№ 18. 1894. ОКТЯБРЬ.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Электротехника въ Америкѣ.

(Продолженіе.)

VI. Примѣненія электричества для сварки и ковки металловъ.

Эта отрасль электротехники получила уже довольно большое развитіе въ Америкѣ. Примѣняется тамъ исключительно способъ Э. Томсона, который заключается, какъ извѣстно, въ нагрѣваніи обработываемыхъ металлическихъ предметовъ сильными перемѣнными токами. На Колумбовой Выставкѣ принимали участіе двѣ американскія компаніи, занимающіяся подобной обработкой металловъ при посредствѣ электричества и изготовляющія механизмы для этого:

1) Thomson Electric Welding Co., эксплоатирующая привилегіи проф. Э. Томсона, и

2) Electrical Forging Co., примѣняющая способъ Бертона, который отличается отъ предыдущаго главнымъ образомъ по способу регулированія тока, служащаго для нагрѣванія.

Каждая изъ этихъ компаній выработала особые механизмы и приборы. Первая изъ нихъ занимается главнымъ образомъ сваркой, хотя ея машины могли бы служить и для ковки металловъ, а вторая, наоборотъ, занимается исключительно ковкой (и штампованіемъ), хотя ея машинами можно было бы пользоваться и для сварки. Разсмотримъ способы и механизмы той и другой компаніи.

Thomson Electric Welding Co.—Эта компанія выработала довольно большое число сварочныхъ машинъ (welders), каждая изъ которыхъ приспособлена для опредѣленной работы, напримѣръ одна—для выдѣлки колесныхъ шинъ, другая—для исправленія осей, третья—для свариванія желѣзныхъ кабелей и т. д. Такую спеціализированность машинъ слѣдуетъ признать, пожалуй, за недостатокъ системы Томсона. Во всѣхъ этихъ машинахъ свариваемые предметы располагаются такимъ образомъ, чтобы ихъ соединяемыя поверхности соприкасались. При пропусканіи тока эти поверхности нагрѣваются и, когда найдутъ, что онѣ достигли надлежащей температуры, производятъ сварку, сильно прижимая одну соединяемую часть къ другой при помощи гидравлическаго пресса или просто рычагомъ или приводомъ съ безконечнымъ винтомъ.

Собственно говоря, различныя сварочныя машины отличаются между собой только механическимъ устройствомъ, а способъ производства и регулированія тока у всѣхъ одинаковый.

Э. Томсонъ взялъ для своего способа перемѣнный токъ въ виду удобства его полученія и преобразованія, а также для избѣжанія явленій электролиза, какія могли бы происходить отъ постоянныхъ токовъ при нѣкоторыхъ сплавахъ и вредить однородности металла въ мѣстѣ сварки.

Генераторомъ тока служитъ динамомашина перемѣннаго тока съ якоремъ, состоящимъ изъ 4 плоскихъ катушекъ на сердечникѣ, который составленъ изъ пластинокъ мягкаго желѣза, изолированныхъ одна отъ другой бумагой и сдавленныхъ гидравлическимъ прессомъ. Въ сердечникѣ устроены для вентиляціи продольные каналы. Токъ высокаго напряженія (300 вольтовъ) этой динамомашины преобразовывается трансформаторомъ особаго устройства въ токъ низкаго напряженія (1 вольтъ), но большой силы.

Первичная обмотка трансформатора состоитъ изъ большого числа оборотовъ мѣдной проволоки, а вторичная заключаетъ въ себѣ только одинъ оборотъ, представляющій собою массивную мѣдную спираль. Сердечникъ состоитъ изъ полосъ мягкаго желѣза, изолированныхъ бумагой и слюдой. Оконечностями вторичной цѣпи служатъ зажимы для закрѣпленія свариваемыхъ предметовъ, чрезъ которые замыкается эта цѣпь.

Свариваемыя поверхности рекомендуется дѣлать слегка выпуклыми, чтобы быстрѣе нагрѣвались соединяемыя части. Кромѣ того, при этомъ лучше наблюдать за степенью нагрѣванія свариваемыхъ предметовъ, чтобы подвергать ихъ окончательному сдавливанію только тогда, когда ихъ внутреннія и наружныя части нагрѣются до надлежащей температуры.

Для регулированія производящаго нагрѣванія тока служитъ вспомогательный трансформаторъ, вторичная цѣпь котораго соединяется послѣдовательно съ первичной цѣпью главнаго трансформатора.

Электрическая сварка представляетъ слѣдующія преимущества по сравненію съ обыкновенной:

1) Быстрота работы (напримѣръ, для сварки стержней въ 25 мм. діаметромъ требуется всего $1^1/_4$ секунды).

2) Возможность производить нагрѣваніе точно до желаемой температуры, причемъ различныя части одного и того же поперечнаго сѣченія около мѣста сварки пріобрѣтаютъ совершенно одинаковую температуру.

3) Одна изъ замѣчательныхъ особенностей способа заключается въ томъ, что энергія расходуется только тамъ, гдѣ нужно, — нагрѣваніе локализируется въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ оно необходимо. Напримѣръ, при свариваніи двухъ желѣзныхъ стержней, послѣдніе накаливаются докрасна на длинѣ всего въ 25 мм. съ каждой стороны отъ мѣста сварки, а за этимъ предѣломъ, въ нѣсколькихъ сантиметрахъ отъ накаленной части, нельзя замѣтить на ощупь никакого нагрѣванія. Операція производится столь быстро, что теплота не успѣваетъ распространиться въ другія части стержня.

4) Сварка по качествамъ получается гораздо лучше, чѣмъ при обыкновенномъ способѣ, такъ какъ она начинается въ самыхъ внутреннихъ частяхъ соприкасанія и при нагрѣваніи внутрь металла не могутъ проникнуть газы.

Затѣмъ можно указать еще нѣкоторыя второстепенныя преимущества, а именно: 1) сварочныя машины можно устанавливать въ какомъ угодно помѣщеніи и въ какомъ угодно этажѣ; 2) это помѣщеніе можно держать чистымъ; 3) температура тамъ не бываетъ такъ высока, какъ въ обыкновенныхъ кузницахъ; 4) трудъ рабочихъ гораздо легче.

По этому способу можно надежно сваривать почти всѣ употребительные металлы и сплавы: желѣзо, сталь всѣхъ сортовъ, чугунъ, мѣдь, латунь, бронзу, олово, свинецъ, цинкъ, серебро, золото. Можно также сваривать, напримѣръ, мѣдь съ латунью, мѣдь съ чугуномъ, олово съ цинкомъ и съ латунью.

Въ заключеніе прибавимъ, что въ настоящее время компанія Томсона пріобрѣла также американскія привилегіи на способъ сварки Бенардоса (при посредствѣ вольтовой дуги) и примѣняетъ этотъ способъ для нѣкоторыхъ работъ, напримѣръ для сварки продольныхъ швовъ трубъ.

Electrical Forging Co. — Благодаря системѣ, выработанной проф. Бертономъ, механизмы этой компаніи представляютъ то преимущество по сравненію съ предыдущими, что одной и той же машиной можно пользоваться для обработки предметовъ различныхъ формъ и размѣровъ. Самая существенная разница между системами Э. Томсона и Бертона заключается въ способахъ регулированія нагрѣвающаго тока: послѣдній изобрѣтатель нашелъ, что получаются результаты лучше, если дѣйствовать не на первичную цѣпь трансформатора, какъ дѣлаетъ Э. Томсонъ, а на намагничиваніе возбудителя генератора тока. У динамомашины, доставляющей токъ (при 2400 вольтахъ), намагничивающій токъ доставляется особой небольшой динамомашиной съ отвѣтвленіемъ (6 амперовъ × 220 вольтовъ).

У трансформатора, преобразующаго нагрѣвающій токъ, первичная обмотка состоитъ изъ 12 катушекъ, распредѣленныхъ на 6 параллельныхъ паръ. Вторичную обмотку образуютъ 12 мѣдныхъ спиралей; къ ея концамъ прикрѣплены болтами по массивному мѣдному кругу, вѣсящему 400 кгр. На эти круги кладутъ нагрѣваемый предметъ, замыкая имъ такимъ образомъ вторичную цѣпь. Относительно скорости нагрѣва и затраты энергіи можно привести слѣдующія данныя: желѣзную полосу въ 38 лин. въ квадратѣ и 51 см. длиной можно нагрѣть до требуемой для ковки температуры въ $5^1/_2$ минутъ при 42 лош. сил., прутъ инструментальной стали въ 22 мм. діаметромъ и 28 см. длиной въ 1 минуту при 32 лош. сил.

На одну и ту же машину можно установить сразу 8 паръ различныхъ поддержекъ, такъ что на ней можно одновременно нагрѣвать 8 металлическихъ предметовъ различнаго рода и размѣра. Эти предметы можно снимать и замѣнять другими, не нарушая нагрѣванія другихъ, такъ какъ машина сама собою приспособляется къ перемѣнамъ нагрузки.

Для поясненія этой системы необходимо сказать нѣсколько словъ объ опытахъ проф. Бертона, которые, повидимому, значительно подвинули впередъ вопросъ о ковкѣ металловъ при посредствѣ электричества. Прежде всего Бертонъ нашелъ, что нагрѣваемые предметы нѣтъ надобности прижимать къ поддержкамъ, — достаточно одного вѣса этихъ предметовъ, чтобы установился какъ слѣдуетъ токъ. Далѣе его опыты показали, что лучше всего вводить регулирующій реостатъ въ намагничивающую цѣпь возбудителя, а иначе нагрѣваніе происходитъ неправильно: оно начинается въ частяхъ, наиболѣе близкихъ къ поддержкамъ, такъ что равномѣрнаго распредѣленія теплоты вдоль предмета не получается. *А. С.*

Нѣкоторыя преимущества перемѣнныхъ токовъ.

Сообщеніе проф. Сильвануса Томпсона Британской Ассоціаціи.

(Окончаніе.)

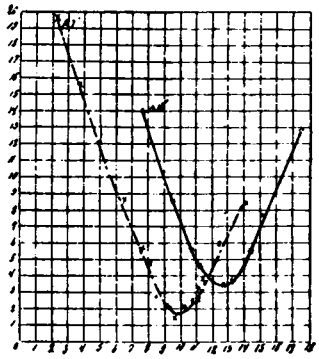
Одно изъ затрудненій, связанное съ распредѣленіемъ электрическаго тока въ большомъ масштабѣ, заключается въ поддерживаніи во всѣхъ пунктахъ сѣти проводовъ постояннаго напряженія, подъ какимъ токъ долженъ доставляться потребителямъ. Между генераторной станціей и центромъ распредѣленія происходитъ потеря напряженія, такъ же, какъ за центромъ распредѣленія, между нимъ и пунктами потребленія съ лампами въ домахъ. Первое паденіе потенціала можно возмѣстить надлежащими приспособленіями на центральной станціи, но дальнѣйшее паденіе между распредѣлительнымъ центромъ и домами потребителей въ точности возмѣстить нельзя, хотя отчасти этого можно достичь какой либо системой уравниванія въ распредѣлительномъ центрѣ. Въ результатѣ лампамъ потребителей не будетъ доставляться токъ подъ неизмѣннымъ напряже-

ніемъ. Въ случаѣ распредѣленія постояннаго тока единственной причиной пониженія напряженія въ отдаленныхъ пунктахъ является сопротивленіе проводовъ, идущихъ къ этимъ пунктамъ. Пониженіе, обусловливаемое такимъ сопротивленіемъ (омовое пониженіе), пропорціонально омамъ сопротивленія и амперамъ тока. Въ случаѣ перемѣннаго тока является еще вторая или добавочная причина пониженія, которая до сихъ поръ считалась за серьезное неудобство примѣненія перемѣннаго тока, а именно пониженіе, обусловливаемое самоиндуктивнымъ дѣйствіемъ линіи, реагирующей и развивающей обратныя электровозбудительныя силы, которыя стремятся остановить токъ. Это второе или индуктивное пониженіе вообще не представляетъ серьезнаго значенія; чтобы по возможности устранить его, главные проводы и отвѣтвленія располагаютъ концентрично; но оно можетъ сдѣлаться значительнымъ, когда въ цѣпи имѣются какъ двигатели, такъ и лампы, въ виду значительныхъ индуктивныхъ реакцій, какія развиваются въ электромагнитахъ двигателей.

Есть много родовъ двигателей перемѣннаго тока, но ихъ можно разгруппировать на два главныхъ класса: 1) синхроничные и 2) несинхроничные. Синхроничными двигателями будутъ только тѣ, которые работаютъ съ одной опредѣленной для нихъ скоростью, независимо отъ ихъ нагрузки, скоростью, опредѣленной только по числу ихъ полюсовъ и числу перемѣнъ тока, зависящихъ отъ генераторныхъ механизмовъ на станціи. Они или работаютъ синхронично съ пульсаціями тока или совсѣмъ не работаютъ. Двигатели другого класса, несинхроничные, бываютъ по большей части многофазными машинами, требующими для своего дѣйствія двухфазныхъ или трехфазныхъ токовъ. Эти токи идутъ въ надлежащій якорь, тамъ комбинируются, производя вращающееся магнитное поле, и въ послѣднемъ массы желѣза, одного или съ замкнутыми мѣдными обмотками, намагничиваясь индуктивно, приходятъ во вращеніе реакціей индуктирующихся въ нихъ круговыхъ токовъ. На вращающуюся часть несинхроничнаго двигателя можно смотрѣть, какъ на вращающіеся электромагниты, намагничиваемые только индуктирующимися въ нихъ круговыми токами. Если бы она могла вертѣться съ такой же скоростью, какъ окружающее его вращающееся магнитное поле, то не было бы никакого относительнаго движенія, круговыхъ токовъ, реакцій и вращающей силы. Она приводится во вращеніе силами, развитіе которыхъ обусловливается несинхроничностью вращенія съ пульсаціей токовъ въ цѣпяхъ. Въ нѣкоторыхъ предѣлахъ ея скорость устанавливается такъ, что магнитное запаздываніе бываетъ пропорціонально развиваемому имъ моменту вращенія.

Въ виду необходимости развитія такихъ реакцій, несинхроничные двигатели производятъ въ проводахъ, доставляющихъ имъ токъ, индуктивное пониженіе и заставляютъ пульсаціи тока запаздываніе въ фазѣ относительно сообщаемыхъ пульсацій напряженія. Омовое пониженіе не сопровождается никакимъ запаздываніемъ фазы тока, а индуктивное пониженіе сопровождается имъ. Къ счастію, при перемѣнныхъ токахъ, существуетъ нѣсколько средствъ для устраненія этихъ неудобствъ. Давно уже извѣстно, что конденсаторъ развиваетъ реакцію другого рода, которая, хотя также стремится остановить токъ, не замедляетъ фазы пульсаціи, но ускоряетъ ее. Это важное свойство извѣстно уже давно и имъ пользуются въ подводной телеграфіи для уравновѣшенія запаздыванія сигналовъ. Но примѣненіе конденсаторовъ къ системамъ распредѣленія перемѣнныхъ токовъ для уравновѣшенія индуктивнаго пониженія при электродвигателяхъ было бы довольно грандіозной затѣей: лекарство было бы слишкомъ сильно для недуга.

Возможно однако устранить неудобство другимъ способомъ. Чтобы объяснить его, мы должны вернуться къ синхроничнымъ двигателямъ, относительно которыхъ было сказано мало. Вильде въ 1868 г. и Гопкинсонъ въ 1879 г. доказали, что двѣ машины перемѣнныхъ токовъ могутъ работать вмѣстѣ синхронично: одна, какъ генераторъ, а другая, какъ двигатель, причемъ послѣдній приспособляется такъ, что его пульсація электровозбудительной силы стремится (какъ во всѣхъ двигателяхъ) противодѣйствовать пульсаціи сообщаемой электровозбудительной силы. Затѣмъ въ 1884 г. д-ръ Гопкинсонъ предсказалъ, что машина перемѣннаго тока можетъ работать, какъ двигатель, даже въ томъ случаѣ, если ея средняя электровозбудительная сила выше, чѣмъ въ цѣпи,— результатъ, который провѣрилъ на практикѣ въ 1890 г. Морди. Въ 1892 г. онъ указалъ еще нѣсколько фактовъ относительно машинъ перемѣнныхъ токовъ, со включеніемъ приводимой здѣсь (фиг. 1) весьма замѣчательной кривой, показывающей зависимость тока якоря отъ возбужденія электромагнитовъ двигателя при данной нагрузкѣ. Въ свое время авторъ обращалъ вниманіе на эту кривую и ея значеніе. Кривая представляетъ



Фиг. 1.

