

О  
ТЕЛЕГРАФИРОВАНИИ  
БЕЗЪ  
ПРОВОДОВЪ.

---

(Сообщеніе А. С. ПОПОВА 19-го Октября 1897 года въ Электротехническомъ  
Институтѣ).

---

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.  
Типографія Э. Аригольда, Литейный просп., № 59.  
1897.

## О телеграфированіи безъ проводовъ.

(Сообщеніе А. С. Попова 19-го октября 1897 года въ Электротехническомъ Институтѣ).

Милостивые Государи!

Я являюсь передъ вами посреди своей работы и занятого времени, такъ что все, что я сюда привезъ, было собрано на-скоро и имѣетъ скорѣе значеніе схематическаго опыта для разъясненія принциповъ, которые лежатъ въ основѣ столь много теперь нашумѣвшаго вопроса о телеграфированіи безъ проводниковъ.

Вопросъ о телеграфированіи безъ проводниковъ у пылкихъ головъ, явился съ тѣхъ поръ, какъ только познакомились съ электрическими и электромагнитными дѣйствіями на разстояніи. Исторію вопроса, какъ она ни интересна, я оставляю въ сторонѣ, а подчеркну двѣ попытки практическаго осуществленія телеграфа безъ проводниковъ, предшествующія способу, теперь насъ занимающему. Одна попытка была сдѣлана въ Америкѣ и приписывается Эдисону, а другая, примѣрно, того-же времени, относится къ опытамъ Приса въ Англіи, который много участвовалъ и въ позднѣйшихъ опытахъ Маркони.

Дѣйствіе на разстояніи можетъ быть возбуждено двумя весьма различными приѣмами: сильнымъ зарядомъ, периодически появляющимся и исчезающимъ, и возбуждающимъ переменное электростатическое поле, или электромагнит-

ными дѣйствіями прерывистаго или переменнаго тока. Первый способъ телеграфированія былъ осуществленъ Эдиссономъ въ слѣдующемъ видѣ. Высокая мачта, снабженная большимъ шаромъ, соединена была съ специальнымъ генераторомъ въ родѣ трансформатора Тесла, возбуждаемаго дѣйствіемъ прерывистаго тока, и затѣмъ другая мачта, снабженная также шаромъ, соединена черезъ телефонъ съ землей. Заряды перваго шара могли отзываться электростатической индукціей на второмъ шарѣ. Другой способъ основанъ на взаимномъ дѣйствіи параллельныхъ проводниковъ. Этотъ способъ осуществленъ Присомъ, который былъ натолкнутъ на эти опыты тѣмъ фактомъ, что прерывистые телеграфные токи въ отдаленномъ даже проводникѣ возбуждаютъ настолько сильные индукціонные токи, что можно слышать въ телефонѣ дѣйствіе телеграфа.

Присъ пытался воспользоваться этимъ на практикѣ и на Чикагскомъ конгрессѣ онъ сдѣлалъ докладъ о достигнутыхъ результатахъ. Однако же эти два способа не имѣютъ прямого отношенія къ современному способу телеграфированія безъ проволоки, основаннаго на особомъ явленіи, извѣстномъ подъ именемъ электрическаго колебанія. Это не будетъ прерывистый токъ, а явленіе особаго рода. Объ этомъ явленіи я скажу нѣсколько словъ и затѣмъ разсмотрю нѣкоторые приборы, которыми можно пользоваться для возбужденія электрическихъ колебаній. Далеко въ подробности этого явленія входить трудно, и я позволю себѣ только указать, на какія стороны явленія нужно обратить вниманіе.

Остановимся на какомъ нибудь общепонятномъ не электрическомъ колебаніи, напр., возьмемъ маятникъ. Если маятникъ мы выведемъ изъ положенія равновѣсія, мы, поднимая, сообщимъ ему потенціальную энергію; если отпустить его, то маятникъ начнетъ двигаться и потенціальная энергія постепенно будетъ переходить въ кинетиче-

скую, когда же онъ поднимается на другую сторону, кинетическая энергія вновь превращается въ потенціальную. Что благопріятствуетъ и что препятствуетъ продолжительности явленія? Понятно, значительная величина первоначальнаго запаса энергіи, т. е. высота первоначальнаго поднятія, опредѣляющая размахъ, и масса маятника играютъ здѣсь первую роль. Препятствующимъ обстоятельствомъ будетъ сопротивленіе движенію. Вся энергія по пути превратилась бы не въ потенціальную, а въ тепловую, если бы мы пустили маятникъ, напр., въ водѣ, и колебаній мы совсѣмъ не получили бы. Чтобы колебанія долго не прекращались, надо чтобы потрага посторонняя была мала: сопротивленія движенію механическому должны быть, по возможности, ничтожны. Эти два обстоятельства имѣютъ мѣсто во всякомъ колебаніи безъ исключенія, какое бы мы движеніе не взяли.

