

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ, издаваемый VI Отдѣломъ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Система Кальмана для контролирования состоянія изоляціи электрическихъ установокъ на основаніи утечки.

При современномъ развитіи вопроса электрической передачи отъ центральныхъ станцій на большія расстоянія и стремленіи замѣнять многіе отдѣльные кабели нѣсколькими болѣе толстыми магистральными кабелями съ цѣлью уменьшенія расходовъ, вопросъ о сохраненіи изоляціи кабелей въ хорошемъ состояніи приобретаетъ все большее значеніе. При употребляемыхъ теперь высокихъ напряженіяхъ еще болѣе необходимо имѣть возможность непрерывно контролировать состояніе изоляціи сѣти. Всѣ существующіе способы измѣренія изоляціи и нахождения мѣстъ поврежденія примѣнимы почти исключительно къ отдѣльнымъ проводамъ для современныхъ же сложныхъ способовъ распределенія и для многопроводныхъ системъ, они имѣютъ частью только научный интересъ въ виду связанныхъ съ ними расчетовъ, для быстрыхъ же испытаній на практикѣ малопримодны. Всѣ эти способы совершенно непримѣнимы для испытанія изоляціи установокъ у абонентовъ, находящихся постоянно подъ токомъ, если не считать способа омметра, который за послѣднее время былъ распространенъ и на переменные токи. Для этой цѣли въ самое послѣднее время заводомъ Allgemeine Electricitats-Gesellschaft построенъ приборъ для измѣренія изоляціи установокъ переменнаго тока, входящейся подъ токомъ. Этотъ приборъ мы опишемъ отдѣльно въ одномъ изъ слѣдующихъ №№ „Электричества“.

Къ числу наиболѣе простыхъ способовъ измѣренія изоляціи отдѣльныхъ установокъ относится способъ вольтметра, состоящій, какъ извѣстно, въ томъ, что соединяютъ попеременно оба полюса черезъ вольтметръ большого сопротивленія съ землей. Разность полученныхъ при этомъ двухъ показаній вольтметра и даетъ степень изоляціи линий, но очевидно не даетъ точной величины для сопротивленія изоляціи. Точно же эта величина можетъ быть найдена путемъ вычисленія на основаніи слѣдующихъ формулъ:

$$W_+ = \frac{\rho [E - (\alpha_1 + \alpha_2)]}{\alpha_2} \text{ омъ по отношенію къ землѣ}$$

$$W_- = \frac{\rho [E - (\alpha_1 + \alpha_2)]}{\alpha_1} \text{ " " " " " "}$$

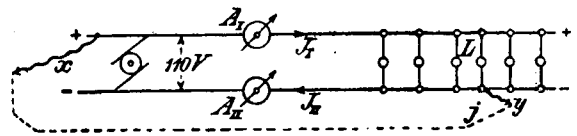
Тутъ ρ —сопротивленіе вольтметра, α_1 и α_2 —найденныя напряженія по вольтметру, при соединеніи положительнаго провода черезъ вольтметръ съ землей и затѣмъ отрицательнаго провода. E —есть рабочее напряженіе линіи. Этотъ способъ не примѣнимъ въ случаѣ существованія нѣсколькихъ мѣстъ поврежденія одновременно.

Въ противоположность этому и другимъ общезвѣст-

нымъ способамъ измѣренія изоляціи, способъ Кальмана имѣетъ большія преимущества и поэтому ему предостоятъ широкая будущность.

Способъ Кальмана *) основанъ на непосредственномъ измѣреніи тока, уходящаго изъ данной цѣпи въ землю и не зависитъ ни отъ нагрузки сѣти, ни отъ числа другихъ поврежденій той же цѣпи, кромѣ измѣряемаго.

Основная идея системы заключается въ слѣдующемъ (фиг. 1). Предположимъ, что въ оба провода сѣти включаются два амперметра A_I и A_{II} . Пусть число горя-



Фиг. 1.

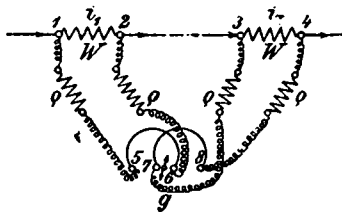
щихъ лампъ L вызываетъ силу тока въ Y амперь. Если бы въ цѣпи не было другихъ источниковъ потребления тока, кромѣ лампъ L , то оба амперметра A_I и A_{II} показали бы точно Y амперь. На самомъ же дѣлѣ существуетъ утечка, напр. въ точкѣ y на отрицательномъ проводѣ и вторая въ какой-либо другой точкѣ внѣ установки, напр. въ x на положительномъ проводѣ. Въ такомъ случаѣ токъ j уходящій въ землю направится изъ x въ y по нѣкоторой линіи, изображенной пунктиромъ. Этотъ токъ утечки j , напр. въ $1/50 = 0,02$ ампера (соотвѣтственно сопротивленію утечки въ 5.000 омъ при 100 вольтахъ рабочаго напряженія), суммируется съ токомъ въ отрицательномъ проводѣ. Такимъ образомъ, при $Y = 100$ амперь, амперметръ A_{II} долженъ показать $Y_{II} = 100 + 0,02 = 100,02$ ампера, амперметръ же A_I покажетъ всего $Y_I = 100$ амперь. Разница между показаніями амперметровъ A_{II} и A_I , равная $Y_{II} - Y_I = 0,02$, равна силѣ тока j , ушедшаго въ землю.

