

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

О способахъ изслѣдованія исправности громоотводовъ надъ пороховыми погребами и складами взрывчатыхъ веществъ инженернаго вѣдомства.

Сообщеніе Н. М. Сокольскаго *).

Краткое описаніе громоотводовъ инженернаго вѣдомства. Громоотводы Инженернаго вѣдомства **), строящіяся по типу громоотводовъ Мельсанса, отличаются отъ прежней Франклиновской системы тѣмъ, что вмѣсто высокихъ приемныхъ штангъ, устанавливаемыхъ въ ограниченномъ количествѣ на крышѣ зданія, располагаются по коньку и ребрамъ крыши многочисленныя пучки заостренныхъ желѣзныхъ спицъ на разстояніи, примѣрно, 3-хъ сажень другъ отъ друга. Спицы эти, длиною отъ 0,75 до 1 метра, изготовляются изъ желѣзной цинкованной проволоки, діаметромъ 6 мм. Пучки спицъ, укрѣпленныхъ извѣстнымъ образомъ въ своихъ мѣстахъ на крышѣ, соединяются между собой продольными проводами, которые, свѣшиваясь по сторонамъ строенія, должны доходить до вершины цоколя. Кромѣ проводовъ, соединяющихъ между собою пучки спицъ, прокладываются еще провода, обхватывающіе строеніе въ поперечномъ направленіи и свѣшивающіеся по обѣимъ сторонамъ строенія до вершины цоколя. Эти отводные поперечные провода, состоящіе такъ же, какъ и спицы, изъ цинкованной 6-ти мм. проволоки, обхватываются подъ свѣсомъ крыши, у карниза, такимъ же соединительнымъ проводомъ. Для соединенія описанной сѣти проводовъ съ подпочвою, противъ каждаго изъ проводовъ, свѣсившихся надъ цоколемъ, у самаго строенія втыкаются въ землю на глубину $1\frac{1}{2}$ —2 сажень цинкованная 6-ти мм. желѣзная проволока.

Цѣль изслѣдованія громоотводовъ. Главныя условія для цѣлесообразнаго дѣйствія громоотвода, какой бы системы онъ ни былъ, заключается въ томъ, чтобы провода его, какъ наружные, такъ и подземные, имѣли достаточно боль-

шое поперечное сѣченіе; чтобы они были непрерывны, т. е. отдѣльныя части ихъ имѣли между собой хорошей металлическій контактъ и, наконецъ, чтобы земляное сообщеніе имѣло достаточно большую электрическую проводимость. Отсюда слѣдуетъ, что испытаніе громоотводовъ должно состоять:

1. Въ тщательномъ предварительномъ осмотрѣ всѣхъ наружныхъ частей громоотвода, съ цѣлью убѣдиться въ ихъ металлической цѣлости. Закрытыя соединительныя провода должны быть вскрыты съ цѣлью убѣдиться, не повреждена ли ихъ поверхность окислами и не уменьшилось ли вслѣдствіе этого поперечное сѣченіе металла.

2. Въ осмотрѣ всѣхъ спаекъ и сросцовъ, сдѣланныхъ въ вѣтвяхъ громоотвода между собой, а также между ними и металлическими массами внутри зданія.

3. Въ измѣреніи электрическаго сопротивленія земляного контакта или сопротивленія схода электричества въ землю.

Послѣднее испытаніе составляетъ наиболѣе важную часть изслѣдованія исправности громоотводовъ и цѣль его состоитъ въ томъ, чтобы посредствомъ электроизмѣрительныхъ приборовъ узнать, способна ли земля поглотить въ себя весь электрическій зарядъ безъ опасности для охраняемаго зданія. Это изслѣдованіе представляется также и наибольшую трудность, такъ какъ при измѣреніи земныхъ контактовъ приходится имѣть дѣло съ посторонними земными электрическими токами, искажающими во многихъ случаяхъ показанія измѣрительныхъ приборовъ.

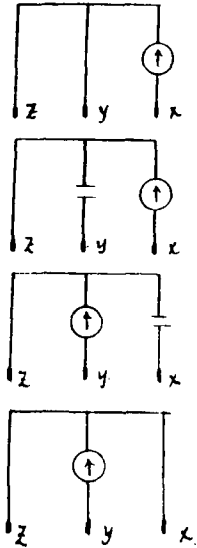
Общіе приемы измѣреній земныхъ контактовъ громоотводовъ. Для электрическаго измѣренія земныхъ контактовъ громоотводовъ извѣстно нѣсколько различныхъ приемовъ, изъ которыхъ применяются къ дѣлу тѣ или другіе, въ зависимости отъ того, имѣется ли вблизи громоотвода водопроводная или газопроводная сѣть, или же таковой не имѣется. Въ послѣднемъ случаѣ употребляются тѣ или другіе приемы измѣреній въ зависимости отъ слѣдующихъ условий: 1) громотводъ имѣетъ только одно земляное сообщеніе, причѣмъ: а) по близости имѣются два колодца; б) вмѣсто колодцевъ имѣется рѣка, ручей или прудъ; в) вблизи имѣется только одинъ колодецъ; г) имѣющійся колодецъ недостаточно

*) Въ засѣданіи VI отдѣла И. Р. Т. О. 12 марта 1899 г.

**) Инженерный Журналъ 1891, IX.

глубокъ, чтобы покрыть водой вспомогательную пластину въ вертикальномъ ея положеніи; д) вблизи громоотвода не имѣется колодца и вообще воды; 2) громоотводъ снабженъ двумя отдѣльными земляными сообщениями, и 3) громоотводъ имѣеть три или болѣе земляныхъ сообщеній.

Въ громоотводахъ инженернаго вѣдомства, какъ выше указано, вмѣсто устройства особыхъ земляныхъ сообщеній зарываютъ громоотводные провода въ землю на глубину отъ 1½ до 2-хъ саженъ; устройства же общаго землянаго сообщенія въ видѣ глубокихъ колодцевъ, или отвода проводовъ на дальнее разстояніе къ водѣ пока не дѣлается до выясненія опытомъ необходимости въ этомъ. Поэтому къ громоотводамъ инженернаго вѣдомства, казалось бы, ближе относится послѣдній (з) изъ перечисленныхъ приемовъ измѣреній, который состоитъ въ слѣдующемъ: Положимъ, что имѣется три отдѣльныхъ земныхъ сообщенія x , y , z , электрическое сопротивление которыхъ требуется измѣрить.



Фиг. 1.

Разобщая послѣдовательно земляныя сообщенія, какъ указано въ схемѣ (фиг. 1), производить четыре измѣренія, причѣмъ четвертое служить повѣрочнымъ.

$$\begin{aligned} x + \frac{yz}{y+z} &= C & x &= A - \sqrt{B(A-C)} \\ x + z &= A & y &= B - \sqrt{B(A-C)} \\ y + z &= B & z &= \sqrt{B(A-C)} \\ y + \frac{xz}{x+z} &= D \end{aligned}$$

Если вычислены отдѣльныя величины x , y , z , то сопротивление всѣхъ земляныхъ сообщеній будетъ равно:

$$W = \frac{x \cdot y \cdot z}{xy + yz + xz}$$

При большемъ числѣ земляныхъ сообщеній выключаютъ только два изъ нихъ, способъ же измѣреній остается тотъ же, только вмѣсто сопротивления остальныхъ земляныхъ сообщеній. Послѣ испытанія къ земляному проводу вновь приращиваютъ выключенные провода.

Вышеуказанный приемъ измѣренія значительно можно бы упростить, принимая въ расчетъ, что сопротивления земныхъ контактовъ въ громоотводахъ инженернаго вѣдомства должны имѣть

приблизительно одинаковую величину въ каждомъ проводѣ, опущенномъ въ землю, если мѣры проводовъ одинаковы, зарыты они въ землю на одну и ту же глубину и на небольшомъ сравнительномъ участкѣ, гдѣ характеръ почвы можно считать болѣе или менѣе одинаковымъ.

Въ такомъ случаѣ можно было бы примѣнить слѣдующій приемъ для измѣренія сопротивления землянаго сообщенія въ громоотводахъ Мельсанса.

Выдѣлить два любыхъ провода изъ общей громоотводной сѣти и включить между ними измѣрительный приборъ. Называя сопротивление земного контакта каждаго изъ проводниковъ черезъ x , а показаніе измѣрительнаго прибора черезъ A , получимъ:

$$x = \frac{A}{2}$$

Для проверки можно измѣрить сопротивление другой пары и взять среднее число изъ двухъ наблюдений. Если громоотводная сѣть не соединена съ водопроводомъ или подобнымъ подземнымъ сооруженіемъ, то общее сопротивление всей громоотводной подземной сѣти, состоящей изъ n проводниковъ, должно быть равно:

$$x = \frac{A}{2n}$$

О максимальномъ сопротивленіи земнаго сообщенія громоотводовъ. На вопросъ о томъ, какую минимальную электропроводность, или обратно, какое максимальное сопротивление земныхъ сообщеній въ громоотводахъ можно допустить, не опасаясь за охраняемое зданіе,—современная теорія и практика громоотводовъ вполне опредѣленнаго отвѣта не даютъ.

Авторъ правилъ для устройства громоотводовъ надъ пороховыми погребами и складами взрывчатыхъ составовъ, генералъ-лейтенантъ Крауцольдъ, ссылаясь на авторитетъ профессора Лоджа, указываетъ *), что «отводныя штанги или проволоки должны быть сопрягаемы съ возможно лучшими, какіе представляетъ мѣстность, проводниками электричества. На этомъ основаніи спускающіеся къ низу провода, если не имѣется по близости какого-либо естественнаго водоема въ видѣ озера или рѣки, должны быть загоняемы или опускаемы въ землю настолько, чтобы нижнимъ заостреннымъ своимъ концомъ проникли въ область неизсякаемыхъ грунтовыхъ водъ по крайней мѣрѣ на 40 дюймовъ (1 метр.) своей длины».

Разсматривая вопросъ о наивыгоднѣйшемъ сопротивленіи землянаго сообщенія громоотводовъ, Лоджъ различаетъ два рода случаевъ **): 1) разряды подъ установившимся напряженіемъ, когда они происходятъ изъ заряженной уже

*) Инженерный журналъ 1891, IX, стр. 20 и 21.

**) Головъ. Теорія и практика громоотводовъ, стр. 16.

поверхности, которая раньше, чѣмъ произойдетъ разрядъ, приводитъ воздухъ около точки прорыва въ напряженное состояніе, и 2) случаи стремительныхъ разрядовъ, когда послѣдніе производятся стремительнымъ потокомъ электричества въ незаряженный предварительно проводникъ.

Основываясь на опытахъ съ разрядами лейденскихъ банокъ, Лоджъ приходитъ къ тому заключенію, что въ первомъ случаѣ большое сопротивление (до нѣкотораго предѣла) земляного сообщения составляетъ преимущество для громоотводовъ; во второмъ случаѣ, наоборотъ, малое сопротивление земляного громоотводнаго сообщения является необходимымъ для успѣшнаго дѣйствія громоотводовъ.

Въ инструкціи англійскаго военно-инженернаго вѣдомства *) относительно примѣненія громоотводовъ для защиты пороховыхъ погребовъ и другихъ зданій по вопросу о земномъ сообщеніи громоотводовъ указывается слѣдующее:

«Относительно земныхъ соединеній самое важное, чтобы электрическое сопротивление, какое они представляютъ, было гораздо меньше того, какое представляетъ какой-либо путь по линіи вѣроятнаго разряда, какъ напр. водосточныя или газовыя трубы внѣ зданія. Земныя соединенія должны быть самыя лучшія, какія только допускаетъ характеръ почвы; слѣдуетъ пользоваться всѣми возможными средствами, какія только способствуютъ проникновенію на большое протяженіе во влажный грунтъ вблизи зданія».

Извѣстные случаи расплавленія или порчи громоотводныхъ проводовъ происходили, какъ всегда можно было выяснитъ изслѣдованіемъ, отъ плохихъ земныхъ соединеній **) и проч.

Извѣстный специалистъ по громоотводамъ, Зелинскій произвелъ рядъ опытовъ надъ громоотводами, употребляемыми для огражденія телеграфныхъ аппаратовъ, съ цѣлью опредѣлитъ вліяніе на дѣйствіе громоотводовъ: числа островъ, разстоянія между электродами въ громоотводахъ, самоиндукціи предохраняемыхъ аппаратовъ и, наконецъ, сопротивленія земляныхъ громоотводныхъ сообщений. Относительно послѣдняго Зелинскій приходитъ къ заключенію, что предохранительное дѣйствіе громоотвода замѣтно не уменьшается при сопротивленіи земляного сообщения даже въ 100 омъ ***); но тутъ же прибавляетъ, что все-таки сопротивление земного сообщения громоотводамъ должно быть возможно меньше.

Докторъ физики Денцлеръ, рассматривая громоотводы, устраиваемые для предохраненія электрическихъ установокъ для освѣщенія и передачи работы ****), утверждаетъ, что сопротивление земляного сообщения въ хорошо устроен-

ныхъ громоотводахъ для охраненія зданій не должно быть болѣе 10—15 омъ.