форму буквы U. Самая нижняя точка соотвѣтствуетъ особымъ условіямъ, а именно когда двигатель, намагничиваемый до извѣстной степени, извлекаетъ изъ проводовъ нѣкоторое минимальное количество тока для выполненія своей механической работы съ требуемой скоростью. Для производства той же самой работы онъ будетъ брать изъ проводовъ больше тока, если намагничиваніе будетъ больше или меньше. Это кажется очень страннымъ, но вполнѣ объяснимо. Особая степень намагничиванія, при которомъ токъ въ якорѣ бываетъ минимальнымъ для данной нагрузки, представляетъ ту степень, которая соотвѣтствуетъ отсутствію разности фазъ между пульсаціями сообщаемаго напряженія и получающагося въ результатѣ тока. Предположимъ, напр., что сопротивленіе якоря $^1/_2$ ома, токъ доставляется при 100 вольтахъ и 10 амперовъ оказывается наименьшимъ токомъ при данной нагрузкѣ. Оказалось бы (приблизительно), что намагничиваніе, соотвѣтствующее этому минимальному току, таково, что двигатель работаетъ съ обратной электровозбудительной силой въ 95 вольтовъ, такъ какъ при этомъ по закону Ома

$$\frac{100-95}{^1/_2} = 10 \text{ амперовъ.}$$

Предположимъ теперь, что намагничиваніе уменьшается; машина, работая съ той же неизмѣнной скоростью, развивала бы меньше 95 вольтовъ; предположимъ, что это напряженіе понижается до 90 вольтовъ. Тогда, если ничего другого не случилось, токъ увеличился бы до $\frac{100-90}{^1/_2} = 20$ амперовъ. Но 20 амперовъ при 90 вольтахъ даютъ больше мощность, чѣмъ 10 амперовъ при 95 вольтахъ,—это больше, чѣмъ требуется для нагрузки. Что же тогда случится? Машина синхроничная и не можетъ (физически не можетъ) работать скорѣе, чтобы поглотить эту мощность. Она пытается, такъ сказать, сдѣлать это и въ результатѣ является разность между фазами: токъ отстаетъ по фазѣ отъ сообщаемой электровозбудительной силы. Дѣйствительно онъ понижается съ 20 амперовъ до 10 или около того,—вообще на такую величину, что если умножить ее на косинусъ угла замедленія фазы и на 90 вольтовъ, то составится то же самое произведеніе, какъ и при преж-

нихъ вольтахъ и амперахъ, т. е. 95×10=950. Синхроничный двигатель, если намагничивается слабѣе, дѣйствуетъ, какъ тормазящая катушка, производя реактивное пониженіе.

Будемъ продолжать теперь опытъ другимъ путемъ. Предположимъ, что намагничиваніе увеличилось настолько, что 95 вольтовъ перешло въ 100, такъ что $\frac{100-100}{1/2}=0$, т. е. не было бы совсѣмъ никакого тока для вращенія, если бы не оказывало вліяніе приспособленіе фазъ. Токъ не падаетъ до нуля, а возрастаетъ и у него пульсація опереживаетъ пульсацію сообщаемаго напряженія, такъ что въ фазахъ является *опереженіе;* другими словами, синхроничный двигатель перемѣннаго тока, если онъ намагничивается слишкомъ сильно, дѣйствуетъ, какъ конденсаторъ, и вмѣсто того, чтобы производить пониженіе напряженія, стремится повысить его, уравновѣшивая индуктивное пониженіе, обусловливаемое самоиндукціей въ другихъ частяхъ цѣпи.

Когда авторъ сообразилъ важность этого вывода изъ кривой Морди, онъ началъ дѣлать опыты надъ этимъ на проводахъ для освѣщенія лондонскаго Сити, но раньше, чѣмъ даже подготовилъ опыты, онъ узналъ, что къ такому же заключенію пришли техники американской General Electric C. которые уже съ успѣхомъ пользовались имъ на практикѣ. Одинъ изъ этихъ техниковъ сообщилъ автору слѣдующія подробности.—Они нашли, что въ линіи, гдѣ самоиндукція играетъ роль тормазящей обмотки, представляетъ мало значенія, находится ли напряженіе, необходимое для прохожденія тока по линіи и машинамъ, главнымъ образомъ въ генераторѣ или въ двигателѣ, такъ какъ среднее напряженіе въ линіи бываетъ мало отличающимся отъ средняго между двумя. Согласно съ этимъ, въ трехфазной передачѣ энергіи въ Гартфордѣ на 300 киловаттовъ двигатель былъ приспособленъ намагничиваться съ избыткомъ. Впослѣдствіи, послѣ вычисленій Штейнмеца по этому вопросу, эту особенность ввели въ синхроничные двигатели, употребляемые во всѣхъ новѣйшихъ установкахъ компаніи для передачи энергіи, соразмѣряя реакцію якоря и перемагничиваніе съ ожидаемой самоиндукціей такимъ образомъ, чтобы напряженія въ цѣпи оставались совершенно постоянными независимо отъ нагрузки въ предѣлахъ мощности машинъ.

Я могу добавить къ этому еще два обстоятельства. Получаемое такимъ образомъ отъ перемагничиванія преимущество приводитъ косвенно къ другому преимуществу, а именно: для случаевъ ординарной передачи энергіи двигатель и генераторъ можно проектировать и строить, какъ тождественныя машины, вмѣсто того, чтобы дѣлать двигатель меньше генератора. Затѣмъ регулированіе напряженій въ такихъ сѣтяхъ, какъ въ лондонскомъ Сити, при большомъ употребленіи двигателей будетъ не затруднительнѣе, какъ опасались нѣкоторые техники, а легче, при условіи, что двигатели будутъ синхроничнаго типа съ перемагничиваніемъ, такъ какъ ускореніе фазы, какое они производятъ въ токѣ, не только стремится уравновѣсить индуктивное пониженіе въ проводахъ и трансформаторахъ, но стремится также проникнуть дальше, къ генераторамъ на центральной станціи, дѣйствуя на нихъ, какъ обмотка кампаундъ, и помогая имъ противодѣйствовать не только индуктивному пониженію, но и омовому, какъ между лампами потребителей и распредѣлительными пунктами, такъ и между послѣдними и генераторной станціей.

Это преимущество столь очевидно, что было бы желательно установить въ одномъ или, если возможно, въ нѣсколькихъ пунктахъ сѣти, возможно отдаленныхъ отъ генераторной станціи, синхроничные двигатели съ перемагничиваніемъ, чтобы они дѣйствовали, какъ конденсаторы, уравновѣшивая индуктивное пониженіе, или въ первичной цѣпи, чтобы доставляли также токи для намагничиванія трансформаторовъ.

При возможности въ будущемъ такихъ комбинацій для работы перемѣннымъ токомъ и при такихъ преимуществахъ надъ работой постояннымъ токомъ въ отношеніи распредѣленія механической энергіи, едва ли можно сомнѣваться, что, за исключеніемъ немногихъ особыхъ случаевъ, огромное большинство центральныхъ станцій будутъ теперь работать перемѣнными токами.

Газомоторы, какъ двигатели для электроосвѣтительныхъ станцій.

Сообщеніе Н. А. Рейхеля.

Газовыми двигателями въ настоящее время называются тѣ машины-двигатели, которыя производятъ работу съ помощью теплоты, получаемой отъ сожиганія свѣтильнаго газа; за послѣднее время они получили большое примѣненіе въ дѣлѣ электрическаго освѣщенія, а потому я считаю умѣстнымъ, на основаніи почти трехлѣтняго опыта, сказать о нихъ нѣсколько словъ.

Недавно въ бюллетенѣ Международнаго Общества электротехниковъ въ Парижѣ M. Bourquin сообщилъ что по его опытамъ 1 куб. метръ газа при сожиганіи дастъ

91 „ свѣче-часовъ въ горѣлкѣ Bengel.
162 „ „ „ въ лампахъ накаливанія въ 16 св.
200 „ „ „ въ лампѣ Wenham (регенеративная горѣлка.
654 „ „ „ въ лампѣ съ вольтовой дугой.

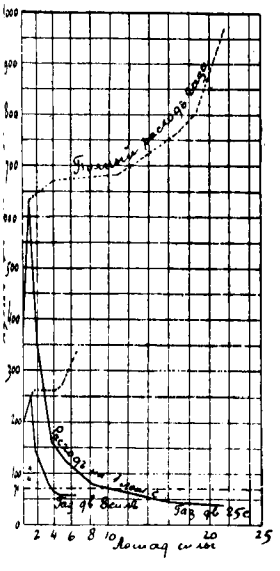
На практикѣ цифры эти измѣняются.

Разсмотримъ дѣйствіе газомоторовъ системы Отто которые наиболѣе всѣхъ другихъ системъ у насъ распространены. Дѣйствіе машины половинное, такъ какъ цилиндръ служитъ поочередно сжимающимъ насосомъ и рабочимъ цилиндромъ. Пусть сперва поршень движется изъ лѣвой своей мертвой точки и всасываетъ при этомъ газовую смѣсь; при движеніи назадъ онъ ее сжимаетъ, затѣмъ, при вторичномъ движеніи слѣва на право происходитъ взрывъ и расширеніе продуктовъ горѣнія, а при обратномъ движеніи поршень выталкиваетъ продукты горѣнія наружу.

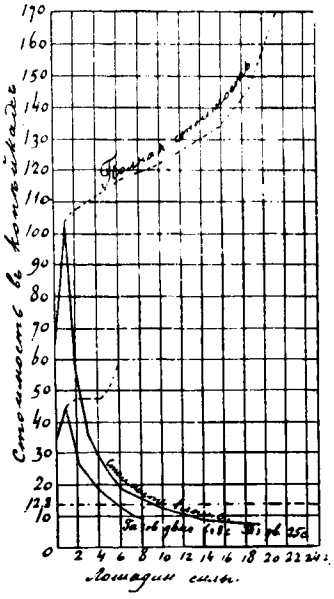
Такимъ образомъ, рабочій періодъ обнимаетъ собой два оборота вала и только въ третьей части этого періода получается движущаяся сила; въ остальныхъ же частяхъ рабочаго періода имѣетъ мѣсто только расходъ движущей силы, доставляемой тогда маховымъ колесомъ. Всасываніе газовой смѣси происходитъ почти при 1 атм., сжатіе доходитъ до 3 атм., затѣмъ, при взрывѣ, давленіе поднимается до 11 атм. и вслѣдствіе расширенія постепенно падаетъ снова до 3 атм. Газы оставляютъ цилиндръ опять при давленіи 1 атм. и температурѣ около 400°. Высшая температура въ цилиндрѣ около 1000°. Я не буду касаться насколько полно утилизируется вся теплота, развивающаяся при сжиганіи вмѣстѣ съ воздухомъ свѣтильнаго газа, такъ какъ объ этомъ можно написать цѣлое сочиненіе и также потому, что этотъ вопросъ уже разобранъ со всѣхъ сторонъ; я коснусь только чисто-практической стороны, насколько экономно пользоваться газовыми двигателями, какъ моторами для электрическаго освѣщенія, и насколько измѣняется расходъ газа при измѣненіи нагрузки двигателя. Для достиженія возможной пропорціональности между расходомъ газа и работой, развиваемой двигателемъ, послѣдній имѣетъ центробѣжный регуляторъ, устроенный такимъ образомъ, что при нормальной работѣ онъ открываетъ каждые два оборота у газовой трубы вентиль и впускаетъ газъ въ цилиндръ, воздухъ же впускается прямо шиборомъ. Когда почему либо у двигателя уменьшилась нагрузка, то, вслѣдствіе увеличенія числа оборотовъ газоваго двигателя, вентиль или немного меньше открывается или даже остается закрытымъ; въ послѣднемъ случаѣ въ цилиндрѣ не получится взрыва въ продолженіе одного, двухъ цикловъ, до тѣхъ поръ, пока число оборотовъ двигателя не дойдетъ опять до нормальнаго. Не говоря уже о томъ, что подобная регулировка очень грубая, надо замѣтить, что у газоваго двигателя число оборотовъ мѣняется въ очень незначительныхъ предѣлахъ при измѣненіи нагрузки, такъ, напримѣръ, когда двигатель въ

25 лош. силъ былъ нагруженъ до 150 амп., то онъ дѣлалъ 135 оборотовъ въ минуту, когда же онъ былъ сразу разгруженъ, то, благодаря большому вѣсу маховиковъ, впродолженіе 10 секундъ число оборотовъ сохранилось прежнимъ и только по истеченіи этого времени поднялось до 145 оборотовъ въ минуту.

Такъ или иначе, но при работѣ съ газовыми двигателями нельзя достигнуть, чтобы, съ уменьшеніемъ нагрузки, расходъ газа на 1 лош. силу пропорціонально уменьшался. Для подтвержденія выше сказаннаго я приведу кривыя, показывающія расходъ газа на 1 лош. силу въ часъ у двигателей въ 25 и 8 лош. сил., при разныхъ нагрузкахъ, а также полный расходъ газа тѣми же двигателями при тѣхъ же условіяхъ, одна лош. сила принята равною 736 ваттамъ. (На практикѣ при работѣ съ динамомашинами одну лош. силу, можно считать равною 500—670 ваттамъ), т. е. тутъ разсматривается продажная лошадиная сила, взятая у наружныхъ зажимовъ станціи.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Для полученія вышеприведенныхъ данныхъ испытываемый двигатель былъ соединенъ, посредствомъ ремня безъ трансмиссіи, прямо съ динамо-машиною, нагрузка послѣдней мѣнялась каждые два часа, посредствомъ ламповой батареи, въ продолженіе же двухъ часовъ она поддерживалась постоянною. Кранъ у регулятора былъ вполнѣ открытъ, такъ что притокъ газа регулировался автоматически регуляторомъ газоваго двигателя. Разность потенціаловъ у зажимовъ все время была равна 110 вольтамъ. Передъ тѣмъ, что измѣнить нагрузку, записывали показаніе всѣхъ инструментовъ и газомѣрителя. Для полученія нижеприведенной стоимости газа, идущаго на одну лош. силу, при разныхъ нагрузкахъ, принята цифра 1 р. 80 к. за 1000 куб. ф.

Такъ какъ желательно получить расходъ газа на 1 лош. силу въ часъ въ продолженіе большаго промежутка времени, во время котораго нагрузка достигала разныхъ величинъ, то можно сдѣлать слѣдующій расчетъ: въ продолженіе 3 мѣсяцевъ въ 1893 году, когда работали одни газовые двигатели, станція развила 8.538.090 уатто-часовъ или 11.614 часо-лошадей. Расходъ газа за этотъ промежутокъ времени былъ 826.200 куб. ф., т. е. на 1 лош. силу приходится 71,1 куб. ф. въ часъ. Въ продолженіе пяти мѣсяцевъ 1892 года станція развила 9.989.100 уатто-часовъ или 13.572 часо-лошадей. Расходъ газа за этотъ промежутокъ времени былъ равенъ 950.000 куб. фут., т. е. 69,9 куб. ф. на 1 силу въ часъ.

