электрической энергіи въ этомъ случаѣ является паденіе металлическихъ частицъ сверху внизъ, и если процессъ ведется обратно, то максимальная работа паденія должна цѣликомъ превратиться въ электрическую. Это заключеніе Максвелла было недавно подвергнуто опытной провѣркѣ Т. Рамзаемъ. Принимая во вниманіе, что развитіе электричества сопровождается измененіемъ концентрации раствора (обогащеніемъ его у верхняго электрода—анода, и обѣднѣніемъ у нижняго—катода), Рамзай вычислялъ для возникающей здѣсь электродвижущей силы величину $E = [Kat - n(Kat + Au)]g/hq$, гдѣ q означаетъ электрохимическій граммъ—эквивалентъ водорода, считая на 10 кулоновъ, Kat —эквивалентъ катиона, Au —анода, n —переносное число аніона, g —ускореніе силы тяжести, h —вертикальное расстояние между обоими электродами. Рамзай провѣрилъ эту формулу на электродахъ изъ цинковой амальгамы въ растворѣ сѣрнокислаго цинка и получилъ для 10^6 -наго раствора, E —отъ 6,5 до $2,34 \cdot 10^{-8}$ вольта, тогда какъ вычисленіе даетъ $2,4 \cdot 10^{-8}$ в.,—т. е. совпаденіе очень близкое. Рамзай опредѣлилъ также электродвижущую силу между электродами изъ кадміевой амальгамы въ растворѣ сѣрнокислаго кадмія, а такъ какъ перемѣщеніе іоновъ этой соли не было еще опредѣлено, вычислить изъ найденной величины E величину n ; для 10^6 -наго раствора сѣрнокислаго кадмія онъ нашелъ $n = 0,738$. Въ послѣднее-же время перемѣщеніе іоновъ сѣрнокислаго кадмія было измѣрено Яномъ непосредственно и найдено $n = 0,706$. Такимъ образомъ, предположеніе Максвелла вполне подтверждается.

Рамзай изслѣдовалъ также вліяніе, оказываемое на электродвижущую силу повышеніемъ давленія, въ предѣлахъ отъ 1 до 300 атмосферъ. Опыты производились съ элементами: 1) Вестона, 2) Кларка, 3) Гельмгольца, 4) Даниелля и 5) системы $Zn \ ZnCl_2 \ Ag \ Cl \ Ag$. Въ первыхъ двухъ электродвижущая сила возрастаетъ съ повышеніемъ давленія прямолинейно, въ 3-мъ усиліе электродвижущей силы по мѣрѣ повышенія давленія все уменьшается, 4-ый показываетъ отрицательный коэффициентъ, притомъ очень незначительный, и, наконецъ, въ послѣдней системѣ результаты мѣняются въ зависимости отъ того, свѣже-ли осаждено хлористое серебро или нѣтъ. Измѣненія электродв. силы, вызываемыя измѣненіями давленія, устанавливаются не моментально, а по истеченіи нѣкотораго времени. Рамзай объясняетъ это тѣмъ, что повышеніе давленія вызываетъ измѣненіе температуры, которое, до своего выравниванія, дѣйствуетъ въ противномъ смыслѣ.
(Phys. Rev. т. 13).

ОБЗОРЪ.

Подъемные магниты съ прямолинейнымъ и криволинейнымъ движениемъ. Электромагниты съ прямолинейнымъ движениемъ, подобно трансформаторамъ, подраздѣляются на сердечники и панцирные. У сердечниковыхъ магнитовъ якорь располагается передъ катушками, между тѣмъ, какъ у электромагнитовъ панцирныхъ онъ входитъ въ самую катушку, заключенную въ желѣзную оболочку.

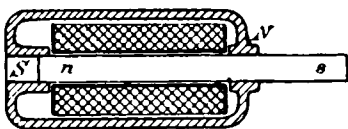
Сердечниковые магниты съ навинченными полюсными наконечниками изготовляются уже давно, между тѣмъ, какъ панцирные появились лишь годъ тому назадъ. Причиной тому было общераспространенное мнѣніе, что магниты съ большими полюсными и якорными поверхностями представляютъ очень много выгодъ. Между тѣмъ, это мнѣніе оправдывается лишь въ томъ случаѣ, когда удаленіе якоря отъ полюсовъ не превышаетъ 1 см.; въ противномъ случаѣ сила притяженія значительно уменьшается, вслѣдствіе разсѣянія магнитн. линий. Если снабдить якорь такими частями, которыя заходятъ во внутрь обмотки электромагнитовъ, то разсѣянне будетъ минимальнымъ, когда мы разрѣжемъ желѣзныи сердечникъ посреднней катушки линіи силъ вслѣдствіе этого будутъ сдерживаться катушкой, и дадутъ значительную силу притяженія даже при большомъ раздвиженіи частей сердечника. Электромагниты, устроенные по типу панцирныхъ, употребляются въ настоящее время по преимуществу. Причины тому слѣдующія: 1) незначительное разсѣянне; 2) панцирь защищаетъ катушку отъ поврежденій и 3) большая удобства въ смыслѣ устройства у якоря воздушнаго буфера.