Профессоръ электротехники въ Вѣнѣ, Вальтенгофенъ по вопросу объ устройствѣ громоотводныхъ земляныхъ сообщений говоритъ *), что все сводится къ тому, чтобы устроить земляное сообщеніе съ возможно меньшимъ сопротивленіемъ, насколько позволяетъ почва и денежныя средства. Если мѣстность не позволяетъ устроить надежный отводъ для грозоваго разряда, то необходимо увеличить число громоотводныхъ проводовъ и соотвѣтственно имъ число земныхъ сообщений. Впрочемъ, прибавляетъ Вальтенгофенъ, общаго правила для этого дать нельзя: для каждаго случая практическая оцѣнка и размѣръ имѣющихся въ распоряженіи средствъ являются критеріумомъ въ этомъ дѣлѣ.

Электротехнической Отдѣлъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества и Техническая Комиссія Электротехническаго Общества въ правилахъ, выработанныхъ для безопаснаго пользованія электричествомъ, установили наибольшій предѣлъ сопротивленія, которое могутъ имѣть земляныя сообщения предохранительныхъ отводовъ въ 100 омъ.

О минимальномъ сопротивленіи земнаго сообщенія громоотводовъ. Что касается вопроса о томъ, какое сопротивление земнаго сообщенія громоотвода при данныхъ размѣрахъ и формѣ электродовъ можно считать предѣльнымъ, меньше котораго нельзя требовать, то теорія этого вопроса вполне разработана. Поэтому, зная характеръ почвы, въ которую погружены металлическія листы или стержни громоотводовъ, можно заранѣе вычислить величину земляного сообщенія даннаго громоотвода.

Сопротивленіе сходу электричества въ землю черезъ различные металлическія отводы, какъ извѣстно, зависитъ отъ формы этихъ электродовъ, отъ положенія ихъ въ землѣ или водѣ и отъ удѣльной электропроводности среды, въ которую помѣщены данныя электроды.

Въ данномъ случаѣ для электродовъ въ громоотводахъ, принятыхъ въ инженерномъ вѣдомствѣ и представляющихъ желѣзные стержни діаметромъ 6 мм., погружаемыхъ въ землю въ отвѣсномъ направленіи на такую глубину, чтобы 1,2 метра этихъ электродовъ находилось въ постоянно влажномъ грунтѣ, сопротивление W схода электричества въ землю между двумя одинаковыми стержнями приблизительно опредѣляется изъ нижеслѣдующей формулы **):

$$W = \frac{\rho}{d\pi} \cdot \frac{\log_e 2n}{2n} \Omega$$

гдѣ:

ρ —удѣльное сопротивление грунтовой воды, равное 10^4 омъ сантиметрамъ,

d —діаметръ стержня въ сантиметрахъ,

n —отношеніе длины стержня къ его диаметру.

*) Головъ. Теорія и практика громоотводовъ, стр. 128.

**) Тамъ же, стр. 130.

***) Elektrotechnische Zeitschrift. 1893, Heft 23, S. 336.

****) Schweizerische Bauzeitung 1894, Bd XXIV, № 12, S. 83.

*) Dr. A. von Waltenhofen. Über Blitzableiter. S. 31.

**) Kalender für Elekt., 1899.

Подставляя въ эту формулу, вмѣсто d , соответствующее ему значеніе 0,6 см., а вмѣсто n — отношеніе $\frac{120}{0.6} = 200$, для данного случая получимъ:

$$W = \frac{10.000}{0,6 \cdot 3,14} \cdot \frac{\log_e 400}{400} = 79,6$$

Называя сопротивление схода электричества въ землю для одного стержня черезъ w , получимъ:

$$W = 2w, \text{ откуда } w = \frac{W}{2}$$

Слѣдовательно, въ данномъ случаѣ $w = 40$ омъ. Если громоотводъ, охраняющій зданіе, состоитъ изъ m отводящихъ въ землю вѣтвей или стержней, то общее сопротивление схода электричества въ землю будетъ равно:

$$\Sigma w = \frac{w}{m}$$

Принимая во вниманіе вышеприведенныя мнѣнія авторитетовъ относительно вопроса о сопротивленіи громоотводныхъ земныхъ контактовъ, а также на основаніи теоретическихъ расчетовъ, приходится сдѣлать слѣдующее заключеніе.

Для громоотводовъ, принятыхъ въ Инженерномъ вѣдомствѣ, при условіи погруженія электродовъ (стержней) въ землю въ вертикальномъ направленіи на такую глубину, чтобы они на длинѣ 1 метра находились въ постоянно влажномъ грунтѣ, наименьшее сопротивление земного контакта каждаго изъ громоотводныхъ стержней равняется около 40 омъ. Наибольшее же сопротивление каждаго контакта не должно быть болѣе 100 омъ, а общее сопротивление громотвода не болѣе 10 омъ.

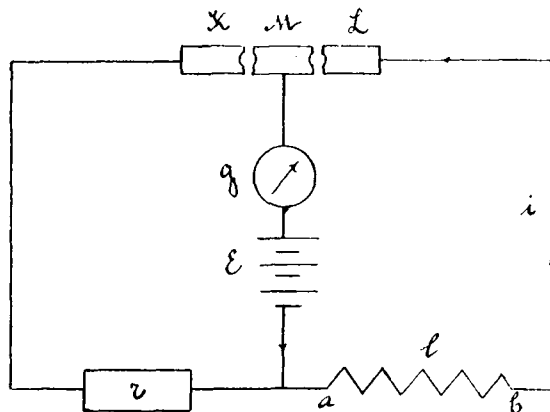
Въ Учебномъ Воздухоплавательномъ паркѣ, на Волковомъ полѣ, построены въ 1893 году громоотводы того именно типа, который принятъ въ Инженерномъ вѣдомствѣ. Громоотводные стержни этихъ громоотводовъ зарыты въ твердый глинистый грунтъ на глубину около 1½ саж. Въ текущемъ году 25 февраля авторомъ были произведены измѣренія электрическаго сопротивления земныхъ контактовъ громоотводныхъ стержней при условіи наибольшаго замерзанія почвы, послѣ сильныхъ морозовъ, продолжавшихся въ теченіе нѣсколькихъ дней до измѣреній. Такъ какъ промерзлая почва представляетъ большое электрическое сопротивление, то результатъ означенныхъ измѣреній слѣдуетъ считать полученнымъ при условіяхъ, весьма не благоприятныхъ для громоотводовъ.

Изъ двадцати наблюденій оказалось однако, что сопротивление земного контакта каждаго изъ громоотводныхъ стержней достигаетъ всего отъ 140 до 160 омъ при внѣшней температурѣ — 11° Ц.

О методахъ электрическихъ измѣреній. Прежде чѣмъ перейти къ разсмотрѣнію электроизмѣри-

тельныхъ приборовъ, применяемыхъ специально для изслѣдованія громоотводовъ, рассмотримъ сперва общіе принципы, на которыхъ основано устройство этихъ приборовъ той или другой конструкціи.

I. Однимъ изъ самыхъ простыхъ способовъ измѣреній будетъ такъ называемый способъ «замѣшенія» (фиг. 2).



Фиг. 2.

Между двумя конечными точками a и b измѣряемаго проводника X , изъ чего бы послѣдній ни состоялъ, включаютъ, соединивъ штепселемъ пластины M и L , послѣдовательно одну или нѣсколько элементовъ E и обыкновенный гальваноскопъ g . Сила тока i , прошедшаго по обмоткамъ гальваноскопа, отклонитъ магнитную стрѣлку послѣдняго на нѣкоторый уголъ a . По закону Ома сила тока равна:

$$i = \frac{E}{\rho + g + x}$$

гдѣ E — электродвижущая сила батареи, ρ — внутреннее сопротивление ея, g — сопротивление обмотки гальванометра, а x — искомое сопротивление проводника l .

Поставивъ штепсель между пластинками K и M коммутатора, включаемъ, вмѣсто измѣряемаго провода l , магазинъ сопротивленія r , подобравъ на немъ известное сопротивление такъ, чтобы стрѣлка гальваноскопа отклонилась на тотъ же уголъ, какъ въ первомъ случаѣ, мы получимъ ту же силу тока i , которая въ данномъ случаѣ будетъ равна:

$$i = \frac{E}{\rho + g + r}$$

Оба эти уравненія равны; слѣдовательно, предполагая, что во время опыта величина электродвижущей силы и внутренняго сопротивления элемента не измѣнились, получимъ:

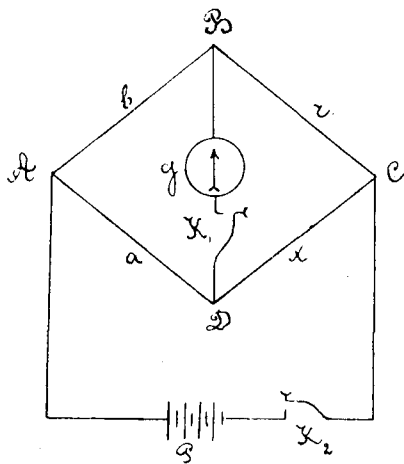
$$x = r.$$

Точность этого метода зависитъ главнымъ образомъ отъ того, насколько въ продолженіе опыта измѣнилась электродвижущая сила и

внутреннее сопротивление элемента. Кроме того, точность зависит от чувствительности гальваноскопа и от относительной величины измеряемого сопротивления и внутреннего сопротивления батареи.

В подземных проводниках, как известно, всегда существует посторонний ток, происходящий от разных причин. При изменении сопротивления земного контакта, электродвижущая сила этого тока, смотря по его направлению, будет увеличивать или уменьшать электродвижущую силу батареи, поэтому величина электродвижущей силы при включении батареи, один раз в измеряемое сопротивление, а другой раз в магазин сопротивлений, — уже не будет одинакова. Если же электродвижущая сила батареи будет велика сравнительно с таковой же земного тока, от чего бы последний ни происходил, то влияние его на результат изменений будет весьма мало.

II. В виду того, что не всегда можно рассчитывать на постоянство элементов при изменении сопротивлений, вообще, применяется такое сочетание батареи, магазина сопротивлений, гальваноскопа и измеряемого сопротивления, которое в электротехнике известно под именем мостика Витстона (фиг. 3).



Фиг. 3.

В этой схеме означены:

- a* и *b* — плечи мостика,
- r* — магазин сопротивлений,
- x* — измеряемое сопротивление,
- g* — гальванометр,
- K₁* и *K₂* — ключи,
- P* — батарея.

Изменяя сопротивление *a*, *b* и *r* так, чтобы получилась пропорция:

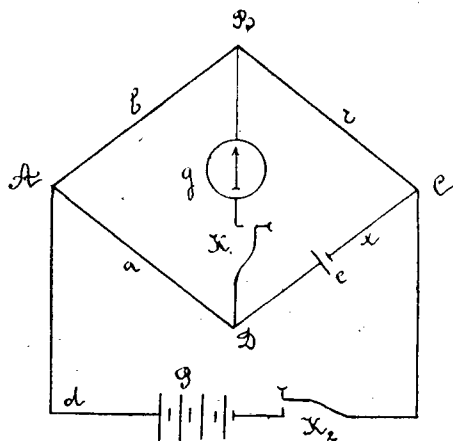
$$a : b = x : r,$$

между точками *B* и *D* получим одинаковые электрические потенциалы, а следовательно при замыкании ключей *K₁* и *K₂* в гальванометре *g*,

включенном в диагональ *BD*, составляющую, так называемый, мостик — тока не будет, а потому стрелка гальванометра останется неподвижною.

Когда приходится измерять сопротивление таких проводников электричества, в которых появляется посторонний ток, как выше было указано, то измерения, основанные на принципе мостика Витстона значительно усложняются.

Из прилагаемой ниже схемы (фиг. 4) видно, что при замыкании ключа *K₁* гальванометра, в



Фиг. 4.

нем обнаруживается ток вследствие электровозбудительной силы *e* в ветви DC мостика, хотя бы плечи мостика и были урановлены с измеряемым сопротивлением и магазином сопротивлений. Это условие, усложняющее измерение, и является как раз при изменении земных сообщений в громоотводах.

Профессор Кемпе указывает следующую способ измерения *) постоянным током с мостиком Витстона при вышеуказанных условиях. Переменяя полюсы земной цепи у зажимов прибора, получают два значения на магазин сопротивлений *r* и *r₁*. Называя внутреннее сопротивление батареи и соединительных проводников к ней через *d*, получим в результате следующую зависимость между величинами, входящими в схему мостика Витстона:

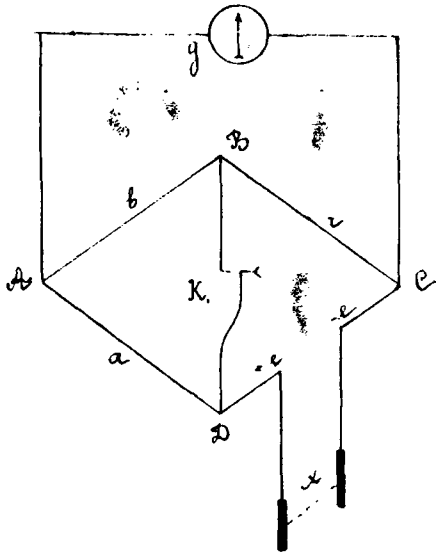
$$x = \frac{a(r+r_1)[d(1+\frac{a}{b})+b]+2rr_1}{2b[d(1+\frac{a}{b})+b]+r+r_1}$$

Столь неудобная для вычисления формула на практике никогда не употребляется. Вместо нее Дризинг предложил следующую формулу, хотя и менее точную, но гораздо более удобную:

$$x = \frac{a}{b} \sqrt{rr_1}.$$

*) Kempe. Traité élémentaire des mesures électriques. 1885. p. 210-211.

