№ 11—12. **1898.** ІЮНЬ.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Преподаваніе электротехники въ высшихъ техническихъ учебныхъ заведеніяхъ въ Россіи и за-границею.

(Продолженіе).

II. Горный Институтъ Императрицы Екатерины II.

Въ кругъ предметовъ, читаемыхъ въ Горномъ Институтѣ, электротехника введена всего пять лѣтъ тому назадъ. Въ 1893 году Совѣтъ Горнаго Института обратилъ вниманіе на то, что при постоянно увеличивающемся числѣ примѣненій электричества къ горнозаводскому дѣлу, современному горному инженеру нельзя быть не знакомымъ съ основами электротехники, и соотвѣтственно этому постановилъ ввести въ Горномъ Институтѣ чтеніе курса электротехники, посвящая на него два недѣльныхъ часа на III курсѣ Института. Первый годъ электротехника читалась въ видѣ необязательнаго предмета, но затѣмъ была сдѣлана обязательной для всѣхъ студентовъ. Осенью прошлаго (1897) года сдѣлано было обязательнымъ и составленіе проектовъ по электротехникѣ.

Въ настоящее время курсъ электротехники въ Горномъ Институтѣ тѣсно связанъ съ курсомъ физики, служащимъ для него какъ бы теоретическимъ введеніемъ; поэтому необходимо сказать нѣсколько словъ и объ этомъ послѣднемъ курсѣ.

Физика читается въ Горномъ Институтѣ въ достаточно широкомъ объемѣ, особенно отдѣлы оптики и электричества, которые необходимы для дальнѣйшихъ курсовъ минералогіи, кристаллографіи и электротехники.

Курсъ электричества начинается со второго полугодія I курса (3 лекціи въ недѣлю) и затѣмъ читается въ теченіе перваго полугодія II курса (3 лекціи въ недѣлю).

На I-мъ курсѣ сообщаются основныя свѣдѣнія по электростатикѣ и затѣмъ подробно изучаются законы, управляющіе явленіемъ электрическаго тока, а также химическія и тепловыя дѣйствія тока. На первомъ же курсѣ читается и термоэлектричество.

Второй курсъ посвященъ цѣликомъ ученію о магнитныхъ явленіяхъ, электромагнетизму, индукціи и изученію законовъ, управляющихъ перемѣнными токами.

Въ общихъ чертахъ программа лекцій по электричеству такова:

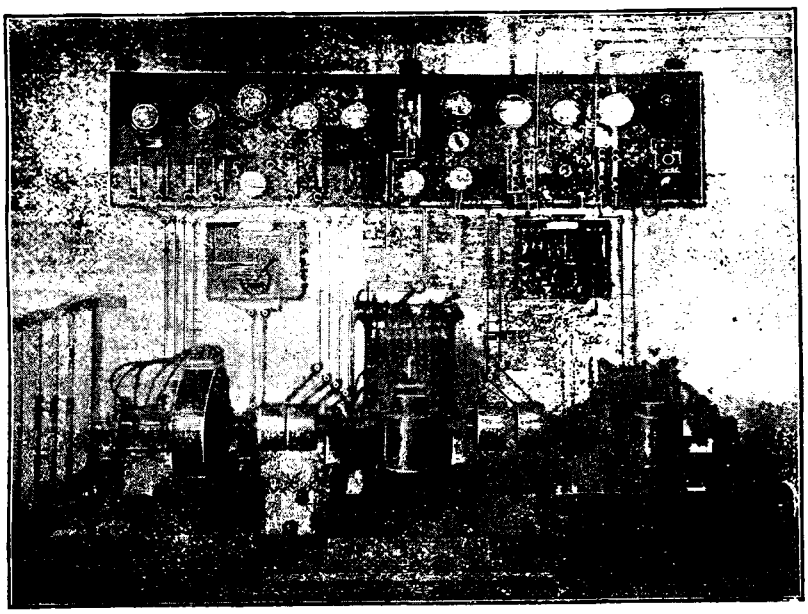
Первый курсъ: Электрическій потенціалъ. Электрометры и конденсаторы. Энергія электрическаго заряда. Электризація при соприкосновеніи. Электрическій токъ. Законъ Ома для однородной и разнородной цѣпи. Законы Кирхгофа. Мостикъ Витстона. Опредѣленіе сопротивленій проводниковъ. Сравненіе электродвижущихъ силъ. Приборы, употребляемые для измѣренія силъ токовъ и разностей потенціаловъ (гальванометры, амперметры, вольтметры). Тепловыя дѣйствія тока. Вольтова дуга. Химическія дѣйствія тока. Градуированіе и вывѣрка амперметровъ и вольтметровъ. Термоэлектричество. Явленіе Зеебека и Пельтье. Термоэлектрическія баттареи.

Второй курсъ: Силовое поле. Потенціальная функція. Силовой потокъ. Магнитное поле. Земное поле. Опредѣленіе горизонтальной составляющей. Уголъ наклоненія. Соленоидальныя нити и магнитные листы. Магнитная воспріимчивость и магнитная проницаемость. Способы опредѣленія послѣдней. Гистерезисъ. Электромагнетизмъ. Законы Біо-Савара и Лапласа. Энергія тока въ магнитномъ полѣ. Электромагнитная система электрическихъ единицъ. Законъ Максвелля. Теорія электродинамометровъ и гальванометровъ. Законъ магнитной цѣпи. Индукція. Законы Ленца и Фарадея. Коэффиціенты самоиндукціи и взаимной индукціи. Способы ихъ опредѣленія. Установленіе и уничтоженіе тока въ проводникахъ. Законъ Гельмгольца-Томсона. Перемѣнный токъ. Вліяніе самоиндукціи и емкости на законы распространенія перемѣнныхъ токовъ въ проводникахъ. Мощность перемѣннаго тока. Средняя и дѣйствующая силы перемѣнныхъ токовъ. Кажущееся сопротивленіе. Не синусоидальные токи. Многофазные токи. Токи Фуко. Вращающіяся магнитныя поля.

Такъ какъ электричество читается со второй половины перваго курса, когда студенты уже знакомы съ дифференціальнымъ исчисленіемъ и съ началами интегральнаго, то является возможность пользоваться при изложеніи высшей математикой, что конечно позволяетъ сдѣлать курсъ достаточно научнымъ.

Лекціи по Физикѣ въ Горномъ Институтѣ сопровождаются широко поставленными практическими занятіями въ физической лабораторіи Института. На первомъ курсѣ студенты производятъ работы по оптикѣ, теплотѣ, физикѣ частичныхъ силъ и общей физикѣ; на второмъ же курсѣ практическія занятія носятъ чисто электротехническій характеръ и потому о нихъ надо поговорить подробнѣе.

Практическія занятія на II курсѣ имѣютъ цѣлью, во-первыхъ, познакомить студентовъ на дѣлѣ съ главнѣйшими электроизмѣрительными приборами и методами измѣреній и, во-вторыхъ,



Фиг. 1.

помочь имъ усвоить теоретическія свѣдѣнія, сообщаемыя на лекціяхъ. Соотвѣтственно этому и составлена программа практическихъ занятій. Вотъ главнѣйшія изъ работъ, выполняемыхъ студентами: 1) Опредѣленіе переводнаго множителя гальванометра при помощи газоваго вольтаметра. 2) Градуированіе амперметровъ при помощи мѣдныхъ вольтаметровъ. 3) Градуированіе и вывѣрка вольтметровъ. 4) Градуированіе электродинамометровъ. 5) Опредѣленіе сопротивленій твердыхъ проводниковъ при помощи мостика Витстона. 6) Опредѣленіе сопротивленій жидкихъ тѣлъ по способу Кольрауша. 7) Сравненіе электро движущихъ силъ компенсаціонными способами. 8) Опредѣленіе разностей потенціаловъ при помощи электрометровъ. 9) Опредѣленіе электрохимическихъ эквивалентовъ. 10) Опредѣленіе коэффиціентовъ самоиндукціи и емкостей помощью секометра Айртона. 11) Опредѣленіе механическаго эквивалента тепла электрическимъ способомъ. 12) Практическое изученіе законовъ Кирхгофа въ сложной электрической цѣпи. 13) Опредѣленіе угла магнитнаго наклоненія. 14) Опредѣленіе горизонтальной составляющей напряженія земного поля. 15) Опредѣленіе магнитной проницаемости по способамъ С. Томпсона и Гопкинсона. 16) Опредѣленіе напряженій магнитныхъ полей помощью висмутовой спирали и градуированіе спирали баллистическимъ способомъ.

Для выполненія этихъ работъ физическій кабинетъ снабженъ всѣми нужными приборами и приспособленіями, размѣщенными въ особой комнатѣ, спеціально предназначенной для электрическихъ работъ.

Получивъ такую теоретическую и практическую подготовку, студенты Горнаго Института на III курсѣ приступаютъ уже къ изученію электротехники. На чтеніе ея посвящается 2 часа въ недѣлю въ теченіе года. Кромѣ того по электротехникѣ производятся практическія занятія и составляются проекты.

Курсъ электротехники заключаетъ въ себѣ слѣдующіе отдѣлы: Электротехническіе измѣрительные приборы. Динамомашины постояннаго и перемѣннаго тока (ихъ устройство, теорія, проектированіе, обращеніе съ ними). Двигатели постояннаго и перемѣннаго тока, какъ однофазные, такъ и многофазные. Трансформаторы постояннаго и перемѣннаго тока. Электрическая канализація и расчетъ проводовъ. Распредѣленіе электрической энергіи. Электрическое освѣщеніе. Электрическая передача и распредѣленіе механической энергіи. Электрическая тяга. Примѣненія электролиза къ очисткѣ и добычѣ металловъ. Примѣненіе тепловыхъ дѣйствій тока къ добычѣ металловъ изъ рудъ. Электрическая сварка и отливка. Электрическое уплотненіе металлическихъ отливокъ.

Лекціонный курсъ электротехники сопровождается практическими занятіями, производимыми на электрической станціи Горнаго Института и въ электрической лабораторіи.

Электрическая станція, снабжающая Горный Институтъ электрической энергіей, служащей для освѣщенія, вентиляціи и разныхъ учебныхъ цѣлей, помѣщается въ одномъ изъ флигелей зданія Института. Въ ней установлена одна паровая машина компаундъ въ 50 силъ завода Шихау-Эльбингъ, вращающая помѣщенную на ея валъ динамомашину Сименса съ внутренними полюсами (Ring-Dynamo) въ 300 амперъ при 110 вольтахъ. Паръ доставляется двумя котлами Фицперъ и Гамперъ съ угольными топками.

На станціи же, въ особомъ помѣщеніи, установлена баттарея изъ 64 аккумуляторовъ «Тюдоръ» въ 147 амперъ-часовъ емкостью при 40 амперномъ разрядномъ токѣ.

Станція эта въ зимнее время работаетъ почти круглыя сутки, такъ что студенты имѣютъ всегда возможность посѣщать станцію и наблюдать за работой машины, зарядкой и разрядкой аккумуляторовъ и т. п.

Такъ какъ станціонная диномомашина почти всегда работаетъ на Институтъ, то пользоваться ею для изученія свойствъ машинъ почти невозможно. Для этой цѣли имѣются другія машины, установленныя въ электрической лабораторіи.

Эта послѣдняя помѣщается въ достаточно большой комнатѣ, въ которой сосредоточены всѣ приборы и приспособленія для практическихъ занятій по электричеству. Посреди комнаты и вдоль стѣнъ ея разставлены столы, служащіе для помѣщенія приборовъ, и шкапы, стѣны же выше столовъ и потолокъ заняты распредѣлительными досками, проводами и реостатами. Одинъ изъ угловъ комнаты занятъ комплектомъ динамомашинъ и трансформаторами.

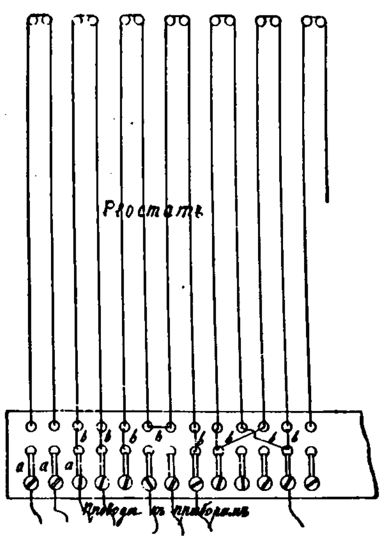
На одной изъ стѣнъ помѣщена маленькая распредѣлительная доска, отъ которой берется токъ въ 110 вольтъ для работъ и токъ для заряжанія небольшихъ переносныхъ аккумуляторовъ завода Гернета, служащихъ источниками тока при всякаго рода занятіяхъ. Эти аккумуляторы состоятъ каждый изъ 3-хъ пластинъ, помѣщенныхъ въ стеклянныхъ ящикахъ, находящихся въ свою очередь въ деревянныхъ чехлахъ, снабженныхъ ручками. Они могутъ давать до 15 амперъ-часовъ и выдерживать токъ до 5—6 амперъ. Для болѣе сильныхъ токовъ имѣется нѣсколько аккумуляторовъ того же типа, но съ большимъ числомъ пластинъ.

Въ аккумуляторную цѣпь включены особый предохранитель, амперметръ, реостатъ и автоматическій включатель и выключатель системы Ферри. Онъ хорошъ тѣмъ, что самъ включаетъ заряжаемую баттарею въ цѣпь, когда машина работаетъ и выключаетъ ее, когда машина перестаетъ работать. Такимъ образомъ служитель кабинета для заряжанія баттареи долженъ только уставить всѣ аккумуляторы въ шкапъ и вставить штепсель. Когда машину на станціи пустятъ въ ходъ, аккумуляторы будутъ автоматически включены въ цѣпь. Затѣмъ, когда ночью машину остановятъ, аккумуляторы будутъ выключены. Заряжающій токъ разъ навсегда подогнанъ посредствомъ реостата такъ, что при средней суточной работѣ аккумуляторы успѣютъ вполнѣ зарядиться въ часы вечерней работы машины на станціи.

На этой распредѣлительной доскѣ находятся двѣ распредѣлительныя шины, амперметръ, вольтметръ, два предохранителя, выключатель и приборъ Ферри.

По обѣ стороны этой доски помѣщаются коммутаторы большого потолочнаго проволочнаго реостата.

Этотъ реостатъ служитъ для всѣхъ цѣлей, когда нужно имѣть болѣе или менѣе значительное сопротивленіе для токовъ даже достаточно большей силы. Напримѣръ, онъ служитъ для градуировки вольтметровъ, нагрузки машинъ и трансформаторовъ и т. п. Реостатъ состоитъ изъ двухъ половинъ, составленныхъ каждая изъ 18 петель желѣзной цинкованной проволоки. Правая половина устроена изъ петель тонкой проволоки въ 1 мил. въ діаметрѣ, а лѣвая изъ болѣе толстой, въ 2 мил. въ діаметрѣ. Сопротивленіе петли тонкой проволоки равняется 7,2 омамъ. Сопротивленіе петли проволоки толстой равняется 1,8 ома. Проволока протянута по потолку и по стѣнамъ на фарфоровыхъ изоляторахъ, укрѣпленныхъ на деревянныхъ рейкахъ, прибитыхъ прямо къ потолку и стѣнамъ. Каждая петля кончается у коммутатора состоящаго изъ деревянной рейки съ отверстіями, наполненными ртутью, расположенными въ два ряда. Отверстій въ каждомъ ряду ровно столько, сколько имѣется концовъ проволоки. Въ задній рядъ и опускаются эти концы, въ передній же рядъ опущены концы особыхъ зажимовъ (a, a—фиг. 2), къ которымъ



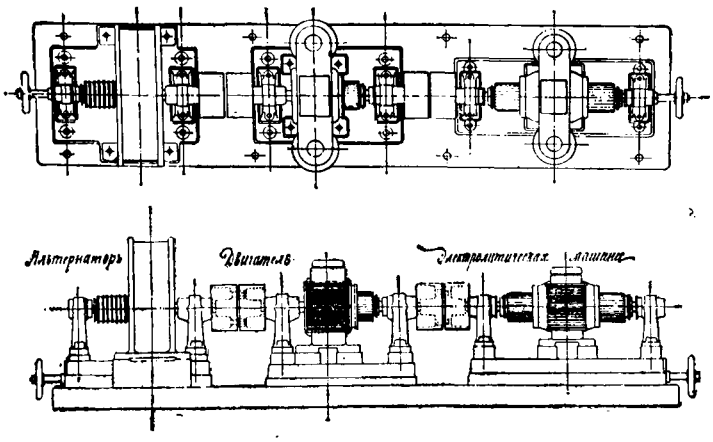
Фиг. 2.

прикрѣпляются провода, идущіе отъ машинъ и приборовъ. При помощи мѣдныхъ скобокъ (bb), вставляемыхъ въ отверстія со ртутью, можно соединять петли по нѣскольку послѣдовательно или параллельно, и затѣмъ посредствомъ особыхъ проводовъ присоединять приборы къ реостату. При помощи такихъ комбинацій можно получить сопротивленія отъ 162 омовъ до 0,08 омовъ, выдерживающія довольно сильные токи, такъ какъ каждая тонкая проволока свободно выдерживаетъ токъ въ 6 амперъ, а толстая—токъ въ 20 амперъ, такъ что, напримѣръ, если всѣ петли соединены параллельно, то черезъ реостатъ можно пропускать, не боясь нагрѣть его, очень сильный токъ.

Въ той же комнатѣ, гдѣ и реостатъ помѣщается, какъ было уже сказано комплектъ динамомашинъ и трансформаторовъ, занимающихъ особый уголъ, отгороженный рѣшеткой.

Эти машины и трансформаторы изготовлены по спеціальному заказу заводомъ „Société L'Eclairage Electrique» въ Парижѣ, приспособлены

Планъ и боковой видъ системы машинъ.



Фиг. 3.

Всѣ три машины установлены на общемъ чугунномъ цоколѣ. Посрединѣ двигатель, по обѣ стороны отъ него генераторы. Валъ двигателя оканчивается съ обѣихъ сторонъ шкивами, на которыхъ насажены по два штыря съ каучуковой оболочкой. Валы же генераторовъ имѣютъ только по одному шкиву, снабженнымъ двумя отверстіями, въ которыя могутъ входить штыри двигателя. Вращая изображенные съ боковъ колесики, можно заставить любой изъ генераторовъ скользить по цоколю и, введя штыри въ соотвѣтственныя отверстія, соединить его съ двигателемъ.

Двигатель постояннаго тока типа Манчестеръ съ угольными щетками. Предназначенъ для питанія токомъ въ 110 вольтъ. Его нормальная мощность 4 киловатта при 1.600 оборотахъ въ минуту, но скорость его можно увеличивать до 2.500 оборотовъ. На фиг. 4 представлена характеристика при разомкнутой внѣшней цѣпи этого двигателя,

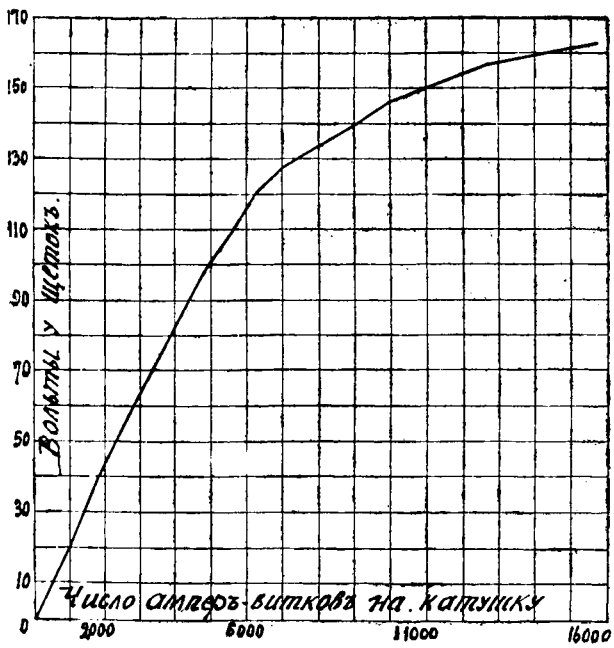
Двигатель.

Мощность 4.000 ваттъ.
Число оборотовъ — 1.600.
Сила тока 36 амп.
Электродвижущ. сила — 110 вольтъ.
Электромагниты при 110 вольтахъ по 2.712 витковъ на катушку.
Проволока въ 1,1 мм. діаметромъ.
Общее сопротивленіе индукторовъ 46 омъ.

Электролитическая динамомашина.

