

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Иксъ-явленія.

Статья В. К. Лебединскаго.

1. Физики по прежнему съ особеннымъ напряженіемъ заняты изслѣдованіемъ разрядовъ электричества чрезъ газы, получившихъ такую широкую извѣстность послѣ 1896 года. Въ болѣе тѣсномъ кругу научной публики ими интересовались давно; въ наукѣ непрерывно нарасталъ матерьялъ, своимъ разнообразіемъ дававшій основаніе ожидать въ этой области явленій много прекрасныхъ открытій, и предугадывать большое значеніе ихъ для познанія природы.

Открытія эти дѣлаются, и кажется, ихъ значеніе для науки начинаетъ уже выступать. Дѣйствительно, явленія эти недоступны для того научнаго пониманія, съ какимъ мы разсматриваемъ вѣтеръ въ воздухѣ, свѣтовой лучъ, электрическій токъ, магнитный потокъ и т. д. Названные физическія явленія изучены, причемъ въ основу ихъ положена та или иная аналогія, которая соединяетъ въ цѣлую картину множество фактовъ. Относительно разрядовъ чрезъ газы наукѣ не удастся найти такой аналогіи; всѣ, придуманныя до сихъ поръ, представленія, годныя для того или иного факта, скоро оказываются недостаточными, аналогія обрывается. Приходится въ этотъ уголокъ физическаго міра направить всѣ приемы мысли, всѣ теоріи и знанія, покрыть его своего рода мозаикой, въ которой каждый камень вышлифованъ изъ знакомаго матерьяла и приложенъ къ другому, матерьялъ котораго тоже извѣстенъ. Мозаичный мастеръ, выбирая камни, имѣетъ въ виду воспроизвести замысловатую картину катоднаго потока, рентгеновыхъ лучей и невольно замѣчаетъ, что чѣмъ вѣрнѣе становится его картина, тѣмъ труднѣе узнать по камнямъ взятые для нихъ матерьялы.

Въ теоріи этихъ X-явленій отваживаются соединять такіе изъ физическихъ фактовъ, родство которыхъ раньше не приходило на мысль. Грани между отдѣлами физики падаютъ, приемы изслѣдованія и объясненія понимаются все шире и шире, относятся не къ узкимъ конкретнымъ

фактамъ, а принимаютъ характеръ гораздо болѣе отвлеченный.

Кромѣ того, при объясненіи новыхъ явленій неоднократно уже высказывались совсѣмъ новыя идеи, или лишь отчасти согласныя съ установившимися уже въ наукѣ. Такимъ образомъ роль X-явленій въ наукѣ представляется такою: при изслѣдованіи ихъ видоизмѣняется и обогащается научная мысль. Съ этой точки зрѣнія взгляды на явленія разрядовъ электричества чрезъ газы интересны и теперь, хотя они и не могутъ еще считаться установившимися теоріями, хотя эти явленія все еще можно обозначать тѣмъ выразительнымъ знакомъ, какой ввелъ Рентгенъ для своихъ лучей—буквою X.

2. *Условія разряда.* — Изученіе разрядовъ чрезъ газы начато Фарадеемъ; онъ первый прослѣдилъ переходъ формъ разряда изъ одного вида въ другой при увеличеніи напряженія (разности потенциаловъ); ему же принадлежитъ столь богатая результатами идея видоизмѣнять характеръ разряда, разрѣжая газъ, по которому разрядъ проходитъ.

Не малое значеніе однако имѣютъ и форма электродовъ, ихъ матерьялъ и химическій составъ газа, въ которомъ происходитъ разрядъ; изученіе этихъ обстоятельствъ было тоже начато Фарадеемъ; теперь найдено еще нѣсколько причинъ, вліяющихъ на ходъ разряда, но первыя двѣ до сихъ поръ оказываются самыми главными, чему доказательство будетъ приведено ниже (§ II).

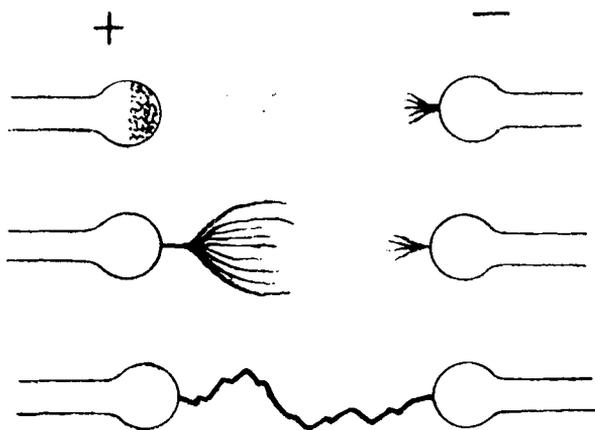
3. *Спротивленіе перехода.* Во всѣхъ явленіяхъ разряда электричества чрезъ газы съ перваго же шага обнаружилось одно обстоятельство, которое должно считать, вѣроятно, весьма важнымъ и которое не имѣетъ ничего подобнаго себѣ при электрическомъ токѣ чрезъ проводникъ, а именно, что одинъ и тотъ же разрядъ имѣетъ всегда различный характеръ у положительнаго и отрицательнаго электродовъ. Такъ какъ предъ каждымъ разрядомъ мы имѣемъ два противоположно наэлектризованныхъ тѣла (электроды) то, приступая къ объясненію явленій, происходящихъ при разрядѣ, мы должны начинать съ явленія электрической индукціи чрезъ изоляторъ между этими электродами.

Современная наука, основываясь на опытахъ

Герца и других, предполагает несомненным, что эта индукция представляет собою какое то видоизменение, деформацию в эфире, заключенном в этой среде, деформацию ограниченную заряженными телами. Таким образом заряженным является тело, находящееся среди деформированного эфира. Характер этой деформации остается загадочным, но, каков бы он ни был, положительная и отрицательная электризация понимаются, как одинаковая деформация среды, но противного направления (подобно напр. закручиванию проволоки направо и закручиванию налево); та же самая деформация, если на нее смотреть с двух электродов, между которыми она произошла, является двумя деформациями противного знака (подобно тому, как закручивая палец одинаково двумя руками, мы производим кручение обими руками в противные стороны) и эти электроды, хотя и находятся среди одной и той же деформации, являются заряженными противоположно. Изъ этого должно быть ясно, что различие электродов, выступающее в последующей за первоначальной индукцией стадий разряда, не может быть объяснено каким либо качественным различием деформаций эфира у этих электродов, а чем либо иным.

Приходится ввести в рассмотрение материю, электроды; тоже самое только под другим названием более близким для привыкших представлять себя ток в виде текущей жидкости — выражается так называемым сопротивлением перехода электричества с электрода в газ.

4. *Виды разрядов и их общее качество.* — Различные характеры разрядов при обыкновен-



Фиг. 1.

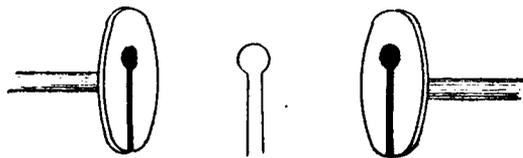
ном давлении (фиг. 1), которые появляются при уменьшении расстояния между электродами и ослаблении напряжения суть: 1) тихое сияние, 2) кисти и 3) искра и вольтова дуга. Разряды при уменьшенной упругости производят явления в Гейслеровой и Круксовой трубках. Эти разряды суть явления неизвестные по процессам, которые в них происходят. Мы имеем однако

право ждать от них качества обыкновенного электрического тока, который тоже представляет собою разряд. Известно, что проводник, по которому протекает ток, приходит в движение под действием магнитного поля.

Многие опыты, особенно за последнее время напр. работа Прехта (Wied. Ann. 1898, № 12) доказывают, что все перечисленные выше виды разряда при обыкновенном атмосферном давлении изменяют свой путь под действием магнитного поля, отклоняясь по законам электродинамики. Действие магнита на вольгову дугу и на разряды при малых давлениях было известно давно.

Электрическому току обыкновенно приписывают направление, по которому предполагается движение положительной электрической жидкости. Нервно также представляют себя ток, как два встречных движения, причем полагают, что отрицательное электричество движется в направлении от меньшего потенциала к большему.

Относительно упомянутых форм разряда многие исследователи пришли к убеждению о существовании двух разрядов, с каждого из электродов. Так Лемань для случая разряда сиянием (фиг. 2), наблюдал тени от



Фиг. 2.

предметов, поставленных в пути разряда, на обоих электродах. Подобное же наблюдал Прехт о разряде кистью. Два противоположных по знаку и противно направленных разряда отклоняются одним и тем же магнитным полем в одну и ту же сторону.

5. *Потоки частиц.* — Самое направление этих опытов — искание тени от разряда показывает, что эти разряды понимаются, как потоки частиц, несущих заряды, отбрасываемых электродами. Понятно, что частицы, отталкиваемые от отрицательного электрода, заряжены отрицательно, а частицы от положительного несут положительные заряды; достигнув противоположных электродов, они разряжаются, разряжая при этом более или менее и самые электроды. Таким образом разряд каждого из электродов, поддерживающий ток в цепи, составляется из образования новых заряженных частиц и из разряда тех, которые подходят к нему. Но тут является несколько труднее разрешимых вопросов: из опыта мы знаем, что невозможно зарядить частицы, просто позволяя им сталкиваться с заряженной поверхностью какого-нибудь тела. Ведь, во всех наших изоляторах

частицы находятся въ непрерывномъ движеніи во всѣ стороны (особливо въ лучшихъ изоляторахъ—жидкихъ и газообразныхъ), но ихъ столкновенія съ зарядомъ не ведутъ къ разряженію.

6. *Ионизация и движеніе іоновъ.* — Недоразумѣніе разрѣшается, если предположить, что частицы газа могутъ уносить заряды, если онѣ разщеплены, или вообще представляютъ ненормальную группу атомовъ, и что заряженные электроды имѣютъ способность производить эту ненормальную группировку.

Такія заряженныя группы атомовъ называются іонами и предполагаются химиками во многихъ (особенно: разведенныхъ) растворахъ. На ионизацию частицъ, какъ показываютъ опыты надъ растворами, иногда затрачивается энергія, иногда не затрачивается; бывають же случаи, когда она даже выдѣляется.

Такимъ образомъ мы имѣемъ основаніе предположить, что по неизвѣстной причинѣ (которая нѣсколько разъясняется ниже) въ разрядномъ пространствѣ образуется два потока противоположныхъ іоновъ, на образованіе которыхъ можетъ и не затрачиваться энергія. Эти іоны, какъ наэлектризованныя тѣла, не могутъ оставаться неподвижными въ электрическомъ полѣ между электродами. Ихъ скорости должны быть направлены по направленію электростатическихъ силъ, что согласно съ видомъ разрядовъ, которые нерѣдко оказываются не направленными прямо отъ соотвѣтственнаго электрода, но изгибающимся къ другому электроду. Предполагають, что скорости іоновъ пропорциональны дѣйствующей на нихъ электрической (Кулоновской) силѣ (или градиенту потенциала), что въ равномѣрномъ полѣ, несмотря на постоянное дѣйствіе силы, іоны движутся безъ ускоренія, какъ движутся частицы, взвѣшенныя въ вязкой жидкости и достигшія скорости предѣльной для ихъ сѣченія и данной вязкости.

Величина тока i , представляемаго движущимися іонами, опредѣляется изъ количества электричества, переносимаго потокомъ іоновъ въ единицу времени чрезъ единицу поверхности сѣченія разряднаго промежутка, по формулѣ $i = \frac{Q}{t}$ *) гдѣ при $t = 1$, $i = Q = Neu$, если e —зарядъ одного іона, N —число іоновъ въ единицѣ объема, — u ихъ скорость. Эта формула выражаетъ, что чрезъ данную поверхность пройдутъ всѣ іоны, находившіеся къ началу исчисляемой единицы времени въ объемѣ, вырѣзанномъ изъ разряднаго пространства, съ основаніемъ=единицѣ и шириною= u . Сила, съ которою дѣйствуетъ поле H на каждый сантиметръ тока i перпендикулярно къ направленію тока, выражается произведеніемъ Hi ; съ другой стороны, изъ механики извѣстно, что тѣло съ массою m , движущееся со скоростью u

и находящееся подъ дѣйствіемъ центральной силы F , движется по окружности съ радіусомъ

$$\rho = \frac{mu^2}{F}$$

Если предположить, что дѣйствіе магнитной силы на іонъ, представляющій часть тока, можно разсматривать, какъ дѣйствіе центробежной силы на тѣло, движущееся по касательной, и назвать массу іона m , то получимъ соотношеніе:

$$\rho = \frac{Nmu^2}{iNuc} = \frac{mu}{He} \dots \dots \dots (1)$$

Такимъ образомъ основное качество разрядовъ можетъ быть примѣнено съ представленіемъ о нихъ, какъ о потокахъ.

7. *Явленіе Холля.* — Относительно проводниковъ перваго рода извѣстно, что если существуетъ магнитное поле перпендикулярное къ направленію тока, проходящаго чрезъ проводникъ, то распредѣленіе потенциальныхъ поверхностей на этомъ проводникѣ измѣнится. Это явленіе объясняется нѣкоторыми учеными, какъ результатъ неравнаго дѣйствія магнитнаго поля на положительную и отрицательную части электрическаго тока (см. напр. Wüllner. Experimentalphys. III. p. 1025). Нѣчто подобное было наблюдено и въ опытахъ Прехта, и послужило косвеннымъ подтвержденіемъ двойственности (ср. § 3) разряда. Прехтъ замѣтилъ неодинаковое отклоненіе магнитнымъ полемъ различныхъ концовъ искры, которые такимъ образомъ приходится считать двумя различными и *eo ipso* отдѣльными явленіями.

Прехтъ предлагаетъ для своихъ опытовъ такое объясненіе ихъ различія: будемъ считать упомянутые виды разрядовъ движеніемъ заряженныхъ частицъ по направленію отъ электродовъ. Если электроды имѣютъ различную форму, напр. одинъ заостренный, а другой закругленный, то линіи индукціи у перваго будутъ болѣе сгущенны, потенциалы будутъ измѣняться около него быстрѣе, и потокъ заряженныхъ частицъ, начинающійся отъ него, будетъ обладать болѣею скоростью. Какъ показано выше, это будетъ служить причиною меньшаго дѣйствія магнитнаго поля. Прехтъ дѣйствительно наблюдалъ, что болѣе отклоняется тотъ разрядъ, который начинается съ закругленнаго электрода. Такимъ образомъ, въ случаѣ разрядовъ явленіе Холля приводитъ себя характерное объясненіе.

Это обстоятельство дало возможность наблюдать слѣдующее различіе двухъ истеченій по ихъ существу: Когда выдѣляется, оставаясь неотклоненнымъ, положительный потокъ, то напряженіе между электродами падаетъ, и кисть можетъ переходить въ искру, если же отрицательный электродъ заостренный, и слѣдовательно въ магнитномъ полѣ выдѣляется отрицательный потокъ, то напряженіе возрастаетъ, и искра можетъ при этомъ обращаться въ кисть и даже сіяніе, а кисть—въ сіяніе.

*) Если i измѣряется въ амперахъ, то Q тоже въ эд.-магн. ед., т. е. кулонахъ.

Такимъ образомъ, примѣняя снова понятія, выработанныя на электрическомъ токѣ, а именно законъ Ома, мы должны сказать, что сопротивленіе разряднаго пространства возрастаетъ, если въ немъ преобладаетъ отрицательный потокъ, и убываетъ въ случаѣ преобладанія положительнаго, причѣмъ оба исходятъ съ одинаковыхъ электродовъ.

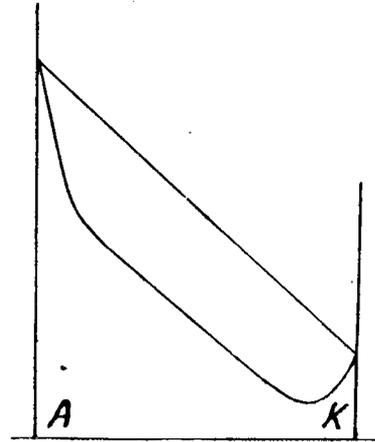
8. *Различныя скорости ионовъ.*— Въ предыдущемъ мы свободно смѣшивали два понятія: электрическаго тока и потока заряженныхъ частицъ. Это очень близкія явленія; наше представленіе о *току* въ электролитахъ именно и состоитъ въ представленіи о двухъ потокахъ ионовъ. Для основательности разсужденія было бы, слѣдовательно, важно убѣдиться, что въ разрядахъ, о которыхъ идетъ рѣчь, дѣйствительно происходитъ явленіе электролиза; это и было доказано относительно искры. Д. Д. Томсонъ, пропуская искру отъ Румкорфовой катушки чрезъ водяной паръ, разлагалъ его на водородъ и кислородъ, причѣмъ фактъ разложенія былъ доказанъ химическимъ анализомъ. Разрядъ въ воздухѣ не разлагаетъ его, какъ тѣло простое, на какіе либо элементы, но лишь ионизируетъ, причѣмъ вполне возможно предположить, что образуются іоны лишь одного знака, или что іоны противныхъ знаковъ образуются не въ равномъ числѣ. Этихъ допущеній нельзя было бы сдѣлать въ случаѣ разложенія тѣла на его химическія составныя части.

Въ теоріи электролиза, основанной на ученіи объ іонахъ, устанавливается такое положеніе: при прочихъ равныхъ условіяхъ скорости ионовъ различны въ зависимости отъ знака несомато ими заряда; иными словами, различны коэффициенты пропорціональности (§ 6), чрезъ которые выражаются скорости ионовъ въ потенциальномъ градиентѣ. Если назовемъ скорости положительныхъ и отрицательныхъ ионовъ u_1 и u_2 , то получимъ:

$$u_1 = k_1 X; \quad u_2 = k_2 X \dots \dots (2)$$

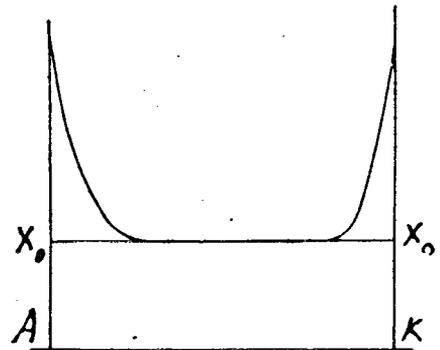
Переходимъ къ доказательству того, что скорость эта не можетъ быть постоянною, даже если первоначальное электрическое поле между электродами вполне однородно, т. е. потенциалъ падаетъ до возникновенія разряда вполне равномерно. Мы будемъ сначала разсматривать одинъ потокъ, напр. отрицательный, который и заполняетъ собою пространство между электродами. Присутствіе отрицательно заряженныхъ частицъ понизитъ почти одинаково потенциалы всѣхъ точекъ разряднаго пространства на величину, зависящую отъ густоты потока ионовъ, за исключеніемъ двухъ весьма узкихъ слоевъ около анода и катода, гдѣ потенциалъ будетъ быстро повышаться; фиг. 3 изображаетъ распределеніе потенциаловъ, а фиг. 4 величины потенциальныхъ градиентовъ вдоль разряднаго пространства АК, гдѣ предварительно градиентъ былъ постояненъ $X_0 X_0$. Отрицательный іонъ, войдя въ анодный

слой, будетъ имѣть предъ собою лишь тонкій слой одноименныхъ ионовъ. Вслѣдствіе этого



Фиг. 3.