III. Въ частномъ случаѣ, когда земныя соединенія громоотвода и вспомогательнаго провода дадутъ гальваническую пару, можно примѣнить для измѣренія сопротивленій земныхъ контактовъ способъ Манса, такъ какъ онъ примѣняется для измѣренія внутренняго сопротивленія элементовъ (Фиг. 5).



Фиг. 5.

Въ этомъ случаѣ въ діагональ AC включается вмѣсто батареи гальванометръ g , а въ діагонали BD оставляютъ открытымъ ключъ K_1 . Когда будетъ существовать пропорція:

$$a : b = x : r,$$

то при нажиманіи ключа K_1 магнитная стрѣлка гальванометра, отклоненная на нѣкоторый уголъ, не будетъ измѣнять своего положенія.

IV. Сравнительная сложность электрическихъ измѣреній при существованіи въ приборѣ земныхъ токовъ была причиной того, что на практикѣ при измѣреніи земныхъ соединеній стали примѣнять методъ Кольрауша, который вмѣсто гальваноскопа въ схемѣ мостика Витстона предложилъ употреблять телефонъ, а вмѣсто гальванической батареи — переменныя индуктивные токи спирали Румкорфа (фиг. 6). Земные токи, если бы даже они имѣли и переменную силу, на телефонъ не окажутъ замѣтнаго вліянія.

Въ этой схемѣ обозначены:

a, b — плечи мостика,

r — магазинъ сопротивленій,

x — измѣряемое сопротивленіе,

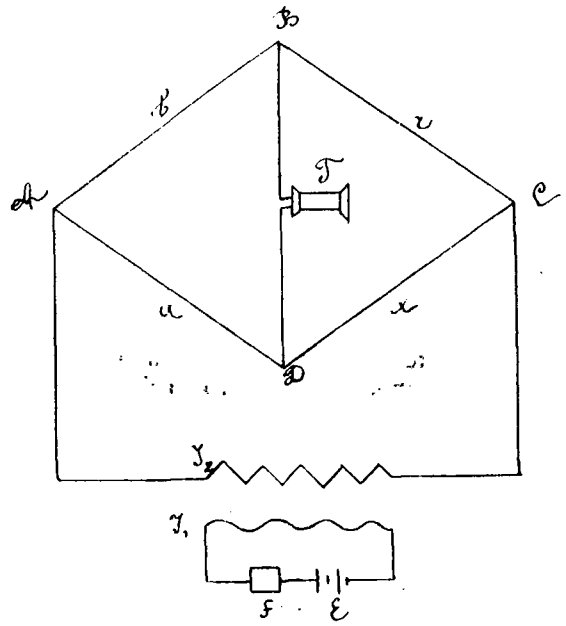
I_1 и I_2 — первич. и вторич. обмотки спирали Румкорфа,

F — прерыватель,

E — батарея.

Недостатокъ подобныхъ приборовъ заключается главнымъ образомъ въ томъ, что иногда

нельзя добиться въ телефонѣ полного умолканія, въ особенности, если измѣряемый проводникъ обладаетъ значительнымъ коэффициентомъ самоиндукціи.



Фиг. 6.

Электроизмѣрительные приборы для громоотводовъ. Между электроизмѣрительными приборами, употребляемыми для изслѣдованія громоотводовъ, наиболее обращаютъ на себя вниманіе нижеслѣдующіе.

A. Приборъ для измѣренія громоотводовъ Сименса и Гальске ^{*)}. Измѣренія посредствомъ этого прибора основаны на принципѣ мостика Витстона, изложенномъ въ п. II, при чемъ вмѣсто гальваноскопа g (чер. 3) въ мостикъ включается телефонъ, въ діагональ же AC, гдѣ включена батарея, помѣщается кромѣ нея еще прерыватель, посредствомъ котораго токъ батареи дѣлается прерывчатымъ. Последнее сдѣлано съ цѣлью уменьшенія поляризаціи земляныхъ контактовъ громоотводовъ. При существованіи объясненной выше пропорціи между сопротивленіями плечъ a и b мостика, магазина сопротивленій Z и искомымъ сопротивленіемъ X , въ телефонѣ не должно слышаться никакихъ звуковъ при прерываніи тока батареи. Предѣлы измѣренія сопротивленій посредствомъ этого прибора колеблются между 1 и 500 омовъ.

Замѣна въ схемѣ мостика Витстона гальванометра телефономъ сдѣлана съ цѣлью устраненія вліянія земнаго тока на показаніе прибора при измѣреніи громоотводныхъ земляныхъ сообщеній, но въ то же время это обстоятельство обусло-

^{*)} Die kleine Telephon—Messbrücke zur Messung von Blitzableitern von Siemens und Halske. Berlin. E. T. Z. 1893, № 33, стр. 478.

вило два других недостатка, а именно: при измѣненіи проводовъ съ самоиндукціей добиться замолканія въ телефонѣ невозможно, такъ какъ электродвижущая сила самоиндукціи, являющаяся вслѣдствіе прерыванія тока, обусловитъ въ телефонѣ присутствіе экстратоковъ. Во-вторыхъ, дѣйствіе постоянного тока на телефонъ вообще слабо, вслѣдствіе чего телефонъ въ этомъ случаѣ не можетъ быть чувствительнымъ приемникомъ слабыхъ токовъ, что отразится на точности результатовъ измѣреній.

В. Электротехнической приборъ Ниппольдта для измѣренія сопротивленій громоотводовъ земляныхъ сообщений *). Приборъ этотъ вмѣщаетъ въ себѣ два способа измѣреній: а) измѣреніе посредствомъ обыкновеннаго мостика Витстона съ постояннымъ токомъ и гальваноскопомъ, принципъ котораго объясненъ въ п. II, и б) измѣреніе, основанное на методѣ Кольрауша, т. е. посредствомъ переменныхъ токовъ и телефона, включаемого въ мостикъ взаимнѣ гальванометра. Первый методъ измѣренія примѣняется въ томъ случаѣ, когда въ измѣряемой цѣпи не имѣется постороннихъ токовъ, и второй при измѣреніи сопротивленія земныхъ сообщений жидкостей и прочихъ предметовъ, гдѣ можно ожидать поляризаціи и гдѣ не имѣется самоиндукціи.

Этотъ приборъ болѣе чувствителенъ и вообще имѣетъ больше преимуществъ сравнительно съ приборомъ, описаннымъ въ пунктѣ А, но уступаетъ ему по сложности конструкции и обращенія съ нимъ. Приборъ Ниппольдта непримѣнимъ въ томъ случаѣ, когда приходится измѣрять сопротивленіе проводниковъ, въ которыхъ одновременно существуютъ и посторонніе токи и самоиндукція.

С. Приборъ Вихерта **) представляетъ видоизмѣненіе мостика Витстона съ переменными токами и телефономъ по методу Кольрауша. Приборъ этотъ не представляетъ никакихъ существенныхъ преимуществъ или особенностей сравнительно съ другими подобными же приборами, поэтому недостатки, замѣченные въ п. IV, относятся также и къ нему.

Д. Приборъ для измѣренія земныхъ сообщений капитана французской артиллеріи Герена ***). Этотъ приборъ въ главныхъ своихъ частяхъ состоитъ изъ катушекъ сопротивленій, гальваноскопа, соединенныхъ по схемѣ мостика Витстона, и коммутатора для переменнаго направленія тока. Коммутаторъ этотъ сдѣланъ съ цѣлью компенсировать вліяніе земныхъ токовъ на показанія гальваноскопа.

Е. Приборъ для повѣрки исправности громоотводовъ Дюкресте и

Лежена. Приборъ этотъ состоитъ: изъ гальваноскопа, магазина сопротивленій съ четырьмя катушками (10, 15, 20 и 25 омовъ), 2-хъ коммутаторовъ (одинъ для измѣренія сопротивленій на магазинѣ и другой для включенія гальванометра въ цѣпь громоотвода или въ магазинъ сопротивленій), звонка и нѣсколькихъ сухихъ элементовъ. Измѣреніе посредствомъ этого прибора производится по методу «замѣщенія», объясненному въ пунктѣ I.

Особыя условія громоотводовъ Инженернаго Вѣдомства. Какъ выше было упомянуто, типъ громоотводовъ, принятыхъ въ Инженерномъ вѣдомствѣ, отличается отъ остальныхъ типовъ тѣмъ, что концы желѣзныхъ стержней (электродовъ), зарываемыхъ въ землю на 1½ сажени, не обязательно опускаютъ до грунтовыхъ водъ, или же, если послѣднія находятся на значительной глубинѣ, устраиваютъ глубокіе колодцы. Поэтому при изслѣдованіи этихъ громоотводовъ могутъ встрѣтиться особенности, которыя необходимо имѣть въ виду, при сужденіи о степени исправности громоотводовъ принятаго въ Инженерномъ вѣдомствѣ типа.

1) Концы громоотводныхъ стержней могутъ не достигать совсѣмъ грунтовой воды, но почва, въ которой эти стержни находятся, не представляетъ большаго удѣльнаго сопротивленія. Въ этомъ случаѣ сопротивленіе каждаго земляного контакта будетъ болѣе 40 омовъ и будетъ измѣняться въ зависимости отъ времени года и состоянія погоды, обуславливающей большую или меньшую степень влажности почвы. При самыхъ неблагоприятныхъ почвенныхъ условіяхъ сопротивленіе каждаго земляного контакта не должно много превышать 100 омовъ, а общее сопротивленіе земного сообщенія громоотвода не должно быть болѣе 10—15 омъ.

2) Почва подъ охраняемымъ зданіемъ можетъ оказаться песчанной, каменной и вообще сухой и очень мало электропроводной, вслѣдствіе чего земляной контактъ будетъ имѣть сопротивленіе значительно больше 100 омовъ. Въ этомъ случаѣ необходимо убѣдиться, что сопротивленіе каждаго контакта приблизительно одинаково съ другими. Если сопротивленія ихъ окажутся одинаковыми и если число всѣхъ электродовъ таково, что общее сопротивленіе всего громоотвода не превыситъ 10—15 омовъ, то громоотводъ можно считать исправнымъ въ отношеніи земного сообщенія.

3) Почва, въ которой зарыты громоотводные стержни (электроды), можетъ быть не однородной, а слѣдовательно электропроводность каждаго изъ громоотводныхъ сообщений можетъ оказаться различной. Вслѣдствіе этого при грозовомъ разрядѣ вся сила послѣдняго, обрушившись на провода, имѣющіе при остальныхъ одинаковыхъ условіяхъ меньшее сопротивленіе, разрушитъ или расплавитъ ихъ, а второй грозовой разрядъ можетъ разрушить и остальное громоотводное сооруженіе, если не все зданіе.

*) Nippoldt, C. f. E. Bd. 8, стр. 159.

**) Eine neue Methode zur Messung des Erdableitungswiderstandes von Blitzableitern von E. Wiechert. E. T. Z. № 51, стр. 726.

***) «Электричество», 1891, №№ 11—12, стр. 167.

Въ громоотводахъ съ неодинаковыми земляными контактами необходимо сдѣлать у подошвы зданія проводъ, опоясывающій въ горизонтальной плоскости все зданіе и соединить этотъ проводъ со всѣми вертикальными стержнями, входящими въ землю, съ цѣлью равномернаго распредѣленія атмосфернаго электричества по наружнымъ проводамъ громоотводовъ.

Переходимъ теперь къ разсмотрѣнію вопроса о томъ, какіе изъ перечисленныхъ электроизмѣрительныхъ приборовъ наиболѣе удовлетворяютъ тѣмъ условіямъ, при которыхъ приходится измѣрять земныя сообщенія громоотводовъ Инженернаго вѣдомства. Приборы Сименса и Гальске, Ниппольдта и Вихерта построены по схемѣ мостика Витстона и дѣйствуютъ перемѣнными или прерывистыми токами, которые обнаруживаются на слухъ посредствомъ телефона; поэтому, въ виду того, что стержни громоотводовъ Инженернаго вѣдомства желѣзные, обладающіе самоиндукціей, вышесчисленные приборы нельзя считать вполне пригодными для измѣреній земныхъ сообщеній громоотводовъ Инженернаго вѣдомства.

Примѣненіе къ дѣлу прибора Ниппольдта и другихъ приборовъ, построенныхъ по схемѣ мостика Витстона и дѣйствующихъ постояннымъ токомъ съ гальваноскопомъ, за исключеніемъ прибора Герена, вызываетъ затрудненіе вслѣдствіе присутствія земныхъ токовъ въ громоотводной сѣти.

Приборъ Дюкрете и Леженя, показывающій сопротивленіе земнаго сообщенія не болѣе 25 омовъ, вовсе не примѣнимъ къ данному случаю.

Такимъ образомъ, изъ всѣхъ выше разсмотрѣнныхъ электроизмѣрительныхъ приборовъ наиболѣе подходящимъ оказывается приборъ Герена, потому что на его приборъ мало оказываютъ вліяніе какъ самоиндукція проводовъ, такъ и земные токи.