Но, какъ мы видимъ, замѣчать такую разницу въ показаніяхъ обоихъ амперметровъ практически не возможно, поэтому и пришлось взять, вмѣсто двухъ приборовъ, лишь одинъ съ дифференціальной обмоткой, который бы прямо указывалъ желаемую разность.

На фиг. 2 представленъ способъ дифференціальной обмотки, примѣнимый для даннаго случая. Въ измѣряемый проводъ, между 1 и 2, а также между 3 и 4 включены равныя сопротивленія W . Точки 1 и 2 соединены черезъ особыя сопротивленія $\rho\rho$ съ одной обмоткой 5,6, а точки 3 и 4 также черезъ сопротивленія $\rho\rho$ соединены съ другой обмоткой 7,8 дифференціального гальванометра g (напр. милливольтметра съ двумя обмотками). Пусть для части 1, 2 мы измѣримъ токъ въ i_1 амперь, для части же провода 3, 4—токъ въ i_2 амперь,

*) Elektrot. Zeitschr., 1898, NN. 41 и 42.

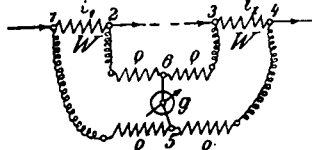
т. е. пусть на приборѣ g получилось отклоненіе въ α° , соответствующее разности токовъ $i_1 - i_1$. Тогда разность $i_1 - i_1$ непосредственно соответствуетъ току, от-



Фиг. 2.

нтому у провода на пути отъ 2 въ 3; если же на этомъ участкѣ 2, 3 нѣтъ источниковъ потребления, то эта разниця равна силѣ тока, ушедшаго въ землю на пути 2, 3, по причинѣ какихъ-либо поврежденій этого участка линіи.

Вмѣсто дифференціального измѣрительнаго прибора можно пользоваться способомъ двойного мостика Томсона; въ этомъ способѣ дифференцірование токовъ производится не приборомъ, а самымъ способомъ включенія измѣрительнаго прибора, который въ данномъ случаѣ снабженъ только одной обмоткой. Этотъ способъ изображенъ на фиг. 3, на которой всѣ обозначенія аналогичны приведеннымъ на фиг. 2. Если токъ i_1 равенъ току i_2 , то приборъ не даетъ отклоненія, такъ какъ потенциалы точекъ 5 и 6 одинаковы. Отклоненіе гальванометра g соответствуетъ, какъ и раньше, потребленію тока или утечкѣ тока на пути 2, 3.



Фиг. 3.

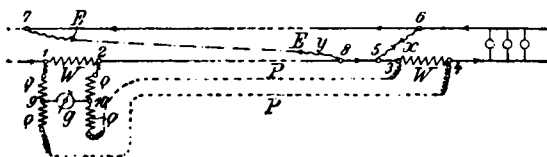
При этомъ необходимо отмѣтить особенность описаннаго способа.

Обыкновенно способъ двойного мостика основанъ на сравненіи различныхъ сопротивленій (W_1 и W_2) при существованіи одного и того же тока, протекающаго черезъ эти сопротивленія. Въ способѣ же Кальмана измѣреніе производится при равенствѣ обоимъ сопротивленій W , тогда какъ различіе обоихъ токовъ i_1 и i_2 въ данномъ случаѣ и служитъ мѣрой утечки. Двойной мостикъ служитъ, такимъ образомъ, въ способѣ Кальмана для сравненія силъ токовъ, а не какъ обыкновенно для сравненія сопротивленій.

Кальманъ приводитъ слѣдующіе главные случаи примененія своего способа:

- а) для одного провода (фиг. 4);
- б) для случая желѣзнодорожныхъ рельсовъ (фиг. 5);
- в) въ двухпроводной системѣ для измѣренія общей земли (фиг. 6);
- г) въ трехпроводной системѣ (фиг. 7);
- е) въ двухпроводной системѣ передачи на большое расстояние, для опредѣленія отдѣльныхъ поврежденій магистралей и проводовъ подстанцій (фиг. 8).

Въ представленномъ на фиг. 4 случаѣ измѣреніе



Фиг. 4.

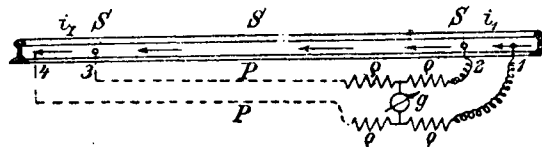
возможно только у одного провода, а именно у положительнаго.

