

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Электрическіе часы системы Меллера.

Докладъ М. А. Токарскаго въ VI отдѣлѣ II Р. Техническаго Общества 24 октября 1903 года.

Имѣя предметомъ настоящаго сообщенія одинъ изъ наиболѣе удачныхъ электрическихъ приборовъ, предназначенныхъ къ измѣренію времени въ обычномъ обиходѣ, небезынтересно будетъ коснуться, въ краткомъ очеркѣ, исторіи развитія измѣренія времени съ древнѣйшихъ временъ по настоящій моментъ, когда отъ часовъ-хронометровъ требуется наивысшая степень точности.

Древнѣйшими часами были песочные, употреблявшіеся въ Египтѣ; засимъ александрійскими греками были изобрѣтены солнечные часы. Время дѣлили поровну отъ восхода до полдня и и далѣе до захода солнца, по 6 часовъ, не замѣчая при этомъ разности продолжительности часа въ разныя времена года, дѣлавшіе часть то въ 50 минутъ, то въ 70, такъ какъ разница дня въ Александрии составляетъ 10—14 часовъ. Почти въ это же время явился приборъ, дѣйствовавшій водою и основанный на томъ принципѣ, что изъ опредѣленнаго отверстія въ сосудѣ, при одинаковомъ уровнѣ воды въ послѣднемъ, вытекаетъ въ одно и то же время одно и то же количество воды. Вылившееся количество воды измѣряется, и по такому измѣренію отсчитывается время.

Ктезибій Александрійскій, жившій въ III в., до Р. Х., усовершенствовалъ этотъ приборъ, именуемый клепсидромъ, тѣмъ, что отсчеты производились имъ по дѣленіямъ на стѣнкахъ сосуда, въ которомъ собиралась вытекавшая изъ верхняго сосуда вода, а за симъ—приспособленіемъ циферблата, въ коемъ стрѣлка получала движеніе отъ шнура, обернутаго вокругъ ея оси и уравновѣшеннаго съ одной стороны поплавкомъ нижняго сосуда клепсидра, а съ другой грузомъ. Повышеніе уровня воды въ сосудѣ заставляло стрѣлку указывать время на циферблатѣ. Въ Римѣ клепсидръ появился въ 62 году по Р. Х., но потомъ въ Европѣ затерялся и, будучи преподнесенъ, уже въ средніе вѣка, въ даръ императору Карлу Великому Халифомъ Гарунъ-Аль-Рашидомъ, произвелъ при дворѣ императора всеобщую сенсацію.

Во времена Эпохи Возрожденія подъемъ духа, ознаменовавшійся столькими великими изобрѣтеніями, конечно не могъ не коснуться и усовершенствованія часовъ. Около 1120 года появились часы съ боевою пружиною въ одномъ изъ монастырей ордена «Сито». Въ 1370 году французскимъ королемъ былъ выписанъ арабъ Генри-де-Викъ для установки въ башнѣ дворца часовъ съ двигателемъ и регуляторомъ. Въ XV вѣкѣ часы вошли въ употребленіе у астрономовъ. Тихо-де-Браге (въ Даніи) имѣлъ часы, показывавшіе минуты и секунды. Но полный переворотъ въ конструкціи часовъ явился тогда, когда Галилей, натолкнутый наблюденіями надъ качаніемъ лампы въ соборѣ въ Пизѣ, открылъ законы маятника, а Христіанъ Гюйгенсъ въ XVII вѣкѣ, на завѣтахъ Галилея, добился осуществленія физическаго маятника. Гюйгенсъ же перешелъ при конструированіи часовъ отъ гири къ пружинѣ. Когда въ XVIII вѣкѣ усовершенствованіе часовъ, при трудахъ въ этомъ мастеровъ Ле-Руа, Сюлли, Брегета, Лепота, Гариссона и проч., достигло высокихъ степеней, то замѣтили, что точные часы никогда не сходятся съ истиннымъ солнечнымъ временемъ. Последнее, будучи устанавливаемо по звѣздному времени, отставало отъ сего послѣдняго ежедневно на 3 минуты 56,555 секунды и, кромѣ того, будучи выраженнымъ въ звѣздномъ времени само по себѣ въ длинѣ солнечнаго дня постоянно колебалось.

Отклоненія, суммируясь въ этомъ случаѣ, могутъ дать разницу до 16 минутъ между моментомъ истиннаго полдня и моментомъ 12 часовъ правильно идущаго хронометра, отстающаго отъ звѣздныхъ часовъ соотвѣтственно среднему движенію солнца. Ходъ таковаго хронометра, отсчитывающій среднее время, повѣряется помощью прохожденія основныхъ звѣздъ черезъ меридіанъ даннаго мѣста по звѣздному же времени *).

Среднія солнечныя сутки (24 ч. 3 м. 56,555 с. сутокъ звѣздныхъ) наблюдаются во времена равенствія.

Когда вышеуказанныя разности опредѣлились, то Женева, для сохраненія репутаціи своихъ из-

* Звѣздный годъ=366,242201 дней звѣздныхъ.

дѣлій, первая ввела въ 1798 году среднее время. Въ Парижѣ среднее время было принято только въ 1816 году.

Далѣе часы становятся основнымъ инструментомъ всякой обсерваторіи, и къ нимъ предъявляется главнымъ образомъ требованіе равномерности суточного хода; разность между временемъ истиннымъ и временемъ хронометра для астронома не важна (вводится только поправка), но разность одного суточного хода отъ другого не должна превышать 0,05 сек., а въ лучшихъ часахъ она имѣется 0,02—0,03 сек.

При подобныхъ требованіяхъ равномерности хода часовъ явилась прежде всего необходимость въ регулированіи времени качанія маятника, ибо, собственно говоря, отсчетъ времени въ часахъ всецѣло зависитъ отъ него, и есть часы, гдѣ системы колесъ совершенно не имѣются, гдѣ отбѣтка каждаго качанія секунднаго маятника записывается на лентѣ при помощи электрическаго тока путемъ контакта между верхнимъ глаголеобразнымъ придаткомъ маятника и ртутью; пополненіе же части живой силы маятника, тратящейся на треніе и сопротивленіе воздуха, производится помощью электромагнита, дѣйствующаго на желѣзный якорь въ маятникѣ въ нужнѣй для того моментъ помощью контакта между свободно вращающимся на стержнѣ маятника привѣскомъ и нижерасположенной подъ послѣднимъ дугообразной пружиной. Часы подобной системы впервые были построены Гипомъ въ Невшателѣ и нынѣ приобрѣтаютъ все болѣе и болѣе права гражданства въ тѣхъ случаяхъ, когда подобный хронометръ можетъ быть укрѣпленъ въ постоянномъ пунктѣ и когда не предвидится перестановки такового.

Преимущество этихъ часовъ состоитъ въ томъ, что маятникъ ихъ, будучи подвѣшенъ въ совершенно закрытомъ (съ впаянными даже проводниками) помѣщеніи и не имѣя въ послѣднемъ никакихъ механизмовъ, кромѣ приспособленій контакта, гораздо болѣе гарантированъ отъ разныхъ случайностей чѣмъ тотъ, который сопровождается системою колесъ; вмѣстѣ съ тѣмъ онъ не подверженъ вліянію тренія колесъ, происходящему отъ сгущенія масла и осадженія на нихъ пыли, и за симъ, обладая подъ колоколомъ постоянствомъ въ давленіи и температурѣ среды качанія, онъ требуетъ гораздо менѣе поправки, чѣмъ тѣ регуляторы хронометровъ, въ коихъ время отъ времени приходится чистить самый механизмъ.

Само собою разумѣется, что въ самыхъ лучшихъ хронометрахъ напряженіе пружины, пополняющее своей энергіей потерю живой силы маятника, никогда не можетъ быть регулировано съ тою степенью точности, каковая допустима при регулированіи силы притяженія маятника электромагнитами, дѣйствующими въ только что описанныхъ часахъ.

Мысль примѣнить электричество къ обиход-

нымъ часамъ относится къ 60 годамъ прошлаго столѣтія.

Прежде всего она воплотилась въ созданіи основныхъ часовъ, кои каждую минуту или секунду замыкали токъ, дѣйствовавшій на механизмы стрѣлки во всѣхъ филиальныхъ часахъ той или иной мѣстности, соединенныхъ проводами съ часами основными. Совершенствуясь, система эта въ настоящее время имѣетъ своимъ наиболѣе солиднымъ представителемъ часы системы Ф. Вагнера, дѣйствующія переменнымъ токомъ.

Въ Берлинѣ введена обществомъ «Normal Zeit Gesellschaft» одновременная регулировка часовъ изъ центрального пункта помощью сильнаго электрическаго тока, ставящаго въ извѣстные моменты стрѣлки всѣхъ часовъ на одинъ и тотъ же часъ. Общество это вычислило, что установка такихъ часовъ обходится въ 60—80 марокъ, а содержаніе отъ 25 до 40 марокъ въ годъ. Дороговизна и хлопотливость такихъ установокъ не позволяла надѣяться на всеобщее примѣненіе электричества въ часовомъ дѣлѣ, и только тогда, когда явился на сцену сухой элементъ,—явилась надежда на подобное примѣненіе. Главной цѣлью примѣненія электричества въ часахъ являлось стремленіе получить въ нихъ автоматическій заводъ, засимъ ровный ходъ, не зависящій отъ натяженія пружины и наконецъ вполне застрахованный отъ случайностей механизмъ электрическаго контакта, гарантирующій наименьшій расходъ электрической энергіи элементовъ.

При разрѣшеніи этихъ задачъ болѣе всего встрѣтились затрудненія въ конструированіи контакта. По обоснованности съ технической и по остроумію съ изобрѣтательской точекъ зрѣнія, контактъ системы Меллера можетъ считаться лучшимъ въ своемъ родѣ.

Въ самомъ дѣлѣ требованія, предъявляемая къ контакту, обнимаютъ собою слѣдующія задачи: 1) уничтоженіе возможности окисленія механизма въ той точкѣ его, гдѣ производится замыканіе тока, ибо чаще всего отъ этой причины происходитъ остановка дѣйствія контакта.

Такъ какъ наибольшая искра является при размыканіи тока, то естественно разрѣшеніе задачи состоитъ въ конструированіи такого контакта, гдѣ замыканіе и размыканіе тока производились бы въ разныхъ точкахъ механизма, а это вызываетъ 2) такую систему контакта, которая бы вполне гарантировала нажимъ одной части контакта на другую въ тотъ промежутокъ времени, когда послѣдняя движется и для размыканія тока предоставляетъ точку отличную отъ точки замыканія; 3) автоматическую и безошибочность періодическаго замыканія тока; 4) гарантію отъ случайности короткаго замыканія тока и 5) наивозможно малую затрату тока, путемъ облегченія тренія механизма контакта и краткости промежутка замыканія тока.

Нижеприведенные чертежи контактовъ сис-

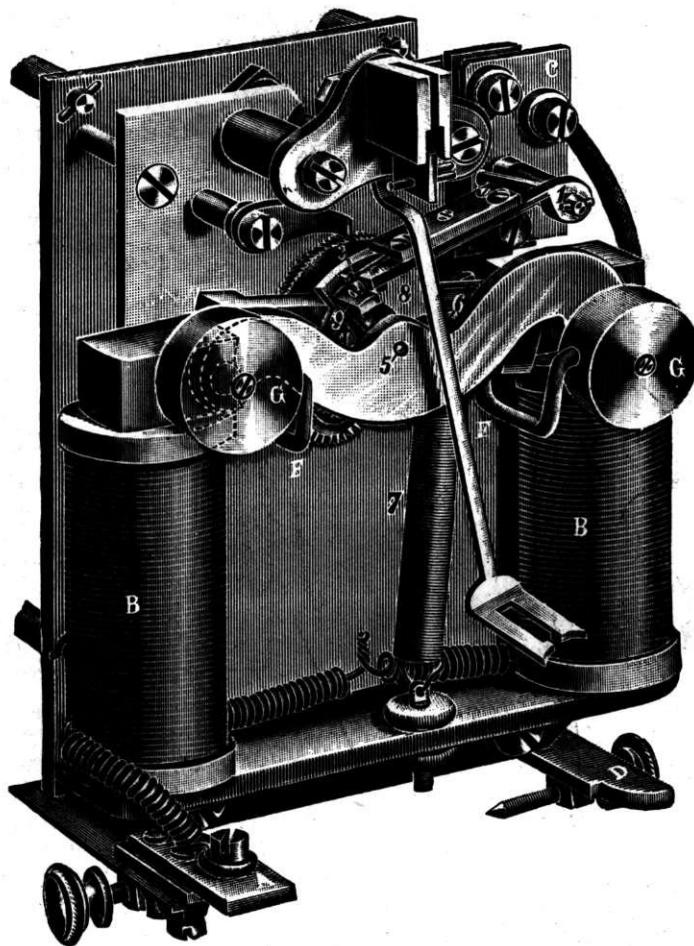
темъ Меллера и Перета ясно указываютъ, какъ справились новѣйшіе конструкторы съ выше-указанными задачами.