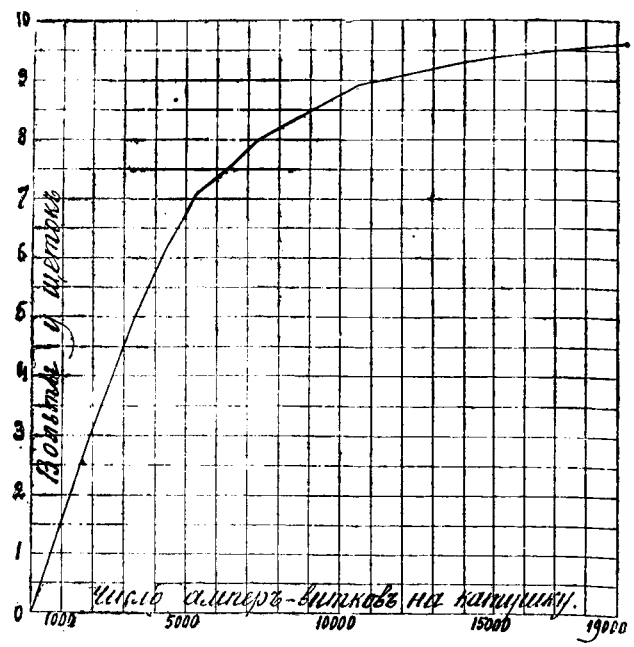
Мощность 2.400 ваттъ.
Число оборотовъ — 1.600.
Сила тока 200 — 400 амперъ.
Электродвиж. сила 6 — 12 вольтъ.
Электромагниты при 110 вольтахъ по 2.260 витковъ на катушку.
Проволока въ 1,1 мм. діаметромъ.
Общее сопротивленіе индукторовъ 32 ома

Характеристика при разомкнутой цѣпи.



Фиг. 4.

Характеристика при разомкнутой цѣпи.



Фиг. 5.

къ нуждамъ преподаванія электротехники въ Горномъ Институтѣ.

Всѣхъ машинъ три, изъ нихъ одна служитъ двигателемъ, двѣ другія генераторами. На фиг. 3 представленъ ихъ планъ и боковой видъ.

если его употребить въ качествѣ динамомашины. Тамъ же приведены и другія касающіяся его данныя.

По правую сторону двигателя установлена динамомашина постояннаго тока тоже типа Ман-

честеръ, но уже съ мѣдными щетками. Арматура ея снабжена двумя отдѣльными обмотками, имѣющими каждая свой отдѣльный коллекторъ. Одинъ коллекторъ помѣщенъ по одну сторону индукторовъ, другой—по другую. Эта машина предназначается спеціально для электролитическихъ цѣлей и потому даетъ токъ низковольтовый, но значительной силы. Нормально отъ каждой обмотки можно получать по 200 амперъ при 6 вольтахъ, но увеличивая возбужденіе, можно довести напряженіе у каждой пары щетокъ до 10 вольтъ. Данныя относительно этой машины и ея характеристика при разомкнутой цѣпи даны на фиг. 5.

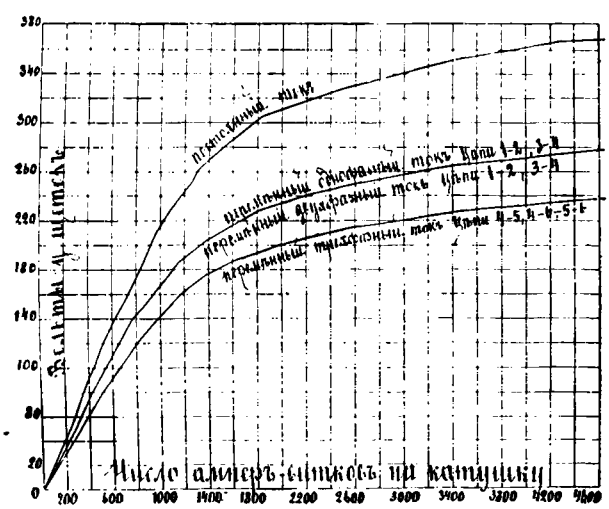
По лѣвую сторону двигателя помѣщена шести-полюсная машина, могущая давать постоянный токъ, 2 перемѣнныхъ однофазныхъ, двухфазный и трехфазный.

Она снабжена коллекторомъ Грамма и шестью коллекторными кольцами, соединенными соотвѣтствующимъ образомъ съ обмоткой арматуры. Щетки для постояннаго тока угольныя, для перемѣнныхъ—мѣдныя. Нормальная мощность машины—3 киловатта при 1.600 оборотахъ въ минуту. Перемѣнные токи при этой скорости имѣютъ частоту въ 80 періодовъ въ секунду. Увеличивая скорость двигателя, эту частоту можно значительно измѣнять въ ту или другую сторону. Различнаго рода данныя и характеристика для этой машины даны на фиг. 6.

Альтернаторъ. — Альтермоторъ. — Трансформаторъ.

Мощность 3.000 ваттъ.	Электромагниты при 110 вольтахъ по 1.190 витковъ на катушку.
Число оборотовъ—1.600.	Проволока въ 0,9 мм. діаметромъ.
Частота 80.	Общее сопротивленіе электромагнитовъ 61,5 ома.

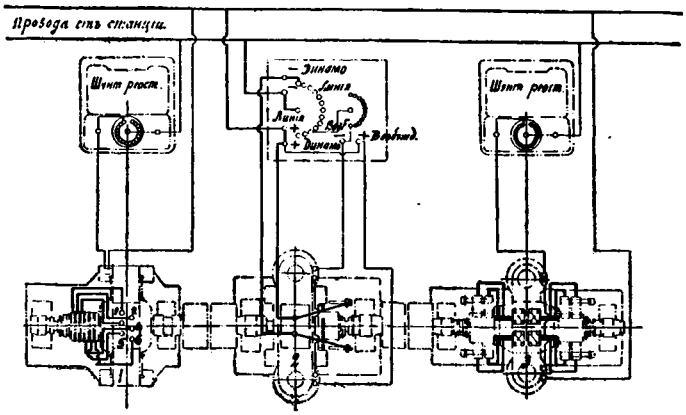
Характеристика при разомкнутой цѣпи.



Фиг. 6.

Надо замѣтить, что описываемая машина можетъ служить не только генераторомъ. Если ее отсоединить отъ двигателя и начать пропускать черезъ

Схема соединеній машинъ съ проводами отъ станціи.



Фиг. 7.

ея арматуру (черезъ посредство граммовскаго коллектора) постоянный токъ, то она придетъ въ движеніе. Въ то же самое время отъ шести колецъ можно будетъ получать перемѣнные токи. Такимъ образомъ она можетъ служить и трансформаторомъ постояннаго тока въ перемѣнный однофазный, двухфазный и трехфазный.

Далѣе она въ соединеніи съ подходящей катушкой, обладающей достаточной самоиндукціей, можетъ служить для показанія принципа устройства уравнителя Добровольскаго. Дѣйствительно у нея есть граммовскій коллекторъ и два кольца, присоединенныя къ двумъ точкамъ обмотки арматуры, лежащимъ на противуположныхъ концахъ одного діаметра. А это все, что нужно, чтобы приспособить машину для работы съ дѣлителемъ.

Всѣ три машины возбуждаются отъ общей освѣтительной цѣпи черезъ спеціальные реостаты. Отъ этой же цѣпи питается черезъ свой реостатъ и главная цѣпь двигателя. На фиг. 7 схематически изображено соединеніе машинъ съ проводами идущими со станціи Горнаго Института.

Для наблюденія за работой машинъ установленъ цѣлый рядъ измѣрительныхъ приборовъ, сосредоточенныхъ на общей распредѣлительной доскѣ. Видъ этой доски, а также и машинъ, представленъ на фиг. 1.

Измѣрительные приборы размѣщены такъ, чтобы возможно было всегда измѣрять силу тока въ любой отдѣльной цѣпи и разность потенціаловъ у концовъ тоже каждой цѣпи. Такъ въ цѣпи двигателя имѣются амперметры въ главной цѣпи и въ цѣпи индукторовъ и, кромѣ того, вольтметръ съ коммутаторомъ, позволяющимъ мѣрить разность потенціаловъ у щетокъ двигателя, а также и въ тѣхъ точкахъ освѣтительной линіи, откуда взято отвѣтвленіе для двигателя. Въ цѣ-

пяхъ электролитической машины установлены два амперметра до 200 амперъ, и вольтметръ съ коммутаторомъ, позволяющимъ измѣрять вольты у любой пары щетокъ машины, когда обѣ ея половины разъединены и у крайнихъ щетокъ, если онѣ соединены послѣдовательно.

Для многополюсной машины установлено особенно много измѣрительныхъ приборовъ. Это пришлось сдѣлать, такъ какъ необходимо мѣрить силу тока и разность потенціаловъ въ цѣпяхъ каждой фазы, кромѣ того въ цѣпи постояннаго тока, доставляемаго машиной, и наконецъ въ цѣпи индукторовъ.

На той же доскѣ, гдѣ помѣщены измѣрительные приборы, сосредоточены и всѣ коммутаторы, прерыватели и предохранители, а подъ ней помѣщены реостаты. Въ верхней части доски, въ лѣвой ея части, помѣщены зажимы, къ которымъ приходятъ провода отъ многополюсной машины. Отъ этихъ зажимовъ уже можно брать токъ куда угодно. Такіе же точно зажимы имѣются и для тока, получаемаго со станціи. Они помѣщены посерединѣ доски по обѣ стороны главнаго предохранителя.

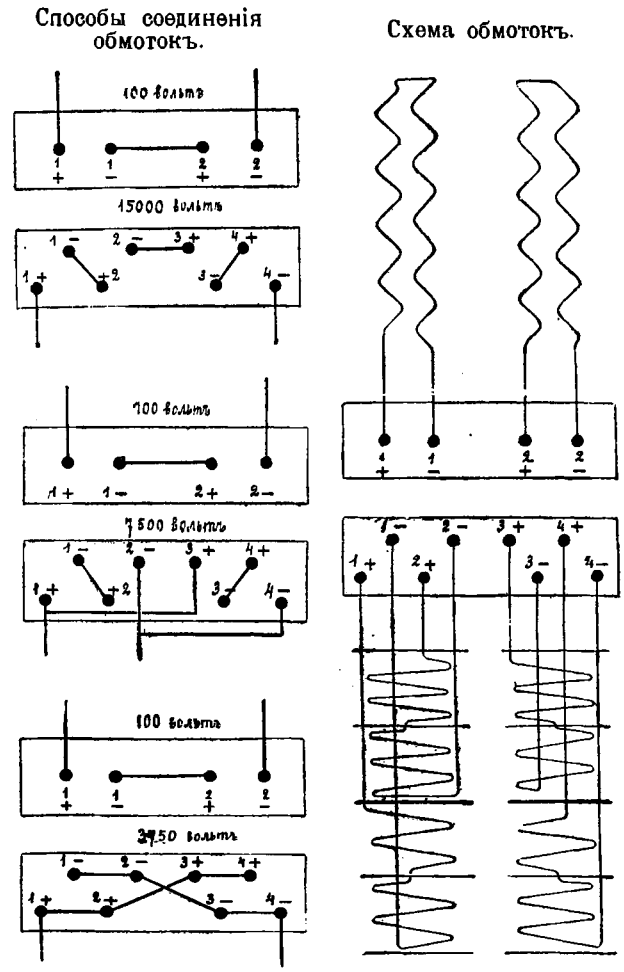
Провода отъ электролитической машины, числомъ четыре, проходятъ черезъ лѣвую часть доски и идутъ по стѣнѣ на фарфоровыхъ изоляторахъ къ столамъ, на которыхъ установлены электролитическія ванны.

Въ лѣвой же части доски помѣщенъ микротелефонный аппаратъ, служащій для соединенія лабораторіи съ электрической станціей.

Какъ видно изъ характеристики многополюсной динамомашины, она при разомкнутой цѣпи можетъ давать перемѣнный токъ до 260 вольтъ напряженіемъ. При полной нагрузкѣ нормальное напряженіе для машины 100 вольтъ. Для разнаго рода опытовъ и практическихъ примѣненій, однако, встрѣчается надобность въ токахъ гораздо большаго напряженія и гораздо большей силы. Чтобы получать ихъ, въ Горномъ Институтѣ имѣется три трансформатора системы Лабура. Эти трансформаторы имѣютъ замкнутый магнитный сердечникъ и обмотки, состоящія изъ нѣсколькихъ секцій. Соединяя эти секціи послѣдовательно или параллельно, можно мѣнять напряженія тока, доставляемаго трансформаторами.

Первый, самый большій, трансформаторъ служитъ для полученія токовъ высокаго напряженія.

Его обмотка, схематически представленная на фиг. 8, состоитъ изъ шести отдѣльныхъ катушекъ: двухъ въ первичной цѣпи и четырехъ — во вторичной. Если соединить обѣ первичныя катушки послѣдовательно и питать ихъ токомъ въ 100 вольтъ при частотѣ въ 80 періодовъ въ секунду, то отъ вторичной обмотки можно получить 15.000 вольтъ, 7.500 вольтъ и 3.750 вольтъ, смотря по тому, какъ будутъ соединены катушки ее составляющія. Мощность этого трансформатора 3 киловатта. Такъ какъ для 15.000 вольтъ требуется особенно тщательная изоляція, то весь трансформаторъ помѣщенъ въ желѣзный ящикъ и залитъ въ немъ смѣсью парафина съ масломъ.



Фиг. 8.

Второй трансформаторъ, тоже въ 3 киловатта, устроенъ совершенно такъ же, какъ и первый, только не залитъ въ парафинъ. Онъ можетъ давать токи въ 2.000, 1.000 и 500 вольтъ.

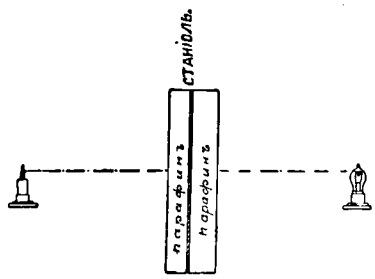
Наконецъ, третій трансформаторъ служитъ для пониженія вольтъ. Его первичная обмотка состоитъ только изъ одной катушки, вторичная же изъ двухъ отдѣльныхъ оборотовъ толстаго мѣднаго провода, составленнаго изъ ряда положенныхъ другъ на друга мѣдныхъ лентъ. Соединяя эти обороты послѣдовательно или параллельно, можно получать отъ трансформатора токъ или въ 2 вольта, или въ 1 вольтъ, но силою до 4.000 амперъ и выше.

Этотъ трансформаторъ служитъ главнымъ образомъ для электрической сварки по способу Э. Томсона. При его помощи удается въ нѣсколько минутъ (2—3) сваривать желѣзные стержни до 1,5 сантиметра въ діаметрѣ.

Кромѣ описанныхъ машинъ въ электрической лабораторіи Института имѣется еще двигатель и небольшая динамомашина Сименсъ и Гальске, служащіе для разныхъ научныхъ и техническихъ изслѣдованій.

Изъ разныхъ приборовъ, принадлежащихъ Институту, особаго вниманія заслуживаетъ уменьшенный электрическій плавильникъ системы Славянова, пожертвованный имъ Институту почти наканунѣ смерти. Этотъ плавильникъ отлично работаетъ при токахъ отъ 100 до 250 амперъ и при его помощи удается производить электрическую отливку, спайку и другія работы. Устройство плавильника Славянова настолько общеизвѣстно, что мы не будемъ его здѣсь описывать.

Техническія фотометрическія измѣренія производятся въ физическомъ кабинетѣ Института при помощи или фотометра Бунзена, или особаго парафиноваго фотометра. Этотъ послѣдній, отличаясь простотой устройства, даетъ тѣмъ не менѣе очень удовлетворительные результаты. Онъ состоитъ изъ двухъ парафиновыхъ пластинокъ приблизительно въ 10 сант. длиной, 5 сант. шириной и 1 сант. толщиной, сложенныхъ широкими сторонами (фиг. 9). Въ про-



Фиг. 9.

межуткѣ между ними помѣщенъ листикъ станіоля. Если такую двойную парафиновую пластинку освѣтить съ двухъ сторонъ сравниваемыми источниками свѣта, то каждая часть ея покажется различно освѣщенной, пока пластинка не будетъ помѣщена на соотвѣтствующемъ мѣстѣ. Тогда обѣ ея половины станутъ одинаковыми и измѣривъ разстояніе источниковъ свѣта до пластинки, легко вычислить ихъ силы свѣта.

Недостатокъ этого фотометра тотъ, что онъ не даетъ возможности сравнивать между собою источники свѣта нѣсколько разнящіеся по окраскѣ. Чтобы избѣжать этого неудобства, лаборантъ Горнаго Института г. Миткевичъ предложилъ слѣдующее усовершенствованіе.

Изъ опытовъ Никольса и Крова извѣстно, что интенсивность двухъ разноцвѣтныхъ источниковъ свѣта относится почти такъ же, какъ интенсивность испускаемыхъ ими желто-зеленыхъ лучей ($\lambda=582$). Поэтому, вмѣсто того, чтобы сравнивать самые источники, можно выдѣлить изъ всего количества лучей, испускаемыхъ ими, только лучи этой длины волнъ и сравнить ихъ интенсивности. Для выдѣленія требуемыхъ лучей Крова предложилъ помѣщать между глазомъ наблюдателя и экраномъ кюветки съ особаго рода жидкостями, пропускающими только эти лучи. Однако, какъ приготовленіе, такъ и храненіе жидкостей Крова, которыя быстро портятся, представляетъ много затрудненій, поэтому примѣненіе ихъ мало распространено.

В. Ф. Миткевичъ предложилъ для сравненія двухъ разноцвѣтныхъ источниковъ примѣнять парафиновый фотометръ, но для приготовленія его брать не бѣлый парафинъ, а предварительно окрашенный въ такой цвѣтъ, чтобы онъ пропускалъ только желто-зеленые лучи Крова. Устроенный такимъ образомъ фотометръ весьма удобенъ для обращенія съ нимъ и вмѣстѣ съ тѣмъ даетъ хорошіе результаты.

Практическій и теоретическій курсъ Электротехники въ Горномъ Институтѣ заканчивается составленіемъ проектовъ.

Одинъ проектъ, обязательный для всѣхъ студентовъ, составляется на III курсѣ. Это проектъ электрическаго освѣщенія жилого дома, завода, вокзала или другого какого-нибудь зданія. Проектъ состоитъ въ составленіи нужныхъ чертежей и составленіи пояснительной записки, заключающей въ себѣ всѣ вычисленія, относящіяся къ проекту, какъ то: вычисленіе проводовъ, мощности машинъ, емкости аккумуляторовъ и т. п.

Кромѣ того, на V курсѣ желающимъ студентамъ задаются проекты по электротехникѣ, входящіе въ составъ болѣе обширныхъ проектовъ, относящихся къ спеціальности горныхъ инженеровъ. Такъ, задаются проекты электрической откатки, электрической вентиляціи, электрическаго откачиванья водъ и т. п. Эти проекты, какъ было уже сказано не обязательны, а выполняются только желающими.

М. Шателенъ.

Аналогія между явленіями электричества и гидравлики.

Инженеръ-технолога П. Копняева.

Вопросъ о сходствѣ между электрическими и гидравлическими явленіями встрѣчается часто на страницахъ какъ теоретическихъ, такъ и техническихъ журналовъ; стремленіе найти для электрическихъ явленій наглядную аналогію вполнѣ понятно: они такъ сложны и отвлеченны, что нашъ умъ невольно старается найти для нихъ нѣчто подходящее изъ области болѣе знакомыхъ явленій повседневной жизни; напримѣръ, явленія, сопровождающія самоиндукцію и емкость въ электрической цѣпи, легко выводимыя математическимъ путемъ, все же мало понятны для нашего непосредственнаго представленія, а потому не удивительно, что многіе, желая подыскать для нихъ хотя бы качественную наглядную аналогію, поступались при этомъ коли-

чественной стороной явленій *); другіе, напротивъ, оставаясь на почвѣ строго математическаго анализа, теряли главное достоинство всякой аналогіи—наглядность **).

Настоящая замѣтка, не претендуя на что-либо новое, имѣетъ цѣлью дать наглядную аналогію явленій электричества, сохраняя притомъ тождественность математической формулировки явленій какъ для электрической, такъ и для особой формы гидравлической цѣпи.

Для разсматриваемой нами цѣпи оказывается возможнымъ установить явленія, отвѣчающія законамъ Ома, Джоуля, Кирхгофа, а также явленіямъ самоиндукціи, емкости и т. п.