Упомянутый буферъ особенно часто употребляется въ электрическихъ кранахъ, гдѣ онъ смягчаетъ дѣйствіе тормоза на движущуюся часть.

Въ имѣющихся въ употребленіи панцирныхъ электромагнитахъ обыкновенно внутри катушки имѣется воздушный промежутокъ, представляющій извѣстное магнитное сопротивление. Придавая соприкасающимся поверхностямъ форму конуса, возможно уменьшить длину линіи силъ въ воздушномъ промежуткѣ за счетъ площади послѣдняго. Если сдѣлать уклонъ образующей къ оси конуса равнымъ 20°, то получается сила притяженія въ пять разъ превосходящая силу, имѣющую мѣсто при поверхностяхъ, представляющихъ плоскость \perp къ оси катушки. Этотъ уголъ увеличивается для материала съ большимъ магнитнымъ сопротивленіемъ, но онъ можетъ быть уменьшенъ, если притупить конусъ, вслѣдствіе чего конечное дѣйствіе его увеличивается.

Наилучшіе результаты были достигнуты г. Дитце (Dietze) (какъ онъ сообщаетъ въ союзѣ германскихъ электротехниковъ) съ плоскими четырехугольными сердечниками: въ нихъ насыщеніе вершины вслѣдствіе большой поперечной площади уменьшается, а площадь воздушнаго прослойка увеличивается. Наиболее выгодный уголъ наклоненія равенъ 8—10°.

Фирма „Генэ и Ко“ въ Парижѣ изготовляетъ панцирные электромагниты безъ воздушнаго про-



Фиг. 15.

слоенія. Конструкція ихъ показана на фиг. 15. Магнитъ имѣетъ одну катушку съ длиннымъ желѣзнымъ сердечникомъ. Полюса сердечника—s и n, а панциря

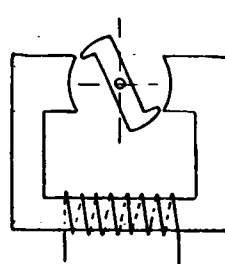
N, S. Цилиндрической сердечникъ проходитъ свободно черезъ латунныя буксы и втягивается въ катушку при замыканіи цѣпи. Магниты, устроенные по этому принципу, обладаютъ большою высотой подъема и большою подъемной силой при малой силѣ тока. При помощи бумажныхъ прокладокъ у южнаго полюса сердечника, достигается постоянство силъ притяженія въ началѣ и концѣ движенія.

Результаты испытаній надъ электромагнитами, собранными по типу электромагнитовъ, описанныхъ въ № 8 „ETZ.“ за 1901 г. помѣщены въ нижеслѣдующей таблицѣ.

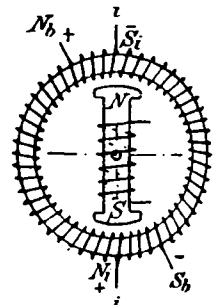
СИСТЕМА.			
	Подъемная сила въ кг.	Подъемъ въ мм.	Сила тока въ амп.
Панцирный магнитъ типа указаннаго въ № 8 „ETZ.“ за 1901 г.	9.5	50.5	3.9
Панцирный магнитъ съ конической верх.	18	50	1.7
Панцирный магнитъ системы Guénée.	10	50	1
Сердечниковый магнитъ съ плоскими сердечниками и косыми полюсными поверхностями	22	50	1.05

При устройствѣ магнитовъ съ большимъ подъемомъ (40 м.) были получены невыгоднѣйшіе результаты, когда употреблялись плоскіе, кососрѣзанные внутри катушки, сердечники. Будущность покажетъ, какую пользу техники могутъ принести электромагниты съ большимъ подъемомъ и большою силой притяженія.

Подъемные магниты съ криволинейнымъ движениемъ подраздѣляются на 1) имѣющие якорь безъ обмотки, 2) имѣющие якорь съ обмоткой. Первые изготовляетъ фирма „Сименса и Гальске“. Электромагнитъ подобнаго типа представленъ на фиг. 16. Уголъ поворота его равенъ 70°. Для увеличенія вра-



Фиг. 16.