Въ системѣ Меллера (фиг. 1) токъ, проходя изъ изолированной отъ часоваго остова пластинки *A* по электромагнитамъ *B* и *B* въ пластинку *e*, тоже изолированную и далѣе по платиновому штифту *8*, входитъ въ угольничекъ *9* сектора, прикрѣпленнаго къ якорю электромагнитовъ *6* и отсюда уже черезъ весь механизмъ часовъ вступаетъ въ точку *D*, имѣющую соединеніе съ другимъ полюсомъ батарен. При про-

вальное наклонное положеніе. Во все это время вплоть до крайняго наклоненія якоря, при помощи особаго приспособленія, поднимающаго пластинку *i* со штифтомъ *8*, устраняется дѣйствіе контакта, замыкающаго токъ только въ то время, когда якорь достигъ уже послѣдней степени наклоненія.

Приспособленіе, устраняющее дѣйствіе контакта и вмѣстѣ съ тѣмъ разрѣшающее вторую изъ намѣченныхъ выше задачъ, изображено на фиг. 2.

Секторъ *g*, вращающійся вмѣстѣ съ якоремъ



Фиг. 1.

хожденіи тока электромагниты притягиваютъ и устанавливаютъ въ горизонтальное положеніе якорь, вращающійся вокругъ оси *5* и оттянутый передъ этимъ отъ горизонтальнаго положенія заводной часовой пружиной *7*. При движеніи якоря отъ дѣйствія тока вмѣстѣ съ нимъ вращается и секторъ съ прикрѣпленнымъ на немъ угольничкомъ, заставляя тѣмъ самымъ скользить по себѣ платиновый штифтикъ *8*, укрѣпленный на пластинкѣ *i*.

Какъ только штифтикъ соскочитъ съ угольничка, токъ прекращается, и свободный отъ магнитнаго притяженія якорь подвергается дѣйствію пружины *7*, приводящей его въ первоначальное

положеніе. При этомъ движеніи подъ скошенную ввидѣ параллелиипеда пластинку *b*. Штифтикъ этотъ, скользя по ея нижней наклонной плоскости, приподнимаетъ эту пластинку, а вмѣстѣ съ тѣмъ приподнимаетъ и пластинку изъ вулканизированнаго каучука *a* съ закрѣпленной на ней пластинкой *e*, несущей на концѣ контактный платиновый штифтикъ *d*. Очевидно, что угольничекъ *f* сектора *g* проходитъ въ этомъ случаѣ подъ штифтикомъ *d*, не касаясь послѣдняго вплоть до того момента, когда пластинка *b* свалится съ штифтика *e*, прошедшаго разстояніе равное длинѣ

ея нижней грани. Когда совершается это сскакивание, то платиновый штифтик d попадает на угольничек f и замыкает ток, отчего въ промежутокъ скользящаго штифта по угольничку происходитъ обратное движеніе якоря, производящее натяженіе пружины k . При этомъ обратномъ движеніи штифтъ e попадаетъ уже не подъ нижнюю, а на верхнюю наклонную плоскость пластинки b и, не трудно видѣть, отгибаетъ послѣднюю внизъ, увлекая за собой пластинку гутаперчевую. Но такъ какъ скошенная пластинка b прикреплена къ каучуковой пластинкѣ a длиннымъ своимъ концомъ въ видѣ пружины, то отъ ея наклоненія помощью каучуковой пластинки a передается штифту d тотъ нажимъ, который необходимъ для гарантіи дѣйствія контакта.

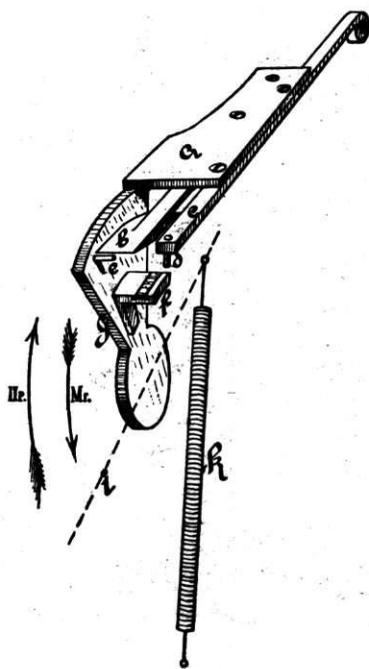
Изъ приведеннаго описанія становится понятнымъ, что тренія въ контактѣ почти не существуетъ, ибо вездѣ трущаяся часть имѣютъ микроскопическій по величинѣ нажимъ, ослабляемый къ тому же движеніемъ штифта по наклоннымъ плоскостямъ.

Для того, чтобы воспользо-ваться инерціей якоря при круговомъ движеніи его отъ дѣйствія электромагнитовъ, къ концамъ послѣдняго приделаны на скобкахъ (см. фиг. 1) FF грузы GG . Послѣдніе, будучи сделанными изъ мѣди и не подвергаясь поэтому дѣйствію магнетизма, позволяютъ якорю увеличить импульсъ движенія и перескочить въ послѣднемъ линію между-полюснаго пространства, увеличивая тѣмъ самымъ промежутокъ времени дѣйствія пружины.

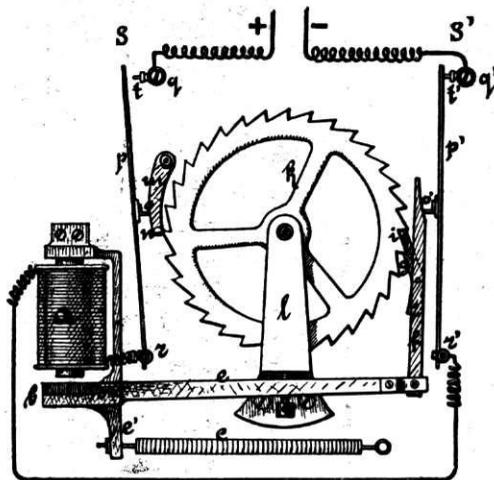
Автоматическій контактъ системы «Перета» имѣетъ слѣдующее схематическое устройство (фиг. 3). Электромагнитъ a дѣйствуетъ на якорь b , имѣющій вращеніе вокругъ оси d и представляющій изъ себя, благодаря двумъ прикрепленнымъ къ нему стержнямъ e и e' , двойной рычагъ.

Когда токъ не замкнутъ, то пружина c , оттягивая назадъ стержень e' , увлекаетъ къ верху стержни e и f , изъ коихъ послѣдній снабженъ собачкой g , двигающей среднее колесо часовъ k . Не трудно видѣть, что въ это время токъ ра-

зомкнутъ въ контактѣ s , представляющемъ изъ себя три тонкихъ длинныхъ пружины p съ платиновыми концами, закрѣпленные въ винтѣ r и удаляемыя отъ контактной пластинки t на зажимѣ q путемъ собачки m и пластинки o , двигающихся благодаря скользящаго штифта n по каждому изъ зубцовъ средняго колеса часовъ. Какъ только штифтъ n соскочитъ съ одного зубца колеса въ впадину между имъ и сосѣднимъ другимъ зубцомъ такового, то пружины контакта s замыкаютъ токъ, отчего якорь b притянется къ электромагниту a и, опустивъ концы своего стержня $e-f$, позволитъ собачкѣ послѣдняго, или, вѣрнѣе говоря, ея штифту i попасть во впадину между слѣдующими двумя нижележащими зубьями средняго колеса часовъ, отчего пружинки p' контакта s' произведутъ размыканіе тока у зажима q' , а пружина c , будучи натянута движеніемъ якоря, получаетъ возможность



Фиг. 2.



Фиг. 3.

оттягивать послѣдній отъ электромагнита обратно вплоть до новаго замыканія тока, и этимъ путемъ вновь же приводить въ движеніе черезъ посредство собачки g среднее колесо часовъ.

Въ этой системѣ сразу же бросается въ глаза громадное треніе, преодолеваемое штифтами собачекъ въ соприкосновеніи ихъ съ зубьями средняго колеса, ясно подтверждаемое сильнымъ шелканіемъ часовъ черезъ каждую минуту ихъ хода, а засимъ не менѣе очевидной является непродуманная затрата энергіи на заводъ часовой пружины сравнительно съ заводомъ таковой въ системѣ Меллера, благодаря приложенію силы натяженія пружины къ короткому плечу рычага, съ нагроможденіемъ къ тому же массы трущихся шарнировъ на другомъ болѣе длинномъ его плечѣ.

Пружина въ часахъ играетъ значительную роль. Основная ея функція—пополнять потерю живой силы маятника, происходящую отъ сопротивленія среды качанія и отъ тренія въ подвѣсѣ. Обыкновенные часы съ двухдѣльнымъ или мѣсячнымъ заводомъ, имѣютъ пружину

весьма значительныхъ размѣровъ, развивающую въ началѣ своего завода подталкиваніе маятника ударомъ во много разъ превосходящимъ указанную выше потерю живой силы, благодаря чему съ начала хода часы опережаютъ время, въ концѣ же завода обыкновенно отстаютъ, и поэтому съ пружиной большого завода, если не прибѣгать только къ устройству для нея сложныхъ регуляторовъ, нѣтъ возможности достигнуть равномерности суточного хода. Пружина, въ коей сила натяженія не велика по отношенію къ живой силѣ маятника, требуетъ конечно болѣе частаго завода, но за то періодъ колебанія хода часовъ очень сокращается, да и самое колебаніе, благодаря ничтожному удару по маятнику со стороны такой пружины, варьируетъ въ предѣлахъ допустимыхъ въ самыхъ точныхъ часахъ.

Въ электрическихъ часахъ системы Меллера періодъ измѣненія числа колебаній маятника не превосходитъ 6 минутъ, и поэтому путемъ перестановки угольника сектора, а равно измѣненіемъ силы натяженія пружины, является возможность такъ регулировать контактъ, что то незначительное превышеніе натяженія пружины противъ средняго, которое въ началѣ шестиминутнаго завода увеличиваетъ скорость качанія маятника, будетъ компенсироваться замедленнымъ ходомъ въ концѣ такового завода. Въ обыкновенныхъ часахъ регулировать силу пружины весьма трудно, а достигнуть частаго завода прямо-таки невозможно, ибо подобные часы, за неудобствомъ ихъ употребленія, никто не будетъ покупать. Электричество же автоматической самовзводностью часовъ разрѣшаетъ эту задачу и позволяетъ достигнуть замѣчательной степени равномерности суточного хода путемъ возможности сравненія и регулировки даже шестиминутныхъ его періодовъ.

Для того, чтобы опредѣлить работу, необходимую для поддержанія движенія маятника, мною были произведены опыты съ часами Меллера.

Среднимъ изъ нѣсколькихъ измѣреній, установлена слѣдующая работа (въ лошадиныхъ силахъ въ секунду):

$$HP = \frac{(P-p) \times n \times l}{75} = \frac{0,0085 \times 10 \times 0,012}{75} = 0,000136 = 0,01 \text{ ватт.}$$

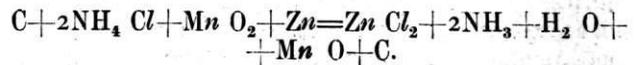
Здѣсь: $P-p$ —разность натяженія пружины въ концѣ и началѣ взводки ея, въ килограммахъ.

n —Число взводокъ пружины, возможныхъ въ секунду.

l —длина пути, проходимаго концомъ вращающагося якоря, въ метрахъ.

Опредѣливъ такимъ путемъ количество энергіи, потребной для движенія часовъ, интересно выяснитъ, на какое же время можетъ хватить энергіи сухихъ элементовъ, приводящихъ часы въ движеніе. Какъ извѣстно, реакція аггломе-

ратныхъ элементовъ идетъ въ своей основѣ по формулѣ:



Отсюда работа элемента теоретически можетъ быть опредѣлена слѣдующимъ путемъ: по формулѣ работы тока $T = \frac{EI}{g}$ клгр.-мт. и при лошади- часть = 270000 клгр.-мт. число кулоновъ соответствующихъ лошади-часу = $I = \frac{Tg}{E} = \frac{270000 \cdot 9,81}{E} = \frac{2648700}{E}$; если принять, что

e = химическій эквивалентъ вещества, отлагаемаго токомъ, а

n = число эквивалентовъ, входящихъ на одинъ кислотный радикаль,

то 1 кулонъ (отлагающій 0,00001036 грм. H, коего эквивалентъ = 1) отложитъ вещества $0,00001036 \times l \times n$; а энергія соответствующая лошадиной силѣ-часъ дастъ отложеніе

$$P = \frac{2648700}{E} \cdot 0,00001036 \times l \times n = 27,4 \frac{e \times n}{E} \text{ грм.,}$$

откуда явствуетъ, что въ сухомъ элементѣ, гдѣ e цинка = 32,7; $n = 1$ и E (электродвижущая сила) = 1,48 в., вѣсь сгораемаго для развитія лошади-часа цинка (въ $Zn Cl_2$) будетъ равнымъ:

$$P = 27,4 \frac{32,7 \times 1}{1,48} = 606 \text{ грм.}$$

Такъ какъ вѣсь убыли цинка въ сухихъ элементахъ не превосходитъ (до прекращенія ихъ дѣйствія) обыкновенно 15 грм., то работа, могущая быть развитой этимъ цинкомъ въ теченіи часа = $\frac{15}{606} = 0,025$ лощ. силъ = $0,025 \cdot 3600 \cdot 736 = 66240$ вт.