Законъ Ома. Уже давно извѣстно классическое сравненіе закона Ома съ явленіями теченія жидкости по трубкѣ, соединяющей два сосуда съ разными уровнями. Къ сожалѣнію, сходство здѣсь только качественное, если брать трубки болѣе или менѣе значительныхъ сѣченій, потому что при этомъ объемъ, прошедшій черезъ какое-либо сѣченіе трубки, не пропорціоналенъ разности давленій жидкости на двухъ концахъ трубки (соотвѣтственно разности потенціаловъ), а выражается болѣе сложной формулой; кромѣ того, сопротивленіе движенію жидкости въ видѣ трепія ея о *стѣнки* трубки не можетъ быть выражено простой функціей ея геометрическихъ размѣровъ и зависитъ отъ скорости теченія. Но аналогія становится болѣе полной, если въ качествѣ проводниковъ жидкости брать не обыкновенныя, а *капиллярныя трубки.*

Обстоятельства теченія жидкости по капиллярнымъ трубкамъ связаны слѣдующимъ равенствомъ

$$Q = \frac{1}{\eta}\,\frac{1}{8\pi}\,\frac{q^2}{l}\,Et \quad ***).$$

гдѣ Q—объемъ жидкости, прошедшій черезъ трубку въ теченіе времени t, η—коэффиціентъ внутренняго трепія данной жидкости, q—площадь поперечнаго сѣченія капиллярной трубки, l—ея длина и E—давленіе на единицу сѣченія, подъ дѣйствіемъ котораго совершается движеніе жидкости, т. е. разность давленій на концахъ трубки. Но называя черезъ v скорость частицъ въ сѣченіи q и черезъ ρ постоянную $8\pi\eta$, мы получаемъ изъ предыдущей формулы

$$vqt = \frac{1}{\rho}\,\frac{q^2}{l}\,Et,$$

или

$$vq = \frac{E}{\frac{\rho}{q^2}\,l} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Величина vq, т. е. количество (объемъ) жидкости, прошедшее черезъ сѣченіе q въ единицу времени, очевидно, должна быть одна и та же для всей цѣпи, изъ какихъ бы сѣченій она ни состояла; принимая обозначеніе

$$vq = i,$$

а также

$$\frac{\rho l}{q^2} = R \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

получимъ

$$i = \frac{E}{R} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Если назвать i силою тока жидкости, E—гидродвижущей (гидродинамической) силой, R—сопротивленіемъ, то уравненіе (3) выразитъ законъ, формулирующійся тождественно съ закономъ Ома. То обстоятельство, что сопротивленіе обратно пропорціонально второй, а не первой степени сѣченія, не имѣетъ значенія для теоріи, для которой лишь важно соотношеніе

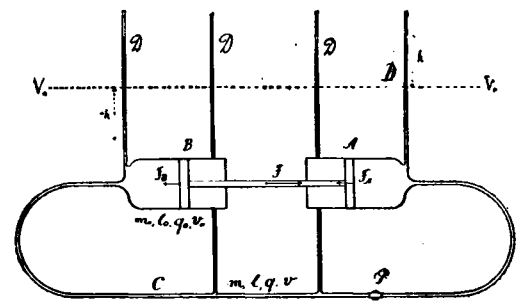
$$E = iR.$$

Равенства (1) или (2) справедливы только для теченія жидкостей въ капиллярныхъ трубкахъ, т. е. здѣсь видимъ сходство съ закономъ Ома, который имѣетъ силу лишь для относительно малыхъ сѣченій проводниковъ.

Подъ именемъ гидравлической цѣпи мы будемъ впередъ разумѣть схему, изображенную на фиг. 10. Здѣсь C капиллярная трубка, A и B цилиндры, внутри которыхъ движется двойной поршень подъ дѣйствіемъ приложенной къ нему силы F. Треніемъ поршня о стѣнки цилиндровъ пока пренебрегаемъ. Если q_0 сѣченіе цилиндровъ, то $\frac{F}{q_0}$ представляетъ гидродинамическую силу E. Переходъ отъ трубокъ A и B къ C плавный, слѣдовательно, нѣтъ рѣзкаго измѣненія скорости частицъ жидкости, а потому можно допустить, что ударъ и сжатіе струи здѣсь не имѣютъ мѣста.

Хотя сопротивленіе движенію жидкости въ трубкахъ некапиллярныхъ имѣетъ видъ отличный отъ выраженія (2), но во всякомъ случаѣ, если въ нашей цѣпи имѣются трубки толстыя и короткія, каковы A и B, то ихъ сопротивленіемъ можно пренебречь передъ сопротивленіемъ въ капиллярной трубкѣ.

Выраженію (3) можно дать иной видъ. Пусть въ нашей цѣпи въ разныхъ мѣстахъ присоединены вертикальныя, сообщающіяся съ ней капиллярныя трубки D (фиг. 10),



Фиг. 10.

открытыя сверху; если соединить цѣпь съ какимъ-либо сосудомъ, имѣющимъ уровень V_0, то въ трубкахъ D установится этотъ уровень V_0, которому будетъ соотвѣтствовать опредѣленное давленіе съ каждой стороны поршня. Если теперь, прервавъ сообщеніе съ сосудомъ, заставить поршень двигаться подъ дѣйствіемъ внѣшней постоянной силы F, напримѣръ, вправо, то съ правой его стороны давленіе жидкости увеличится, а съ лѣвой уменьшится на ту же величину и въ капиллярной трубкѣ установится постоянный токъ. Это увеличеніе и уменьшеніе давленія можно представить силами F_A и F_B (причемъ $F_A = F_B$), приложенными къ поршню со стороны жидкости и направленными противуположно силѣ F. При установившемся (равномѣрномъ) движеніи имѣемъ

$$F - F_A - F_B = 0,$$

или

$$\frac{F}{q_0} = \frac{F_A}{q_0} + \frac{F_B}{q_0}$$

Здѣсь $\frac{F_A}{q_0} = V_A$ означаетъ увеличеніе, а $\frac{F_B}{q_0} = V_B$—уменьшеніе давленія сравнительно съ состояніемъ равновѣсія.

Если мы приращенію давленія припишемъ знакъ, причемъ будемъ считать увеличеніе давленія за положительное, а уменьшеніе за отрицательное приращеніе, то предыдущее уравненіе даетъ

*) G. Claude. Les analogies hydrauliques comme mode de compréhension des phénomènes électriques. La Lumière Electrique. 1893. t. 51 p. 459.

**) A. Korn. Eine Theorie der Gravitation und der elektrischen Erscheinungen auf Grundlage der Hydrodynamik.

***) Kohlrausch. Leitfaden der praktischen Physik. 8 Auflage. S. 167.

$$E = V_A - V_B$$

и уравненіе (3) обращается

$$i = \frac{V_A - V_B}{R} \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

V_A и V_B выражаютъ гидродинамическія давленія, которыя могутъ быть удобно измѣряемы въ любой точкѣ цѣпи съ помощью высотъ h, причемъ

$$V = \Delta h,$$

гдѣ Δ удѣльный вѣсъ жидкости. Излишне добавлять, что V вполнѣ аналогично электрическому потенціалу.

Законъ Джоуля. Работа силы F при перемѣщеніи d поршня

$$W = Fd.$$

Предполагая движеніе поршня установившимся, т. е. постоянной скорости, v_0, имѣемъ

$$W = Fv_0t = \frac{F}{q_0}\, q_0v_0t = Eit = i^2Rt \quad \ldots\ldots (5)$$

что соотвѣтствуетъ закону Джоуля.

Замѣтимъ, что если масса жидкости въ капиллярной трубкѣ мала, а скорость ея движенія не чрезмѣрно велика, то живой силой жидкости можно пренебречь; тогда затраченная работа всецѣло идетъ на нагрѣваніе; при этихъ условіяхъ аналогія съ закономъ Джоуля полная.

Въ дѣйствительности условія эти въ капиллярныхъ трубкахъ всегда близки къ осуществленію. Чтобы показать это, возьмемъ результаты одного опыта, нѣсколько округляя числа *), и разсчитаемъ, какая часть всей затраченной работы идетъ на сообщеніе живой силы жидкости при ея протеканіи по капиллярной трубкѣ. Объемъ воды 57,32 см.^{3} при разности уровней истеченія въ 53,7 см. и при поперечномъ сѣченіи трубки въ 0,012 см.^{2} вытекъ въ продолженіе 100,9 сек. Вѣсъ вытекшей воды 57,32 гр. (принимая ея удѣльный вѣсъ = 1), высота, съ которой она опустилась, 53,7 см., слѣдовательно, работа опусканія

$$57{,}32 \,.\, 53{,}7 = 3078 \text{ гр. см.}$$

Пріобрѣтенная частицами воды скорость

$$\frac{57{,}32}{0{,}012 \,.\, 100{,}9} = 47{,}3 \text{ см. сек.}$$

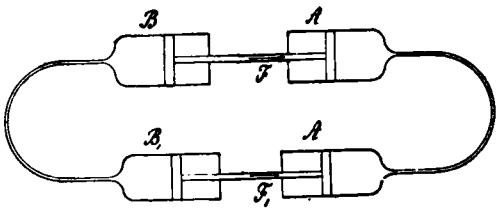
а потому пріобрѣтенная живая сила

$$\frac{57{,}32 \,.\, 47{,}3^2}{981 \,.\, 2} = 68{,}6 \text{ гр. см.}$$

Слѣдовательно остальная энергія 3078 — 68,6 = 3009,4 гр. см., т. е. около 98%, пошла непосредственно на нагрѣваніе. Замѣтимъ, что здѣсь діаметръ трубки (1,24 мм.) и разность уровней сравнительно велики, и при иныхъ условіяхъ еще меньшая доля работы перейдетъ въ живую силу. Но и часть энергіи, сообщенная въ видѣ живой силы, не останется долго въ кинетическомъ состояніи и вскорѣ—по успокоеніи жидкости—перейдетъ также въ теплоту. Съ другой стороны законъ Джоуля, т. е. утвержденіе, что вся энергія i^2Rt переходитъ въ теплоту,—есть экспериментальный законъ, а потому уравненіе (5) для гидравлической цѣпи по формѣ и по характеру отвѣчаетъ закону Джоуля.

Законы Кирхгофа для разсматриваемой цѣпи также имѣютъ мѣсто, потому что первый изъ нихъ есть результатъ воззрѣнія на электричество, какъ на несжимаемую жидкость, второй же есть слѣдствіе закона Ома.

Видъ уравненія сохраненія энергіи. Разберемъ тотъ случай, когда токъ протекающей жидкости совершаетъ на своемъ пути какую-либо механическую работу. Положимъ, напр. (фиг. 11), что поршень AB подъ дѣйствіемъ силы F гонитъ по трубкѣ жидкость и вмѣстѣ съ тѣмъ



Фиг. 11.

передвигаетъ поршень A_1B_1, къ которому приложена сила F_1; будетъ ли то сила тренія поршня A_1B_1 о стѣнки цилиндровъ, или же дѣйствительно приложенная внѣшняя сила—это безразлично. Работа силы F въ теченіе промежутка времени t

$$F v_0 t.$$

Работа тренія по предъидущему

$$i^2 R t,$$

гдѣ i сила тока, а R—общее сопротивленіе всей цѣпи; наконецъ, работа сила F_1

$$F_1 v_1 t_1.$$

Уравненіе сохраненія энергіи для этого случая приметъ видъ

$$Fv_0t - i^2Rt - F_1v_1t = 0.$$

Называя по прежнему гидродинамическое давленіе $\frac{F}{q_0}$ черезъ E и $\frac{F_1}{q_1}$ черезъ E_1 и вспоминая, что $q_0v_0 = q_1v_1 = i$, будемъ имѣть

$$Ei = i^2R + E_1i.$$

Послѣднее уравненіе выражаетъ, что работа (точнѣе—мощность) давленія E идетъ на преодолѣніе работы тренія и работы поршня A_1B_1. Послѣднему уравненію можно дать видъ

$$i = \frac{E - E_1}{R},$$

т. е. токъ равенъ разности гидродинамическихъ силъ, дѣленной на сопротивленіе. Соотвѣтственно этому уравненію, E_1 въ явленіяхъ электрическаго тока выражаетъ противуположную электродвижущую силу цѣпи, будь то контактная сила (элементъ, аккумуляторъ) или электродвижущая сила, развиваемая двигателемъ, и т. п.

Роль инерціи. Математическій анализъ въ ученіи объ электричествѣ приводитъ къ выводу, что токъ въ проводникѣ въ моментъ приложенія къ нему электродвижущей силы устанавливается не сразу, но растетъ по нѣкоторой показательной функціи. Результатъ этотъ, какъ и всякій, который достигается только путемъ отвлеченнаго анализа, мало говоритъ нашему конкретному представленію; точно также тотъ фактъ, что токъ продолжается нѣкоторое — строго говоря, даже безконечное — время по прекращеніи причины, его производящей—электродвижущей силы, плохо вяжется съ нашими обычными представленіями объ электрической цѣпи, и мы невольно для уясненія этихъ явленій прибѣгаемъ къ аналогіи.

Положимъ, что къ покоившемуся поршню AB (фиг. 10), внезапно приложена сила F; для всякаго очевидно, что токъ, соотвѣтствующій этой силѣ, установится не вдругъ, а будетъ увеличиваться, начиная отъ нуля, постепенно преодолѣвая инерцію жидкости, пока ни установится нѣкоторая опредѣленная скорость. Явленіе это настолько обыденно для насъ, что требуетъ лишь самаго элемен-

*) Kohlrausch. Leitfaden der praktischen Physik. 8 Aufl. S. 168.

тарнаго знакомства съ инертностью тѣлъ. Но здѣсь легко установить и болѣе точное соотношеніе съ электрическими явленіями. Энергія, затраченная во время измѣнчиваго періода электрическаго тока, равна $\frac{Li^2}{2}$, гдѣ L коэффиціентъ самоиндукціи цѣпи; для нашего случая живая сила, пріобрѣтенная жидкостью въ капиллярной трубкѣ, будетъ

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{m}{q^2}\,\frac{q^2v^2}{2} = \frac{m}{q^2}\,\frac{i^2}{2}.$$

Какъ видимъ, здѣсь величина $\frac{m}{q^2}$ играетъ такую же роль, какъ коэффиціентъ самоиндукціи въ явленіяхъ электрическаго тока.

Если во время установившагося движенія отнять отъ поршня силу F, также ясно, что жидкость по инерціи еще будетъ продолжать свое движеніе пока не истратитъ пріобрѣтенную живую силу $\frac{mv^2}{2}$.

Если же внезапно прервать токъ движущейся жидкости, напримѣръ, закрывъ кранъ P, то по обѣ стороны послѣдняго быстро устанавливается значительная разность давленій, тѣмъ бо́льшая, чѣмъ больше живая сила жидкости; послѣдняя, подъ дѣйствіемъ образовавшейся разности давленій будетъ энергично устремляться сквозь все уменьшающееся отверстіе крана; это явленіе отвѣчаетъ экстра-току размыканія и искрѣ.

Напишемъ уравненіе равновѣсія для нашей цѣпи. Пусть къ поршню AB (фиг. 11), приложена сила F, измѣняющая произвольно какъ свою величину, такъ и знакъ. По началу Даламбера, если въ число силъ, дѣйствующихъ на систему движущихся массъ, включить и силы инерціи, то въ каждый моментъ внѣшнія силы и силы инерціи должны находиться въ равновѣсіи. Поэтому напишемъ уравненіе равновѣсія для сѣченія MN, непосредственно прилегающаго къ поршню. Намъ не представило бы затрудненій принять во вниманіе силу инерціи самаго поршня и его треніе о стѣнки цилиндровъ, что мы и сдѣлаемъ впослѣдствіи; теперь же пока единственно ради упрощенія предположимъ, что поршень не обладаетъ инерціей и движется безъ тренія.

Къ сѣченію MN приложены:

1) Внѣшняя сила F . . . . . (A)

2) Сила тренія жидкости. Треніемъ въ трубкахъ A и B мы, очевидно, можемъ пренебречь передъ таковымъ въ капиллярной трубкѣ; послѣднее на основаніи равенства (1) имѣемъ величину

$$\rho\,\frac{l}{q^2}\,vq$$

на квадратную единицу, а на сѣченіи q_0 въ MN будетъ

$$\rho\,\frac{l}{q^2}\,vqq_0 = \mathrm{R}\,vqq_0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\mathrm{B})$$

Такъ какъ треніе дѣйствуетъ всегда противоположно скорости v, то въ уравненіи равновѣсія членъ (B) долженъ стоять со знакомъ минусъ.

3) Сила инерціи движущейся жидкости. Она, какъ и всякая сила, равна произведенію массы на ускореніе движенія. Для капиллярной трубки будемъ имѣть

$$m\,\frac{dv}{dt};$$

это на сѣченіи q, а на площади q_0

$$\frac{q_0}{q}\,m\,\frac{dv}{dt}.$$

Подобнымъ образомъ сила инерціи для трубокъ A и B

$$m_0\,\frac{dv_0}{dt}.$$

Складывая два послѣдніе члена, имѣемъ

$$\left(\frac{m}{q}\,\frac{dv}{dt} + \frac{m_0}{q_0}\,\frac{dv_0}{dt}\right) q_0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\mathrm{C})$$

Сила инерціи направлена противоположно приращенію скорости, а потому членъ (C) нужно взять также со знакомъ минусъ.

Собирая члены (A), (B) и (C), получимъ

$$\mathrm{F} - \mathrm{R}\,vqq_0 - \left(\frac{m}{q}\,\frac{dv}{dt} + \frac{m_0}{q_0}\,\frac{dv_0}{dt}\right) q_0 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Дѣля на q_0 и пользуясь равенствомъ $vq = i$, имѣемъ

$$\mathrm{E} - \mathrm{R}i - \left(\frac{m}{q^2} + \frac{m_0}{q_0^2}\right)\frac{di}{dt} = 0.$$

Обозначимъ

$$\frac{m}{q^2} + \frac{m_0}{q_0^2} = \mathrm{L} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Тогда уравненіе (C) принимаетъ видъ

$$\mathrm{E} - \mathrm{R}i - \mathrm{L}\,\frac{di}{dt} = 0$$

Для силы инерціи, приходящейся на единицу поперечнаго сѣченія, получаемъ выраженіе

$$\mathrm{E_L} = -\,\mathrm{L}\,\frac{di}{dt},$$

откуда видимъ, что инерція жидкости, приходящаяся на единицу сѣченія, играетъ роль самоиндукціи. Итакъ уравненіе равновѣсія принимаетъ видъ

$$\mathrm{E} = \mathrm{R}i + \mathrm{L}\,\frac{di}{dt} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

вполнѣ сходный съ уравненіемъ для перемѣнныхъ токовъ.

Изъ выраженія для L имѣемъ

$$\mathrm{L} = \frac{m}{q^2} + \frac{m_0}{q_0^2} = \frac{\Delta}{g}\sum\frac{l_i}{q_i} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

гдѣ Δ удѣльный вѣсъ жидкости, g—ускореніе силы тяжести, а l_i и q_i соотвѣтственно длины и сѣченія отдѣльныхъ составныхъ частей цѣпи; отсюда видимъ, что если въ цѣпи имѣются толстыя и короткія трубки, какъ цилиндры A и B, то дѣйствіемъ инерціи находящейся въ нихъ жидкости можно пренебречь передъ таковымъ въ капиллярной трубкѣ, и что вообще дѣйствіе отвѣчающее самоиндукціи тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше удѣльный вѣсъ жидкости.

Замѣтимъ, ничто не мѣшаетъ намъ принять во вниманіе треніе поршней о стѣнки, прибавивъ къ сопротивленію R, вычисленному по формулѣ (2), нѣкоторое фиктивное сопротивленіе R′, которое опредѣлится по слѣдующимъ соображеніямъ. Удалимъ изъ нашего прибора жидкость и заставимъ поршень AB двигаться подъ дѣйствіемъ постоянной силы F, которая тогда будетъ преодолѣвать только треніе поршней о стѣнки цилиндровъ; замѣтивъ время t, въ теченіи котораго поршни пройдутъ равномѣрно длину s, для работы силы тренія имѣемъ величину Fs; ее мы можемъ приравнять работѣ, потраченной на преодолѣніе нѣкотораго фиктивнаго сопротивленія R′; тогда по уравненію (5)

$$\mathrm{F}s = i^2\mathrm{R}'t = v_0^2q_0^2\mathrm{R}'t = \frac{s^2}{t^2}\,q_0^2\mathrm{R}'t,$$

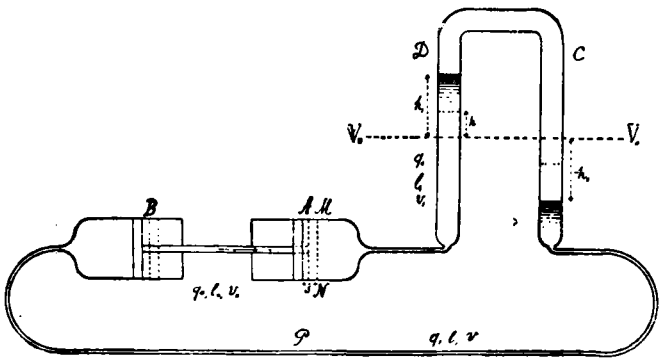
откуда и опредѣлится R′

$$\mathrm{R}' = \frac{\mathrm{F}t}{sq_0^2}$$

Точно также можно принять во вниманіе инерцію поршней AB, прибавивъ къ выраженію для L, равенство (9),

еще членъ $\frac{m'}{q_0^2}$ гдѣ q_0 поперечное сѣченіе, а m' масса ихъ поршней.

Гидравлическій конденсаторъ и дѣйствіе емкости въ цѣпи. Фиг. 12 представляетъ U-образную трубку, оба колѣна которой частью заполнены жидкостью и соединены трубкой P съ источникомъ гидравлическаго тока. Въ положеніи равновѣсія уровни въ колѣнахъ C и D будутъ на одной горизонтальной плоскости V_0. Трубки C и D соотвѣтствуютъ двумъ обкладкамъ электрическаго конденсатора.



Фиг. 12.