Фиг. 17.

щающаго момента якорь снабженъ концевыми выступами.

Электромагнитъ 2-го типа представленъ на фиг. 17. Уголъ поворота его равенъ 180° безъ половины ширины полюсовъ. Вращающее усиліе P онъ имѣетъ большее, чѣмъ магнитъ 1-го типа. Вращ. усиліе P выч. по извѣстной формулѣ

$$P = \frac{I}{9.810000} \cdot H \cdot \varepsilon \cdot l \cdot i.$$

При замыканіи цѣпи якорь поляризуется такъ какъ показано на фиг. 17, между тѣмъ, какъ кольцо, смотря по тому какую изъ двухъ цѣпей i или b мы включимъ, получаетъ полюса N; S; или соответственно N_b S_b.

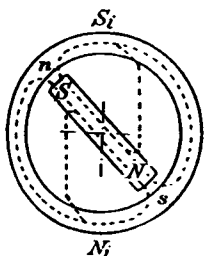
Вращающее усилие было измерено при воздушном промежутке в 5 и 18 мм. при различных углах поворота. Потребление энергии равнялось 8 амп. при 100 вольт.

При угле поворота

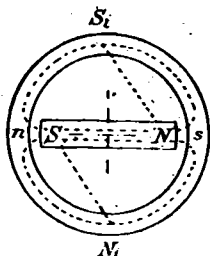
в 160° и	5 мм.	воздушн. пром.	=	580	кгр. см.
" "	" "	" "	"	192	" "
" 100°	5 "	" "	"	660	" "
" "	18 "	" "	"	216	" "
" 50°	5 "	" "	"	780	" "
" "	18 "	" "	"	256	" "
" 0°	5 "	" "	"	880	" "
" "	18 "	" "	"	288	" "

При угле поворота в 160° работа при подъеме равна 1012 кгр. см. Расположение магнитного полюса при углах поворота в 135, 90, 45 и 0° показаны на фиг. 18—19.

Если сравнить работу доставляемую электромагнитом с криволинейным движением с работой

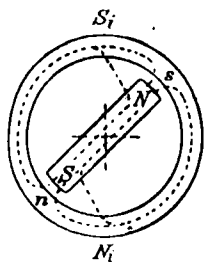


Фиг. 18.

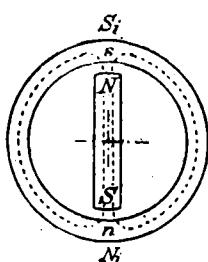


Фиг. 19.

электромагнита с прямолинейным движением при одном и том же потреблении энергии, то мы уви-



Фиг. 20.



Фиг. 21.

дим, что коэффициент полезного действия первого 4 раза больше чем второго.

В самом деле, первый дает 1012, а второй всего 252 кгр. см.

Вращающийся якорь можно сделать неподвижным и заставить вращаться кольцо. Кроме того, всякий электродвигатель можно рассматривать как подъемный электромагнит с криволинейным движением, если устранить щетки и соединить полюса или с двумя противоположными секциями обмотки.

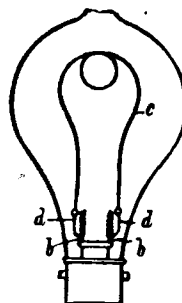
Можно думать, что электромагниты с криволинейным движением найдут себе применение на практик, несмотря на то, что электромагниты с прямолинейным движением при одинаковом потреблении энергии и имеют большую подъемную силу.

Сообщенные результаты можно увеличить на 10% в виду того, что опыты производились в первый раз.

(Е. Т. З. Н. 7).

Замѣна старой угольной нити новой въ лампахъ накаливанія. Марсель Дюмонъ.

Новая нить снабжается металлическими загнутыми во внутрь наконечниками: загнутая часть



Фиг. 22.

имѣетъ форму винта или трубочки, которою она надѣвается на обрѣзанные концы *b* проволочныхъ проводовъ и съ которыми она сваривается при помощи вольтовой дуги.