Изъ вышеприведенныхъ кривыхъ видно, что расходъ газа=0,9 куб. метр. или 31,77 куб. ф. на силу въ часъ, который гарантируется фабрикой двигателей, можетъ быть достигнутъ только тогда, когда моторъ работаетъ все время съ полной нагрузкой, чѣмъ больше времени онъ работаетъ съ неполной, тѣмъ будетъ больше расходъ раза на силу въ часъ, а такъ какъ при электрическомъ освѣщеніи, если работать безъ аккумуляторовъ, нельзя въ теченіи всего дня имѣть полную нагрузку, то и газовые двигатели будутъ работать въ невыгодныхъ условіяхъ. Отчасти этому можно помочь, если брать не одинъ большой двигатель, а два или три меньшаго размѣра, сумма силъ которыхъ будетъ равна одному большому; но тогда значительно увеличится расходъ на единовременное обзаведеніе, расходъ на амортизацію и ремонтъ, кромѣ того, малые моторы расходуютъ на 25—30% больше газа, чѣмъ большіе; затѣмъ, на практикѣ, даже при большомъ количествѣ моторовъ разныхъ силъ, нельзя добиться, чтобы всѣ они постоянно работали съ полною нагрузкою. Наиболѣе старая и крупная газомоторная станція въ Дессау въ Германіи была сначала устроена такимъ образомъ, что на ней находились нѣсколько двигателей разныхъ силъ (одинъ въ 8, одинъ въ 30, два въ 60). Въ 1891 г. станція была перестроена и на ней былъ поставленъ одинъ двигатель въ 120 лош. с. и одинъ въ 60 и была введена баттарея аккумуляторовъ, 1700 амперо-часовъ емкости; слѣдовательно, и тутъ пришли къ тому заключенію, что работать съ малыми моторами неудобно и невыгодно. Надо замѣтить, что вышеприведенныя цифры 71,1 и 69,9 куб. ф. получены на установкѣ, гдѣ необходимые 50 лош. силъ, разбитые на два двигателя по 25 силъ каждый, иначе говоря, газомоторныя станціи безъ аккумуляторовъ никогда не будутъ работать экономично. Другое дѣло, если работать съ аккумуляторами; тамъ, конечно, можно достигнуть, что колебанія въ нагрузкѣ могутъ быть гораздо менѣе значительны, такъ какъ когда нагрузка будетъ мала въ сѣти, можно будетъ заряжать аккумуляторы, слѣдовательно, и газовый двигатель будетъ работать болѣе экономно, хотя и тутъ явится новый факторъ — это расходы по ремонту и амортизаціи аккумуляторовъ.

Всѣмъ этимъ я вовсе не хочу сказать, что газовые двигатели не могутъ имѣть примѣненія. Какъ выше сказано, даже при извѣстныхъ условіяхъ они могутъ работать даже при электрическихъ установкахъ, особенно они могутъ быть полезны тамъ, гдѣ нельзя поставить паровую машину и котелъ, такъ какъ они занимаютъ мало мѣста и могутъ быть поставлены даже тамъ, гдѣ по русскимъ фабричнымъ законамъ не можетъ быть примѣнена паровая сила. То же самое, они могутъ работать даже довольно выгодно въ разныхъ мастерскихъ, гдѣ нагрузка довольно постоянна и не колеблется въ сильныхъ предѣлахъ, какъ это имѣетъ мѣсто на электрическихъ установкахъ.

Такъ, напримѣръ, въ гальванопластической мастерской Эксп. Заг. Гос. Бумагъ, гдѣ газовый двигатель приводитъ въ движеніе двѣ гальванопластическія динамомашины и одну—для заряда аккумуляторовъ для электролиза, ночью, во все время работы двигателя его нагрузка мало измѣняется и почти не отступаетъ отъ нормальной, а слѣдовательно и газовый двигатель работаетъ довольно экономно. Еще надо прибавить, что тутъ, по мѣстнымъ условіямъ (мастерская находится въ во второмъ этажѣ), нельзя было поставить пароваго котла, а центральные находятся далеко, такъ что пришлось бы вести паръ по длиннымъ трубамъ, что отозвалось бы очень невыгодно на работѣ паровой машины, а слѣдовательно газовый двигатель тутъ вполнѣ у мѣста.

Еще газовый двигатель можетъ имѣть примѣненіе въ электрическихъ установкахъ съ паровыми машинами, гдѣ онъ работаетъ только во время полной нагрузки, когда силы паровыхъ машинъ не хватаетъ и когда слѣдовательно его можно вполнѣ нагрузить.

Въ дополненіе вышесказанному я приведу нѣкоторыя цифровыя данныя относительно стоимости эксплуатаціи электрическаго освѣщенія съ газовыми двигателями, безъ аккумуляторовъ, на установкѣ, развивающей отъ 300.000 до 350.000 амперъ-часовъ въ годъ.

Годовая стоимость эксплуатаціи газомоторной станціи съ двумя двигателями, по 25 силъ каждый, разви-

вающей въ годъ около 300.000 — 350.000 амперъ-часовъ, будетъ равна 12.596 рублямъ или около 3,59 коп. на 1 амперъ-часъ, изъ которыхъ на жалованіе служащимъ упадетъ 32,8%, на замѣну перегорѣвшихъ лампъ 4%, на тряпки — 0,8%, на смазочныя масла 2,2%, на газъ 55%, на воду для охлажденія цилиндровъ 1,2%, на мелкіе расходы и ремонтъ 4%. Считая затѣмъ стоимость установки (безъ канализаціи) въ 50 лош. силъ (2 двигателя по 25 лош. силъ) въ среднемъ около 22.000 рублей, мы получимъ годовую амортизацію въ 2.200 рублей или около 0,62 к. за 1 амперъ-часъ, такъ что общая стоимость будетъ около 4,21 к. Это минимумъ, на что можно расчитывать при работѣ съ газовымъ двигателемъ безъ аккумуляторовъ: въ стоимость эту не включены проценты на капиталъ и стоимость амортизаціи зданій.

Для сравненія я приведу оффиціальныя цифры стоимости эксплуатаціи газомоторной станціи для городского театра въ Магдебургѣ (Elektr. Zeitschrift 1893 Heft 47), развивающей въ годъ около 276,692,17 амперъ-часовъ при 1.084 установленныхъ лампахъ.

Расходъ газа = 73.902 куб. м. или 260 метровъ на на 1 амперъ-часъ или 1,73 куб. м. (61,08 куб. ф.) на 1 лош. силу, считая ее равной въ 736 уаттъ.

Кромѣ того, станція расходуетъ:

1) Газа для освѣщенія	„	1.589 куб. м.
2) Воды для охлажденія	„	5.503 куб. м.
3) Смазочныхъ маслъ	„	772 килогр.
4) Вазелину для смазки	„	245 „
5) Тряпокъ, концовъ и пр.	„	370 „

Полная стоимость эксплуатаціи станціи будетъ около 17.295 марокъ (безъ амортизаціи имущества и процентовъ на капиталъ), изъ которыхъ 32,5% падаетъ на жалованіе служащимъ, 50,3 на газъ, 16,6% на починку и замѣну перегорѣвшихъ лампъ и 0,6% на разные мелкіе расходы. Такимъ образомъ, стоимость одного амперачаса будетъ равно 6, 2 пф.

Судя по вышеприведеннымъ цифрамъ, стоимость газа на освѣтительной станціи въ Магдебургѣ равна 2,68 м. (83 к.) за 1000 куб. ф., т. е. 2,17 раза дешевле, чѣмъ у насъ; если мы переведемъ стоимость тамошняго газа на нашу, то получимъ стоимость одного амперачаса въ 3,05 копѣйки, т. е. приблизительно, что и въ вышеприведенныхъ расчетахъ (принимая во вниманіе, что и личный персоналъ въ Германіи стоитъ дешевле, чѣмъ у насъ).

По поводу оффиціальнаго отчета о работахъ испытательной коммиссіи при электротехнической выставкѣ во Франкфуртѣ въ 1891 году.

Статья Р. Классона.

Недавно появился въ печати отчетъ о работахъ вышеупомянутой коммиссіи, два съ половиною года спустя послѣ закрытія выставки. Въ техническихъ кружкахъ съ нетерпѣніемъ ждали появленія этого отчета, долженствовавшаго опредѣлить современное (или вѣрнѣе относившееся къ 1891 году) состояніе электротехники. Участіе въ числѣ членовъ коммиссіи большинства извѣстныхъ электротехниковъ Европы и отчасти Америки гарантировало безпристрастіе и всесторонность оцѣнки испытуемыхъ машинъ и приборовъ, а программы испытаній были составлены такъ широко, что отчетъ долженъ былъ представить въ высокой степени цѣнный вкладъ въ электротехническую литературу. Долгое непоявленіе отчета, обусловленное сложностью вычисленій, а главное избыточной детальностью и медленностью разработки IX группы: „Передача силы Лауффенъ-Франкфуртъ“, вызвало не мало справедливыхъ нареканій, такъ какъ, несомнѣнно, цѣнность работы была бы значительно выше, если бы она появилась вскорѣ послѣ закрытія выставки, когда интересъ къ ней былъ живѣе. Тѣмъ не менѣе, и теперь отчетъ представляетъ много цѣнныхъ данныхъ, какъ для электротехниковъ-спеціалистовъ, такъ и вообще для людей, интересующихся техникой.

Выставка 1891 года дала такую полную и яркую картину развитія электротехники, что всякій, признающій огромное вліяніе на современную жизнь человѣчества техники и въ частности ея наиболѣе юной вѣтви—электротехники, съ интересомъ отнесется къ результатамъ произведенныхъ работъ.

На выставкѣ 1891 года было заранѣе рѣшено не выдавать никакихъ наградъ или медалей за выставленные предметы; но предоставить всѣмъ желающимъ право подвергнуть выставленные ими предметы испытанію особою коммиссіею, составъ которой обезпечивалъ бы безпристрастность оцѣнки и научность методовъ испытанія. Чтобы избѣжать, по возможности, субъективнаго элемента, въ отчетѣ приведены, гдѣ только возможно, подлинныя цифры, безъ всякихъ почти комментаріевъ— цифры и діаграммы сами за себя говорятъ. Кромѣ непосредственныхъ результатовъ испытаній, дающихъ возможность сравнивать между собой машины разныхъ типовъ и фирмъ, не меньше значенія имѣетъ другая сторона и выборъ методовъ испытанія и сравнительная важность тѣхъ или другихъ качествъ машины или прибора. Коммиссія тщательно обсуждала пригодность разныхъ методовъ измѣреній, особенно при опытахъ съ передачей силы Лауффенъ-Франкфуртъ, которая по новизнѣ, размѣрамъ и дальности разстоянія представляла значительныя трудности.

Какъ видно изъ отчета, работы не ограничивались исключительно электрическими измѣреніями; довольно много мѣста отведено отдѣлу техники, тѣсно связанному съ динамомашинами — паровымъ котламъ и машинамъ. Нужно притомъ замѣтить, что этотъ вспомогательный отдѣлъ разработанъ настолько основательно (собственно испытанія котловъ), что эти опыты могутъ считаться образцовыми и въ литературѣ котловъ найдется немного такихъ солидныхъ монографій. Мы съ этой группы (III) и начнемъ обзоръ отдѣльныхъ частей отчета.

Котлы шести фирмъ были испытаны каждый отдѣльно въ теченіе двухъ дней по 10 часовъ каждый разъ (не считая предварительныхъ опытовъ), причемъ, насколько возможно было, всѣ котлы ставились въ одинаковыя условія, то-есть употреблялся одинъ и тотъ же сортъ угля (за исключеніемъ опыта VII) и одинаково измельченный. Въ тѣхъ случаяхъ, когда условія были не одинаковы, вводились поправочные коэффиціенты, напримѣръ, для температуры питательной воды, колебавшейся, впрочемъ, въ незначительныхъ предѣлахъ. Испытанія имѣли цѣлью опредѣлить слѣдующія данныя:

1) Цифру испаряемости котла, приведенную къ килогр. пара, къ водѣ въ 0°, и къ пару въ 100° С.

2) Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія котла въ процентахъ теплотворной способности угля.

3) Степень совершенства сгоранія угля.

4) Потери тепла въ золѣ и шлакахъ, черезъ дымовую трубу, отъ неполнаго сгоранія газовъ и черезъ лучеиспусканіе. Кромѣ того, производились опыты для измѣренія одного изъ трудно-уловимыхъ факторовъ, именно опредѣленія количества воды, механически увлекаемой паромъ изъ котла.— При разсмотрѣніи таблицъ испытанія котловъ бросается въ глаза высокая цифра испаряемости котловъ, достигающая до 9,335, т. е. одинъ килогр. угля превращаетъ 9,335 клг. воды 0° въ паръ 100° С. Средняя цифра для 7 котловъ 8,702. Безъ сомнѣнія, столь высокія цифры испаряемости почти невозможно получать въ практикѣ, это цифры показныя, но онѣ имѣютъ значеніе для характеристики успѣховъ, сдѣланныхъ въ построеніи котловъ: коэффиціентъ полезнаго дѣйствія лучшаго котла, достигаетъ 79,2%. Особенно цѣнны выводы о вліяніи тѣхъ или другихъ конструктивныхъ особенностей котловъ на ихъ производительность. На первомъ планѣ здѣсь стоитъ указаніе на чрезвычайно вредное вліяніе недостаточно плотно замазанныхъ боковыхъ дымоходовъ, черезъ которые просачивается воздухъ и понижаетъ температуру газовъ горѣнія. Вліяніе

этого обстоятельства, вообще говоря, далеко не было должнымъ образомъ оцѣнено и часто даже вовсе игнорировалось. Сравнительная діаграмма испытанныхъ котловъ, до очевидности, наглядно показываетъ обратную зависимость между количествомъ воздуха, всасываемаго черезъ дымоходы и величиною коэффиціента полезнаго дѣйствія котла. Несомнѣнно, что строители котловъ примутъ во вниманіе это важное указаніе, значеніе котораго для центральныхъ станцій и вообще всюду, гдѣ экономія угля стоитъ на первомъ планѣ, чрезвычайно велико.

Сравнительно бѣдна по результатамъ группа паровыхъ машинъ, игравшихъ, впрочемъ, не самостоятельную роль на выставкѣ, а служившихъ только двигателями для динамомашинъ. Главнымъ образомъ, опредѣлялись индикаторныя и дѣйствительныя работы паровыхъ машинъ и ихъ взаимная зависимость, т. е. коэффиціентъ полезнаго дѣйствія машинъ при различныхъ нагрузкахъ. Въ зависимости отъ размѣровъ машинъ этотъ коэффиціентъ колебался отъ 80% для малыхъ до 93% для большихъ машинъ въ нѣсколько сотъ лошадиныхъ силъ.

Отдѣлъ динамомашинъ содержитъ цѣлый рядъ измѣреній работы большихъ и малыхъ динамомашинъ, причемъ, главнымъ образомъ, имѣлось въ виду опредѣленіе коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія динамомашины, какъ электрическихъ, такъ и механическихъ. Въ виду того, что нѣкоторыя динамомашины были посажены на общій валъ съ ихъ паровыми машинами, то опредѣленіе механическаго коэффиціента полезнаго дѣйствія представляло значительную трудность, такъ какъ для опредѣленія величины механической работы, переданной на валъ динамомашины, послѣднюю пришлось бы снимать съ вала и измѣрить работу, посредствомъ тормаза Прони. Въ виду сложности этой работы пришлось ограничиться въ этихъ случаяхъ опредѣленіемъ другого отношенія, именно коэффиціента полезнаго дѣйствія пара динамомашины, какъ цѣлаго, т. е. отношенія электрической работы во внѣшней цѣпи къ индикаторной работѣ паровой машины. Для того, чтобы возможно было сравнивать работу этихъ динамомашинъ съ работою другихъ машинъ, были вычислены для всѣхъ машинъ количества уаттовъ, получающихся на одну индикаторную лошадиную силу. Къ динамомашинамъ тѣсно примыкаютъ электродвигатели постояннаго и перемѣннаго токовъ; эти двигатели, большею частью небольшихъ размѣровъ, давали невысокіе коэффиціенты полезнаго дѣйствія, возроставшіе, впрочемъ, довольно быстро по мѣрѣ увеличенія нагрузки.