Сдвинемъ поршень изъ его положенія равновѣсія, тогда жидкость въ одномъ колѣнѣ поднимется, а въ другомъ опустится на высоту h_1. Количество (объемъ) жидкости, вошедшей во одно колѣно

$$Q = q_1 h_1,$$

гдѣ q_1 площадь трубокъ сѣченія C и D. Если по прежнему измѣненіе гидростатическаго давленія противъ положенія равновѣсія Δh_1 и $-\Delta h_1$ обозначимъ соотвѣтственно черезъ V_A и V_B, то имѣемъ

$$V_A - V_B = 2\Delta h_1.$$

Изъ этихъ равенствъ получаемъ

$$\frac{Q}{V_A - V_B} = \frac{q_1}{2\Delta} = C \quad \ldots\ldots (10)$$

или

$$\frac{Q}{E} = C \quad \ldots\ldots (11)$$

т. е. отношеніе количества (объема) жидкости, вошедшей въ одно колѣно, къ разности давленій есть величина постоянная для данныхъ трубокъ и данной жидкости; такъ какъ это отношеніе пропорціонально площади сѣченія трубокъ, то мы вправѣ назвать его емкостью, тогда уравненія (10) и (11) выражаютъ полную апалогію свойствамъ электрическихъ конденсаторовъ.

Нетрудно также найти энергію такого конденсатора, когда онъ заряженъ, т. е. когда уровень въ его трубкахъ не на одной высотѣ. Если поршень AB сдвигается изъ его положенія равновѣсія въ какое-либо новое, то перемѣнная сила, дѣйствующая на него со стороны жидкости, опредѣляется уравненіемъ

$$F = 2\Delta h q_0.$$

Перемѣщеніе s связано съ h пропорціей

$$\frac{s}{h} = \frac{q_1}{q_0},$$

откуда

$$ds = \frac{q_1}{q_0} dh.$$

Энергія, затраченная на передвиженіе поршня,

$$W = \int_0^{s_1} F\,ds = 2\Delta q_1 \int_0^{h_1} h dh = q_1 h \Delta h = Q \frac{V_A - V_B}{2},$$

т. е. выражается такъ же, какъ и въ электрическихъ конденсаторахъ.

Составимъ теперь общее уравненіе равновѣсія для случая, когда въ цѣпи имѣется сопротивленіе, инерція и емкость. Его мы можемъ получить изъ уравненія (C), добавивъ только два члена: во первыхъ, силу, происходящую вслѣдствіе инерціи жидкости въ конденсаторѣ и переданную на площадь q_0, т. е.

$$-\frac{q_0}{q_1} m_1 \frac{dv_1}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots (D)$$

и во вторыхъ силу давленія отъ жидкости въ конденсаторѣ; переданная на площадь q_0, она будетъ

$$2\Delta h q_0.$$

Дадимъ этому выраженію иной видъ. Изъ чертежа имѣемъ

$$h = \int_0^t v_1 dt,$$

вставляя въ предыдущее выраженіе, получимъ для силы гидродинамическаго давленія на поршень жидкостью въ конденсаторѣ

$$2\Delta q_0 \int_0^t v_1 dt \quad \ldots\ldots\ldots (E)$$

Но такъ какъ направленіе этого давленія противоположно по знаку $h = \int_0^t v_1 dt$, то и этотъ членъ должно взять со знакомъ —. Добавляя къ уравненію (C) члены (D) и (E), получимъ

$$F - Rvqq_0 - \left(\frac{m}{q}\frac{dv}{dt} + \frac{m_0}{q_0}\frac{dv_0}{dt} + \frac{m_1}{q_1}\frac{dv_1}{dt}\right) q_0 - \frac{2\Delta q_0}{q_1} \int_0^t v_1 q_1 dt = 0 \quad \ldots\ldots (12)$$

или, вводя прежнія обозначенія,

$$E = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int_0^t i dt \quad \ldots\ldots (13)$$

Послѣднему члену уравненія (13) можно дать форму

$$\int_0^t i dt = \int_0^t v_1 q_1 dt = Q,$$

гдѣ Q количество жидкости—зарядъ— вошедшее въ одно колѣно конденсатора за время отъ 0 до t; тогда уравненіе (13) приметъ видъ

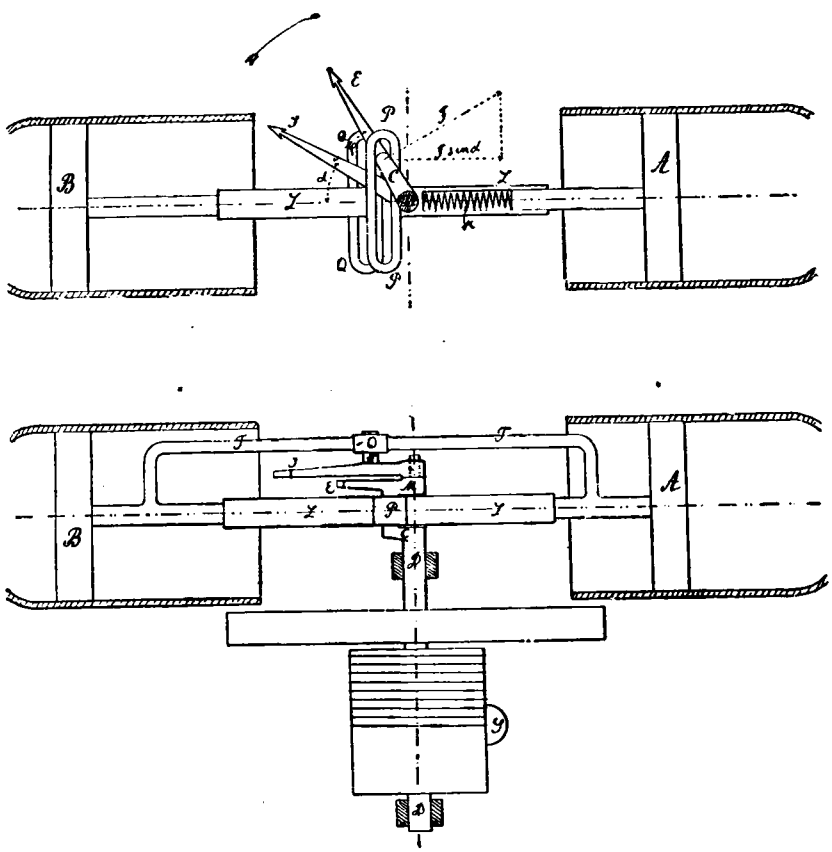
$$E = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{Q}{C} \quad \ldots\ldots (14)$$

Для электрической цѣпи примѣненіе закона энергіи приводитъ къ уравненіямъ, имѣющимъ видъ тождественный съ (13) и (14).

Модель цѣпи перемѣннаго тока. Всѣ тѣ слѣдствія, которыя въ ученіи объ электричествѣ выводятся изъ приведенныхъ здѣсь уравненій, — какъ напримѣръ, запаздываніе фазы силы тока отъ дѣйствія самоиндукціи, опереженіи тока въ случаѣ емкости въ цѣпи и т. п.— всѣ эти слѣдствія, конечно, имѣютъ мѣсто и для разсматриваемой нами цѣпи; преимущество же послѣдней заключается въ томъ, что она, имѣя дѣло съ агентомъ, свойство котораго намъ хорошо знакомы, даетъ намъ возможность предсказать a priori или произвести во вполнѣ наглядномъ опытѣ тѣсложныя явленія, которыя въ области электричества выводятся лишь путемъ математическихъ выкладокъ.

Опишемъ сначала приборъ, на которомъ могутъ быть воспроизведены явленія перемѣннаго тока.

Два поршня AB (фиг. 13), входятъ своими штоками въ трубку LL и соединены между собой тягами TT.



Фиг. 13.

Трубки LL посрединѣ имѣютъ кулису PP, въ прорѣзѣ которой скользитъ палецъ кривошипа C, насаженнаго на валъ DD; на валу сидитъ маховикъ и барабанъ съ намотаннымъ на него шнуромъ, несущимъ грузъ G. При вращеніи вала DD по направленію часовой стрѣлки подъ дѣйствіемъ груза G, на палецъ кривошипа C будетъ передаваться постоянная сила F, которая дастъ горизонтальную составляющую F sin α, дѣйствующую на кулису PP; послѣдняя посредствомъ двухъ пружинъ KK (по одной въ каждой трубкѣ LL) будетъ передавать эту составляющую поршнямъ, а слѣдовательно и жидкости. Въ виду того, что соединеніе между кулисой PP и поршнями AB упругое, послѣдніе, а съ ними и токъ жидкости могутъ имѣть движеніе до нѣкоторой степени независящее отъ движенія кулисы PP; тяги TT имѣютъ подобную же кулису QQ, движеніе которой, слѣдовательно, будетъ совпадать съ движеніемъ жидкости. Съ другой стороны кривошипа C находится обратный кривошипъ M съ указателемъ E; слѣдовательно положеніе указателя E въ каждый моментъ, какъ на часовой діаграммѣ, будетъ изображать положеніе радіуса вектора гидродинамической силы.

На продолженіи оси DD съ легкимъ треніемъ насаженъ другой указатель I, палецъ котораго H входитъ въ прорѣзъ кулисы QQ; такимъ образомъ указатель I представляетъ радіусъ векторъ тока жидкости. Когда грузъ G начнетъ опускаться, то послѣ нѣсколькихъ оборотовъ вращеніе вала сдѣлается равномѣрнымъ и тогда движущая поршни сила будетъ гармонической функціей времени; указатели E и J въ каждый моментъ, какъ на часовой діаграммѣ, будутъ представлять векторы движущей силы и тока.

Посмотримъ каковы будутъ соотношенія между гидродинамическою силой и токомъ, когда въ цѣпи дѣйствуетъ инерція или емкость.

Начнемъ съ дѣйствія инерціи. Пусть цилиндры, въ которыхъ движутся поршни AB, соединены толстой и короткой трубкой и заполнены жидкостью большого удѣльнаго вѣса, тогда мы имѣемъ случай, аналогичный съ электрической цѣпью, имѣющею малое сопротивленіе и большую самоиндукцію. Такъ какъ силой тренія здѣсь можно пренебречь, то движущая сила F sin α въ каждый моментъ должна быть въ равновѣсіи съ силой инерціи.

Возьмемъ моментъ, когда указатель E стоитъ въ своемъ верхнемъ вертикальномъ положеніи, тогда гидродинамическая сила будетъ maximum, а потому и сила инерціи жидкости должна имѣть наибольшую величину, что имѣетъ мѣсто тогда, когда жидкость находится въ покоѣ, слѣдовательно токъ въ этотъ моментъ равенъ нулю. При дальнѣйшемъ движеніи указателя E по часовой стрѣлкѣ движущая сила будетъ направлена вправо, а слѣдовательно сила инерціи жидкости будетъ дѣйствовать влѣво,— другими словами жидкость пріобрѣтетъ увеличивающуюся скорость, направленную вправо. Четверть періода спустя, когда указатель E займетъ правое горизонтальное положеніе, движущая сила, а слѣдовательно и сила инерціи будетъ равна нулю, а потому токъ будетъ имѣть максимальное значеніе и т. д. Мы видимъ, что фаза тока отстанетъ отъ фазы гидродинамической силы на четверть періода, а указатель J съ своемъ вращеніи отстанетъ отъ указателя E на 90°.

Если сопротивленіе движенію жидкости имѣетъ замѣтную величину, то не трудно видѣть, что уголъ отставанія φ будетъ меньше 90°.

Какъ извѣстно, уголъ φ при электрическомъ токѣ растетъ вмѣстѣ съ числомъ періодовъ n по формулѣ $tg\varphi = \frac{2\pi nL}{R}$; посмотримъ, имѣетъ ли мѣсто подобное соотношеніе въ нашемъ случаѣ.

Чѣмъ слабѣе пружины KK, тѣмъ больше будетъ число оборотовъ вала, потому что тѣмъ меньшее сопротивленіе встрѣчаетъ кулиса PP, и при полномъ отсутствіи пружинъ KK число оборотовъ вала сдѣлалось бы максимальнымъ. Но не трудно видѣть, что вмѣстѣ съ мягкостью, податливостью пружинъ растетъ и уголъ φ, потому что тогда является возможнымъ большій сдвигъ между кулисами PP и QQ и, напротивъ, при весьма тугихъ пружинахъ KK обѣ кулисы двигались бы почти вмѣстѣ, уголъ φ былъ бы малъ. Итакъ, большее число періодовъ соединено съ большимъ угломъ отставанія.

Не трудно показать, что съ увеличеніемъ угла отставанія φ будетъ уменьшаться сила тока жидкости, какъ это имѣетъ мѣсто при электрической цѣпи. Дѣйстви-

тельно, значительный уголъ отставанія указываетъ на то, что пружины КК относительно слабы; благодаря инертности жидкости и слабости пружинъ, послѣднія при движеніи кулисы РР будутъ сильно сжиматься и не въ состояніи будутъ передать полностію движеніе поршнямъ АВ; амплитуда поршней будетъ меньше амплитуды кулисы РР *) и слѣдовательно токъ жидкости будетъ слабѣе. Напротивъ, если пружины весьма туги, соединеніе между поршнями АВ и кулисой РР почти неизмѣняемое, слѣдовательно уголъ φ будетъ малъ, амплитуда поршней будетъ близка къ амплитудѣ кулисы, и токъ будетъ сильный.

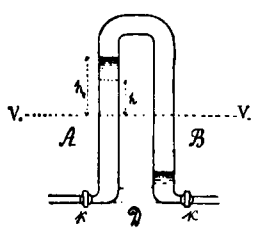
Также не трудно разобраться въ томъ случаѣ, когда въ цѣпи преобладающее значеніе имѣетъ емкость. Положимъ, что имѣемъ расположеніе, представленное на фиг. 12 съ тою только разницей, что капиллярная трубка замѣнена болѣе толстой и короткой и приборъ заполненъ жидкостью малаго удѣльнаго вѣса. Итакъ, въ этомъ случаѣ движущая сила должна быть въ равновѣсіи съ силой давленія отъ конденсатора. Наблюдаемъ снова моментъ, когда указатель Е, фиг. 13, занимаетъ верхнее вертикальное положеніе, тогда движущая сила, а слѣдовательно и давленіе столба жидкости въ конденсаторѣ имѣетъ наибольшее значеніе, т. е. въ лѣвомъ колѣнѣ конденсатора жидкость поднята, а въ правомъ опущена до крайняго положенія, что возможно только тогда, когда поршень АВ находится въ крайнемъ правомъ положеніи. Итакъ, Е направлено вертикально вверхъ, I—горизонтально направо, слѣдовательно токъ опережаетъ гидродинамическую силу на четверть періода. То же соотношеніе будетъ и въ другихъ положеніяхъ.

Легко также видѣть, что сила тока уменьшается съ уменьшеніемъ сѣченія трубокъ конденсатора; дѣйствительно, если ихъ сѣченіе мало, то достаточно слабаго передвиженія поршня АВ, чтобы получился столбъ жидкости такой высоты, что будетъ въ состояніи уравновѣсить давленіе отъ движущей силы; какъ видимъ, при малой емкости конденсатора качанія поршней АВ будутъ малы, токъ слабъ.

Колебательный разрядъ конденсатора. Извѣстно, что если соединить обкладки заряженнаго электрическаго конденсатора проводниками, то характеръ разряда зависитъ отъ соотношеній между сопротивленіемъ, самоиндукціей и емкостью цѣпи, черезъ которую разряжается конденсаторъ: если сопротивленіе сравнительно велико ($R > 4LC$), то происходитъ неколебательный разрядъ, т. е электричества обѣихъ обкладокъ апериодически приходятъ въ равновѣсіе; въ случаѣ же относительно малаго сопротивленія ($R < 4LC$) имѣетъ мѣсто колебательный разрядъ, когда электричества нѣкоторое время переливаются изъ одной половины конденсатора въ другую, причемъ время полнаго періода колебанія выражается:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Всѣ эти явленія имѣютъ свою аналогію и въ гидравлическомъ конденсаторѣ, съ тою только разницею, что здѣсь характеръ этихъ явленій можетъ быть нами непосредственно предугаданъ. Въ самомъ дѣлѣ, если мы, нарушивъ состояніе покоя жидкости въ трубкахъ А и В конденсатора, (фиг. 14), изаперевъ его кранами КК, т. е. изолировавъ его, соединимъ оба колѣна трубкой D, то если послѣдняя достаточно широка, жидкость въ нихъ будетъ переливаться, совершая качанія подобно маятнику. Если же сопротивленіе трубки D очень велико, то очевидно жидкость перейдетъ въ состояніе покоя сразу, безъ колебаній. Но какъ и раньше, аналогія здѣсь лежитъ глубже. Не имѣя совершенно надобности изслѣдовать обстоятельства разряда разсматриваемаго гидравлическаго конденсатора всесторонне, ограничимся лишь опредѣленіемъ времени колебанія въ томъ случаѣ, когда соединяющая оба колѣна трубка D толста и коротка, такъ что ея сопротивленіемъ можно пренебречь.



Фиг. 14.

Итакъ, положимъ, что жидкость въ колѣнѣ А поднята на высоту h_1 сравнительно съ состояніемъ покоя, а въ В на столько же опущена. Въ произвольный моментъ времени, когда жидкость въ А стоитъ на высотѣ h, сила, заставляющая жидкость переливаться, будетъ

$$F = -2q\Delta h \quad \ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

гдѣ q сѣченіе трубки, Δ удѣльный вѣсъ жидкости; знакъ минусъ взятъ потому, что положительныя направленія для колѣна А приняты кверху. Положивъ для краткости

$$2\Delta q = a$$

и дѣля обѣ части равенства (15) на массу m всей заключающейся въ конденсаторѣ жидкости, получимъ величину дѣйствующаго ускоренія, которое равно $\frac{d^2h}{dt^2}$; итакъ имѣемъ

$$\frac{d^2h}{dt^2} = -\frac{a}{m}h \quad \ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

Уравненіе это легко приводится къ первому порядку; положивъ

$$\frac{dh}{dt} = v \quad \ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

гдѣ v есть скорость частицъ жидкости, уравненію (16) можно дать видъ

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{a}{m}h \quad \ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

исключая изъ (17) и (18) перемѣнную t, имѣемъ

$$hdh = -\frac{m}{a}vdv,$$

откуда, интегрируя

$$h^2 = -\frac{m}{a}v^2 + C_1$$

Постоянная C_1 опредѣлится изъ того условія, что при $h = h_1$ скорость $v = 0$; слѣдовательно

$$h_1^2 - h^2 = \frac{m}{a}v^2 = \frac{m}{a}\left(\frac{dh}{dt}\right)^2,$$

откуда

$$\sqrt{\frac{m}{a}}\,\frac{dh}{\sqrt{h_1^2 - h^2}} = dt,$$

что интегрируется непосредственно

$$\sqrt{\frac{m}{a}}\arcsin\frac{h}{h_1} = t + C_2;$$

но считая за начало времени моментъ, когда $h = h_1$ имѣемъ

$$\sqrt{\frac{m}{a}}\arcsin 1 = \sqrt{\frac{m}{a}}\,\frac{\pi}{2} = C_2.$$

Окончательно получаемъ уравненіе

$$\sqrt{\frac{m}{a}}\left(\arcsin\frac{h}{h_1} - \frac{\pi}{2}\right) = t.$$

Чтобы опредѣлить отсюда время полнаго періода колебанія, замѣтимъ, что, когда жидкость въ колѣнѣ А опустится съ высоты h_1 до нуля, пройдетъ четверть періода; итакъ, при $t = \frac{T}{4}$, $h = 0$, слѣдовательно

$$\frac{T}{4} = \sqrt{\frac{m}{a}}\,\frac{\pi}{2},$$

*) А потому палецъ Н указателя J долженъ быть сдѣланъ переставнымъ соотвѣтственно длинѣ хода поршней АВ.

а потому

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{a}}.$$

Вставляя вмѣсто a его величину $2q\Delta$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2q\Delta}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{q^2}\,\frac{q}{2\Delta}}.$$

Но ранѣе нами было принято (ур. 7 и 10)

$$\frac{m}{q^2} = L \text{ и } \frac{q}{2\Delta} = C,$$

а слѣдовательно, для гидравлическаго конденсатора время періода колебательнаго разряда выражается совершенно такъ же, какъ для электрическаго, т. е.

$$T = 2\pi \sqrt{LC}.$$

Разобранныхъ примѣровъ достаточно, чтобы видѣть, что разбираемыя нами аналогіи не такъ поверхностны и не случайны. Едва ли можно сомнѣваться въ томъ, что все относящееся къ *внутреннимъ* явленіямъ электрической цѣпи, найдетъ соотвѣтствующую аналогію въ цѣпи гидравлической; чему не удается подыскать наглядной и полной параллели, такъ это явленіямъ магнитнымъ, явленіямъ индукціи, которыя происходятъ *внѣ* цѣпи, протекаемой токомъ. Нельзя упрекать механическія аналогіи электрическихъ явленій въ томъ, что онѣ стремятся вернуть старыя понятія о матеріальныхъ электрическихъ жидкостяхъ хотя бы уже потому, что никакую аналогію не слѣдуетъ понимать буквально.