Электрические удары. На эту тему въ послѣднемъ засѣданіи Institution of Electrical Engineers г-мъ Тротеромъ былъ сделанъ обстоятельный докладъ. Докладъ его представляетъ особый интересъ потому, что Тротеръ состоитъ консультантомъ-электротехникомъ при министерствѣ торговли, въ должности котораго онъ весьма часто имѣлъ случай наблюдать дѣйствія электрическихъ ударовъ. Въ общемъ выводы его доклада имѣютъ успокоительный характеръ, такъ какъ онъ приходитъ къ заключенію, что ударъ, произведенный отъ соприкосновения съ проводомъ напряженіемъ въ 500 вольтъ, не считая исключеній, проходитъ безъ замѣтныхъ послѣдствій. Докладъ его былъ обставленъ опытами, которые онъ производилъ не только надъ собою, но и надъ членами собранія. Чрезвычайно поразилъ, между прочимъ, опытъ заключавшійся въ томъ, что Тротеръ становился на полюсы, соединенныя съ однимъ полюсомъ динамо и дотрагивался до провода, соединеннаго съ другимъ полюсомъ. Напряжение при этомъ было 500 вольтъ, постоянный же токъ, проходившій черезъ тѣло экспериментатора равнялся 35 миллиамперамъ. Для того чтобы уполномоченнымъ отъ города доказать, что употребленіе воздушныхъ проводовъ при электрическихъ трамваяхъ вовсе не такъ опасно, какъ это принято думать, Тротеръ, при осмотрѣ вновь открывающейся электр. желѣзн. дороги поступаетъ обыкновенно слѣдующимъ образомъ. Онъ приглашаетъ уполномоченныхъ отъ города занять мѣста на имперіалѣ вагона и показываетъ на себѣ, что соприкосновеніе съ воздушнымъ проводомъ не влечетъ за собою дурныхъ послѣдствій. Вслѣдъ за нимъ уполномоченные также производятъ подобный же опытъ и убѣждаются, такимъ образомъ, что пассажиры имперіала, будучи случайно тронуты оборвавшимся проводомъ, находятъся въ опасности.

На этомъ же докладѣ г-нъ Аспинелли разбираетъ дѣйствія ударовъ отъ высокаго напряжения и совѣтуетъ, на основаніи практическихъ результатовъ своей дѣятельности, при попыткахъ привести къ жизни пострадавшихъ класть ихъ такъ, чтобы голова лежала ниже остальныхъ частей тѣла. Во время послѣдовавшаго диспута присутствующими врачами указаніе это признано очень основательнымъ.

(Е. Т. З. № 13).

Английское законодательство и прогресс электротехники. Английские техники занялись вопросом, поскольку английское законодательство может быть ответственным, за тот факт, что английская электротехническая промышленность стоит позади других стран. На эту тему инж. Перси-Селлонъ и дѣлалъ докладъ въ торгово-палатѣ въ Лондонѣ. Въ своемъ докладѣ онъ приходитъ къ слѣдующимъ выводамъ.

1. Развитие электротехнической промышленности въ Великобританіи идетъ позади другихъ странъ;
2. Этотъ фактъ зависитъ главнымъ образомъ отъ поощренія Правительствомъ казенныхъ и городскихъ предприятий, въ ущербъ частнымъ;
3. Подобный взглядъ Правительства дѣйствуетъ неблагоприятно на капиталы, изобрѣтателей и конструкторовъ;
4. Ближе то время, когда распределение энергіи будетъ стоить очень дешево, и вопросъ о скоромъ городскомъ и междугородномъ сообщеніи получитъ, благодаря электрической тягѣ, правильное рѣшеніе;
5. Современное законодательство ограничиваетъ это развитіе, если оно примѣняется на практикѣ;
6. Желательно измѣненія законовъ въ томъ смыслѣ, чтобы имѣть законы прежде всего выясняющія будущія отношенія, между городскими предприятиями и электротехнической промышленностью;
7. Точно также желательно созданіе постоянной комиссіи, которая занималась бы исключительно вопросами электротехнической промышленности и которой былъ бы доверенъ Правительствомъ пересмотръ и измѣненіе существующихъ законовъ, относительно электротехнической промышленности и соприкасающихся съ ней отраслей промышленности. Всѣ изложенныя вопросы будутъ предметомъ доклада, въ будущую парламентскую сессію, въ виду ихъ несомнѣнной важности.

(L'El. № 578).

Замѣна электрической тяги паровой на линіи Берлингтонъ-Монтхолли. Какъ известно *) въ 1896 г. Пенсильванская жел. дорога ввела на участкѣ Берлингтонъ-Монтхолли электрическую тягу съ цѣлью испытанія пригодности ея для линіи большого пользованія. Но линія оказалась выбранной неудачно. Введеніе электрической тяги стоило 74.506 долларовъ (приб. 120000 руб.); въ первый годъ эксплуатація электрической тяги дала небольшой дефицитъ. За послѣдній-же годъ доходъ былъ 13720 дол., а расходъ 22779 дол. Такіе неудовлетворительные результаты привели къ тому, что общество Пенсильванской жел. дороги рѣшило перейти обратно на паровую тягу. Пожаръ центральной электрической станціи, обслуживавшей эту линію, еще болѣе способствовалъ этому рѣшенію, такъ что въ настоящее время электрическая тяга, какъ давняя весьма неудовлетворительные результаты, вновь замѣнена паровой.