скорость ионовъ (—) въ этомъ слоевъ возрастаетъ, а потому іоны расходятся другъ отъ



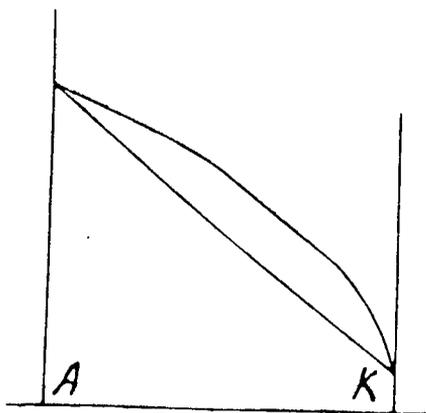
Фиг. 4.

друга на большіе промежутки, что еще болѣе увеличиваетъ градиентъ повышенія потенциала. Подобное же происходитъ и у катода, откуда потокъ отправляется; тутъ тоже можно представить себѣ нѣкоторый тонкій слой, втолщѣ котораго градиентъ падаетъ до той величины, которую онъ имѣетъ въ срединѣ потока, причѣмъ іоны сгущаются.

Предполагаемъ существованіе второго потока. Предположивъ $u_1 < u_2$ и допустивъ, что одинаковое число ионовъ проходитъ чрезъ каждое сѣченіе въ единицу времени, мы должны будемъ заключить, что $+$ іоны движутся болѣе густымъ потокомъ, чѣмъ $-$ іоны; это повыситъ потенциалы въ срединѣ разряднаго пространства, и уже изъ одного этого послѣдуетъ, что потенциальный градиентъ у анода будетъ менѣе значительнымъ, тогда какъ у катода онъ возрастетъ (фиг. 5).

Теперь вводимъ новое понятіе, нѣсколько еще болѣе усложняющее предыдущее разсужденіе. Мы предполагаемъ, что въ тѣхъ мѣстахъ, чрезъ которыя одновременно проходятъ оба потока, $+$ іоны могутъ соединяться съ $-$ іонами, образуя

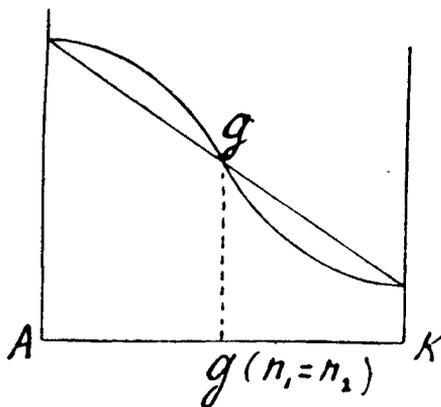
этимъ частицу, уже не принадлежащую активно къ явленію разряда, т. е. не принадлежащую ни къ какому изъ потоковъ. Это явленіе въ загра-



Фиг. 5.

ничной литературѣ называется рекомбинаціею (возсоединеніемъ). Число рекомбинирующихъ въ данномъ объемѣ ионовъ предполагается пропорціональнымъ произведенію числа $+$ ионовъ (n_1) и $-$ ионовъ (n_2), находящихся въ этомъ объемѣ, т. е. числу столкновеній между частицами. Рекомбинація $= an_1n_2$. Понятно, что число $n_1 + n_2$ вдоль всего разряда остается постояннымъ.

Можно представлять себѣ дѣло такъ, что оба потока на протяжении своего пути между электродами взаимно уничтожаются рекомбинаціей; въ такомъ случаѣ у самого катода будутъ находиться одни только $-$ ионы, а у анода лишь $+$ ионы. Около середины разряднаго пространства число n_1 приблизительно равно n_2 , а потому произведеніе n_1n_2 (при условіи $n_1 + n_2 = \text{пост.}$), а слѣдовательно и рекомбинація — наибольшія.



Фиг. 6.

Вслѣдствіе этого въ средней части разряда число ионовъ быстро мѣняется, а потому быстро мѣняется потенциалъ; потенциальный градиентъ въ срединѣ разряда великъ, но въ обѣ стороны отъ этой части — падаетъ. Это обстоятельство, конечно, увеличиваетъ скорости ионовъ, подходя-

щихъ къ мѣсту наибольшей рекомбинаціи, и уменьшаетъ скорости удаляющихся, такимъ образомъ въ мѣстѣ наибольшей рекомбинаціи потоки оказываются особенно суженными.

Дѣло не измѣняется съ качественной стороны, если предположимъ, что на пути разряда потоки не уничтожаются всеми своими ионами.

Если обратиться къ условію $n_1 < n_2$, сопровождающаго его предположеніемъ, что $+$ потокъ вообще гуще отрицательнаго, то намъ необходимо будетъ согласиться съ тѣмъ, что то мѣсто, гдѣ $n_1 = n_2$, перемѣстится къ отрицательному электроду; туда же перемѣстится и наибольшая рекомбинація со всеми ея послѣдствіями.

9. *Предполагаемые признаки ионизации.*—Мысль объ ионизации газовъ играетъ большую роль въ объясненіяхъ всѣхъ X-явленій, но далеко не всегда можетъ быть доказано разложеніе непосредственнымъ анализомъ. Однако иногда оно можетъ быть доказано косвенно характеромъ той проводимости, какою обладаетъ ионизированный газъ. Этотъ характеръ впервые обнаружился въ опытахъ Столѣтова.

Какъ извѣстно, Столѣтовъ освѣщалъ отрицательную обложку воздушнаго конденсатора свѣтовыми лучами короткой длины волны, пропущенными сквозь отверстіе въ положительной обложкѣ; вслѣдствіе этого воздушный слой конденсатора становился проводящимъ, заряды обложекъ соединялись чрезъ него, и, если обложки были соединены съ полюсами батарей, то въ цѣпи, хотя и замкнутой на конденсаторъ, былъ наблюдаемъ непрерывный токъ. Измѣряя этотъ токъ, можно было по извѣстной электродвижущей силѣ батарей судить о сопротивленіи воздушнаго слоя, освѣщеннаго зафіолетовыми лучами. Оказалось, что сила тока лишь при малыхъ электродвижущихъ силахъ пропорціональна имъ, при большихъ же приближается къ нѣкоторому предѣлу. Это показываетъ, что газъ не обладаетъ какимъ нибудь опредѣленнымъ сопротивленіемъ въ смыслѣ омовскаго, но что въ немъ существуетъ способность перенести лишь опредѣленное количество электричества, къ которому мы и приближаемся, увеличивая разность потенциаловъ. Это наибольшее количество электричества и есть зарядъ того числа ионовъ, какое можетъ производиться даннымъ освѣщеніемъ катодной пластины при условіи достаточно быстрого удаленія ионовъ съ этой пластины; это удаленіе нужно считать зависящимъ отъ разности потенциаловъ; это вполне согласно съ тѣмъ положеніемъ, что скорость передвиженія ионовъ пропорціональна разности потенциаловъ на единицу длины (градиенту потенциала).

Столѣтовъ нашелъ, что съ разрѣженіемъ газа токъ увеличивается до извѣстной (критической) упругости газа. Если перейти этотъ предѣлъ, токъ начинаетъ ослабѣвать; при очень малыхъ упругостяхъ онъ остается постояннымъ.

Если мы предположимъ, что ионы при передвиженіи своемъ сквозь газъ встрѣчаютъ сопротивленіе, то естественно принять, что это сопро-

тивленіе уменьшается съ уменьшеніемъ плотности газа, а потому скорость іоновъ (а слѣдовательно и токъ) — увеличивается. Когда, наконецъ, токъ достигнетъ наибольшей величины, соотвѣтствующей данному освѣщенію, дальнѣйшее разрѣженіе газа не можетъ уже усилить тока, но оно приведетъ къ уменьшенію числа частицъ около катодной пластины, что можно себѣ представить обстоятельствомъ, мѣшающимъ данному освѣщенію выработать свое наибольшее число іоновъ. Такимъ образомъ можетъ быть понято уменьшеніе тока при разрѣженіи газа болѣе критическаго.

Существованіе критическаго разрѣженія трудно было бы понять съ точки зрѣнія распыленія катода, освѣщеннаго зафіолетовыми лучами, которыми нѣкоторые думали объяснить актино-электрическія явленія: если газъ представляетъ сопротивление движенію частицъ катода, то конечно это сопротивление будетъ непрерывно уменьшаться, до какой бы степени ни разрѣжали этотъ газъ.

Весьма возможно, что распыленіе существуетъ, но лишь какъ второстепенное явленіе, и что оно становится главнымъ лишь при прохожденіи тока чрезъ газъ, когда газъ разрѣженъ до очень высокой степени. Потому-то, можетъ быть, при такихъ разрѣженіяхъ величина тока уже не зависитъ болѣе отъ разрѣженія.

Особенно характерно выступало электролитическое состояніе газа въ опытахъ Столѣтова, когда этотъ ученый бралъ для электродовъ своего конденсатора различные металлы и освѣщалъ зафіолетовыми лучами тотъ изъ нихъ, который по ряду Вольты былъ электроотрицателенъ относительно другого; получался токъ подобно тому, какъ если бы эти металлы были погружены въ электролизъ. Какъ извѣстно, тока не получилось бы, если бы металлы были замкнуты цѣпью изъ какихъ бы то ни было проводниковъ перваго рода.

Но не только въ актиноэлектрическихъ явленіяхъ возникаютъ ионизированные газы; современная физика предполагаетъ образованіе іоновъ въ газахъ при нагрѣваніи ихъ въ пламени; при присутствіи въ нихъ металла, раскаленнаго до красна; при пропусканіи вольтовой дуги. Главными доказательствами образованіе іоновъ во всѣхъ этихъ случаяхъ является: проводимость газовъ, неподчиненіе закону Ома, а также то, что свойство проводимости особенно рѣзко выступаетъ въ сложныхъ газахъ (подробно изслѣдовано для случая нагрѣтаго газа), причемъ ихъ электролитическое разложеніе доказывалось и непосредственно химическимъ анализомъ. Особенно малую проводимость оказываютъ пары ртути.

Наконецъ, ионизація предполагается и въ катодномъ потокѣ, а также въ газѣ, пронизываемомъ X-лучами.

10. *Катодный потокъ.* — На катодный потокъ впервые было обращено вниманіе Плюккеромъ въ 1859 г., затѣмъ имъ занимались Гитторфъ и Гольдштейнъ съ 1876 г.

Однимъ изъ первыхъ людей, увидѣвшимъ катодный потокъ во всей его красѣ, былъ Круксъ (1879 г.). Мысль, которая тогда показалась ему естественною, была та, что катодный потокъ, совершенно новое явленіе, — четвертое состояніе матеріи. Состоянія матеріи суть различныя формы движенія атомовъ; сама она ни жидкая, ни твердая, ни газообразная; сама матерія это — атомы «неосозаемые, невидимые, непостижимые». Почему немислимо четвертое состояніе, четвертая форма движенія этихъ атомовъ? Правда, что въ настоящее время состоянія матеріи далеко не играютъ роли прежнихъ категорическихъ понятій; многіе видятъ въ твердыхъ тѣлахъ свойство текучести, испаренія съ поверхности, какъ въ жидкостяхъ, причемъ испареніе жидкости считается признакомъ общности ея свойствъ съ газами (частицы улетаютъ съ поверхности). Точно также и электрическія и свѣтоты свойства встрѣчаются одинаково во всѣхъ состояніяхъ, вспомнимъ — электролизъ стекла, газовъ, двойное преломленіе свѣта въ жидкостяхъ и т. д. Но, съ другой стороны, критическія условія рѣзкаго перехода жидкости въ газъ говорятъ о какомъ-то существенномъ различіи между этими состояніями.

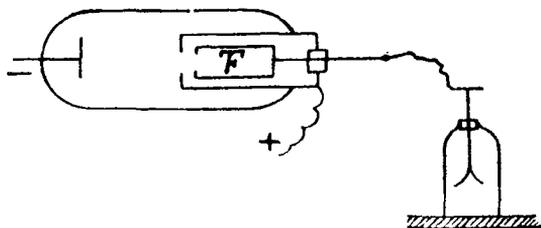
Все же неопредѣленность понятія о состояніяхъ не могла не представить мысль Крукса шаткой. Двигаться въ наукѣ путемъ предположенія новыхъ неопредѣленныхъ категорій было признано скользкимъ путемъ; что могло дать объясненіе новаго — неизвѣстнаго и неопредѣленного? Приходилось даже и то, что было понятно, облачать въ свойства четвертаго состоянія, какъ фосфоресценція стекла и вращеніе мельничнаго колеса отъ катоднаго потока. Вѣдь, фосфоресценція (хотя и много слабѣйшая) вызывается и эфирными волнами, а мельничныя колеса вращаются двумя обычными состояніями матеріи.

И наука, рѣшительно оставивъ путь Крукса, пытается проникнуть въ явленіе съ прежними представленіями не соединяя свойствъ эфирной волны съ свойствомъ вѣтра или текущей воды въ воображаемое состояніе, она пытается все явленіе постичь или съ точки зрѣнія эфирной волны, или съ точки зрѣнія «вѣтра».

11. *Матерьяльная (корпускулярная) теорія.* — Въ этой статьѣ мы остановимся на второй гипотезѣ. Катодный потокъ есть вѣтеръ или потокъ газовыхъ частицъ; онъ представляетъ собою явленіе разряда, потому что эти частицы суть іоны и, конечно, отрицательно элементаризованныя, такъ какъ отталкиваются отъ катода. Катодъ Круксовой трубки является слѣдовательно однимъ изъ условій ионизаціи газовъ. Его искривленіе подъ дѣйствіемъ магнитнаго поля выражается тою же формулою (1); такъ какъ его длина можетъ быть довольно значительна, то величина ρ поддается измѣренію и является возможностью измѣрить $\frac{m}{e}$ и u , если бы было най-

дено еще какое-нибудь соотношеніе между этими величинами.

Перрэнъ, а за нимъ и нѣкоторые другіе установили весьма важный фактъ, что катодный потокъ, попадая въ полое металлическое тѣло, Фарадеевскій цилиндръ F (фиг. 7), электризуется его отрицательно. Это можно объяснить тѣмъ естественнымъ допущеніемъ, что — іоны, попадающіе во внутрь пріемника, разьэлектризовы-



Фиг. 7.

ваются. Количество электричества, Ne (гдѣ N число частицъ, ударяющихся въ 1 сек. объ антикатодъ), которое можно получить отъ пріемника втеченіе одной секунды, и можетъ послужить даннымъ для составленія еще одного соотношенія между величинами, опредѣляющими катодный потокъ.

Но Д. Д. Томсонъ, въ одной изъ послѣднихъ серій своихъ опытовъ, предпочелъ измѣрить живую силу іоновъ; онъ направилъ катодный потокъ на термоэлектрической столбикъ и по измѣненію температуры его судилъ о количествѣ тепла, поступающаго къ нему въ секунду эквивалентнаго кинетической энергіи

$$\frac{1}{2} Nmv^2 = W \dots (3)$$

Изъ уравненій: $Q = Ne$, а также (1) и (3) легко получить

$$\frac{m}{e} = \frac{1}{2} \frac{QW^2v^2}{W} \text{ и } u = \frac{2W}{QWv}$$

Д. Д. Томсонъ нашель, что

$$\frac{m}{e} = 2 \times 10^{-7}, \text{ и } u = 1,5 \times 10^9.$$

Эти величины далеко не согласуются съ $\frac{m}{e}$, необходимымъ при электролизѣ даже для водорода ($= 10^{-4}$), и съ такъ наз. «скоростью іоновъ» при разложеніи растворовъ, которая представляетъ собою всегда незначительную величину.

Чтобы объяснить малость отношенія $\frac{m}{e}$, Д. Д. Томсонъ предлагаетъ разсматривать іоны, какъ разщепленные атомы, т. е. тѣльца, имѣющія m меньшею, чѣмъ какой либо атомъ химическаго элемента. Предположеніе, что атомы химическаго элемента могутъ быть подраздѣляемы на меньшія массы, его высказывали нѣкоторые теоретики строенія вещества, предполагавшіе, что всѣ элементы нѣкогда произошли изъ одной и той же первичной матеріи; но не было извѣстно способа разлагать элементы до полученія этой ма-

теріи; англійскій ученый предположилъ, что это происходитъ въ Круксовой трубкѣ, отсюда видно, насколько рѣзко приходится отличать катодную ионизацію отъ электролитической, въ которой мыслимо лишь разложеніе сложныхъ тѣлъ на современные намъ химическіе элементы.

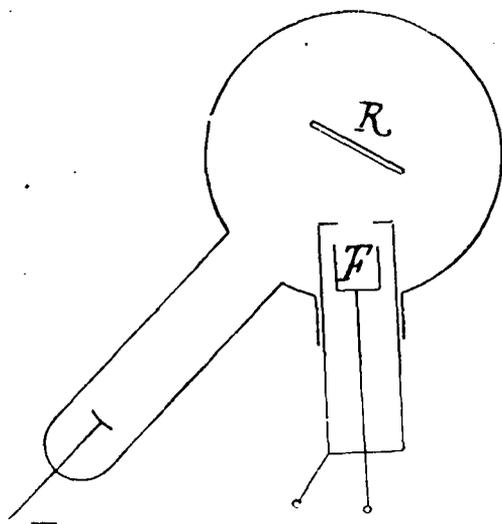
Д. Д. Томсонъ видитъ особенное подтвержденіе своего взгляда въ постоянствѣ величинъ $\frac{m}{e}$ и ρ для катодныхъ потоковъ въ Круксовыхъ трубкахъ, наполненныхъ различными газами; въ этомъ постоянствѣ и сказывается тождество первичной матеріи. Въмѣсто этого можно утверждать, что одинаковость катодныхъ потоковъ указываетъ на выдающееся значеніе разрѣженія матеріи предъ всѣми другими ся качествами (см. § 2).

12. *Отраженіе катоднаго потока и прохожденіе его сквозь металлы.* — Катодный потокъ, встрѣтившій металлическую поверхность, отражается. Іоны отскакиваютъ обратно отъ той поверхности, объ которую ударяются. Но при ближайшемъ разсмотрѣніи оказываются обстоятельства, котормя не легко объяснить помощью грубой картины мячика, отскакивающаго отъ стѣны. Отраженный потокъ имѣетъ характеръ разсѣяннаго по всѣмъ направленіямъ подобно свѣту, отраженному шероховатою стѣною. Мы можемъ предположить, что даже гладкая металлическая поверхность является шероховатою для тѣхъ маленькихъ тѣлецъ, котормя представляютъ іоны. Отраженіе катоднаго потока тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше удѣльный вѣсъ отражающаго металла. Такъ Штарке (Wied. Ann. 1898, № 9) нашель, что наилучше отражаетъ платина, затѣмъ: серебро, мѣдь, цинкъ, алюминій. При этомъ должно замѣтить однако, что способность отраженія растетъ при большихъ удѣльныхъ вѣсахъ гораздо медленнѣе, чѣмъ при малыхъ. При одномъ и томъ же металлѣ отраженіе наибольшее, если онъ заряженъ (отъ посторонняго источника) до нѣкотораго отрицательнаго потенциала; оно меньше, если металлъ изолированъ, еще меньше, если онъ соединенъ съ землей, и по давню — если онъ заряженъ положительно.