Во всякомъ случаѣ подобный методъ даетъ возможность усвоить механизмъ такихъ сложныхъ явленій, какъ электрическія, позволяетъ воспроизвести подобныя же явленія, но въ болѣе понятной, доступной для насъ формѣ, когда обстоятельства, оставаясь тѣми же по характеру, какъ бы растягиваются во времени. Далѣе оказывается, что нѣкоторые факторы въ области электричества и гидравлики, какъ, напр. самоиндукція и $\frac{m}{q^2}$, емкость и $\frac{q}{2\Delta}$ и др. играютъ одинаковую роль, а потому законы, управляющіе той или другой группой явленій, имѣютъ тождественную математическую формулировку. Это обстоятельство, нисколько не говоря за тождественность самихъ агентовъ, показываетъ, что законы, управляющіе разными видами энергіи, общнѣе, чѣмъ это кажется на первый взглядъ.

Примѣненіе электричества въ медицинѣ.

Начало примѣненія электричества въ физіологіи и медицинѣ относится лишь къ половинѣ нынѣшняго столѣтія, и можно сказать, что за долгій періодъ примѣненіе это представляло результатъ трудовъ одного человѣка, а именно, французскаго врача Дюшенъ. Ученый этотъ пользовался исключительно индуктированнымъ электричествомъ. Одновременно съ Дюшенемъ, и въ особенности послѣ него, начинаютъ изучать и свойства гальваническихъ токовъ, въ Германіи и Франціи. Дюбуа (Dubois), Эрбъ (Erb), Будэ (Boudet) и другіе ученые обогатили физіологію важными открытіями и расширили поле для терапевтическихъ приложеній электричества.

Начатое такимъ образомъ движеніе съ тѣхъ поръ не прекращается. Принятіе на Парижскомъ конгрессѣ въ 1881 г. однообразныхъ единицъ для электрическихъ измѣреній еще болѣе ему способствовало.

Послѣ гальваническихъ токовъ стали употреблять и давно забытое статическое электричество, а также перемѣнные токи, которыми особенно успѣшно занимался д'Арсонваль.

Врачи и хирурги парижскихъ госпиталей не замедлили примѣнить въ своихъ клиникахъ добытые результаты какъ для діагноза, такъ и для терапевтическихъ цѣлей, а невропатологи нашли въ электричествѣ такого помощника, безъ котораго, можно сказать, невропатологіи и не существовало бы. Чтобы составить понятіе о тратахъ, дѣлаемыхъ администраціей госпиталей на электрическіе приборы, достаточно указать, что въ настоящее время въ 26 госпиталяхъ имѣется 547 приборовъ, стоимостью, по меньшей мѣрѣ, въ 30.000 франковъ. Такія траты, къ сожалѣнію, не соотвѣтствовали добытымъ результатамъ въ научномъ или практическомъ отношеніи, и главное потому, что не было надлежащаго ухода за приборами, очень деликатными по своему устройству.

При современномъ состояніи науки къ электричеству предъявляются слѣдующія требованія:

1) точныя указанія для постановки діагноза или предсказанія извѣстныхъ болѣзней, что составляетъ такъ наз. электродіагнозъ;

2) средства излечивать или облегчать извѣстныя патологическія состоянія, что составляетъ электротерапію.

Электродіагнозъ. Въ нѣкоторыхъ нервныхъ болѣзняхъ электричество даетъ возможность правильно поставить діагнозъ относительно рода или мѣстонахожденія болѣзни посредствомъ примѣненія индуктированныхъ или гальваническихъ токовъ. При другихъ болѣзняхъ оно оказываетъ помощь косвеннымъ образомъ, посредствомъ примѣненія тѣхъ или другихъ его свойствъ къ различнымъ инструментамъ. Такъ, напримѣръ, при параличахъ мозгового происхожденія сокращаемость мускуловъ подъ вліяніемъ индуктированнаго тока или не измѣняется, или увеличивается.

Напротивъ, при нѣкоторыхъ особенныхъ параличахъ, напр. при ревматическихъ или травматическихъ параличахъ нервовъ, сокращаемость мускуловъ подъ вліяніемъ индуктированнаго или гальваническаго тока подвергается измѣненіямъ, подъ вліяніемъ которыхъ больной сразу вытягивается. Этотъ признакъ представляетъ большой интересъ съ точки зрѣнія діагноза.

Въ многочисленномъ классѣ атрофій для постановки діагноза бываетъ достаточно констатировать одно явленіе патологической физіологіи, извѣстное подъ названіемъ réaction de dégénérescence и состоящее въ томъ, что подъ вліяніемъ индуктированныхъ токовъ чувствительность мускуловъ и нервовъ теряется или уменьшается, тогда какъ подъ вліяніемъ гальваническаго тока она остается неизмѣнной, а иногда значительно возрастаетъ.

Явленіе это имѣетъ мѣсто при слѣдующихъ болѣзняхъ:

1) при атрофіяхъ нервнаго происхожденія, вслѣдствіе механическихъ поврежденій, паренхиматознаго и ревматическаго воспаленія нервовъ;

2) при атрофіяхъ спиннаго происхожденія, при спинномъ параличѣ у дѣтей, прогрессивномъ параличѣ и др.;

3) при прогрессивной атрофіи мускуловъ;

4) при параличахъ вслѣдствіе свинцоваго отравленія, вмѣстѣ съ атрофіей мускуловъ, при инфекціонныхъ параличахъ, напримѣръ, иногда при дифтеритномъ.

Напротивъ, въ атрофіяхъ мускуловъ вслѣдствіе первичной міопатіи указаннаго явленія никогда не бываетъ. Испытаніе сокращенія мускуловъ подъ вліяніемъ электрическаго тока можетъ дать указанія для діагноза.

Напримѣръ, больной страдаетъ параличемъ руки, съ послѣдовательной атрофіей мускуловъ. Идетъ ли дѣло о ревматическомъ параличѣ, или атрофіи мускуловъ міопатическаго происхожденія, или о параличѣ вслѣдствіе свинцоваго отравленія? Испытаніе мускуловъ руки электрическимъ токомъ даетъ точныя указанія для діагноза.

Не менѣе драгоцѣнна помощь электричества по отношенію къ предсказанію болѣзни.

Возьмемъ, напримѣръ, случай легкаго паралича, при которомъ сокращаемость мускуловъ подъ вліяніемъ индуктированнаго или гальваническаго тока остается неизмѣнной: болѣзнь изъ легкихъ, предсказаніе благопріятное, и черезъ нѣсколько дней полное выздоровленіе. Въ другомъ случаѣ сокращаемость мускуловъ сдѣлалась слабѣе подъ вліяніемъ индуктированнаго тока, а

подъ вліяніемъ гальваническаго не измѣнилась, или слегка увеличилась: имѣется частью réaction de dégénérescence — предсказаніе не столь благопріятное и для выздоровленія потребуется нѣсколько недѣль.

Наконецъ, въ третьемъ случаѣ чувствительность мускуловъ подъ вліяніемъ индуктированныхъ токовъ замѣтно возросла: предсказаніе неблагопріятное, для излѣченія, если только оно возможно, потребуется нѣсколько мѣсяцевъ.

Изученіе сопротивленія, которое представляетъ какая-либо область прохожденію индуктированнаго или гальваническаго тока, также можетъ дать полезныя указанія для діагноза или предсказанія болѣзни.

Напримѣръ, при истерикѣ и, въ особенности, при анестезіи (потерѣ чувствительности) членовъ электрическое сопротивленіе вообще увеличивается. Напротивъ, при зобѣ сопротивленіе уменьшается.

Кромѣ того, электричество помогаетъ постановкѣ діагноза косвеннымъ образомъ, будучи примѣняемо къ различнымъ инструментамъ. Укажемъ на приборъ Труве для отысканія металлическихъ тѣлъ въ пустотѣлыхъ органахъ, напримѣръ въ желудкѣ. Врачи и хирурги часто пользуются электрическими лампочками для изслѣдованія такихъ органовъ, какъ желудокъ, полость носа, гортань, пищеводъ, доходя даже до мочевого пузыря.

Электротерапія. На электричество, со времени его примѣненія къ медицинѣ, возлагали большія надежды. Энтузіасты утверждали, что оно излѣчиваетъ чуть ли не всѣ болѣзни. Но въ дѣйствительности электричество то же, что и другія лѣкарства: оно часто помогаетъ, но часто оказывается и недѣйствительнымъ, особенно, если примѣняется безъ содѣйствія другихъ средствъ.

Какъ бы то ни было, электричество по своимъ динамическимъ, химическимъ и тепловымъ дѣйствіямъ можетъ вліять на больной организмъ въ смыслѣ излѣченія или облегченія болѣзни. Укажемъ нѣкоторые примѣры.

При лихорадочныхъ пароксизмахъ примѣненіе электричества не дало тѣхъ результатовъ, на которые раньше надѣялись; однако, является возможность уничтожить приступы болей, которыя и составляютъ наиболѣе трудно переносимый симптомъ болѣзни.

При спинныхъ параличахъ у дѣтей и взрослыхъ примѣненіе индуктированныхъ токовъ въ 5 или 10 миллиамперъ даетъ благопріятные результаты, если его практиковать настойчиво и послѣдовательно въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ.

При параличахъ вслѣдствіе первнаго воспаленія, при нервныхъ воспаленіяхъ вслѣдствіе отравленія (алкогольнаго или свинцоваго), при инфекціонныхъ (напр. дифтеритныхъ), при первныхъ воспаленіяхъ ревматическихъ (параличъ лица) и др.—при этихъ болѣзняхъ помогаютъ гальваническіе токи, сообразно роду или періоду болѣзни, но при условіи разумнаго примѣненія и малой силы тока. Дѣйствіе токовъ состоитъ въ томъ, что въ самомъ началѣ они измѣняютъ питаніе нерва и останавливаютъ въ немъ перерожденіе, чѣмъ облегчается выздоровленіе; затѣмъ токъ борется противъ нарушенія правильности питанія и, въ особенности, противъ атрофіи мускуловъ, вызываемой сокращеніемъ противоборныхъ мышцъ.

Статическое электричество, благодаря тѣмъ измѣненіямъ, которыя оно вноситъ въ общее питаніе, и перемѣнные токи по ихъ дѣйствію на дыханіе и сосудорасширяющія мышцы, съ успѣхомъ примѣняются въ такихъ болѣзняхъ, какъ анемія, меланхолія, неврастенія и другихъ болѣзняхъ, общій симптомъ которыхъ есть угнетенное состояніе духа.

Относительно хирургіи можно указать на электрическое обмываніе. Будэ употребляемое съ большимъ успѣхомъ при засореніи кишекъ.

Посредствомъ электролиза лѣчатъ нѣкоторыя опухоли, бородавки, зобъ и фиброзныя опухоли матки.

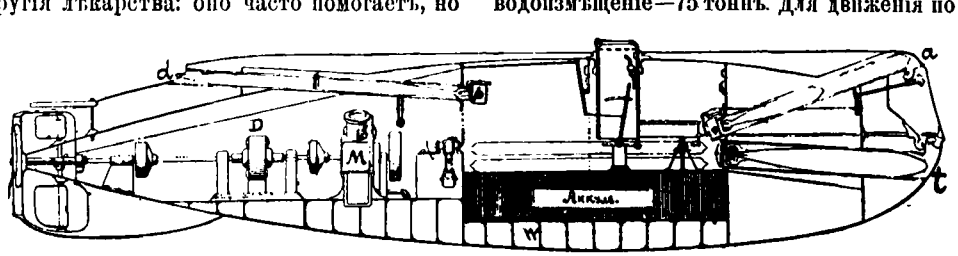
Наконецъ, нѣкоторые хирурги пользуются тепловымъ дѣйствіемъ токовъ, приспособляя ихъ къ хирургическимъ ножамъ для срѣзанія нѣкоторыхъ опухолей и вообще для производства различныхъ операцій.

(A. d' E. m.).

ОБЗОРЪ.

Американская подводная миноноска „Голландъ“. Удачнымъ разрѣшеніемъ вопроса о подводномъ плаваніи является изобрѣтенная Голландомъ подводная миноноска, испытанія которой дали, по словамъ американскихъ журналовъ, блестящіе результаты.

Миноноска эта (фиг. 15) имѣетъ, какъ всѣ подобныя суда, форму, напоминающую нѣсколько сигару; размѣры ея слѣдующія: длина—16,75 м., ширина — 3,10 метра и водоизмѣщеніе—75 тоннъ. Для движенія по водѣ служитъ



Фиг. 15.

газовый двигатель въ 50 лош. силъ M (фиг. 15), который при подводномъ плаваніи замѣняется электродвигателемъ D, находящимся на томъ же валу и питающимся аккумуляторной батареей; эта батарея помѣщается почти въ срединѣ миноноски, ниже гребнаго вала; такъ какъ центръ тяжести находится близъ самаго дна судна, то оно все время хорошо сохраняетъ постоянную осадку. Надъ аккумуляторами помѣщаются резервуары съ сжатымъ воздухомъ, служащимъ для поддержанія чистаго воздуха въ помѣщеніяхъ, когда судно находится подъ водой. Двойное дно раздѣленное на камеры W съ водонепроницаемыми переборками заполняется во время подводнаго плаванія водой, которая въ данномъ случаѣ служитъ балластомъ. Что же касается до способа погруженія подъ воду, то слѣдуетъ замѣтить, что онъ подобенъ способу, примѣнявшемуся на подводной лодкѣ „Гимнотъ“, и подобно самодвижущейся минѣ Уайтхеда судно поддерживается на желаемой глубинѣ посредствомъ особаго механизма.

Вооруженіе „Голланда“ нижеслѣдующее: минный аппаратъ *t* для выбрасыванія минъ, подобныхъ минамъ Уайтхеда, помѣщающійся на носу судна подъ форштевнемъ; два рода орудій, или аппаратовъ для выбрасыванія динамитныхъ гранатъ, съ помощью сжатаго воздуха, который берется изъ вышеупомянутыхъ резервуаровъ; эти орудія помѣщаются наклонно на кормѣ и на носу. Переднее орудіе *a*, называемое воздушнымъ орудіемъ, можетъ выбрасывать снаряды, заключающіе въ себѣ до 46 кгр. динамита, на разстояніе до 1400 метровъ; кормовое орудіе *d*, предназначенное для стрѣльбы на водѣ, выбрасываетъ подобные же снаряды на 180 метровъ.

Въ моментъ выстрѣла довольно остроумное приспособленіе вводитъ извѣстное количество воды необходимое

для возстановленія равновѣсія, нарушеннаго выстрѣломъ.

Дуло каждаго орудія закрывается скользящей крышкой, которая управляется извнутри посредствомъ безконечнаго винта и шестеренки. Для управленія суднами имѣется стеклянная будка, въ которой находится командиръ во время хода вровень съ водой; труба, снабженная призмой, позволяетъ постоянно получать показанія для маленькихъ глубинъ. Во время нападенія, миноноска, находясь вровень съ уровнемъ воды, такъ что башня погружается на нѣсколько сантиметровъ, приближается на разстояніе, достаточное для того, чтобы выстрѣлить изъ передняго орудія; затѣмъ она погружается въ воду и подходя на болѣе близкое разстояніе, выпускаетъ самодвижущіяся мины; въ случаѣ неудачи, она проходитъ подъ непріятельскимъ судномъ и стрѣляетъ кормовымъ орудіемъ.

27 марта былъ сдѣланъ рядъ опытовъ на рейдѣ Нью-Іорка, подъ командой лейтенанта Сэржена, въ присутствіи делегатовъ правительства и Голланда; опыты показали, что управленіе миноноскою довольно легко; проходя сначала по поверхности воды со скоростью до 10 узловъ, она легко поддавалась дѣйствію руля, дѣлая хорошо круги; затѣмъ она погружалась въ воду подъ угломъ въ 15° къ поверхности воды; опустившись на глубину 2,15 метра, она видиѣлась, благодаря высокимъ металлическимъ стержнямъ, которые высовывались изъ воды; наконецъ, она погрузилась совсѣмъ и выплыла затѣмъ на разстояніи нѣсколькихъ метровъ отъ начальнаго пункта. Опыты съ артиллеріей дали, по словамъ американскаго журнала „Scientific American“, превосходные результаты. Изъ приведенныхъ описаній видно, что „Голландъ“ обладаетъ внушительной артиллеріей.

Каково значеніе этого изобрѣтенія, покажутъ болѣе обширныя практическія его примѣненія.

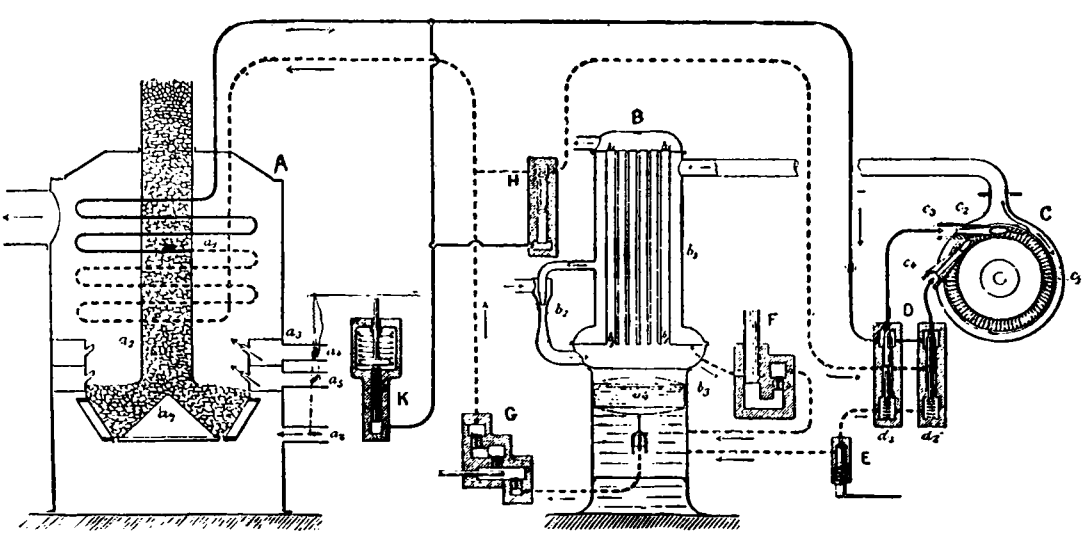
(L'Électricien).

Паровыя турбины Де-Лаваля.—На прошлогодней выставкѣ въ Стокгольмѣ электрическая станція, освѣщавшая всѣ выставочныя зданія, приводилась въ дѣйствіе весьма любопытными и единственными въ своемъ родѣ по величинѣ давленія пара машинами: это паровыя турбины Де-Лаваля, работающія подъ давленіемъ пара въ 220 атм. или 3.300 фунтовъ на квадратный дюймъ.

Даже изъ современныхъ техниковъ врядъ ли многіе считали возможнымъ осуществить на практикѣ столь колоссальное давленіе въ паровой машинѣ. Между тѣмъ такія машины уже существуютъ, и всѣ, посѣтившіе Стокгольмскую выставку, могли убѣдиться, что онѣ работаютъ очень успѣшно. Извѣстно, что экономичность дѣйствія паровой машины возрастаетъ съ увеличеніемъ рабочаго давленія. Самая высокая, употребленная до сихъ поръ упругость пара—500 ф. на кв. дм.—была примѣнена нѣсколько лѣтъ тому назадъ Перкинсомъ; но машина его не была приспособлена къ такому давленію. Обыкновенныя же машины „высокаго давленія“ работаютъ подъ давленіемъ пара въ 10, рѣдко 20 атмосферъ.

Прилагаемый схематическій чертежъ (фиг. 16) изображаетъ всю паровую установку турбины Де-Лаваля. Котелъ, или, правильнѣе, генераторъ пара A состоитъ изъ толстостѣнной желѣзной трубки a_1, внутренняго діаметра 1 дм., въ одинъ конецъ которой накачивается безпрерывно вода, а изъ другого выдѣляется образовавшійся паръ; такой системы генераторъ впервые былъ предложенъ Серіоллэ. Трубка эта свернута спиралью, въ центрѣ которой находится труба a_2, доставляющая уголь въ топку. На днѣ послѣдней находится коническая рѣшетка a_7, приводимая во вращеніе самой машиной; это постоянное вращеніе способствуетъ очищенію рѣшетки (колосниковъ) и удаленію перегорѣвшаго угля, взамѣнъ котораго поступаетъ новый изъ трубы a_2. Доступъ воздуха въ топку, вдуваемаго вентиляторомъ, приводимымъ въ дѣйствіе турбиной, регулируется клапанами a_4, a_5 и a_6: по мѣрѣ повышенія давленія пара, автоматическій регуляторъ K постепенно закрываетъ заслонки a_6 и a_5 и, въ случаѣ слишкомъ сильнаго давленія, открываетъ, наконецъ, клапанъ a_4, благодаря чему холодный токъ воздуха охлаждаетъ змѣевикъ. Также автоматически работаетъ и питательный насосъ G, получающій движеніе отъ вала машины.

В изображаетъ конденсаторъ; отработавшій паръ изъ турбины поступаетъ въ отдѣленіе b_1, гдѣ охлаждается токомъ холодной воды, непрерывно циркулирующей по вертикальнымъ трубамъ b_5. Конденсаціонная вода выкачивается автоматически насосомъ F и поступаетъ въ питательный насосъ G. Холодная вода доставляется конденсатору центробѣжнымъ насосомъ, сидящимъ на валу турбины; по пути вода эта проходитъ черезъ



Фиг. 16.