Опытныя данныя опредѣляютъ также силу небольшихъ сухихъ элементовъ въ 10 амп. час., а напряженіе въ 1,6—1,3 в. При этихъ данныхъ работа элемента выразится въ среднемъ въ

$$10 \times 1,4 \times 3600 = 50400 \text{ вт.}$$

Расчетъ потребленія энергіи въ часахъ системы Меллера, требующихъ для каждаго шестиминутнаго завода 0,01 вт., показываетъ, что отъ сухого элемента отдающаго часамъ энергію въ количествѣ до 50000 вт. можно сдѣлать $\frac{50000}{0,01} = 5000000$ заводовъ пружины, а слѣдовательно, если бы элементъ подвергался разрушенію только лишь отъ работы, а не отъ совершенно подчасъ, побочныхъ причинъ, то часы автоматически могли бы сами себя заводитъ черезъ каждыя шесть минутъ въ теченіи $\frac{5.000.000 \cdot 6}{365 \cdot 24 \cdot 60} = 57$ лѣтъ.

Этотъ расчетъ указываетъ, что проблемой электро-часоваго мастерства долженъ быть прежде всего элементъ. При удачномъ разрѣшеніи задачи, электрическіе часы въ буквальный смыслъ слова могутъ носить названіе часовъ съ вѣчнымъ заводомъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ они откры-

вають горизонтъ такихъ изобрѣтеній въ часовомъ дѣлѣ, когда маленькій карманный хронометръ, съ идеальнымъ по равномерности суточнымъ ходомъ, будетъ приводиться въ движеніе небольшимъ, напоминающимъ облатку или пуговицу, сухимъ элементомъ, помѣщаемымъ въ часы безъ особаго труда и требующимъ своей замѣны черезъ весьма большіе промежутки времени.

Намъ остается только пожелать скорѣйшихъ открытій въ этой области электротехники.

Михаиль Токарскій.

Радиоактивныя явленія.

Статья Ф. Содди.

*(Продолженіе *).*

До сихъ поръ радій найденъ только въ минералахъ, содержащихъ уранъ, и очень немногіе изъ нихъ, повидимому, содержатъ сколько-нибудь значительное количество радія. Не всѣ смоляныя руды одинаково имъ богаты. Напримеръ, Корнуэльская руда, хотя содержитъ большое количество урана, обладаетъ такой ничтожной активностью (1,6, между тѣмъ, какъ Йоганн-георгенштадтская руда имѣетъ активность 8,3), что является даже сомнѣніе, есть ли вообще въ ней радій. Можно сказать, что Йоганн-георгенштадтская и Йоакимстальская руды снабжаютъ насъ почти всѣмъ добываемымъ количествомъ радія. Методъ точнаго опредѣленія содержанія радія въ рудѣ будетъ данъ впоследствии, когда свойства его будутъ изучены подробнѣе. Количество радія, какое можно получить даже изъ лучшихъ рудъ, необыкновенно ничтожно. Г-жа Кюри утверждаетъ, что изъ 2 тоннъ Йоакимстальской руды она получила нѣсколько сантиграммовъ чистаго хлористаго радія и нѣсколько дециграммовъ менѣе активнаго вещества. Гизель, который, по всей вѣроятности, приготовилъ наибольшее количество чистыхъ соединений радія, получалъ приблизительно 0,25 гр. бромистаго радія изъ 1 тонны руды. Слѣдующій методъ обработки Йоакимстальской руды выработанъ Дебьерномъ и изложенъ въ работѣ г-жи Кюри. Для извлеченія урана руда обрабатывается содой, промывается теплой водой и разбавленной сѣрной кислотой, причемъ уранъ переходитъ въ растворъ. Нерастворимый осадокъ состоитъ изъ сѣрнокислыхъ солей свинца и кальція, алюминатовъ, силикатовъ и окиси желѣза вмѣстѣ съ большимъ или меньшимъ содержаніемъ почти всѣхъ металловъ. Этотъ осадокъ обладаетъ активностью 4,5 по сравненію съ ураномъ и представляетъ изъ себя сырой матеріалъ для полученія радія. Нерастворимыя сѣрнокислыя соли переводятся въ углекислыя при помощи кипяченія съ концентрированнымъ растворомъ соды

и получающійся растворимый сѣрнокислый натръ удаляется промываніемъ водою. Остатокъ обрабатывается соляной кислотой, которая растворяетъ большую его часть, въ томъ числѣ полоній и актиній, но радій остается не раствореннымъ. Опять матеріалъ промывается водою, кипятится снова съ концентрированнымъ растворомъ углекислой соды, причемъ заканчивается превращеніе сѣрнокислыхъ солей въ углекислыя, вымывается еще разъ и обрабатывается разведенной соляной кислотой, не содержащей сѣрной кислоты. Полоній и актиній остаются въ растворѣ, изъ котораго барій и радій осаждаются при помощи сѣрной кислоты. Изъ 1 тонны остатковъ получается 10—20 кгр. сѣрнокислыхъ солей активности 60 по сравненію съ ураномъ. Кромѣ барія и радія, здѣсь находятся еще кальцій, свинецъ, желѣзо и слѣды актинія. Сѣрнокислыя соли превращаются въ хлористыя соединения, какъ раньше, и растворъ обрабатывается сѣрководородомъ, фильтруется, обрабатывается хлоромъ и осаждается аммоніемъ. Активность осажденныхъ гидратовъ и окисей зависитъ отъ актинія. Фильтратъ осаждается углекислымъ натромъ, осадокъ промывается, превращается въ хлористыя соединения, выпаривается досуха и обрабатывается концентрированной соляной кислотой, которая удаляетъ кальцій. Полученные такимъ образомъ хлористые радій и барій обладаютъ активностью 60. Восемь килограммовъ хлористыхъ соединений получается изъ тонны первоначальныхъ остатковъ. Теперь начинается лабораторное фракціонированіе. Система г-жи Кюри была основана на томъ, что если смѣсь хлористыхъ барія и радія растворить въ водѣ, нагрѣть до кипѣнія и охладить, то выкристаллизовывающаяся часть обладаетъ въ пять разъ большею активностью, чѣмъ растворъ. Последовательными повтореніями этого процесса смѣсь раздѣляется на двѣ части: одна—большая—обладаетъ активностью всего $\frac{1}{10}$ по сравненію съ ураномъ, другая состоитъ изъ все уменьшающагося количества матеріала съ постепенно возрастающей активностью. По мѣрѣ хода фракціонирования, полезно прибавлять въ воду все большія и большія количества соляной кислоты. Соли въ ней менѣе растворимы, чѣмъ въ водѣ, и потому получается большее количество осадка. Когда процентное содержаніе радія достигаетъ нѣкоторой величины, кристаллы смѣшанныхъ хлористыхъ радія и барія получаютъ черезъ нѣсколько часовъ окраску, которая исчезаетъ при раствореніи. Наибольшее окрашиваніе замѣчается при опредѣленномъ содержаніи радія, а затѣмъ снова начинаетъ ослабляться, по мѣрѣ того, какъ содержаніе радія увеличивается. Это окрашиваніе можетъ служить указателемъ хода фракціонирования.

Гизель (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 1902, p. 3609) улучшилъ этотъ методъ, пользуясь для фракціонирования бромистыми соединениями, а не хлористыми. Онъ утверждаетъ,

*) См. Электричество. т. г. стр. 244.

что 8 кристаллизаций достаточно для удаления болѣе растворимаго бромистаго барія, причемъ бромистый радій остается почти абсолютно чистымъ. Однако, нужно думать, что для получения столь же чистыхъ препаратовъ, какъ у г-жи Кюри, понадобилось бы гораздо большее число кристаллизаций. Гизель открылъ красивое карминово-красное окрашивание пламени, производимое солями радія и могущее служить критеріемъ для сужденія о ходѣ фракціонирования. Въ этомъ отношеніи радій обнаруживаетъ свое родство съ щелочно-земельными металлами, которые всѣ даютъ ясно замѣтное окрашивание пламени.

Атомный вѣсъ радія былъ опредѣленъ г-жей Кюри при помощи препаратовъ, полученныхъ во время фракціонирования. Методъ, употребленный ею, состоялъ въ томъ, что опредѣленное количество хлористаго радія смѣшивалось съ азотнокислымъ серебромъ. При наступающемъ двойномъ обменѣ получается хлористое серебро, которое вслѣдствіе своей нерастворимости выдѣляется изъ раствора и отнимаетъ весь хлоръ отъ хлористаго радія. Остается только взвѣсить осадокъ и тогда легко получить атомный вѣсъ радія. Методъ этотъ весьма точенъ, приложимъ къ ничтожнѣйшимъ количествамъ матеріала и обладаетъ тѣмъ преимуществомъ, что послѣ опыта радій остается въ видѣ растворимаго соединенія азотнокислаго радія.

Атомный вѣсъ препаратовъ активности 230 и 600 по сравненію съ ураномъ былъ весьма близокъ къ атомному вѣсу барія—137. Съ препаратами активности 3500 получилось число 140, показывающее незначительное, но вполне опредѣленное отличіе отъ барія. Препарат активности 7500 далъ число 145,8, а два препарата чрезвычайно большой активности, около 1.000000 разъ больше урана, дали 173,8 и 225. Въ послѣднемъ случаѣ барій едва еще можно было открыть спектроскопически. Среднее изъ трехъ опредѣлений съ самыми чистыми препаратами радія дало тоже 225. Слѣдуетъ отмѣтить, что радиоактивность чистыхъ солей радія считается обыкновенно около 1.000000 разъ больше активности урана, но точное число неизвѣстно. Это происходитъ потому, что невозможно экспериментальнымъ путемъ непосредственно сравнивать активности, столь сильно различающія другъ отъ друга. Абсолютное измѣреніе активности радія въ электрическихъ единицахъ до сихъ поръ не опубликовано, хотя такое измѣреніе не представляетъ непобѣдимыхъ трудностей.

Число 225 для атомнаго вѣса заставляетъ признать радій третьимъ въ числѣ самыхъ тяжелыхъ элементовъ. Два болѣе тяжелыхъ элемента, оба радиоактивны: торій, съ атомнымъ вѣсомъ 232 и уранъ—238. Несомнѣнно не случайность то, что три элемента, обладающихъ особеннымъ свойствомъ радиоактивности, имѣютъ вмѣстѣ съ тѣмъ и наибольшій атомный вѣсъ. Сходство ихъ между собою заключается только въ радиоактив-

ности. Въ химическомъ отношеніи они сильно отличаются другъ отъ друга, такъ какъ радій двуатоменъ, какъ барій, торій четырехатоменъ, подобно олову, а уранъ шестиатоменъ, какъ сѣра. Съ другой стороны эти элементы (Ba, Sn, S), на которые они болѣе всего похожи, не обладаютъ и слѣдами радиоактивности.