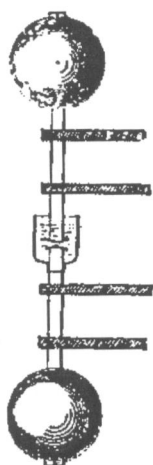
Посмотримъ, какъ можно осуществить переходъ энергіи потенціальной въ кинетическую и обратно въ электрическихъ явленіяхъ. Если мы возьмемъ два хорошо изолированныхъ и разноименно заряженныхъ тѣла, то они неопредѣленно долго могутъ сохранять свой зарядъ. Они будутъ обладать потенціальной энергіей. Если эти два тѣла соединить прямолинейнымъ проводникомъ, то начнетъ электрическій токъ. Проявится особый родъ кинетической энергіи.

На черт. 1 показаны два шара и между ними прямолинейный проводникъ съ перерывомъ. Токъ наступаетъ тогда, когда зарядъ шаровъ достигнетъ разности потенціаловъ, при которой электрическія силы будутъ въ состояніи разрушить цѣлость изолятора. До тѣхъ поръ, пока не перейдена прочность этого изолятора, пока не наступилъ разрядъ, происходитъ накопленіе потенціальной энергіи. Съ наступленіемъ разряда, пока токъ идетъ, напр., сверху внизъ, является вблизи прямолинейнаго проводника магнитное поле съ линіями силъ, расположенными концен-



трическими кругами около этого проводника. Это магнитное поле есть какой то видъ кинетической энергіи. Какъ только потенциа́лы шаровъ сравниваются, токъ долженъ бы прекратиться, какъ слѣдствіе причины, которая его возбуждала, но движеніе не прекратится, точно также какъ и въ маятникѣ—прекратится дѣйствіе тяжести, но онъ еще не остановится: здѣсь за счетъ запасенной въ видѣ энергіи магнитнаго поля токъ поддержится въ

Черт. 1.



томъ же направленіи и будетъ заряжать шары, но въ противоположномъ прежнему заряду направленіи. Затѣмъ всѣ явленія будутъ повторяться и за мгновеніе, въ которое мы видимъ искру, можетъ произойти нѣсколько тысячъ такихъ колебаній.

Приборъ для возбужденія электрическихъ колебаній не быстро прекращающихся долженъ удовлетворять нѣкоторымъ условіямъ. На концахъ проводника, въ которомъ возбуждаются колебанія, помѣщаются шары или листы, обладающіе значительной электрической емкостью. Чтобы начальный запасъ энергіи былъ большой, надо возбудить большую разность потенциа́ловъ; для того-же, чтобы происходилъ колебательный разрядъ, т. е. чтобы взаимныя превращенія энергій не скоро прекратились, надо, чтобы побочныя потраты энергіи помимо электро-

статической и электромагнитной были возможно малы. Каждый разъ, какъ токъ идетъ по проводнику, часть энергіи превращается въ тепловую, проводникъ поэтому долженъ имѣть возможно малое сопротивленіе. Чтобы въ искрѣ энергіи тратилось мало, она не должна превосходить известной длины. Для того, чтобы запасти большую потенціальную энергію, можно увеличить длину перерыва, въ которомъ происходитъ разрядъ, но тогда легко можетъ случиться, что мы совсѣмъ не получимъ колебаній.

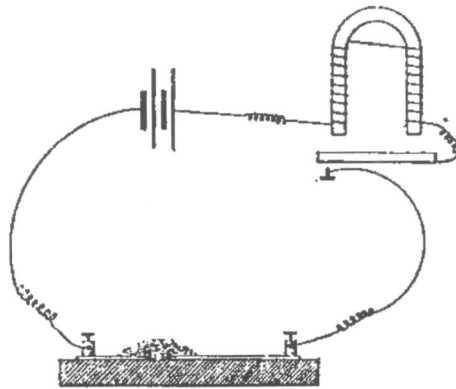
Такой источникъ электрическихъ колебаній впервые былъ осуществленъ Генрихомъ Гертцемъ, въ концѣ восьмидесятыхъ годовъ, опубликовавшимъ рядъ работъ надъ электрическими колебаніями, которыя положили начало новому, теперь уже широко развившемуся отдѣлу ученія объ электричествѣ, имѣющему первостепенное значеніе въ наукѣ и въ практическихъ приложеніяхъ.

Посмотримъ теперь, что происходитъ въ пространствѣ, окружающемъ источникъ электрическихъ колебаній? Не пытаясь проникнуть въ сущность явленія, мы можемъ сказать, что во всякой точкѣ пространства вблизи проводника тока возбуждается магнитное поле, вблизи же электрическихъ тѣлъ существуетъ электростатическое поле; если же мы имѣемъ измѣняющіяся величины и направленія тока или величины и знаки заряда въ источникѣ, то и въ средѣ окружающей источникъ электрическихъ колебаній будутъ періодически измѣняться величины напряженности магнитнаго и электрическаго поля: мы говоримъ, что въ средѣ возбуждается электромагнитная волна.

Электромагнитная волна распространяется отъ источника по всѣмъ направленіямъ. Какъ обнаружить ее на разстояніи? Понятно, что для сигнализациі мы будемъ посылать электромагнитную волну и присутствіе ея должны какъ нибудь обнаружить.