инжекторъ b_2, который производитъ разрѣженіе въ паросгустительномъ отдѣленіи прибора, затѣмъ, пройдя по внутреннимъ трубамъ конденсатора снизу вверхъ, выливается наружу.

D — приборъ, регулирующій рабочее давленіе пара. Дѣйствуетъ онъ слѣдующимъ образомъ. При началѣ дѣйствія машины клапанъ E открытъ и вода, нагнетаемая питательнымъ насосомъ G, пройдя черезъ

приборъ H, свободно циркулируетъ въ нижней части регуляторовъ D, какъ показываютъ на чертежѣ стрѣлки. (Сплошная линія указываетъ ходъ пара, пунктирныя—ходъ воды). Паръ, образующійся въ генераторѣ, подъ слабымъ давленіемъ пружинъ d_1, d_2, проходитъ сквозь регуляторъ и, черезъ коническія сопла c_3, c_4, направляется на крылья турбины; послѣдняя начинаетъ вращаться и приводить въ дѣйствіе всѣ автоматическія приспособленія. Тогда клапанъ E начинаетъ понемногу закрываться, давленіе воды въ регуляторѣ увеличивается и, присоединяясь къ дѣйствію пружинъ d_1, d_2, закрываютъ выходъ пара изъ D; теперь, въ свою очередь возрастаетъ упругость пара и, когда сравняется съ давленіемъ воды, клапаны D снова открываютъ сообщеніе паропровода съ турбиной. Клапанъ E тогда опять немного завинчивается и т. д. Давленіе пара въ генераторѣ все возрастаетъ и доводится, наконецъ, до 220 атмосферъ. Аппаратъ H служитъ для того, чтобы уравнивать непрерывно давленіе пара и воды въ регуляторѣ; безъ этого регуляторъ оставался бы постоянно закрытымъ, такъ какъ давленіе воды въ питательномъ насосѣ всегда превышаетъ давленіе пара.

На выставкѣ въ Стокгольмѣ имѣлось четыре стосильныхъ и двѣ пятидесяти-сильныхъ машины. Генераторъ испарялъ 11 фунтовъ воды на квадратный футъ поверхности нагрѣва и давалъ до 8 фунтовъ пара, упругостью въ 220 атмосферъ, на фунтъ угля въ часъ. Что касается стоимости машины и экономичности ея работы—точныхъ свѣдѣній объ этомъ еще нѣтъ; однако, принимая во вниманіе громадное давленіе и высокую отдачу турбины вообще, надо полагать, что турбина Де-Лаваля не уступитъ лучшимъ современнымъ паровымъ машинамъ. Неоцѣнимымъ же достоинствомъ ея является крайне незначительное занимаемое ею пространство, благодаря чему она окажется незамѣнимою при небольшихъ, въ особенности электрическихъ, установкахъ и вездѣ, гдѣ требуется соблюдать экономію про-

Фиг. 17.

странства. Легкость переноса и установки, незначительный, вслѣдствіе автоматической работы, уходъ и полнѣйшая безопасность, вслѣдствіе ничтожнаго количества воды въ генераторѣ—также весьма важныя достоинства паровой турбины Де-Лаваля.

Прилагаемый рисунокъ (фиг. 17), изображающій часть помѣщенія электрической освѣтительной станціи на Стокгольмской выставкѣ, показываетъ внѣшній видъ машины Де-Лаваля: въ углу, на общей фундаментной доскѣ помѣщаются котелъ, конденсаторъ, турбина и динамомашина со всѣми автоматическими приспособленіями—и все вмѣстѣ занимаетъ поверхность не больше квадратной сажени. (Electr. Engineer).

Эл. Томсонъ. О возможности примѣненія жидкаго воздуха въ электротехникѣ. Хорошо извѣстное дѣйствіе охлажденія жидкимъ воздухомъ или другими подобными газами на хорошо проводящіе электричество металлы, въ родѣ мѣди, заключается въ почти полномъ уничтоженіи ихъ сопротивленія. Вслѣдствіе этого, охлажденный такимъ образомъ проводникъ можетъ проводить съ меньшей потерей токи болѣе сильные, чѣмъ при обыкновенныхъ температурахъ. Этотъ фактъ давно уже обратилъ на себя вниманіе электротехниковъ и физиковъ.

Въ послѣднее время нашли, что жидкій воздухъ представляетъ одинъ изъ наиболѣе совершенныхъ изоляторовъ и что наилучшіе изолирующіе матеріалы, охлажденные до температуры жидкаго воздуха, пріобрѣтаютъ еще гораздо лучшія изолирующія свойства. Извѣстно также, что охлажденіе затрудняетъ перескакиваніе искръ между противуположно наэлектризованными проводниками, причемъ уменьшается разстояніе, чрезъ какое перескакиваютъ искры при данномъ напряженіи.

Устойчивость или постоянство жидкаго воздуха въ большой массѣ, даже когда онъ вполнѣ свободно сообщается съ атмосферой или держится подъ атмосфернымъ давленіемъ, зависитъ конечно только отъ снабженія тепловой изоляціей и, еслибы послѣднюю можно было сдѣлать совершенной, то воздухъ никогда не испарялся бы.

Современные способы, въ родѣ способовъ Томпсона и Линда, даютъ возможность получать большія количества жидкаго воздуха легко и съ небольшой затратой энергіи.

Энергіей Ніагарскихъ водопадовъ можно пользоваться всѣ 24 часа въ сутки, а такъ какъ только для немногихъ промышленныхъ заведеній энергія требуется цѣлыя сутки, то излишекъ энергіи не утилизируется или теряется, а между тѣмъ желательно поддерживать установку работающею день и ночь съ полной мощностью, не смотря даже на то, что нѣкоторая часть энергіи будетъ доставлять незначительный доходъ. Нельзя ли употреблять ее на изготовленіе жидкаго воздуха? Нельзя ли избытокъ энергіи въ извѣстные часы сутокъ расходовать на сжатіе воздуха, чтобы сжижать его впослѣдствіи въ большомъ объемѣ?

Большіе резервуары съ жидкимъ воздухомъ можно, кажется, изолировать весьма совершенно въ тепловомъ отношеніи при помощи надлежащимъ образомъ расположенныхъ снаружи слоевъ воздуха и волокнистаго матеріала. Испаряющійся воздухъ изъ резервуара могъ бы проходить чрезъ оболочки въ послѣдовательномъ порядкѣ извнутри внаружу, чтобы способствовать пониженію температуры оболочекъ. Печь съ внутренней температурой на 2000—3000 выше нормальной температуры воздуха легко изолируется асбестовой или другой волокнистой оболочкой небольшой толщины, такъ что наружная температура бываетъ всего немного выше нормальной. Разность температуръ между жидкимъ и нормальнымъ воздухомъ приблизительно въ 8 разъ меньше, чѣмъ между внутренностью вышеупомянутой печи и нормальнымъ воздухомъ, такъ что жидкій воздухъ можно было бы изолировать такъ, чтобы проходило только немного теплоты. Въ большинствѣ электрическихъ линій для далекой передачи допускаютъ около 10–15% потери въ линіи. При 18.000 лош. силъ это составило бы отъ 2.000 до 1.500 лош. силъ, теряемыхъ на сопротивленіе линіи. Если бы провода были заключены въ трубу съ жидкимъ воздухомъ, то потеря составляла бы, можетъ быть, не больше 1 или 2%, давая большую экономію въ энергіи на сгущеніе воздуха для пополненія его испаренія. Пока не имѣется еще данныхъ, чтобы опредѣлить, на какое разстояніе достаточно было бы 1000 лош. силъ для снабженія проводовъ оболочками изъ жидкаго воздуха, но если бы ихъ было недостаточно для данной цѣли, то недостающую энергію пополнитъ работа установки въ свободные часы.

Можетъ быть, при проводахъ, охлаждаемыхъ и изолируемыхъ жидкимъ воздухомъ, будетъ возможно пользоваться съ успѣхомъ напряженіями гораздо выше употребляемыхъ теперь (10.000—20.000 вольтовъ). Если бы потенціалъ можно было повысить до 50.000 вольтовъ, то или потеря въ проводахъ для данной передачи энер-

гіи уменьшилась бы обратно пропорціонально квадрату напряженія, или провода можно было бы сдѣлать тоньше въ той же пропорціи, или, наконецъ, при томъ же сѣченіи проводовъ, можно было бы увеличить разстояніе передачи пропорціонально квадрату потенціала. Этотъ предметъ заслуживаетъ практическаго изслѣдованія.

Предѣлъ энергіи, какую можетъ передавать электрическій трансформаторъ изъ своей первичной оболочки во вторичную, обусловливается нагрѣваніемъ и потерей въ мѣдныхъ проводахъ, со включеніемъ этихъ цѣпей, а также близостью, на какой можно помѣстить одну отъ другой эти двѣ цѣпи, что въ свою очередь зависитъ отъ изолирующаго матеріала, употребляемаго для ихъ раздѣленія.

Если бы провода можно было поддерживать холодными при посредствѣ жидкаго воздуха и тѣмъ значительно увеличить ихъ проводимость и изолировку, то работа передачи въ трансформаторѣ даннаго размѣра могла бы быть гораздо больше, чѣмъ теперь, или потеря была еще меньше, чѣмъ теперь, хотя она обыкновенно составляетъ всего 3%.

Трансформаторы въ жидкомъ воздухѣ можно было бы сдѣлать всецѣло изъ мѣди безъ желѣза и ихъ полезное дѣйствіе при легкой нагрузкѣ было бы почти такое же, какъ и при полной нагрузкѣ.

При трансформаторѣ безъ желѣза избѣгали бы потери въ желѣзѣ и достигли бы такой экономіи въ матеріалѣ, что можно было бы сдѣлать измѣненія въ устройствѣ и расположеніи мѣди соотвѣтственно тому, какъ требуется въ виду отсутствія желѣза.

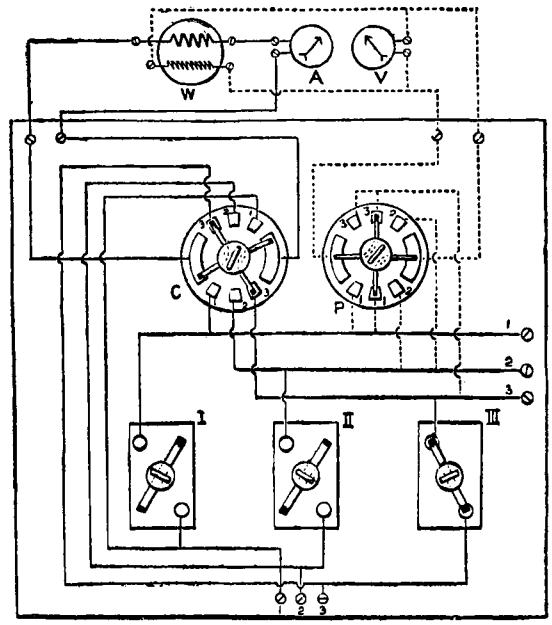
Намъ нѣтъ надобности касаться вопроса о возможности примѣненія жидкаго воздуха, какъ средства для запасанія энергіи, потому что это достаточно очевидно само по себѣ; въ самомъ дѣлѣ, жидкій воздухъ представляетъ собою собственно сжатый воздухъ, который остается таковымъ даже тогда, когда онъ подвергается атмосферному давленію, т. е. прибавленіе теплоты даетъ ему давленіе и способность производить работу въ соотвѣтствующихъ машинахъ въ родѣ обыкновенныхъ двигателей сжатаго воздуха. Здѣсь имѣлось въ виду указать вкратцѣ возможности его примѣненія въ электротехникѣ, предполагая, что опыты дадутъ результаты, благопріятные для высказанныхъ здѣсь идей.

Было бы слишкомъ преждевременно дѣлать какія-либо предсказанія или вычисленія относительно этого предмета. Надо сознаться, что онъ представляетъ нѣкоторую увлекательность. Ключемъ для разрѣшенія вопроса, повидимому, будетъ усовершенствованіе тепловой изоляціи; все остальное зависитъ, кажется, отъ этого и главными вопросами будутъ—во что обойдется по энергіи и механизмамъ пополнять неизбѣжную потерю на испареніе въ системѣ указаннаго выше рода и можно ли повысить напряженіе передачи вслѣдствіе новыхъ условій. (The Electrical World.)

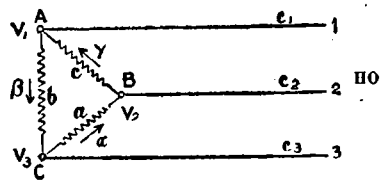
Измѣреніе энергіи трехфазнаго тока.— Въ электротехнической лабораторіи ганноверскаго Политехникума употребляется слѣдующій простой способъ для измѣренія энергіи, передаваемой трехфазнымъ токомъ, удобный въ томъ отношеніи, что онъ требуетъ мало приборовъ и времени для измѣренія; изображенная на фиг. 18 коммутаторная доска даетъ возможность сдѣлать все измѣреніе при помощи одного ваттметра. Требуются только два отсчета и ихъ сумма даетъ намъ передаваемую энергію.

Способъ примѣнимъ какъ къ замкнутой или треугольной системѣ соединеній, такъ и къ разомкнутой или звѣздообразной системѣ, основываясь на томъ, что во всякій моментъ сумма э.—д. силъ и сумма токовъ равны нулю.

Возьмемъ случай треугольной системы соединеній. Разсмотримъ ее въ какой либо—моментъ. Пусть на фиг. 19—BC, CA и AB представляютъ обмотки динамомашины; пусть абсолютные потенціалы точекъ A, B и C будутъ V_1, V_2 и V_3 и пусть э.—д. силы въ обмоткахъ будутъ соотвѣтственно α, β и γ. Обозначимъ токи въ обмоткахъ въ этотъ моментъ чрезъ a, b и c. Пусть токи въ наружныхъ проводахъ будутъ c_1, c_2 и c_3, а разности потенціаловъ между проводами—p_{23}, p_{31} и p_{12}. Если затѣмъ W будетъ энергія, доставляемая динамомашиной, то это будетъ сумма энергій въ обмоткахъ, т. е.



Фиг. 18.



Фиг. 19.

$$W = a\alpha + b\beta + c\gamma,$$

но

$$\alpha = V_2 - V_3$$
$$\beta = V_3 - V_1$$
$$\gamma = V_1 - V_2$$
$$\alpha + \beta + \gamma = 0$$

Слѣдовательно $\alpha = -(\beta + \gamma)$.

$$W = -(\beta + \gamma)\,a + \beta b + \gamma c$$
$$= \beta(b - a) + \gamma(c - a).$$

Но алгебраическая сумма токовъ, проходящихъ чрезъ какую нибудь точку, должна быть равна нулю. Отсюда для точки C

$$b - a = c_3$$

и для точки B

$$c - a = c_2.$$

Затѣмъ β, очевидно, будетъ разность потенціаловъ между проводами 1 и 3, т. е.

$$\beta = p_{13}.$$

Подобнымъ же образомъ

$$\gamma = p_{12}.$$

Такимъ образомъ получаемъ

$$W = p_{13}\,c_3 + p_{12}\,c_2.$$

Такой же результатъ получимъ и для разомкнутой или звѣздообразной системы соединеній. Пусть фиг. 20 представляетъ такую систему. При тѣхъ же обозначеніяхъ, какъ и на фиг. 19, получимъ, какъ и прежде,

$$W = a\alpha + b\beta + c\gamma,$$

по въ настоящемъ случаѣ законъ Кирхгофа даетъ $a+b+c=0$ для точки V. Слѣдовательно

$$a=-(b+c)$$

$$W=-(b+c)\,\alpha+b\beta+c\gamma$$

$$=b\,(\beta-\alpha)+c\,(\gamma-\alpha).$$

Разность потенціаловъ между проводами 1 и 2 равна $\beta-\alpha$, а между 1 и 3 $\gamma-\alpha$, т. е.

$$\beta-\alpha=p_{12} \text{ и } \gamma-\alpha=p_{13}$$

и очевидно

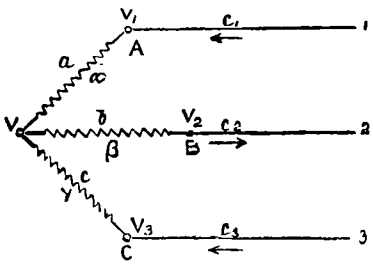
$$b=c_2 \text{ и } c=c_3.$$

Слѣдовательно

$$W=p_{12}.\,c_2+p_{13}.\,c_3.$$

Итакъ, надо измѣрять два произведенія. Коммутаторная доска, представленная схематически на фиг. 18, даетъ возможность производить эти измѣренія однимъ ваттметромъ при весьма малой затратѣ времени.

На доскѣ имѣются три выключателя I, II и III, и два коммутатора P и C, одинъ для измѣреній потенціаловъ, а другой для измѣреній токовъ. Всѣ соединенія на



Фиг. 20.

доскѣ постоянныя и устроены, какъ показано на фиг. 18. Провода для главнаго тока представлены сплошными линіями, а для измѣреній потенціаловъ пунктирными.

Для производства измѣренія доска вводится въ цѣпь посредствомъ 6 имѣющихся для этой цѣли зажимовъ, показанныхъ на схемѣ внизу и на правой сторонѣ. Три зажима внизу служатъ для проводовъ отъ генератора, а три на правой сторонѣ для проводовъ, доставляющихъ энергію потребителю. Затѣмъ устанавливаются соединенія съ измѣрительными инструментами; какъ показано на схемѣ, а именно шунтовая обмотка ваттметра и вольтметръ соединяются съ двумя зажимами наверху справа, а главная обмотка ваттметра и амперметръ съ зажимами наверху слѣва.

Чтобы ввести шунтовую обмотку и вольтметръ между двумя проводами системы, поворачиваютъ только потенціальный коммутаторъ P, пока онъ не приметъ положенія въ родѣ показаннаго на рисункѣ, когда его поперечина находится на контактахъ, соединенныхъ съ проводами, для которыхъ производится измѣреніе; для упрощенія этихъ манипуляцій на контактахъ поставлены соотвѣтствующіе нумера.

Введеніе въ цѣпь главной обмотки и амперметра немного сложнѣе. Коммутаторъ тока C слѣдуетъ повернуть такъ, чтобы его поперечина стала на контакты съ нумеромъ цѣпи, въ которую надо ввести инструменты; затѣмъ надо разомкнуть выключатель, соотвѣтствующій этой цѣпи, а иначе амперметръ замкнулся бы короткой вѣтвью; два другихъ выключателя должны быть замкнуты.

Положимъ, надо сдѣлать измѣреніе энергіи согласно полученнымъ выше формуламъ. Ставимъ потенціальный коммутаторъ на контакты 1 и 2, а коммутаторъ токовъ на контакты 3. Тогда отсчетъ ваттметра дастъ произведеніе $p_{12}\times c_2$. Затѣмъ ставимъ коммутаторы такъ, чтобы отсчетъ ваттметра далъ произведеніе $p_{13}\times c_3$.

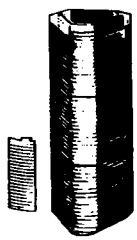
Сумма этихъ двухъ произведеній будетъ число ваттовъ энергіи, доставляемыхъ динамомашиной; вмѣстѣ съ тѣмъ вольтметръ и амперметръ даютъ потенціалъ и токъ, при какихъ эта энергія передается.

(The El. Review).

Новыя изоляторы. — Изъ журнала Elektrot. Zeitschr. извлекаемъ слѣдующія интересныя свѣдѣнія о новомъ изоляторѣ, придуманномъ фирмой братьевъ Шенау въ Гиттенштейнахѣ и извѣстномъ въ обращеніи подъ названіемъ „изолятора сопротивленій“ (Widerstands isolator).

Извѣстно, какія трудности сопряжены съ изготовленіемъ изолирующаго цилиндра любой формы, отвѣчающаго всѣмъ требованіямъ относительно способности сопротивляться теплотѣ, влажности, излому и, что важнѣе всего, относительно удовлетворительной изолирующей способности. До сихъ поръ только фарфоръ оказался вполнѣ подходящимъ матеріаломъ, но его примѣненіе чрезвычайно ограничено тѣмъ обстоятельствомъ, что для полученія новой формы изолирующаго цилиндра или пластинки должна быть изготовлена очень дорого обходящаяся матрица, которая можетъ быть примѣнена для фабрикаціи только одного типа сопротивленій.

Новый изоляторъ, какъ видно изъ фиг. 21, представляетъ изъ себя снабженные нарѣзами куски фарфора



Фиг. 21.

Фиг. 22.

Фиг. 23.

длиною около 60 мм., изъ которыхъ, благодаря ихъ своеобразной формѣ, легко составить цилиндры или подобныя цилиндрамъ тѣла любой формы и величины для наматыванія проволокъ.