Приборъ этотъ конструированъ для измѣреній болѣе или менѣе точныхъ, поэтому онъ не отличается простотой устройства, и сравнительно дорого стоитъ. При изслѣдованіи же громоотводовъ Инженернаго вѣдомства нѣтъ необходимости точно знать, какое именно сопротивленіе имѣетъ данный земной контактъ. Совершенно достаточно убѣдиться, что сопротивленіе послѣдняго имѣетъ не болѣе 100 омовъ, а общее сопротивленіе громоотвода не превышаетъ 10 омовъ.

Этой цѣли могъ бы удовлетворять приборъ, состоящій изъ: 1) переноснаго гальванометра, 2) «сравнительнаго» сопротивленія въ 100 омовъ и 10 омовъ, 3) коммутатора и 4) переключателя, поставленнаго между зажимами для внѣшней цѣпи. Схема соединеній этихъ приборовъ (за исключеніемъ переключателя) изображена на фиг. 2. Переключатель, измѣняющій направленіе тока во внѣшней цѣпи, имѣетъ цѣлью уменьшить поляризацию и вліяніе земныхъ токовъ на показанія гальванометра.

Указатели грозovýchъ разрядовъ. Изслѣдованіе громоотводовъ должно производить одинъ или два раза въ годъ, а также тогда, когда есть основаніе ожидать неисправнаго состоянія громоотвода, напр. при перестройкѣ зданія, ненормально жаркой погодѣ, продолжающейся очень долго, сухости грунта и т. п. Кромѣ того поврежденія громоотвода могутъ произойти и во время разряда атмосфернаго электричества. Вслѣдствіе этого весьма важно имѣть приборъ, который при каждомъ разрядѣ атмосфернаго электричества черезъ проводъ въ землю давалъ бы о томъ автоматическимъ указаніе и этимъ предупреждалъ бы о необходимости тщательнаго изслѣдованія громоотвода.

Такихъ приборовъ, которые построены съ цѣлью указывать о прохожденіи грозового разряда черезъ данный проводникъ, извѣстно нѣсколько: контрольный приборъ Гойера и Глана, регистрирующій приборъ Сименса и Гальске, приборъ проф. Вебера, указатель грозovýchъ разрядовъ Зелинскаго и др.

Первые три прибора на практикѣ оказались мало примѣнимы для указанной цѣли *). Приборы же Зелинскаго получили въ настоящее время широкое распространеніе за границей. Указатель грозovýchъ разрядовъ Зелинскаго основанъ на свойствѣ колебательныхъ электрическихъ разрядовъ перемагничивать намагниченную тѣла.

Въ круглой мѣдной коробкѣ со стеклянною крышкою помѣщена свободно вращающаяся на стальномъ остриѣ звѣздообразная компасная стрѣлка. Коробка указателя укрѣпляется винтами со свинцовой прокладкою къ громоотводному тросу (проводу) на надлежащей высотѣ надъ поверхностью земли.

Звѣздообразная магнитная стрѣлка сама собою устанавливается, какъ компасная стрѣлка, по магнитному меридіану, причемъ приборъ необходимо установить первоначально такимъ образомъ, чтобы окрашенный въ красный цвѣтъ конецъ стрѣлки или противоположный ему конецъ звѣзды указывалъ на громоотводный тросъ.

Затѣмъ поворачиваютъ крышку прибора до тѣхъ поръ, пока имѣющаяся на стеклѣ указательная черта не покроетъ окрашенный конецъ магнитной звѣзды, послѣ чего приборъ готовъ къ дѣйствію.

При переходѣ грозового разряда черезъ тросъ магнитная звѣзда перемагничивается. Подъ вліяніемъ земнаго магнетизма (или троса, если послѣдній желѣзный) магнитная звѣзда отклоняется на нѣкоторый уголъ и устанавливается въ этомъ положеніи, причемъ указательная черта на крышкѣ, покрывающая окрашенный конецъ звѣзды, покажетъ уголъ отклоненія магнитной

*) Über die magnetische Eigenschaft von Entladungen statischer Elektrizität und praktische Verwendung. E. T. Z. 1894, № 17.

звѣзды. Отклоненіе окрашеннаго конца магнитной звѣзды отъ указателя на крышкѣ прибора служитъ доказательствомъ того, что черезъ громотводный тросъ прошелъ грозовой разрядъ. Послеъ этого достаточно поворотомъ крышки прибора установить указатель на окрашенную часть звѣзды, чтобы приборъ былъ готовъ къ слѣдующему наблюденію.

Для предохраненія прибора отъ непогоды и отъ нежелательныхъ манипуляцій съ нимъ постоянныхъ лицъ предлагается примѣнять къ прибору предохранительную покрывку изъ дерева или немагнитнаго металла безъ желѣзнаго замка.

Чтобы показать чувствительность прибора Зелинскій приводитъ слѣдующія данныя. Полное перемагничиваніе достигалось, какъ показали опыты, прохожденіемъ черезъ катушку съ 90 оборотами, всего лишь 0,00139 кулона.

Особая испытанія указали, что электрическій разрядъ въ 0,003 кулона по прямому проводу, возлѣ котораго помѣщенъ аппаратъ, производитъ видимое отклоненіе стрѣлки.

Принимая во вниманіе, что количество электричества атмосфернаго разряда, измѣряется сотнями и тысячами кулоновъ, описанный приборъ оказывается достаточно чувствительнымъ, чтобы съ точностью указать и самый слабый грозовой разрядъ.

Разсмотрѣвъ, насколько оказалось возможнымъ, всесторонне вопросъ объ изслѣдованіи исправности громотводовъ Инженернаго вѣдомства, слѣдуетъ прійти къ слѣдующему заключенію:

1) Изслѣдованіе исправности громотводовъ должно состоять въ тщательномъ осмотрѣ всѣхъ подземныхъ частей громотвода и въ измѣреніи электрическаго сопротивленія схода электричества въ землю черезъ земные электроды громотвода.

2) Изслѣдованіе это должно производиться не менѣе двухъ разъ въ годъ.

3) Измѣреніе сопротивленій земныхъ сообщеній громотвода должно состоять въ томъ, чтобы опредѣлить: а) что максимальная величина сопротивленія отдѣльныхъ подземныхъ стержней громотвода не превышаетъ 100 омовъ, б) что максимальная величина сопротивленія всего громотвода не превышаетъ 10 омовъ и в) что сопротивленіе земнаго сообщенія отдѣльныхъ стержней приблизительно одинаково съ электрическимъ сопротивленіемъ другихъ стержней даннаго громотвода.

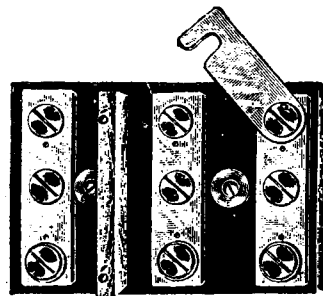
4) Наиболе простымъ способомъ для вышеуказанныхъ измѣреній громотводовъ. Инженернаго вѣдомства является методъ «замѣщенія».

5) Наиболе простымъ и рациональнымъ способомъ для наблюденій надъ дѣйствіями грозвыхъ разрядовъ на громотводы является простой приборъ—указатель грозъ Зелинскаго.

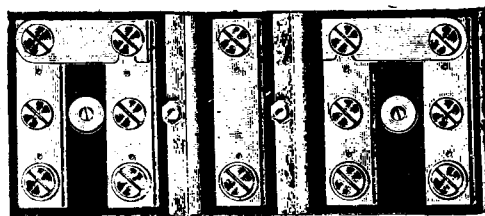
ОБЗОРЪ.

Зажимы для включенія контрольныхъ аппаратовъ. Какъ извѣстно, для повѣрки счетчиковъ электрической энергіи, установленныхъ уже въ работающую сѣть постоянного тока, нужно включить въ эту сѣть чувствительные вольтметръ и амперметръ на точно опредѣленный промежутокъ времени. Затѣмъ разность показаній счетчика энергіи въ началѣ и концѣ испытанія остается сравнить съ вычисленною по даннымъ измѣрительныхъ аппаратовъ работою.

Включеніе вольтметра въ сѣть не представляетъ вообще какихъ-либо затрудненій, что же касается амперметра, то включеніе его въ главный проводъ сопряжено съ разрываніемъ провода. Такимъ образомъ, для каждаго измѣренія необходимо дважды прерывать работу сѣти: при включеніи амперметра и при выключеніи. Чтобы избѣжать указаннаго неудобства, не желательнаго вообще, а нерѣдко сопровождающагося значительными осложненіями, фирмою „Оль и Дитрихъ“ въ Ганнау построены особые зажимы для включенія контрольныхъ измѣрительныхъ аппаратовъ въ рабочую сѣть безъ поврежденія сей послѣдней, двухъ типовъ: фиг. 7 представляетъ такой приборъ, предвѣщенный для обычной двухпроводной сѣти, фиг. 8 — приборъ для



Фиг. 7.



Фиг. 8.



Фиг. 9.

трехпроводной сѣти. Для производства испытанія одинъ или нѣсколько амперметровъ вводятъ сначала въ сѣть при помощи верхнихъ зажимныхъ винтовъ прибора, послѣ чего нижній крюкъ, соединяющій лѣвую и среднюю полосы, отводится въ сторону; для включения въ цѣпь вольтметра служатъ среднѣ зажимные винты. По окончаніи испытанія, выключеніе контрольных аппаратовъ производится въ обратномъ порядкѣ, т. е. сначала восстанавливается соединеніе пластинъ посредствомъ нижняго контактнаго крючка, а затѣмъ уже выключаются самые аппараты.

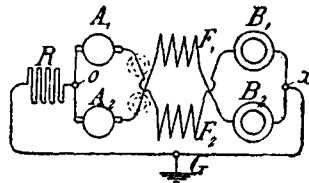
Описанный приборъ закрывается отъ пыли и друг. предохранительной крышкой, какъ это показано на фиг. 9, которая для предохраненія сѣти отъ непрошеныхъ экспериментаторовъ, снабжается обычной пломбой.

Простота, прочность и, главное, практичность описаннаго прибора несомнѣнно обезпечатъ описанному прибору широкое распространеніе въ электротехникѣ.

(Elektrotechnische Zeitschrift, № 11).

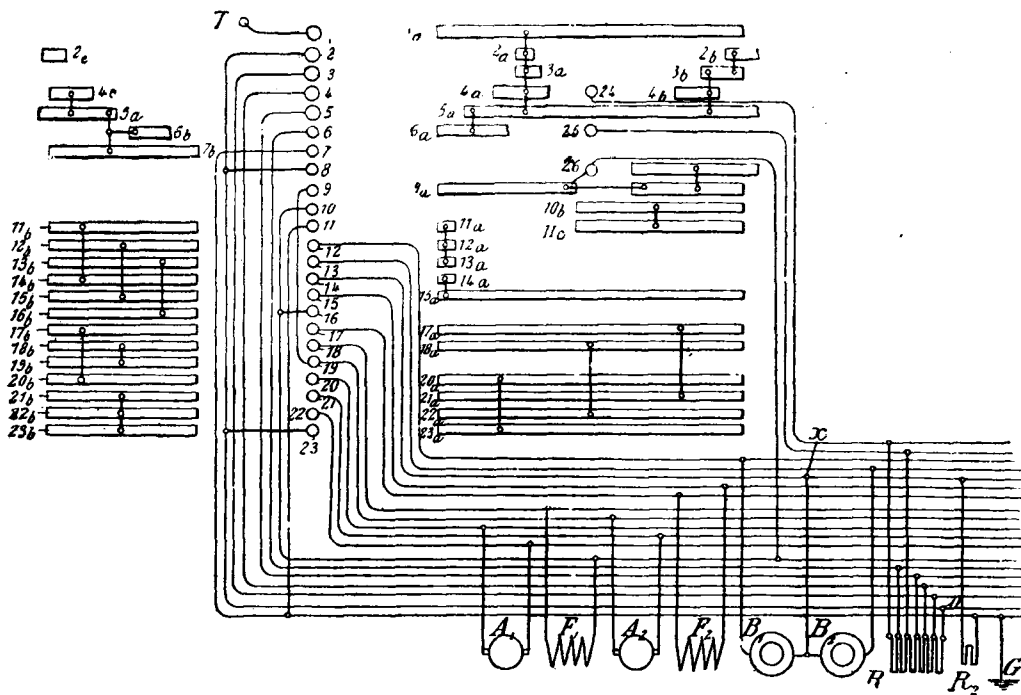
Система „Томсонъ Гаустонъ“ электрическаго тормажения вагоновъ. Чтобы вѣрнѣе избѣжать скольженія колесъ вагона при энергичномъ тормажении (что не всегда достижимо даже въ электрическихъ саморегулирующихся тормазяхъ), компанія Томсонъ Гаустонъ выработала особую систему включения арматуръ электродвигателей вагона и тормазныхъ электромагнитовъ. На фиг. 10 представлена полная

двигателя вращаются, то развиваемый ими токъ приводитъ въ дѣйствіе тормазъ. Но когда подъ дѣйствіемъ тормазовъ одинъ изъ двигателей останавливается, то его арматура (напримѣръ, A_2) не посылаетъ уже тока ни въ индукторъ F_1 , ни въ электромагнитъ B_2 тормазъ,



Фиг. 11.