Двигатели перемѣннаго тока въ 1891 году еще не могли конкурировать съ двигателями постояннаго тока, такъ какъ не могли (и въ настоящее время эта задача перемѣннымъ токомъ удовлетворительно еще не разрѣшена) приходить въ движеніе, будучи сполна нагружены. Наибольшая нагрузка для малыхъ электродвигателей перемѣннаго тока (около 1 лош. силы), при которой они еще начинали вращаться, не превышала 36% полной нагрузки.

Коммиссія воздержалась отъ критической оцѣнки разныхъ типовъ динамомашинъ въ виду большаго разнообразія ихъ по величинѣ и по условіямъ работы. Относительно этого отдѣла и слѣдующаго (трансформаторы) нужно сказать, что исполнена только незначительная часть раньше предлагавшейся программы испытаній, отчасти потому, что фирмы неохотно предоставляли коммиссіи свои машины для испытанія (напримѣръ, изъ динамомашинъ перемѣннаго тока были предложены для испытаній только машины фирмы „Helios"!), а отчасти потому, что средства выставки не позволяли произвести всѣхъ предлагавшихся опытовъ, напримѣръ: испытанія трансформаторовъ пришлось произвести только съ однимъ альтернаторомъ Мордея на 100 періодовъ въ секунду, несмотря на то, что трансформаторъ фирмы Эрликонъ былъ построенъ на 50 періодовъ въ секунду.

Недостатокъ въ техническихъ средствахъ коммиссія старалась возмѣстить возможно полной утилизаціей бывшихъ въ ея распоряженіи средствъ, но пробѣлы, конечно, остались замѣтные.

Испытаніе аккумуляторныхъ батарей дало интересные теоретическіе результаты, такъ какъ оказалось, что отношеніе числа амперъ-часовъ, полученныхъ при разрядкѣ, къ числу амперъ-часовъ при зарядкѣ дало въ среднемъ очень высокую цифру 96,1%, а отношеніе при тѣхъ же условіяхъ чиселъ уаттъ-часовъ дало въ среднемъ 83%. Значительной разницы между батареями разныхъ фирмъ не оказалось, отклоненія отъ средняго не превышаютъ 1%. — Мы сказали „интересные теоретическіе результаты", потому что въ практикѣ важнѣе всего вопросъ о срокѣ службы аккумуляторовъ и ихъ подверженности разнымъ случайностямъ, а этого, конечно, на выставкѣ узнать нельзя.

Сравнительно очень много вниманія удѣлено измѣрительнымъ приборамъ; провѣрка инструментовъ, употреблявшихся при испытаніяхъ динамо-машинъ, производилась съ возможно большею точностью до опыта и послѣ него. Если инструментъ во время опыта подвергался неосторожному обращенію, удару или слишкомъ сильному току, то его обязательно провѣряли тотчасъ по окончаніи даннаго опыта. При этихъ испытаніяхъ, производившихся иногда при очень неблагопріятныхъ обстоятельствахъ (напримѣръ, въ тряскихъ вагонахъ), выяснились достоинства и недостатки многихъ приборовъ. Къ концу выставки измѣренія постояннаго тока производились большею частью посредствомъ амперъ и вольтаметровъ американской фирмы „Вестона", которые при большой точности показаній оказались чрезвычайно прочными и удобными особенно въ желѣзныхъ дорогахъ, гдѣ колебанія тока очень быстры, и кромѣ того сотрясенія вагона затрудняютъ отсчетъ, такъ что, кромѣ апериодичности, приборы должны обладать движущимися частями небольшой массы во избѣжаніе неблагопріятнаго вліянія силы инерціи.

Отдѣлъ „электрическихъ желѣзныхъ дорогъ и лодокъ" (группа VIII) разработанъ очень обстоятельно. Измѣренія имѣли цѣлью дать полную картину расхода тока во время движенія вагона, вліянія на этотъ расходъ закругленій, подъемовъ и скорости движенія. Для того, чтобы избѣжать ошибокъ въ отсчетахъ и получить достовѣрныя данныя, приходилось повторять опыты по много разъ (такъ, напримѣръ, для опредѣленія обстоятельствъ движенія аккумуляторнаго вагона на линіи Франкфуртъ-Изенбургъ было совершено 18 поѣздокъ туда и 18 обратно въ теченіе трехъ дней). Услѣдить за колебаніями тока можно было только при чрезвычайно быстрыхъ отсчетахъ, а потому на эту сторону коммиссія обратила особенное вниманіе и выработала нѣкоторые практическіе пріемы, позволявшіе производить до 3—4 отсчетовъ въ теченіе 5 секундъ, принятыхъ за норму времени. Полученныя цифры наносились графически и такимъ образомъ получалась цѣльная картина расхода тока въ вагонахъ и въ центральныхъ станціяхъ при движеніи нѣсколькихъ вагоновъ одновременно на разныхъ частяхъ линіи. Условія движенія на трехъ сравниваемыхъ дорогахъ были настолько различны, что невозможно было ихъ непосредственно между собою сравнивать, но тѣмъ не менѣе результаты получились цѣнные: напримѣръ, выяснилось, что наибольшую работу двигателю вагона приходится совершать тогда, когда вагонъ трогается съ мѣста; опыты, произведенные тогда же съ динамометромъ при конной тягѣ, показали, что на ровной дорогѣ данный нагруженный вагонъ (конно-желѣзной дороги) лошадь тянула съ силою въ 40—50 клг.; на подъемѣ въ 1,85% сила тяги возросла до 150 клг.; а при самомъ началѣ движенія, въ моментъ, когда трогается вагонъ, требовалось 300 и даже 350 клг. (въ послѣднемъ случаѣ вагонъ всѣми четырьмя колесами стоялъ въ крутомъ закругленіи). Тѣ же результаты получились при электрической тягѣ: сила тока при самомъ началѣ движенія превышала нормальную на ровномъ пути въ 3—4 раза. Измѣренія, производившіяся въ центральныхъ станціяхъ надъ расходомъ тока, представляли значительныя затрудненія, вслѣдствіе чрезвычайно рѣзкихъ и сильныхъ колебаній въ силѣ тока, мѣнявшейся ежесекундно въ очень широкихъ предѣлахъ. Когда на линіи два или три вагона случайно трогались съ мѣста одновременно, то сила тока мгновенно росла до весьма значительной величины и потомъ также быстро падала до нормальной величины, когда вагоны уже пришли въ движеніе.

Составленныя діаграммы расхода тока даютъ полезныя указанія для проектированія двигателей и генераторовъ центральной станціи и для опредѣленія ихъ размѣровъ.

Всѣ электродвигатели испытуемыхъ вагоновъ были подвергнуты тщательному испытанію для опредѣленія величинъ потерь въ нихъ самихъ и въ передачахъ, для чего, посредствомъ тормаза Прони, измѣрялась работа (при данномъ расходѣ тока) сначала на валу ведущихъ колесъ, а потомъ—на валу двигателя. Изъ этихъ опытовъ выяснилось, что лучшей передачей изъ подвергавшихся испытанію оказалась передача безконечнымъ винтомъ (винтъ двухъходовой, стальной, съ очень крутымъ угломъ наклона, колесо бронзовое въ масляной ваннѣ). Послѣ 4-мѣсячной работы винта, коммиссія освидѣтельствовала его и не нашла и слѣдовъ срабатыванія ни на немъ, ни на колесѣ. Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія этой винтовой передачи былъ очень высокъ, что видно было отчасти изъ того, что обратная передача отъ колеса къ винту совершалась очень легко и плавно, но точную величину коэффиціента опредѣлить не удалось, такъ какъ треніе въ подшипникахъ оказалось не одинаковымъ въ обоихъ случаяхъ, а это обнаружилось впослѣдствіи, когда уже нельзя было повторить опыта. Передача цилиндрическими колесами производила много шума, когда колеса нѣсколько сработались и были очень громоздки.

Опыты съ аккумуляторной лодкой подтвердили еще разъ, что аккумуляторы вполнѣ пригодны для движенія лодокъ, гдѣ ихъ большой вѣсъ играетъ сравнительно меньшую роль, чѣмъ въ вагонахъ желѣзныхъ дорогъ. Интересный опытъ былъ произведенъ для опредѣленія силы тяги лодки: она была привязана къ крюку пружиннаго динамометра (предварительно провѣреннаго) и затѣмъ двигатель былъ пущенъ въ ходъ. Сила тяги при переднемъ ходѣ (245—260 клг.) была вдвое больше силы тяги при заднемъ ходѣ, что объясняется тѣмъ, что въ послѣднемъ случаѣ вода, отброшенная винтомъ, ударялась въ корпусъ лодки. Измѣренія расхода тока на лодкѣ были чрезвычайно просты, такъ какъ никакихъ колебаній не было и только напряженіе тока слегка мѣнялось въ зависимости отъ состоянія батареи.

Отчетъ по IX группѣ „Передача силы изъ Лауффена во Франкфуртъ" представляетъ такой богатый матеріалъ что разборъ его потребовалъ бы отдѣльной статьи. Мы ограничимся поэтому указаніемъ результатовъ, которые достигнуты были этимъ единственнымъ по размѣрамъ; при напряженіи отъ 7500—8500 вольтъ общій коэффиціентъ полезнаго дѣйствія передачи доходилъ до 75%, результатъ несомнѣнно чрезвычайно благопріятный, если принять во вниманіе дальность разстоянія (170 километровъ); по мнѣнію коммиссіи, передача на такое большое разстояніе токомъ высокаго сравнительно напряженія (7500—8500 вольтъ) совершается такъ же легко и просто, какъ и передача на большія разстоянія при низкомъ напряженіи и при этомъ масляные изоляторы совершенно удовлетворяютъ своему назначенію. Вопросъ о томъ, оказываетъ ли емкость линіи при этихъ условіяхъ какое либо осложняющее вліяніе на передачу энергіи и нужно ли при разсчетахъ принимать во вниманіе какія либо потери въ линіи, кромѣ обусловленныхъ нагрѣваніемъ проводовъ (согласно закону Джоуля), на этотъ вопросъ коммиссія отвѣтила отрицательно, по крайней мѣрѣ, для токовъ небольшой частоты (до 50 періодовъ въ секунду).

При опытахъ съ токами очень высокаго напряженія до 28000 вольтъ обнаружилось сильное вліяніе емкости линіи, но къ сожалѣнію этотъ въ высшей степени интересный вопросъ не могъ быть основательно изслѣдованъ, вслѣдствіе препятствій со стороны правительственнаго телеграфнаго управленія и вслѣдствіе краткости срока въ распоряженіи коммиссіи было всего 5—6 дней между окончаніемъ выставки и переходомъ динамо-машинъ въ собственность городской станціи Гейльбронна. Но и при этомъ напряженіи (число періодовъ пришлось понизить до 24 въ секунду) общій коэффиціентъ полезнаго дѣйствія, при передачѣ во Франкфуртъ 180 дѣйствительныхъ силъ, былъ около 75%. Изоляторы съ однимъ слоемъ масла дѣйствовали вполнѣ удовлетворительно и единственный случай произошелъ съ большимъ тройнымъ изоляторомъ, фарфоровая головка котораго была пробита токомъ при 28000 вольтахъ, что повело за собою воспламененіе столба. Вообще можно сказать, что опыты съ токомъ выше 15—20000 вольтъ указали на цѣлый рядъ интересныхъ явленій, требующихъ дальнѣйшей разработки; какъ на примѣръ укажемъ на возвышеніе напряженія въ концѣ первичной цѣпи у трансформаторовъ на 8—9% противъ начальнаго напряженія у зажимовъ машины — подъ вліяніемъ электростатической емкости линіи.

Нашъ бѣглый обзоръ имѣлъ въ виду только указать на главнѣйшіе результаты работъ и на наиболѣе интересныя детали, къ подробному же разбору и оцѣнкѣ матеріала, заключающагося въ отчетѣ, мы надѣемся вернуться въ спеціальныхъ статьяхъ.

Сигналированіе чрезъ пространство.

Сообщеніе Приса въ Британской Ассоціаціи заключаетъ въ себѣ нѣкоторыя интересныя дополненія къ тому что онъ изложилъ по этому предмету въ своемъ докладѣ Электрическому Конгрессу въ Чикаго *). Послѣ того производились различные опыты надъ телеграфированіемъ чрезъ пространство посредствомъ электромагнитныхъ колебаній. Такъ, прошлую зиму поддерживалось правильное сообщеніе чрезъ Лохъ-Нессъ (въ Шотландіи) на разстояніи 2 км., гдѣ были проложены двѣ параллельныхъ проволоки на противуположныхъ берегахъ озера и по нимъ производились разговоры помощію телефоновъ. Въ послѣднее время устроили подобное сообщеніе еще на большомъ разстояніи (около 6 — 7 км.) между островомъ Арраномъ и Кинтайромъ чрезъ Кильбранненскій проливъ. Кромѣ того производились еще опыты и въ другихъ мѣстахъ Англіи.

На основаніи этихъ опытовъ Присъ приходитъ къ слѣдующимъ общимъ заключеніямъ;

Земля дѣйствуетъ просто, какъ проводникъ, и сама по себѣ представляетъ весьма плохой проводникъ, заимствующій свою проводимость главнымъ образомъ (а часто и исключительно) отъ содержащейся въ ней сырости. Съ другой стороны сопротивленіе „земли" между двумя земными пластинами хорошей цѣпи почти равно нулю. Отсюда слѣдуетъ, что обратную часть цѣпи должна образовать очень большая масса земли. Если бы матеріалъ, образующій „земную" часть цѣпи, былъ однороденъ подобно морю, то теченіе тока между земными пластинами происходило бы по безчисленнымъ, но опредѣленнымъ линіямъ, которыя, будучи проведены въ пространствѣ, образовали бы полусферондъ. Эти линіи тока прослѣжены и измѣрены (см. фиг. 6, стр. 263, 1893 г.).

При разстояніи между земными пластинами въ 1200 м. эти токи оказались на поверхности на разстояніи 800 м. за каждой пластиной и были замѣтны на подобномъ же разстояніи по перпендикулярамъ къ линіи, соединяющей пластины.

Эту полусферондальную массу можно было бы замѣнить равнодѣйствующимъ проводомъ опредѣленной формы и положенія; разсматривая индуктивное дѣйствіе между двумя цѣпями съ обратнымъ земнымъ проводомъ, необходимо опредѣлять положеніе этого воображаемаго провода. При упомянутыхъ выше опытахъ нашли, что глубина его положенія зависитъ отъ разстоянія между земными пластинами, благодаря чему индукціей отъ параллельныхъ проволокъ можно сообщаться на очень большія разстоянія; дальность передачи электромагнитныхъ пертурбацій между двумя расположенными одна противъ другой катушками проволоки увеличивается не столько съ возростаніемъ числа оборотовъ проволоки, сколько съ увеличеніемъ ихъ діаметра. Проволока, натянутая на поверхности земли, образуетъ съ упомянутымъ

*) „Электричество", 1893 г., стр. 262 и 278.

выше равнодѣйствующимъ земнымъ проводомъ единственный оборотъ проволоки катушки и разстояніе, на какое простирается ея индуктивное вліяніе, зависитъ отъ высоты проволоки надъ землей и отъ глубины равнодѣйствующаго земного провода.

Сообщеніе чрезъ пространство лучше всего устраивать при посредствѣ двухъ параллельныхъ проволокъ съ земнымъ обратнымъ проводомъ, располагаемыхъ возможно выше. Здѣсь получается полное дѣйствіе электростатической и электромагнитной индукціи; при замкнутыхъ цѣпяхъ можно было бы пользоваться только электромагнитными дѣйствіями.

При опытахъ въ Арранѣ случайно замѣтили нѣсколько крайне интересныхъ дѣйствій электромагнитнаго резонанса. Металлическая цѣпь была составлена частію изъ изолированной проволоки въ 150 м. надъ уровнемъ моря и частію изъ обыкновенной телеграфной линіи, такъ что образовался прямоугольникъ въ 3,2 км. длиной и 150 м. высотой. Проволоки на сосѣднихъ столбахъ, перпендикулярныя къ болѣе короткой сторонѣ прямоугольника, *хотя и разъединенныя на обоихъ концахъ*, воспринимали колебанія и можно было перенимать всѣ сигналы какіе дѣлали, въ телефонъ, введенный въ серединѣ разъединенной цѣпи.