Эти маленькіе фарфоровые кусочки ставятся въ любомъ количествѣ другъ на друга и скрѣпляются тремя или большимъ числомъ покрытыхъ цинкомъ жестяныхъ полосъ; 2 устанавливаемыхъ на концахъ замыкающихъ камня, соединенныхъ болтомъ (фиг. 22), придаютъ системѣ прочность даже тогда, когда она не обмотана проволокой, благодаря тому, что имѣющіеся на нихъ 3 выступа прижимаютъ жестяныя полоски къ изолятору, представляющему въ разрѣзѣ форму ласточьяго хвоста. Цилиндръ затѣмъ обматывается какъ обыкновенный фарфоровый цилиндръ, послѣ чего замыкающіе камни могутъ быть удалены, что нисколько не повліяетъ на прочность цилиндра.

На фиг. 23 изображенъ цилиндръ съ замыкающими камнями. Послѣдніе выдаются изъ-за краевъ цилиндра, такъ что къ нему можно прикрѣпить жестяную рѣшетку; кромѣ того, вся система посредствомъ двухъ винтовъ можетъ быть прикрѣплена непосредственно къ стѣнѣ. Такая форма оказывается во всѣхъ отношеніяхъ превосходной для изоляторовъ дуговыхъ лампъ, причемъ изоляторы эти могутъ быть употребляемы съ предохранительными приспособленіями или безъ оныхъ. Какъ замѣчено выше, цилиндры по желанію могутъ быть приготовлены любой величины; діаметръ ихъ обусловленъ шириной вложенныхъ пластинокъ, высота— количествомъ поставленныхъ другъ на друга камней. Кромѣ того, благодаря образующемуся внутри пустому промежутку, 2 цилиндра могутъ быть вставлены одинъ въ другой, чѣмъ достигается значительное сбереженіе мѣста; точно также можно придать изолятору форму цилиндра очень большого діаметра, располагая рядомъ

4 или болѣе камней, или форму пластинки, кладя рядомъ по 2 камня.

Въ преимуществахъ, представляемыхъ этими новыми изоляторами, могутъ убѣдить нѣкоторые сравнительные опыты, произведенные съ четырьмя различными типами. Были взяты спиральные изоляторы, массивные фарфоровые цилиндры, полые фарфоровые цилиндры и изоляторы, составленные изъ кусочковъ фарфора: всѣ изоляторы были одинаковыхъ размѣровъ и обладали одинаковымъ сопротивленіемъ.

Проволока была изъ никеля; плотность проходящаго по ней тока колебалась между 1 и 15 амперовъ на квадратный миллиметръ. Оказалось, что охлажденіе спиральнаго изолятора ничѣмъ не отличается отъ изолятора новаго типа, но въ сравненіи съ фарфоровымъ цилиндромъ, послѣдній далъ результаты болѣе благопріятные на 6%, а въ сравненіи съ сплошнымъ цилиндромъ на 10%. Всѣ проволоки, которыя были намотаны приблизительно одинаковымъ образомъ, были раскалены до красна. При этомъ обороты спиральнаго изолятора касались другъ друга; проволоки обоихъ другихъ сортовъ, хотя и прилегали еще довольно плотно къ нарѣзамъ, но при ударѣ не издавали уже больше никакого звука, между тѣмъ какъ ударъ объ новый типъ вызывалъ еще довольно чистый звукъ. Объясняется это тѣмъ, что при наматываніи вставленныя жестяныя полоски приходятъ въ напряженное состояніе и стремятся расширить систему во внѣшнюю сторону, такъ что проволока даже при нагрѣваніи остается въ напряженномъ состояніи. Охлажденіе отдѣльныхъ изоляторовъ до комнатной температуры послѣдовало у спиральнаго изолятора въ теченіе 8 минутъ, у новаго типа въ 14 минутъ, у полаго цилиндра въ 80 минутъ, а у массивнаго въ 130 минутъ.

Вѣсъ изоляторовъ, составленныхъ изъ отдѣльныхъ кусочковъ, составляетъ 1/3 вѣса сплошного цилиндра и менѣе половины вѣса полаго.

Въ заключеніе еще упомянемъ, что, благодаря своему необыкновенно хорошему лучеиспусканію, изоляторы изъ отдѣльныхъ кусочковъ какъ нельзя лучше годятся для устройства электрическихъ источниковъ тепла; произведенные въ этомъ направленіи опыты тоже самое привели къ несравненно болѣе благопріятнымъ результатамъ, чѣмъ, напримѣръ, опыты со спиральными изоляторами и т. д.

Такія печи представляли бы особенныя удобства, такъ какъ можно вставить любое количество этихъ цилиндровъ между двумя только замыкающими камнями, снабженными соотвѣтственнымъ количествомъ выступовъ.

Графическое изображеніе перемѣнныхъ токовъ.—Перемѣнные токи—какъ однофазные, такъ и многофазные,—несмотря на то, что знакомство наше съ ними началось очень недавно, получили уже на практикѣ очень значительное примѣненіе, которое продолжаетъ расти съ каждымъ днемъ, въ ущербъ постоянному току. Еще болѣе, вѣроятно, разовьется ихъ примѣненіе, когда пополнятся наши, очень ограниченныя пока, теоретическія свѣдѣнія по этому вопросу; въ области перемѣнныхъ токовъ есть еще такъ много неизвѣстнаго и загадочнаго, что нельзя предугадать всѣхъ выгодъ, какія дастъ ихъ изученіе, хотя, вообще, можно съ увѣренностью предсказать имъ большую будущность. Какъ съ чисто теоретической точки зрѣнія, такъ и съ практической стороны—напр. при устройствѣ динамомашинъ, трансформаторовъ, двигателей—важно, поэтому, ознакомиться съ характеромъ перемѣнныхъ токовъ, что всего легче и удобнѣе сдѣлать, изображая ихъ графически въ видѣ діаграммъ, т. е. кривыхъ, выражающихъ измѣненіе силы тока (или электродвижущей силы) со временемъ.

Существуетъ много способовъ для построенія этихъ кривыхъ, и всѣ они основаны на слѣдующемъ принципѣ: подлежащій изслѣдованію токъ поступаетъ изъ машины въ особый коммутаторъ, находящійся на валу самого генератора и состоящій изъ вращающагося диска, трущагося о неподвижную щетку. Коммутаторъ этотъ устроенъ такъ, что замыкаетъ токъ на очень короткое время одинъ разъ въ теченіе полнаго оборота, и, пока положеніе щетки остается постояннымъ, каждое замыканіе тока происходитъ въ одинъ и тотъ же моментъ его періода; такимъ образомъ получается токъ пульсирующій, но постоянной силы. Силу его можно измѣрять различными способами: измѣрять разность потенціаловъ на концахъ извѣстнаго сопротивленія, заряжать отъ двухъ точекъ конденсаторъ и разряжать его затѣмъ черезъ баллистическій гальванометръ и пр. Существуютъ и оптическіе способы, напримѣръ, основанные на вращеніи электромагнитомъ плоскости поляризаціи свѣта: вращеніе отъ намагниченія даннымъ токомъ компенсируется при помощи другого, непосредственно измѣряемаго постояннаго тока.

Измѣняя положеніе щетки относительно диска коммутатора, можно такимъ же образомъ измѣрить силу тока въ любой произвольный моментъ періода. Изображая полученные результаты графически въ координатной системѣ, гдѣ время откладывается по оси абсциссъ, а сила тока по оси ординатъ, найдемъ рядъ точекъ, соединивъ которыя непрерывной линіей, получимъ искомую кривую. Такъ какъ для точности кривой нужно большое число точекъ, то, при всѣхъ вышеупомянутыхъ способахъ, составленіе діаграммы требуетъ много времени, а въ теченіе большого промежутка времени трудно и даже невозможно поддерживать токъ при одинаковыхъ условіяхъ. Въ этомъ и заключается общій недостатокъ всѣхъ извѣстныхъ пріемовъ.

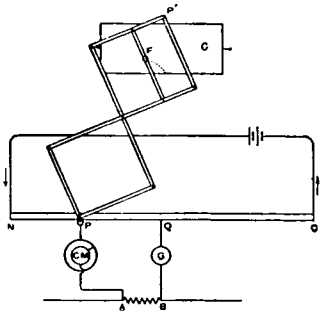
Недавно американскій профессоръ Эдуардъ Розе предложилъ новый способъ, позволяющій въ очень короткое время и почти автоматически вычертить на бумагѣ очень точную діаграмму. Онъ основанъ на употребленіи потенціометра, схема котораго представлена на фиг. 24.

Фиг. 24.

Цилиндрическій стержень NO, изъ твердаго каучука, 60—100 см. длины, обмотанъ по всей длинѣ спирально голой, тонкой мѣдной или нейзильберной проволокой большого сопротивленія; при помощи небольшой баттареи на концахъ этой спирали поддерживается постоянная разность потенціаловъ, измѣряемая вольтметромъ VM. Мгновенная разность потенціаловъ на концахъ извѣстнаго сопротивленіе AB, включеннаго въ цѣпь перемѣннаго тока, сравнивается съ разностью потенціаловъ двухъ точекъ спирали потенціометра. Для этого середина спирали Q соединяется, черезъ гальванометръ G, съ однимъ концомъ даннаго сопротивленія, напр. съ точкой B; точка A соединяется, черезъ вышеописанный коммутаторъ, съ подвижнымъ контактомъ P, скользящимъ вдоль спирали. Измѣняя разстояніе PQ, можно найти такое положеніе подвижного контакта, при которомъ гальванометръ покажетъ отсутствіе тока; это будетъ въ тотъ моментъ, когда разность потенціаловъ точекъ P и Q спирали будетъ равна разности потенціаловъ между A и B. Разъ спираль навита правильно, разстояніе точекъ P и Q пропорціонально разности потенціаловъ между ними, а также между точками A и B, слѣдовательно пропорціонально и силѣ тока въ AB. (Сопротивленіе AB, конечно, не индуктивно). Зная же разность потенціаловъ на концахъ спирали и величину сопротивленія AB, можно вычислить и абсолютную величину силы тока. При употребленіи апериодическаго гальванометра д'Арсонваля достаточно 2—3 секундъ, чтобы, движеніемъ контакта P, привести гальванометръ

къ нулю—чего нельзя достигнуть при употребленіи электрометра или баллистическаго гальванометра. Замѣтивъ положеніе контакта P, измѣняютъ положеніе щетки въ коммутаторѣ и опять приводятъ гальванометръ къ нулю и т. д. По полученнымъ величинамъ PQ, какъ по ординатамъ, можно начертить искомую кривую.

Въ приборѣ Розе всѣ механическія дѣйствія, равно какъ и черченіе кривой, производятся автоматически. Скользящій контактъ P (фиг. 25) черезъ посредство пантографа съ неподвижной точкой въ P' передаетъ свое движеніе пишущему штифту F; послѣдній, при помощи электромагнита прижимается къ бумагѣ, навернутой на цилиндръ C, вращающійся около горизонтальной оси, параллельной NO. Такъ какъ движеніе точки F вполнѣ подобно движенію точки P, то понятно, что разстоянія F отъ середины длины цилиндра будутъ пропорціонально силѣ тока, т. е. будутъ изображать ординаты кривой. Наблюдателю остается лишь привести къ нулю гальванометръ движеніемъ скользящаго контакта; затѣмъ, съ помощью особаго ключа, онъ замыкаетъ токъ пишущаго электромагнита: карандашъ прижимается къ бумагѣ и оставляетъ точку. Но тотъ же токъ питаетъ кромѣ того еще два электромагнита, управляющіе движеніемъ цилиндра C и щетки коммутатора CM; при размыканіи тока, эти электромагниты поворачиваютъ одновременно на небольшой уголъ, какъ щетку коммутатора, такъ и цилиндръ съ діаграммой. Наблюдатель опять приводитъ къ нулю гальванометръ и нажимомъ ключа наноситъ слѣдующую точку кривой и т. д. При нѣкоторой опытности можно нанести такимъ образомъ до 20 точекъ въ минуту. При такомъ незначительномъ промежуткѣ времени не успѣваютъ сильно измѣниться условія изслѣдуемаго тока, не говоря о томъ, что кривая получается значительно правильнѣе, чѣмъ при нанесеніи отъ руки.



Фиг. 25.

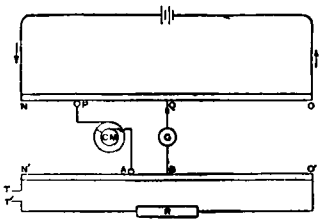
Нанося на одну и туже полосу бумаги непосредственно одну за другой двѣ кривыя—отъ первичнаго и вторичнаго тока трансформатора, можно ясно судить о разности фазъ. Въ приборѣ автора окружность цилиндра имѣла 360 мм. и соотвѣтствовала двумъ волнамъ; слѣдовательно, полная волна соотвѣтствовала 180 мм., или 1 мм. — 2° фазы.

Чувствительность прибора зависитъ отъ величины сопротивленія AB. Для примѣра положимъ, что длина спирали потенціометра = 80 см. и разность потенціала на ея концахъ 4 вольта. Слѣдовательно, 1 вольтъ соотвѣтствуетъ 20 см. длины спирали и, если пантографъ уменьшаетъ линейные размѣры въ отношеніи 5 : 1,—4 см. длины ординаты на діаграммѣ. Если сопротивленіе AB равно $^1/_4$ ома, то 4 ампера дадутъ разность потенціала въ 1 вольтъ и, слѣдовательно, въ кривой 1 см. длины ординаты—соотвѣтствуетъ 1 амперу; если AB = $^1/_8$ ома,—1 см. на діаграммѣ соотвѣтствуетъ 2 амперамъ, при AB = $^1/_{40}$ ома—10 амперамъ и т. д.

Все вышесказанное относилось къ измѣренію силы перемѣннаго тока, но тотъ же приборъ позволяетъ съ такимъ же удобствомъ чертить кривыя электродвижущей силы, магнитной индукціи, гистерезиса и пр. Для опредѣленія, напр., кривой электродвижущей силы генератора, замыкаютъ зажимы его на большое не индуктивное сопротивленіе, напр. 4.000 омовъ, а въ приборъ берутъ отвѣтвленіе отъ небольшой доли этого сопротивленія, положимъ отъ $^1/_{100}$, такъ что AB (фиг. 25) равно 40 омамъ и разность потенціаловъ между A и B равняется $^1/_{100}$ всей электродвижущей силы.

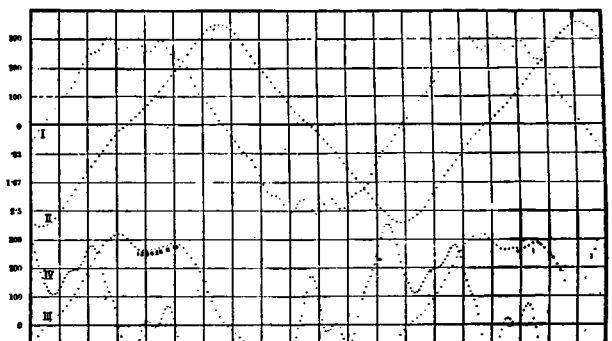
Тогда, если сохранимъ числовыя данныя вышеприведеннаго примѣра, ордината въ одинъ сантиметръ длины на діаграммѣ соотвѣтствуетъ разности потенціаловъ въ $^1/_4$ вольта; слѣдовательно полученная діаграмма изобразитъ кривую электродвижущей силы въ масштабѣ 25 вольтъ на сантиметръ. Если AB равняется 10 омамъ, то масштабъ кривой будетъ 100 вольтъ на сантиметръ.

Кривая работы получается обыкновенно перемноженіемъ соотвѣтствующихъ ординатъ изъ кривыхъ силы и разности потенціаловъ; приборъ Розе даетъ возможность получить и ее автоматически слѣдующимъ образомъ. Параллельно спирали NO потенціометра (фиг. 26) помѣщается подобная же нейзильберная спираль N'O'; токъ отъ зажимовъ машины T, T' проходитъ черезъ эту спираль и черезъ добавочное большое сопротивленіе R. Точка B соединяется съ серединой спирали, а точка A—съ скользящимъ контактомъ, причемъ сопротивленіе AB не остается постояннымъ во все время измѣренія, а измѣняется пропорціонально силѣ тока. Для этого предварительно получаютъ кривую силы тока и тогда разстояніе AB въ данный моментъ опредѣляется знакомъ и длиною соотвѣтствующей ординаты этой кривой Разность потенціаловъ между A и B, или между P и Q, пропорціональна какъ разстоянію AB, такъ и силѣ тока, протекающаго по спирали; а такъ какъ первая величина въ свою очередь пропорціональна силѣ тока i въ данный моментъ, вторая же электродвижущей силѣ e, то, очевидно, ординаты полученной такимъ образомъ кривой будутъ пропорціональны произведенію ie, т. е. работѣ въ данный моментъ.



Фиг. 26.

На фигурѣ 27 представлены образцы нѣкоторыхъ полученныхъ пр. Розе кривыхъ. Кривыя I и II, III и IV



Фиг. 27.

изображаютъ соотвѣтственно электродвижущія силы и силы тока во вторичной обмоткѣ трансформатора; въ первомъ случаѣ въ цѣпь была включена индуктивная спираль, во второмъ—конденсаторъ.

Всѣ кривыя обнаруживаютъ присутствіе при синусондѣ высшихъ гармоническихъ. Напр., въ кривой I анализъ находитъ 3-ю, 5-ю, 9-ю, также 13-ю и 15-ю гармоническія; двѣ послѣднія обусловливаются неровностями арматуры динамомашины, вліяющими на величину индукцій черезъ воздушный слой.

(The Electrician).

Телеграфія безъ проводовъ. Извѣстно, что въ Англіи дѣятельно продолжаются опыты съ системой телеграфированія Маркони. Послѣднее время довольно интересными опытами являются произведенные телеграфной компаніей „Wireless Telegraph Company“ между Бурнемутомъ и островомъ Вайтъ.

Моллой дѣлалъ докладъ объ этихъ опытахъ въ Королевскомъ Обществѣ въ Дублинѣ и опубликовалъ теперь ихъ для ознакомленія публики съ современнымъ состояніемъ вопроса о телеграфированіи безъ проводовъ. Два вышеназванные пункта находятся одинъ отъ другого на разстояніи 14 миль.

Телеграфный постъ въ Бурнемутѣ помѣщается въ нижнемъ этажѣ дома, обращеннаго главнымъ фасадомъ къ морю. На столѣ, поставленномъ посреднѣ залы, находились рядомъ передающій аппаратъ и пріемникъ. Въ саду напротивъ дома на разстояніи около 28 метровъ помѣщалась мачта, высотою 36 метровъ; на вершинѣ этой мачты былъ прикрѣпленъ конецъ изолированной мѣдной проволоки; другой конецъ этой проволоки проходилъ черезъ окно и оканчивался у дѣйствующаго аппарата. Постъ на островѣ Вайтѣ былъ устроенъ подобнымъ же образомъ. Передаточный аппаратъ состоялъ изъ индукціонной катушки въ 0,25 метр., получающей токъ отъ маленькой аккумуляторной батареи. Катушка давала искру въ 0,20 метра, если считать разстояніе между двумя точками мѣди; но, на дѣлѣ, искры вспыхивали между двумя мѣдными шарами, имѣвшими 0,019 метра діаметромъ, и находившимися на разстояніи 0,07 метр. одинъ отъ другого; такимъ образомъ, чтобы искры были сильны, для обезпеченія появленія электромагнитныхъ волнъ достаточной силы. Одинъ изъ этихъ шаровъ былъ соединенъ съ вертикальнымъ проводомъ, другой же—съ землей. Этотъ аппаратъ называется осциляторомъ (колебатель), такъ какъ, когда вспыхиваетъ искра, электрическій разрядъ колеблется въ воздухѣ между двумя шарами и вдоль всей длины вертикальной проволоки, вызывая такимъ образомъ появленіе электромагнитныхъ волнъ, которыя распространяются по всѣмъ направленіямъ въ пространствѣ. Токъ, питающій катушку, направляется ключемъ Морзе. Давленіе на ключъ посылаетъ сигналъ, соотвѣтствующій продолжительности давленія.

Пріемникъ состоялъ изъ когерера, который собиралъ волны, пронизывающія атмосферу, и находившагося рядомъ съ нимъ маленькаго элемента, приводимаго въ дѣйствіе когереромъ, и заставлявшаго дѣйствовать релэ и, наконецъ, батареи изъ 12 элементовъ, которая, будучи управляема релэ, приводила въ дѣйствіе пріемникъ Морзе, печатавшій сигналы. Слѣдующіе опыты будутъ произведены между островомъ Вайтомъ и Шербургомъ на разстояніи 60 миль, если на то послѣдуетъ разрѣшеніе французскаго правительства.

(L'Électricien.)