слишкомъ сильно защемившаго колеса; наоборотъ, чрезъ эти индукторы и электромагниты проходитъ тогда токъ обратнаго направленія, идущій по отвѣтвленію въ цѣпи B_2, F_1, A_2 отъ арматуры A_1 , находящейся въ движеніи. Вслѣдствіе сего, электромагнитъ B_2 размагничивается, тормазъ колесъ, насаженные на ось арматуры A_2 , ослабѣваютъ, и послѣдняя начинаетъ вращаться подъ вліяніемъ проходящаго по ней тока. Но лишь только арматуры приходятъ во вращеніе, возбуждаемые ими токи снова вызываютъ дѣйствіе тормазовъ и т. д. На практикѣ эта смѣна явленій происходитъ чрезвычайно быстро.



Фиг. 10.

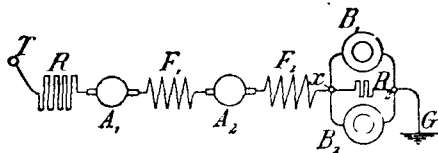
схема этой системы для двухъ двигателей. Фиг. 11 даетъ схематическое изображеніе соединеній электродвигателей A_1, A_2 съ электромагнитами B_1, B_2 , управляющими тормазными подушками, при тормажении. На фиг. 12 представлено, также схематически, соединеніе тѣхъ же машинъ въ то время, когда тормазъ бездѣйствуетъ.

Какъ видно на фиг. 11, при тормажении арматура A_1 одного изъ электродвигателей (которые работают при этомъ, какъ генераторы) находится въ послѣдовательномъ соединеніи съ индукторомъ F_2 второго двигателя и электромагнитомъ B_1 , управляющимъ тормазомъ колесъ, насаженныхъ на ось перваго электродвигателя; арматура A_2 второго двигателя соединена подобнымъ же способомъ съ F_1 и B_2 . Когда оба электро-

Чтобы прослѣдить на фиг. 10 соединенія, схематически представленные на фиг. 11, примемъ за точку отправления конецъ O сопротивленія R . Отъ этой точки токъ идетъ къ щеткѣ 23, контакту 23b, затѣмъ къ щеткамъ 21 и 22; отсюда онъ направляется къ соединеннымъ параллельно арматурамъ A_1 и A_2 и затѣмъ къ щеткамъ 20 и 19. Отъ 20 токъ идетъ къ 17, проходить чрезъ F_2 , возвращается въ 15, переходитъ въ 12; затѣмъ возбуждаетъ электромагнитъ B_1 и направляется въ x ; другая часть тока идетъ отъ 19 къ 18, проходить чрезъ F_1 , откуда въ 16 и 13, возбуждаетъ затѣмъ B_2 и также направляется къ точкѣ x . Эта послѣдняя точка соединена съ землею, при посредствѣ 14, 14b и 11b, и съ сопротивленіемъ R , при помощи щетки 7, контакта 6b и щетки 6.

Кромѣ того, легко видѣть, что, видоизмѣняя положеніе коммутатора, можно установить соединеніе цѣпи съ сопротивленіемъ R чрезъ посредство 5а и 5 или 4а и 4, такимъ образомъ, что въ цѣпь будетъ введена та или другая часть этого сопротивленія.

Изъ изложеннаго ясно, что управляя надлежащимъ образомъ ручкою коммутатора, можно сообщить вагону ту или другую скорость, а равно и остановить вагонъ; что же касается пусканія вагона съ мѣста, то соединенія устанавливаются такъ, какъ показано на фиг. 12: въ электромагниты B_1 и B_2 направляютъ токъ,



Фиг. 12.

вызывающій размагниченіе сердечниковъ, благодаря чему всякое дѣйствіе тормазовъ устраняется.

Путь тока въ системѣ (фиг. 10) при такихъ условіяхъ слѣдующій: токъ отъ контакта 1а направляется къ контакту 6а и щеткѣ 6, проходитъ затѣмъ чрезъ сопротивленіе R къ щеткѣ 23; затѣмъ токъ послѣдовательно идетъ чрезъ щетку 23, контакты 23а и 20а, катушку A_1 , щетки 22 и 18 (при посредствѣ контактовъ 22а и 18а), индукторъ F_1 , щетку 26, контактъ 9а, щетки 9 и 19, катушку A_2 , щетку 21, контакты 22а и 17а, щетку 17; отсюда токъ направляется въ индукторъ F_2 , щетки 15 и 14 и въ точку x , гдѣ токъ развѣтвляется на тормазные электромагниты B_1 и B_2 и на сопротивленіе R_2 ; эти три тока снова соединяются въ одинъ въ 11 и 12 и направляются затѣмъ чрезъ G въ землю. Сопротивленіе R_2 подбирается такой величины, чтобы отвѣтственные токи, проходящіе чрезъ электромагниты B_1 и B_2 были достаточно сильны, чтобы уничтожить остаточный магнетизмъ ихъ сердечниковъ.

(L'Éclairage Électrique, № 11).

БИБЛІОГРАФІЯ.

О. Д. Хвольсонъ Курсъ физики. Томъ II. Ученіе о звукѣ (акустика). Ученіе объ лучистой энергіи. 701 стр. съ 597 рис. въ текстѣ. СПб. 1898.—**Томъ III. Ученіе о теплотѣ.** 677 стр. съ 230 рис. въ текстѣ. СПб. 1899. Изданіе К. Л. Риккера. Цѣна за каждый томъ 5 рублей.

Въ 1897 году появился въ свѣтъ первый томъ капитальнаго труда проф. О. Д. Хвольсона, о которомъ данъ былъ отчетъ на страницахъ этого журнала. *) Слѣдующіе два года принесли намъ еще два тома и такимъ образомъ теперь недостаетъ лишь одного тома—ученія объ электричествѣ и магнетизмѣ—для завершения огромнаго труда, предпринятаго нашимъ почтеннымъ ученымъ.

Мы не будемъ здѣсь говорить о значеніи въ научной литературѣ Россіи этого сочиненія, представляющаго въ настоящее время единственное полное изложеніе строя современной физики на русскомъ языкѣ; на значеніе его было уже указано въ отчетѣ о первомъ томѣ „Курса Физики“, полная же оцѣнка его будетъ умѣстна послѣ того, какъ авторъ четвертымъ томомъ „Курса Физики“ завершитъ свой замѣчательный трудъ. Ограничимся поэтому пока подробнымъ указаніемъ на содержаніе второго и третьяго томовъ.

Второй томъ „Курса Физики“ на 701 страницѣхъ въ 29 главахъ и въ 278 параграфахъ трактуетъ объ акустикѣ и объ лучистой энергіи. Акустикѣ посвящено 111 страницъ въ одиннадцати главахъ, заглавія которыхъ слѣдующія: 1) скорость распространенія колебаній; 2) общія замѣчанія о происхожденіи и распространеніи звука; 3) скорость звука; 4) отраженіе, преломленіе и интерференція звука; 5) колебанія струнъ и стержней; 6) колебанія пластинокъ и переломокъ и газобразныхъ тѣлъ, находящихся въ трубахъ; 7) способъ опредѣленія числа колебаній; 8) явленіе резонанса. Приложение принципа Допплера; 9) сочетаніе тоновъ; 10) голосъ человѣка и его органъ слуха; 11) тоны, употребляемые въ музыкѣ. Сравнительно небольшою объемъ, посвященный Акустикѣ, при обиліи матеріала, изложеннаго въ этой части тома, объясняется тѣмъ, что все ученіе о колебательномъ гармоническомъ движеніи было уже разсмотрѣно авторомъ въ первомъ томѣ, гдѣ этому вопросу посвящены главы четвертая: „гармоническое колебательное движеніе“ и пятая: „лучистое распространеніе колебаній“, всего болѣе 60 страницъ, на которыхъ разсмотрѣны, какъ ученіе о гармоническомъ колебаніи вообще, такъ и вопросы объ интерференціи, о диффракціи, принципѣ Гюйгенса и преломленіе и отраженіе волнъ. Въ отдѣлѣ Акустики обратимъ вниманіе на главу 11-тую, въ которой весьма кратко, но весьма ясно и опредѣленно излагаются основанія музыкальной акустики; замѣтимъ только, что вопросъ о диссонансѣ и консонансѣ достоинъ былъ-бы болѣе подробнаго изложенія. Весьма замѣчательна вторая, главная часть тома „ученіе объ лучистой энергіи“. Вполнѣ оригинальная по замыслу и по порядку изложенія, она является въ то же время единственной, не только въ нашей, но и въ иностранной литературѣ по современности взглядовъ на излагаемыя явленія. Хотя признаніе единства всѣхъ явленій, происходящихъ въ эфирѣ и выражающихся распространеніемъ возмущеній въ немъ, будь то явленія свѣтоты, либо явленія электромагнитныхъ волнъ, и прочно легло уже теперь въ основаніе современной физики, все же даже лучшіе современные курсы физики (напомнимъ хотя бы новое изданіе физики Wüllner'a) не отрѣшились отъ стараго распредѣленія разсматриваемаго матеріала явленій отъ старой номенклатуры. Мы врядъ ли ошибемся, сказавъ, что разсматриваемый „Курсъ Физики“ является пока единственнымъ, въ которомъ авторъ смѣло рѣшился перестроить по новому весь богатый матеріалъ распространенія колебаній въ эфирѣ, явленій разнообразныхъ по проявленіямъ, но одинаковыхъ по внутренней сущи. Всѣмъ имъ причина—распространеніе энергіи отъ мѣста до мѣста въ упругомъ эфирѣ, посредствомъ колебанія, волнъ и, какъ часто говорятъ, *лучей*; поэтому авторъ довольно мѣтко охарактеризовалъ всю эту группу явленій, назвавъ ученіе объ ней „Ученіемъ объ лучистой энергіи“. Первая вводная глава этой части *) весьма интересна; въ ней авторъ излагаетъ вопросъ объ эфирѣ, исторію вопроса о лучистой энергіи, мотивируетъ принятый имъ методъ распредѣленія матеріала и даетъ въ § 12 принятую имъ терминологию. Этотъ параграфъ, въ виду его общаго интереса, мы позволимъ себѣ привести цѣлкомъ. Авторъ говоритъ:

„Желаю строго провести въ этомъ отдѣлѣ нашего курса современные взгляды на лучистую энергію, мы не считаемъ возможнымъ пользоваться старою терминологіей, всецѣло основанной съ одной стороны на допущеніи какого-то различія по существу между свѣтомъ и

*) Послѣдовательность §§ этой главы слѣдующая: Эфиръ. Лучистая энергія. Исторія ученія о лучистой энергіи. Возникновеніе лучистой энергіи. Электрическій зарядъ и разрядъ. Діэлектрическая постоянная. Колебательный разрядъ. Возбужденіе электрическихъ лучей Герца. Способъ выслѣживанія электрическихъ лучей Герца. Способы выслѣживанія лучистой энергіи при большомъ числѣ колебаній. Нѣкоторые основныя свойства лучистой энергіи. Терминологія. Полученіе однородныхъ лучей. Новые лучи (Рентгена, Беккерели etc.).

*) См. Электричество 1897 г. № 9—10 стр. 148.

т. наз. лучистой теплотой, и съ другой стороны—на представлении о тождественности между теплотой въ обыкновенномъ смыслѣ этого слова и тою формою энергій, которая лучеобразно распространяется черезъ эфиръ; въ представлении объ этой внутренней тождественности и заключается объясненіе терминовъ „лучистая теплота“, „тепловые лучи“ и т. д. Этими терминами мы пользоваться не можемъ, ибо они основаны на невѣрныхъ представлениихъ и ведутъ къ недоразумѣніямъ.

Становясь на единственную правильную точку зрѣнія, мы разсуждаемъ такъ: кинетическая энергія встрѣчается въ природѣ въ разныхъ формахъ, напр. энергія поступательнаго или вращательнаго движенія тѣла, энергія движенія частицъ, которая еще называется теплотою, и, наконецъ, энергія движенія эфира, вѣроятно встрѣчающаяся въ разныхъ формахъ, между которыми мы выделяемъ лучистую энергію—периодическое движеніе, характеризующееся различными свойствами... Существуетъ безконечное число различныхъ видовъ лучистой энергій, отличающихся другъ отъ друга периодомъ T или длиной волны λ и составляющихъ непрерывный рядъ, два отрезка, котораго въ настоящее время изучены: отъ $\lambda=0,0001$ мм. до $\lambda=0,05$ мм. (приблизительно), и отъ λ равнаго нѣсколькимъ миллиметрамъ до λ равнаго десяти и болѣе метрамъ. Всѣ эти случаи лучистой энергій представляють однако именно только случаи лучистой энергій, но ни одинъ изъ нихъ не есть теплота. Они могутъ возникать изъ тепловой или изъ другой формы энергій и точно также переходить обратно въ тепловую или въ другую форму энергій, но это еще не причина считать опредѣленные случаи лучистой энергій за теплоту, хотя бы и „лучистую“. Конечно мы можемъ измѣрять лучистую энергію калоріями, но это только потому, что всѣ формы энергій другъ другу эквивалентны и потому могутъ быть измѣряемы эквивалентными единицами, имѣющими, для удобства, одинаковыя названія. Энергію вращающагося тѣла мы, если пожелаемъ, также можемъ измѣрять калоріями, подобно тому, какъ за единицы количества теплоты можемъ принять эргъ, или мегаэргъ, или десять мегаэрговъ т. е. джоуль. Энергія вращающагося тѣла можетъ возникнуть изъ энергій тепловой (маховое колесо парового двигателя) и обратно перейти въ теплоту; мы ее однако не называемъ теплотою и точно какъ же не имѣемъ права лучистую энергію, какъ энергію sui generis считать за теплоту.