Для измѣренія включаютъ въ начало измѣряемаго провода, между точками 1 и 2, постоянное сопротив-

леніе W и вполне равное ему сопротивленіе W въ концѣ измѣряемаго провода, между точками 3 и 4. Допускаемъ, что на участкѣ 2, 3 данной магистраліи нѣтъ источниковъ потребления тока. Если измѣряемый проводъ обладаетъ безукоризненной изоляціей, то токъ протекающій черезъ сопротивленіе W у 1, 2 точно равенъ току, протекающему черезъ сопротивленіе W у 3, 4. Точки 3 и 4 соединяются особыми контрольными проводами P, P черезъ сопротивленія pp въ точкахъ 9 и 10 съ гальванометромъ g , который съ другой стороны соединенъ черезъ сопротивленія pp съ точками 1 и 2; т. е. способъ включенія гальванометра g вполне аналогиченъ изображенному на фиг. 3. При безукоризненной изоляціи магистраліи между точками 2, 3 гальванометръ g не покажетъ отклоненія. Положимъ, что въ одной или многихъ точкахъ есть поврежденіе, напр. у точки 5 есть утечка въ x амперъ, происшедшая напр. въ силу соприкосновенія точки 5 съ другимъ проводомъ въ точкѣ 6; кромѣ того, въ точкѣ 8 есть еще одно поврежденіе, черезъ которое протекаетъ y амперъ и черезъ землю входитъ въ точку 7 другого провода. Тогда черезъ W у 1, 2 протекаетъ токъ въ $i + x + y$ амперъ, тогда какъ между 3 и 4 протекаетъ лишь токъ въ i амперъ. Приборъ g покажетъ непосредственно разницю въ $y + x$ амперъ, независимо отъ того, какъ великъ токъ i . Если бы мы вмѣсто милливольтметра g включили сигнальное релѣ, то при установкѣ его на опредѣленную величину, релѣ автоматически указывало бы утечку.

Это самый простой случай измѣренія, встрѣчающійся въ практикѣ. Сопротивленія p могутъ быть сравнительно малы по причинѣ того, что разниця въ напряженияхъ точекъ 3 и 2 происходитъ лишь отъ омическаго паденія напряженія въ этомъ проводѣ; эти сопротивленія должны лишь выравнивать сопротивленіе контрольныхъ проводовъ. Подобный способъ измѣренія у одного провода можетъ применяться при всякой центральной станціи, въ которой изоляціи каждаго полюса должна быть измѣряема независимо отъ другого. Для другого полюса должно быть устроено совершенно аналогичное приспособленіе. Кромѣ того, этотъ способъ можетъ применяться въ случаѣ, когда изоляціи другого полюса не играетъ никакой роли, напр. при измѣреніи изоляціи верхняго провода трамваевъ въ томъ случаѣ, когда возвратъ тока производится черезъ рельсы и магистральные кабели, соединенные и безъ того съ землей.

Для измѣренія изоляціи рельсовъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ, приборъ включается по схемѣ, изображенной на фиг. 5. Такъ какъ въ данномъ случаѣ



Фиг. 5.

для измѣренія не пользуются землей, то эта система совершенно не зависитъ отъ потенциала земли и служитъ поэтому, какъ для измѣренія хорошо изолированныхъ рельсовъ, такъ и лежащихъ непосредственно на землѣ. Зависимость потенциала измѣряемаго рельса отъ земли не имѣетъ никакого вліянія на данное измѣреніе, такъ какъ величина утечки опредѣляется разностью двухъ токовъ.

При измѣреніяхъ у рельсовъ жел. дорогъ главная дѣль заключается въ опредѣленіи величины блуждающихъ токовъ, уходящихъ изъ рельсовъ въ землю. Въ данной системѣ опредѣленные куски рельсовъ играютъ роль сопротивленій W . На фиг. 5 токъ течетъ по рельсу въ направленіи стрѣлокъ и проходитъ при этомъ по опредѣленному куску рельса, напр. въ 30 метр. длиной, между точками 1 и 2, причемъ сила тока пусть равняется i , амперъ. Въ части рельса, равной также 30 м. между точками 3, 4, расположенной на нѣкоторомъ раз-

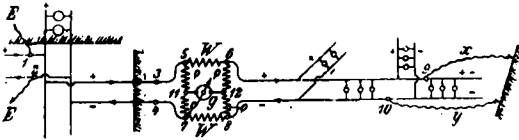
стоянии дальше (несколько километров), пусть сила тока равна уже только i_1 ампер. Следовательно, на пути от 2 до 3 в землю (через трубопровод и пр.) ушел ток в $i_1 - i_1$ ампер. Этот блуждающий ток и измеряется, как и раньше, прибором g . Включение прибора то же, как и раньше. Кальман приводит следующую примечательную для показаний степени его точности. Сопротивление 1 километра рельса равно 0,007 ома. Поэтому сопротивление каждого из указанных кусков рельса в 30 метр. равно $\frac{30}{1000} \cdot 0,07 =$