Отраженный R потокъ наблюдался Штарке, между прочимъ, и съ помощью заряженія Перреновскаго цилиндра (фиг. 8); это показываетъ, что отраженный катодный потокъ состоялъ изъ частицъ (почему-то) не разрядившихся на отражающемъ металлѣ, даже если послѣдній заряженъ положительно.

Катодный потокъ проходитъ сквозь металлы, причемъ (противно тому, что мы знаемъ о лучахъ свѣта) поглощательная способность различныхъ металловъ измѣняется вполне согласно съ отражательною. Катодный потокъ, выпущенный чрезъ достаточно тонкое металлическое окно изъ Круксовой трубки, называется, какъ извѣстно, Ленардовыми лучами и по свойствамъ своимъ оказывается тождественнымъ съ потокомъ внутри трубки, а слѣдовательно отклоняется подъ дѣйствіемъ магнита. Для объясненія этого многіе

предполагають, что катодный поток дѣйстви- тельно проходить чрезъ металлъ; составляющіе его іоны столь мелки, что могутъ лавировать



Фиг. 8.

между частицами металла, хотя и совершенно непроницаемаго для воздуха или другого газа; такая лавировка заставляетъ ихъ измѣнить свое направленіе, и опыты показываютъ, что Ленар- довы лучи выходятъ изъ трубки въ видѣ диф- фузнаго пучка. Это представленіе довершаетъ необыкновенныя качества этого X-явленія.

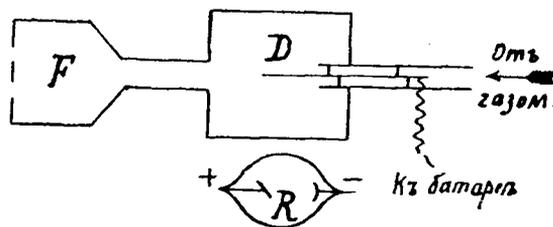
Ленардовы лучи не проходятъ сквозь стекло, и кварцъ и поглощаются даже воздухомъ около самаго «окна».

13. *Рентгеновскій потокъ*. — Рентгенъ открылъ, что дѣйствіе катоднаго потока, хотя и запертаго въ стеклянной трубкѣ, можно наблюдать на нѣ- которыхъ особыхъ явленіяхъ и на разстояніяхъ гораздо большихъ, чѣмъ тѣ, которыя могутъ про- ходить Ленардовы лучи. Чтобы не войти въ про- тиворѣчіе съ предыдущимъ, мы должны пред- положить, что эти дѣйствія приносятся какимъ нибудь особымъ агентомъ, который называется X-лучами. Главнѣйшимъ отличіемъ его отъ ка- тоднаго потока является *неподчиненіе дѣйствію магнита*.

Очень скоро послѣ обнаруженія открытія Рентгена нѣсколькими наблюдателями одновре- менно было указано, что X-лучи разряжаютъ заряженныя тѣла, какова бы знака ни былъ ихъ зарядъ. Д. Д. Томсонъ, кажется, первый объяс- нилъ это явленіе, какъ результатъ проводимости га- зовъ, подверженныхъ дѣйствію X-лучей, рентге- низированныхъ, которую, согласно поддержи- ваемому имъ общему воззрѣнію, онъ объяснилъ ионизаціею газа. Ионы рентгенизированнаго газа способны снимать заряды обоихъ знаковъ,—это означаетъ, что они образуются и съ положи- тельными, и съ отрицательными зарядами. Рент- генизированный газъ сохраняетъ свои свойства нѣкоторое, правда, очень недолгое, время (доли

секунды);—это легко вяжется съ понятіемъ о рекомбинаціи между противно заряженными іо- нами, для которой нужно время.

Особенно рѣзко выступаетъ существованіе іоновъ обоихъ знаковъ въ такихъ опытахъ: рент- генизированный газъ пропускался быстрою струею мимо проволоки (D, фиг. 9), имѣющей зарядъ того

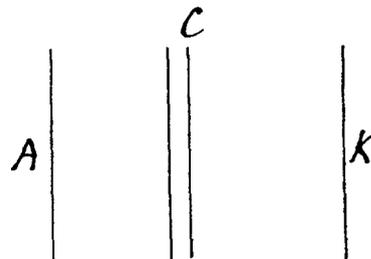


Фиг. 9.

или иного знака, и затѣмъ поступалъ въ Фара- деевскій цилиндръ F. Этотъ послѣдній, оказалось, получалъ зарядъ знака противнаго заряду про- волоки. Какъ бы ни былъ объясняемъ этотъ опытъ, газъ не могъ получить такого заряда съ проволоки, а слѣдовательно имѣетъ въ себѣ ча- стицы съ тѣмъ и другимъ электричествами. Про- тивуположность заряда объясняется тѣмъ, что іоны знака противнаго заряду проволоки слета- лись къ ней и такимъ образомъ образовывался слой богатый этими іонами, который, прежде чѣмъ іоны успѣвали разряжаться о проволоку, сду- вался въ цилиндръ.

14. *Рентгенизація газа*. — Ионизація газа X-лу- чами существенно отличается отъ всякой другой: здѣсь не требуется металлической (или флуорес- цирующей) поверхности; ионизація происходитъ объемно; мы можемъ показать, что явленіе раз- ряда значительно измѣняется при этомъ усло- віи сравнительно съ тѣмъ, о чемъ было сказано въ § 8.

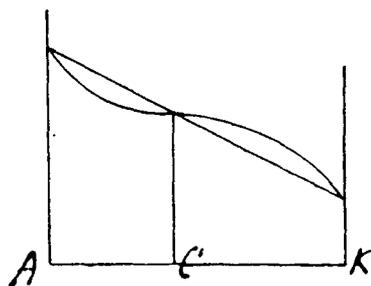
Предположимъ, что между электродами A и K (фиг. 10) въ слоѣ C производится рентгенизація;



Фиг. 10.

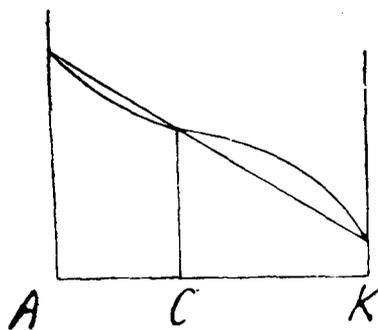
положительные іоны направляются къ K, отрица- тельные—къ A. Подобно предыдущему, убѣдимся, что ихъ скорости въ небольшихъ слояхъ около электродовъ будутъ значительно увеличены, и потенциальный градиентъ повышенъ (фиг. 11). Если —іоны движутся быстрѣе положительныхъ, то при равныхъ числахъ новообразованныхъ іоновъ отрицательно-заряженные будутъ на боль-

шихъ разстояніяхъ другъ отъ друга, потенциа́лы понизятся отъ нихъ менѣе значительно, чѣмъ повысятъ отъ положительныхъ іоновъ, а потому



Фиг. 11.

паденіе потенциа́ла у (+) электрода окажется почти нормальнымъ, напротивъ того у (-) электрода особенно быстрымъ (фиг. 12).



Фиг. 12.

Предположивъ равномерную рентгенизацію по всему объему между А и К, мы получимъ только усиленіе того эффекта, какой производился однимъ слоемъ С. Іоны одного знака, производимые разными слоями, двигаясь въ одну сторону, накапливаются все въ болѣе густой потокъ; это обстоятельство еще суживаетъ толщину того слоя у электрода, гдѣ потенциа́лъ быстро измѣняется. Введя понятіе о рекомбинаціи, мы должны представить себѣ, что число $n_1 + n_2 = n$ остается вдоль всего разряда постояннымъ, а потому наибольшая рекомбинація будетъ въ срединѣ, если $u_1 = u_2$, такъ какъ потоки будутъ вполнѣ симметричны, и $n_1 = n_2$ по срединѣ разряда. Около средины будетъ повышеніе потенциа́льного градиента. Если $u_2 > u_1$, то отрицательный потокъ окажется менѣе густымъ, а потому число n_2 будетъ равно числу n_1 въ томъ мѣстѣ, гдѣ n_1 имѣетъ меньшее значеніе, чѣмъ въ срединѣ разряда, а n_2 — большее, т. е. ближе къ положительному электроду.

15. *Проводимость рентгенизированной газа.* — Опыты Д. Д. Томсона и его сотрудниковъ по Кембриджской лабораторіи показали, что многія детали разрядовъ чрезъ рентгенизированный газъ объясняются даже слѣдующимъ упрощеннымъ представленіемъ о потокахъ іоновъ. Пусть, въ единицу времени, въ каждой единицѣ объема

производится q іоновъ того и другого знака. Если явленіе разряда установилось, то это число іоновъ за то же время и расходуется на 1) рекомбинацію и 2) образованіе тока. Полный токъ i , проносящій въ единицу времени $\frac{i}{e}$ іоновъ, составляется изъ частицъ, оставшихся отъ рекомбинаціи въ каждой единицѣ объема; такихъ объемовъ l , а потому съ каждаго на образованіе тока получается $\frac{i}{el}$ іоновъ. Итакъ,

$$q = \alpha n^2 + \frac{i}{el} \dots \dots \dots (4)$$

Но мы знаемъ, что

$$i = nk_1 \frac{E}{l} + nk_2 \frac{E}{l} = n(k_1 + k_2) \frac{E}{l} = nk \frac{E}{l},$$

гдѣ E разность потенциа́ловъ концовъ разряднаго пространства, а $\frac{E}{l}$ потенциа́льный градиентъ, который, слѣдовательно, предполагается постояннымъ: $k = k_1 + k_2$, т. е. суммѣ скоростей іоновъ при градиентѣ = 1.

Замѣнивъ $n = \frac{il}{Ek}$ въ уравненіи (4), имѣемъ:

$$q = \alpha \frac{l^2 i^2}{k^2 E^2} + \frac{i}{el},$$

или

$$\frac{i}{el} = q - \frac{\alpha l^2}{k^2 E^2}.$$

Изъ этого равенства можно видѣть, что съ увеличеніемъ E , i возрастаетъ, но медленнѣе E . При $E = \infty$,

$$J = \text{Max } i = qel. \dots \dots \dots (5)$$

Это и есть предѣльная величина для тока подъ даннымъ дѣйствіемъ рентгенизаціи (q). Практически она достигается, конечно, уже при сравнительно небольшомъ напряженіи. Существованіе ея опредѣленно показываютъ опыты (ср. § 9).

При постоянной q максимальный токъ возрастаетъ съ увеличеніемъ l ; это подтверждаютъ опыты и могло быть предвидимо напередъ изъ того представленія, что необходимые для составленія тока i іоны образуются каждымъ слоемъ разряднаго промежутка; съ увеличеніемъ l увеличивается число такихъ слоевъ. Такимъ образомъ противно понятію объ омовомъ сопротивленіи, увеличеніе длины воздушнаго промежутка какъ бы уменьшаетъ его сопротивленіе.

При одной и той же рентгенизаціи, q различно для разныхъ газовъ. Вотъ списокъ газовъ, изслѣдованныхъ Д. Д. Томсономъ и размѣщенныхъ въ порядкѣ возрастающаго q : водородъ, азотъ, воздухъ, кислородъ, угольная кислота, сѣрородородъ, хлороводородъ, ртуть. Мы видимъ, что сложность частицъ способствуетъ образованію іоновъ; замѣчательнымъ исключеніемъ является Hg . Число q всегда очень мало: такъ Д. Д. Томсонъ для одного случая рентгенизаціи водорода вычислилъ, что въ 1 секунду ионизировалось

$\frac{1}{3} \cdot 10^{-11}$ куб. см. этого газа; для опредѣленія этой величины онъ вычислилъ количество электричества, протекавшее въ секунду при максимальномъ токъ черезъ газъ, равное qcb ; зная l , можно было узнать qe .

Изъ этого количества электричества Д. Д. Томсонъ опредѣлялъ массу m газа, заряженного имъ, т. е. количество газа, пошедшее на образование ионовъ, предполагивъ, что отношеніе $\frac{m}{e}$ въ явленіи рентгенизации то же самое, какое опредѣлено изъ явленій электролиза.

16. *Опредѣленіе e .*—Всѣ эти опредѣленія носятъ характеръ косвенныхъ, основанныхъ на сближеніяхъ подчасъ весьма неожиданнаго характера. Чтобы не загромождать статьи, изъ всѣхъ разнообразныхъ примѣровъ изслѣдованія X-явленій, которыхъ мы еще не касались, мы приведемъ лишь способъ опредѣленія e , заряда одного іона при рентгенизации, примѣненный Д. Д. Томсономъ (Phil. Mag. 1898 Dec.). Эта работа представляетъ собою одну изъ интереснѣйшихъ композицій, съ которыми приступаетъ выдающійся изслѣдователь къ разгадкѣ X-явленій.

Рентгеновы лучи черезъ алюминіевую стѣнку попадаютъ въ сосудъ, наполненный отчасти водою, металлически соединенною съ электрометромъ и предварительно заряженною. Рентгенизуемый газъ снимаетъ этотъ зарядъ, и по показаніямъ электрометра, при извѣстной электрической емкости всей системы тѣла, можно вычислить количество электричества qe , несомое іонами, образующимися въ каждую секунду. Необходимо еще величина q , какъ число іоновъ, чтобы можно было опредѣлить e . Д. Д. Томсонъ пользуется для этого свойствомъ X-лучей образовывать туманъ во влажномъ воздухѣ (не содержащемъ пыли), когда этотъ воздухъ быстро расширяется хотя бы всего лишь на $\frac{1}{4}$ или $\frac{2}{5}$ своего объема

(при большемъ расширеніи наблюденіе неудобно, такъ какъ оно и безъ дѣйствія X-лучей производитъ туманъ значительной густоты). Это свойство не объяснено, но вѣроятно, что въ основаніи его лежитъ связь между электрическимъ состояніемъ поверхности тѣла и его капиллярными постоянными. Д. Д. Томсонъ полагаетъ, что каждый іонъ образуетъ около себя одну изъ капель тумана. Могло случиться, что водяныхъ паровъ не хватало для образованія столькихъ капель, сколько образовано X-лучами іоновъ; и дѣйствительно, при сильной рентгенизации наблюдалось, что вторичное расширеніе влажнаго воздуха въ рентгенизованный прежде газъ сопровождается новымъ образованіемъ тумана. (Іоны приобрѣтали какой-то устойчивый характеръ, позволявшій имъ существовать нѣсколько минутъ). Ослабленіемъ X-лучей Д. Д. Томсонъ каждый разъ достигалъ такой рентгенизации, что въ образованіи тумана участвовали всѣ іоны. Въ такомъ случаѣ число q будетъ найдено, если мы сосчи-

таемъ капли тумана. Но какъ это сдѣлать? Можно опредѣлить вѣсъ всей упавшей въ видѣ тумана воды, и если бы можно было узнать вѣсъ одной капли, то вопросъ былъ бы рѣшенъ. Д. Д. Томсонъ нашелъ возможность найти этотъ вѣсъ, опредѣливъ объемъ каждой капли по ея диаметру. Опредѣленіе диаметровъ малыхъ тѣлъ, густо расположенныхъ, помощью диффракціонныхъ колець, въ этомъ опытѣ оказалось непримѣнимымъ, и потому авторъ прибѣгаетъ къ вычисленію диаметра изъ капли скорости осѣданія тумана, убѣдившись, что эта скорость равна вѣрн.

Тѣло, падая въ вязкой жидкости, приобретаетъ нѣкоторую предѣльную скорость, которая найдется въ такомъ соотношеніи къ радіусу его (r) и коэффициенту вязкости (μ)

$$v = \frac{2gr^2}{9\mu},$$

гдѣ g ускореніе силы тяжести.

Такимъ образомъ на основаніи цѣлаго ряда посылокъ Д. Д. Томсономъ была найдена величина $e = 6,5 \times 10^{-10}$ электрост. единица.

Эта величина чрезвычайно цѣнна, такъ какъ если предположить, что при электролитическомъ выдѣленіи 1 куб. см. водорода (при нормальной температурѣ и давленіи) каждая его частица заряжена этимъ количествомъ электричества, то выйдетъ, что число частицъ въ сказанномъ объемѣ равно 20×10^{18} , между тѣмъ какъ изъ совѣтъ другихъ соображеній (кинетическая теорія газовъ) извѣстно, что это число равно 21×10^{18} , т. е. чрезвычайно близко къ вышеприведенному.

17. *Распространеніе матерьяльной теоріи.*—Идеи Томсона оказались столь плодотворными въ дѣлѣ изученія рентгенизованнаго газа, что представилось возможнымъ опредѣлить скорости положительныхъ и отрицательныхъ іоновъ, скорость рекомбинаціи и проч. Скорости іоновъ положительныхъ и отрицательныхъ были найдены одинаковыми и весьма небольшими ($480 \frac{\text{см}}{\text{сек}}$; Рутерфордъ, Phil. Mag. 1897 Nov.). Это обстоятельство въ связи съ нѣкоторыми другими заставило Д. Д. Томсона предположить, что іоны, образованные X-лучами, суть тѣла съ большимъ объемомъ, а потому и болѣе сложныя *), чѣмъ частицы въ нормальномъ состояніи, а тѣмъ болѣе катодные іоны.

Предположеніе іонизации тщательно разработано и распространяется на весь широкій классъ X-явленій. Напр., свѣтовые эффекты въ гейсселевыхъ трубкахъ удачно объясняются мѣстомъ наибольшей рекомбинаціи (анодное свѣченіе), которое при предположеніи болѣе высокой скорости отрицательныхъ іоновъ смѣщается къ аноду (§ 14). Неравномерное паденіе потенциала, установленное на опытахъ, также объясняется расположеніемъ іоновъ (§ 13).

*) Въ виду этого разрушеніе частицъ рентгенизованнаго газа неудобно называть рекомбинаціей.