Едва ли можно надѣяться установить общій законъ, управляющій разстояніемъ, на какое можно передавать сигналы, такъ какъ здѣсь приходится считаться съ многими особыми для каждой мѣстности элементами геологическаго и электрическаго характера.

Весьма заманчивой отраслью этого предмета является возможность сигналированія чрезъ междупланетное пространство. Сигналированіе между планетами представляетъ только вопросъ степени. У магнитныхъ бурь и земныхъ токовъ есть нѣкоторая тѣсная связь съ солнцемъ. Сильныя бури и солнечныя пятна 30 и 31 марта н. с. 1894 г. сопровождались очень замѣтными и особыми звуками въ телефонахъ, введенныхъ въ длинныя телеграфныя линіи. Часто въ спокойной тишинѣ ночи на длинныхъ телеграфныхъ линіяхъ слышатся таинственные звуки, но неизвѣстно, обусловливаются ли они земными или космическими причинами. Солнечная фотосфера, возмущаемая пятнами, подвергается, можетъ быть, сильнымъ электрическимъ бурямъ и огромныя облака раскаленнаго водорода, которыя вспыхиваютъ съ ужасной быстротой, возбуждаютъ, можетъ быть, въ эфирномъ пространствѣ столь частыя электрическія колебанія, что они вліяютъ на наши земныя цѣпи. Такимъ образомъ мы слышимъ, можетъ быть, электрическія бури солнца.

Попытка объяснить вѣковое измѣненіе земного магнетизма.

Сообщеніе А. Шустера въ Британской Ассоціаціи.

Очень важно выяснить, слѣдуетъ ли разсматривать междупланетное пространство, какъ проводникъ электричества, или нѣтъ. Если тамъ есть замѣтная проводимость, то магнитная система земли, въ силу вращенія послѣдней, будетъ индуктировать токи, которые будутъ реагировать на землю двоякимъ образомъ: во-первыхъ, будетъ механическое дѣйствіе, стремящееся увеличить продолжительность дня, и, во-вторыхъ, магнитное дѣйствіе, стремящееся перемѣстить магнитную ось. Цѣль настоящаго сообщенія — привести результаты нѣсколькихъ вычисленій относительно величины и характера этихъ реакцій.

Задача представляетъ интересъ особо отъ всякихъ примѣненій къ земному магнитизму. Представимъ себѣ магнитный шаръ, вращающійся въ проводящей средѣ; каковы будутъ магнитныя и механическія силы, дѣйствующія на шаръ вслѣдствіе индуктируемыхъ въ средѣ электрическихъ токовъ?

Математическое рѣшеніе легко получить изъ уравненій Ламба для токовъ, индуктируемыхъ въ шаровыхъ проводникахъ; не входя въ подробности вычисленія, я приведу здѣсь главные результаты для того случая, когда шаръ равномѣрно намагниченъ около оси, не совпадающей съ осью вращенія.

Если среда или совершенно проводящая или совершенно непроводящая, то не будетъ никакого механическаго дѣйствія, стремящагося остановить вращеніе шара; но для всѣхъ конечныхъ проводимостей будетъ существовать пара, противодѣйствующая вращенію и дѣлающаяся максимумомъ при нѣкоторомъ удѣльномъ сопротивленіи среды.

Если радіусъ шара — R и угловая скорость — ω, то удѣльное сопротивленіе ρ, производящее наибольшее замедленіе, дастъ уравненіе

$$\rho = 1{,}4\ R^2\omega,$$

гдѣ численный коэфиціентъ только приблизительный.

Для земли $R = 6{,}4 \times 10^8 \omega = 7{,}27 \times 10^{-5}$.

$$\rho = 4{,}7 \times 10^{13}.$$

Сопротивленіе, какое даетъ это число, таково, что если приложить 4,7 вольта къ обѣимъ сторонамъ пластины, толщиною въ 1 см., то получился бы токъ въ 10^{-4} амперовъ на квадр. см. Мнѣ извѣстны обстоятельства которыя дѣлали бы такую проводимость невозможной въ виду крайней разрѣженности матеріи, какая, какъ намъ извѣстно, должна существовать въ пространствѣ.

Затѣмъ надо разсмотрѣть дѣйствительную величину максимума замедляющей пары силъ. Въ единицахъ C. G. S. и для шара такого же размѣра и съ такимъ же магнитнымъ моментомъ, какъ земля, онъ будетъ $1{,}9 \times 10^{24}$. Если бы эта пара силъ дѣйствовала непрерывно, то она уменьшала бы вращательную скорость земли на 1 секунду въ день въ 14.000 лѣтъ. Свѣдѣнія о давнишнихъ солнечныхъ затмѣніяхъ показываютъ, что земля, какъ хронометръ, даетъ невѣрное время, но насколько,— относительно этого ученые не пришли къ соглашенію. До сихъ поръ разсматривали двѣ причины, стремящіяся измѣнять продолжительность дня: треніе приливовъ, стремящееся замедлять его, и сокращеніе земли, стремящееся увеличить его. Сюда мы должны прибавить возможное замедленіе, обусловливаемое проводимостію среды.

Вычисленная выше наибольшая магнитная пара силъ приблизительно въ 6 разъ больше той, какую указалъ Джорджъ Дарвинъ для дѣйствія тренія приливовъ; она произвела бы очень замѣтное дѣйствіе въ историческія времена. Но, насколько мнѣ извѣстно, у насъ нѣтъ никакихъ данныхъ, на основаніи которыхъ можно было бы допустить сокращеніе земли. Если уменьшеніе земного радіуса составляетъ футъ въ столѣтіе, то оно уравновѣшивало бы максимальное дѣйствіе, какое могло бы производить магнитная пара силъ. Конечно весьма невѣроятно, чтобы проводимость пространства была какъ разъ такая, какая требуется для максимальнаго дѣйствія. Если проводимость въ 100 разъ меньше, то производимая пара силъ равнялась бы десятой части максимальной пары и такую пару было бы невозможно отдѣлить въ настоящее время отъ другихъ дѣйствій, стремящихся измѣнять продолжительность дня. Поэтому для электропроводности существуютъ широкія границы, въ какихъ можетъ заключаться электропроводность пространства, не оказывая замѣтнаго дѣйствія на продолжительность дня.

Если обратимъ затѣмъ вниманіе на магнитныя реакціи, то найдемъ, что онѣ будутъ перемѣщать магнитную ось къ географическому полюсу и кругомъ отъ востока къ западу. Если бы земля была подобна стальному шару, не подвергающемуся ударомъ или перемѣнамъ температуры, то разъ навсегда произошло бы нѣкоторое перемѣщеніе, но не было бы никакого вращенія, подобнаго тому, какое требуется для того, чтобы произошло вѣковое измѣненіе. Постоянно возобновляющееся перемѣщеніе магнитной оси, если оно обусловливается предполагаемой причиной, должно происходить отъ непрерывнаго измѣненія внутри земли. Возможное объясненіе даетъ вѣковое охлажденіе земли, вслѣдствіе котораго все больше и больше ея желѣзо дѣлается способнымъ намагничиваться. Это свѣжее желѣзо

будетъ свободно приспособлять свою магнитную ось къ дѣйствующимъ на него магнитнымъ силамъ и въ результатѣ должно получиться непрерывное перемѣщеніе оси. Слѣдуетъ, однако, замѣтить, что, принимая даже въ расчетъ эту возможность, трудно понять, какъ можетъ поддерживаться на нѣсколько оборотовъ вращеніе оси. Этотъ вопросъ могло бы нѣсколько выяснить опытное изслѣдованіе для открытія возможнаго дѣйствія большаго давленія на температуру, при какой желѣзо теряетъ свои магнитныя свойства.

Если вѣковое измѣненіе связано съ проводимостію пространства, то все, что дѣйствуетъ на послѣднее, должно вліять и на скорость измѣненія. Я нѣсколько разъ высказывалъ мнѣніе, что интересное дѣйствіе на землю увеличивающейся активности солнечныхъ пятенъ можетъ обусловливаться большею электропроводностію въ періоды большаго числа солнечныхъ пятенъ. Когда пришло мнѣ на умъ такое объясненіе два года тому назадъ, я постарался убѣдиться, не происходитъ ли быстрѣе вѣковое измѣненіе въ періоды большой активности солнечныхъ пятенъ. Оказалось дѣйствительно какое-то замѣчательное совпаденіе между годами, когда вѣковое измѣненіе было велико, и годами съ большимъ числомъ солнечныхъ пятенъ; но въ общемъ параллельность между двумя явленіями, повидимому, недостаточна, чтобы привлечь общественное вниманіе на это обстоятельство. Впрочемъ, въ послѣднее время я узналъ, что такое же совпаденіе замѣчено и другимъ лицомъ (кажется Линаромъ). Если оно подтвердится при дальнѣйшемъ изслѣдованіи, то указанная здѣсь теорія вѣкового измѣненія заслуживаетъ вниманія. Существуютъ ли какія нибудь замѣтныя магнитныя дѣйствія, обусловливаемыя внѣшними для земли электрическими токами, это можно конечно выяснить изслѣдованіемъ магнитныхъ силъ на поверхности земли. Мнѣ извѣстно, что Шмидтъ и Неймейеръ сдѣлали уже много въ этомъ изслѣдованіи.

Результаты настоящаго изслѣдованія можно изложить такимъ образомъ:

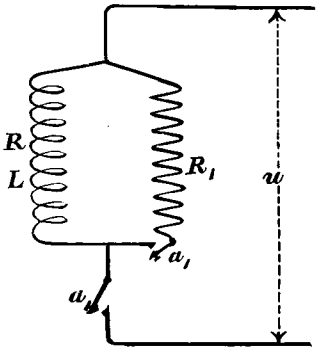
1) Механическія реакціи на землю токовъ, индуктирующихся въ пространствѣ, при предположеніи, что оно проводникъ электричества отъ вращенія ея магнитной системы, недостаточны, чтобы произвести замѣтное удлиненіе дня въ историческія времена, если только проводимость не заключается въ нѣкоторыхъ тѣсныхъ предѣлахъ. Поэтому отсутствіе всякаго замѣтнаго дѣйствія нельзя выставлять, какъ аргументъ противъ проводимости пространства.

2) Магнитныя реакціи тѣхъ же токовъ, взятыя въ связи съ вѣковымъ охлажденіемъ массъ желѣза внутри земли, стремятся произвести перемѣщеніе, которое должно быть такого же рода, какое дѣйствительно наблюдается въ вѣковомъ измѣненіи, хотя весьма сомнительно, можно ли объяснить измѣненіе такимъ путемъ количественно.

ОБЗОРЪ.

Выводъ изъ цѣпи сопротивленія съ большой самоиндукціей. — *Германъ Мюллеръ* изъ Нюренберга указываетъ въ *Elektrotechnische Zeitschrift* приспособленіе, которое даетъ возможность удобно выводить изъ цѣпи сопротивленіе съ большимъ коэффиціентомъ самоиндукціи. Когда быстро выводятъ изъ цѣпи такое сопротивленіе, напримѣръ при прерываніи цѣпи намагничивающаго тока динамомашины, можетъ случиться, какъ извѣстно, что электровозбудительная сила появляющагося тока самоиндукціи достигнетъ величины, достаточной для поврежденія изоляціи машины. Чтобы устранить это неудобство, обыкновенно поступаютъ слѣдующимъ образомъ: передъ полнымъ прерываніемъ цѣпи уменьшаютъ намагничивающій токъ до данной величины. Для этого берутъ проволочныя или жидкія сопротивленія, или же уменьшаютъ постепенно силу тока, увеличивая вольтову дугу.

Вообще необходимо, чтобы выбранное для этой цѣли приспособленіе было просто, дѣйствовало надежно и не представляло затрудненій относительно управленія. Фиг. 4 представляетъ схематически приспособленіе Германа Мюллера. На этомъ рисункѣ R — намагничивающая обмотка большой динамомашины, получающая токъ подъ напряженіемъ u, R_1 — сопротивленіе безъ самоиндукціи, которое можетъ быть выведено изъ цѣпи вспомогательнымъ прерывателемъ a_1. Главный коммутаторъ a



Фиг. 4.

даетъ возможность выводить изъ цѣпи сопротивленія R и R_1. Электровозбудительная сила индукціи, появляющаяся, когда прерываютъ цѣпь въ a_1, зависитъ отъ величины сопротивленія R_1; если обозначить чрезъ L коэффиціентъ самоиндукціи сопротивленія R, то величина электровозбудительной силы экстра-тока будетъ

$$E_t = u\,\frac{R+R_1}{R}\,e^{-t\frac{R+R}{L}} \quad \ldots\ldots L$$

Если назвать чрезъ u_{1_t} величину разности потенціаловъ въ моментъ t послѣ перерыва на зажимахъ R, то

$$u_{1_t} = v\,\frac{R_1}{R}\,e^{-t\frac{R+R}{L}}.$$

Наибольшая величина u_t будетъ при $t=0$ и равна

$$u_{1_{max}} = u\,\frac{R_1}{R}.$$

Итакъ, подбирая надлежащимъ образомъ сопротивленіе R_1, можно удерживать въ извѣстныхъ границахъ величину электровозбудительной силы экстра-тока. Если взять, напримѣръ, $R_1 = 2R$, то можно быть увѣреннымъ, что электровозбудительная сила индукціи не превзойдетъ удвоенной величины электровозбудительной силы тока. Предыдущія формулы были вычислены при томъ предположеніи, что перерывъ въ коммутаторѣ a происходитъ быстро и безъ искры. На практикѣ этого не будетъ и это обстоятельство можетъ только уменьшить величину $u_{1_{max}}$, какую даетъ приведенная выше формула.

Въ примѣняемомъ на практикѣ приспособленіи коммутаторъ замыкается непосредственно передъ размыканіемъ прерывателя a. Для приведенія въ дѣйствіе и для того, чтобы избѣжать безполезной потери на сопротивленіе R_1, вспомогательный прерыватель a_1 размыкается передъ замыканіемъ главнаго коммутатора.

Полученіе вращающагося поля при посредствѣ простого перемѣннаго тока. — *Максъ Дери* изъ Вѣны описываетъ въ *Electrotechnische Zeitschrift* слѣдующій способъ, который даетъ возможность получать вращающееся магнитное поле, пользуясь простымъ перемѣннымъ токомъ:

У перемѣннаго тока берутъ два отвѣтвленія; въ одномъ изъ этихъ отвѣтвленій производятъ посредствомъ сопротивленія самоиндукціи запаздываніе на одну шестую періода относительно тока другого отвѣтвленія. Обнаруживается это запаздываніе просто: поглощаемая мощность, измѣряемая ваттметромъ, равна половинѣ ка-

жущейся мощности, произведенію разности потенціаловъ на силу тока.

Индукторъ электродвигателя раздѣляется на нѣсколько симметричныхъ частей, а именно на число, кратное 3, какъ въ двигателяхъ трехфазныхъ токовъ. Въ первой части находится катушка, по которой проходитъ токъ съ своей первичной фазой. По третьей части проходитъ токъ съ разностью фазы относительно перваго на 60° или на одну шестую періода и проволока намотана въ обратномъ направленіи по сравненію съ первой частью. Слѣдовательно этотъ токъ дѣйствуетъ, какъ токъ, запаздывающій на 180° + 60° = 240° и проходящій по обмоткѣ, навитой въ одномъ направленіи съ первой. Вторая часть состоитъ изъ двухъ равныхъ обмотокъ: въ одной изъ нихъ, намотанной въ обратномъ направленіи по сравненію съ первой частью, циркулируетъ токъ этой первой части, а слѣдовательно онъ дѣйствуетъ, какъ будто бы отставалъ на 180°; по второй обмоткѣ проходитъ токъ третьей части, т. е. отстающій на 60°, и она намотана въ одномъ направленіи съ первой. Комбинація этихъ двухъ токовъ производитъ дѣйствіе, эквивалентное дѣйствію тока, отстающему на 180° — 60° = 120° относительно тока первой части.