(E. W. a. E. № 16).

Примѣненіе электрическаго кабестана къ тягѣ судовъ при входѣ въ Бриарскій мостъ-каналъ (Франція). Въвиду того, что электрическая станція, устроенная у Бриарскаго канала, имѣла избытокъ энергіи, этотъ избытокъ былъ примѣненъ для тяги судовъ по этому мосту. Для этого имѣется кабестанъ съ вертикальной осью, приводимый въ движеніе электродвигателемъ. Этотъ кабестанъ съ помощью буксирной бичевы тянетъ суда съ силой тяги въ 500—600 кр. Для того, чтобы имѣть возможность пользоваться кабестаномъ во время останова станціи, на ней имѣется батарея аккумуляторовъ.

(M. d. I. S. d. I. c. d. F.).

БИБЛІОГРАФІЯ.

Правила для пользованія электрическими устройствами. 1. Правила для пользованія электрическими устройствами, работающими токами низкаго, повышеннаго и высокаго напряженія.

2. Правила для пользованія электрическими устройствами городскихъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ.

3. Правила, опредѣляющія взаимное отношеніе между проводами сильныхъ токовъ и проводами слабыхъ токовъ.

Изданіе Постояннаго Комитета Всероссийскихъ Электротехническихъ Съѣздовъ. Спб. 1902. 63 стр. въ 8 д. л. Цѣна 60 коп.

Содержаніе разсматриваемыхъ правилъ видно изъ заглавія. Правила эти были выработаны Комиссіями, избранными Первымъ Всероссийскимъ Электротехническимъ Съѣздомъ въ С.-Петербургѣ, затѣмъ разсмотрѣны Комиссіей Второго Съѣзда *) въ Москвѣ и утверждены имъ для дальнѣйшаго направленія въ Правительственныя сферы, которыми надо надѣяться скоро будутъ утверждены для повсемѣстнаго распространенія.

Основой выпущенныхъ правилъ были соответствующія правила, выработанныя VI (Электротехническимъ) отдѣломъ II. Р. Техническаго Общества и С.-Петербургскимъ Электротехническимъ Обществомъ, выпущенныя еще въ 1898 г., и рекомендованными тогда же Министерствомъ Внутреннихъ Дѣлъ.

Въ виду того, что Второй Электротехнический Съѣздъ постановилъ возложить на Постоянный Комитетъ дальнѣйшую разработку вопроса о правилахъ, онѣ снабжены примѣчаніемъ Постояннаго Комитета, гласящимъ, что всѣ желательныя дополненія и измѣненія должны направляться въ Постоянный Комитетъ для доклада Третьему Съѣзду **).

я.

В. Закржевокій. Электрическія измѣренія. Пособіе для производства практическихъ работъ въ электротехническихъ лабораторіяхъ. 2-е изданіе съ чертежами. С.-Петербургъ. Изданіе К. Л. Риккера. 1901 г. VIII—271 стр. Цѣна 2 р. 40 к.

Несмотря на существованіе въ настоящее время довольно большаго числа электротехническихъ лабораторій, преимущественно при высшихъ учебныхъ заведеніяхъ, у насъ почти нѣтъ специальныхъ руководствъ по электрическимъ измѣреніямъ. Предлагаемая книжка, написанная завѣдующимъ Электротехнической Лабораторіей Военной Электротехнической Школы, представляетъ одинъ изъ первыхъ шаговъ въ этомъ дѣлѣ и при томъ-же не неудачный.

Первое, что бросается въ глаза, при чтеніи книги это отсутствіе въ ней, такъ сказать, собственного облика. Трудно сказать, кто авторъ: физикъ или техникъ, какия особенности представляютъ его лабораторія, что онъ выработалъ на своей практикѣ.

Авторъ описываетъ различные приборы, употребляемые для электрическихъ измѣреній довольно кратко и при томъ не всегда правильно; такъ напримѣръ, онъ говоритъ, что къ приборамъ, основаннымъ на взаимодействіи соленоида и куска мягкаго желѣза, можно подводить токъ только въ одномъ направленіи. Теоретическія свѣдѣнія, сообщаемыя авторомъ, можно найти во всякомъ общемъ курсѣ. Слѣдуетъ отмѣтить цѣлый рядъ схемъ установокъ

*) См. Э—во. 1902. № 5, стр. 69.