Всѣмъ извѣстно, что чистыя соединенія радія обладаютъ многими единственными въ своемъ родѣ и удивительными свойствами. Напомнимъ вкратцѣ о болѣе замѣчательныхъ изъ нихъ. Прежде всего бросается въ глаза непрерывное излученіе радіемъ лучей, нѣкоторые изъ которыхъ способны проникать сквозь металлическіе экраны въ нѣсколько дюймовъ толщиною и еще потомъ обладаютъ достаточной интенсивностью, чтобы заставить свѣтиться флуоресцирующей экранъ. Наибольшая часть этихъ радіаций, какъ показалъ недавно Рутерфордъ, состоитъ изъ матеріальныхъ атомовъ, несущихся со скоростью 20000 миль въ сек. Такая скорость считалась до недавняго времени недостижимой для матеріи. Кроме того, происходитъ одновременно непрерывное выдѣленіе и радиоактивной эманации или газа, количество котораго столь мало, что до настоящаго времени его невозможно было непосредственно наблюдать. И всетаки это невидимое количество газа обладаетъ достаточной энергіей, чтобы дать ясное и удивительное доказательство своего существованія. Количество эманации, получаемое отъ нѣсколькихъ миллиграммовъ радіевой соли, можетъ заставить свѣтиться фосфоресцирующей минераль, напри-мѣръ, виллемитъ, въ теченіе нѣсколькихъ дней и даже недѣль, причемъ свѣченіе это такъ ярко, что можетъ быть замѣчено даже въ хорошо освѣщенной комнатѣ. Радій непрерывно излучаетъ электричество и теплоту, послѣднюю по измѣреніямъ Кюри и Лаборда въ количествѣ 100 малыхъ калорій въ часъ на 1 гр. вещества (*Comptes Rendus*, t. 136, p. 673, 1903). Будучи растворенъ въ водѣ, онъ выдѣляетъ водородъ и кислородъ, какъ это показалъ впервые Гизель (*Ber.* 1903, p. 347) въ количествѣ 10 куб. см. на 1 гр. въ теченіе дня. Выдѣляется изъ него также гелий (Рамзай и Содди, *Nature*, 1903, p. 354) и усиленіе гелиеваго спектра можетъ быть наблюдаемо въ трубкѣ, первоначально не содержащей и слѣдовъ гелия и наполненной только эманациями радія. Своевременно будетъ теперь слѣлать два замѣчанія. Съ точки зрѣнія своихъ радиоактивныхъ свойствъ радій качественно нисколько не отличается отъ торія и урана. Только всѣ проявленія радиоактивности у радія несравненно ярче, чѣмъ у торія или урана. Съ другой стороны, если разсматривать атомный вѣсъ, спектръ, химическія свойства, радій ведетъ себя какъ вполне опредѣленный химическій элементъ и занимаетъ въ періодической системѣ мѣсто самаго тяжелаго элемента группы щелочно-земельныхъ металловъ. Такимъ образомъ, радиоактивныя вещества имѣютъ два независимыхъ ряда свойствъ,

смотря по тому, съ какой точки зрѣнія на нихъ посмотрѣть. Ниже будетъ показано, что, по всей вѣроятности, въ этихъ двухъ различныхъ случаяхъ проявленій свойствъ радиоактивныхъ элементовъ мы имѣемъ дѣло съ двумя различными группами атомовъ: въ проявленіи свойствъ, общихъ всѣмъ элементамъ участвуютъ, если можно такъ выразиться, нормальные атомы, которыхъ число весьма велико; въ проявленіяхъ же радиоактивности принимаетъ участіе небольшое количество атомовъ, находящихся въ совершенно особомъ, критическомъ состояніи.

Полоній. Кромѣ радія, въ смоляной рудѣ несомнѣнно существуетъ еще два радиоактивныхъ элемента: полоній и актиній и хотя ни одинъ изъ нихъ не былъ полученъ до настоящаго времени въ количествѣ, достаточномъ для спектральнаго изслѣдованія или, тѣмъ болѣе, для химическаго анализа, а оба они допускаютъ изслѣдованіе только на радиоактивность, всетаки эта послѣдняя почти не оставляетъ сомнѣній въ томъ, что полоній и актиній дѣйствительно являются самостоятельными элементами, которые, можетъ быть, современемъ удастся подробнѣе и основательнѣе изслѣдовать. Во время фракціонированія смоляной руды г. и г-жей Кюри полоній былъ найденъ во второй группѣ металловъ, осажденныхъ сѣроводородомъ изъ раствора. Онъ напоминаетъ по своимъ химическимъ свойствамъ висмутъ и выдѣляется вмѣстѣ съ нимъ. Однако, особыми методами можно полоній отдѣлить отъ висмута, что и показываетъ его химическую самостоятельность. Г-жа Кюри описываетъ три метода отдѣленія: 1) возгонка активной сѣрнокислой соли въ пустотѣ; тогда болѣе летучая активная часть (полоній) осаждается на холодныхъ стѣнкахъ; 2) фракціонированное осажденіе раствора азотнокислыхъ солей водою, причемъ осажденная основная азотнокислая соль оказывается болѣе активной, чѣмъ оставшаяся въ растворѣ часть; 3) осажденіе раствора хлористыхъ соединений въ концентрированной соляной кислотѣ сѣроводородомъ, причемъ опять таки осажденная сѣрнистая соль болѣе активна, чѣмъ оставшаяся въ растворѣ часть.

До сихъ поръ г-жѣ Кюри не удалось получить препараты полонія совершенно свободными отъ висмута. Радиоактивность полонія замѣчательна въ двухъ отношеніяхъ: 1) онъ испускаетъ только мало проникающіе α -лучи, а β -лучи совершенно отсутствуютъ въ его излученіяхъ. Въ этомъ отношеніи онъ рѣзко отличается отъ другихъ радиоактивныхъ элементовъ урана, торія, радія и актинія. 2) Радиоактивность полонія не остается неизмѣнной, а медленно ослабѣваетъ, опускаясь въ теченіе 9 мѣсяцевъ до половины первоначальной величины. Разсмотрѣніе этого важнаго свойства, проливающего яркій свѣтъ на природу полонія, а также вопроса, почему его до сихъ поръ нельзя было выдѣлить въ видѣ обособленнаго элемента,—придется отложить до тѣхъ поръ, пока не будутъ изложены многочис-

ленные другіе извѣстные намъ случаи временной активности.

Недавно Марквальдъ (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 1902 p. 2285) показалъ, что можно легко выдѣлить полоній изъ содержащихъ его «остатковъ» смоляной руды, погружая въ растворъ ихъ полированную висмутую пластинку. Все активное вещество осѣдаетъ на пластинку въ чрезвычайно концентрированномъ состояніи, а растворъ остается совершенно не активнымъ. Металлическій осадокъ можетъ легко быть отдѣленъ отъ пластинки, вѣсить нѣсколько миллиграммовъ, но, будучи растворенъ, даетъ все еще реакцію на висмутъ. Въ позднѣйшемъ сообщеніи (*ibidem*, p. 4239) тотъ же изслѣдователь утверждаетъ, что полученный имъ металлическій осадокъ ближе напоминаетъ теллурій, чѣмъ висмутъ, и предложилъ поэтому называть его «радио-теллуріемъ», отличая его такимъ образомъ отъ полонія г-жи Кюри. Онъ находитъ, что металлъ осаждается изъ раствора хлористымъ оловомъ въ видѣ чернаго порошка и рекомендуетъ этотъ методъ, какъ дающій гораздо болѣе чистые препараты, чѣмъ предыдущій. Активность новаго осадка гораздо больше, чѣмъ у прежняго, но зато и вещества получается гораздо меньше. Однако, противно опытамъ г-жи Кюри, Марквальдъ утверждаетъ, что активность его препарата не уменьшается съ теченіемъ времени. Въ еще болѣе позднемъ сообщеніи (*ibidem*, 1903 p. 2662) онъ даетъ нѣсколько интересныхъ указаній относительно количества его активного вещества, содержащаго въ смоляной рудѣ. Изъ 2000 кг. руды получило 6 кг. хлорокиси висмута, изъ которой подъ дѣйствіемъ хлористаго олова выдѣлилось 1,5 гр. вещества, похожаго на теллурій. Этотъ осадокъ состоитъ почти вполне изъ неактивнаго вещества, которое можно вполне отдѣлить, осаждая хлорокись хлористоводородной солью гидразина (N^2H^2HCl) въ не очень кисломъ растворѣ. Активное вещество остается въ фильтратѣ и будучи осаждено хлористымъ оловомъ, даетъ всего 4 мгр. осадка! Несмотря на столь малое количество, Марквальдъ не считаетъ его еще вполне однороднымъ веществомъ. Онъ утверждаетъ, что отъ 0,01 мгр. своего препарата получилъ при помощи фосфорисцирующаго экрана, покрытаго обманкой Сидо, достаточно яркое свѣченіе, чтобы быть виднымъ въ аудитории, вмѣщающей нѣсколько сотъ человѣкъ.

Марквальдъ упорно утверждаетъ, что полученное имъ вещество не соответствуетъ открытому г-жей Кюри полонію. Свое заключеніе онъ основываетъ на извѣстныхъ химическихъ различіяхъ между обоими препаратами, а также на томъ, что активность его препарата будто бы съ теченіемъ времени не уменьшается. Еслибы послѣднее положеніе было строго доказано,—оно несомнѣнно рѣшило бы вопросъ въ его пользу; однако, Марквальдъ не приводитъ никакихъ измѣреній активности своего препарата

въ разные моменты времени. Но если бы онъ ихъ и привелъ, все-таки это было бы еще мало убѣдительно: слишкомъ мало времени еще прошло со времени открытія предполагаемаго новаго вещества и за это время измѣненія активности могли быть слишкомъ ничтожными, чтобы ихъ можно было замѣтить. Не нужно также забывать, что опредѣленіе активности такихъ сильно активныхъ веществъ—дѣло далеко не легкое и требуетъ соблюденія многихъ мѣръ предосторожности. Противъ различія между радио-теллуріемъ и полоніемъ говорить то, что оба эти вещества совершенно сходны въ смыслѣ качества излучаемыхъ радіацій: оба испускаютъ исключительно только α -лучи.

Химическія различія, обнаружившіяся между радио-теллуріемъ и полоніемъ, не имѣютъ особаго значенія. Еще Вильямъ Круксъ (Proc. Roy. Soc., 1900, LXVI, p. 409) показалъ, что аналитическія свойства веществъ, присутствующихъ въ весьма маломъ количествѣ, не имѣютъ никакого отношенія къ ихъ истиннымъ химическимъ свойствамъ, когда они взяты въ отдѣльности въ большомъ количествѣ. Такъ какъ Марквальдъ утверждаетъ, что получилъ 4 мгр. радио-теллурія изъ 6 кгр. солей висмута, то слишкомъ рано еще основывать какія-либо заключенія на аналитическихъ свойствахъ вновь открытаго вещества, которыя могли бы оказаться совершенно иными, если бы соли висмута совсѣмъ не содержали примѣси теллурія. Въ настоящее время приходится считать поэтому препараты Кюри и Марквальда за одно и тоже вещество, пока изслѣдованія не докажутъ точно и неопровержимо, что активность второго препарата остается неизмѣнной.

Если признать, что полоній дѣйствительно новый, самостоятельный элементъ, то можно сказать, что Марквальдъ установилъ рекордъ въ точности и тонкости химическаго анализа. До него работа Вильяма Рамзая и Траверса по выдѣленію ксенона изъ земной атмосферы, въ которой онъ присутствуетъ въ количествѣ одной десяти или стомилліонной части, было, по всей вѣроятности, лучшимъ доказательствомъ могущества современныхъ методовъ въ открытіи и выдѣленіи ничтожнѣйшихъ количествъ веществъ, въ какихъ они только существуютъ въ природѣ. Но въ работѣ Марквальда анализъ пошелъ еще дальше, такъ какъ количество новаго вещества въ смоляной рудѣ еще меньше, чѣмъ количество ксенона въ работѣ Рамзая, и достигаетъ одной пятисотмилліонной части всего вѣса.

Активнѣй. Немного свѣдѣній было сообщено объ этомъ элементѣ. Единственнымъ изслѣдователемъ его былъ Дебьернъ, открывшій его въ группѣ аммоніевыхъ гидратовъ во время анализа смоляной руды (С. R. 1899, 129 p. 593; 1900, 130 p. 906; 1903, 136, pp. 446 и 767). За элементъ, наиболѣе близко подходящий къ активнѣй по своимъ аналитическимъ свойствамъ принимался въ началѣ титанъ, а затѣмъ торій.

Дѣйствительно, Демарсэ показалъ спектральными наблюденіями, что главную составную часть препарата составляетъ торій. Подобно радію, активнѣй испускаетъ лучи съ большой проникающей способностью, отклоняемые въ магнитномъ полѣ, а также эманцію, сообщающую окружающимъ тѣламъ временную активность, но отличающуюся отъ эманцій радія и торія гораздо болѣе быстрымъ ослабваніемъ активности. На этихъ фактахъ основывается признаніе активнѣй отдѣльнымъ элементомъ.

Гизель (Chemical News, 1903, p. 97) также описалъ вещество, которое, повидимому, тождественно съ активнѣемъ Дебьерна. Онъ называетъ это вещество: «эманірующимъ веществомъ въ смоляной рудѣ» вслѣдствіе его способности давать въ большомъ количествѣ Рутерфордовскую эманцію. Оба, Гизель и Дебьернъ, пробовали, хотя и неудачно, доказать, что торій обязанъ своей радиоактивностью этому новому веществу. Оно походитъ по своимъ аналитическимъ свойствамъ на торій и рѣдкія земли и осаждается изъ раствора перекисью водорода или щавелевою кислотою. Однако, Гизель получилъ его свободнымъ отъ торія, дидима и церія и находитъ, что оно состоитъ почти исключительно изъ лантана. Вещество это было приблизительно въ тысячу разъ менѣе активно, чѣмъ чистыя соли радія. Полное сходство между нѣкоторыми удивительными и единственными въ своемъ родѣ свойствами радиоактивности эманцій, испускаемыхъ препаратами Гизеля и Дебьерна (свойства эти были открыты независимо другъ отъ друга обоими изслѣдователями) показываетъ, что въ обоихъ препаратахъ заключается одно и тоже вещество. Эти особенныя свойства эманцій активнѣй будутъ рассмотрѣны ниже, такъ какъ они представляютъ значительный интересъ.