Самъ Гертцъ наблюдалъ прямое явленіе индукціи; онъ ставилъ прямолинейный проводникъ параллельно линіи разряда; при небольшихъ разстояніяхъ можно было и въ этомъ проводникѣ вызвать столь энергичныя колебанія, что, перервавъ его по срединѣ, можно наблюдать въ этомъ перерывѣ искру. Это способъ Гертца. Въ позднѣйшее время появлялось много различныхъ способовъ обнаруженія электромагнитной волны. Мы остановимся на способѣ Бранли.

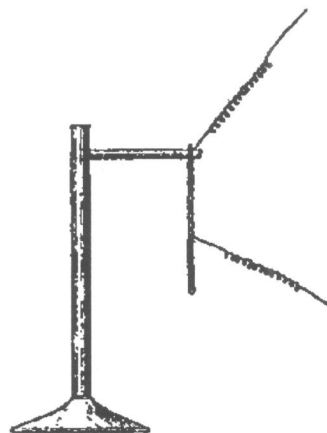
Черт. 2.



Во время изслѣдованій сопротивленія тонкихъ металлическихъ слоевъ Бранли случайно замѣтилъ, что въ то время, когда у него на мостикѣ было уравновѣшано нѣкоторое сопротивленіе, вдругъ мгновенно измѣнилось равновѣсіе въ мостикѣ; въ этотъ моментъ по сосѣдству былъ произведенъ разрядъ электрофорной машины. Онъ уловилъ этотъ фактъ и показалъ, что тонкіе слои металла обладаютъ свойствомъ мгновенно измѣнять свое сопротивленіе, если до нихъ достигнетъ электромагнитная волна, сопротивленіе при этомъ уменьшается. Такимъ же свойствомъ обладаетъ металлическій порошокъ; отдѣльные зерна металла, составляющаго порошокъ, настолько слабо прикасаются другъ къ другу, что токъ небольшого числа элементовъ не проходитъ черезъ него, но какъ только электромагнитная волна достигнетъ массы порошка, порошокъ мгновенно дѣлается хорошо проводящимъ. Это можно демонстрировать простыми средствами. Составимъ

цѣпь изъ обыкновеннаго звонка и двухъ-трехъ элементовъ (черт. 2), присоединивъ къ ея концамъ двѣ металлическія пластинки. Прикосновеніемъ пластинокъ мы замкнемъ цѣпь и заставимъ звонокъ дѣйствовать. Если же мы положимъ на столѣ обѣ пластинки рядомъ, не касаясь другъ друга, и заполнимъ пространство между ними желѣзными опилками, то, хотя цѣпь звонка и будетъ замкнута чрезъ опилки, сопротивленіе цѣпи будетъ весьма велико и зво-

Черт. 3.



нокъ не будетъ звонить. Но если по сосѣдству будетъ произведенъ колебательный разрядъ въ какомъ либо вибраторѣ, то электромагнитная волна тотчасъ же установитъ связь между разъединенными частичками порошка, сопротивленіе цѣпи уменьшится и звонокъ начинаетъ дѣйствовать. Эта связь можетъ быть снова разрушена, если встряхнуть порошокъ.

Чтобы выяснитъ сущность явленія, я сдѣлаю другой аналогическій опытъ. Замкнемъ 2 элемента чрезъ звонокъ и металлическую цѣпочку (черт. 3), звонокъ звонитъ, будемъ постепенно увеличивать число звеньевъ цѣпочки, введенныхъ въ цѣпь, — звонокъ скоро перестаетъ работать. Натянувъ цѣпочку, мы опять вызываемъ звонъ. Электрическая волна дѣлаетъ тоже, что прямое нажатіе. Встряхнемъ цѣпочку, токъ опять прерывается.