$= 0,00021$ ома. При токе $i_1 = 100$ ампер, между точками 1 и 2 получается падение напряжения в 0,021 вольта. Если на пути 2, 3 происходит утечка, напр. в 20 ампер, то сила тока между 3 и 4, т. е. $i_1 = 80$ амп., а падение напряжения между 3 и 4 будет равно $80 \times 0,00021 = 0,0168$ вольта. Прибор g должен, таким образом, показать утечку, соответствующую $0,021 - 0,0168 = 0,0042$ вольта. При сопротивлении контрольных проводов, включая и сопротивления ρ в 100 Ω , через прибор g протекает ток в

$$\frac{0,0042}{200 \times 2} = 0,0000105 = 10^{-5} \text{ ампер.}$$

При чувствительности гальванометра g (гальванометр Вестона) в $1^\circ = 2^{-6}$ ампера, для указанных выше 20 ампер, мы получим отклонение в 5° ; употребив же зеркальный прибор Д'Арсоналя, получим отклонение в 10 раз больше.

На фиг. 6 представлен способ измерения для случая двухпроводной сети, причем желательнее измерить



Фиг. 6.

изоляция установки абонента, присоединенного к этой сети. Прибор включается, например, при входе к абоненту. Между 5, 6, а также 7 и 8 находятся два равных сопротивления W . В одной сети могут быть где-либо повреждения, напр. в 1 и 2, и пусть повреждение y_- — будет больше по величине. Пусть у абонента существует повреждение x_+ , напр. в точке 9 большее, чем в точке 10, то этот ток по пути через землю войдет в отрицательный провод линии, и ток в 5, 6 будет больше тока в 7, 8 на величину этой утечки.

При употреблении гальванометра Вестона с непосредственным отсчитыванием, получилась чувствительность приблизительно в 1° при повреждении в 10.000 Ω , что вполне достаточно для данного случая, так как цель измерения не заключается в нахождении точного сопротивления изоляции, как при присоединении нового абонента, но лишь в возможности определять постоянно или же автоматически состояние изоляции данной установки, находящейся под током, путем непосредственного отсчета тока утечки. При этом, как видим, нет надобности выключать установку или вообще чем-нибудь нарушать ее нормальную работу. Значительно более точное измерение степени изоляции установки может быть достигнуто в этой системе при употреблении зеркального гальванометра.

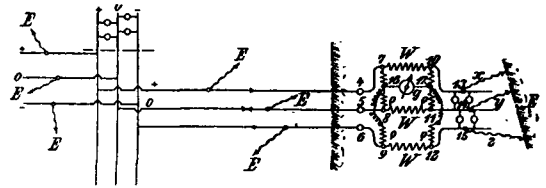
В установках же абонентов во время работы показание прибора необходимо лишь тогда, когда изоляция упала ниже определенного предела, напр. когда ее сопротивление равно всего только нескольким сотням или тысячам ом, так как только тогда наступают повреждения. Устройство подобного измерительного приспособления для домовых установок может быть произведено следующим образом.

Если хотя бы измерять изоляцию только временами, то снабжать данный ввод к абоненту двухполюсным выключателем, который в замкнутом состоянии замыкает коротко оба сопротивления W ; открыванием же выключателя включают прибор в цепь абонента, ток проходит через оба сопротивления W и прибор g дает отсчет, соответствующий состоянию изоляции данной установки. Если же необходимо постоянное или автоматическое измерение, то оба сопротивления W должны быть постоянно включены в магистраль данной установки, подобно главным предохранителям. Прибор дает отклонение, а при некоторой величине последнего замыкается автоматически особый сигнальный контакт.

Если прибор соединен только с одним из сопротивлений W , напр. 5, 6, соединение же с 7 и 8 прервано, то прибор g , на основании метода относительного измерения силы тока, даст величину расхода тока в данной установке, что при больших установках, напр. театрах, имеет некоторое значение.

При этом следует еще обратить внимание на одно преимущество данного способа. Допустим, что как в положительном, так и отрицательном проводах, как установки абонента, так и уличной сети, случайно образовались совершенно равные повреждения. При этом исключительном совпадении этих повреждений, прибор g не покажет отклонения; но и в данном случае путем простого опыта можно определить состояние данной установки. Для этого следует лишь включить во время измерения на один момент сравнительно малое сопротивление, напр. несколько сот ом между одним или другим полюсом и землей. Наибольшее из отклонений прибора g и должно быть принято за меру состояния установки; ибо если напр. утечка в уличной сети во время измерения не очень велика, или больше у того полюса, изоляция которого в установке абонента также хуже; если, следовательно, и в этом случае утечка в силу незначительной разности напряжений не велика, то очевидно не для всякого случая утечка будет незначительной. Стоит лишь изменить утечку свою величину или полярность, как повреждение установки может стать уже опасным, каковая опасность в другом случае могла бы и не существовать.