Итакъ, въ настоящее время извѣстны пять радиоактивныхъ элементовъ съ неизмѣняющейся активностью: уранъ, торій, радій, полоній и активнѣй, хотя постоянство активности послѣднихъ двухъ нѣсколько сомнительно. Эти вещества различаются по качествамъ присущей имъ радиоактивности довольно рѣзко (см. Рутерфордъ и миссъ Брукъ, Phil. Mag, VI, 4, p. 1, 1902), такъ что совершенно невозможно объяснить активность одного или нѣсколькихъ изъ нихъ присутствіемъ хотя бы въ ничтожномъ количествѣ другого.

Особенности, представляемая различными радиоактивными элементами, могутъ быть раздѣлены на два отдѣла. Первый изъ нихъ заключается въ себѣ особенности испускаемыхъ лучей и ихъ проникающей способности. Найдено до сихъ поръ три рода лучей: α , β и γ -лучи, расположенные въ порядкѣ возрастающей способности проникать черезъ матерію, и хотя проникающія способности однородныхъ лучей разныхъ радиоактивныхъ элементовъ нѣсколько отличаются другъ отъ друга, они все-таки одного порядка для одного рода лучей и совершенно иного порядка для другого рода.

Другое отличие, служащее для дифференцировки радиоактивных элементов, заключается в способности их кроме лучей испускать радиоактивный газ в количестве недостаточном для того, чтобы его увидѣть, но достаточном для открытія его радиоактивных свойств. Это свойство открыто для торія проф. Рутерфорфомъ, который далъ газу названіе «эманация». Уранъ и полоній не испускаютъ эманаций, а торій, радій и актиній—испускаютъ. Эманация трехъ послѣднихъ элементовъ отличается другъ отъ друга временемъ исчезновенія активности. Активность эманации радія держится в теченіи нѣсколькихъ недѣль, активность эманации торія—нѣсколько минутъ, а актинія еще меньше. Со способностью элементовъ испускать эманацию связана способность сообщать активность окружающимъ тѣламъ. Рутерфордъ открылъ это свойство для торія и назвалъ «возбужденной активностью». Г. и г-жа Кюри открыли одновременно это свойство для радія (эманация радія тогда еще не была извѣстна) и назвали его «индуктированной активностью». Такъ какъ оба эти термина не согласуются съ современными теоріями, то мы в дальнѣйшемъ будемъ пользоваться терминомъ: «сообщенная радиоактивность». В нижеслѣдующей таблицѣ даны характеристики радиоактивныхъ элементовъ съ указанной только что точки зрѣнія.

Вещество.	α -лучи.	β -лучи.	γ лучи.	Эманация.	Сообщ. активность.
Уранъ	есть	есть	есть	нѣтъ	нѣтъ
Торій	есть	есть	есть	есть	есть
Радій	есть	есть	есть	есть	есть
Полоній	есть	нѣтъ	нѣтъ	нѣтъ	нѣтъ
Актиній	?	есть	?	есть	есть

Укажемъ еще на одну гипотезу, которая не расходится съ фактами. Радиоактивность слабо активныхъ элементовъ урана и торія можетъ быть не ихъ собственнымъ свойствомъ, а обязана существованіемъ нѣкоторому новому, еще неизвѣстному веществу, всегда примѣшанному въ небольшихъ количествахъ ко всѣмъ соединеніямъ торія и урана. Два изслѣдователя (Браунеръ *Trans. Chem. Soc.* 1898, LXXIII, p. 951 и Баскервиль *Jour. Am. Chem. Soc.* 1901, XXIII, p. 761) утверждаютъ, что въ уранѣ и торіи дѣйствительно существуетъ новый элементъ съ большимъ атомнымъ вѣсомъ и что чистые уранъ и торій неактивны. Недавно также Гофманъ и Зербанъ (*Ber. d. D. Chem. Ges.* 1903, p. 3093) нашли, что торій, полученный изъ гадолинита, неактивенъ. Всѣ эти наблюденія требуютъ еще подробной и тщательной проверки, безъ которой не могутъ быть приняты. Уже раньше Беккерель (*C. R.* 1902, 134, p. 208) и Круксъ (*Proc. Roy. Soc.* 1900, LXVI p. 409) утверждали, что имъ удалось отдѣлать активное вещество отъ урана, а между тѣмъ мы теперь знаемъ, что этотъ результатъ только отчасти достовѣренъ.

Поэтому-то и нужно относиться съ осторожностью къ подобнымъ работамъ. С. М.

(Продолженіе слѣдуетъ).

Опредѣленіе потерь на треніе въ машинахъ постоянного тока.

Въ „ETZ“ 1899 года Деттмаръ *) далъ для опредѣленія механическихъ (на треніе) потерь въ динамо постоянного тока способъ, который состоитъ въ томъ, что пускаютъ двигатель на постоянное число оборотовъ, но подъ переменнымъ возбужденіемъ, а слѣдовательно и подъ переменнымъ напряженіемъ. Вслѣдствіе уменьшенія возбужденія, происходящаго въ якорѣ потери на токи Фуко и гистерезисъ уменьшаются (именно пропорціонально 1,6 степени индукціи въ якорѣ), въ то время какъ механическія потери (трение въ подшипникахъ, щетокъ и сопротивленіе воздуха) остаются постоянными вслѣдствіе постоянного числа оборотовъ. Такъ какъ кривая, изображающая зависимость напряженія отъ ваттъ, потребляемыхъ двигателемъ при постоянномъ числѣ оборотовъ, закономѣрна, то нужно узнать только нѣсколько (верхнихъ) ея точекъ. Пересѣченіе съ нею ординатъ кривой продолженной назадъ даетъ ватты (+ омическія потери въ якорѣ) при данномъ числѣ оборотовъ и возбужденіи=0. Если получить много такихъ кривыхъ для различнаго числа оборотовъ, то изъ нихъ можно построить новую кривую, которая представитъ зависимость механическихъ потерь отъ напряженія или числа оборотовъ машины.

Этотъ способъ, вообще говоря, безупреченъ при тщательно поставленныхъ опытахъ и даетъ хорошіе результаты. Но онъ очень утомителенъ, такъ какъ нужно найти, по крайней мѣрѣ, 20—25 точекъ, потомъ перечислять полученные данныя. Для практиковъ это, безъ сомнѣнія, является затруднительнымъ. Поэтому Кинцбруннеръ, приватъ-доцентъ въ Манчестерѣ, предложилъ измѣненіе способа Деттмара, которое даетъ результатъ скорѣй и сводитъ на минимумъ всѣ вычисления.

Если приключить машину постоянного тока, в об у д и т е л ь н а я цѣпь которой разомкнута, къ источнику электричества съ напряженіемъ меньше (отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{1}{10}$) нормальнаго напряженія машины, то при извѣстномъ положеніи щетокъ машина придетъ въ движеніе. Тогда посредствомъ передвиженія щетокъ или, что еще лучше, посредствомъ измѣненія напряженія въ якорѣ можно достигнуть любого числа оборотовъ якоря. Потребляемый якоремъ токъ будетъ зависѣть и отъ мощности машины (сопротивленія якоря) и отъ положенія щетокъ. Нужно здѣсь замѣтить, что этимъ способомъ можно достигнуть безъ значительнаго искрообразованія скорости въ полтора раза больше нормальной скорости вращенія якоря.

На первый взглядъ кажется, что якоръ приходитъ во вращеніе только вслѣдствіе остаточнаго магнетизма въ магнитахъ, и что скорость его вращенія зависитъ только отъ силы поля, образуемаго этимъ остаточнымъ магнетизмомъ. Но на самомъ дѣлѣ это не такъ. При извѣстномъ положеніи щетокъ, токъ, проходящій по якору, образуетъ поле, которое и служитъ причиной вращенія якоря. Справедливость этого взгляда будетъ показана дальше.

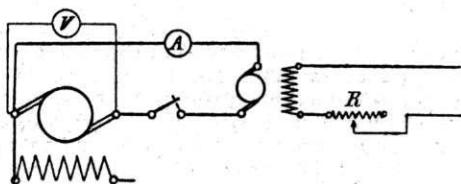
Описанное явленіе, т. е. вращеніе якоря динамо постоянного тока въ имъ самимъ образованномъ полѣ, можетъ съ большимъ удобствомъ служить какъ для опредѣленія механическихъ потерь такъ и для отдѣленія этихъ потерь другъ отъ друга. Это слѣдуетъ изъ весьма элементарнаго разсужденія. Энергія, по-

*) См. «Электричество» 1899 г., № 18, стр. 245.

требляемая якоремъ, идетъ на преодоленіе механическаго сопротивленія якоря, его омическаго сопротивленія, на гистерезисъ и на токи Фуко. Потери на омическое сопротивленіе весьма легко узнать, опредѣливъ разъ навсегда сопротивленіе (омическое) якоря, но это даже не нужно, такъ какъ изъ графическаго изображенія результатовъ это сопротивленіе тотчасъ же получается. Потери же на гистерезисъ и токи Фуко можно оставить безъ вниманія, такъ какъ онѣ въ большинствѣ случаевъ очень ничтожны, что дальше будетъ показано на особомъ примѣрѣ. Если теперь изъ всей потребляемой якоремъ энергіи вычесть энергію, идущую на преодоленіе омическаго сопротивленія якоря, то, пренебрегая гистерезисомъ и токами Фуко, получимъ общую потерю на треніе въ якорѣ при данномъ числѣ оборотовъ.

Опытъ производится слѣдующимъ образомъ:

Если есть подъ руками источникъ электричества съ невысокимъ и легко регулируемымъ напряженіемъ, то машину можно прямо приключить къ нему. Для достиженія наибольшей скорости нужно напряженія около 30% нормальнаго для малыхъ машинъ, отъ 20% до 10% для среднихъ (5—10 киловаттъ) и отъ 10% до 5% для большихъ. Если нѣтъ соответственно низкаго или легко регулируемаго напряженія, то тогда можно пользоваться высокимъ, но включивъ реостатъ. Число оборотовъ машины можно тогда легко регулировать посредствомъ шунтоваго реостата R (фиг. 4). Если машина при указанномъ раннее максимальномъ напряженіи не приходитъ въ движеніе, что происходитъ всегда, если щетки находятся на нейтральной линіи, то щетки нужно сдвинуть. Наивыгоднѣйшее положеніе щетокъ легко найти, сдвигая ихъ до тѣхъ поръ, пока при наименьшей силѣ тока якорь не приобрѣтитъ максимальной скорости, и въ этомъ положеніи щетки нужно оставить на все время опыта. (Нужно замѣтить, что нахожденіе наивыгоднѣйшаго положенія щетокъ весьма важно, и что достовѣрность результатовъ въ значительной степени зависитъ отъ положенія щетокъ). Послѣ этого регулируютъ число оборотовъ машины или посредствомъ реостата главнаго тока или шунтоваго реостата (фиг. 4) и отсчитываютъ для различныхъ скоростей якоря ($n=5/4$, нормальное, $1/2$, $1/3$, $1/5$ и даже еще ниже) на-



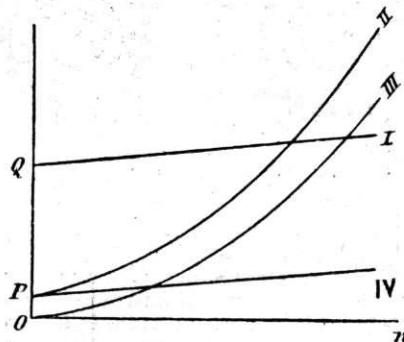
Фиг. 4.

пряженіе и силу тока. Отсчеты нужно производить не сейчасъ послѣ регулированія, но черезъ 20—40 секундъ, такъ какъ якорь не сейчасъ достигаетъ постоянной скорости. Послѣ этого откладываемъ по оси ординатъ силу тока и ватты потребляемые якоремъ, а по оси абсцисса число оборотовъ якоря и получаемъ кривую силы тока въ видѣ прямой и кривую ваттъ въ загнутую вверхъ (фиг. 5). Эта послѣдняя кривая представляетъ зависимость потребления ваттъ (потери на треніе + омическія потери) отъ числа оборотовъ якоря. Теперь легко опредѣлить потери на омическое сопротивленіе якоря. Кривая II пересѣкаетъ ось ординатъ въ точкѣ P. Такъ какъ при скорости=0 и потери на треніе равны нулю, то OP представляетъ потери на омическое сопротивленіе якоря. Изъ этого и изъ силы тока OQ легко опредѣлить и омическое сопротивленіе якоря. Кривая III представляетъ зависимость механическихъ потерь отъ скорости вращенія якоря.

Отдѣленіе потерь на треніе въ подшипникахъ,

сопротивленіе воздуха и щетокъ можно произвести тѣмъ, что у машинъ съ числомъ щетокъ большимъ двухъ, оставляютъ только 2 щетки. Разность ординатъ кривыхъ, полученныхъ въ опытахъ со всѣми щетками и только съ двумя даетъ при какой угодно скорости вращенія якоря потери на треніе бездѣйствующихъ щетокъ. Отсюда уже легко опредѣлить потери на треніе каждой щетки въ отдѣльности.