Выраженія „тѣло испускаетъ теплоту“ мы не допускаяемъ, ибо тѣло, теряя теплоту, испускаетъ, однако, уже не теплоту, но лучистую энергію.

Аналогично и паръ въ цилиндрѣ паровой машины, теряя теплоту, передаетъ поршню, маховику и т. д. не теплоту, но энергію движенія, которая, какъ и лучистая энергія, можетъ отчасти и перейти въ теплоту.

Съ нашей точки зрѣнія никакого даже смысла не имѣетъ вопросъ, еще не такъ давно подробно и серьезно разбиравшійся въ учебникахъ—вопросъ: возможно ли отдѣлить въ видимой части спектра лучи свѣтлые отъ лучей тепловыхъ, или они всегда вмѣстѣ, нераздѣльно проходятъ черезъ средину, поглощаются, отражаются, преломляются и т. д... Исторія этого вопроса конечно поучительна, но теперь оцъ, какъ сказано, и смысла не имѣетъ, ибо впечатлѣніе на глазъ и переходъ въ теплоту суть лишь различныя проявленія одного и того же реально существующаго, а именно—лучистой энергій.

Читатель спроситъ—не есть ли все вышеизложенное отчасти игра словъ и нельзя ли сохранить прежніе термины, хотя бы условно и съ необходимыми оговорками? Мы должны отвѣтить; что это невозможно и вотъ почему. Мы знаемъ лучи: электрическіе (Герца), темные инфракрасные, видимые свѣтлые и темные ультрафіолетовые. Которые же изъ нихъ теперь назвать тепловыми? Всѣ темные? Невозможно, ибо, во-первыхъ, гра-

ницы видимыхъ и невидимыхъ лучей весьма неопредѣленны, такъ что одни и тѣ же лучи при однихъ условіяхъ или для одного глаза были бы тепловыми, а при другихъ условіяхъ или для другого глаза оказались бы уже не тепловыми; во-вторыхъ, трудно было бы привыкнуть ультрафіолетовые лучи называть тепловыми. Точно также невозможно сохранить названіе тепловыхъ лучей для однихъ инфракрасныхъ, во-первыхъ, опять таки вслѣдствіе неопредѣленности границъ этихъ лучей, во-вторыхъ,—такъ какъ это названіе на имѣло бы смысла въ виду того, что и видимые, и ультрафіолетовые лучи имѣютъ своимъ источникомъ тепловую энергію и въ нее способны переходить, какъ и лучи инфракрасные. Итакъ, въ современномъ ученіи о лучистой энергій нѣтъ мѣста для терминовъ „лучистая теплота“, „тепловые лучи“, „тепловое лучеспусканіе“ и т. д.

Мы будемъ строго держаться такой терминологіи: лучистая энергія раздѣляется по длинѣ волны лучей на:

1. Электрическіе лучи Герца: пока (1897) отъ $\lambda=6$ мм. до λ произвольно большаго.

2. Темные или невидимые лучи инфракрасные: отъ $\lambda=0,76 \mu$ до $\lambda=0,05$ мм.— 50μ приблизительно.

3. Видимые, свѣтлые лучи, лучи свѣта или просто свѣтъ: отъ $\lambda=0,4 \mu$ до $\lambda=0,76 \mu$.

4. Темные или невидимые лучи ультрафіолетовые: $\lambda < 0,4 \mu$. Здѣсь $\mu=0,001$ мм. Формы лучистой энергій не строго разграничены другъ отъ друга; въ этомъ нѣтъ бѣды, ибо понятно что при измѣненіи условій невидимое или темное можетъ сдѣлаться видимымъ, „свѣтлымъ и обратно“.

Содержаніе второй главы этого отдѣла слѣдующее: Источники свѣта; люминесценція (авторъ вводитъ предложенную Гейлгардомъ Видеманномъ терминологію люминесценцій). Зависимость лучистой энергій отъ направленія лучеспусканія. Зависимость лучеспусканія отъ рода и состоянія поверхности тѣла. Общія замѣчанія о зависимости быстроты перехода тепловой энергій въ лучистую отъ температуры. Законы лучеспусканія (разборъ предложенныхъ различными учеными формулъ лучеспусканія нагрѣтаго тѣла). Вліяніе окружающей среды на переходъ тепловой энергій. Поглощеніе лучей электрическихъ. Поглощательная способность поверхности различныхъ веществъ. Отношеніе между испускающей и поглощательной способностями. Поглощеніе лучистой энергій. Третья глава излагаетъ скорость распространенія лучистой энергій, причемъ авторъ обращаетъ вниманіе на различіе между скоростью волны и скоростью группы волнъ. Отраженіе лучистой энергій (зеркала, диффузное отраженіе, отраженіе электрическихъ лучей) посвящена четвертая глава. Пятая глава „Преломленіе лучистой энергій“ содержитъ все то, что обыкновенно подразумѣвается подъ терминомъ „диоптрика“; здѣсь кратко, но весьма отчетливо изложена на К. Нейману теорія Гаусса центрированныхъ оптическихъ системъ. Замѣтимъ только, что врядъ ли необходимо давать въ такомъ серьезномъ курсѣ элементарный выводъ условія наименьшаго отклоненія въ призмѣ (стр. 202), и что второй, описанный въ § 11 фотометрической способъ весьма несовершененъ; и что на мѣсто его, можетъ быть, лучше помѣстить описаніе способа, основаннаго на аутоколیمации. Въ главѣ VI „Коэффициентъ преломленія“—укажемъ на прекрасное по полнотѣ и ясности изложеніе вопросовъ о зависимости коэффициента преломленія отъ состоянія вещества; глава заканчивается изложеніемъ метода полюсь (Schlierenmethode). Дисперсія, спектральному анализу и вопросу о цвѣтахъ посвящена глава VII (почти 100 страницъ); въ главѣ этой собранъ обильный матеріалъ по спектральному анализу и она богато иллюстрирована изображеніемъ спектральныхъ аппаратовъ; въ концѣ разсмотрѣвъ вопросъ объ ахроматизмѣ, причемъ авторъ не забываетъ новѣйшихъ усилій, достигнутыхъ въ этомъ вопросѣ работами Аббе и Шотта. Подъ заглавіемъ „Преобразования лучистой энергій“ находимъ въ VIII главѣ изложеніе флуоресценціи, фосфоресценціи и химическихъ дѣйствій свѣта. Слѣдующая глава „Измѣреніе лучистой энергій“ посвящена фотометриі (об-

ращаемъ особенно вниманіе на ясную терминологию автора, такъ какъ терминологія именно этого отдѣла до сихъ поръ въ русскихъ сочиненіяхъ является чрезвычайно запутанной) и актинометри. Оптическимъ приборамъ посвящена сравнительно небольшая глава X; нужно согласиться, что, дѣйствительно, современное ученіе обь оптическихъ приборахъ развилось настолько, что изложенію ученія обь немъ не мѣсто въ курсѣ физики, точно такъ же, какъ не мѣсто въ курсѣ электричества изложеніе электротехники. Но все же желательно было бы болѣе подробно рассмотреть важнѣйшаго орудія современной науки—микроскопа,—хотя бы введеніе понятія обь апертурѣ. Физиологической оптикѣ посвящена глава XI, оптическимъ явленіямъ въ атмосферѣ глава XII. Въ интерференціи свѣта (глава XIII) дана, между прочимъ, болѣе подробная теорія цвѣтовъ тонкихъ пластинокъ, описаны опыты Майкельсона, опыты Винаера (стоячая свѣтловая волна) и цвѣтная фотографія Динлимана. Глава XIV „Диффракція свѣта“ содержитъ интересный § 10, излагающій понятія обь диффракционной теоріи Аббе получения изображеній отъ несамосвѣтящихся предметовъ въ микроскопѣ. Прекрасна по ясности слѣдующая глава „Поляризація свѣта“, въ особенности изложеніе законовъ интерференціи поляризованныхъ лучей; нужно только жалѣть, что авторъ такъ мало остановился на явленіяхъ металлическаго отраженія—въ его ясномъ изложеніи и эти сложныя явленія сдѣлались бы доступными повимавію средняго читателя. Глава XVI „Двойное лучепреломленіе“ содержитъ обстоятельный разборъ весьма важнаго вопроса, къ сожалѣнію часто опускаемаго, а именно гипотезъ, которыя нужно присоединить къ основамъ теоріи Френеля, чтобы объяснить его явленія двойного лучепреломленія. Интерференціи поляризованныхъ лучей (хроматической поляризаціи) и вращенію плоскости поляризаціи посвящены двѣ послѣднія главы второго тома.

Второй томъ богато иллюстрированъ (547 рис.) и рисунки въ общемъ прекрасны; отмѣтимъ только не совсѣмъ удачный рис. 490. Почти всѣ главы, какъ и въ первомъ томѣ, сопровождаются перечнемъ литературы. Чтобы охарактеризовать богатство этихъ литературныхъ указаний замѣтитъ только, что въ перечняхъ литературы названы около 1100 именъ ученыхъ, что соответствуетъ болѣе, чѣмъ тремъ тысячамъ литературнымъ указаніямъ!

Третій томъ „Курса Физики“ въ 140 §§ и на 677 стр. трактуеть ученіе о теплотѣ. Заглавія 14 главъ его слѣдующія: 1) Введеніе; 2) Термометрія; 3) Зависимость размѣровъ и давления тѣлъ отъ температуры; 4) Теплоемкость; 5) Переходъ различныхъ формъ энергіи въ энергію тепловую; 6) Охлажденіе тѣлъ; 7) Теплопроводность; 8) Основы термодинамики; 9) Приложенія термодинамики къ явленіямъ уже рассмотрѣннымъ; 10) Переходъ изъ твердаго состоянія въ жидкое и обратно. Приложение термодинамики къ общему случаю перехода вещества изъ одного состоянія въ другое; 11) Переходъ изъ жидкаго и твердаго состоянія въ газообразное и обратно; 12) Свойства насыщенныхъ паровъ. Гигрометрія; 13) Не насыщенные пары. Критическое состояніе. Ученіе о соответственныхъ состояніяхъ; 14) Равновѣсіе соприкасающихся веществъ. Правило фазъ. Растворы.

Авторъ начинаетъ первую главу съ характеристички тепловой энергіи, какъ энергіи беспорядочнаго движенія частицъ тѣла. Такое движеніе является наиболѣе вѣроятнымъ изъ всѣхъ возможныхъ; упорядоченіе его представляетъ переходъ тепловой энергіи въ другіе виды ея, но всякое не-тепловое движеніе матеріи должно имѣть стремленіе къ переходу въ движеніе беспорядочное—тепловое. Общее понятіе о температурѣ и температурныхъ реперахъ и общая теорія температурныхъ коэффициентовъ заключаютъ первую главу. Вторая и третья главы являются въ высшей степени цѣнными, такъ какъ въ нихъ коротко, но ясно сгруппированъ огромный матеріалъ фактовъ и наблюденій, лежащихъ въ основѣ современной точной термометри; это тѣмъ болѣе важно, что эти данныя раскинуты по многимъ томамъ мало доступныхъ сочиненій, какъ-то „Travaux et Mémoires du Bureau International des Poids et Mesures“ и „Abhandlungen der Phys.-techn. Reichsanstalt“.