**) Гг. Членамъ Перваго и Второго Всероссийскихъ Электротехническихъ Съѣздовъ Правила эти будутъ предложены вмѣстѣ съ тѣмъ томомъ Трудовыхъ Съѣздовъ, въ которомъ помѣщены ходатайства, возбужденныя предъ Правительствомъ Постояннымъ Комитетомъ по докладу Перваго и Второго Съѣздовъ. Редакция.

*) См. Э—во. 1900 г. № 3, стр. 43.

таблица для записи наблюдений, составленных чрезвычайно подробно. Однако, их, пожалуй, ужь через много,—едва-ли работающие в лабораториях, нуждаются в столь педантичной заботливости автора. Отдель специально технических измерений (за исключением фотометрирования) обработаны не полно (особенно переменные токи) и слабо в смысле отсутствия практических указаний. Физический отдел обработан полнее. Недостаточно обращено внимания на вопрос об определении точности измерений и чувствительности приборов. Желательно, чтобы работающие привыкали окривать ожидаемую ошибку измерений.

Масса опечаток, особенно досадных в подобной книге, вместе с нестройной терминологией (ваттметр и рядом ваттметр, мегаом) вопиют къ автору. Будем надеяться, что в слѣдующем изданіи авторъ внесетъ въ книгу побольше самостоятельности и болѣе обратитъ вниманія на отдѣлъ технических измереній.

А. А.

Wörterbuch der Elektrotechnik in drei Sprachen von Paul Blaschke. I Teil Deutsch-Französisch-Englisch.—Leipzig. Verlag von S. Hirzel. **Электротехнический словарь П. Бляшке. Часть нѣмецко-французко-англійская.** 145 стр. въ 8 д. л. Цѣна 5 марокъ (2 р. 50 к.).

Разматриваемый словарь имѣетъ значеніе для русскаго электротехника постольку, поскольку онъ предполагаетъ въ немъ основательное знаніе одного изъ европейскихъ языковъ и даетъ ему возможность въ такомъ случаѣ разобратся въ терминологию двухъ остальныхъ весьма богатыхъ въ техническомъ отношеніи иностранныхъ литературъ. Появленіе подобнаго словаря является какъ нельзя болѣе кстати, такъ какъ, благодаря развитію и прогрессу электротехники количество специальныхъ терминовъ сильно увеличилось, точный же переводъ ихъ съ одного языка къ другой часто бываетъ довольно затруднительнымъ, въ виду того, что сохраненіе вѣрности передаваемого понятія обуславливается не столько буквальной точностью перевода, сколько характерными особенностями и духомъ каждаго языка. Хорошій техническій переводный словарь долженъ быть въ то же время отчасти и толковымъ, т. е. пояснять характерное значеніе каждаго термина настолько, чтобы примѣненіе его не могло породить какихъ-либо недоразумѣній въ техническомъ отношеніи. Въ частности по отношенію къ электротехникѣ словарь гѣмъ болѣе удовлетворитъ своему назначенію, чѣмъ болѣе онъ содержитъ видовыхъ производныхъ даннаго слова, такъ какъ основныхъ терминовъ, указывающихъ родовыя определенія, сравнительно не много, и всѣ прочія техническія выраженія получаются соединеніемъ двухъ словъ вместе или приставкою ихъ другъ къ другу. Въ лекащемъ передъ нами словарѣ слову „Strom“ (токъ) посвящено 8 столбцовъ убогистаго текста, въ которыхъ переведены не только всѣ многочисленные производные термины (которыми особенно обилень нѣмецкій языкъ благодаря характерному для него соединенію многихъ словъ въ одно) оканчивающіеся или начинающіеся на „Strom“, но и множество выраженій въ которыхъ переводимое слово по преимуществу встрѣчается, что, конечно, значительно облегчаетъ различнаго рода переводныя работы. Не менѣе добросовѣстно составитель относится и къ переводу другихъ общепотребительныхъ терминовъ. Съ вѣднѣйшей стороны словарь не оставляетъ желать ничего лучшаго: напечатанъ на хорошей бумагѣ, четкими шрифтомъ и изданъ вообще изящно; цѣна въ 5 марокъ является поэтому недорогойю.