На фиг. 7 представлен способ включения прибора для случая трехпроводной системы. Способ основан

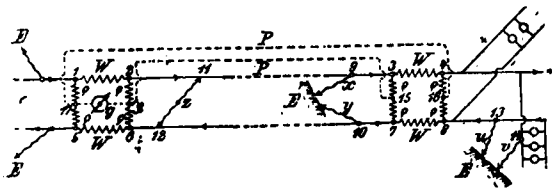


Фиг. 7.

в данном случае на следующем. Пусть в провод $+$ проходит ток i_+ , а в провод $-$ ток i_- , тогда через средний провод протекает сила тока $i_+ - i_- = i_0$. Ток i_0 , протекающий через сопротивление W в среднем проводе между 8 и 11 должен был бы, при отсутствии повреждений в изоляции, равняться точно величине $i_+ - i_-$. Гальванометр g при соединении только с 7, 10 указал бы ток i_+ ; если наоборот соединить же его только с 9, 12, то он указал бы ток i_- ; при совместном (фиг. 7) включении гальванометр укажет разность $i_+ - i_-$. При отсутствии повреждений он не покажет отклонения, так как ток $i_+ - i_-$ в приборе сложится с обратным током в среднем проводе, равным по величине также $i_+ - i_-$, но обратного с ним направления. При существовании же утечки, напр. в точке 13 ве-

личины в x амперъ, приборъ покажетъ отклоненіе въ $i_+ + x - i_- - i_0 = x$ амперъ.

На фиг. 8 представленъ случай контролирования раз-



Фиг. 8.

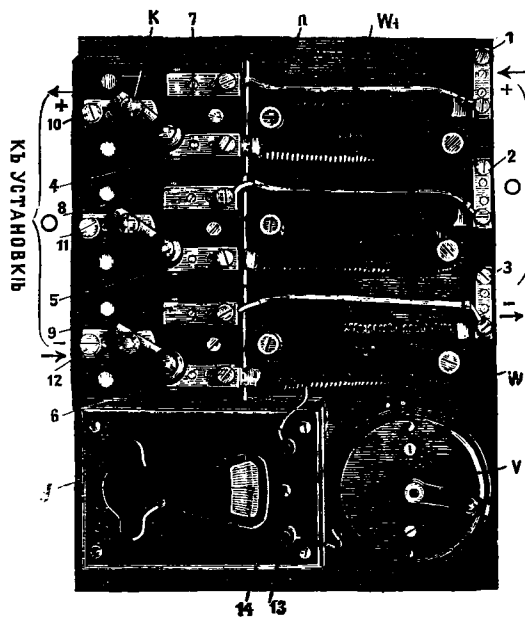
личныхъ частей, лежащихъ одна дальше другой въ двухпроводной цѣпи. Этотъ способъ применимъ, напр., къ контролированію состоянія передачи на большое разстояніе при помощи подстанцій. Станція находится слѣва отъ точекъ 1, 5, гдѣ начинаются магистрали. Способъ включенія гальванометра аналогиченъ предыдущимъ, съ той лишь разницей, что для возможности контролировать отдѣльно состояніе всѣхъ частей сѣти въ нее дальше включены между 3, 4 и 7, 8 еще другія сопротивленія W , равныя первымъ.

Точки 15, 16 соединены контрольными проводами P , P съ точками 17, 18. Отъ точекъ 4, 8 начинается распределительная сѣть подстанцій. Указанное расположение позволяетъ дѣлать самыя различныя измѣренія. Соединяя гальванометръ черезъ контрольные провода только съ точками 15, 16, при разъединеніи его съ сопротивленіями W у 1, 2 и 5, 6, мы можемъ измѣрять утечки, происходящія только въ распределительной сѣти вправо отъ 4, 8, наприм. утечки u у 13 и v у 14. При одновременномъ же соединеніи точекъ 17, 18 и 15, 16 съ гальванометромъ согласно схемѣ, можно измѣрять утечки въ самой линіи, т. е. между 2, 3 и 6, 7, такъ какъ приборъ указываетъ разность общей утечки для точекъ 17, 18 и утечки въ сѣти подстанцій 15, 16; такимъ образомъ наблюдаемъ утечки въ линіи у 9 и 10. Указаннымъ способомъ можно измѣрять также утечки вблизи точекъ и однимъ приборомъ изслѣдовать различныя части многоверстной передачи съ произвольнымъ числомъ подстанцій. При этомъ безразлично, будутъ ли это поврежденія въ кабеляхъ или поврежденія въ установкахъ въ силу соединенія какихъ-либо проводовъ, поломки изоляторовъ воздушной линіи и пр.