Третья глава содержитъ также подробное изложеніе вопроса о расширеніи воды и о расширеніи газовъ и о газовыхъ термометрахъ. Въ основаніе IV главы (Теплоемкость) легъ „большой“ вопросъ о теплоемкости воды и тѣсно связанный съ нимъ вопросъ обь единницѣ теплоты—калоріи, и о механическомъ эквивалентѣ тепла, причемъ авторъ даетъ терминологию, предложенную Гриффитсомъ. Количество теплоты, потребное для нагрѣванія 1 гр. воды отъ t° до $(t+1)^{\circ}$ названо по Гриффитсу „термъ“; термъ, слѣдовательно, въ виду неостоянства теплоемкости воды, есть функція температуры. Одинъ изъ термовъ Гриффитсъ предлагаетъ принять за „основной термъ“ (Standard therm) и назвать его одинъ „роулендъ“ (Rowland); въ такомъ случаѣ опыты изслѣдованія теплоемкости воды дадутъ всегда зависимость между роулендомъ и термомъ при данной температурѣ. Далѣе въ § 4 мы съ интересомъ узнаемъ, что принципъ ледяного калориметра Бунзена данъ былъ еще въ 1834 г. московскимъ ученымъ Германомъ въ запискахъ Имп. Московск. Общества Естественспит. въ статьѣ „О пропорціи, въ которой теплота соединяется съ химическими элементами“. Теплоемкость газовъ, методы опредѣленія отношенія теплоемкостей C_p и C_v и связь между теплоемкостью тѣлъ и ихъ молекулярнымъ и атомнымъ вѣсомъ заканчиваютъ эту главу. Слѣдующая, V глава является нововведеніемъ въ курсы физики—она излагаетъ основанія термодинами, методы ея и способы расчета; нельзя не поблагодарить автора за введеніе рассмотрѣнія этихъ вопросовъ въ „Курсѣ Физики“, такъ какъ основы термодинами должны несомнѣнно быть извѣстными и физики. За небольшою главой обь охлажденіи тѣлъ слѣдуетъ глава VII „Теплопроводность“, въ которой весьма изящно и просто рассмотрѣны математическія начала движенія тепла въ тѣлахъ, а также опытные методы изслѣдованія теплопроводности. Остальная часть книги (около 350 стр.) посвящена почти цѣликомъ термодинамикѣ и ея приложеніямъ. Въ VIII главѣ даются два основныя начала, вводится понятіе обь энтропії, о свободной энергіи и термодинамическомъ потенциалѣ при постоянномъ объемѣ и постоянномъ давленіи, а также даются формулы Кирхгоффа, выражающія энергію тѣла въ функціи какого-либо параметра X и температуры. Глава IX начинается съ интереснаго разсужденія о взаимозависимости между законами Волье-Мариотта, Гей-Люссака и Джоуля, и съ доказательства, что каждый изъ этихъ законовъ есть необходимое слѣдствіе двухъ другихъ. Глава заканчивается рассмотрѣніемъ диссоціаціи и диффузии газовъ съ точки зрѣнія теоріи Джиббса; кажется, разсматриваемое сочиненіе есть первый русскій курсъ физики, излагающій основы теоріи Джиббса. Позволяемъ себѣ привести интересныя заключительныя слова главы: „увеличеніе энтропії при диффузии есть признакъ химической неоднородности газовъ. Это увеличеніе вовсе не зависитъ отъ рода газовъ, если только эти газы неоднородны. Отсюда Планск остроумно заключаетъ, что „химическая разница“ двухъ газовъ не можетъ быть представлена, какъ величина непрерывно мѣняющаяся и доходящая до нуля. Это величина разрывная, между тѣмъ, какъ „физическія разницы“ различныхъ тѣлъ могутъ быть представляемы какъ величины, мѣняющіяся непрерывно. Въ этомъ заключается глубокое отличіе между физическими и химическими свойствами вещества“. Обь явленіяхъ плавленія и парообразованія трактуютъ двѣ слѣдующія главы (X и XI), причемъ въ нихъ рассмотрѣны опытный матеріалъ, относящійся къ разсматриваемымъ вопросамъ параллельно съ теоретическимъ термодинамическимъ рассмотрѣніемъ его; глава XI заканчивается очень обстоятельнымъ рассмотрѣніемъ вопроса о сгущеніи газовъ, жалѣю только, что авторъ не далъ рисунка весьма распространеннаго въ настоящее время прибора Линде. Глава XII (Пары, насыщающіе пространство) даетъ между прочимъ простой выводъ зависимости упругости насыщеннаго пара отъ формы поверхности и обобщеніе этой зависимости, данное недавно проф. Н. Н. Шиллеромъ. Интересный вопросъ о теплоемкости насыщенныхъ паровъ разобранъ также весьма обстоятельно. Глава заканчивается гигрометрией, причемъ авторъ спра-

ведливо указывает на весьма важную (для вопроса об определении влажности по температурѣ росы) работу Кавтора; этотъ ученый показалъ недавно (1895), что температура росы только тогда совпадаетъ съ температурой насыщения, если осаждающаяся жидкость вполне смачиваетъ поверхность, на которую она садится, и что разницы между этими температурами могутъ достигнуть до 3—4°. Интересному вопросу о критическомъ состояніи и критической температурѣ посвящена XIII глава. Авторъ обстоятельно разсматриваетъ трудный вопросъ о томъ, насколько наблюдаемая температура исчезновения мениска совпадаетъ съ истинной критической температурой, причеиъ слѣдуетъ Столбтову, работы котораго по этимъ вопросамъ, какъ справедливо замѣчаетъ авторъ, должны считаться классическими.

На стр. 582 дана интересная таблица 25 различныхъ уравненій состоянія, предложенныхъ въ разное время различными учеными. Глава заканчивается изложеніемъ теоріи соответственныхъ состояній; инспицій это встрѣтилъ здѣсь въ первый разъ точную формулировку основъ этой теоріи и краткую, но содержательную сводку добытыхъ на основаніи ея результатовъ. Содержаніе послѣдней XIV главы (Равновѣсіе соприкасающихся веществъ. Правило фазъ) обыкновенно считается лежащимъ внѣ предѣловъ физики и относящимся къ физической химіи; авторъ указываетъ, однако, на то, что этотъ отдѣлъ представляетъ „глубокій интересъ для физики“, и что хотя бы основы его должны быть извѣстны и физіку. Въ той формѣ, въ какой теорія равновѣсія соприкасающихся веществъ дана была Джиббсомъ, она является до того трудной и одѣтой въ столь непроницаемую математическую броню, что нужно сказать искренне спасибо автору за то, что онъ объяснилъ намъ хотя бы, въ чемъ тамъ дѣло въ этой теоріи. Объяснивъ понятія о „веществѣ“ и о „фазѣ“ авторъ даетъ (понятно, — безъ доказательства) два основныхъ положенія Джиббса о зависимости числа фазъ отъ числа независимыхъ веществъ и обь условіяхъ равновѣсія въ системѣ изъ n веществъ и иллюстрируетъ ихъ на многихъ примѣрахъ. Термодинамическая теорія слабыхъ растворовъ, разсматриваемая довольно обстоятельно (35 стр.), заканчиваетъ главу и книгу. Въ видѣ прибавленія помѣщены 16 таблицъ различныхъ данныхъ, относящихся къ ученію о теплотѣ.

И въ 3-мъ томѣ то же обиліе литературныхъ указаній — свыше полутора тысячъ однихъ указаній именъ ученыхъ въ литературныхъ указателяхъ!

Заканчивая, пожелаемъ почтенному автору, съ столь неутомимой энергіей давшему въ три года три тома своего замѣчательнаго труда, благополучнаго окончанія предпринятаго имъ „Курса Физики“. Въ законченномъ видѣ *) онъ представится трудомъ, которымъ не только уважаемый авторъ, но и вся русская научная литература будутъ имѣть право по достоинству гордиться.

1.

Einführung in die neuere Elektrizitätslehre in elementär mathematischer Behandlung. Für höhere Schulen sowie zum Studium für angehende Elektrotechniker, von Dr. Hans Schumann. München. Verlag v. Dr. Wolff. 1898. Mark 4.

Введеніе къ новому ученію обь электричествѣ въ элементарно-математической обработкѣ Д-ра Г. Шумана. 208—7 стр. въ 16 долю. Мюнхенъ.

Этотъ весьма небольшой по объему, но содержательный по матеріалу учебникъ предназначается авторомъ для спеціальныхъ школъ и начинающихъ электротехниковъ. Книга г. Шумана вполне удовлетворяетъ своему назначенію; ясно, послѣдовательно и доказательно, насколько только это возможно при пользованіи исключительно элементарной математики — изложены теоремы электростатики, магнетизма и электромагнетизма. У

*) Мы слышали, что авторъ, кромѣ того, въ скоромъ времени намѣренъ издать первый томъ двухтомнаго компендіума физики, сокращеннаго изъ четырехъ томовъ „Курса Физики“.

читателя можетъ, по нашему мнѣнію, явиться недомѣнне лишь въ немногихъ пунктахъ; такъ, напр., на стр. 128 дается выраженіе электромагнитной силы отъ круговаго тока на полюсъ, находящійся на оси его, и по тождеству этого выраженія съ тѣмъ, которое получается для силы отъ магнитнаго листка, устанавливается, что круговой токъ можнозамѣнить эквивалентнымъ листкомъ. Конечно, тождество выражений для силы лишь въ извѣстномъ направленіи можетъ показаться недостаточнымъ основаніемъ для полного отождествленія обоихъ членовъ явленія. Это мѣсто въ электродинамикѣ очень важно и затрудняетъ начинающаго; по этимъ двумъ причинамъ оно должно было бы быть разобраннымъ возможно обстоятельнѣе, нужно было итти навстрѣчу сомнѣніямъ учащагося.

На стр. 157 дается совершенно непонятное опредѣленіе единичнаго коэффициента взаимной индукціи: это есть „число силовыхъ линий, входящихъ или выходящихъ изъ вторичной катушки, когда токъ въ первичной катушкѣ измѣняется на 1 абс. единицу въ секунду“.

На стр. 41 для вольта-кулона дается не вѣрное опредѣленіе, какъ ватта (см. стр. 209), это смѣшеніе энергіи съ ваттами весьма нежелательно въ учебникѣ.

Несмотря на эти промахи, компактную и чисто изданную книжку г. Шумана можно рекомендовать какъ лицамъ, которымъ приходится прибѣгать къ элементарнымъ приемамъ объясненій сложныхъ явленій въ электрическомъ полѣ, такъ и практикамъ, желающимъ взглянуть въ смыслъ и происхожденіе примѣняемыхъ ими формулъ. Обыкновенно теоретическія введенія въ чисто практическіе учебники очень плохи. Книга г. Шумана можетъ послужить такимъ введеніемъ.

В. Л.

Wörterbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Ein Hand- und Nachschlagebuch zur Erklärung, Erläuterung und Beschreibung der elektrischen und magnetischen Ausdrücke, Gesetze, Vorgänge, Apparate, Instrumente und Maschinen nebst Hilfswissenschaften und Anwendungen in Gewerbe, Kunst und Wissenschaft, mit Formeln, Tabellen, biographischen und geschichtlichen Angaben, deutschen, englischen und französischen Wörterklärungen u. s. w. Mit 816 Abbildungen. Herausgegeben von Prof. W. Weiler. Leipzig. Verlag von Moritz Schäfer. Preis Mark 12.

Словарь электричества и магнетизма. Руководство и справочная книга для объясненія и описанія электрическихъ и магнитныхъ аппаратовъ, инструментовъ и машинъ, а также для объясненія и изложенія законовъ и выраженій, относящихся къ ученію обь электричествѣ и магнетизмѣ; съ примѣненіями въ области ремесла, искусства и науки, съ формулами, таблицами, биографическими и историческими данными; съ нѣмецкой, англійской и французской терминологіей и т. д. Съ 816 рисунками. Проф. В. Вейлера. Лейпцигъ. Изданіе М. Шефера. Цѣна 12 мар. (=6 руб.).

Настоящая книга состоитъ изъ трехъ частей. Часть первая отъ начала до стр. 543 представляетъ изъ себя именно справочную книгу, характеръ которой достаточно ясенъ изъ пространнаго заголовка книги. Авторъ поставилъ себѣ обширную задачу и, нужно сказать, онъ справился съ нею очень удовлетворительно. Словарь довольно полно въ смыслѣ количества словъ, входящихъ въ его составъ. Кромѣ того, объясненія и описанія, сопровождающія каждое слово первой части словаря, даютъ читателю довольно много матеріала, несмотря на большую сжатость изложения. Словарь изобилуетъ массою весьма удачныхъ и довольно цѣльныхъ статей по различнымъ вопросамъ. Цѣлый рядъ справочныхъ таблицъ, математическихъ и другихъ, является въ этой книгѣ далеко не лишнимъ. Въ этой части книги рядомъ съ каждымъ нѣмецкимъ заглавнымъ словомъ находится и переводъ его на англійскій и французскій языки. Слѣдующія двѣ части этой книги представляютъ собою словарь англійско-нѣмецкій и французско-нѣмецкій. Въ этихъ частяхъ содержится только

терминологія и никакихъ объясненій здѣсь нѣтъ. Вообще словарь предназначенъ для нѣмецкаго читателя. Въ видѣ приложения къ словарю, въ концѣ книги находится хронологическая таблица, занимающая 8 страницъ. Въ этой таблицѣ нашли себѣ мѣсто всѣ болѣе или менѣе значительныя открытія въ области науки и практики электричества и изъ нѣкоторыхъ другихъ областей физики. Кромѣ хронологической таблицы къ книгѣ приложены логарифмическія и тригонометрическія таблицы.

Какъ справочная книга, этотъ словарь весьма можетъ быть полезенъ каждому, кто такъ или иначе соприкасается съ областью электричества.

Die moderne Entwicklung der elektrischen Principien. Fünf Vorträge von Prof. Dr. Ferd. Rosenberger. Leipzig. Verlag von J. A. Barth. 1898. 170 стр.

Современное развитіе электрическихъ принциповъ. Пять лекцій проф. Ф. Розенбергера. Лейпцигъ. Цѣна 1 руб. 50 к.

Это сочиненіе принадлежитъ перу автора извѣстной „Исторіи Физики“, измѣющейся и въ русскомъ переводѣ. Въ своей „Исторіи“ Ф. Розенбергеръ очень мало касается новыхъ теченій въ теоріи электричества и магнетизма, и лежащая предъ нами „5 лекцій“ могутъ служить восполненіемъ этого пробѣла. Много разъ въ популярной формѣ была излагаема исторія электричества; имя автора служитъ ручательствомъ тому, что его книга одно изъ серьезныхъ сочиненій на эту тему.

Г. Розенбергеръ раздѣляетъ свое изложеніе современнаго состоянія электрическихъ принциповъ на пять главъ. Въ первой излагаются взгляды ученыхъ прошлаго вѣка; во второй—теорія физикоматематиковъ настоящаго столѣтія, начиная съ Кулона; въ третьей—реформа возрѣвній, начиная Фарадеемъ; въ четвертой—развитіе Фарадеевской теоріи до послѣдняго времени (Максвелла, Герца, Пойнтинга, Лоджа, Больцмана) и, наконецъ, пятая глава посвящена вліянію ученій объ электричествѣ на физическія теоріи вообще. Авторъ почти совершенно исключилъ біографическія матеріалы; болѣе подробно охарактеризована лишь жизнь Фарадея, хотя и то въ немногихъ, но очень выразительныхъ строкахъ.