Лампочка накаливанія В. Нернста. — Нѣкоторыя соли, окислы и др. химическія соединенія обладаютъ тѣмъ свойствомъ, что при обыкновенной температурѣ онѣ являются почти совершенными непроводниками; будучи же нагрѣты до самосвѣченія, уже сравнительно легко пропускаютъ токъ. Слѣдовательно, если бы можно было нагрѣть подобное вещество до надлежащей температуры и пропустить затѣмъ чрезъ него токъ такой силы, чтобы выдѣляемая имъ Джоулева теплота была достаточна для поддержанія постоянной температуры тѣла, то вопросъ устройства лампочекъ накаливанія на новыхъ принципахъ можно бы считать рѣшеннымъ. Это заключеніе сдѣлалъ В. Нернстъ еще нѣсколько лѣтъ тому назадъ, но практическое осуществленіе этой идеи ему удалось лишь недавно и въ слѣдующемъ видѣ: просверливъ по оси обыкновенную рыночную палочку магнезіи, Нернстъ ввелъ внутрь ея тонкій угольный сердечникъ. Затѣмъ такая палочка включалась въ цѣпь съ сильнымъ токомъ, который проходя по углю, нагрѣвалъ его, а слѣдовательно и магнезію, до состоянія самосвѣченія послѣдней, а затѣмъ роль тока ограничивалась уже лишь поддержаніемъ постоянной температуры магнезіи. Конечно, палочка помѣщалась въ грушу обыкновенной лампочки накаливанія съ возможно разрѣженнымъ воздухомъ. По исчисленіямъ изобрѣтателя, потребленіе энергіи его лампой значительно ниже потребленія обыкновенныхъ лампочекъ накаливанія и уменьшается обратно плотности воздуха въ грушѣ; такъ, если воздухъ изъ груши не вполнѣ выкаченъ, то для лампы нужно 1,1 ватта на свѣчу; если же разрѣженіе полное, то достаточно всего 0,7—0,8 ватта, причемъ перемѣнные токи предпочтительны предъ постоянными, ибо въ послѣднемъ случаѣ явленіе осложняется электролитическимъ смѣщеніемъ частицъ накаленнаго вещества.

Нелишне упомянуть, что первыя попытки въ этомъ направленіи, хотя и неудачныя, были сдѣланы еще 20 лѣтъ тому назадъ Яблочковымъ, работавшимъ надъ самосвѣченіемъ каолина.

(L'Eclairage Électrique).

БИБЛІОГРАФІЯ.

Сборникъ статей въ помощь самообразованію по Математикѣ, Физикѣ, Химіи и Астрономіи, составленныхъ кружкомъ преподавателей. Выпускъ II (съ 5 портретами и 118 чертежами). Москва. 1898.

Мы отмѣтили уже въ нашемъ журналѣ выходъ перваго выпуска Сборника статей по Физикѣ, Химіи, Математикѣ и Астрономіи, составленныхъ кружкомъ преподавателей высшихъ и среднихъ учебныхъ, заведеній подъ общимъ наблюденіемъ приватъ-доцента Московскаго Университета А. П. Реформатскаго.

Теперь вышелъ второй выпускъ этого сборника, заключающій одиннадцать статей по физикѣ и одну по метеорологіи. Статьи написаны вообще интересно; жаль только, что кое-гдѣ встрѣчаются неточности въ выраженіяхъ, могущія затруднить читателя, да, кромѣ того, нѣкоторыя мѣста написаны ужъ слишкомъ возвышеннымъ слогомъ.

Вотъ перечень статей, попавшихъ въ разсматриваемый выпускъ: физика атмосферы (метеорологія); физическая теорія свѣта; спектральный анализъ; различные виды люминесценціи (самосвѣченія) тѣлъ; фотографія; глазъ и зрѣніе; объ оптическихъ инструментахъ; источники электрической энергіи; основанія электрическихъ измѣреній; приложеніе электричества къ практикѣ; о природѣ электромагнитныхъ явленій; ученіе о звукѣ и музыка. Какъ видно изъ этого перечня четыре статьи посвящены электричеству.

Первая изъ нихъ, „источники электрической энергіи“, задумана авторомъ (г. Миткевичемъ) очень удачно. Написана она тоже хорошо, жаль только, немного сжато.

Во второй статьѣ г. Вульфъ тоже очень удачно изложилъ основанія электрометріи.

Третья статья, самая обширная, принадлежащая нѣсколькимъ авторамъ, посвящена нѣкоторымъ приложеніямъ электричества къ практикѣ. Именно электрическому освѣщенію, электродвигателямъ и ихъ примѣненіямъ, примѣненіямъ электричества къ военному и морскому дѣлу, телеграфамъ и телефонамъ и электрохиміи.

Въ этой статьѣ поражаетъ полное отсутствіе свѣдѣній о трудахъ русскихъ ученыхъ и изобрѣтателей, тогда какъ иностранныхъ именъ встрѣчается достаточное количество. Не говоря уже о томъ, что открытіе вольтовой дуги приписано Дэви, а о проф. Петровѣ и не упомянуто, даже такія имена, какъ Яблочкова, Ладыгина не встрѣчаются на страницахъ сборника. О Ленцѣ тоже говорится какъ-то вскользь. Пріятное исключеніе представляетъ статья „Электрохимія“, гдѣ авторъ г. Ліандеръ не полѣнился дать свѣдѣнія о работахъ Якоби, Федорова и другихъ.

Послѣдняя статья г. Постникова представляетъ изъ себя элементарное изложеніе современныхъ взглядовъ на природу электромагнитныхъ явленій.

Къ настоящему выпуску сборника приложены портреты Френеля, Кирхгофа, Гельмгольца, Якоби и Фарадея.

Этимъ выпускомъ заканчивается томъ статей по физикѣ; съ третьяго выпуска пойдутъ уже статьи по химіи и астрономіи. *М. Ш.*

Солнце, земля и электричество. (Глава изъ новой теоріи мірозданія). Проф. **Ир. Скворцовъ.** Харьковъ. 1897 г. 35 стр.

Брошюра г. Скворцова напоминаетъ читателю цѣлый ворохъ самыхъ элементарныхъ свѣдѣній по метеорологіи, физической географіи, астрономіи и физикѣ и на основаніи этого весьма разрозненнаго при настоящемъ состояніи наукъ матеріала предлагаетъ читателю главу изъ новой теоріи мірозданія. „Глава" эта выходитъ совсѣмъ неудобопонятною.

Основная мысль брошюры крайне удивительна, что признаетъ и самъ авторъ: „Человѣкъ (стр. 15) получаетъ необходимую для энергіи силу изъ пищи, а вся земля получаетъ ее въ чистомъ видѣ изъ солнца. Все это, конечно, вполнѣ понятно, и, поэтому, сказать, что солнце прямо *непосредственно не согрѣваетъ* и не освѣщаетъ земли, значитъ, сказать полнѣйшую нелѣпость, даже прямо безуміе". И все таки авторъ говоритъ именно это и говоритъ это такимъ языкомъ, какимъ отличается приведенная цитата.

Авторъ причисляетъ себя къ школѣ „динамистовъ", которые признаютъ только динамическое равновѣсіе. Онъ полагаетъ, что всѣ силы земныхъ тѣлъ (включая и химическое сродство) стремятся къ равновѣсію съ силами солнца; отсюда происходитъ и тепло, и ощущенія (нервные токи), и всѣ прочія явленія. Въ основѣ всѣхъ явленій лежитъ *онтодина* (стр. 15), ближайшимъ производнымъ которой является электричество. Солнце дѣйствуетъ на землю электрическою индукціею, т. е. первою производною онтодины, которая и даетъ начало всѣмъ дальнѣйшимъ ея производнымъ.

Увлекательно желаніе автора соединить всѣ явленія въ одно цѣлое, но, пока это не доказано еще логикою фактовъ, мысли автора являются необоснованными мечтаніями.

Профессоръ С. Томпсонъ. Динамоэлектрическія машины. Перевелъ съ 6-го англ. изданія инж.-мех. **Д. Головъ.** Выпуски II—VI. 1898 г. С.-Петербургъ. Цѣна по подпискѣ 7 руб.

Мы уже говорили объ этомъ цѣнномъ переводномъ трудѣ г. Голова по поводу выхода въ свѣтъ его I-го выпуска. Настоящимъ VI-мъ выпускомъ заканчивается первый томъ сочиненій С. Томпсона, представляющій собою полный курсъ динамо-машинъ постояннаго тока, причемъ двѣ главы посвящаются проектированію динамо (стр. 417—514), а три послѣднія (стр. 515—623)—техническому описанію примѣровъ современныхъ динамо для различныхъ цѣлей.

Сочиненіе это можетъ стать настольною книгою для всякаго, имѣющаго дѣло съ динамомашинами. Нельзя перечислить всѣхъ случаевъ, когда можетъ помочь обращеніе къ эрудиціи и многолѣтней опытности такого техника и ученаго, какъ Сильванусъ Томпсонъ.

Относительно русскаго перевода можно сказать, что онъ выполненъ точно и достаточно яснымъ языкомъ, но все же нельзя не сознаться, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ онъ уступаетъ оригиналу по опредѣленности выраженій. Такъ, напр., на стр. 95 говорится, что поле стремится къ „дальнѣйшему искривленію", тогда какъ ни о какомъ первоначальномъ искривленіи выше не было и рѣчи и не могло быть. На стр. 124 говорится о *перемѣшиваніи* магнитныхъ линій, когда слѣдовало говорить о сліяніи ихъ. На стр. 127 встрѣчаемъ совсѣмъ не употребительный въ русской литературѣ терминъ: угловая сила. На стр. 443 ставится вопросъ „вычислить число проводниковъ", на который отвѣчено: это дѣло опыта. Несообразность отвѣта пропадала бы если бы англійское experience было переведено словомъ: опытность. На стр. 451 встрѣчаемъ: „магнитныя вычисленія". На стр. 605 перечислены причины, заставляющія кривую опускаться внизъ по достиженіи наибольшей высоты, тогда какъ на это не должно быть никакой иной причины, кромѣ геометрической необходимости; слѣдовало предъ словомъ „наибольшей" вставить: „нѣкоторой".

Мы не беремся, однако, указать всѣ неточности; многія изъ нихъ легко могутъ быть правильно поняты самимъ читателемъ по смыслу самаго текста.

Catalogo delle opere di Elettricità e Magnetismo pubblicate in Italia ed all'Estero negli Anni 1885—1897 in vendita presso la Libreria internazionale di **C. Clausen.** Torino. № 1—2, 1° bimestre 1898.

Каталогъ сочиненій по электричеству и магнитизму, вышедшихъ въ Италіи и заграницей въ 1885—1897 гг. и имѣющихся для продажи въ Туринской книжной торговлѣ **Клаузена.** Цѣна 1 фр. (40 коп.).

Этотъ каталогъ представляетъ собою очень подробный перечень названныхъ сочиненій и періодическихъ изданій, появившихся въ Италіи, Германіи, Франціи, Бельгіи, Англіи, Америкѣ, Испаніи, Голландіи и Даніи. 27 послѣднихъ страницъ заняты удачно и со знаніемъ дѣла составленнымъ предметнымъ и именнымъ указателемъ къ каталогу. Для опредѣленія степени полноты изданія г. Клаузена замѣтимъ, что относительно х-лучей указано болѣе 80 монографій, объ электрическомъ освѣщеніи—болѣе 200, объ электрическихъ трамваяхъ—болѣе 50; даже, напр., объ огняхъ св. Эльма—2. Наиболѣе полно перечислены труды итальянскихъ электриковъ. Изъ русскихъ изданій попадаются лишь тѣ, которыя вышли не на русскомъ языкѣ, какъ, напр., работа кн. Голицына объ х-лучахъ, Библіографія г. Щепанскаго.

Каталогъ г. Клаузена, выходящій періодически, можетъ служить пособіемъ для интересующагося электрическою литературою.

Elektrotechnische Bibliothek. IV Band. **Die galvanischen Batterien, Accumulatoren und Thermosäulen.** Von **W. Ph. Hauck.** Mit 120 Abbildungen. Vierte Auflage. A. Hartleben's Verlag in Wien, 1898.

Электротехническая библіотека. Т. IV. **Гальваническія батареи, аккумуляторы и термобатареи. В. Ф. Гаука.** Цѣна 1 руб. 80 коп.

Эта книжка—четвертый томъ обширной „Электротехнической библіотеки", издаваемой А. Гартлебеномъ,—вышла нынѣ уже четвертымъ изданіемъ. Уже одинъ этотъ фактъ (первое изданіе помѣчено 1883 года) говоритъ въ пользу труда В. Ф. Гаука. Первое изданіе этой книги представляло въ свое время старательное и полное собраніе различныхъ типовъ и видоизмѣненій гальваническихъ элементовъ, аккумуляторовъ, термоэлектрическихъ и газовыхъ батарей, болѣе или менѣе извѣстныхъ въ то время. Настоящее изданіе значительно дополнено, нѣкоторые отдѣлы (статьи объ элементѣ Лекланше и объ аккумуляторахъ) переработаны, въ соотвѣтственныхъ случаяхъ, текстъ снабженъ подробными примѣчаніями. Съ удовольствіемъ отмѣчаемъ также то обстоятельство, что въ настоящемъ изданіи отведено значительно больше мѣста теоретическимъ вопросамъ и между прочимъ выясненію процессовъ, происходящихъ во время работы элементовъ.

Число рисунковъ (сравнительно съ первымъ изданіемъ) увеличено въ полтора раза, причемъ всѣ выполнены безукоризненно. Цѣнность труда увеличиваетъ еще и указаніе авторомъ многочисленныхъ литературныхъ источниковъ.

Что касается русскихъ работъ, то онѣ представлены въ книжкѣ г. Гаука далеко не съ достаточной полнотой; не упомянуты нѣкоторыя изъ наиболѣе выдающихся; такъ, напр., автору, повидимому неизвѣстны типы элементовъ Рубановича и Имшенецкаго.

Въ общемъ, трудъ г. Гаука представляетъ несомнѣнный интересъ для спеціалистовъ и практиковъ, обладающихъ достаточной подготовкой; кромѣ того онъ съ пользой можетъ служить отличной справочной книгой.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Сжиженіе водорода и гелія.—Англійскому химику проф. Джемсу Дюару удалось получить жидкій водородъ и гелій въ большомъ количествѣ; именно: онъ получилъ 20 см.³ жидкаго водорода въ 5 минутъ, заставляя подъ давленіемъ 180 стм. очень быстро протекать водородъ охлажденный до — 205° Ц. по змѣевику, конецъ котораго былъ погруженъ въ пустой сосудъ дважды посеребреный, окруженный вторымъ пустымъ сосудомъ, температура котораго поддерживалась ниже 200° Ц. Жидкій водородъ даетъ возможность получить температуру на 20°—30° выше абсолютнаго нуля и изучать свойства различныхъ веществъ при этихъ низкихъ температурахъ, о которыхъ раньше не имѣли понятія.

Повторяя свои опыты Д. Дюаръ получилъ 50 см.³ жидкаго водорода. Кусокъ шерсти пропитанный жидкимъ водородомъ и помѣщенный между полюсами сильнаго электромагнита, намагничивается вслѣдствіи того, что на его поверхности образуется слой твердаго воздуха.

Помѣщая запаянную трубку съ геліемъ въ жидкій водородъ, Дюаръ получилъ сгущенный гелій. Жидкій кислородъ въ трубкѣ, при погруженіи этой послѣдней въ жидкій водородъ обращается въ твердое тѣло голубого цвѣта и такимъ образомъ Дюаръ получилъ *кислородъ* въ видѣ *стержней*. Вотъ каковы блестящіе результаты тѣхъ опытовъ, которые производились еще въ 1877 году въ Женевѣ — Кальете.

Международная электрическая выставка въ Комо. 1899 г.—Въ 1899 году въ г. Комо (Италія) роднѣ знаменитаго Александра Вольты, организуется выставка и созывается конгрессъ въ ознаменованіе столѣтія изобрѣтенія вольтова столба, прототипа теперешнихъ элементовъ. Выставка будетъ состоять изъ двухъ частей: международной электрической выставки и національной выставки шелковой промышленности, процвѣтающей въ названномъ городѣ, для ознакомленія съ современнымъ состояніемъ примѣненія электрической энергіи въ этой отрасли промышленности. Выставка будетъ открыта 15 мая и продолжится до 15 октября 1899 года. Желающіе участвовать должны обращаться въ Распорядительный Комитетъ въ г. Комо, причемъ заявленія принимаются до 31 октября 1898 года. Подробности можно узнать по адресу: Italie. Côme. Exposition internationale d'électricité. Comité Exécutif.

Двигатель для лодокъ.—Нѣкто Бовикъ изобрѣлъ аппаратъ, позволяющій обратить какое угодно судно въ самодвижущееся; достаточно только впереди его поставить этотъ приборъ, а на судно поставить батарею аккумуляторовъ, которая будетъ давать двигательную силу аппарату. Этотъ послѣдній помѣщается на особомъ поплавкѣ, соединенномъ съ лодкой, и приводитъ въ дѣйствіе винтъ, который защищенъ отъ внѣшнихъ ударовъ; сотрясеніе, производимое обыкновенно винтомъ и очень непріятное при большой скорости, не ощущается такимъ образомъ на лодкѣ. Управленіе этимъ аппаратомъ очень просто и производится человѣкомъ, сидящимъ впереди буксируемаго судна: онъ держитъ въ рукахъ двѣ бичевки и, чѣмъ сильнѣе ихъ тянетъ, тѣмъ быстрѣе идетъ лодка, вслѣдствіе увеличенія быстроты вращенія двигателя, въ цѣпь котораго посредствомъ особаго регулятора вводится большое количество аккумуляторовъ. Судно съ такимъ двигателемъ движется со скоростью около 13 километровъ въ часъ.

Военный воздушный шаръ Соединенныхъ Штатовъ.—На островъ Статенъ привезенъ изъ форта Логана (штатъ Колорадо) привязной воздушный шаръ, который предназначается для наблюденія за непріятельской эскадрой, если бы таковая желала блокировать берегъ. Шаръ этотъ снабженъ сильнымъ электрическимъ прожекторомъ и соединенъ телефономъ съ землей.

Молніеносная бомба.— Къ безумнымъ затѣямъ относится проектъ одного американца, который предлагаетъ уничтожить совершенно испанцевъ изобрѣтенной имъ молніеносной бомбой. Бомба эта, по словамъ изобрѣтателя, насыщается электричествомъ и обладая энергіей въ нѣсколько милліоновъ киловатт-часовъ или даже киловатъ-годовъ, совершенно безопасна для своихъ, но если ее бросить, напримѣръ на непріятельское судно, то она разрывается и энергія, выдѣляемая ею, уничтожаетъ все окружающее.

Автоматическая штора.— Одна берлинская фирма пустила недавно въ обращеніе новое изобрѣтеніе, являющееся послѣднимъ словомъ въ области автоматическихъ приборовъ. Это—оконная штора, автоматически опускающаяся, какъ только солнце заглянетъ въ окно, и также автоматически поднимающаяся, когда солнце заходитъ или прячется за облака. Механизмъ состоитъ изъ двухъ стеклянныхъ шариковъ, соединенныхъ U-образной трубкой; въ одномъ изъ шариковъ находится только воздухъ, другой же наполненъ черной шерстью. Въ нижней части трубки помѣщается столбикъ ртути, въ которую погружена платиновая проволочка, впаянная въ стекло и идущая отъ батареи. Въ оба колѣна трубки впаяно также по платиновой проволочкѣ, изъ концовъ одна касается ртути только тогда, когда послѣдняя стоитъ на одинаковой высотѣ въ обоихъ колѣнахъ, другая же—тогда, когда уровень ртути въ одномъ колѣнѣ повышается. Когда солнечные лучи попадаютъ на этотъ приборъ, черный шарикъ поглощаетъ большее количество тепла, воздухъ въ немъ расширяется сильнѣе и гонитъ столбикъ ртути въ противоположное колѣно; ртуть замыкаетъ цѣпь маленькаго электродвигателя, управляющаго движеніемъ шторы, и послѣдняя опускается. Но какъ только штора дойдетъ до низу, особый коммутаторъ автоматически размыкаетъ токъ и переводитъ двигатель на обратный ходъ. Когда же солнце заходитъ и перестаетъ согрѣвать черный шарикъ прибора, воздухъ въ немъ сжимается, ртуть опускается и устанавливается на одинаковомъ уровнѣ въ обоихъ колѣнахъ трубки, при чемъ второй контактъ снова замыкаетъ токъ: двигатель опять начинаетъ вращаться, но уже въ обратную сторону, и штора поднимается. Когда она дойдетъ до верха, тотъ же коммутаторъ опять размыкаетъ токъ и переводитъ двигатель на прежній ходъ и т. д.

Электрическій почталіонъ.—По словамъ американскаго журнала „Scientific American", въ нѣкоторыхъ домахъ города Женевы (Швейцарія) устроено приспособленіе для непосредственнаго полученія адресатомъ писемъ, оставляемыхъ внизу. Въ нижнемъ этажѣ дѣлается рядъ ящиковъ, соотвѣтственно числу квартиръ. Какъ только письмо будетъ брошено въ ящикъ, въ соотвѣтственной квартирѣ начинаетъ звонить электрическій звонокъ, токъ котораго дѣйствуетъ въ тотъ же моментъ на клапанъ, управляющій впускомъ воды въ гидравлическій подъемъ изъ резервуара, находящагося наверху дома. Подъ давленіемъ воды ящикъ подымается до назначенной квартиры и автоматически остановившись выбрасываетъ свое содержимое въ другой ящикъ, находящійся въ квартирѣ. Въ тоже время притокъ воды прекращается, звонокъ перестаетъ звонить и почтовый ящикъ спускается внизъ на первоначальное мѣсто готовый къ принятію новыхъ порученій.

Редакторъ А. И. Смирновъ.