Но причина ионизации, особенно объемной, которая происходит, напр., при X-лучах, остается совершенно загадочной. Д. Д. Томсонъ полагаетъ, что сами X-лучи есть явление близкое къ эфирной волнѣ (см. Электрич., 1897, стр. 3 и 1899, стр. 1). Многие полагаютъ, что они суть обыкновенныя «свѣтотыя» волны, только болѣе короткія, чѣмъ даже извѣстныя въ оптикѣ ультрафіолетовыя. Если убѣжденные сторонники ионизации приходять къ необходимости предположить X-лучи, правда, лишь какъ причину ея въ рентгеновскихъ опытахъ, то понятно, что ученые, мало склоняющіеся къ представлению іоновъ, видятъ подобные же лучи и во всѣхъ остальныхъ явленіяхъ разряда. Они согласны допускать, что въ катодномъ потокѣ несутся матерьяльныя частицы, но причину этого матерьяльнаго потока ищутъ въ эфирныхъ волнахъ, пронизывающихъ мѣсто его образования. Эфирныя волны особаго характера предполагаются и при тихомъ разрядѣ въ атмосферѣ, и при разрядѣ искрой, а конечно, и въ гейслеровой трубкѣ. Эти волны дѣйствуютъ на фотографическую бумагу сквозь черный картонъ, заставляютъ флуоресцировать стекло, газы и этимъ вызываютъ свѣтотыя явленія при разрядахъ. Образование X-лучей изъ катодныхъ есть такое же преобразование однихъ волнъ въ другія, какое происходитъ при флуоресценціи, только въ томъ мѣрѣ очень короткихъ волнъ, который пока еще такъ трудно поддается изслѣдованію.

Электрическія желѣзныя дороги съ поверхностными контактами.

Кромѣ системы трамваевъ съ воздушной проводкой и аккумуляторами за послѣднее время получила нѣкоторое распространение система подземной проводки съ открытой щелью (система третьяго рельса прижымаема лишь для междугороднаго сообщенія и для рельсовыхъ путей, расположенныхъ выше уровня улицъ — вообще лишь тамъ, гдѣ нѣтъ другого движенія). Трамваи такой системы доказали свою практичность и въ Европѣ, напр., въ Вуда-Пештѣ и въ Америкѣ, напр., въ Нью-Йоркѣ; по повсемѣстному распространенію ихъ мѣшаютъ двѣ причины: странная дороговизна устройства и неудобство, сопряженное съ уходомъ за открытой щелью и подземнымъ каналомъ въ мѣстностяхъ, отличающихся суровой, снѣжной зимой (какъ напр. повсемѣстно въ Россіи).

Въ виду этого, намъ кажется, не безынтереснымъ познакомить нашихъ читателей съ сравнительно новыми и мало испытаннымъ принципомъ устройства электрическихъ трамваевъ, именно съ принципомъ расчлененныхъ проводовъ и поверхностныхъ контактовъ.

Настоящая статья и посвящается описанію и разбору различныхъ системъ электрической тяги, основанныхъ на этомъ принципѣ.

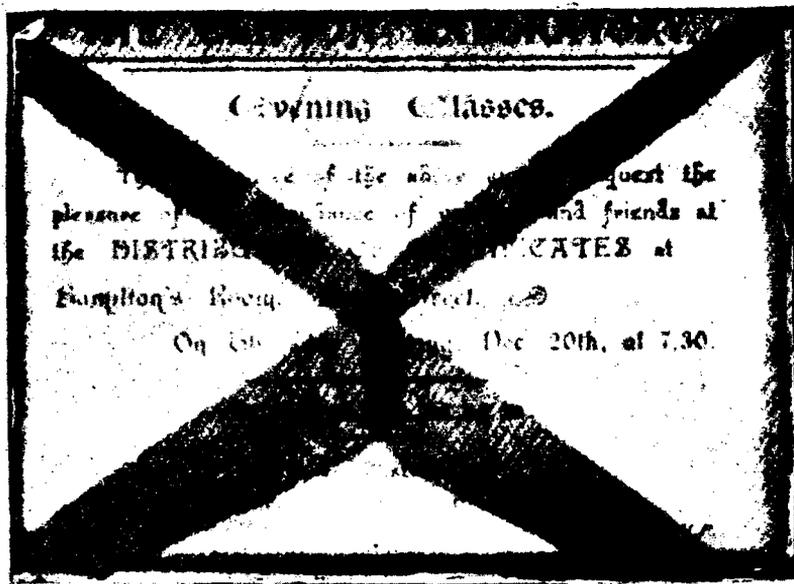
Имѣется въ настоящее время уже нѣсколько сотъ различныхъ системъ электрической тяги интересующа насъ типа, но изъ нихъ очень немногія осуществимы на практикѣ.

Принципъ системъ съ поверхностными контактами слѣдующій: провода, непосредственно снабжающіе токкомъ движущійся вагонъ, находятся на самой поверхности пути и раздѣлены на небольшіе изолированныя участки, или секціи; секціи эти при движеніи электрическаго вагона поочередно соединяются, при помощи автоматическихъ приспособленій, съ подземнымъ питательнымъ кабелемъ, причѣмъ въ каждый моментъ соединена съ питательнымъ проводомъ лишь та секція, надъ которой находится вагонъ, всѣ же остальные секціи, лежація какъ впереди, такъ и позади вагона, разведены отъ источника тока.

Такимъ образомъ провода, хотя и лежатъ на поверхности мостовой, не представляютъ, однако, ни малѣйшей опасности для людей и животныхъ, ибо всѣ они не заряжены, за исключеніемъ лишь секцій, покрытыхъ вагономъ и потому недоступныхъ. Съ верхней же стороны такая система не оставляетъ желать ничего лучшаго, такъ какъ не загромождастъ улицъ столбами и проводами и не требуетъ такого ухода, какъ система съ открытымъ каналомъ.

Способъ передачи тока двигателю вагона употребляется двойкій: или номѣщаютъ по срединѣ пути куски рельсовъ *b, b*, изолированные другъ отъ друга (фиг. 14) и соединяющіеся съ питательнымъ проводомъ посредствомъ автоматическихъ приспособленій *a, a*; или по срединѣ пути располагаются въ одинъ или нѣсколько рядовъ изолированныя металлическія пластинки такимъ же образомъ соединяющіяся съ главнымъ проводомъ (фиг. 15).

Въ первомъ случаѣ къ вагону прикрѣпляются снизу одна или двѣ щетки, снимающія токъ съ заряженной секціи, причѣмъ вагонъ долженъ покрывать собою не менѣе двухъ секцій; во второмъ случаѣ, для снятія тока съ пластинкой служитъ длинная металлическая полоса—лыжа, длиною нѣсколько больше разстоянія между двумя сосѣдними пластинками; послѣднее дѣлается съ



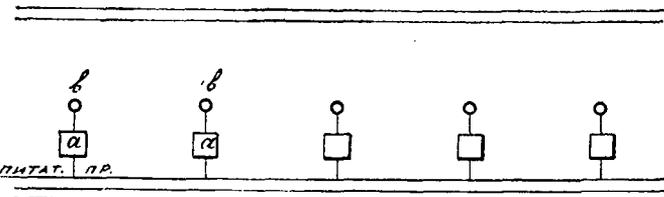
Фиг. 13.

Фиг. 13 воспроизводитъ радиографическій снимокъ пригласительнаго билета, запечатаннаго въ конвертъ, полученный Кукомъ (Phil. Mag. 1899. Jan.) помощью предполагаемыхъ разрядныхъ лучей, появляющихся при разрядѣ кистью. Эти лучи давали, хотя и слабыя отпечатки даже на разстояніи 3—4 футовъ отъ электрода.

тою цѣлью, чтобы лыжа не прежде покидала одну пластинку, какъ коснувшись слѣдующей, вслѣдствіе чего снабженіе вагона токомъ производится непрерывно. Каждая изъ этихъ системъ имѣетъ свои преимущества и недостатки; такъ, при изолированныхъ пластинкахъ устройство пути обходится значительно дешевле и, кромѣ того, поверхность заряженного проводника сводится до минимума, благодаря чему значительно ослабляется утечка тока, всегда возможная вслѣдствіе присутствія сырости на полотнѣ дороги; далѣе, если, при неисправности одного изъ автоматическихъ приборовъ, какаибудь пластинка остается заряженной послѣ прохождения вагона, то, очевидно, она представитъ меньшую опасность для уличнаго движенія, чѣмъ длинный рельсъ при тѣхъ же условіяхъ. Съ другой стороны, употребляющаяся для

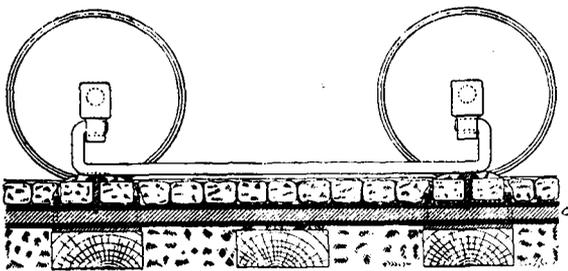


Фиг. 14.



Фиг. 15.

контакта съ упомянутыми пластинками длинная коллекторная лыжа подъ вагономъ представляется не совсѣмъ удобной: вслѣдствіе недостаточной гибкости лыжи, малѣйшая неровность или камень на дорогѣ могутъ нарушить контактъ; небольшой налетъ грязи на пластинкѣ

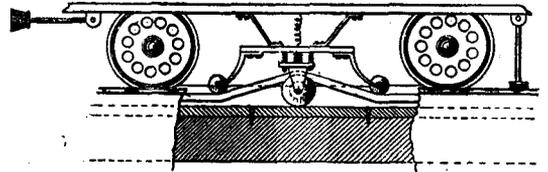


Фиг. 16.

можетъ прервать токъ, во избѣжаніе чего впереди вагона помѣщаютъ обыкновенно щетку, очищающую поверхность контактныхъ пластинокъ; вообще гораздо легче достигнуть хорошаго контакта между неподвижнымъ рельсомъ и подвижной щеткой, чѣмъ наоборотъ. Наконецъ, при движеніи вагона лыжа производитъ очень неприятный шумъ треніемъ о мостовую и контактные плиты.

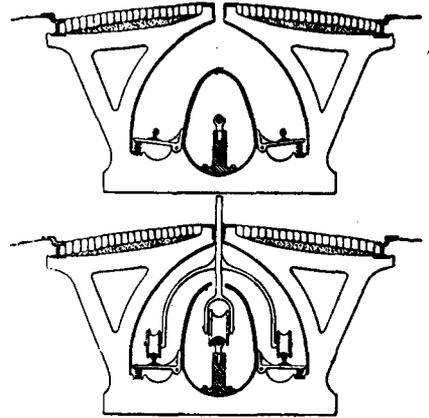
Прежде чѣмъ перейти къ подробному разбору раз-

личныхъ системъ съ поверхностными контактами, упомянемъ вкратцѣ о нѣсколькихъ системахъ, являющихся какъ бы переходной стадіей между системами третьего



Фиг. 17.

рельса и поверхностныхъ контактовъ. Сюда относятся, напримѣръ, системы съ контактами на поверхности, заряженными непрерывно, но такъ защищенными, чтобы



Фиг. 18.

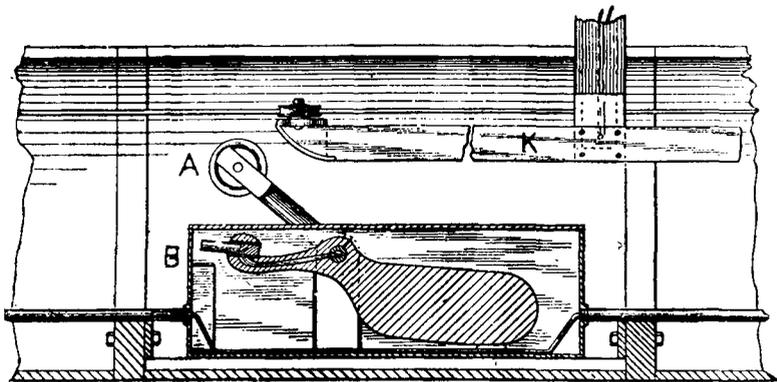
только опредѣленнаго вида щетка могла ихъ коснуться; такая система изображена схематически на фиг. 16, гдѣ контактные пластинки прикрыты изолирующей пластинкой съ очень узкой щелью, въ которую входитъ соответственной ширины коллекторъ. Другого рода система изображена на фиг. 17 и 18; это такъ называемыя системы съ закрытымъ каналомъ. Въ первой непрерывный проводъ лежитъ на днѣ желоба и покрытъ гибкой изолирующей лентой; контактный роликъ вагона катится между этой лентой и проводомъ. Во второй — питаемый проводъ уложенъ на днѣ подземнаго канала и прикрытъ раздвижными щитами; при приближеніи контактнаго ролика вагона, два добавочные ролика раскрываютъ щиты, которые вновь закрываются, по удаленіи вагона.

Эти типы не обладаютъ, однако, главнымъ характернымъ признакомъ разбираемой системы — именно автоматическими коммутационными приборами. Есть напротивъ много системъ съ автоматическими приборами и расчлененными проводами, но безъ контактовъ на поверхности мостовой. Двѣ системы этого типа изображены на фиг. 19 и 20. Въ первой изъ нихъ вдоль пути имѣется подземный каналъ, черезъ щель котораго проходитъ внутрь коллекторъ К вагона, въ видѣ длиннаго ножа; на днѣ канала, на разстояніяхъ немного меньшихъ длины коллектора, расположены въ закрытыхъ ящикахъ коммутационные механизмы. При движеніи вагона, коллекторъ, нажимая на роликъ А, поворачиваетъ внутри коробки рычагъ, который производитъ въ точкѣ В соединеніе ролика съ фидеромъ; когда коллекторъ сходитъ съ ролика, противомѣсь приводитъ рычагъ въ первоначальное положеніе и прерываетъ контактъ.

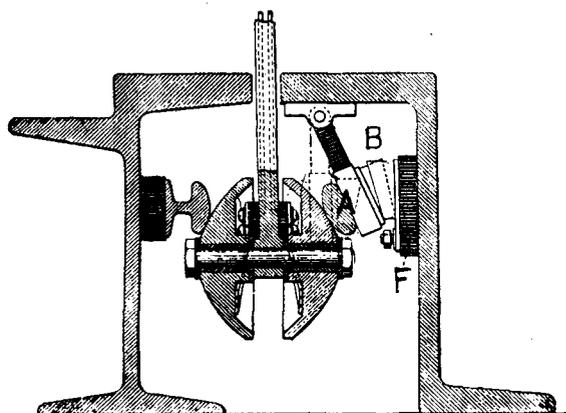
Въ системѣ, изображенной на фиг. 20, роликъ находится на коллекторѣ, внутри же канала подвѣшены на

шарнирахъ изолированные куски рельсовъ А; коллекторъ отклоняетъ эти подвижные провода, производя въ точкѣ В контактъ съ фидеромъ F; по удаленіи ро-

тические механизмы приводятся въ дѣйствіе магнитами, помещающимися въ вагонѣ; къ третьему — электромагнитныя, въ которыхъ дѣйствіемъ автоматическихъ коммутаторовъ управляютъ электромагниты, питаемые токомъ изъ вагона.



Фиг. 19.



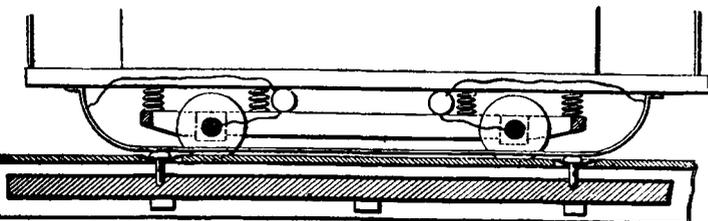
Фиг. 20.

лика подвижной рельсъ возвращается, вслѣдствіе своей тяжести, въ положеніе, указанное пунктиромъ. Особеннаго вниманія системы этого типа не заслуживаютъ, такъ какъ, требуя открытаго канала, онѣ обойдутся еще дороже обыкновенной системы съ подземной канализаціей: между тѣмъ, одна изъ важнѣйшихъ заслугъ системы съ поверхностными контактами есть ея дешевизна.

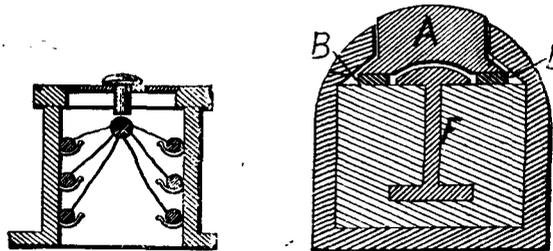
I. Механическія системы.

Механическія системы имѣютъ то преимущество передъ другими системами, что отличаются вѣрнымъ, надежнымъ дѣйствіемъ и сравнительной простотой конструкціи. Онѣ подраздѣляются, въ свою очередь, на различныя категоріи. Самыя простыя — это системы съ подвижнымъ „третьимъ рельсомъ“. На фиг. 21 и 22 схематически изображены простѣйшія системы этой категоріи; на фиг. 21 небольшія контактные кнопки, укрѣпленные въ упругихъ металлическихъ діафрагмахъ расположены вдоль рельсовъ, слегка выдаваясь надъ уровнемъ мостовой; къ вагону прикрѣплена снизу изолированная металлическая рама, которая надавливаетъ на кнопки, прижимая ихъ къ голому питательному проводу: токъ, черезъ кнопку и раму, поступаетъ къ двигателю вагона, а затѣмъ уходитъ черезъ колеса въ рельсы. Упругія діафрагмы прерываютъ контактъ фидера съ кнопкой, какъ только ее оставитъ вагонъ.

Фиг. 22 изображаетъ простѣйшую схему съ подвижнымъ третьимъ рельсомъ: F — питательный проводъ, окруженный изолирующимъ матеріаломъ; надъ нимъ расположены изолированные другъ отъ друга куски контактнаго рельса А, отдѣленные отъ питательнаго провода полосками каучука — В. Вагонъ своимъ вѣсомъ давитъ на третій рельсъ и производитъ контактъ его съ фидеромъ, послѣ чего контактъ вновь прерывается благодаря упругости каучука; токъ снимается съ третьяго рельса щеткой. Къ достоинствамъ этихъ системъ относится ихъ крайняя простота и потому дешевизна. Къ недостаткамъ ихъ слѣдуетъ отнести то, что сильное давленіе на подвижные контакты можетъ оказать, кромѣ электрическаго локомотива, всякій тяжело груженный возъ, или ударъ лошадиного копыта почему возможны частые несчастные случаи при нечаянномъ замыканіи тока; кнопки, вслѣдствіе ихъ незначительной поверхности, представляютъ въ этомъ отношеніи менѣе риска, чѣмъ длинныя подосы рельса. Системы эти поэтому совершенно непримѣнны въ мѣстахъ, гдѣ производится передвиженіе тяжелыхъ грузовъ и допускается ѣзда ломовыхъ извозчиковъ, но въ садахъ, паркахъ, при надземномъ и подземномъ сообщеніи и вообще тамъ, гдѣ нѣтъ другой ѣзды обѣ системы могутъ быть весьма удобны. Важный органическій недостатокъ, присущій также обѣимъ системамъ, состоитъ въ томъ, что раз-



Фиг. 21.



Фиг. 22.