Въ настоящемъ сочиненіи методъ изложенія Ф. Розенбергера значительно отличается отъ того, который такъ рѣзко выступаетъ въ „Исторіи Физики“. Здѣсь мы не видимъ того свода фактическихъ данныхъ, который дѣлаетъ „Исторію“ весьма полезною справочною книгою, но тяжелою для чтенія. Наоборотъ, авторъ даже всѣмъ опускаетъ или едва лишь упоминаетъ о цѣломъ множествѣ фактовъ, обращая все свое вниманіе на изложеніе идей, руководящихъ наукою, на ихъ столкновенія, борьбу, преобразование. Въслѣдствіе этого напр. въ послѣдній главѣ факты электрооптики почти совсѣмъ отсутствуютъ, и вліяніе электрическихъ принциповъ на физическое пониманіе природы выясняется лишь съ точки зрѣнія побѣды кинетическаго взгляда надъ динамическимъ и энергетикой.

Авторъ очевидный сторонникъ этого взгляда; эпиграфомъ книги онъ взялъ слова В. Томсона: „Потребность механическаго объясненія электрическихъ явленій не нова, но становится все сильнѣе съ каждымъ годомъ“. Но, какъ историкъ, объективно взвѣсившій на научныя теченія, и знающій, что всѣмъ имъ предназначень извѣстный срокъ, проф. Розенбергеръ проводитъ красною нитью чрезъ всѣ свои „лекціи“ ту мысль, что противоположныя теоретическія взгляды въ наукѣ не непременно стоятъ въ томъ же отношеніи другъ къ другу, какъ абсолютная истина и абсолютная ложь, но что оба могутъ просто лишь составлять необходимыя ступени развитія въ наукѣ и для извѣстнаго времени, въ той или иной области могутъ быть одинаковой цѣны съ точки зрѣнія истины“. Эта мысль проводится въ описаніи теорій Картезианцевъ и Ньютона, Франклина и сторонниковъ двухъ жидкостей, а также и въ разсмотрѣніи правъ на первенство теорій динамической и кинетич-

еской. Наконецъ, недурною иллюстраціей этой мысли является небольшая фантастическій отрывокъ (стр. 137—145) „Eine Gleichniss“ (Уподобленіе), въ которомъ разсказывается, какими путями ученые Марса догадывались о сущности стѣнныхъ часовъ, которые были завезены на Марсъ людьми, проводшими съ землѣ желѣзную дорогу на эту планету.

В. Лебединскій.

† Густавъ Видеманнъ.

24 марта скончался извѣстный физикъ редакторъ „Видеманновыхъ Анналовъ“ Густавъ Видеманнъ.

Густавъ Видеманнъ родился 2 октября 1826 года. Дѣятельность свою онъ началъ приватъ-доцентомъ Берлинскаго университета, затѣмъ послѣдовательно былъ профессоромъ Базельскаго университета, въ 1854 году, профессоромъ различныхъ высшихъ учебныхъ заведеній въ Брауншвейгѣ, Карлсруэ и, наконецъ, въ 1871 году былъ приглашенъ занять кафедру химіи въ Лейпцигскомъ университетѣ, которую онъ сохранилъ до самой отставки.

Его личныя работы весьма многочисленны и относятся главнымъ образомъ до электричества и магнетизма. На первомъ мѣстѣ стоятъ его классическія изслѣдованія въ области электрохиміи, а также его работы относительно свойствъ соляныхъ растворовъ, теплопроводности металловъ сравнительно съ ихъ электропроводимостью, о намагничиваніи желѣза и стали и отношенія этого явленія къ механическимъ деформациямъ.

Въ одномъ изъ своихъ первыхъ трудовъ въ 1851 г. Видеманнъ указалъ, что въ средѣ помѣщенной внутри катушки безъ мягкаго желѣза, магнитное вращеніе плоскости поляризаціи свѣта, который распространяется по направленію оси, пропорціонально силѣ тока, а слѣдовательно и магнитному полю. Этотъ важный законъ былъ обобщенъ и развитъ Верде, который показалъ его теоретическое значеніе. Въ 1877 году Видеманнъ взялъ на себя веденіе знаменитыхъ „Поггендорфовыхъ Анналовъ“, которые съ этого времени получили названіе „Видеманновыхъ“.

Главнымъ трудомъ Видеманна, которому онъ посвятилъ большую часть своей жизни, является весьма полный курсъ нашихъ современныхъ знаний по электричеству и магнетизму. Два изданія этого труда вышли сначала подъ названіемъ „Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus“. Два послѣдующихъ изданія вышли подъ болѣе общимъ заглавіемъ „Die Lehre von der Elektrizität“.

По мысли автора его трудъ долженъ быть изданъ въ пяти томахъ, исключительныхъ размѣровъ; но обиліе научныхъ изслѣдованій и работъ за послѣдніе годы, въ особенности по электрическимъ разрядамъ въ газахъ, а также, безъ сомнѣнія, утомленіе, причиненное такимъ обширнымъ трудомъ автору, побудили Видеманна ограничить свою работу, оставивъ сыну заботу о поименованіи и продолженіи своихъ первоначальныхъ проектовъ. Онъ имѣлъ однако возможность вынустить въ 1898 году четвертый томъ, который онъ и считалъ концемъ своей личной работы.

Въ продолженіи еще многихъ лѣтъ физики будутъ признательны Видеманну за его трудъ, представляющій такое богатое собраніе данныхъ, помѣщенныхъ въ классическомъ порядкѣ, облегчающемъ пользованіе ими, разбираемыхъ съ абсолютнымъ безпристрастіемъ, — за его трудъ, представляющій настоящій научный памятникъ.

На склонѣ своей жизни Видеманнъ могъ видѣть, что его работы найдутъ себѣ достойнаго продолжателя въ лицѣ его сына, Эйльгарда Видеманна, уже теперь извѣстнаго своими научными работами, имя котораго, вѣроятно, сохранитъ за анналами ихъ прежнее названіе.

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Отъ Редакціи. Редакція итальянскаго „L'Elettricità“, выходящаго въ Миланѣ обращается къ лицамъ, занимающимся электротехникой съ просьбой прислать свой портретъ съ автографомъ. Эти портреты предназначаются для собранія портретовъ авторовъ, профессоровъ, изобрѣтателей, техниковъ и вообще лицъ, посвятившихъ себя электричеству, — которое готовится для международной Выставки въ Комо (Италія), имѣющей быть по случаю столѣтія изобрѣтенія Вольтова столба. Посылки адресуются: Italie. Milan. Redaction du Journal „L'Elettricità“. 11, Via Cusani.

Театральныя представленія въ вагонахъ трамвая. Охотники до всякаго рода новостей американцы додумались, наконецъ, до совершенно особенной новинки. Между Нью-Йоркомъ и Coney Island'омъ, лежащимъ на берегу моря, построены электрическія трамваи. Въ виду того, что это пространство проходитъ вагономъ въ продолженіе почти часа, то, чтобы пассажирамъ не было скучно, въ вагонѣ устроятся представленія. Для этого строятся особые вагоны, которые рассчитаны на 60 мѣстъ. На одномъ концѣ вагона будетъ устроена эстрада для актеровъ. Плата за проѣздъ опредѣляется въ 1,25 фр. (= 46, 88 коп.) Движеніе откроется 17 мая и такъ какъ Coney Island въ лѣтнее время служитъ моднымъ мѣстомъ съѣзда американцевъ, то этотъ оригинальный трамвай будетъ имѣть большой успѣхъ.

Телеграфное сообщеніе безъ проводовъ между Англійей и Америкой. Въ Англии образовался большой синдикатъ, вошедшій въ соглашеніе съ компаніей, эксплуатирующей изобрѣтеніе Маркони, съ цѣлью получить право на устройство телеграфнаго сообщенія безъ проводовъ между Англійей и Америкой. Это извѣстіе, какъ и слѣдовало ожидать, вызвало большой переполохъ въ средѣ акціонеровъ телеграфныхъ компаній, владѣющихъ океанскими кабелями. Но они не обратили вниманія на то, что передавать сигналы на 3000 миль не то же, что на 30 миль (наибольше доступное въ настоящее время разстояніе передачи сигналовъ безъ проводовъ), а поэтому такое сообщеніе врядъ ли возможно, если принять во вниманіе хотя бы выпуклость земли.

Симплонскій туннель. Мы уже сообщали *), что устройство Симплонскаго туннеля совершается исключительно съ помощью электричества. Согласно съ мѣсячными отчетами по работамъ, къ концу февраля пробито 889 метровъ, изъ которыхъ 629 метровъ съ швейцарской стороны. Въ февралѣ высверлено 251 метръ, изъ которыхъ 156 съ швейцарской стороны, т. е. въ среднемъ по 5,57 м. въ день и 96 съ итальянской, т. е. въ среднемъ по 3,43 м. въ день. Съ швейцарской стороны туннель проходитъ глинистые слои съ кварцевыми прожилками. Съ 18 февраля со стороны Швейцаріи работаютъ два сверла.

Стоимость тяги отъ аккумуляторовъ. Годовой отчетъ чикагской компаніи электрической тяги даетъ нѣсколько интересныхъ данныхъ относительно стоимости тяги отъ аккумуляторовъ.

Валовой доходъ равнялся 27,8 сант. (= 10,43 к.) на вагонъ-километръ, а расходъ 26,2 сант. (= 9, 83 к.). Журналы центральной станціи показываютъ общій расходъ энергіи въ 1.227.228 киловаттъ-часовъ и цѣну

киловаттъ-часа 4,65 сант. (= 1,74 к.), считая производство энергіи и содержаніе машинъ. Расходы по эксплуатаціи батарей равнялись 23.400 фр. (= 8.775 р.). Число вагонъ-километровъ равнялось 981.725, при расходѣ аккумуляторовъ = 2,25 сант. (= 0, 84 к.) на вагонъ-километръ, т. е. нѣсколько менѣе 9%, общаго расхода. Средній пробѣгъ батарей изъ 72 элементовъ — 37 км. отрывательныя пластинки расходуютъ три положительныхъ. При новой батарее вагоны проходятъ 35 км. безъ перезарядки; но послѣ небольшого промежутка времени службы батарею приходится заряжать послѣ каждаго пробѣга, т. е. 17—18 км. Скорость, считая остановку, равняется 20 км. въ часъ, но можетъ быть доведена до 48 км.

Освѣщеніе магніемъ. До настоящаго времени свѣтъ отъ магнія употреблялся только при фотографиярованіи, въ видѣ мгновенныхъ вспышекъ. Въ Парижское общество поощренія представлена недавно лампа съ магніемъ, системы Дронье, которая даетъ постоянный свѣтъ, сжигая 40 граммъ магнія въ часъ. Фотометрическія измѣренія свѣта отъ этой лампы показали, что количество свѣта, испускаемое 1 килогр. магнія равняется таковому отъ 140 кгр. свѣчей, 160 кгр. масла, 70 кгр. керосину или 220 м. газа. Магній, употребляемый въ лампѣ Дронье стоитъ въ настоящее время отъ 80 до 90 фр. за килограммъ (прибл. отъ 12 до 15 рублей за фунтъ), — такъ что это освѣщеніе не можетъ конкурировать въ настоящее время ни съ какимъ другимъ. Хотя и существуетъ въ продажѣ магній 18—20 франковъ за килогр. но этотъ магній слишкомъ грязенъ и горитъ плохо.

Но слѣдуетъ замѣтить, что такія высокія цѣны на магній обусловливаются слишкомъ малымъ спросомъ на него: въ настоящее время только одинъ заводъ, въ Хемлингтѣнѣ, выдѣлываетъ электролитически этотъ металл, всѣ же остальные заводы получаютъ его химическими путями. Съ развитіемъ примѣненія магнія можно ожидать увеличенія его производства и пониженія цѣны.

Первый случай пользованія телеграфомъ Маркони. Несмотря на свою недавность, изобрѣтеніе Маркони уже успѣло сослужить службу въ дѣлѣ спасанія человѣческой жизни. Мы уже сообщали объ опытахъ телеграфированія между маякомъ South Foreland и другими. На одинъ изъ плавучихъ маяковъ ночью наскочилъ купеческій пароходъ и пробилъ его, послѣ чего самъ послѣбно скрылся, оставивъ поврежденный маякъ на произволъ судьбы. Тогда команда маяка вспомнила объ аппаратахъ Маркони и посредствомъ нихъ сообщила маяку South Foreland о своемъ бѣдственномъ положеніи; этотъ, въ свою очередь передалъ сообщеніе на берегъ, откуда и былъ посланъ на погибающій маякъ пароходъ, снявшій съ него десять человѣкъ.

Такимъ образомъ, помимо удачныхъ опытовъ, телеграфъ Маркони можетъ считаться испытаннымъ и на дѣлѣ.

Электрическіе пожарные экипажи. Въ Парижѣ въ настоящее время производится опыты надъ примѣненіемъ электрическихъ экипажей къ пожарнымъ цѣлямъ. Для этого былъ построенъ особый экипажъ, снабженный всѣми необходимыми противопожарными орудіями. На опытахъ такой экипажъ съ 11 человѣками пожарныхъ, развилъ скорость 24 килом. въ часъ, легко огнбалъ углы и моментально останавливался въ случаѣ надобности.

*) См. Электричество 1898 г. № 18 стр. 256.