Если представимъ токъ первой части чрезъ

$$i_1 = I \sin \omega t,$$

то токъ третьей части будетъ

$$i_3 = I \sin (\omega t + 240°).$$

Во второй части, если наибольшая сила тока I одна и та же въ обѣихъ обмоткахъ, получится

$$i_2 = I [\sin (\omega t + 180°) + \sin (\omega t + 60°)] \text{ или}$$
$$i_2 = I \sin (\omega t + 120°).$$

Итакъ, при такомъ устройствѣ можно производить такія же дѣйствія, какъ и обыкновеннымъ трехфазнымъ токомъ, а слѣдовательно можно также получить вращающееся магнитное поле.

Необходимо, чтобы наибольшія величины силы магнитныхъ полей, производимыхъ тремя частями, были равны. Для этого можно было посредствомъ сопротивленій безъ самоиндукціи приводить силы тока къ одной и той же величинѣ въ обоихъ отвѣтвленіяхъ, но при этомъ происходило бы безполезное разсѣяніе энергіи. Лучше принимать, что дѣйствующая разность потенціаловъ на зажимахъ третьей части равняется половинѣ дѣйствующей разности потенціаловъ на зажимахъ первой части. Это и надо принимать въ разсчетъ при приготовленіи двухъ катушекъ. Двѣ катушки второй части равны.

Описаннымъ здѣсь способомъ полученія вращающагося поля можно пользоваться для пусканія въ ходъ двигателей простого перемѣннаго тока, благодаря чему можно ввести упрощенія въ устройство этихъ двигателей.

Дери избѣгаетъ примѣнять сопротивленіе съ особой самоиндукціей, пользуясь индукторами двигателей, къ которымъ онъ прибавляетъ желѣзныя части, позволяющія получить замкнутыя магнитныя цѣпи совокупно съ частью магнитной цѣпи индукторовъ. На эти желѣзныя части наматывается проволока, образующая сопротивленіе съ самоиндукціей; такимъ образомъ, получаютъ очень значительную самоиндукцію, нисколько не вредя дѣйствію электродвигателя.

Параболическіе прожекторы Бреге.—Эта фирма строитъ въ настоящее время прожекторы, одинаковые съ шуккертовскими, а именно съ параболическимъ вогнутымъ стекломъ, высеребренымъ съ выпуклой стороны. Эти прожекторы представляютъ нѣкоторыя важныя преимущества передъ манженовскими; во-первыхъ, фокусное разстояніе у нихъ меньше, напр. у манженовскаго прожектора въ 90 см. оно равно 680 мм., а у параболическаго—340 мм., а площадь, освѣщаемая прожекторомъ, бываетъ обратно пропорціональна квадрату фокуснаго разстоянія. Затѣмъ параболическіе прожекторы легче манженовскихъ, что очень важно при примѣненіяхъ на судахъ, гдѣ ихъ ставятъ на марсахъ; прожекторъ Манжена въ 60 см. вѣситъ около 275 кгр., а вѣсъ аппарата Бреге съ параболическимъ зеркаломъ не превосходитъ 170 кгр.

Прожекторы снабжаются автоматическими лампами съ горизонтальными углями. Они приспособляются для управленія издали при посредствѣ двухъ электродвигателей.

Фирма Бреге доставила уже въ теченіе года 18 параболическихъ прожекторовъ на французскій флотъ и 15 на испанскій.

Электрическое освѣщеніе въ Одессѣ. — Въ іюлѣ закончили работы по расширенію станціи электрическаго освѣщенія въ Одессѣ, построенной въ 1887 г. фирмой Ганца и К°. Установка была испытана городскими и правительственными техниками и принята въ собственность города Одессы.

Предпринимателемъ этого расширенія была одесская техническая фирма Маргулиса и К°, которая производство установочныхъ работъ поручила технику Новинскому.

Первоначально электрическіе приборы были заказаны берлинской фирмѣ Union Elektricitätsgesellschaft. Русско-германскія таможенныя затрудненія, начавшіяся послѣ заключенія контракта съ этой компаніей, задержали его исполненіе больше, чѣмъ на 6 мѣсяцевъ, и заставили, наконецъ, Union Elektricitätsgesellschaft отказаться отъ его исполненія, передавъ его парижской фирмѣ Thomson-Houston Electric Co., являющейся отдѣленіемъ нью-іоркской фирмы General Electric Co.

Въ машинномъ зданіи, гдѣ достаточно мѣста еще для дальнѣйшаго расширенія станціи, установлены вновь три машины перемѣннаго тока Томсона-Гоустона, каждая на 2.080 и 2.308 вольтовъ и 60 амперовъ при 1.070 оборотахъ въ минуту, которыя, въ случаѣ надобности, могутъ соединяться параллельно. Для намагничиванія служатъ динамомашины типа В 2, № 9 (110 вольтовъ, 30 амперовъ, 1.450 оборотовъ въ минуту). Большая коммутаторная доска установлена въ галлереѣ на восточной сторонѣ зданія. Двигателями этихъ новыхъ машинъ служатъ три вертикальныхъ паровыхъ машины съ точнымъ регулированіемъ и охлажденіемъ, каждая въ 175 лош. силъ (260 оборотовъ въ минуту).

Число котловъ увеличено на два съ 130 кв. м. нагрѣвательной поверхности, системы Калле и К°, доставляющихъ при 10 атм. 2.250 кгр. сухого пара въ часъ.

Охлаждающій аппаратъ доставленъ парижской фирмой Chaligny & Cie и снабженъ небольшой вертикальной паровой машиной въ 10 лош. силъ. Воду доставляютъ двѣ помпы Вортингтона.

Трансформаторы для этой добавочной установки, заключенные въ желѣзные, наполненные масломъ, ящики, доставлены также фирмой Thomson-Houston Electric Co; это общество гарантировало, что оно будетъ питать своими машинами и прежніе трансформаторы Ганца и К°. Доставка тока къ мѣстамъ потребленія производится по воздушнымъ проводамъ.

Вслѣдствіе такого расширенія дѣйствіе отдѣльной установки въ большомъ городскомъ театрѣ прекращено и его проводы соединены съ центральной сѣтью. Городское управленіе Одессы нашло болѣе выгоднымъ не оставлять въ своихъ рукахъ дѣло освѣщенія и сдало его на 15 лѣтъ технической фирмѣ Маргулиса и К°.

Надо ожидать, что въ скоромъ времени потребуется еще новое значительное расширеніе станціи электрическаго освѣщенія.

Электрическіе трамваи въ Парижѣ. — Въ настоящее время въ Парижѣ работаютъ двѣ линіи электрическихъ трамваевъ отъ Madeleine и Grand Opera въ Сенъ-Денн, и скоро откроется третья отъ St. Ouen въ Нельи. Эти трамваи представляютъ собою интересъ, какъ удачные примѣры электрической тяги отъ аккумуляторовъ. Двѣ первыя линіи по 9½ км. длиной, а третья вдвое короче.

Вагоны съ имперіаломъ на 50 пассажировъ снабжены каждый двумя электродвигателями и батареей аккумуляторовъ, вѣсящей со всѣми принадлежностями около 2½ тоннъ. Двигатели двухполюсные, съ граммовскимъ

якоремъ и послѣдовательнымъ соединеніемъ; щетками служатъ четыре угольныхъ бруска. При 200 вольтахъ и 1350 оборотахъ въ минуту каждый двигатель развиваетъ 10 киловат. Передача вращенія къ оси вагона двойная, при помощи колесъ.

Аккумуляторы хлористаго типа выдѣланы на заводѣ Société pour le Travail Electrique des Métaux. Батарея вагона состоитъ изъ 108 элементовъ съ 11 пластинками въ каждомъ; они размѣщены подъ сидѣньями вагона въ 12 деревянныхъ ящикахъ, приспособленныхъ для вынимания, когда въ вагонѣ мѣняютъ батарею для заряжанія. Для обезпеченія вагону различныхъ скоростей движенія батарея раздѣлена на 4 группы, благодаря чему при помощи регулирующаго коммутатора можно получать отъ батареи 50, 100 или 200 вольтовъ. Вагонъ дѣлаетъ отъ 4 до 6 послѣдовательныхъ пробѣговъ безъ перемѣны батареи (отъ 74 до 110 км.), совершая каждый пробѣгъ въ 55 минутъ съ остановками. При полномъ грузѣ вагонъ движется со скоростью отъ 12 до 16 км. въ часъ.

На заряжающей станціи установлены 3 динамомашины Дерозье, каждая изъ которыхъ развиваетъ токъ въ 230 амперовъ при 260 вольтахъ. Продолжительность заряжанія каждой батареи — 6 часовъ.

(The Electr. Engineer).

Примѣненіе электричества въ американскихъ каменноугольныхъ копяхъ. — На нѣкоторыхъ копяхъ въ Соединенныхъ Штатахъ начинаютъ входить въ употребленіе электрическія машины для ломки угля системы Джеффри. По описанію въ *l'Electricien*. онѣ состоятъ изъ желѣзной рамы. на переднемъ концѣ которой расположена ось съ десятью пластинами и зубчатымъ колесомъ, которое соединяется цѣпью Галя съ осью электродвигателя, расположеннаго на другомъ концѣ рамы; около двигателя расположенъ реостатъ, которымъ пользуются для пусканія въ ходъ двигателя,

Машина съ электродвигателемъ въ 15 лош. силъ (50 амп. × 220 вольт.) пробиваетъ въ угольномъ пластѣ въ 3 или 4 минуты углубленіе въ 1,2 м. глубиной и 0,9 м. шириной и высотой. Ея рама въ 2,75 м. вышиной и 0,6 м. шириной. Она даетъ отъ 4 до 5 куб. м. угля въ часъ.

Въ случаѣ незначительныхъ размѣровъ разработываемаго пласта примѣняютъ вмѣсто этой машины такъ называемый электрическій буравъ, образцы котораго не разъ описывались въ нашемъ журналѣ.

Электрическое окрашиваніе по способу Скусека. — Этотъ способъ даетъ возможность окрашивать при помощи электрическаго тока различнаго рода предметы и главнымъ образомъ предметы животнаго и растительнаго происхожденія, какъ напр. кожу, ткани изъ шерсти, бумаги, льна, коры, соломы и т. п.

Опишемъ здѣсь въ видѣ примѣра окрашиваніе кожи по этому способу; совершенно аналогично окрашиваются и другія указанныя выше матеріи.

Окрашиваемая кожа растягивается на столѣ съ совершенно горизонтальной поверхностью, которая должна быть электропроводящей. Для этого доска стола дѣлается вся металлическая (напр. изъ цинка) или обивается металлическимъ листомъ. Растянутая на столѣ кожа грунтуется обыкновеннымъ способомъ ручной кистью, а затѣмъ на всю поверхность наливается окрашивающая жидкость, сколько только можетъ удержаться ея на поверхности кожи, не стекая. Теперь соединяютъ одинъ полюсъ электрической цѣпи съ металлической доской стола, а другой полюсъ приводятъ въ соприкасаніе съ кожей; такимъ образомъ электрическій токъ будетъ замкнутъ и при этомъ вода, въ которой разведено красящее вещество, будетъ разлагаться на свои элементы, которые будутъ уходить въ видѣ газовыхъ пузырьковъ а красящее вещество втянется въ кожу.

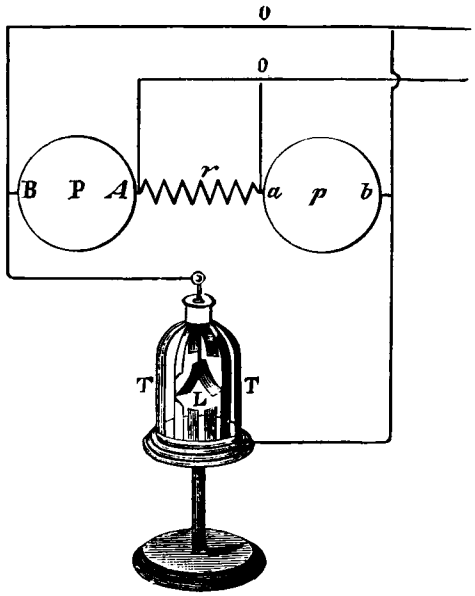
Электрическій токъ заставляютъ дѣйствовать такимъ образомъ нѣсколько минутъ, пока кожа не пріобрѣтетъ достаточнаго окрашиванія; затѣмъ токъ прерываютъ и заканчиваютъ обработку кожи обыкновеннымъ способомъ.

При примѣненіи этого способа легко можно набивать узоры на поверхность, накладывая на окрашиваемый предметъ, послѣ наливаніи краски, шаблонъ сдѣланный изъ металлическаго листа, съ вырѣзаннымъ на немъ желаемымъ рисункомъ. Въ этомъ случаѣ одинъ полюсъ цѣпи соединяютъ съ этимъ металлическимъ шаблономъ. На тѣхъ мѣстахъ, которыя бываютъ прикрыты металломъ шаблона, появляется свѣтлый рисунокъ, на вырѣзанныхъ частяхъ, гдѣ бываетъ непосредственно налита краска на окрашиваемый предметъ, окрашиваніе дѣлается темнѣе.

(Zeitschrift fur Elektrotechnik.).

Электростатическій указатель фазы. — Айртонъ и Матеръ устроили слѣдующій приборъ для облегченія пусканія въ ходъ параллельно двухъ динамомашинъ перемѣннаго тока высокаго напряженія и для легкаго обнаруженія моментовъ совпаденія фазы, когда можно производить соединеніе.

Пусть P (фиг. 5) будетъ динамомашина, соединенная уже съ коммутаторной доской, и *p* — динамомашина, которую надо еще соединить. Одинъ изъ зажимовъ A у P соединяютъ съ однимъ изъ зажимовъ *a* другой машины *p* чрезъ большое сопротивленіе *r* отъ



Фиг. 5.

10 до 20 мегомовъ, получаемое вычерчиваніемъ карандашомъ тонкой линіи на шиферной или эбонитовой пластинкѣ. Два другихъ зажима B и *в* машинъ соединяютъ какимъ нибудь электростатическимъ вольтметромъ, электроскопомъ, трубкой съ пустотой или всякимъ другимъ электростатическимъ приборомъ, способнымъ указывать большую разность потенціаловъ, какъ напр. электроскопъ съ золотыми, аллюминіевыми или оловянными листиками. Приборъ показываетъ дѣйствующую разность потенціаловъ между B и *в*; онъ отклоняется больше всего, когда машины соединяются послѣдовательно и листики приходятъ въ соприкасаніе, когда двѣ машины, обладающія по предположенію равными электровозбудительными силами, оказываются соединенными навстрѣчу. Если скорости двухъ машинъ весьма различны, то листики быстро колеблются; колебанія замедляются по достиженіи синхронизма, доходитъ до того, что они происходятъ только разъ въ минуту или даже меньше и листики каждый разъ остаются въ соприкасаніи замѣтное время, — въ этотъ моментъ и слѣдуетъ производить соединеніе машинъ.

Этотъ приборъ простъ, экономиченъ и надеженъ; онъ далъ хорошіе результаты въ лабораторіи и можетъ очевидно быть не менѣе хорошимъ на центральныхъ станціяхъ.

(L'Ind. El.)