Для измѣреній по способу Кальмана компания Europan Weston Electrical Instrument Co., въ Берлинѣ построила особый приборъ, изображенный на фиг. 9. На общей доскѣ собраны сопротивленія W_+ , W_0 , W_- , которыхъ сопротивленія для каждаго равны около 0,8 Ω и выдерживаютъ на короткое время каждый силу тока въ 25 амперъ. Эти сопротивленія включены между зажимами: одно — между 1, 4, другое — между 2, 5 и третье — между 3, 6. Если переключатели K стоятъ на контактахъ 4, 5 и 6, тогда токъ проходитъ черезъ сопротивленія W , при включеніи прибора напр. въ домовую установку. Къ концамъ сопротивленій W черезъ сопротивленія ρ (которыя не видны на фиг. 9, такъ какъ они помѣщены подъ доской) включенъ гальванометръ g , согласно фиг. 7. Когда измѣреніе окончено, то рукоятки K ставятъ на контакты 7, 8, 9 и токъ не проходитъ больше черезъ сопротивленія W ; для того, чтобы при этомъ освѣщеніе не прерывалось, устроены особыя мѣдныя соединенія n , черезъ которыя токъ и проходитъ, минуя сопротивленія W . Гальванометръ g при этомъ остается включеннымъ въ цѣпь, но онъ не даетъ отклоненія, такъ какъ сопротивленія W выключены. Чтобы выравнивать нѣкоторую разницу сопротивленій ρ , въ этомъ приборѣ приспособлено особое сопротивленіе V , включенное въ цѣпь гальванометра, дающее возможность установить гальванометръ точно на нуль. Приборъ g — есть гальванометръ Вестона съ внутреннимъ сопротивленіемъ въ 250 Ω и чувствительностью въ $1^\circ = 0,0000025$ ампера.

Каждое изъ сопротивленій ρ обладаетъ круглымъ числомъ 900 Ω сопротивленія; всѣ сопротивленія ρ и W

точно сравнены между собой. При этихъ условіяхъ чувствительность прибора была больше 10.000 Ω или $1/100$ ампера; т. е. поврежденіе при сопротивленіи изоляціи



Фиг. 9.

по отношенію къ землѣ = 10.000 Ω , или соответствующая ему утечка тока въ $1/100$ ампера (при 105 вольтъ напряженія каждой половины трехпроводной сѣти) даетъ отклоненіе прибора въ 1° . Дробная часть одного градуса шкалы также легко замѣтна; для данныхъ измѣреній можно принимать, что величина отклоненія точно пропорціональна силѣ тока утечки, такъ какъ поле шкалы всего только въ 10° (около 1.000—10.000 Ω). Сопротивленіе ниже 1.000 Ω (или больше 10° отклоненія) уже такого сорта, при которомъ токъ долженъ быть сейчасъ же прерванъ для точнаго опредѣленія мѣста поврежденія. Можно однако опредѣлить это мѣсто поврежденія, не прибѣгая къ полному выключенію установки, путемъ послѣдовательнаго выключенія отдѣльныхъ частей ея, наблюдая при этомъ, когда пропадетъ сильное отклоненіе прибора g , чтобы такимъ образомъ выключить поврежденіе. Зеркальнымъ гальванометромъ Д'Арсонваля можно, какъ было сказано выше, повысить чувствительность и измѣрять сопротивленія нѣсколько выше, чѣмъ до 100.000 Ω . Въ этой чувствительности, впрочемъ, обыкновенно нѣтъ надобности; гораздо важнѣе при возникновеніи опасности получить сигналъ. Сигнальное релѣ, на подобіе гальванометра Вестона, должно функционировать лишь при 1.000 Ω .

Итакъ, преимуществу данного способа заключается въ возможности: 1) непосредственнаго указанія соединенія съ землей въ видѣ тока утечки, 2) при этомъ независимо отъ потенциала земли, 3) независимо отъ высоты рабочаго напряженія, 4) отъ нагрузки измѣряемой цѣпи и соприкасающихся съ ней цѣпей, и 5) независимо отъ поврежденій, гдѣ бы они ни существовали, причемъ показанія получаются въ абсолютныхъ единицахъ силы тока утечки.

Такимъ образомъ, измѣренія по способу Кальмана характерно отличаются отъ другихъ; въ этомъ способѣ поврежденіе измѣряется не какъ сопротивленіе изоляціи провода по отношенію къ землѣ въ омъ, а въ видѣ силы тока, уходящаго въ землю черезъ изоляцию провода, арматуру или другое какое-либо поврежденіе и это измѣреніе производится въ амперахъ.