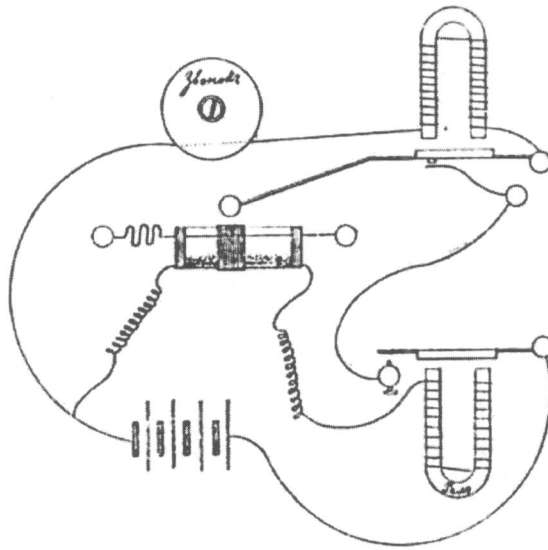
Можетъ быть причина увеличенія проводимости чисто механическая, такъ какъ подъ вліяніемъ электромагнитныхъ волнъ отдѣльныя частички наэлектризовываются и притягиваются между собою, или же, что вѣроятнѣе, здѣсь должно произойти въ контактѣ выдѣленіе электрической энергіи и достаточно интенсивное молекулярное движеніе, чтобы произвести соединеніе вродѣ свариванія. Опытъ съ цѣпочкой позволяетъ подчеркнуть нѣкоторые элементы явленія. Не дѣлая опытовъ, я укажу, что если бы я прибавилъ элементъ, то оказалось бы, что число звеньевъ, которое прежде служило изоляторомъ для 3 или 4 элементовъ, перестанетъ быть изоляторомъ. Надо число контактовъ увеличить. Если имѣемъ дѣло съ опилками, нужно раздвинуть пластинки, на которыя насыпанъ порошокъ. Если мы возьмемъ малое разстояніе, источникъ надо слабый, если мы желаемъ измѣнить источникъ, мы должны также увеличивать или уменьшать число звеньевъ этой цѣпи. Подбирая число звеньевъ цѣпочки въ соотвѣтствіи съ электродвижущей силою источника тока, можно достигнуть высокой чувствительности, но она не будетъ постоянна, послѣ дѣйствія нѣсколькихъ разрядовъ вибратора чувствительность цѣпочки дѣлается грубѣе. Постоянства чувствительности можно достигнуть большимъ параллельнымъ числомъ цѣпочекъ, или употребляя порошокъ, въ которомъ и образуется рядъ параллельныхъ цѣпей. Если мы возьмемъ мелкій порошокъ, то много частичекъ пойдетъ въ цѣпь послѣдовательно. Поэтому приходится подбирать крупность зерна порошка, разстояніе между пластинками и число вольтъ источника. Эти всѣ элементы весьма важны для достиженія постоянства чувствительности. Только съ большой и постоянной чувствительностью можно переходить къ практическимъ приложеніямъ.

Два рода разсмотрѣнныхъ нами явленій и служатъ основаніемъ для телеграфированія безъ проводниковъ.

На одной станціи мы имѣемъ источникъ электрическихъ колебаній, возбуждающій въ пространствѣ электромагнитныя волны; эти волны, достигнувъ проводниковъ другой станціи, возбуждаютъ на нихъ также электрическія колебанія. Эти колебанія, распространяясь до опилокъ, замыкаютъ токъ мѣстной батареи на принимающей станціи.

Однако только что описанные приборы не будутъ обла-  
дать еще однимъ существеннымъ свойствомъ, которое не-

Черт. 4.



обходимо для сигнализациі. Вы видѣли, что дѣйствіе электромагнитной волны приводитъ къ тому, что цѣпь мѣстной батареи замыкается и затѣмъ токъ уже не прекращается. Для того чтобы было возможно телеграфировать, нужно сдѣлать дальнѣйшій шагъ, который и былъ сдѣланъ въ моемъ приборѣ въ 1895 г.

Бранли, Лоджъ и другіе пользовались простымъ механическимъ сотрясеніемъ для того, чтобы нарушить связь опилокъ и разомкнуть цѣпь, но можно сдѣлать такъ, чтобы замыканіе мѣстной цѣпи автоматически вызвало и сотрясеніе опилокъ, въ такомъ случаѣ токъ замкнется только на мгновенье. Достигнуто это было самыми простыми средствами. Внутри стеклянной трубочки (черт. 4), наклеены двѣ

платиновые пластинки и на нихъ насыпанъ порошокъ. Эта трубочка помѣщается на пружинѣ, такъ что слабымъ ударомъ можно вызвать ея сотрясеніе и встряхнуть опилки. Автоматическаго встряхиванія опилокъ я достигаю слѣдующимъ расположеніемъ. Токъ отъ баттареи 2—6 вольтъ проводится послѣдовательно черезъ трубку съ порошкомъ и обмотку телеграфнаго релѣ \*); пока опилки находятся въ обыкновенномъ состояніи, въ цѣпи циркулируетъ токъ чрезвычайно слабый и якорь релѣ остается не притянутымъ, но какъ только до опилокъ достигнетъ электромагнитная волна, тотчасъ сопротивленіе всей цѣпи уменьшится, якорь релѣ притянется и замкнетъ побочную цѣпь звонка. Звонокъ тотчасъ же произведетъ ударъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ молоточекъ его встряхнетъ трубку съ опилками, вслѣдствіе чего цѣпь релѣ разомкнется, такъ какъ опилки опять перестанутъ хорошо проводить токъ, и якорь релѣ будетъ оттянутъ назадъ.

Такимъ образомъ мы имѣемъ возможность всякую волну, достигшую трубки, отмѣтить электрическимъ звонкомъ. Прежде всего я воспользовался своимъ приборомъ для того, чтобы рѣшить вопросъ, есть ли въ нашей атмосферѣ электрическія колебанія, а если есть, то какъ они часты и отъ какихъ причинъ зависятъ. Для этого, нужно присоединить къ прибору пріемникъ, — взять обыкновенный громоотводъ и довести его до зажима трубки. Для того чтобы имѣть возможность отмѣтить всякую волну, надо пустить въ ходъ какой нибудь пишущій аппаратъ. Для этого можно было бы взять медленно идущій телеграфный аппаратъ или же, какъ я сдѣлалъ, привести телеграфную ленту въ движеніе 12-часовымъ цилиндромъ, обыкновенно употребляющимся въ регистрирующихъ приборахъ Ринара и

\*) При изготовленіи кинше вкралась ошибка, а именно: конецъ обмотки правой вѣтви электромагнита долженъ быть соединенъ съ точкой вращенія якоря.