Для удобства систематическаго обзора различныхъ системъ поверхностныхъ контактовъ, мы раздѣлимъ ихъ на три общихъ типа: къ первому типу отнесемъ механическія системы, т. е. такія, въ которыхъ автоматическая коммутация производится механическимъ способомъ; ко второму — магнитныя системы, гдѣ автома-

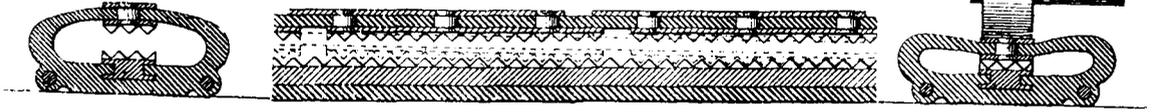
общеніе контактныхъ поверхностей и фидера производится силой упругости: какъ пружина, такъ и каучукъ портятся отъ времени и теряютъ свою эластичность, и можетъ наступить моментъ, когда контактъ не прервется, такъ что на поверхности мостовой останется заряженный проводникъ.

Тутъ полезно будетъ сдѣлать одно общее замѣчаніе, касающееся всѣхъ различныхъ системъ автоматическихъ коммутаторовъ.

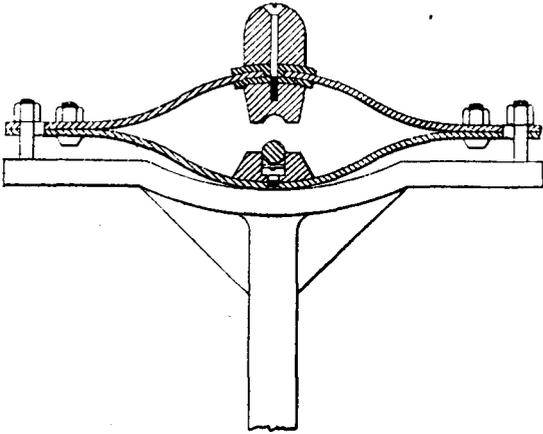
Въ этихъ системахъ не принято мѣры противъ образования въ коммутаторѣ вольтовой дуги, при разоб-

вниманія заслуживаетъ типъ, изображенный на фиг. 24, состоящій изъ металлической пружинящей трубы.

Къ другой категоріи относятся такія механическія системы, гдѣ вагонъ не производитъ давленія на контактные поверхности, но бандажъ колеса нажимомъ



Фиг. 23.



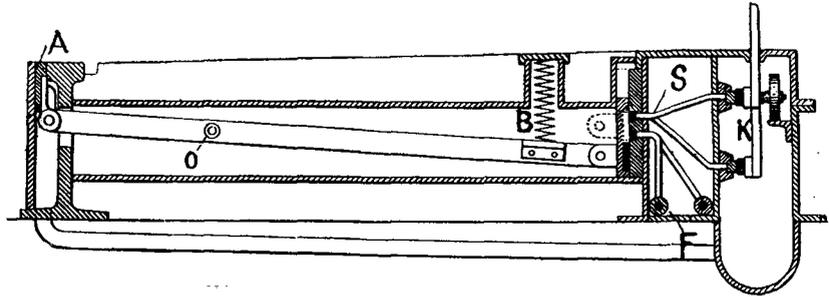
Фиг. 24.

щеніи секціи отъ провода. Въ этихъ случаяхъ ослабляется явленіе тѣмъ, что коллекторъ вагона касается слѣдующаго контакта прежде, чѣмъ разобщиться съ первымъ; такимъ образомъ коммутатору не приходится прерывать полного тока. Но если предположить, что одинъ изъ коммутаторовъ оказался неисправнымъ и не далъ контакта при прохожденіи надъ нимъ вагона, то предшествующій долженъ прервать весь токъ, и тогда неминуемо образуется вольтова дуга, которая можетъ совсѣмъ испортить приборъ; при прохожденіи второго вагона этотъ коммутаторъ уже не дѣйствуетъ, и потому перегораетъ слѣдующій и т. д. Такимъ образомъ, если не приняты надлежащія мѣры противъ уничтоженія вольтовой дуги въ коммутаторахъ, порча одного изъ нихъ влечетъ за собою порчу всѣхъ сосѣднихъ и останавливаетъ движеніе на линіи.

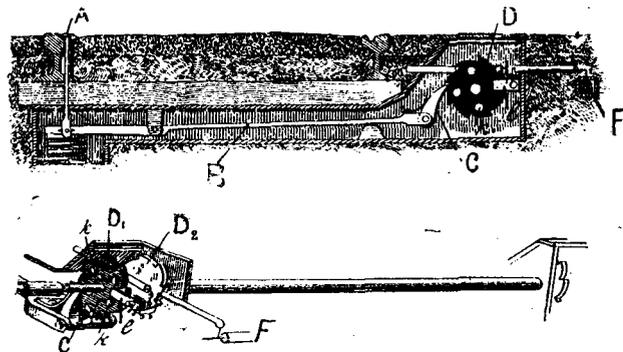
Немногомъ отличаются отъ вышеописанныхъ системъ съ эластичной трубой. Фиг. 23 и 24 даютъ два примѣра изъ этой категоріи: вдоль пути пролегаетъ замкнутая труба съ упругими стѣнками; на днѣ ея расположенъ непрерывный питательный проводъ, а надъ нимъ изолированныя полосы, соединенныя съ наружными секціями. Особое колесо вагона катится по поверхности трубы, сжимаетъ ея стѣнки и производитъ соединеніе фидера съ секціями; это же колесо служить и коллекторомъ. По отношенію къ этимъ системамъ можно повторить все, что было сказано выше о двухъ первыхъ. Типъ, изображенный на фиг. 23, требуетъ каучуковой трубы и потому неудобенъ на практикѣ; болѣе

приводитъ въ дѣйствіе, при помощи системы рычаговъ, особый механизмъ, производящій временное соединеніе контактныхъ секціи съ источникомъ тока. Двѣ подобныхъ системы изображены на фиг. 25 и 26. На фиг. 25 колеса вагона производятъ давленіе на металлическія полосы А, дѣйствующія на короткое плечо рычага, съ точкой опоры въ О. Длинное плечо рычага, преодолевая дѣйствіе пружины В, подымается и производитъ соединеніе фидера F съ коллекторнымъ проводомъ S; по прекращеніи давленія въ А, рычагъ, подъ вліяніемъ своего вѣса и пружины В, опускается и разобщаетъ соответствующую секцію отъ источника тока. Въ системѣ, изображенной на чертежѣ, коллекторъ вагона работаетъ въ открытомъ каналѣ, но ничто не препятствуетъ, понятно, помѣстить контактные секціи на поверхности мостовой и замѣнить изображенный коллекторъ обыкновенной щеткой. Еще лучше будетъ, если давленіе будетъ производиться ребромъ колеса: тогда нажимныя части, находясь въ углубленіи желобчатого рельса, еще болѣе будутъ защищены отъ дѣйствія обыкновенныхъ колесъ.

Въ системѣ, изображенной на фиг. 26, переднее колесо вагона нажимаетъ ребромъ на шпенецъ А, дѣй-



Фиг. 25.

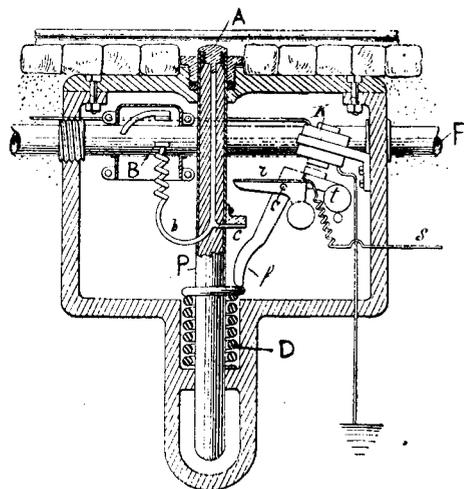


Фиг. 26.

ствую на неравноплечий рычаг В и поворачивая, съ помощью собачки С, зубчатое колесо D на один зубецъ; съ прекращеніемъ давленія въ А, пружина возвращаетъ рычагъ въ прежнее положеніе, причемъ собачка захватываетъ слѣдующій зубецъ. Заднее колесо вагона нажимаетъ вторично на шпенецъ А и поворачиваетъ колесо D еще на одинъ зубецъ. Колесо D сдѣлано изъ непроводника и имѣетъ на боковыхъ поверхностяхъ нѣсколько металлическихъ пластинокъ k, соединенныхъ съ соответствующимъ контактомъ на поверхности мостовой; къ нему же прикасается щетка l, соединенная съ фидеромъ F. Колесо это рассчитано такъ, что, при поворачиваніи его на одинъ зубецъ, соответствующая контактная секція попеременно соединяется и разобщается съ источникомъ тока.

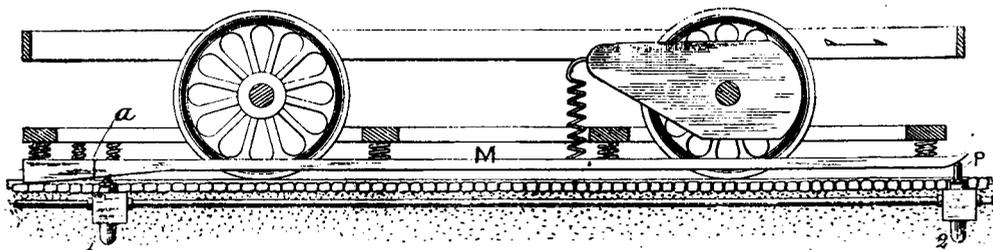
Въ нормальномъ состояніи контактная секція и фидеръ разобщены; при нажимѣ передняго колеса вагона колесо D поворачивается на одинъ зубецъ и посылаетъ токъ коллектору вагона; при нажимѣ задняго колеса соединеніе прерывается и соответствующая секція, по удаленіи вагона, остается незаряженной. Какъ видно изъ перспективнаго чертежа, собачка С дѣйствуетъ одновременно на два зубчатыхъ колеса D₁ и D₂ такимъ образомъ, что, устанавливая сообщеніе съ фидеромъ одной секціи, разобщаетъ въ то же время предыдущую; отсюда можно вывести слѣдующія условія для расположенія контактовъ: контактные рельсы, равные по длинѣ расстоянію между двумя соседними шпенеками, должны быть немного короче расстоянія между двумя соседними парами вагонныхъ колесъ, причемъ вагонъ долженъ перекрывать не менѣе трехъ секцій. Относительно недостатковъ этой системы можно сказать слѣ-

Когда вагонъ подходит къ данному прибору, стержень Р выступаетъ дюйма на 3—4 надъ мостовой, причемъ металлическая головка его А, черезъ изолирован-



Фиг. 28.

дый проводъ l и контактъ В, находится въ сообщеніи съ фидеромъ F; въ этомъ положеніи стержень удерживается пружинной D, прижимающей его къ коллек-



Фиг. 27.

дующее: непрактично, что разобщеніе секцій производится не подъ влияніемъ силы тяжести, а зависитъ отъ правильной работы механизмовъ. Кромѣ того, этой системѣ свойственъ одинъ специальный недостатокъ; въ движущемся вагонѣ или поѣздѣ число осей должно быть непременно четное, въ противномъ случаѣ всѣ секціи за поѣздомъ останутся заряженными и слѣдующій поѣздъ не въ состояніи будетъ двигаться. Неприятными являются также электрическіе локомотивы съ 4 осями сгруппированными попарно въ тележки, ибо при этомъ, какъ легко сообразить, вагонъ будетъ все время двигаться надъ незаряженными секціями, которыя будутъ соединяться съ источникомъ тока лишь на мгновенье.

Весьма оригинальна система, изображенная на фиг. 27 и 28, изъ конхъ первая даетъ общій видъ устройства, а вторая—детальный разрывъ автоматическаго присоединенія. Между рельсовъ расположенъ рядъ замкнутыхъ металлическихъ коробокъ 1, 2 (ф. 27), изъ которыхъ выскакиваютъ при приближеніи вагона стержни Р. Когда стержень Р выдается надъ мостовой (положеніе 2), то онъ соединенъ съ питательнымъ проводомъ и передаетъ токъ двигателю вагона посредствомъ коллекторной лыжи M; лыжа эта такого устройства, что, оставляя контактъ, она осаживаетъ стержень Р до уровня мостовой (положеніе 1), причемъ стержень автоматически разобщается отъ фидера. Всѣ приборы соединены между собою такъ, что при осаживаніи одного стержня, автоматически выскакиваетъ слѣдующій за нимъ. Дѣйствіе приборовъ ясно видно изъ разсмотрѣнія фиг. 28.

торной лыжѣ. Когда стержень вдвигается внутрь, то собачка f захватываетъ его и удерживаетъ въ положеніи, изображенномъ на чертежѣ; но при этомъ кулакъ С задвигаетъ мимоходомъ колѣчатый рычагъ r съ противѣсомъ, вращающійся около оси O, и токъ, черезъ b, c, r и s, передается электромагниту К соседняго прибора. Электромагнитъ второго прибора притягиваетъ якорь t, вращающійся тоже на оси O, причемъ собачка f освобождаетъ второй стержень; при осаживаніи послѣдняго выскакиваетъ третій и т. д. Во избѣжаніе искрообразованія внутри прибора, коллекторная лыжа устроена такъ, что прерываетъ сообщеніе вагоннаго двигателя съ стержнемъ прежде, нежели осадитъ послѣдній; это достигается тѣмъ, что задній конецъ лыжи дѣлается изъ изолятора, или соединяется какъ отъ рамы вагона, такъ и отъ коллектора изолирующей прослойкой a (черт. 27). Особенныя мѣры приняты также противъ утечки тока съ заряженной секціи; съ этой цѣлью лишь головка А стержня соединяется съ источникомъ тока, а такъ какъ она возвышается на 3—4 дюйма надъ мостовой, то въ заряженномъ состояніи всегда находится выше слоя сѣта или грязи, покрывающаго улицу. Къ недостаткамъ этой системы надо отнести то, что движеніе при ней возможно лишь въ одну сторону, и необходимо, слѣдовательно, двойной путь; кромѣ того, автоматическіе приборы находятся въ такой зависимости другъ отъ друга, что, въ случаѣ неисправности одного изъ нихъ, всѣ послѣдующіе также перестаютъ работать; далѣе, если одинъ изъ стержней не былъ почему-либо зацѣпленъ своей собачкой и остался торчать

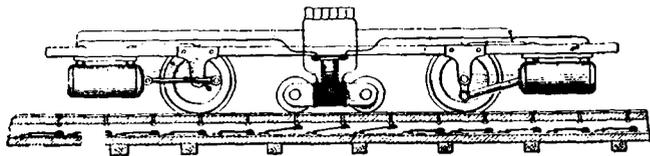
надъ мостовой, то его нельзя вдвинуть безъ того, чтобы не выскочилъ соосѣднѣй. Несмотря на это, система эта, принадлежащая Андерсону, примѣнена на практикѣ въ г. Лидсѣ, въ Англии.

II. Магнитныя системы.

Весьма обширный классъ системъ электрической тяги съ поверхностными контактами составляютъ такія системы, гдѣ автоматическіе коммутационные механизмы работаютъ подѣ влияніемъ сильныхъ электромагнитовъ, имѣющихся подѣ вагономъ.

Въ пользу этихъ системъ говоритъ то, что онѣ почти абсолютно безопасны, такъ какъ никоимъ образомъ нельзя вызвать къ дѣйствию автоматической коммутаторъ при отсутствіи вагона; механизмъ же разобщенія секцій съ питательнымъ проводомъ почти во всѣхъ системахъ основанъ на силѣ тяжести.

Одна изъ первыхъ системъ этого типа (Поллакъ и Вильсвангеръ, 1886 г.) изображена на фиг. 29. Въ герме-



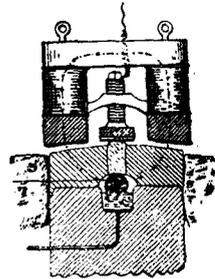
Фиг. 29.

тически замкнутомъ каналѣ расположенъ рядъ небольшихъ шарнирныхъ рычажковъ, прикрепленныхъ къ питательному проводу и снабженныхъ желѣзными пластинками на концахъ; въ верхней стѣнкѣ канала, противъ каждого рычажка укрѣплены желѣзные же штифты, соединенные съ наружными секціями. Имѣющей подѣ вагономъ сильный электромагнитъ притягиваетъ находящіеся подѣ нимъ рычажки, которые и производятъ соединеніе контактныхъ рельсовъ съ фидеромъ. Неудобство этой системы состоитъ въ томъ, что трудно устранить доступъ въ непрерывный каналъ — влаги, которая портитъ желѣзные, даже оцинкованные контакты; кромѣ того, при употребленіи короткаго электромагнита, коммутаторы должны быть расположены очень часто, что отзывается на стоимости устройства. Для избѣжанія послѣдняго неудобства употребляются различные приемы. Одинъ изъ самыхъ употребительныхъ есть примѣненіе магнитной лыжи; послѣдняя состоитъ изъ желѣзной полосы, равной по длинѣ вагону, соединенной съ полюсами цѣлаго ряда электромагнитовъ и образующей такимъ образомъ длинный магнитный полюсъ; эта же магнитная полоса, или прикрепленная къ ней специальная коллекторная лыжа служитъ для сообщенія контактовъ съ двигателемъ вагона. На фиг. 30 и 31 изображены боковой видъ и поперечный разрѣзъ одного изъ приборовъ этого рода; здѣсь мыжа двойная, т. е. получается полный электромагнитъ съ двумя длинными, параллельными полюсами. Автоматическій коммутаторъ при этомъ бываетъ очень простаго устройства: изображенный на фиг. 32 состоитъ изъ желѣзнаго шарика, плавающего въ ртутной чашечкѣ, соединенной съ фидеромъ; чашка покрыта желѣз-

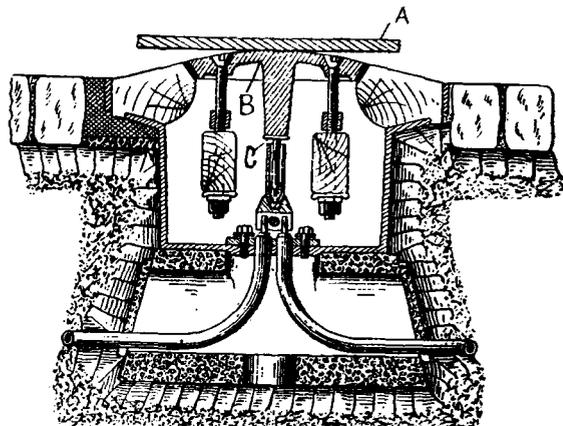


Фиг. 30.