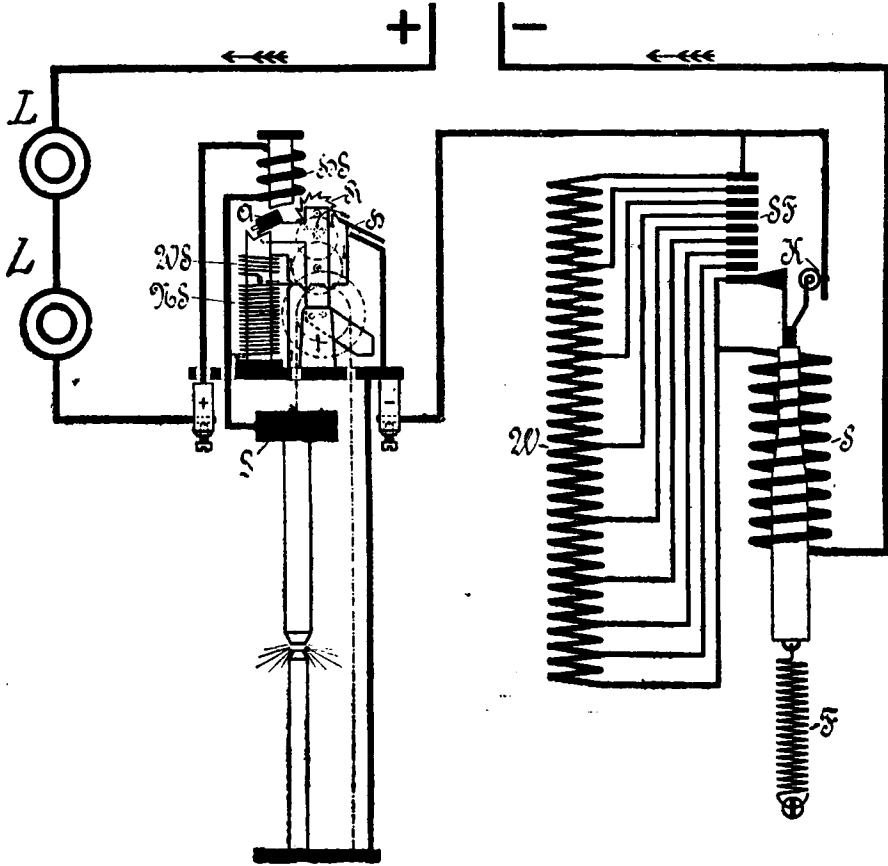
Последовательное включение 3-х дифференциальных ламп при напряжении в 110 вольт.

Как известно, для получения равномерного света в дуговых лампах постоянного тока приходится в цепь каждой группы последовательно включенных ламп включить добавочное сопротивление, которое понижает напряжение в цепи на 25—30% и поглощает бесполезно около 30% энергии, превращая ее в теплоту.

возможности быстрого уничтожения колебания напряжения цепи помощью изменения длины дуги, дает возможность обойтись без добавочного сопротивления и включать в цепь с напряжением в 110 вольт последовательно 3 лампы.

Механизм этой лампы состоит из системы зубчатых колес с большой передачей, приводимых в движение, помощью цепи, в восемь θ (фиг. 10) верхнего угледержателя. Особенно чувствительная регулировка достигается включением шунтового электромагнита. На фиг. 10 буквами L и L схематически обозначены остальные лампы той же цепи.

Ток, вступив в лампу через положительный зажим, проходит через обмотку главной катушки NS, подводится к углям посредством гибкого провода и от них идет к отрицательному зажиму. Ток в



Фиг. 10.

Так, например, для двух дуговых ламп, введенных в цепь последовательно, которые сами по себе требуют напряжения всего в 80—84 вольта, напряжение между зажимами цепи берется равным 110 вольт, из которых около 30—26 поглощаются добавочным сопротивлением и цепью.

Уже с давних времен стремились уменьшить эту слишком чувствительную бесполезную потерю энергии, стараясь довести ее до минимума — потери в проводах. При пользовании шунтовыми лампами хороших результатов ожидать нельзя, так как они, по своей конструкции и условиям, при которых они работают, требуют непрерывного присутствия большого добавочного сопротивления. Целесообразным выбором конструкции дифференциальной дуговой лампы можно достигнуть равномерного света, не вводя в цепь добавочного сопротивления. Описываемая здесь дифференциальная лампа Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, благодаря незначительному перемещению ея углей и

шунтовой цепи, отвѣтвляющейся от положительного угля, проходит через обмотку NS шунтового электромагнита и, пройдя через собачку H и зубчатый механизм достигает отрицательного зажима; при этом цепь замкнута лишь тогда, когда собачка H касается зубцов храповика R. Параллельно этой прерываемой части шунтовой цепи включено сопротивление WS, которое намотано на катушку шунтового электромагнита в направлении, противоположном обмотке NS.

Таким образом, когда, вследствие действия электромагнитов на якорь A, при известных условиях горения, произойдет расщепление между собачкой H, связанной с якорем A, и храповиком R, — механизм при этом освободится и зубчатый колесо и верхний уголь придут в движение — ток в шунтовой обмотке будет проходить через обмотку WS и достигнет отрицательного зажима. При этом, вследствие вызванного действием обратной обмотки WS ослабления шунтового электромагнита, якорь A отойдет от него и

собачка Н зацѣпнѣть за слѣдующій зубецъ храповичка R, механизмъ остановится и токъ опять пойдетъ по собачкѣ K, минуя обмотку WS, представляющую значительно большее сопротивление, чѣмъ контактъ H, R.