Въ заключеніе можно только пожелать, чтобы единственный имѣющей въ нашей литературѣ элек-

тротехнической словарь (Миткевича и Шведера), хотя и весьма полезный благодаря взаимно-обратному переводу терминовъ 4-хъ языковъ, но въ которомъ видовыхъ производныхъ отъ каждаго слова приведено очень мало, былъ бы пополненъ по образцу разсматриваемаго словаря. Потребность въ подобномъ изданіи назрѣла уже давно.

А. Ратнеръ.

Scientia № 13. F. M. Raoult. Cryoscopie. Paris Naud-éditeur. 1901. 106 pages in 16°.

Ф. Рауль. Крѣоскопія. Парижъ. Изданіе Но. Цѣна 2 фр. (= 75 к.).

Въ столь важной въ настоящее время теоріи растворовъ, разматриваемыхъ съ точки зрѣнія теплоты, упругости паровъ и электропроводности—крѣоскопія, т. е. ученіе объ отвердѣваніи ихъ, была первымъ камнемъ, положеннымъ авторомъ лежащей предъ нами книги. Шагъ за шагомъ, весьма точно и обстоятельно раскрываются въ ней предъ читателемъ крѣоскопическіе законы растворовъ органическихъ соединений и электролитовъ; изложеніе ведется исключительно въ экспериментальномъ направленіи, согласно чему двѣ первые части посвящены весьма цѣнному описанію приборовъ и приемовъ крѣоскопическихъ изслѣдованій. Авторъ повсюду указываетъ предѣлы примѣнимости законовъ Рауля, но не входитъ въ объясненія причинъ кажущихся исключеній; эти причины относятся уже къ другимъ сторонамъ теоріи растворовъ.

Этотъ томикъ „Scientia“ является посмертнымъ трудомъ Рауля (1830—1901); къ нему приложенъ портретъ автора, краткая характеристика его дѣятельности (написанная Леспио) и списокъ его ученыхъ работъ.

В. Л.

Scientia № 16. E. Néculéa. Le Phénomène de Kerr. Paris. C. Naud-éditeur. 1902. 91 pages in 16°.

Некюльсеа. Явленіе Керра. Парижъ. Изданіе Но. Цѣна 2 фр. (= 75 к.).

Этотъ выпускъ серіи „Scientia“ излагаетъ современное состояніе вопроса объ оптическихъ особенностяхъ изоляторовъ въ состояніи электрическаго натяженія, особенностяхъ, выступающихъ, если пропускать черезъ такой изоляторъ поляризованный свѣтъ. Въ первой части авторъ описываетъ опыты, характеризующіе явленіе Керра—во второй—теоріи Шокельса и Фойгта; небольшая третья часть посвящена аналогіи явленію Земана. Теоретическая часть предполагается въ читателѣ болшую подготовку. Явленіе Керра ждетъ еще изслѣдователей даже въ основныхъ своихъ чертахъ.

В. Л.

НОВЫЯ КНИГИ.

Физико-математическій ежегодникъ № 2.—1902 г., посвященный вопросамъ математики, физики, химіи и астрономіи въ элементарномъ изложеніи. Съ 142 рис. въ текстѣ. Изданіе кружка авторовъ „Сборника въ помощь самообразованію“. Москва. 1902 г. Цѣна 2 р. 50 к. VIII—482 стр. въ 8 д. л.

Die Gleichstrommaschine. Theorie. Konstruktion, Berechnung, Untersuchung und Arbeitsweise derselben. Von E. Arnold. Erster Band. **Die Theorie der Gleichstrommaschine.** Mit 421 in den Text gedruckten Figuren. Berlin. Verlag von Julius Springer. 1902. XVI+555 стр. въ 8 д. л. Цѣна (въ пер.) 16 марокъ (= 8 руб.).

La théorie de l'accumulateur au plomb, par dr. Friedrich Dolezalek. Traduit de l'allemand par Ch. Liagre. Un volume in-8°, contenant 40 figures dans le texte; prix cartonné: 8 francs.

Travaux du congrès de physique réuni à Paris en 1900, sous les auspices de la société française de physique, rassemblés et publiés par Ch.-Ed. Guillaume et L. Poincaré, Secrétaires généraux du Congrès. Gauthier-Villars, éditeurs. Paris 1901.

Anlasser und Regler für elektrische Motoren und Generatoren. Theorie, Konstruktion, Schaltung. Von Rudolf Krause, Ingenieur. Berlin. Verlag von Julius Springer. 1902. 92 стр. въ 16 д. л. 97 фиг. въ текстѣ. Цѣна 4 марки (= 2 руб.).

Considerations sur l'emploi des turbines dans les centrales hydro-électrique, par Arnaldo Luraschi, ingénieur-électricien. Liège. 1902. 17 стр. въ 8 д. л.