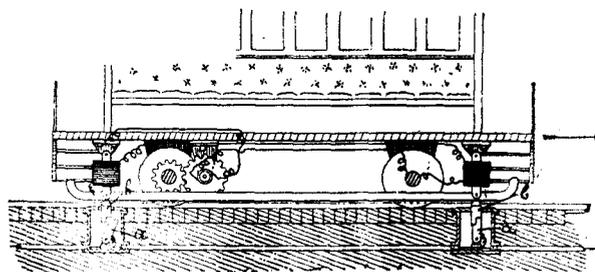
раженнымъ. Коллекторную лыжу слѣдуетъ дѣлать короче магнитной, какъ на фиг. 30, для того, чтобы электрическое сообщеніе контактной секціи съ двигателемъ вагона прекращалось раньше, чѣмъ притяженіе якоря, и чтобы поэтому искра при размыканіи тока получалась не внутри коммутатора, а между коллекторомъ и контактной плиткой. Немногимъ отличается отъ описанной система Дятто, изображенная на фиг. 33. Длинная желѣзная полоса А, соединяющая одноименные полюсы ряда электромагнитовъ, скользитъ по поверхности контактныхъ желѣзныхъ плитокъ В и, намагничивая ихъ, притягиваетъ плавающіе въ ртутныхъ стаканчикахъ полавки С. Надо принять



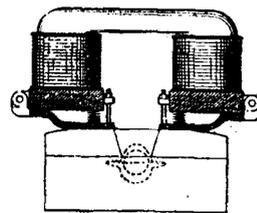
Фиг. 32.



Фиг. 33.



Фиг. 34.



Фиг. 31.

пой плитой, въ серединѣ которой имѣется воронка изъ немагнитнаго металла. Магнитная цѣнь, обозначенная пунктиромъ, замыкается черезъ шарикъ, который притягивается электромагнитомъ, образуя контактъ; по удаленіи вагона, притяженіе прекращается, шарикъ опускается и поверхностный контактъ остается неза-

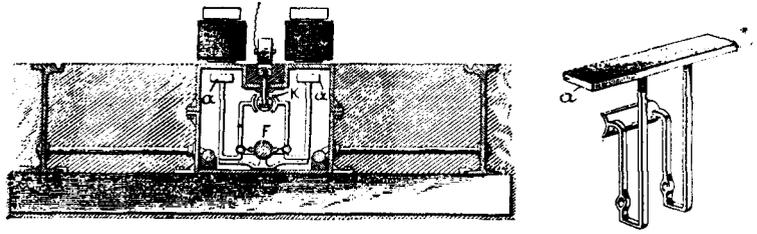
мырымъ, чтобы полавки свободно отпадали при этомъ, по удаленіи электромагнита, а не прилипали къ притягивающимъ ихъ желѣзныхъ массамъ, почему между послѣдними и якоремъ слѣдуетъ оставлять прослойку изъ немагнитнаго металла.

Другой видъ магнитной лыжи изображенъ на фиг. 34;

здѣсь лыжа имѣетъ сѣверный полюсъ на одномъ концѣ и южный на другомъ. Подвижныя части *a* коммутаторовъ суть постоянныя магниты, обращенныя вверхъ, наиримѣрь, сѣверными полюсами. При движеніи вагона передній, въ данномъ случаѣ южный, полюсъ лыжи, намагничивая желѣзныя контактные части *b*, притягиваетъ подвижную магнитъ и замыкаетъ токъ; въ этомъ положеніи коммутаторъ будетъ оставаться до тѣхъ поръ, пока задній, сѣверный конецъ лыжи, не оттолкнетъ подвижного магнита. Если вспомнить все сказанное выше о разобщающихъ механизмахъ и прибавить тѣ соображенія, что магниты должны крѣпко прилипать къ неподвижной желѣзной части контакта и что они не только ослабѣваютъ со временемъ, но могутъ даже переламываться, то придется отнести эту систему къ разряду слабыхъ.

Мы не можемъ также одобрить системы, изображенныя на фиг. 35 и 36, ибо и въ нихъ, какъ замыканіе,

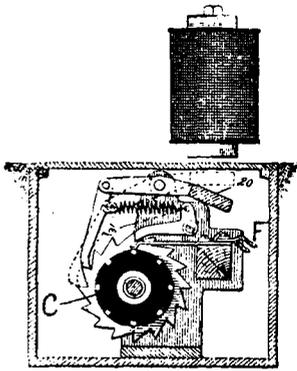
стнику 29 и освобождаетъ этимъ собачку; затѣмъ уже поворачиваетъ рычагъ. Рабочій контактъ на поверхности мостовой не показанъ.



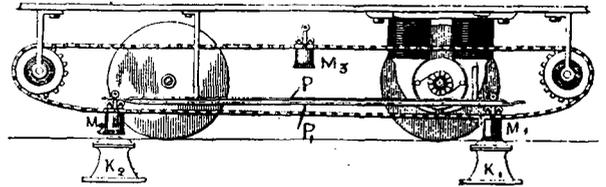
Фиг. 37.

На фиг. 37 изображенъ другой способъ пользования короткими электромагнитами: внутри замкнутого канала расположены подъ магнитами два ряда желѣзныхъ полосъ *a*, *a*; притягиваясь электромагнитами, онѣ производятъ соединеніе фидера *F* съ контактными секціями *K*, причемъ это соединеніе продолжается все время, пока электромагнитъ находится подъ полосой *a*; сила тяжести уничтожаетъ затѣмъ контактъ.

Весьма своеобразная система изображена на фиг. 38;

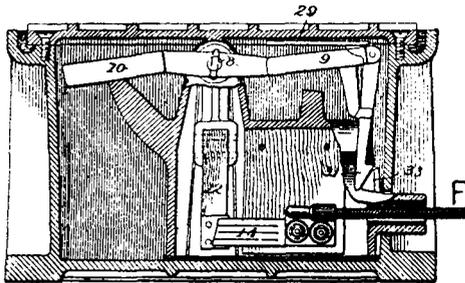


Фиг. 35.



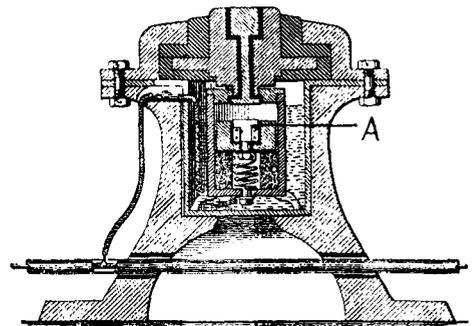
Фиг. 38.

здѣсь совсѣмъ нѣтъ тренія между коллекторомъ и контактной секціей. Подъ вагономъ находятся два зубчатыхъ колеса, черезъ которыя перекинута безконечная цѣпь; къ послѣдней прирѣзаны три электромагнита *M*₁, *M*₂, *M*₃, разстоянія между концами равны разстояніямъ между контактными приборами *K*₁, *K*₂. Электромагниты питаются токомъ, сообщаемымъ двигателю вагона черезъ посредство двухъ металлическихъ полосъ *P*, *P*₁. Дѣйствуетъ система слѣдующимъ образомъ: одинъ изъ электромагнитовъ приходитъ въ нижнее положеніе *M*₁ и сообщается съ заряженными полосами *P*, *P*₁; въ это время онъ находится какъ разъ надъ желѣзной крышкою контактного прибора и притягивается къ ней. Желѣзная подвижная часть *A* контактного механизма



Фиг. 36.

такъ и размыканіе контактовъ регулируется магнитнымъ притяженіемъ. Въ первой изъ нихъ имѣется на обоихъ концахъ вагона по короткому электромагниту, притягивающему желѣзныя якоря, причемъ собачка каждый разъ поворачиваетъ зубчатое колесо на одинъ зубецъ. При каждомъ такомъ поворотѣ, питательный проводъ *F*, какъ ясно видно изъ чертежа, попеременно соединяется и разобщается съ металлическими секторами, расположенными на окружности колеса *C* и соединенными съ контактной секціей, не показанной на чертежѣ. Въ системѣ, изображенной на фиг. 36, также имѣются въ концахъ вагона два магнита, изъ коихъ передній дѣйствуетъ на правое плечо качающагося рычага *9*, и замыкаетъ контактъ *14*, задній же—на лѣвое плечо *10*, и размыкаетъ контактъ, причемъ собачка *31* зацѣпляется за зубецъ *33*. При замыканіи контакта, электромагнитъ притягиваетъ прежде желѣзную пла-

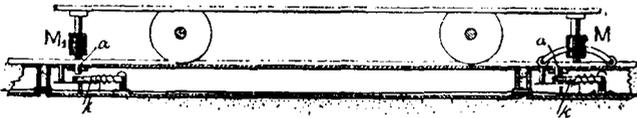


Фиг. 39.

подробности коего видны на фиг. 39, въ свою очередь притягивается къ электромагниту, сообщая его сердечникъ съ фидеромъ. Вагонъ подвигается, положимъ, вправо, но электромагнитъ остается на мѣстѣ, сматывая цѣпь съ зубчатыхъ колесъ. Когда онъ очутится въ положеніи *M*₂, то обмотка его уже не будетъ питаться

токомъ, магнетизмъ его уничтожается и онъ отстаетъ отъ контактной пластинки, размыкая также соединеніе послѣдней съ фидеромъ. Но въ это время слѣдующій электромагнитъ уже притянулся къ слѣдующей контактной пластинкѣ и питаетъ токомъ вагонъ, и т. д. Система эта весьма оригинальна и остроумна, но слишкомъ сложна, чтобы получить практическое примѣненіе.

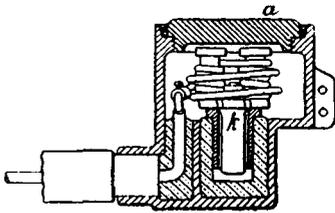
Нѣкоторыя магнитныя системы примѣняютъ въ коммутаторныхъ механизмахъ электромагниты вмѣсто желѣзныхъ якорей; такого рода система изображена на фиг. 40. Электромагнитъ *M*, впереди вагона, дѣйствуя



Фиг. 40.

на желѣзную пробку *a*, соединенную съ секціей контактнаго рельса, притягиваетъ желѣзный сердечникъ электромагнита *k*, вращающагося на шарнирѣ; весь токъ, посылаемый черезъ данный контактъ двигателю вагона, проходитъ по обмоткѣ этого подвижнаго электромагнита, который, намагнитившись, крѣпко пристаётъ къ желѣзной пробкѣ *a* и остается въ этомъ положеніи и по удаленіи магнита *M*, пока только соответствующая секція питаетъ токомъ вагонъ. Когда же вагонъ сойдетъ съ данной секціи и токъ прервется, электромагнитъ *k* упадетъ вслѣдствіе собственной тяжести, потерявъ свой магнетизмъ. Электромагнитъ *M*, въ концѣ вагона служить для обратнаго хода. Полезно намагничивать задній электромагнитъ противоположно переднему; тогда онъ будетъ способствовать отпаденію электромагнитовъ *k*, уничтожая въ ихъ сердечникахъ остаточный магнетизмъ, благодаря которому они могутъ прилипать къ желѣзнымъ частямъ *a*.

Фиг. 41 изображаетъ приборъ, основанный на томъ



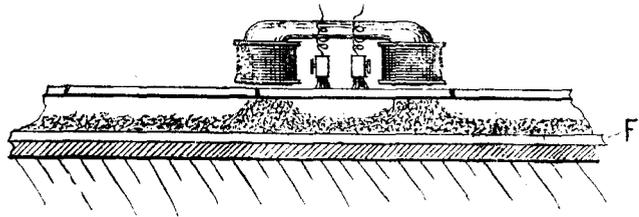
Фиг. 41.

же принципѣ. Магнитъ вагона притягиваетъ къ желѣзной контактной плиткѣ *a* сердечникъ маленькаго подвижнаго электромагнита *k*, питаемаго токомъ, посылаемымъ двигателю вагона; электромагнитъ этотъ поддерживаетъ контактъ все время, пока вагонъ получаетъ черезъ него токъ, по прерываніи коего размагниченный сердечникъ падаетъ. Обѣ описанныя системы имѣютъ большія конструктивныя достоинства: онѣ не нуждаются въ длинной и неудобной магнитной лыжѣ, а требуютъ лишь одного короткаго электромагнита, и при томъ возможность образования въ коммутаторѣ вольтовой дуги вполне устранена, ибо размыкается онъ только тогда, когда черезъ него уже не проходитъ никакого тока; простота и дешевизна подобныхъ приборовъ является также немаловажнымъ достоинствомъ. Къ недостаткамъ ихъ слѣдуетъ отнести то обстоятельство, что при утечкѣ тока въ землю съ заряженной секціи, контактъ можетъ не разомкнуться своевременно, ибо электромагнитъ его будетъ непрерывно возбужденъ.

Къ слѣдующей категоріи магнитныхъ системъ относятся системы съ гибкимъ, непрерывнымъ магнитнымъ

проводомъ. Простѣйшая изъ этой категоріи, изображенная на фиг. 42, была демонстрирована фирмой Шукерта на электрической выставкѣ во Франкфуртѣ; между рельсовъ устроенъ изъ изолирующаго вещества герметически замкнутый каналъ небольшого сѣченія, на днѣ его лежитъ голый фидеръ *F*, поверхъ котораго до половины высоты канала насыпаны желѣзныя опилки; крышка канала состоитъ изъ желѣзныхъ полосъ, изолированныхъ другъ отъ друга. Помѣщаясь подъ вагономъ электромагнитъ притягиваетъ опилки, причѣмъ фидеръ электрически соединяется съ крышкой канала, токъ съ которой снимается щетками.

Несмотря на всю свою простоту, система эта оказалась не совсемъ удобной: опилки, перемѣщаясь съ мѣста на мѣсто магнитомъ, располагались неравномерно и сбивались въ нѣкоторые мѣстахъ въ кучи, устанавливая непрерывное сообщеніе фидера съ желѣзными полосами, чтобы избѣжать перемѣщенія опилокъ, стали; поэтому, разгораживать каналъ на маленькія от-



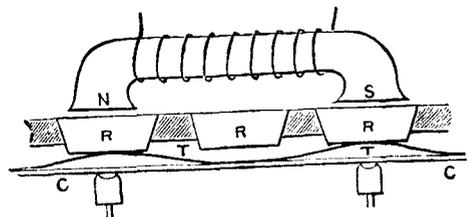
Фиг. 42.

дѣленія. Кромѣ того, трудно совершенно устранить доступъ воздуха въ каналъ вагона, вслѣдствіе чего желѣзныя опилки ржавеютъ, и получается скверный контактъ.

На фиг. 43 и 44 изображены два варианта этого ти-



Фиг. 43.

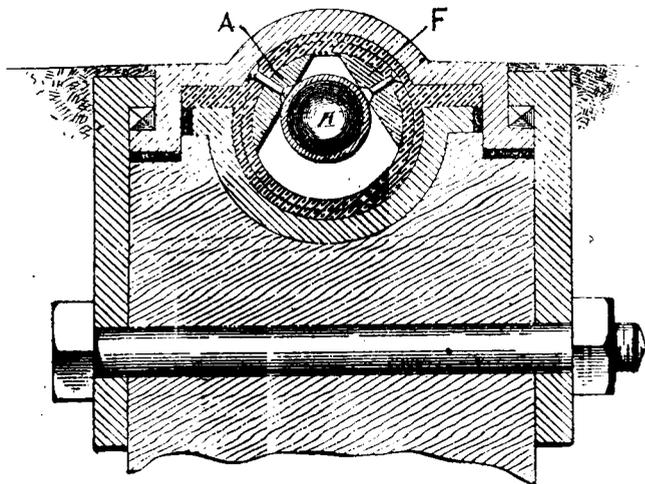


Фиг. 44.

па; въ первомъ изъ нихъ опилки замѣнены желѣзной цѣпью, во второмъ—желѣзной или стальной лентой, а еще лучше—въ системѣ Линнева *) лентой, сплетенной изъ желѣзныхъ и мѣдныхъ проволокъ (послѣднія употребляются для увеличенія проводимости). Относительно всѣхъ этихъ системъ можно замѣтить, что онѣ даютъ непрочный контактъ гибкаго проводника съ поверхностными секціями, въ особенности вслѣдствіе невозможности устранить доступъ сырости въ длинный каналъ; кромѣ того гибкіе провода могутъ сдвигаться электромагнитами, выпячиваться и устанавливать непрерывный контактъ наружныхъ проводовъ съ источникомъ тока.

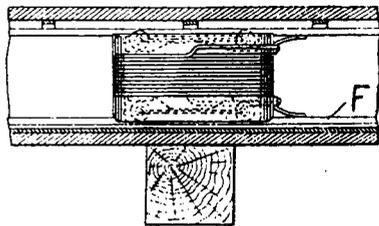
*) Электричество 1891 г. стр. 3.

Существует еще одна весьма интересная категория магнитных систем; это системы с бѣгущимъ коммутаторомъ—„бѣгуномъ“. Фиг. 45 изображаетъ одну изъ



Фиг. 45.

такихъ системъ: въ расположенной между рельсовъ трубѣ изъ изолирующаго матеріала помѣщаются непрерывный питательный проводъ F и другой подобный же, но раздѣленный на изолированныя секціи, соединяющіеся съ наружными контактными секціями. Бѣгуномъ служитъ полый стальной шаръ K; притягиваемый сильнымъ электромагнитомъ, помѣщеннымъ подъ вагономъ, онъ соединяетъ фидеръ съ одной изъ секцій, и при движеніи вагона катится вслѣдъ за нимъ вдоль трубы, заряжая поочередно всѣ секціи. По простотѣ, система эта не оставляетъ желать ничего лучшаго, но ей свойственъ важный недостатокъ. Если питание электромагнита прекратится хоть на мгновение, то шаръ упадетъ и укатится по трубѣ, причемъ можетъ опередить или отстать отъ вагона, остающагося на пути въ самомъ безпомощномъ положеніи. На фиг. 46 представлень дру-



Фиг. 46.

гой примѣръ изъ той же категоріи; самъ бѣгунокъ представляетъ изъ себя электромагнитъ, который питается токомъ, доставляемымъ вагону. Притяженіе другъ къ другу двухъ электромагнитовъ получается болѣе интенсивное, почему улучшается контактъ и уменьшается возможность отставанія бѣгуна отъ вагона. Въ такихъ приборахъ устраиваютъ иногда автоматическій тормазъ, мгновенно останавливающій бѣгуна при перерывѣ тока; этимъ приспособленіемъ устраняется только возможность опереженія бѣгуномъ вагона, но не обратно. Существуютъ системы бѣгуновъ, непрерывно, автоматически удерживаемыхъ подъ вагономъ, но эти системы относятся уже къ типу электромагнитныхъ и будутъ рассмотрѣны ниже.

Не слѣдуетъ забывать, что хотя во всѣхъ магнит-

ныхъ системахъ электромагниты питаются тѣмъ самымъ токомъ, который доставляется двигателю вагона, тѣмъ не менѣе при вагонѣ необходимо должна находиться батарея аккумуляторовъ для начальнаго питания электромагнитовъ послѣ остановокъ, когда всѣ коммутаторы разомкнуты.

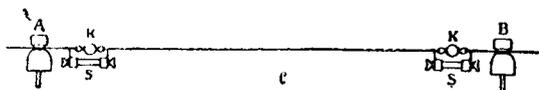
(Продолженіе слѣдуетъ).

М. X.

ОБЗОРЪ.