обыкновенное электромагнитное перо. Какъ только колебанія достигаютъ прибора, онъ ставитъ черточку на лентѣ. Такой приборъ былъ мною установленъ въ іюлѣ 1895 года въ Лѣсномъ Институтѣ. Моя задача была устроить приборъ постоянной чувствительности. Оказывается, что если рядомъ дѣйствуетъ звонокъ, то этого достаточно, чтобы вызвать волну и отмѣтку на лентѣ. Этимъ воспользовались, чтобы каждый день провѣрять чувствительность прибора.

Этотъ приборъ служить метеорологическимъ цѣлямъ и работаетъ уже болѣе 2-хъ лѣтъ. Потомъ этотъ приборъ былъ приспособленъ для опытовъ Гертца съ электрическими лучами.

Гертцъ построилъ приборы, которыми доказалъ возможность отраженія и преломленія электромагнитныхъ волнъ. Параболическій рефлекторъ Гертца имѣлъ высоту 2 метра, вибраторъ представлялъ два цилиндра 15 сантиметровъ длины при діаметрѣ 3 сант. У меня-же поставлены весьма маленькіе цилиндры, можетъ быть сантиметровъ пять, рефлекторъ имѣетъ въ высоту сантиметровъ сорокъ и представляетъ изъ себя цилиндрическо-параболическое зеркало. При дѣйствіи индукціонной спирали получается искра между цилиндрами въ маслѣ и двѣ искры внѣ масла у концовъ цилиндровъ. (Это добавленіе сдѣлано впервые Риги). Приборъ, которымъ я здѣсь пользуюсь, былъ также демонстрированъ въ Физико-химическомъ Обществѣ въ мартѣ 1896 г. Для опытовъ съ лучами надо, чтобы волны достигали до трубки только съ какой нибудь одной стороны, для чего приборъ скрытъ въ металлическомъ ящикѣ и электрическія волны могутъ проникнуть внутрь только чрезъ небольшое отверстіе, закрытое каучуковой пробкой при помощи пріемнаго цилиндра, находящагося внѣ ящика, но соединеннаго металлически съ одной изъ пластинокъ чувствительной трубки.



Этотъ пріемный цилиндръ, какъ и цилиндръ-вибраторъ, помѣщенъ въ фокусѣ цилиндрическо-параболическаго рефлектора. Установивъ оба рефлектора, можно наблюдать нѣкоторыя свойства Гертцевыхъ лучей. Заставимъ работать вибраторъ — на каждый разрядъ вибратора мы получимъ отвѣтный звонъ въ нашемъ приборѣ. Если мы на пути лучей, т. е. между рефлекторами, помѣстимъ тонкій металлическій листъ, то увидимъ, что волны будутъ задерживаться имъ; доски, картонъ, толстыя книги не задерживаютъ электромагнитнаго луча, тѣло человека—сравнительно хорошій проводникъ, всегда задерживаетъ лучи. Если мы на деревянной рамкѣ натянемъ рядъ параллельныхъ проволокъ и такую рѣшетку помѣстимъ на пути лучей, то убѣдимся, что рѣшетка задержитъ волны, если проволоки ея будутъ параллельны осямъ вибратора и пріемника; если линіи рѣшетки перпендикулярны имъ, то рѣшетка не задерживаетъ лучей; при косвенномъ положеніи рѣшетка только отчасти задерживаетъ лучи. Поставивъ рефлекторы, такъ чтобъ ихъ плоскости симметріи пересѣкались, легко можно показать отраженіе лучей отъ металлическихъ листовъ и отъ рѣшетки, если ея проволоки параллельны линіи разряда въ вибраторѣ, т. е. убѣдиться въ томъ, что если металлическій листъ и рѣшетка не пропускаютъ электромагнитныхъ лучей, то и не поглощаютъ ихъ, а только отражаютъ ихъ и даютъ имъ иное направленіе...

Имѣя приборъ, который я описалъ, въ рукахъ съ апрѣля 1895 г., было интересно опредѣлить, на какихъ разстояніяхъ возможно было этимъ приборомъ обнаружить электромагнитную волну. Лоджъ (въ Англіи 1894 г.) пытался достигнуть большихъ разстояній и достигалъ 60 ярдовъ. Съ тѣмъ приборомъ, который мы видѣли здѣсь, весной 1895 года, я перебрался изъ комнаты въ садъ дѣлать испытанія и тутъ первые эксперименты показали, куда