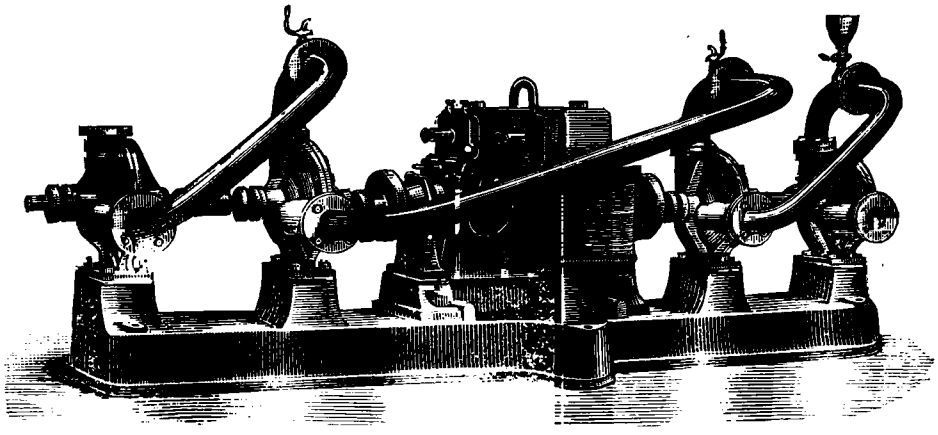
Сеизмическій фотохронографъ. — Д-ръ *Канкани* описываетъ въ *Elettricista* приборъ для записыванія фотографически точнаго времени, когда ощущается ударъ землетрясенія на станціи наблюденія. Производится это полученіемъ фотографіи циферблата хронометра въ моментъ удара. Въ этомъ аппаратѣ хронометръ освѣщается на моментъ лампой накаливанія, вводимой въ цѣпь однимъ изъ сеизмическихъ приборовъ обсерваторіи. Довольно сложный механизмъ состоитъ главнымъ образомъ изъ горизонтальнаго рычага, поддерживающаго на одномъ плечѣ подносикъ съ девятью чашечками съ двухромовокислымъ каліемъ, тогда какъ другое его плечо снабжено грузами и удерживается въ одномъ положеніи поднятымъ якоремъ электромагнита. Когда цѣпь послѣдняго замыкается однимъ изъ сеизмасконовъ, его якорь притягивается, чашечки съ хромпикомъ поднимаются и расположенные надъ ними электроды изъ цинка и угля погружаются въ жидкость, доставляя такимъ образомъ токъ для лампы. Приблизительно чрезъ четверть секунды ламповая цѣпь прерывается однимъ изъ грузовъ, соскальзывающимъ съ рычага, и весь аппаратъ автоматически возвращается въ прежнее положеніе, чтобы быть готовымъ для новаго удара. Этотъ аппаратъ примѣняется на обсерваторіи Роккади-Папа и дѣйствуетъ хорошо.

Экономія въ пользованіи энергіею.—Проф. Кеннеди дѣлалъ на эту тему сообщеніе предъ Королевскимъ Институтомъ въ Лондонѣ, въ этомъ сообщеніи онъ высказалъ ту мысль, что полезнѣе всего обратить вниманіе техниковъ на приведеніе работы машинъ къ типу лучшихъ, существующихъ теперь, т. е. стремиться къ постоянному достиженію того максимальнаго полезнаго дѣйствія, какое даютъ лучшія машины. Авторъ настолько практиченъ, какъ онъ выражается, чтобы не ожидать въ будущемъ неосуществимыхъ теперь отдачъ, и вовсе не полагаетъ, что выводимый теперь максимумъ полезнаго дѣйствія находится въ связи съ самымъ неполнымъ знаніемъ природы; правда, мы ничего не знаемъ ни объ эфирѣ, ни о внутреннемъ строеніи вещества и т. д., но никакое изъ подобныхъ знаній не можетъ опровергнуть калорическій эквивалентъ сгоранія тонны угля и тому подобныя данныя, на которыхъ опираются вычисленія техника. Природа сама положила извѣстные максимумы отдачъ при преобразованіяхъ энергіи, подобно тому, какъ, напр., изъ разсыпаннаго ею золотоноснаго песку не можетъ быть принято большее количество золота, чѣмъ его находится въ розсыпи.

Кеннеди приводитъ интересную діаграмму, показывающую отдачу послѣдовательныхъ преобразованій энергіи. Если принять энергію эквивалентную количеству тепла, освобождаемаго при сжиганіи угля за 100%, то К представитъ потерю ея въ котлахъ, т. е. безполезную трату при нагрѣваніи воды; остальное ея количество (80%) мы примемъ снова за 100%; изъ этого количества часть Н теряется при явленіи конденсаціи пара въ трубахъ, на дѣйствіе насосовъ и проч.; остальное количество снова принимаемъ за 100% и т. д. Послѣдовательно принимая во вниманіе потери G — при преобразованіи тепловой энергіи въ динамическую, по формулѣ: отдача $= \frac{T_1 - T_2}{T_1}$; F—при преобразованіи утилизируемой машиною части въ работу. Е представляетъ энергію, идущую на приведеніе самой машины въ движеніе; эта энергія не можетъ быть передана динамо, D — потери въ динамо. С — потери на провода энергіи, получаемой у зажимовъ динамо; остальная энергія доставляется въ лампы каленія; изъ нея часть В теряется въ видѣ тепла; на освѣщеніе идетъ лишь часть А. Эта небольшая часть всего количества энергіи въ VIII видѣ, но еще меньшая отъ VII вида и т. д.; она представляетъ изъ себя совершенно ничтожную часть I вида.

Кеннеди не видитъ возможности устранить потери въ пунктахъ отъ I до VII, но зато всѣ надежды его направлены къ пункту VIII; всѣ вѣрятъ въ будущее освѣщеніе безъ нагрѣванія, и опыты Тесла, кажется, даютъ поводъ къ этому, но не нужно забывать, что газовый двигатель, освѣщающій весь Королевскій Институтъ, едва былъ достаточенъ, чтобы по способу Теслы въ самомъ блестящемъ его опытѣ лишь едва освѣтить экспериментатора.

Примѣненіе электродвигателей для дѣйствія центробѣжныхъ помпъ. — Эти помпы, работающія всегда съ значительной скоростью, удобно соединять прямо съ электродвигателями; при этомъ получаются компактные механизмы, которые можно удобно устанавливать въ какихъ угодно мѣстахъ. Кромѣ того, примѣненіе электродвигателей даетъ возможность



Фиг. 6.

легко соединять, такъ сказать, послѣдовательно по нѣскольку помпъ для усиленія ихъ дѣйствія (напримѣръ, для подъема воды на большую высоту, недостижимую для одной помпы), какъ показано на фиг. 6. Подобныя группы помпъ, по 2 и по 4, установлены Дюмономъ въ Алтайскихъ рудникахъ; группы по 2 помпы поднимаютъ по 600 литровъ воды въ минуту на высоту 22 м. при электродвигателѣ, расходующемъ 58 амперовъ при 100 вольтахъ, а группы по 4 помпы поднимаютъ по 300 литровъ въ минуту на 48 м., причемъ ихъ электродвигатель расходуетъ 80,5 амперовъ при 115 вольтахъ.

(L'Electricien.)

НЕКРОЛОГЪ.

† Германъ-Людвигъ-Фердинандъ фонъ-Гельмгольцъ. 27-го минувшаго августа скончался въ Шарлотенбургѣ (близъ Берлина) одинъ изъ самыхъ замѣчательныхъ философовъ-физиковъ послѣдняго времени, профессоръ Гельмгольцъ. Въ лицѣ его естественныя науки лишились одного изъ искреннихъ и талантливыхъ служителей, въ теченіе полвѣка служившаго усердно и съ полнымъ самоотверженіемъ, а человѣчество потеряло истиннаго и гуманнаго друга. Гельмгольцъ родился въ 1821 г. 19 августа, происходилъ изъ семьи учителя и получилъ образованіе въ военно-медицинскомъ Институтѣ, откуда былъ выпущенъ врачемъ (1842 г.). Закончивъ свое институтское образованіе, юный врачъ всецѣло отдался научнымъ работамъ и изслѣдованіямъ, которыхъ не прерывалъ до послѣднихъ дней своей неутомимой жизни. Первою его научною работою было сочиненіе: „De fabrica Nervosi evertebratorum", защищенное имъ въ 1842 году и доставившее ему докторскую степень. Въ 1847 году имъ было выпущено въ свѣтъ классическое сочиненіе: „О сохраненіи энергіи"; главное положеніе этой книги сдѣлалось основнымъ физическимъ закономъ — трудъ этотъ сразу доказалъ, что Гельмгольцъ—философъ и ученый (физикъ). Съ 1850 г. Гельмгольцъ занялъ кафедру физіологіи и общей патологіи въ Кенигсбергскомъ университетѣ и посвятилъ свое время на занятія физіологическими изслѣдованіями.

Въ 1851 году работы по оптикѣ въ связи съ физіологическимъ изслѣдованіемъ глаза привели Гельмгольца къ открытію офтальмоскопа,— прибора, безъ котораго теперь не обходится ни одинъ глазной врачъ. Благодаря этому прибору, много людей спаслось отъ неминуемой слѣпоты. Затѣмъ Гельмгольцъ создалъ міографъ и офтальмометръ. Въ 1855 г. Гельмгольцъ перешелъ въ Боннъ, гдѣ сталъ читать лекціи по анатоміи и физіологіи. Къ этому времени относятся его работы по теоріи видимости цвѣтныхъ изображеній, и затѣмъ психологическое изслѣдованіе связи, существующей между первыми воспріятіями и вызываемыми ими въ насъ представленіями. Въ 1858 году Гельмгольцъ перешелъ въ Гейдельбергскій университетъ на кафедру физіологіи. Здѣсь онъ собралъ и обработалъ всѣ свои изслѣдованія и работы по оптикѣ и издалъ ихъ отдѣльнымъ сочиненіемъ „Handbuch der Physiologischen Optik". Будучи любителемъ музыки, Гельмгольцъ и въ этой области ознаменовалъ себя научными работами. Онъ изложилъ ученіе: о физіологической причинѣ музыкальной гармоніи и ученіе: о теоріи звуковыхъ впечатлѣній—въ своемъ отдѣльномъ трудѣ: „Die Lehre von den Tonemphindungen" (1862 г.). Съ 1871 года Гельмгольцъ занялъ кафедру физики въ Берлинскомъ университетѣ и съ этого времени посвятилъ себя исключительно занятіямъ физикою, собравъ вмѣстѣ съ тѣмъ при себѣ школу талантливыхъ учениковъ, распространившихъ впослѣдствіи духъ его школы и научныя стремленія повсюду. Работы его сосредоточились въ области электричества и гидродинамики. Послѣднія работы Гельмгольца относятся къ теоретической химіи и къ гидродинамикѣ въ приложеніи ея къ метеорологіи.

Съ 1871 года Гельмгольцъ принялъ на себя управленіе Берлинскою физическою лабораторіею, а съ 1888 г. онъ сталъ въ главѣ Physikalisch technische Reichsanstalt, этого образцоваго научно-физическаго правительственнаго учрежденія.

Старецъ по лѣтамъ, но бодрый и юный по духу, Гельмгольцъ еще недавно праздновалъ свою семидесятилѣтнюю годовщину. Весь ученый міръ принялъ участіе въ этомъ торжествѣ.

Память о Гельмгольцѣ, не умретъ, имя его навсегда останется начертано на скрижаляхъ исторіи науки и вѣчно будетъ блистать, какъ имя талантливаго ученаго и неутомимаго труженика.

БИБЛІОГРАФІЯ.

The Electric Railway in theory and practice by Oscar T. Crosby and Louis Bell P. H. D. *Second edition, revised and enlarged. New-Jork. The W. J. Jonston Company, Limited.* 1893. Стр. 416. Съ 183 фиг. въ текстѣ. въ 1/8 листа.

Электрическія желѣзныя дороги. *Теорія и практика.* **Кросби и Белль.** Нью-Іоркъ. 1893.

Electric traction in railways and tramways by Autony Reckenzaun. *C. E. London Biggs and C°.* 1892. Стр. 422+XXI. Съ 213 фиг. въ текстѣ. Въ 1/16 листа.

Электрическая тяга на желѣзныхъ дорогахъ и трамваяхъ. Антонія Реккенцауна. Лондонъ. 1892.

Въ Европѣ и особенно въ Америкѣ электрическая тяга на желѣзныхъ дорогахъ и трамваяхъ получила уже давно широкое распространеніе. Такъ, еще въ 1892 году въ Соединенныхъ Штатахъ было около 3.000 миль дорогъ, на которыхъ примѣнена была электрическая тяга. На этихъ дорогахъ циркулировало болѣе 7000 вагоновъ. У насъ въ Россіи электрическая тяга не примѣняется почти нигдѣ. Городской трамвай въ Кіевѣ кажется единственная установка подобнаго рода. Теперь еще проектируютъ три линіи въ Нижнемъ-Новгородѣ, которыя должны быть устроены ко времени открытія Нижегородской выставки 1896 года. О другихъ примѣчаніяхъ электрической тяги, по крайней мѣрѣ въ спеціальныхъ журналахъ не сообщалось ничего. Можетъ быть, причину столь слабаго распространенія электрической тяги можно видѣть въ недостаткѣ свѣдѣній относительно ея экономичности и въ тѣхъ преувеличенныхъ опасеніяхъ, которыя внушаетъ употребленіе токовъ въ 500—600 вольтъ. Поэтому всякій трудъ, который способствовалъ бы ознакомленію нашихъ инженеровъ и промышленныхъ людей съ электрическими дорогами, заслуживаетъ полнаго вниманія. Труды Кросби и Белля и Реккенцауна, полныя заглавія которыхъ приведены выше, могутъ дать понятіе о современномъ состояніи вопроса, объ электрической тягѣ на желѣзныхъ дорогахъ и трамваяхъ, какъ съ точки зрѣнія технической, такъ и съ точки зрѣнія экономической.

Книга Кросби и Белля чисто практическая: въ ней читатель найдетъ описаніе только тѣхъ машинъ, приборовъ и приспособленій, которые приняты на практикѣ, тѣхъ способовъ пользованія ими, преимущество которыхъ уже выяснилось и т. д. Описанія различныхъ типовъ машинъ и приборовъ, которые во множествѣ изобрѣтались и изобрѣтаются до сихъ поръ и которые, иногда, не смотря на свои качества, не приняты до сихъ поръ на практикѣ, у Кросби и Белля нѣтъ. Даже историческій очеркъ развитія электрической тяги въ названномъ трудѣ очень коротокъ и помѣщенъ въ самомъ концѣ книги. Такимъ образомъ, трудъ Кросби и Белля предназначается не для любителей, желающихъ ознакомиться съ вопросомъ объ электрической тягѣ съ ея постепеннымъ развитіемъ и т. д., а для практиковъ электротехниковъ.

Вся книга состоитъ изъ двѣнадцати главъ и семи прибавленій. Первая небольшая глава по обычаю всѣхъ авторовъ электротехническихъ руководствъ, посвящена гг. Кросби съ Беллемъ краткому изложенію главнѣйшихъ свѣдѣній по общей электротехникѣ, какъ то: описанію схемъ токовъ динамомашинъ, ознакомленію съ магнитными свойствами желѣза, стали и чугуна и т. п. Эта глава могла бы быть съ успѣхомъ выпущена авторами: кто не знакомъ съ динамомашинами, тотъ изъ нея ничего и не узнаетъ, а для лицъ уже знакомыхъ съ ними, она совершенно излишня.

Вторая глава, гораздо большая по объему, занята изученіемъ паровыхъ и водяныхъ двигателей, необходимыхъ для приведенія въ движеніе динамомашинъ, способовъ ихъ регулировки, критическимъ разборомъ достоинствъ различныхъ системъ, съ точки зрѣнія примѣненій къ электрической тягѣ и т. п. Глава эта читается съ большимъ интересомъ и для неспеціалистовъ механиковъ, каковыми бываютъ часто электротехники, она имѣетъ большое значеніе. Третья глава занята разсмотрѣніемъ электродвигателей, способовъ регулированія оси, укрѣпленія на вагонахъ электрическаго соединенія съ генераторами и т. п. Глава IV и V посвящены устройству и эксплуатаціи линіи. Глава VI—устройству и эксплуатаціи генераторныхъ станцій. Глава VII—опредѣленію коэффиціента полезнаго дѣйствія электрической тяги, насколько онъ зависитъ отъ отдачи паровыхъ машинъ, динамомашинъ, линіи и т. п. Въ восьмой главѣ разсматривается весьма важный вопросъ о тягѣ посредствомъ аккумуляторовъ. Глава девятая занята обозрѣніемъ различныхъ системъ электрической тяги. Вопросу объ электрической тягѣ поѣздовъ большой скорости на желѣзныхъ дорогахъ, посвящена глава X. Этотъ вопросъ разобранъ Гг. Кросби и Белль весьма подробно.