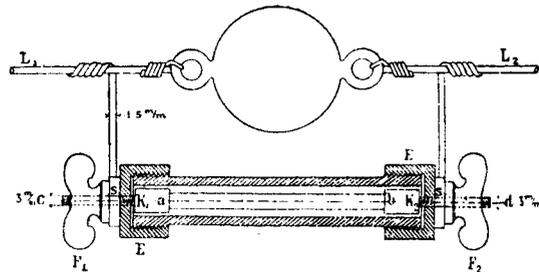
Предохранитель проводниковъ слабого тока отъ вліянія на нихъ проводниковъ сильнаго тока, системы Маттауша.—Механическіе предохранители (сѣтки и т. п.) не вполнѣ надежны; они не всегда могутъ устранить соприкосновеніе разорванныхъ проводниковъ. Необходимо включать и плавящіеся предохранители. Подобными предохранителями необходимо снабжать не только тѣ проводники слабого тока, которые непосредственно перекрещиваются съ проводниками сильнаго тока, но всю сѣтъ проводниковъ слабого тока; въ противномъ случаѣ сильный токъ можетъ перейти—во время бури, когда разрываются проводники въ нѣсколькихъ мѣстахъ,—и въ такія части сѣти слабого тока, которыя непосредственно не пересѣкаются. Какъ только устраняется въ городѣ электрическая желѣзная дорога съ воздушными проводами, перекрещивающимися съ телефонными и телеграфными проводниками, хотя бы въ одномъ мѣстѣ, то необходимо снабдить плавящимися предохранителями всѣ концы проводниковъ данной сѣти слабого тока. Мѣстныя условія заставляютъ иногда включать предохранители въ проводникахъ сосѣднаго города, который связанъ съ первымъ телефонными или телеграфными линиями. Такимъ образомъ число предохранителей увеличивается иногда значительно. Во избѣжаніе лишннихъ издержекъ инженеръ Маттаушъ предлагаетъ включать предохранители только въ томъ мѣстѣ, гдѣ происходитъ перекрещиваніе проводниковъ.

Между изоляторами A и B слабого тока (фиг. 47) пер-



Фиг. 47.

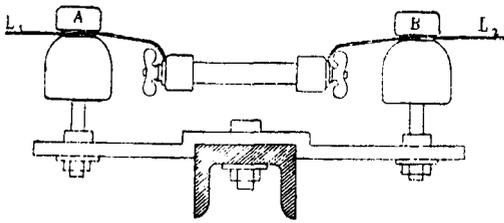
пендикулярно къ чертежу въ точкѣ C проходитъ проводникъ сильнаго тока; предохранители s,s не позволятъ пройти сильному току въ телефонную или телеграфную



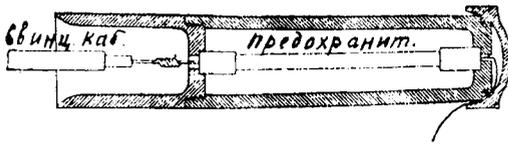
Фиг. 48.

линію. K,K изоляторы изъ амбронна шаровой формы. На фиг. 48 показано отдѣльно то мѣсто проводника слабого тока, гдѣ включенъ предохранитель. На фиг. 49

показать другой способ включения предохранителя. Фиг. 50 изображает особый наконечник для кабеля съ предохранителемъ.



Фиг. 49.



Фиг. 50.

Предлагаемый способ выгоденъ только тогда, когда число перекрещиваній проводниковъ незначительно, въ противномъ случаѣ можетъ потребоваться большее число предохранителей, чѣмъ тогда, когда предохранителями снабжаются оба конца проводниковъ.

(Elektr. Zeitschr. 1899, II. 18).

Демонстрированіе силовыхъ линий электрическаго поля въ воздухѣ. На послѣдней выставкѣ Парижскаго Физическаго Общества, Е. Будро демонстрировалъ электрическія силовыя линии, получаемыя такъ же легко, какъ и магнитныя съ помощью слѣдующаго приспособленія.

Пластинка изъ весьма однороднаго и не проводящаго стекла поконтится на четырехъ маленькихъ парафиновыхъ стойкахъ и осторожно нагревается. На верхней или нижней сторонѣ ея приклеены проводники, опредѣляющіе поле и соединенные посредствомъ тонкихъ проводниковъ къ однимъ или нѣсколькимъ полюсамъ машины Вимшерста, пластины котораго движутся довольно медленно. Пластинку посыпаютъ *п. о. ж.* проводящимъ порошкомъ и установивъ нужныя соединенія для образованія поля, тихонько ударяютъ по ней; тотчасъ же опредѣляются электрическія силовыя линии. Полученныя фигуры можно закрѣпить, покрывая ихъ лакомъ посредствомъ пульверизатора.

Будро настаиваетъ на томъ, что слѣдуетъ брать плохо проводящій порошокъ. Металлическіе порошки или опилки, напримѣръ, желѣзныя не годятся. Наилучшіе результаты получаются съ диамидофеноломъ, кристаллизованномъ въ небольшія иглы въ 2—3 мм. длиною; въ случаѣ отсутствія этого вещества можно пользоваться пробкой, бузиной, сахарнымъ пескомъ и многими другими веществами.

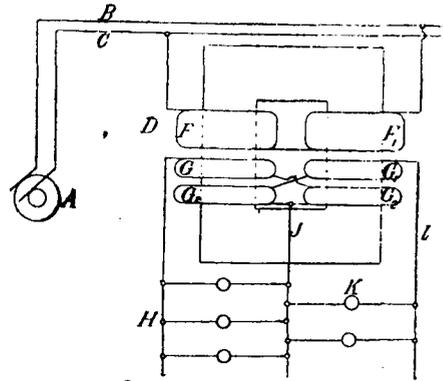
(I'nd. Electr. № 176).

Трансформаторъ съ сердечникомъ для перехода отъ двухпроводной системы къ трехпроводной. Обыкновенно подобный трансформаторъ строится изъ углового желѣза, на которое наматываются послѣдовательно двѣ первичныя обмотки, по одной на каждую сторону угла; поверхъ ихъ помещаются вторичныя обмотки.

Это устройство можетъ употребляться только въ томъ случаѣ, когда два крайнихъ изъ трехъ проводовъ нагружены одинаково; въ этомъ случаѣ контръ-электро-движущая сила каждой вторичной цѣпи находится въ прямомъ отношеніи съ электродвижущей силой со-

отвѣтствующей первичной и токъ каждой вторичной катушки появляется вслѣдствіе индукціи соответствующей первичной катушки; разбѣиваніе весьма мало. Но если одинъ изъ двухъ проводовъ трехпроводной системы нагруженъ болѣе другого, то вторичная обмотка не индуктируется отъ одной первичной, но отъ двухъ; должнаго соотношенія не существуетъ и разбѣиваніе возрастаетъ. Во избѣженіе этого неудобства, берлинская фирма „Union Elektricitäts Gesellschaft“ раздѣляетъ на двѣ каждую изъ двухъ вторичныхъ катушекъ.

Катушки, соединяемыя съ крайними проводами трехпроводной системы, устроены такимъ образомъ, что каждый проводъ системы имѣетъ одну катушку на каждую первичную (фиг. 51).



Фиг. 51.

Двѣ первичныя катушки E и F, соединенныя послѣдовательно между собою, включены въ отвѣтвленіе главныхъ проводовъ B и C. Вторичная цѣпь образуется четырьмя катушками, соединенными попарно, причемъ двѣ катушки каждой пары намотаны на различныхъ вѣтвяхъ сердечника. Катушки G, G' соединены послѣдовательно между собою и присоединяются къ проводнику H и возвратному проводу J; онѣ подвергаются дѣйствію двухъ первичныхъ, на которыхъ онѣ намотаны. Такимъ образомъ система является вполне симметричною.

(I. Ecl. El., № 17).

Приборъ Бушера для измѣренія вращательнаго момента электродвигателей. Если вращательный моментъ какого-либо электродвигателя обозначить черезъ C_m , моментъ сопротивленія движению черезъ C_r , моментъ инерціи вращающихся частей этого двигателя черезъ K , и угловую скорость вращенія черезъ w , то можно написать:

$$C_m = C_r + K \frac{dw}{dt}$$

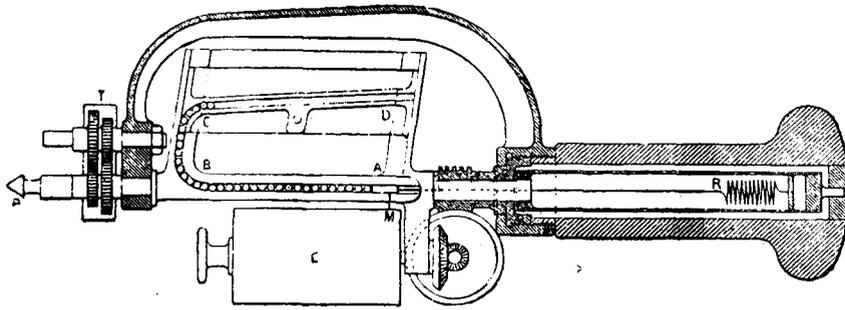
При этомъ, если электродвигатель работаетъ въ пустую, то C_r сводится лишь къ тренію между частями машины, вообще незначительному, и потому можно принять:

$$C_m = K \frac{dw}{dt}$$

На основаніи этой формулы легко опредѣлить величину C_m , если известна зависимость скорости вращенія электродвигателя отъ времени. Что касается послѣдней величины, то для опредѣленія таковой Бушера построилъ приборъ, схематически изображенный на фиг. 52.

Внутри вращающагося (вмѣстѣ съ валомъ электродвигателя) стержня заключена цѣпь, прикрѣпленная однимъ концомъ къ спиральной пружинѣ R, проходящей въ полости рукоятки прибора; другой конецъ этой цѣпи свободенъ; каналъ, въ которомъ помещается эта цѣпь, состоитъ изъ трехъ частей: АВ, совпадающей съ осью вала электродвигателя, ВС, почти перпендикулярной этому направленію, и CD, нѣсколько наклонной къ АВ; на фиг. уголъ между АВ и CD значительно увеличенъ,

для большей наглядности. Благодаря такой конструкции часть АВ цѣпи не оказываетъ никакого дѣйствія на пружину R, которая растягивается только подъ дѣй-



Фиг. 52.

ствиемъ центробѣжной силы, развиваемой частью ВС; что касается части CD, то ея наклонъ лишь устраняетъ треніе ея о стѣнки канала, не оказывая замѣтнаго дѣйствія на пружину R. Такимъ образомъ, штифтъ M, прикрѣпленный къ концу А цѣпи перемѣщается вдоль оси хронографа B только подъ вліяніемъ центробѣжной силы цѣпи BC, каковая, въ свою очередь, въ каждый отдѣльный моментъ пропорціональна квадрату угловой скорости электродвигателя. Какъ видно на фиг., самій хронографъ вращается со скоростью, пропорціонально скорости электродвигателя. Путемъ болѣе или менѣе сложныхъ выкладокъ можно показать, что угловой коэффициентъ кривой, вычерчиваемый при такихъ условіяхъ штифтомъ M на поверхности цилиндра B, пропорціоналенъ выведенному выше выраженію для вращательнаго момента C_m электродвигателя.

Вычисленіе момента инерціи K, (по крайней мѣрѣ, приближенное) не представляетъ особыхъ затрудненій. Въ заключеніе отмѣтимъ, что длину цѣпи BC, можно измѣнять по произволу, перемѣщая каналъ CD параллельно самому себѣ.

Это измѣненіе, а также измѣненіе въ передачѣ вращенія посредствомъ системы четырехъ зубчатыхъ колесъ T, позволяетъ работать однимъ и тѣмъ же приборомъ при весьма различныхъ скоростяхъ вращенія электродвигателя (въ приборѣ—модели отъ 500 до 3000 оборотовъ въ минуту). Длина модели Бупера—0,30 метра.

(L'Eclairage Électrique, № 7).

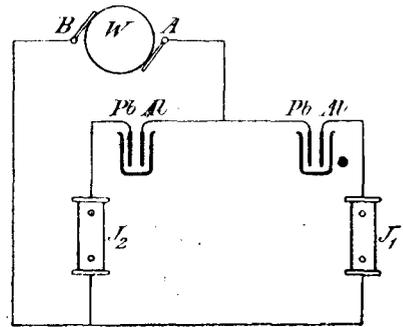
Прерыватель переменнаго тока проф. Калишера. Для цѣлей, которымъ служатъ индуктивные приборы, вообще недостаточно обычное примѣненіе переменнаго тока. Приходится очень часто примѣнять прерывчатый постоянный токъ. Употреблявшимися для этой цѣли прерывателями съ подвижными частями свойственна большая или меньшая небезопасность и нерегулярность въ работѣ, а также въ нихъ происходитъ трата энергіи благодаря искрамъ при замыканіи и размыканіи тока. Поэтому представляется выгоднымъ привести въ дѣйствіе индуктивный приборъ при помощи прерывателя безъ подвижныхъ частей и безъ искръ.

Это достигнуто благодаря открытому недавно Поллакомъ и Грецомъ, независимо другъ отъ друга, свойству алюминія, какъ алота въ извѣстныхъ электролитическихъ жидкостяхъ, какъ калевые и натровые квасцы, представлять очень большое сопротивленіе прохожденію тока и совершенно преграждать ему путь, когда его напряженіе не превосходитъ опредѣленной величины. Если ввести потому въ цѣпь машины переменнаго тока одинъ или, смотря по измѣненію напряженія, нѣсколько такихъ элементовъ съ алюминиевыми и свинцовыми или угольными электродами и первичныя катушки индуктора, то токъ вступить въ эти послѣднія только въ томъ случаѣ, если алюминій служить катодомъ, и катушка будетъ то замыкаема,

то размыкаема въ строгой послѣдовательности. Можно даже примѣненіемъ 2 элементовъ или 2 батарей одновременно приводитъ въ движеніе 2 индуктивныхъ аппарата и такимъ образомъ вполне воспользоваться переменнымъ токомъ, какъ показывается слѣдующая схема (фиг. 53).

Если токъ идетъ отъ зажима А машины переменнаго тока W, то онъ можетъ легко вступить въ первичную катушку аппарата J_1 , но не J_2 . Первая катушка такимъ образомъ замкнута, послѣдняя разомкнута. Если въ слѣдующій моментъ идетъ токъ отъ зажима B, то теперь, наоборотъ, первичная катушка прибора J_2 замкнута, а J_1 разомкнута. Съ помощью коммутатора можно конечно пропускать токъ черезъ катушки въ томъ или другомъ направленіи.

Едва ли надо говорить о томъ, что



Фиг. 53.

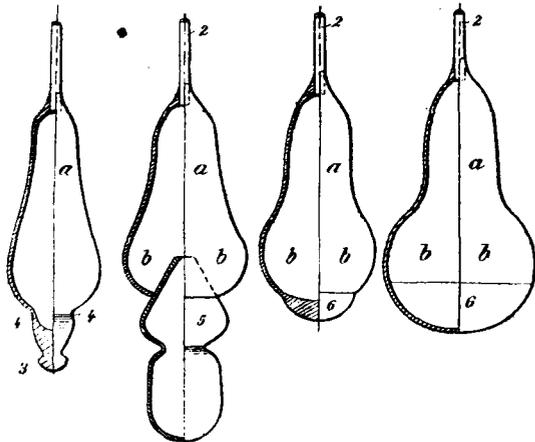
независимо отъ пользованія индукторами для указанныхъ цѣлей можно часть переменнаго тока примѣнить для всѣхъ обычныхъ цѣлей, воспользоваться имъ также для электролиза, включивъ въ цѣпи J_1 или J_2 или одновременно въ обѣ электролитическіе элементы, и что, наконецъ, можно получить по схемѣ Поллака и Греца одновременно одну часть тока отъ того же источника электричества въ формѣ непрерывнаго постояннаго тока.

(Elektrot. Zeitschr. 1899. Н. 7).

Послѣднее открытіе Эдисона.—Послѣ періода долгаго спокойствія Томасъ Эдисонъ объявилъ міру чрезъ посредство Нью-Йоркскаго „Герольда“ о своемъ открытіи новаго процесса закалки стали, который, какъ передаетъ эта газета, далеко превосходитъ все существующее въ этой области. Онъ и его дядя, Гольперъ, идя совершенно различными путями, открыли этотъ способъ въ прошлое лѣто. Какъ передаетъ „Герольдъ“ 6-дюймовая броневая плита, обработанная по процессу Эдисона, обладаетъ сопротивленіемъ выше, чѣмъ 15-дюймовая плита Гарвея и гораздо выше Круповской плиты такой же толщины, причемъ цѣна ея менѣе послѣднихъ вдвое. Одно изъ преимуществъ способа Эдисона надъ Гарвеевскимъ заключается въ томъ, что при обработкѣ по способу Гарвея, плита закаливается только на глубину не болѣе одного дюйма, тогда какъ по способу Эдисона закалка производится сплошь, такъ что плита въ концѣ концовъ получается гораздо болѣе эластичной. Опыты, произведенные въ мастерскихъ Bessemer Iron Co въ іюль прошлаго года показали, что сопротивленіе растяженію стали, послѣ обработкы ея по способу Эдисона, возросло съ 68.000 фунтовъ на кв. д. до 71.000 фунт., а расширеніе и сжатіе уменьшилось отъ 29,33% до 24,66% и отъ 63,65% до 62,14%. Бритва, обработанная по этому способу можетъ служить два мѣсяца безъ точки, а послѣ этого срока точильный камень совсѣмъ не могъ взять лезвіе брит-

вы, так что для точенія ее пришлось отпустить. Способ этот приложимъ также и къ мѣди, такъ что весьма возможно, что потерянный секретъ древней закалки мѣди теперь снова найденъ. Стекло по этому способу дѣлается столь твердымъ, что чертитъ алмазъ. „Герольдъ“ передаетъ, что для разработки этого открытiя въ Западной Виргинiи образована компанiя подъ названiемъ „Thomas A. Edison and William Holzer Steel and Iron Process Co“, которая, впрочемъ, будетъ заниматься только изслѣдованiемъ новаго способа, а не производствомъ стали. Права на послѣднее будутъ проданы другимъ. Капиталъ компанiи равенъ миллиону долларовъ и въ случаѣ, если правительственное испытанiе дастъ благоприятные результаты, капиталъ этотъ будетъ увеличенъ до 25 и даже до 30 миллионoвъ долларовъ.

Производство стеклянныхъ сосудовъ для лампъ накаливанiя изъ двухъ различныхъ стеколъ, по способу В. Барраса и Г. Говера.—Этотъ способъ имѣетъ дѣлю производствo выдуванiемъ стеклянныхъ сосудовъ для лампъ накаливанiя, образуемыхъ съ одной стороны обыкновеннымъ стекломъ, а съ другой—цвѣтнымъ или матовымъ. Рабочiй начинаеть выдуванiе такого сосуда обычнымъ способомъ, но затѣмъ на концѣ дѣлаетъ наконечникъ 3



Фиг. 54. Фиг. 55. Фиг. 56. Фиг. 57.