надо идти, — приборъ отвѣчалъ на разстояніи 30—40 саж. Въ теченіи цѣлаго года я не возвращался къ опытамъ на открытомъ воздухѣ и занимался различными испытаніями приборовъ въ лабораторіи. Осенью 1896 года дошли изъ Англіи газетныя свѣдѣнія, что Маркони подѣ руководствомъ Приса производитъ опыты сигнализациі помощью электромагнитныхъ волнъ и достигъ разстоянія до  $\frac{1}{2}$  мили. Съ какимъ приборомъ работалъ онъ — совершенно было неизвѣстно. Зимой 1896 г. Присъ дѣлалъ сообщеніе въ англійскомъ электротехническомъ обществѣ, показывая приборы, тѣ самые, какъ потомъ оказалось, которые здѣсь вы видѣли, но источникъ волнъ былъ поставленъ въ деревянномъ ящикѣ. На электрическую волну, выходящую изъ этого ящика, отвѣчалъ электрическій звонокъ въ другомъ, также закрытомъ ящикѣ, чрезъ большую аудиторію. Это все, что было извѣстно до іюня текущаго года. Присъ засвидѣтельствовалъ, что опыты имъ производились и сигналы достигали на разстояніи немного болѣе мили. Эти опыты относятся къ августу прошлаго года.

Спеціальныя журналы, дѣлавшіе догадки объ опытахъ Маркони, введенные быть можетъ въ заблужденіе, заявленіями, что приборы Маркони представляютъ новый открытый имъ способъ телеграфированія, высказывали сомнѣнія въ возможности пользованія чувствительной трубкой съ опилками для значительныхъ разстояній. Но я лично былъ убѣжденъ, что въ закрытыхъ ящикахъ Маркони былъ помѣщенъ приборъ аналогичный съ моимъ и потому съ марта этого года началъ готовить приборы для опытовъ передачи сигналовъ помощью электромагнитныхъ волнъ на большіи разстоянія. Два средства могутъ быть употреблены для достиженія большихъ разстояній: увеличеніе энергіи источника волнъ и увеличеніе чувствительности пріемника.

Если мы будемъ брать малые размѣры вибратора, то

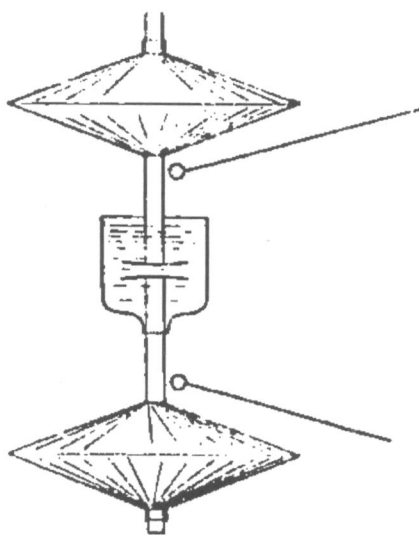
потенціальная энергія при зарядѣ его мала и увеличить ее мы не можемъ. Значить мы должны прежде всего увеличить размѣры частей вибратора и выбрать такой, въ которомъ при большой длинѣ искры, т. е. при значительной разности потенціаловъ въ первый моментъ разряда, легко сохранить колебательный характеръ послѣдняго. Теорія, работы другихъ наблюдателей и своя опытность указали на то, что самый первый вибраторъ, построенный Гертцемъ, долженъ обладать указанными свойствами и дать большое разстояніе. Вибраторъ этотъ имѣетъ шары около 30 сант. и между ними разрѣзанный стержень немного менѣе метра. Колебанія, возбужденныя въ такомъ вибраторѣ, не быстро затухаютъ, а потому можно въ немъ сдѣлать значительной длины искру и достигнуть значительной разности потенціаловъ въ началѣ колебанія, не опасаясь того, что разрядъ утратитъ колебательный характеръ.

Такой вибраторъ былъ испытанъ на большихъ разстояніяхъ сначала на дворѣ, но разстоянія оказались малы; пришлось производить опыты въ гавани на подвижномъ маленькомъ суднѣ и первые-же опыты показали возможность обнаруженія волнъ вполне отчетливо на разстояніи до 300 саж., а дальше могли быть обнаружены только наиболѣе энергичные разряды, случайно выдѣляющіеся среди болѣе слабыхъ.

Теперь, другая сторона—пріемникъ также можетъ служить средствомъ для увеличенія разстоянія. Сначала употреблялся въ чувствительныхъ трубкахъ порошокъ, но послѣ многихъ пробъ оказалось, что большей чувствительности можно достигнуть употребляя вмѣсто порошка мелкій стальной бисеръ, въ родѣ крупныхъ опилокъ. Бисеръ, какъ показалъ опытъ, далъ разстояніе въ 3 — 5 разъ большее, чѣмъ опилки, причемъ увеличеніе чувствительности произошло съ сохраненіемъ ея постоянства. Употребленіе би-

сера и увеличеніе вибратора дало разстояніе до 300 саж. съ маленькой спиралью, которая не могла дать искры при данныхъ условіяхъ болѣе 4 — 5 мм. Употребленіе слѣдующаго номера спирали сразу дало разстояніе болѣе версты. Если-же пріемникъ снабдить очень длиннымъ вертикальнымъ проводникомъ, что можно легко сдѣлать на суднѣ, то разстояніе, на которомъ волны будутъ дѣйство-

Черт. 5.