Elektrische Fernschellbahnen. Eine kritische Skizze, von Dr. Max Roloff. 1902. Halle a. S. Preis 1.35 M. 72 стр. въ 8 д. л. 16 чертежей и рисунковъ.

Schaltungsarten und Betriebsvorschriften elektrischer Licht und Kraftanlagen unter Verwendung von Akkumulatoren. Zum Gebrauche für Maschinisten, Monteure und Besitzer elektrischer Anlagen, sowie für Studierende der Elektrotechnik, von Alfred Kistner. Mit 81 in den Text gedruckten Figuren. 1901. Berlin. Julius Springer. VIII+210 стр. въ 16 д. л. Цѣна 4 м. (= 2 руб.).

Случай появления шаровой молнии.

(Письмо въ Редакцію).

Милостивый Государь.

29 мая, въ 11 ч. 50 м. утра, во время грозы и сильнаго ливня, когда я стоялъ у окна и смотрѣлъ на улицу, прямо передъ моими глазами, на самую мостовую, посреди улицы*), упалъ огромный огненный клубъ (не совсѣмъ правильная фигура шара), сажени $1\frac{1}{2}$ въ диаметрѣ, и въ тотъ же моментъ, почти безъ промежутка, послѣдоваль сильнѣйшій, съ трескомъ (трескъ слышался сверху), громовой ударъ... Огненный клубъ или шаръ въ течение 2—3 секунды какъ бы растаялъ или расплылся... Тащившаяся въ это время по дорогѣ (по направлению къ мѣсту паденія молнии), на разстоянн 6—7 сажени отъ мѣста паденія, водовозная лошадь съ бочкою, вѣроятно, испугавшись, метнулась въ сторону.. Это любопытное явленіе видѣло также и другое лицо, находившееся въ это время у меня въ той же комнатѣ и смотрѣвшее въ другое окно... На меня и на моего собесѣдника явленіе это особаго дѣйствія не произвело, кромѣ нѣкотораго ошеломяющаго: мы быстро отскочили отъ окна и на нѣсколько секундъ какъ бы растерялись.

Преподаватель реального училища

Николай Муратовъ.

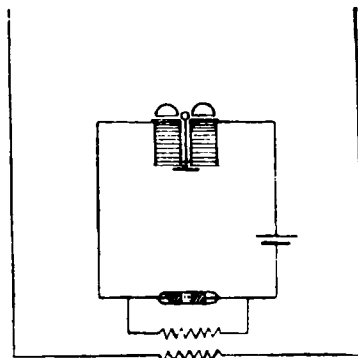
Тула 1 июня 1902 г.

*) Р. Тула, Петровская, возлѣ Площадной, флигель г. Горюнскаго.

По поводу замѣтки „Приборъ Спильберга, предупреждающій о приближеніи желѣзнаго судна“.

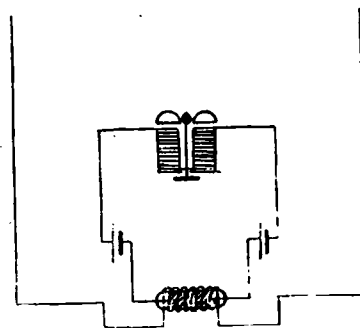
Отъ Редакціи.

По поводу замѣтки о приборѣ Спильберга, помѣщенной въ № 6 (стр. 91) журнала, мы получили отъ изобрѣтателя, фамилія котораго правильнѣе А. Шпильбергъ (русскій), письмо, въ которомъ онъ проситъ исправить вкрапившуюся въ замѣтку опечатку, а именно на стр. 93, лѣвый столбець, 17 строка слѣ-



Фиг. 23.

дуетъ читать: ... и позволяютъ не примѣнять...“ Пользуясь случаемъ приводимъ еще 2 схемы, испытанныхъ изобрѣтателемъ, которыя отличаются тѣмъ, что реле замѣнено трубкой Бранли. Опилки этой



Фиг. 24.

трубки становятся проводящими при соединеннн электродовъ ея съ зажимами вторичной обмотки катушки Румкорфа, какъ то показатъ Кальцеччи Онести (Calsecchi Onesti), еще до открытія Бранли. Расположеніе приборовъ по схемѣ 23. По мнѣнію г. Шпильберга, вторичная обмотка является даже лишней і схема принимаетъ видъ фиг. 24.

Полное описаніе изобрѣтенія г. А. Шпильберга помѣщено въ Т. XIX — 1902 г. журнала «Bulletin Mensuel de la Société Belge d'Electriciens».