Мы прежде упомянули о томъ, что поле, въ которомъ вращается якорь, образовано самимъ якоремъ. Это очень легко доказать на опытѣ. Если якорь вращается только вслѣдствіе остаточнаго магнетизма

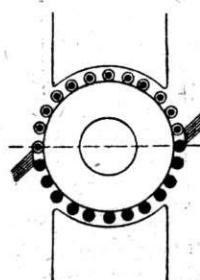


Q I.—кривая тока. P II.—кривая ваттъ. O III.—кривая тренія. P IV.—кривая потерь. n въ якорѣ.

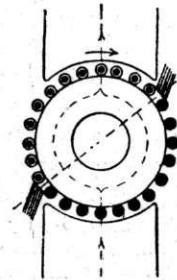
Фиг. 5.

магнитовъ, то при перемѣнѣ направленія тока въ якорѣ онъ долженъ вращаться въ другую сторону. На самомъ дѣлѣ этого не происходитъ: якорь продолжаетъ вращаться при перемѣнѣ направленія тока въ ту же сторону, только число оборотовъ его незначительно измѣняется, что указываетъ на то, что остаточный магнетизмъ имѣетъ здѣсь ничтожное вліяніе.

Когда щетки находятся на нейтральной линіи, машина, вообще говоря, не приходитъ въ движеніе. Когда мы сдвигаемъ щетки до полюсныхъ наконечниковъ, то якорь приобретаетъ наибольшую скорость; если же сдвигать щетки еще дальше, то якорь въ



Фиг. 6.

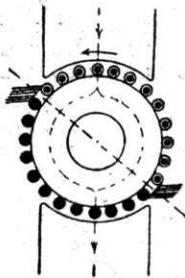


Фиг. 7.

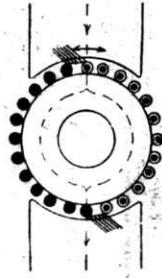
концѣ концовъ остановится. Если щетки сдвигать въ обратную сторону, то якорь перемѣнитъ направленіе вращенія. Объясненіе легко получается при взглядѣ на фиг. 6—9. На фигурѣ 6 щетки по нейтральной линіи; якорь стоитъ, такъ какъ поле имѣе образованное по направленію полюсовъ равно нулю, а остаточный магнетизмъ слишкомъ слабъ, чтобы привести въ движеніе машину.

На фиг. 7 щетки сдвинуты до полюсныхъ наконечниковъ; якорь вращается очень быстро по направленію часовой стрѣлки, такъ какъ образованное имъ поле очень сильно. При сдвигѣ щетокъ въ другую сторону, какъ на фиг. 8, якорь начинаетъ вращаться въ другую сторону, такъ какъ образованное

имъ поле измѣнило направление. При положеніи щетокъ какъ на фиг. 9, якорь стоитъ, такъ какъ дѣйствіе одной половины якорной обмотки уничтожается дѣйствіемъ другой ея половины. Теперь перейдемъ къ потерямъ на гистерезисъ и токи Фуко и покажемъ на примѣрѣ, что онѣ ничтожны. Машина въ 10 килов. при 250 вольтахъ напряженія потребляла



Фиг. 8.



Фиг. 9.

для вращенія съ нормальной скоростью токъ въ 14 амперъ при 20,2 вольтахъ. Сопротивленіе якоря было 0,29 ома. Паденіе напряженія въ якорѣ было такимъ образомъ около 4 вольтъ, обратная электродвижущая сила якоря около 16 вольтъ. Такъ какъ при полномъ возбужденіи и томъ же самомъ числѣ оборотовъ потери на гистерезисъ этой машины были около 140 ваттъ, а индукція якоря была около 17000, то для невозбужденной машины получаемъ

$$V_1 = \left(B_a \frac{E_1}{E} \right)^{1,6} \frac{V}{B_a^{1,6}}$$

$$\text{Отсюда } V_1 = \left(17000 \frac{16}{250} \right)^{1,6} \frac{140}{17000^{1,6}} = \text{около } 1,7 \text{ вт.}$$

V_1 = потери на гистерезисъ не возбужденной машины.

V = потери на гистерезисъ возбужденной машины.

Такимъ образомъ мы видимъ, что при разсматриваемыхъ величинахъ индукціи потери на гистерезисъ ничтожны. То же самое, понятно, и для токовъ Фуко.

Этотъ способъ экспериментальнаго опредѣленія потерь на треніе, кромѣ легкости, имѣеть еще большое преимущество вслѣдствіе своей достовѣрности.

Мы приведемъ теперь опыты съ двумя машинами (маленькой и средней), произведенные авторомъ описаннаго способа въ лабораторіи Манчестерской технической школы.

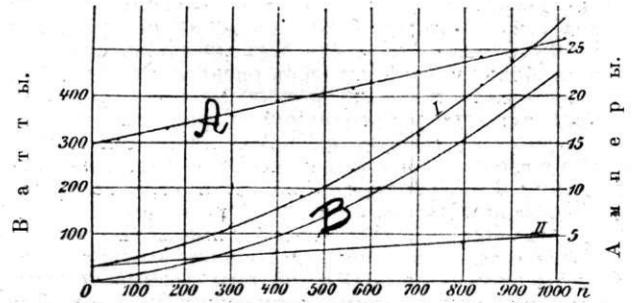
Опытъ I былъ произведенъ съ двигателемъ Кольбеца въ 15 лошадиныхъ силъ и 220 вольтъ.

Двигатель этотъ былъ приключенъ къ Шуккертоскому генератору въ 70 вольтъ. При отвозбужденіи послѣдняго можно было получать электродвижущую силу до 2 вольтъ. Щетки изслѣдуемаго двигателя были сдвинуты до самыхъ полюсныхъ наконечниковъ.

Число оборотовъ n.	Напряженіе E	Сила тока J	Ватты W=EJ
50	2,8	15,5	43,4
100	4,4	17	74,8
300	6,4	18,2	116,5
450	9,5	20	190
500	10,95	21	230
700	13,85	23	319
840	17,6	24,5	431
900	19	25	475
1020	21,5	26,5	570

На фиг. 10 представлены графически результаты. Для $n=0$ получаемъ изъ кривой $J=15$ и $W=35$, откуда сопротивленіе якоря $R_a=0,156$ ома. Прямое измѣреніе дало 0,15 ома.

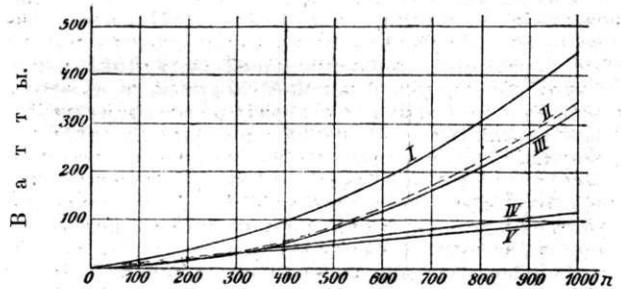
Кривая I представляетъ ватты, потребленныя якоремъ. Чтобы опредѣлить потери на треніе, мы должны вычесть изъ всей потребленной энергіи энергію, идущую на преодоленіе сопротивленія якоря. Наносимъ поэтому на фиг. 10 прямую II, изображающую



A—кривая тока. B—кривая тренія.

Фиг. 10.

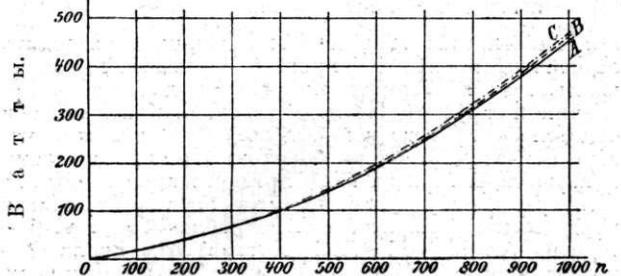
омическія потери въ якорѣ, и получаемъ третью кривую, дающую общія потери на треніе. Для опредѣленія II достаточно найти только высшую точку ея, а низшая дается пересѣченіемъ I съ осью ординатъ. Фиг. 11 показываетъ отдѣленіе потерь на тре-



Фиг. 11.

ніе щетокъ отъ другихъ потерь. Кривая I даетъ общія потери энергіи (12 щетокъ), кривая II только при двухъ щеткахъ. Потеря на треніе 10 щетокъ получается (V) изъ I и II. Потеря на треніе щетокъ, какъ видно изъ фигуры, пропорціональна числу оборотовъ якоря. Кривая III (построена изъ I и IV), даетъ треніе якоря и воздуха.

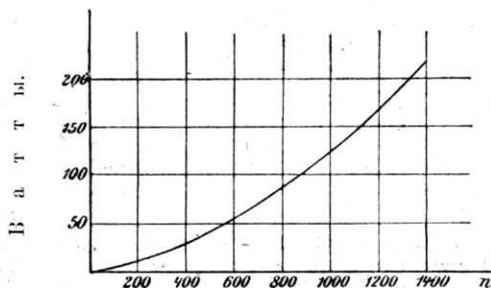
На фиг. 12 даны 3 кривыя, которыя представляютъ



Фиг. 12.

результаты опытовъ съ тремя различными положеніями щетокъ. Кривая A получена при наивыгоднѣйшемъ положеніи щетокъ, кривая B при сдвигѣ щетокъ на одну пластинку коллектора въ сторону нейтральной линіи, а кривая C при сдвигѣ на одну пластинку въ обратную сторону.

Кривая на фигурѣ 13 получена съ односильнымъ двигателемъ Кромптона. Нормальное число оборо-



Фиг. 13.

товъ его было 1400. На этой кривой возбуждаютъ сомнѣнія большія потери (22%) на трение, но способъ Деттмара даетъ тотъ же результатъ.

(Е. Т. З. 1903).

НАУЧНЫЙ ОБЗОРЪ.

Спектры металловъ въ вольтовой дугѣ.

Ленардъ. Извѣстно, что Кайзеръ, Рунге и Ридбергъ указали на возможность разложенія спектральныхъ линий щелочныхъ металловъ на законѣрно расположенные ряды. Такимъ образомъ получилась возможность ориентироваться въ огромномъ числѣ спектральныхъ линий элементовъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ ярче выступилъ на сцену вопросъ о причинахъ, обусловливающихъ существованіе такого большого числа характеризующихъ элементъ линий. До сихъ поръ представляются два вѣроятныхъ объясненія: или атомы элементовъ состоятъ изъ отдѣльныхъ частей, каждая изъ которыхъ своими сложными колебательными движеніями даетъ начало отдѣльной серіи спектральныхъ линий и такихъ составныхъ частей атома столько, сколько въ спектрѣ данного элемента существуетъ рядовъ линий; или же атомъ, какъ цѣлое, проходитъ послѣдовательно черезъ рядъ состояній, характеризующихся особыми сложными движеніями и производящихъ каждое свою серію линий, — въ этомъ случаѣ отдѣльные серіи линий должны были бы появляться раздѣльно и только въ общей картинѣ сливались бы въ одинъ спектръ. Рѣшить вопросъ, какому изъ этихъ двухъ представлений слѣдуетъ отдать предпочтеніе, не представлялось до недавняго времени возможнымъ. Нѣсколько времени тому назадъ появилась, однако, работа Ленарда о спектрахъ щелочныхъ металловъ въ вольтовой дугѣ, — работа, которая, по мнѣнію автора, рѣшаетъ спорный вопросъ въ пользу второй гипотезы. Изслѣдуя при помощи карманнаго спектроскопа отброшенное на экранѣ изображеніе вольтовой дуги, содержащей соли натрія, Ленардъ замѣтилъ, что на краяхъ изображенія видна только линия $\text{Na}\alpha$ и совершенно отсутствуютъ линии обихъ второстепенныхъ серій. Ближе центру $\text{Na}\alpha$ становится крайне слабою и зато ярко выступаютъ обѣ второстепенныя серіи, причемъ ихъ относительная яркость мѣстами мѣняется. Явленіе не могло быть болѣе подробно изучено ввиду неспокойнаго горѣнія дуги и постоянныхъ измѣненій въ формѣ ея газовой оболочки. Поэтому Ленардъ поступилъ слѣдующимъ образомъ: очень уменьшенное изображеніе дуги отбрасывалось на коллиматоръ спектроскопа, щель котораго была удалена. Благодаря довольно значительной дисперсии, сплошной спектръ отъ раскаленныхъ углей очень ослаблялся и на слабо свѣтящемся фонѣ появлялись яркія линии натріеваго спектра. Ввиду отсутствія щели каждая линия должна была представлять изъ себя