вать на пріемникъ, еще увеличится, такъ какъ, увеличивая длину пріемной проволоки, мы захватываемъ энергію съ большей части пространства. Есть и еще средства для увеличенія чувствительности пріемника, именно увеличеніе чувствительности релэ, употребляемаго въ цѣли съ чувствительной трубкой. Воспользовавшись и этимъ средствомъ, мы достигли на открытомъ мѣстѣ съ тѣмъ-же вибраторомъ разстояній, доходящихъ до 1½ версты.

Это были первые шаги. Устроивъ вибраторъ, способный запасать еще большую первоначальную энергію, можно было достигнуть еще большихъ разстояній. Вмѣсто шаровъ на концахъ стержня были укрѣплены диски перпендикулярные стержню; для прочности они сдѣланы въ видѣ двухъ абазуровъ (черт. 5), сложенныхъ выѣстъ; это увеличило

электрическую емкость. Разстояніе между дисками осталось прежнее, діаметры ихъ менѣ метра. Обыкновенные индукціонныя катушки позволяютъ увеличивать длину разрядной искры, но колебательный разрядъ пропадаетъ, потому что сопротивленіе длинной искры велико. Если мы вмѣсто маленькихъ шпилокъ, въ мѣстѣ перерыва стержня вибратора, поставимъ диски около 10 сантим. въ діаметр., то получится родъ конденсатора, который не будетъ мѣшать колебательному разряду, потому что послѣ образованія искры между этими пластинками не будетъ большой разности потенціаловъ, но въ первый моментъ энергія этого конденсатора будетъ выдѣлена въ искрѣ и уменьшитъ ея сопротивленіе.

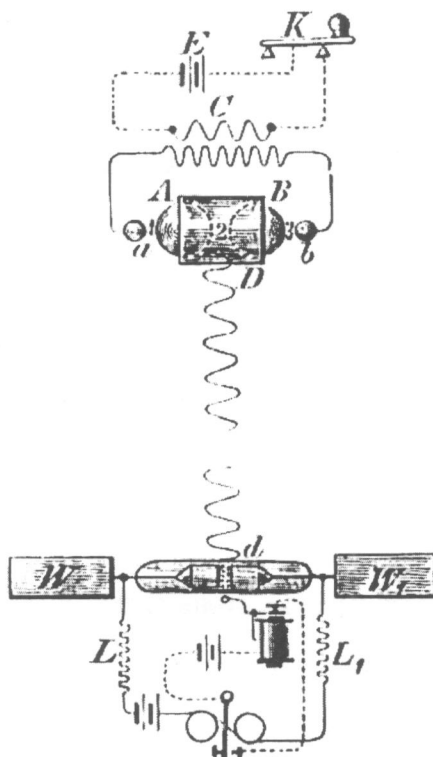
Это прибавленіе дало намъ такіе результаты. Вибраторъ былъ поставленъ на берегу моря, пріемникъ на катерѣ съ мачтой около 4-хъ саж., на этой мачтѣ была подвѣшена проволока, ведущая къ пріемнику. Такимъ манеромъ можно было получить достаточно большую энергію; уходя отъ вибратора, замѣчали предѣльное разстояніе, на которомъ всѣ волны сопровождаются дѣйствіемъ пріемника. Оказалось, что съ большимъ вибраторомъ можно дойти до 3 верстъ. Сейчасъ-же можно было увеличить разстояніе, взявъ болѣе высокую мачту. При высотѣ ея около 8—9 саженой (на большомъ суднѣ) достигнуто разстояніе въ 5 верстъ.

Такъ какъ нами была поставлена задача опредѣлить прежде всего, на какія разстоянія можно посылать достоверные сигналы, то самые опыты велись въ такомъ порядкѣ: по знаку флагомъ съ катера на берегу производили три отдѣльные разряда и замѣчали всѣ-ли разряды достигли до пріемника: подъ предѣльнымъ разстояніемъ я подразумѣваю разстояніе, на которомъ пріемникъ работаетъ безъ пропуска. Эти опыты повторялись многократно, постоянство чувствительности многократно опредѣлялось

и всегда опредѣленный размѣръ искры давалъ одни и тѣ-же разстоянія.

Опыты наши производились на средства Морского Министерства. Большая часть испытаній произведена на Минномъ отрядѣ въ Транзундѣ ассистентомъ Миннаго Офицерскаго Класа Петромъ Николаевичемъ Рыбкинымъ при помощи минныхъ офицеровъ отряда.

Черт. 6.



Наши опыты были подготовлены къ началу кампаніи, а въ іюнѣ мѣсяцѣ появились публикаціи о приборѣ Маркони. Все, что имѣлось у насъ, содержится и въ приборѣ Маркони. Вибраторъ Маркони взялъ другой. Онъ состоитъ изъ двухъ шаровъ, которые близко сходятся. Два перерыва, которые имѣлись въ этомъ приборѣ, имѣлись и у насъ. Между двумя шарами происходитъ разрядъ. Слѣдовательно, по сравненію съ Гертцевскимъ вибраторомъ въ этомъ уничтоженъ промежуточный проводникъ. Это сдѣлалъ Риги умышленно, его цѣль была получить какъ

можно меньшіе размѣры колебаній и малую длину волны. Маркони остановился на вибраторѣ Риги, какъ самомъ лучшимъ.