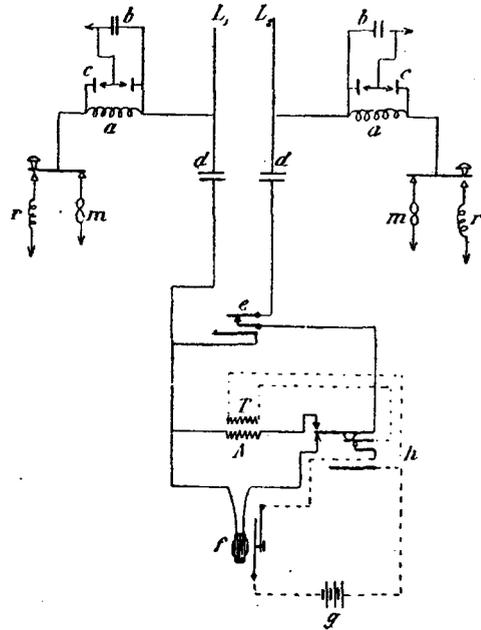
(фиг. 54), который рѣжется по линiи 4,4. Потомъ вставляютъ въ отверстiе пробку 5 (фиг. 55), которую оставляютъ до охлажденiя сосуда. Послѣ охлажденiя пробку вынимаютъ и замѣняютъ ее кускомъ цвѣтнаго стекла 6 (фиг. 56), и все это подвергаютъ дѣйствию жара въ печи, а затѣмъ повторнымъ выдуванiемъ придаютъ ему надлежащiй видъ (фиг. 57). Части *a*, *b*, *b* обыкновеннаго стекла, а пизъ 6—изъ цвѣтнаго или матоваго.

(L'Écl. Electr. № 15).

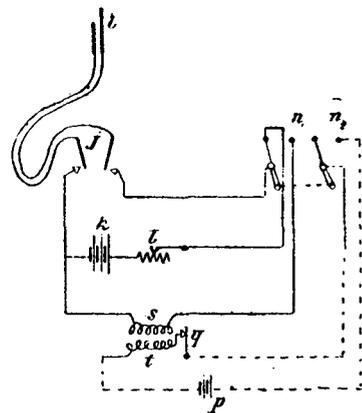
Устройство для одновременнаго телеграфированiя и телефонированiя по системѣ Ванъ Риссельберга.—Прилагаемая схема (фиг. 58) показываетъ устройство по системѣ Ванъ Риссельберга двухъ телеграфныхъ проводовъ, образующихъ одну телефонную линiю изъ двухъ проводовъ.

Новостью этой системы является лучшая группировка приборовъ, употребленiе трансформатора—аннунциатора (поляризуемаго не магнитомъ, а токомъ), прибавленiе громоотводовъ и реостатовъ, однихъ для конденсаторовъ другихъ для аккумуляторовъ. L_1 и L_2 (фиг. 58) обозначаетъ два телеграфныхъ провода, *a*—антииндукторы, *b*—конденсаторы, *c*—громоотводы, *d*—конденсаторы раздѣлители, *e*—джекъ для прямого сообщенiя, *f*—реле вибраторъ, *g*—элементъ реле, T—аннунциаторъ,

который начинаеть дѣйствовать, когда токъ прерывается вибрированiемъ (система Манбре); A—вторичная цѣпь трансформатора аннунциатора, *h*—выключатель, служащiй для выключенiя линiи въ цѣпь трансформатора; *m*—аппараты Морза; *p*—градуаторы. На фиг.



Фиг. 58.



Фиг. 59.

59, *i* обозначаетъ штепель для телеграфиста; *j*—его вызывной ключъ; *k*—аккумуляторы; *l*—реостатъ; n_1 —коммутаторъ для вызова помощью элемента или помощью индуктированнаго тока; n_2 —прерывающая токъ рукоятка вибратора, служащая для впусканiя вызывнаго тока, n_2 согласуется съ n_1 ; *p*—элементъ вибратора; *q*—вибраторъ; *t*—первичная цѣпь; *s*—вторичная.

Дѣйствiе этой системы понятнo изъ прилагаемыхъ схемъ.

(L'Écl. Electr., № 16).

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Промышленная выставка въ Русуцѣ въ 1899 году.—Въ августѣ текущего года въ Русуцѣ (Болгарія) имѣетъ быть промышленная выставка. Международный отдѣлъ этой выставки включаетъ всѣ машины, двигатели, приборы, инструменты и т. п. промышленные, ремесленные и сельскохозяйственные. Въ виду того, что выставки на Балканскомъ полуостровѣ устраиваются вообще рѣдко, можно ожидать, что эта выставка будетъ имѣть успѣхъ. За ближайшими свѣдѣніями слѣдуетъ обращаться къ главному директору международного отдѣла Артуру Гобіэ, въ Прагѣ-Карлнѣ (Австрія, Богемія). Представителемъ Русуцкой выставки для Россіи состоитъ Фердинандъ Витачекъ въ Кіевѣ.

Ртутный термометръ для высокихъ температуръ.—Извѣстно, что ртутный термометръ не даетъ достаточно точныхъ показаній при температурахъ, близкихъ къ точкѣ кипѣнія ртути, которая соответствуетъ 357° Ц., и что для получения высокихъ температуръ термометры устранились такимъ образомъ, что столбъ ртути подвергался давленію сжатого азота, равному 20 атм., причемъ стекло бралось тугоплавкое.

По словамъ проф. Нильса въ Берлинѣ, стекло, приготовляемое Шоттомъ въ Іенѣ, твердость котораго соответствуетъ 8, переноситъ давленіе до 30 атм. и, по изслѣдованіямъ лабораторіи въ Шарлоттенбургѣ, начинаетъ дѣлаться мягкимъ только при 600° Ц. и даетъ вѣрныя показанія до 575°. Проф. Нильсъ замѣтилъ, что азотъ, употреблявшійся до сихъ поръ для поддержанія ртути въ жидкомъ видѣ, не даетъ вѣрныхъ результатовъ выше 360° и что лучше замѣнить его углекислымъ газомъ, сжатымъ до 30 атм. и получаемымъ изъ сосуда, соединеннаго съ термометромъ и содержащаго жидкую углекислоту.

Къ вопросу о примѣненіи газовыхъ двигателей на электрическихъ станціяхъ.—Нѣкто Оливеръ Алдэнъ сообщаетъ результаты своихъ изслѣдованій надъ примѣненіемъ газовыхъ двигателей на центральныхъ электрическихъ станціяхъ. Имъ было разослано 35 вопросовъ листовъ, на 24 изъ которыхъ онъ получилъ отвѣты. Пятнадцать отвѣтовъ вполне удовлетворительны: двигатели не причиняли никакихъ безпокойствъ; въ четырехъ случаяхъ неудобства причиняли главнымъ образомъ воспламенители газа; одинъ двигатель трудно приводился въ движеніе; другой — требовалъ слишкомъ большого вниманія; третій — давалъ сомнительные результаты и, наконецъ, два послѣднихъ были абсолютно скверными.

Изъ всѣхъ упоминаемыхъ двигателей, 17 — имѣли мощность отъ 30 до 125 лощ. силъ, при чемъ владѣльцы болѣе мощныхъ машинъ были ими весьма довольны. Потребленіе газа колебалось отъ 0,340 м³ до 0,850 м³ на лошадиную силу. Слѣдуетъ отмѣтить, что многіе фабриканты газовыхъ двигателей гарантируютъ потребленіе газа отъ 0,350 м³ до 0,560 м³ на лощ. силу.

О современномъ состояніи электрометаллургіи.—Во французскомъ журналѣ „Revue Universelle des Mines“ мы находимъ интересный обзоръ современного состоянія электрометаллургіи.

Электролизъ мѣдныхъ рудъ является вопросомъ не вполне разрѣшеннымъ; наоборотъ, электролизъ мѣдныхъ рудъ, содержащихъ дорогие металлы, примѣняется на 11 заводахъ въ Соединенныхъ Штатахъ, 5 — въ Германіи, 5 — въ Англіи, 4 — во Франціи и 2 — въ Россіи. На самомъ значительномъ заводѣ (Baltimore Copper Smelting and Rolling Co), очищающемъ 100 тоннъ мѣди въ день, тонна получаемой мѣди стоитъ 40—60 фр. (=15—23 р.), не считая общихъ расходовъ.

На другихъ американскихъ заводахъ примѣняется электрическая очистка никкеля; одинъ изъ нихъ, Canadian Cooreg Co, употребляетъ какъ анодъ, сплавъ, содержащій 43% мѣди и 40% никкеля; его переводятъ въ сѣрнокислую соль, затѣмъ осаждаютъ сначала мѣдь, потомъ никкель.

Для добычанія цинка употребляются три способа: способъ Сименса и Гальске (электролизъ сѣрнокислыхъ солей); способъ Гейнера, примѣняемый на англійскомъ заводѣ Brunner and Mond (электролизъ хлористыхъ солей); способъ Ачкрофта (электролизъ сѣрнокислыхъ растворовъ, предварительно очищенныхъ) примѣняется къ сѣрнистымъ солямъ въ Broken Hill's, на заводѣ, обрабатывающемъ 1.000 тоннъ минерала въ недѣлю. Выходъ цинка и свинца изъ руды достигаетъ 75%.

Для очистки соединеній золота и серебра, способъ Мейнса, примѣняемый въ Германіи съ 1884 года, даетъ хорошіе промышленные результаты.

Что касается до золотыхъ растворовъ, происходящихъ отъ цианизаціи, то изъ нихъ получаютъ металлъ электролитическимъ способомъ Сименса и Гальске, который является болѣе выгоднымъ, чѣмъ подобный же способъ для цинка.

Къ 1898 году 13 заводовъ Трансваала примѣняютъ электролизъ и 12 — находятся въ постройкѣ. Одинъ заводъ обрабатываетъ, въ среднемъ, 100 тоннъ цианистыхъ растворовъ въ 24 часа.

Объ употребленіи алюминія.—Какъ извѣстно, алюминій считается металломъ, хорошо сопротивляющимся большинству химическихъ дѣятелей. Диттъ утверждаетъ, что этого не существуетъ. Такъ, напримеръ, на него дѣйствуетъ холодная вода, но продукты воздѣйствія, водородъ и окисъ алюминія, покрывая его тонкимъ слоемъ, прекращаютъ дальнѣйшую реакцію. Всѣ извѣстныя кислоты растворяютъ алюминій, хотя, повидимому, всѣ онѣ, кромѣ соляной, не дѣйствуютъ на него. Диттъ замѣтилъ также дѣйствіе на алюминій различныхъ солей, въ особенности хлористаго натрія (поваренная соль).

Относительно примѣненія алюминія къ выдѣлкѣ кухонныхъ принадлежностей Диттъ замѣчаетъ, что необходимо точно изслѣдовать этотъ вопросъ въ виду возможности порчи алюминія и вреднаго дѣйствія вслѣдствіе этого посуды.

Моассанъ, дѣлая докладъ въ Парижской академіи наукъ о примѣненіи алюминія, нѣсколько расходится во мнѣніяхъ съ своимъ коллегой. Между прочимъ онъ указываетъ, что солдатскіе котелки и другія принадлежности, которые испытывались во время экспедиціи на Мадагаскаръ, вернулись всѣ въ вполне хорошемъ состояніи.

Сравнивая алюминіевыя принадлежности съ жестяными, мы видимъ, что онѣ болѣе легки, не представляютъ опасности отравленія свинцомъ, могутъ приготовляться штампованіемъ и слѣдовательно не нуждаются въ снайкѣ.

Диттъ, упоминая о примѣненіи алюминія къ кухоннымъ принадлежностямъ, говоритъ, что эти послѣднія могутъ быть защищаемы тонкимъ слоемъ жира, но что жиръ представляетъ большія неудобства съ точки зрѣнія гигиены и чистоты. Для уничтоженія этого слоя можно употреблять щелочи, которыя дѣйствуютъ на алюминій.

Очистка алюминіевой посуды можетъ дѣлаться болѣе тщательной и болѣе полной, если при изготовленіи этой посуды избѣгать очень острыхъ угловъ, заклепочныхъ соединеній, сложенныхъ загнутыхъ краевъ и т. п.; кромѣ того, для уменьшенія электролитическаго дѣйствія, для одного и того же предмета надо употреблять одинъ металлъ или сплавъ.

Дѣйствіе углекислоты на чугуны.—Развѣдывающее дѣйствіе углекислоты, въ видѣ раствора въ водѣ, на чугуныя трубы доказывалось двумя случаями, описанными въ нѣмецкомъ журналѣ „Stahl und Eisen“.

Первый случай имѣлъ мѣсто въ Бейтенѣ (Силезія). Къ концу второго года службы, трубы, соединявшія резервуаръ воды съ гидравлическимъ подъемомъ, стали течь; изслѣдовавъ ихъ, нашли, что онѣ были проѣдены почти насквозь. Чугунъ, изъ котораго сдѣланы трубы, самый обыкновенный. Второй случай былъ около Саарбрюка; вода, вслѣдствіе прохожденія черезъ углекислыя известковыя соли, содержала ихъ значительно въ растворѣ. При проведеніи чугунныхъ трубъ замѣтили, что вода стала грязнобураго цвѣта и приобрѣла неприятный вкусъ, несмотря на то же происхождение. При изслѣдованіи оказалось, что вода была насыщена углекислотой около 126 см.³ на литръ, въ свободномъ состояніи или въ видѣ двууглекислыхъ солей. Удаленіе газа испареніемъ не имѣло успѣха.

Пожаръ отъ троллейной тяги.—Паденіе дерева въ Дюнберн (С. А. С. Ш.) было причиной пожара въ двухъ мѣстахъ, удаленныхъ на значительное разстояніе, и временной остановки движенія электрическаго трамвая. Дерево, падая, повлекло за собой телеграфные провода, которые упали на провода трамвая. Токъ высокаго напряженія трамвая зажегъ въ 30 км. отъ Дюнберн телеграфную доску и затѣмъ, продолжая путь, вызвалъ пожаръ въ телеграфной конторѣ въ Нью-Йоркѣ. Оба эти пожара были потушены быстро и не успѣли причинить серьезныхъ поврежденій. Движеніе трамвая было приостановлено только на часъ.

Стоимость одного электрическаго фіакра въ день.—По словамъ „Gazette de l'Electricien“, одинъ электрическій фіакръ парижской компаніи „Compagnie des Petites Voitures“ стоитъ въ день 19,68 фр. (=7,38 р.), которые распределяются слѣдующимъ образомъ:

Администрація	0,82 фр.
Ремонтъ экипажа	0,34 „
Налоги	2,00 „
Помѣщеніе и содержаніе мастерскихъ	0,51 „
Личный составъ, включая чистильщиковъ	5,81 „
Материалы	5,00 „
Содержаніе аккумуляторовъ	4,00 „
Расходъ энергіи	1,20 „

Всего . 19,68 фр.

Обыкновенный экипажъ съ одной лошадыю стоитъ 19,26 фр. (=7,22 р.) въ день, т. е. немного меньше электрическаго, но за то этотъ послѣдній можетъ дѣлать больше перегоновъ и болѣе значительные.

Случай ударовъ молніи въ телеграфные аппараты.—Согласно статистическимъ даннымъ, опубликованнымъ почтовымъ бюро въ Бернѣ, наибольшее количество ударовъ молніи въ телеграфные приборы приходится на Румынію. Такъ, въ 1897 году изъ 7.188 телеграфныхъ конторъ, 442, т. е. около 6,2% имѣли грозовые удары. Въ другихъ странахъ это отношеніе колеблется отъ 1 до 3%. Наименьшее число случаевъ приходится на Британскую Индію, гдѣ изъ 25.342 аппаратовъ, только 6, т. е. около 0,023% получили атмосферные разряды въ томъ же году.

Юридическій курьезъ.—Лейпцигскій судъ сдѣлалъ недавно постановленіе, весьма интересное какъ само по себѣ, такъ и по мотивамъ, его вызвавшимъ. Мировой судья Эльберфельда осудилъ двухъ электриковъ, ко-

торые, присоединивъ свой проводъ къ чужой каналізаціи электрической энергіи, воспользовались ею для собственной надобности.

Кассационный судъ отмѣнилъ приговоръ по нижеслѣдующимъ соображеніямъ: природа электричества неизвѣстна ученымъ; когда говорятъ объ электрическомъ токѣ, то слово токъ понимается только условно. Сущность электричества неопредѣлена достаточно точно наукой.

Для того, чтобы была кража, долженъ быть объектъ ея, напр., аккумуляторы, провода и т. п. Но при современномъ состояніи науки судъ можетъ разсматривать электричество только какъ энергію и не можетъ установить факта кражи, точно также какъ дѣло шло бы о запахѣ, воздухѣ или звукѣ.

Расходъ энергіи при различныхъ системахъ освѣщенія. Французскій журналъ „L'Electricien“ приводитъ данныя, полученные однимъ электрикомъ, относительно расхода энергіи при различныхъ системахъ освѣщенія. Для полученія свѣта, равнаго свѣту нормальной англійской свѣчи-эталоны, нужно израсходовать энергіи при освѣщеніи:

Саломъ (свѣчи)	124 ватта.
Воскомъ (свѣчи)	94 „
Спермацетомъ	86 „
Минеральными маслами	80 „
Растительными „	57 „
Обыкновен. свѣтильн. газомъ изъ камен. угля	68 „
Т. н. богатымъ газомъ	48 „
Электрич. накалваніемъ	3,5 „
Новой лампой Нернета	1½ „
Накалван. въ газѣ	1,02 „
Вольтовой дугой	0,03 „

Электрическое дерево.—На берегахъ Тихаго океана найдено дерево, обладающее интересными свойствами. Листья этого дерева заряжены электричествомъ; если дотронуться до нихъ, то получишь ударъ. Электрическое дѣйствіе этого дерева ощущается гальванометромъ, даже если этотъ послѣдній помѣщается на разстояніи до 20 метровъ отъ дерева. Птицы избѣгаютъ это дерево; насѣкомыя не живутъ на немъ. По словамъ журнала „L'Electricien“, дерево это проявляетъ свои свойства только днемъ.

Новое примѣненіе фонографа.—Въ Соединен. Штатахъ Сѣв. Америки, сдѣлано интересное примѣненіе фонографа.

Извѣстно, что абонентъ, которому телефонистка отвѣчаетъ, что требуемый имъ номеръ занятъ, рѣдко удовлетворяется этимъ отвѣтомъ, проситъ вновь о соединеніи, проситъ предупредить его о времени освобожденія номера и т. п. Американцы устранили это неудобство слѣдующимъ образомъ: каждая телефонистка имѣетъ въ своемъ распоряженіи нѣсколько штенселей, которыми она можетъ соединять линіи абонентовъ съ микрофономъ, имѣющимъ передъ собою фонографъ, который при замыканіи этой цѣпи громко говоритъ: „линія занята, прошу позвонить чрезъ нѣсколько минутъ“. Какъ только телефонистка видитъ, что требуемая линія занята, она вставляетъ штенсель въ отвергіе съ вадисью „занятая линія“. Абонентъ слышитъ отчетливый отвѣтъ фонографа и не переспрашиваетъ болѣе. Вся эта система дополняется автоматическимъ вызовомъ, производимымъ черезъ нѣсколько секундъ замыканіе сообщенія на центральной ставціи.