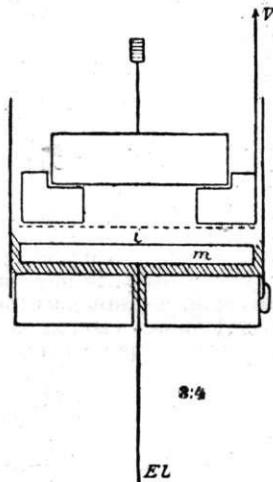
точное изображеніе испускающаго ее источника свѣта и такимъ образомъ являлась возможность судить о томъ, какія излученія испускаются различными частями дуги. Наблюденныя Ленардомъ линии имѣли всѣ форму двухъ пламенъ, начинающихся у угольныхъ электродовъ и соединяющихся у середины ея. Пламена эти имѣли весьма рѣзко выраженный изгибъ въ сторону. Величина пламенъ въ различныхъ линияхъ оказалась далеко не одинаковой величины. Пламена главвой серіи имѣли наибольшую величину, значительно меньше были пламена 1-ой второстепенной серіи и еще меньше — второй. Соотвѣственно этому соприкасались между собою только пламена главвой серіи и это соприкасаніе обусловливало собою возможность горѣнія дуги. Пламена же второстепенныхъ серій другъ друга не касались. Возникъ вопросъ, не являются ли разныя величины пламенъ просто слѣдствіемъ различной интенсивности соотвѣствующихъ излученій? Для рѣшенія этого вопроса Ленардъ посредствомъ свѣтофильтровъ измѣнялъ относительную яркость различныхъ частей спектра, но при этомъ всегда замѣчалъ, что величины пламенъ совершенно не измѣняются. Совершенно такіе же результаты, какъ для натрія, получились и для литія и другихъ щелочныхъ металловъ. — Изслѣдуя подробно и внимательно пламена въ спектрѣ, Ленардъ замѣтилъ, что они не сплошныя, а имѣютъ внутри пустоту: свѣтится только наружная оболочка пламенъ, внутренняя же часть остается совершенно темной. Далѣе оказалось, что пламена первой второстепенной серіи могли бы какъ разъ войти во внутрь пламенъ главвой серіи, а пламена второй второстепенной серіи по вѣншиимъ своимъ размѣрамъ могли бы какъ разъ войти во внутреннее пространство пламенъ первой серіи. Такимъ образомъ въ дугѣ, какъ будто, существуетъ рядъ вложенныхъ другъ въ друга пламенныхъ оболочекъ, каждое изъ которыхъ испускаетъ опредѣленную серію лучей, характерныхъ для данного элемента. Интенсивность излученія въ каждой пламенной оболочкѣ увеличивается начиная отъ вѣншией ея части къ внутренней до нѣкотораго максимума, а потомъ снова падаетъ. Кромѣ пламенъ натріеваго (или литіеваго) спектра появляются всегда еще пламена, обязанныя своимъ существованіемъ постороннимъ металлическимъ примѣсямъ въ дугѣ. Наконецъ, Ленардъ замѣтилъ, что и въ дугѣ безъ металлическихъ паровъ, можно замѣтить рядъ пламенъ, обязанныхъ своимъ существованіемъ угольнымъ парамъ, но эти пламена неясны и расплывчаты. Нужно замѣтить, что пламена Ленарда расположены совершенно въ сторонѣ отъ токовыхъ линий дуги. — Основываясь на своихъ наблюденіяхъ, Ленардъ приходитъ къ заключенію, что поставленный въ началѣ вопросъ о причинахъ многочисленности спектральныхъ линий элементовъ разрѣшается въ смыслѣ второй гипотезы: атомы металла, находящіеся въ различныхъ частяхъ дуги, испускаютъ различныя излученія и это можно себѣ объяснить только тѣмъ, что атомы въ различныхъ частяхъ дуги, оставаясь цѣлыми, совершаютъ различныя движенія. Насколько вѣрно такое объясненіе — покажетъ будущее, но, во всякомъ случаѣ, Ленардовскія пламена прибавили къ загадочному явленію вольтовой дуги еще новую загадку.

(Drude's Annalen, 1903).

Проводимость твердыхъ изоляторовъ подѣ дѣйствіемъ лучей радія. Беккеръ.

Испытуемое вещество i служитъ изолирующимъ слоемъ конденсатора малой емкости; какъ указано на фиг. 14. Свинцовая пластина 0,9 см. толщины, снабженная центральнымъ отверстиемъ, отдѣляется слоемъ мастики отъ находящагося надъ ней мѣднаго диска m , 0,3 ст. толщины и нѣсколько меньшаго диаметра, чѣмъ свинцовая пластина. На этотъ дискъ кладется изслѣдуемый диэлектрикъ, который покрывается листомъ алюминія, 0,02 ст. толщины, причемъ необходимо тщательно избѣгать образова-

ния воздушных пузырей между ними. Отъ мѣднаго цилиндра, въ который заключенъ весь конденсаторъ, алюминіевый листокъ отдѣляется узкимъ изолирующимъ промежуткомъ. На алюминіевый листокъ кладется второй свинцовый дискъ, толщины 0,9 ст., снабженный отверстиемъ для доступа лучей радія; отверстие въ этомъ дискѣ можетъ быть закрыто свинцовой крышкой. Нижняя свинцовая пластина и цилиндръ, окружающій конденсаторъ, отведены къ землѣ; мѣдный дискъ соединенъ съ электрометромъ, алюминіевый листокъ съ батареей. Токъ, заряжающій конденсаторъ, въ первые моменты довольно значительный, затѣмъ падаетъ до крайне незначительной величины. Характеръ этого измѣненія зависитъ отъ того, въ какомъ электрическомъ состояніи находился передъ тѣмъ изоляторъ. Если всегда заряжать обкладки въ продолженіи 1 часа и затѣмъ разря-



Фиг. 14.

жать ихъ въ землю въ теченіи 7—8 часовъ, то измѣненія въ силѣ тока при повторныхъ заряжаніяхъ получаются совершенно одинаковыя. Установивъ такой режимъ, вводятъ радиоактивное вещество и изучаютъ измѣненія тока при этомъ условіи. Токъ получается очень слабый, но довольно постоянный. Подобно тому, какъ и въ воздухѣ, онъ оказывается линейной функціей разности потенциаловъ. Проводимость оказывается почти одинаковой, какъ въ томъ случаѣ, когда верхняя обкладка соединена съ положительнымъ полюсомъ батареи, такъ и въ томъ, когда она соединена съ отрицательнымъ. Она не сразу принимаетъ постоянную величину, но медленно приближается къ максимуму. Повидимому требуется больше времени для достиженія максимума, когда алюминій электризуется положительно. Зависимость отъ толщины слоя въ этихъ опытахъ не была замѣчена.

Въ виду чрезвычайно малой силы токовъ существуютъ много причинъ для ошибокъ. Были приняты предосторожности, чтобы исключить разсѣяніе электричества съ проводовъ вслѣдствіе ионизаціи окружающаго воздуха. Затѣмъ могли возникнуть сомнѣнія, не является ли этотъ токъ результатомъ электрическихъ зарядовъ, которые приносятся лучами радія. Но оказалось, что когда алюминій былъ отключенъ отъ батареи, дѣйствіе радія не вызывало появленія электрическаго тока. Если увеличить поверхность радиоактивнаго вещества и соединить алюминіевый листокъ съ землей, то можно замѣтить появленіе слабого тока отрицательнаго электричества по направленію отъ алюминія къ мѣди. Проводимость вызывается тѣми лучами, которые всего менѣе поглощаются, потому что дѣйствіе замѣтно и

тогда, когда изоляторъ отдѣленъ отъ радиоактивнаго вещества тонкой стеклянной или алюминіевой пластинкой.

Такъ какъ токъ въ діэлектрикѣ не можетъ быть обусловленъ только тѣми зарядами, которые приносятся лучами радія, то приходится допустить, что электроны, выбрасываемые радіемъ, способны вызывать появленіе новыхъ положительныхъ и отрицательныхъ зарядовъ въ твердомъ діэлектрикѣ, т. е. другими словами, ионизируютъ его. (Drud. Ann.)

Новыя свойства N-лучей Блондло. Въ № 15—16 нашего журнала было помѣщено описаніе опытовъ, произведенныхъ Блондло надъ новыми, имъ открытыми N-лучами. Работа Блондло возбудила большой интересъ и почти во всѣхъ европейскихъ и американскихъ лабораторіяхъ пробовали повторить эти опыты. Къ сожалѣнію, явленіе это, повидимому, столь тонко, что почти нигдѣ не удалось получить сколько нибудь удовлетворительнымъ образомъ указанныхъ Блондло явленій. Между тѣмъ, самъ Блондло продолжаетъ усердно работать и открываетъ все новыя свойства N-лучей. Наблюдая однажды N-лучи, выходящіе изъ ауэровской горѣлки, онъ замѣтилъ, что фосфоресцирующій экранъ, служившій для открытія лучей, продолжалъ свѣтиться и послѣ того, какъ ауэровская горѣлка была потушена. Свѣщеніе это было не самопроизвольное, такъ какъ помѣщеніе руки или свинцоваго листа между потушенной горѣлкой и экраномъ немедленно вызывало ослабленіе фосфоресценціи. Впродолженіе 20 м. можно было наблюдать свѣщеніе экрана и только по прошествіи этого времени онъ пересталъ свѣтиться. Изслѣдуя ближе явленіе, Блондло нашелъ, что въ этомъ случаѣ онъ имѣлъ дѣло съ такъ сказать, „накопленіемъ“ N-лучей внутри окружающаго Ауэровскую горѣлку тѣла: подверженныя болѣе или менѣе продолжительному дѣйствію N-лучей многія тѣла сами начинаютъ ихъ испускать. Въ опытѣ Блондло передъ горѣлкой стояла кварцевая линза и оказалось, что она стала сама источникомъ N-лучей. Притомъ, N-лучи испускаются не только поверхностью тѣла, но всей ихъ массой. Въ этомъ Блондло убѣдился, поставивъ передъ горѣлкой нѣсколько сложенныхъ вмѣстѣ кварцевыхъ пластинокъ: всѣ онѣ, какъ наружныя, такъ и внутреннія, сдѣлались источниками N-лучей. Роль освѣщающаго источника не вліяетъ на характеръ явленія: такіе же результаты, какъ Ауэровская горѣлка, даетъ и лампа Нернста. Не одинъ кварцъ обладаетъ способностью „накоплять“ въ себѣ N-лучи, такой-же способностью обладаютъ почти всѣ изслѣдованныя Блондло вещества. Цѣлый рядъ металловъ обладаетъ тѣми же свойствами, только для нихъ излученіе ограничивается однимъ только поверхностнымъ слоемъ. Совершенно не обладаютъ способностью „накопленія“ нѣкоторыя растительныя вещества, бумага, а особенно вода, которая какъ извѣстно изъ изложенія прежнихъ опытовъ Блондло, абсолютно не пропускаетъ N-лучей даже въ тончайшемъ слѣѣ. Такъ какъ, судя по прежнимъ опытамъ, солнце является природнымъ источникомъ N-лучей, то Блондло перенесъ свои опыты изъ лабораторіи на вольный воздухъ. Въ яркій солнечный день часа въ 4 дня онъ бралъ разныя подвергнувшіяся инсоляціи тѣла и изслѣдовалъ, не испускаютъ ли они N-лучей. Оказалось дѣйствительно, что цѣлый рядъ тѣлъ, какъ напр., булыжники, кирпичи и т. п. „накопляютъ“ въ себѣ за день весьма значительное количество N-лучей и, будучи внесены въ темную комнату, очень долго, иной разъ часами заставляютъ свѣтиться фосфоресцирующій экранъ. Другія тѣла, особенно тѣ, въ которые входитъ какъ составная часть вода, совершенно не „накопляютъ“ въ себѣ новыхъ лучей. Сырая и даже сухая земля не даетъ и слѣдовъ фосфоресценціи экрана. Если зарыть булыжникъ или кирпичъ, вообще говоря способный „накоплять“ N-лучи, на не-

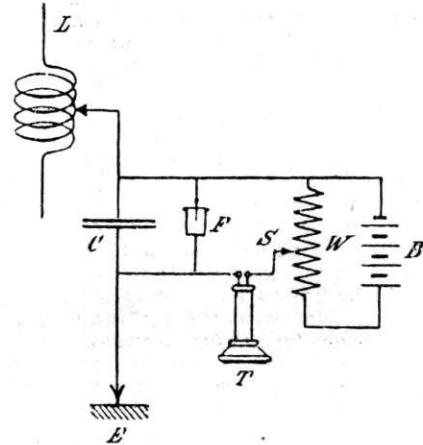
большой глубинѣ въ землю, то наружный слой почвы, содержащій всегда немного воды, предохраняетъ его отъ инсоляціи, не допускаетъ до него N лучей и въ этомъ случаѣ фосфоресценціи экрана не замѣчается. Новое явленіе, замѣченное Блондло, представляетъ изъ себя и новую загадку. Если только дѣйствительно наблюденія Блондло вѣрны, то мы стоимъ опять передъ новыми, неизвѣданными областями, въ которыхъ открытія Блондло являются только преддверіемъ. И неизвѣстно, не откроются ли намъ, благодаря изученію N-лучей, новые и совершенно неизданные горизонты. (Comptes Rendus).

О Б З О Р Ъ.