Очень много мѣста посвящено разсмотрѣнію вопроса объ электрической тягѣ съ чисто коммерческой точки зрѣнія. Въ главѣ XII, гдѣ этотъ вопросъ разобранъ, приведено множество данныхъ и рядъ соображеній, которыя могутъ вполнѣ его выяснить.

Въ послѣдней (XII) главѣ собраны нѣкоторыя историческія данныя относительно электрической тяги.

Изъ семи дополненій наиболѣе интересны дополненія B, содержащее инструкцію мастерамъ, дополненіе E, написаное проф. Э. Томсономъ и трактующее вопросъ о громоотводахъ, и дополненіе G, касательно измѣренія изоляціи воздушныхъ линій.

Изложеніе гг. Кросби и Белля отличается ясностью и опредѣленностью, что еще больше увеличиваетъ достоинства ихъ труда, весьма интереснаго уже по содержанію.

Нѣсколько иной характеръ имѣетъ трудъ г. Реккенцауна **„Электрическая тяга на желѣзныхъ дорогахъ и трамваяхъ“.** Эта книга изложена болѣе популярно и заключаетъ въ себѣ описанія большинства системъ машинъ, вагоновъ и т. п., употребительныхъ и употреблявшихся раньше. Теоретическія свѣдѣнія относительно машинъ и электродвигателей здѣсь тоже изложены подробнѣе, чѣмъ въ книгѣ Кросби и Белля. По объему книга Реккенцауна меньше книги Кросби и Беля и состоитъ всего изъ восьми главъ, между которыми матеріалъ распредѣленъ слѣдующимъ образомъ.

Въ первыхъ семи главахъ даны нѣкоторыя историческія свѣдѣнія: говорится объ электродвигателяхъ и ихъ испытаніи, способовъ пользованія и установки на вагонахъ, о линіяхъ, тягѣ посредствомъ неподвижныхъ машинъ и аккумуляторовъ. Описываются различныя системы тяги и различныя существующія трамваи и желѣзныя дороги. Въ восьмой, коротенькой главѣ, приведены нѣсколько данныхъ относительно стоимости электрической тяги.

Изъ краткаго изложенія содержанія разсматриваемыхъ книгъ видны уже ихъ характеристичныя особенности; онѣ какъ бы дополняютъ другъ друга, хотя, конечно, въ ихъ содержаніи много общаго. Во всякомъ случаѣ онѣ могутъ дать возможность лицамъ интересующимся электрической тягой, составить себѣ полное понятіе о ней и поэтому только одному уже заслуживаютъ вниманія. Хорошее изложеніе, удачный подборъ матеріаловъ и многочисленность чертежей еще болѣе увеличиваютъ ихъ достоинства. Поэтому то мы даемъ о нихъ отзывъ въ настоящее время, хотя книги вышли уже болѣе года назадъ и новинками въ технической литературѣ считаться не могутъ.

Указатель статей и работъ по электричеству.

The Electrical World, № 7. Американская Ассоціація для развитія науки. *Гаустонъ и Кеннелли.*—Динамоэлектрическіе механизмы. Оздоровленіе электричествомъ (процессъ Эрмита). Проба машины Вуда для дуговыхъ лампъ.

№ 8. Американская Ассоціація для развитія науки. Продолженіе статьи *Гаустонъ и Кеннелли.*

№ 9. Электричество въ церкви. Американская Ассоціація для развитія науки. Продолженіе статьи *Гаустонъ и Кеннелли.* Электрическое освѣщеніе въ Великобританіи. Электрическое образованіе. *Винеръ*—Практическія замѣтки о разсчетѣ динамомашинъ.

№ 10. Какъ обращаться съ мнимо-умершими отъ электрическаго разряда. Продолженіе статьи *Гаустонъ и Кеннелли.* Электрическое освѣщеніе въ Великобританіи. Дѣйствіе транспорматора съ конденсаторомъ параллельно его вторичной обмотки.

№ 11. Электричество на Выставкѣ Дикаго Запада (Wild West Show въ Чикаго). Разрядъ магнетизма. Продолженіе статьи *Гаустонъ и Кеннелли.* Какъ сдѣлать динамомашину самовозбуждающейся.

№ 12. Первый прямой Нью-Іоркскій кабель. Дунтонъ — Какъ любителю сдѣлать вольтметръ и амиметръ. Джонсонъ — Наилучшія отношенія діаметра и длины арматуры въ динамомашинахъ и двигателяхъ. Гоустонъ и Кеннелли — Динамоэлектрическіе механизмы. Полемика о „синусондѣ“ (статья и письмо Блонделя).

L'Electricien. № 194. Мутье — Электрическій трамвай на Ліонской Выставкѣ. Мейланъ — О преимуществахъ и неудобствахъ мѣди и мельхіора въ обмоткѣ гальванометровъ съ подвижной рамкой.

№ 195. Дьедонне — Электрическій регуляторъ для дуговой лампы. Окончаніе статьи Мутье,

Electrician. № 854. Зэдъ — Химическая теорія аккумуляторовъ. Моррисъ — Устройство сопротивленій. Ливерпульская надземная дорога. Сперри — Электрическій тормазъ на практикѣ. Скиннеръ—Элементъ Клэрка, когда онъ даетъ токъ.

№ 855. Вэль — Химическая теорія аккумуляторовъ, А Снель — Электрическая движущая энергія. Электрическая лабораторія Board'a of Trade. Моррисъ—Устройство сопротивленій. Ворчестерская электрическая станція. Д. Томсонъ — О скорости катодовыхъ лучей.

Electrical Engineer. № 333. Гобартъ — Практика электрическаго машиниста. Винеръ — Магнитная утечка въ динамоэлектрическихъ машинахъ. Мартинъ—Развитіе электротехническихъ производствъ въ Канадѣ.

№ 334. Попъ — Электрическое освѣщеніе отъ водяной силы въ Петерборо. Практика машиниста-электрика. Винеръ — Магнитная утечка въ динамоэлектрическихъ машинахъ. Сперри — Электрическій тормазъ на практикѣ.

Electrical Review (N. I.), № 12. Ванъ-Нюнсъ—Сложный плавящійся громоотводъ.

№ 13. Борли—Испытаніе изолированныхъ проволокъ. Сельденъ — Телеграфныя воспоминанія.

Electrical Review (Lond.). № 879. Кеннеди — Замѣтка о большихъ альтернаторахъ. Эдикомбъ — Замѣтки о паровыхъ турбинахъ. Динамомашина и моторъ системы Уаддель-Эпцъ.

№ 880. Электричество въ воздухоплаваніи. Андреоли — Электрическое производство хлора и соды. Эдикомбъ — Замѣтки о паровой турбинѣ. Образцовыя единицы для электрическихъ измѣреній. Новая форма мостика Томсона. Электрическое освѣщеніе Гамстеда.

Arch. d'Electricité médic.. № 21. Шарпанье—Сопротивленіе нервовъ и ихъ физіологическая работа.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Указанія относительно примѣненія электродвигателей у дантистовъ. — Такія указанія, выведенныя изъ практики, даетъ въ *The Electrical Engineer* американскій дантистъ и электротехникъ *Берри*. Для подобныхъ примѣненій слѣдуетъ брать хорошо устроенные и спокойно работающіе двигатели съ отвѣтвленіемъ въ $^1/_6$ — $^1/_8$ лош. силы, для управленія которыми надо устраивать реостаты съ коммутаторами, передвигаемыми ножнымъ приводомъ.

Эти приборы для управленія электродвигателями лучше всего устраивать слѣдующимъ образомъ: При первомъ движеніи коммутатора обмотки электромагнитовъ и реостатъ соединяются послѣдовательно, а якорь оказывается замкнутымъ самъ чрезъ себя. При слѣдующемъ движеніи коммутатора якорь и электромагниты оказываются соединенными параллельно, послѣдовательно съ реостатомъ; при этомъ получается наименьшая скорость вращенія. Затѣмъ можно постепенно увеличивать скорость до полной, выводя реостатъ. Чтобы сразу остановить двигатель, переводятъ коммутаторъ въ то положеніе, когда электромагниты бываютъ послѣдовательно соединены со всѣмъ реостатомъ, а якорь замкнутъ самъ чрезъ себя; не трудно понять, что при этомъ условіи якорь долженъ мгновенно остановиться. Перемѣнять направленіе вращенія нельзя, не вводя въ цѣпь реостата.

Такое устройство авторъ примѣнялъ на практикѣ въ теченіе четырехъ лѣтъ и оно оказалось вполнѣ практичнымъ и удовлетворительнымъ.

Грандіозный телефонный кабель. — Самый большой телефонный кабель, какой только былъ выдѣланъ до сихъ поръ въ Соединенныхъ Штатахъ, былъ проложенъ нѣсколько мѣсяцевъ тому назадъ подъ East-River'омъ, между 38-ой улицей Нью-Іорка и Лонгъ-Исландомъ. Его наружный діаметръ — 7 см., длина — 1500 м. и вѣсъ — 21,5 тоннъ. Сердечникъ кабеля содержитъ 20 мѣдныхъ шнуровъ, каждый изъ которыхъ образованъ изъ трехъ проволокъ въ 0,7 мм. діаметромъ. 20 проводовъ покрыты изолирующей массой въ 6 мм. толщиной. Четыре провода образуютъ средній шнуръ, а 16 другихъ, соединенныхъ попарно, обвиты около этого шнура. Все это покрыто толстымъ слоемъ изъ просмоленной ленты, джуты, арматуры, состоящей изъ 22 проволокъ цинкованнаго желѣза и наконецъ изъ непроницаемой оболочки.

Смертные случаи отъ электрическихъ токовъ. При введеніи въ Америкѣ въ общее употребленіе перемѣнныхъ токовъ число смертныхъ случаевъ отъ электрическаго тока было весьма значительно. Такъ послѣ 1872 года, первый случай смерти отъ этой причины былъ въ 1882 году, въ 1883—86 гг. — не было ни одного, въ 1887 — было три, въ 1888 — пять, въ 1889 — восемь. Въ 1890 и 1891 гг. произошло по два случая, а въ 1892 не было ни одного.

Такое уменьшеніе несчастныхъ случаевъ свидѣтельствуетъ объ упорядоченіи электрическихъ устройствъ и объ улучшеніи способовъ изолированія проводовъ.

Гравированіе на стеклѣ электричествомъ. — Одинъ американецъ устроилъ приборъ для гравированія на стеклѣ, основанный на томъ принципѣ, что раскаленная до-бѣла платиновая проволока оставляетъ на стеклѣ свѣтлый слѣдъ на цвѣтномъ фонѣ.

Употребляемый для этого приборъ состоитъ изъ металлической набитой асбестомъ трубки, чрезъ которую проходятъ двѣ проволоки-проводника; одинъ изъ ихъ концовъ соединяется съ источникомъ электричества, а другой—съ платиновой проволокой, которую токъ накаливаетъ до-бѣла и которая гравируетъ на стеклѣ, какъ было объяснено выше. Надавливаніе этой проволоки на стекло производится при посредствѣ острія изъ аспиднаго камня. (Bul. Intern. de l'Electr.).

Европейскія электрическія фирмы въ Америкѣ. — Не смотря на многочисленность и большія средства электрическихъ компаній въ Соединенныхъ Штатахъ, европейская электрическая промышленность находитъ тамъ себѣ значительный спросъ на свои произведенія. Особенный успѣхъ имѣютъ въ этомъ отношеніи нѣмецкія фирмы. Путь для нихъ открыла фирма Сименса и Гальске, основавъ на томъ берегу Атлантическаго океана большое отдѣленіе. Этому примѣру не замедлила послѣдовать фирма Allgemeine Elektricitätsgesellschaft и, наконецъ, послѣ чикагской выставки начала сбывать въ Америкѣ свои издѣлія фирма Гартмана и Брауна со своими измѣрительными приборами, Гагенская аккумуляторная компанія и общество Геліосъ. (L'Eclairage El.).

Международная телефонія. — Мадритъ и Парижъ будутъ скоро соединены телефономъ. Въ Испаніи линію проложили уже до Сарагоссы, какъ сообщаетъ *The Electrician*, а во Франціи она проведена отъ Парижа до Тарба.

Несчастный случай въ Лейчестерѣ. — На желѣзнодорожной станціи въ Лейчестерѣ произошелъ недавно необычайный смертный случай. Около динамомашины, служащей для электрическаго освѣщенія, находились два машиниста. Одинъ изъ нихъ неожиданно услышалъ крикъ и нашелъ другого машиниста лежащимъ на полу, причемъ изъ его рта, ушей и носа текла кровь. Перила кругомъ машинъ были согнуты, но никакіе признаки не указывали, чтобы машинистъ прикоснулся къ проводамъ тока. Чрезъ нѣсколько минутъ онъ умеръ отъ потери крови. При такихъ обстоятельствахъ власти, которыя потомъ осматривали мѣсто, не могли опредѣлить причины смерти. Наиболѣе вѣроятнымъ предположеніемъ было слѣдующее: умершій осматривалъ подшипники машины и въ это время его рукавъ задѣлъ за валъ, вслѣдствіе чего онъ былъ отброшенъ на мѣдныя перила, а затѣмъ упалъ на полъ. (The Electrician).

Телефонъ въ германской арміи. — Въ августѣ былъ произведенъ интересный военный опытъ между Берлиномъ и Потсдамомъ. Телефонная линія была проложена на переходѣ двумя кавалерійскими патрулями, каждый изъ которыхъ состоялъ изъ уланскаго офицера и двухъ уланскихъ унтеръ-офицеровъ; одинъ изъ нихъ вышелъ изъ Берлина, а другой—изъ Потсдама очень рано утромъ. Каждый патруль былъ снабженъ полнымъ телефоннымъ аппаратомъ, который везъ одинъ изъ унтеръ-офицеровъ, и запасомъ стальной проволоки на вьюшкахъ, на каждой изъ которыхъ былъ намотанъ 1 километръ проволоки. Прокладываніе линіи началось въ Берлинѣ слѣдующимъ образомъ: Конецъ проволоки соединили съ городской сѣтью въ Берлинѣ и катушку прикрѣпили къ всаднику такимъ способомъ, чтобы проволока могла разматываться, когда онъ ѣхалъ. Второй кавалеристъ ѣхалъ сзади съ пикой въ рукахъ, снабженный вилкообразнымъ наконечникомъ; послѣднимъ онъ ловилъ проволоку и по мѣрѣ того, какъ они ѣхали впередъ, подбрасывалъ ее на верхнія вѣтви деревьевъ, растущихъ на краю шоссе. Они ѣхали, выбирая дороги съ деревьями: офицеръ впереди и за нимъ два солдата, прокладывающихъ проволоку, въ 30 шагахъ одинъ отъ другого. Когда окончилась первая катушка, они остановились; соединили телефонъ и протрубили сигналъ,— въ отвѣтъ получили подобный же сигналъ. Переговоривъ, приростили новую катушку и продолжали прокладку. Въ Тельтоу оба патруля встрѣтились; просигналировавъ на оба конца, сростили проволоки. Передача рѣчи изъ Берлина въ Потсдамъ была превосходна. Затѣмъ данъ былъ приказъ снять, что и было исполнено. Прокладка линіи въ 30 килом. была произведена не больше, какъ въ 4 часа. (The Electrician).

Отвѣтственный и спеціальный редакторъ А. И. Смирновъ.
Типографія М. П. С. (Т-ва И. Н. Кушнеревъ и К°), Фонтанка 117.