Схема опытовъ Маркони здѣсь начерчена (черт. 6), и вы видите полную тождественность составныхъ частей съ нашимъ приборомъ. Въ приѣмной части оказался приборъ *d* съ порошкомъ, но иной формы. Здѣсь не двѣ пластинки, а два маленькихъ цилиндра, пространство между которыми заполнено порошкомъ. Діаметръ этихъ цилиндровъ одинаковъ съ внутреннимъ діаметромъ трубки. Порошекъ онъ взялъ никелевый, который, по нашимъ опытамъ, какъ будто не лучше и не хуже желѣзнаго. Чувствительность прибора Маркони немного больше. Мы не шли далеко въ чувствительности приѣмника, потому-что, имѣя дѣло съ атмосфернымъ электричествомъ, мы видѣли, что приѣмникъ часто дѣйствуетъ по цѣлымъ часамъ отъ атмосферныхъ разрядовъ. Затѣмъ онъ выкачалъ воздухъ изъ трубки, что было естественно сдѣлать и что приходило въ голову и намъ. Но въ позднѣйшихъ статьяхъ онъ говорить, что можно дѣйствовать и безъ пустоты. Вся остальная часть какъ и у насъ. Здѣсь батарея, ведущая токъ черезъ трубку и контактъ въ опилкахъ, замыкается черезъ обмотку релэ. Затѣмъ далѣе побочная цѣпь содержитъ молоточекъ, въ которомъ нѣтъ ничего особеннаго. Всѣ остальные части тѣ-же самыя, что и у насъ, за исключеніемъ никелевыхъ опилокъ и пустоты. На чертежѣ поставлены катушки  $L$  и  $L_1$ , чтобы случайныя колебанія, происшедшія отъ искры въ перерывахъ релэ и звонка ослаблялись катушками съ самоиндукціей и не достигали чувствительной трубки. Мы этой цѣли достигли вставленіемъ трубки между обмотками релэ.

Маркони пользуется явленіемъ резонанса. Если мы имѣемъ два тѣла, способныя звучать въ унисонъ, то колебанія въ воздухѣ, произведенныя однимъ, могутъ вы-



звать звучаніе втораго тѣла. Такъ какъ всякому проводнику присуще свое собственное колебаніе опредѣленнаго періода, то можно подобрать пріемникъ такого размѣра, чтобы его колебанія отвѣчали колебаніямъ вибратора. Мы пытались въ своихъ опытахъ воспользоваться резонансомъ, но онъ мало помогалъ. Мы усиливали вибраторъ тѣмъ, что получали предѣльныя длины искры. Если-же уменьшить разрядное разстояніе, то колебанія бу-

Черт. 7.



дутъ затухать медленнѣе и резонансъ выразится рѣзче. У Маркони разстояніе между шарами невелико, около миллиметра. Слѣдовательно, начальная энергія его вибратора, сравнительно, мала, но зато легко можно увеличить разстояніе, на которомъ дѣйствуетъ пріемникъ, пользуясь резонансомъ, въ этомъ я также вижу отлічіе опытовъ Маркони по сравненію съ нашими. На прилагаемомъ чертежѣ указана схематическая карта мѣстности, гдѣ производились опыты Маркони, которые производились также



на морѣ. На картѣ показаны мѣста приборовъ Маркони и разстоянія. Это наибольшее разстояніе опытовъ Маркони. Присъ говоритъ, что онъ, увеличивая размѣры вибратора, достигалъ большихъ разстояній, до 14 км. Здѣсь же указаны чертами мѣста опытовъ Приса съ параллельными проводниками.

Вотъ все, что было до сихъ поръ опубликовано Маркони.

Сравнительные результаты и сравнительная исторія нашихъ опытовъ и опытовъ Маркони, уже теперь позволяютъ мечтать о дальнѣйшемъ развитіи этого дѣла и о практическихъ примѣненіяхъ его въ военно-морскомъ и военномъ дѣлѣ на сушѣ, а также въ помощь маячнымъ свѣтовымъ и звуковымъ сигналамъ, такъ какъ электромагнитныя волны не задерживаются ни туманомъ, ни бурей.

Теперь остается только демонстрировать приборъ въ связи съ телеграфомъ. Вопросъ состоитъ только въ подборѣ элементовъ, вибратора, молоточка, сопротивленія обмотокъ телеграфа и т. д. Все это надо подобрать. Всякая волна дѣлаетъ точку на телеграфной лентѣ, но одними точками дѣйствовать нельзя, надо чтобы вибраторъ дѣйствовалъ періодически. 5, 10, 15 точекъ дадутъ черту и сигнализациія становится возможною.

Здѣсь собранъ приборъ для телеграфированія. Связной телеграммы мы не сумѣли послать, потому что у насъ не было практики, всѣ детали приборовъ нужно еще разрабатывать.

Въ заключеніе остается сказать, что слишкомъ легкіе первые шаги въ этомъ дѣлѣ позволяютъ надѣяться и на значительныя увеличенія разстояній.

*А. С. Поповъ.*