Періодъ колебаній, примѣняемыхъ въ безпроводной телеграфіи. До настоящаго времени предполагалось, что длина волны электрическихъ колебаній въ безпроводной телеграфіи опредѣляется какъ учетверенная длина сигнальной мачты. Такое положеніе, повидимому, не всегда оправдывается на опытѣ, какъ это показали А. Брока и Туркини. Они изобрѣли особаго рода электродинамометръ, показывающій силу тока при помощи отклоненія весьма тонкаго листочка алюминія, помѣщенного между двумя неподвижными проводниками. Съ помощью этого прибора можно было изслѣдовать увеличеніе сопротивленія проводниковъ при токахъ большой частоты, обратно, сравненіе показаній этого электродинамометра съ нагреваніемъ тонкой мѣдной проволоки, включенной въ цѣпь и помѣщенной въ калориметръ, даетъ возможность опредѣлить періодъ переменнаго тока. Помѣщая свои приборы въ цѣпи сигнальной мачты безпроводнаго телеграфа, экспериментаторы нашли, что для мачты въ 90 м. вышины частота колебаній равна около 60000 въ сек., а для мачты въ 56 м. около 100000 въ сек. Вычисляя по этимъ результатамъ длину волны колебаній, получимъ въ первомъ случаѣ 500 м., а во второмъ 300 м., между тѣмъ какъ согласно общепринятому мнѣнію въ этихъ случаяхъ слѣдовало бы получить соответственно 360 и 224 м. Точнаго объясненія этого страннаго отступленія отъ теоріи еще не получено. Предполагается, что здѣсь играютъ роль подмѣченные еще Гертцемъ пертурбаціи на концахъ проводника. Длина искрового промежутка не оказываетъ замѣтнаго вліянія на періодъ колебаній. (L'Electricien).

Новый детекторъ электромагнитныхъ волнъ. Шлемильхъ. Приборы, примѣнявшіеся до настоящаго времени въ безпроводной телеграфіи для открытія и регистраціи доходящихъ до пріемнаго аппарата электромагнитныхъ волнъ распадаются на три разряда: 1) приборы, основанные на измѣненіи сопротивленія (когереры и антикогереры); 2) приборы, основанные на тепловыхъ дѣйствіяхъ (приборы Фессендена) и 3) магнитные детекторы (Маркони). Всѣ эти различнаго рода приборы обладаютъ, какъ многими достоинствами, такъ и недостатками. Всякое новое открытіе въ области регистраціи электромагнитныхъ волнъ представляетъ значительный интересъ, такъ какъ увеличиваетъ имѣющіяся въ нашемъ распоряженіи средства и облегчаетъ выборъ самаго удобнаго при данныхъ обстоятельствахъ детектора. Кромѣ того, не нужно забывать, что механизмъ дѣйствія всѣхъ этихъ когереровъ и магнитныхъ детекторовъ очень мало еще извѣстенъ и съ этой точки зрѣнія всякое новое наблюденіе весьма цѣбно. Осенью текущаго года инженеръ Шлемильхъ занимался изслѣдованіемъ электромагнитныхъ волнъ на емкость вольтамметра (поляризаціоннаго элемента). Ему удалось попутно подмѣтить

слѣдующее явленіе. Если приключить вольтаметръ къ батарее, электродвижущая сила которой лишь немногимъ превышаетъ обратную электродвижущую силу поляризаціи, такъ что черезъ вольтаметръ протекаетъ довольно слабый токъ и происходитъ слабое выдѣленіе пузырьковъ газа, то подъ вліяніемъ падающихъ на вольтаметръ электромагнитныхъ волнъ токъ, протекающій черезъ него, усиливается. При томъ, чѣмъ меньше поверхность положительнаго электрода, тѣмъ сильнѣе дѣйствіе. Въ построенныхъ въ настоящее время приборахъ положительный электродъ (изъ платины) имѣетъ толщину 0,001 мм. Отрицательный полюсъ можетъ имѣть какую угодно поверхность и форму. Благодаря колебаніямъ силы тока



Фиг. 15.

можно заставить дѣйствовать аппаратъ Морзе и имѣть записанъ импульсъ волнъ или же воспользоваться телефономъ. На чемъ основано дѣйствіе прибора Шлемильха до сихъ поръ неизвѣстно съ достаточной достовѣрностью. Повидимому, электромагнитныя волны облегчаютъ выдѣленіе пузырьковъ газа изъ жидкости, причемъ играетъ несомнѣнную роль роль выдѣляющагося газа. Такъ, если переменить полюса, такъ что у тонкаго электрода выдѣляется водородъ, то всякое дѣйствіе волнъ исчезаетъ. Способъ включенія прибора показанъ на фиг. 15. Здѣсь В—ба-



Фиг. 16.

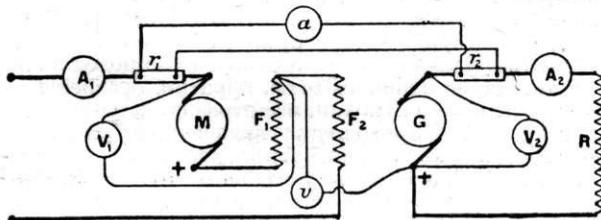
тарея сухихъ элементовъ или аккумуляторовъ, W—замыкающее батарею большое сопротивленіе, отъ котораго отвѣтвляется токъ въ вольтаметръ F. L—пріемный воздушный проводъ, T—телефонъ. На фиг. 16 представлено внѣшній видъ поляризаціоннаго элемента, изготовляемаго „Компаніей безпроводнаго телеграфа“. Онъ весь заключенъ въ футляръ изъ эбонита и закрытъ герметически, такъ что находящаяся внутри подкисленная вода не можетъ выйти наружу. Таже компанія выпустила также полный наборъ приборовъ схемы Шлемильха въ одной

коробкѣ, очень удобный для обращенія. Детекторъ Шлемильха, можно думать, получить значительное распространеніе, хотя еще неизвѣстна его чувствительность, а потому и неизвѣстно, годится ли онъ для передачи сигналовъ на большій разстояніи. (ETZ).

Магнитная буря. Необыкновенно сильная магнитная буря разразилась въ Америкѣ, Европѣ и Африкѣ 31-го октября н. с. Почти во всей Европѣ перестали дѣйствовать телеграфныя линіи, снабженныя аппаратами Морзе: вслѣдствіе сильныхъ земныхъ токовъ всѣ знаки перепутались. Въ Англіи телеграфы оставались въ бездѣйствіи отъ 7 ч. утра до 8 ч. веч. Отмѣчены были земные токи силою до 60 миллиамперъ, что въ четыре раза превышаетъ обычно въ телеграфіи употребляемые токи. Притомъ сила земного тока непрерывно измѣнялась. Во Франціи сообщеніе прекратилось въ 9 ч. утра, возстановилось въ 4 ч. 40 м. дня и снова прекратилось на короткій промежутокъ времени около 5 ч. 30 м. веч. Подобныя же нарушения телеграфнаго сообщенія произошли и въ Россіи, Германіи, Испаніи и другихъ странахъ. Гораздо меньше пострадали отъ земныхъ токовъ трансатлантическія линіи, а также тѣ изъ сухопутныхъ, въ которыхъ примѣняются конденсаторы и сифонныя отмѣтки. Вечеромъ 31-го октября въ Нью-Йоркѣ наблюдалось сильнѣйшее сѣверное сіяніе. Магнитная буря была подробно наблюденна на многочисленныхъ магнитныхъ обсерваторіяхъ. Директоръ Обсерваторіи въ Кью Кри сообщаетъ, что эта магнитная буря самая сильная изъ всѣхъ отмѣченныхъ на обсерваторіи съ 1892 г. Согласно же наблюденіямъ въ Стоухерстѣ эта буря не имѣетъ себѣ равныхъ за промежутокъ времени отъ 1867 г. до настоящаго времени. Уже наканунѣ, 30-го октября, приборы обсерваторіи въ Кью отмѣтили довольно значительныя магнитныя возмущенія. Затѣмъ, послѣ довольно продолжительнаго покоя, наступило весьма сильное возмущеніе въ 6 ч. утра 31-го октября, причемъ довольно рѣзко измѣнились и склоненія, и горизонтальная и вертикальная составляющія. Еще болѣе сильныя возмущенія наступили въ 6 ч. 45 м. и затѣмъ они оставались весьма значительными до 7 или 8 ч. веч. Даже на другой день, 1-го ноября до 4 ч. утра были еще замѣтны значительныя возмущенія. Колебанія были такъ значительны, что въ самопишущихъ приборахъ стрѣлки далеко вышли за предѣлы бумажной ленты и благодаря этому не удалось получить точныхъ значеній величинъ отклоненій отъ нормы. Въ общемъ буря только по своей силѣ отличается отъ обычныхъ магнитныхъ возмущеній. Что касается причинъ, обуславливающихъ возникновеніе такихъ магнитныхъ бурь, то объ нихъ въ настоящее время довольно трудно высказаться вполне опредѣленно. Были попытки поставить ихъ въ связь съ землетрясеніями, но, повидимому, эта связь весьма проблематична. По крайней мѣрѣ, наблюденія въ обсерваторіи Кью не даютъ основаній для такого сопоставленія. Съ другой стороны, указывалось неоднократно, что магнитныя бури часто сопровождаютъ усиленіе солнечной дѣятельности. Наибольшее число магнитныхъ бурь приходится на періоды максимумовъ солнечныхъ пятенъ. Однако, совпаденіе это не всегда оправдывается. Норманъ Локайеръ видитъ причину магнитныхъ бурь въ солнечныхъ лучахъ, выбрасываемыхъ солнцемъ и встрѣчающихся землю. Ему удалось чисто экспериментальнымъ путемъ посредствомъ разрядовъ въ магнитномъ полѣ получать явленіе, весьма близко напоминающее сѣверныя сіянія, а послѣднія всегда сопровож-

даютъ магнитныя бури. Того же мнѣнія, что Биркеландъ, держится и Оливеръ Лоджъ. Большинство мнѣній, повидимому, склоняются къ тому, чтобы приписывать происхожденіе магнитныхъ бурь дѣйствію солнца. Вслѣдствіе этого значительный интересъ представляетъ наблюденіе, сдѣланное извѣстнымъ наблюдателемъ солнца аббатомъ Морѣ во Франціи. Онъ наблюдалъ движеніе солнечныхъ пятенъ, начиная съ 26-го октября, и замѣтилъ, что какъ разъ во время магнитной бури 31-го октября на солнечномъ меридіанѣ появилось необыкновенно большое пятно. Повидимому, послѣдняя магнитная буря можетъ быть поставлена въ связь съ дѣятельностью солнца. Во всякомъ случаѣ, она вновь обратила вниманіе на этотъ интересный вопросъ и на связанный съ нимъ вопросъ о полярныхъ сіяніяхъ. (Electrician).

Способъ находженія отдачи двигателей съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ. Е. Вильсонъ. Способъ проф. Е. Вильсона состоитъ въ томъ, что два совершенно одинаковыхъ двигателя механически соединяются другъ съ другомъ, причемъ одинъ изъ нихъ работаетъ, какъ двигатель, а другой какъ генераторъ. Возбуждающія обмотки обоихъ двигателей соединены другъ съ другомъ послѣдовательно, какъ показано на фиг. 17 (F_1 и F_2). Энергія, доставляемая двигателю М, измѣряется помощью вольтметра V,



Фиг. 17.

и амперметра A_1 . Генераторъ G нагруженъ сопротивленіемъ R и отдаваемая имъ энергія измѣряется вольтметромъ V_2 и амперметромъ A_2 . Легко видѣть, что $V_1 A_1 - V_2 A_2 = X$ будетъ энергія, потерянная въ системѣ кромѣ возбуждающей обмотки F_2 . Энергія $A_1^2 (F_1 + R_1) + A_2^2 R_2 = Y$, гдѣ R_1 и R_2 — сопротивленія арматуры машинъ ушла на омическія потери, а потому на всевозможныя другія потери тратится $X - Y$ въ обоихъ машинахъ или $\frac{X - Y}{2}$ въ каждой. Теперь легко видѣть, что отдача двигателя будетъ $\left(\frac{X - Y}{2} + V_2 A_2 + A_2^2 R_2\right) : V_1 A_1$, а отдача генератора: $V_2 A_2 : \left(\frac{X - Y}{2} + A_2^2 R_2 + A_1^2 F_2 + V_2 A_2\right)$. Изложенный способъ принадлежитъ Фіельду. Усовершенствованіе же Вильсона состоитъ въ включеніи двухъ шунтовъ малого сопротивленія r_1 и r_2 , миллиамперметра a и вольтметра v , посредствомъ которыхъ можно непосредственно измѣрить разности $A_1 - A_2$ и $V_1 - V_2$. Легко показать, что болѣе точные результаты получаются при измѣреніи A_1 и a и подстановкѣ $A_2 = A_1 - a$ и $V_2 = V_1 - v$, чѣмъ при непосредственномъ измѣреніи A_2 и V_2 . Измѣряя въ одномъ случаѣ отдачу по старому способу, Вильсонъ получилъ, какъ возможную ошибку, опредѣленія $X - Y$ 31,9%, а по своему способу не болѣе 1,9%. (Electrician).