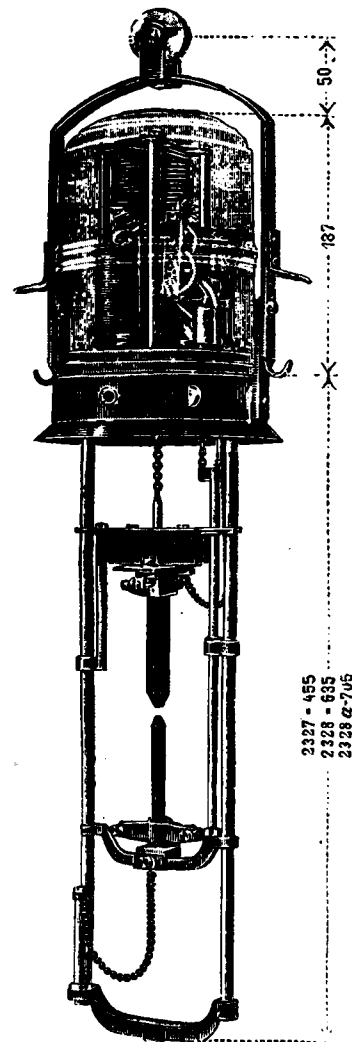
Чувствительность механизма довольно высока, благодаря тому, что обмоткой WS компенсируется дѣйствие остаточнаго магнетизма въ шунтовомъ электромагнитѣ и что вслѣдствіе постоянного колебанія его частей уменьшается треніе между ними.

Послѣдовательное включеніе 3-хъ лампъ при напряженіи въ 110 вольтъ требуетъ, кромѣ цѣлесообразности конструкции лампъ, постоянного напряженія въ цѣпи, незначительной потери въ проводахъ и особенныхъ низковольтныхъ углей, которые могли бы горѣть при 35 вольтгахъ и довольно длинной дугѣ. Кромѣ того, нуженъ автоматическій добавочный реостатъ, который при включеніи понижалъ бы напряженіе цѣпи до напряженія, нужнаго для горѣнія лампъ. Въ общихъ чертахъ этотъ реостатъ состоитъ (фиг. 10) изъ соленоида S, включеннаго послѣдовательно въ цѣпь и дѣйствующаго на сердечникъ, противодѣйствіемъ служитъ пружина F. Вытѣснѣ съ сердечникомъ перемѣщаются прикрѣпленные къ нему 2 контакта, изъ которыхъ одинъ скользитъ по контактной плоскости SF реостата, включая, такимъ образомъ, большее или меньшее сопротивление, а другой K находится въ постоянномъ соприкосновеніи съ проводомъ, идущимъ къ отрицательному зажиму лампы; контакты соединены между собою электрически. Въ началѣ горѣнія, когда сила тока больше нормальной, соленоидъ втянетъ сердечникъ, контактъ реостата перемѣстится (на фиг. 10 вверхъ), увеличитъ сопротивление, введенное въ цѣпь, чѣмъ будетъ компенсирована разность между нѣскольکو меньшимъ напряженіемъ при включеніи лампъ въ цѣпь и нормальнымъ напряженіемъ во время горѣнія. Когда длина дуги и ея сопротивление примутъ свои нормальные значенія, контактъ опустится до своего крайняго нижняго положенія (какъ показано на фиг. 10) и токъ пойдетъ по кратчайшему пути черезъ оба контакта къ отрицательному зажиму, минуя реостатъ. Въ виду того, что секціи реостата и проводъ, идущій къ зажиму, всегда включены параллельно, исключена возможность образованія искры.

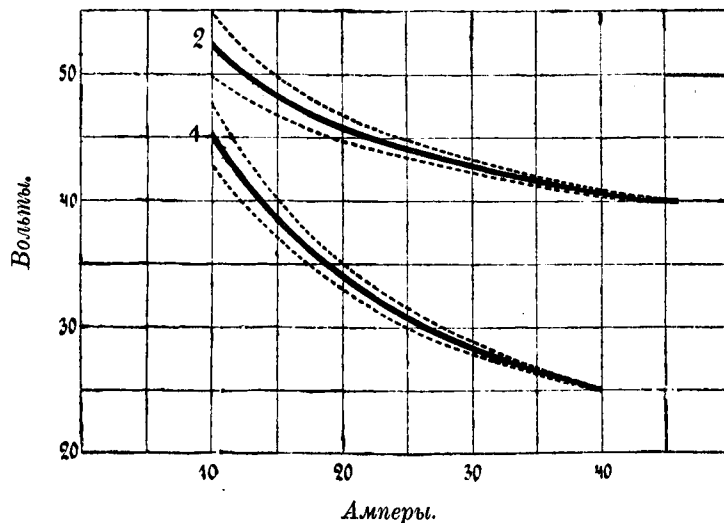
Включеніе лампъ при помощи ручнаго реостата въ данномъ случаѣ, гдѣ утилизируется 95% и болѣе напряженія, не рекомендуется, въ виду того, что нельзя, безъ амперметра, опредѣлить силу тока въ лампахъ, и случайное быстрое выключеніе сопротивления вызоветъ расплавленіе предохранителей. Послѣднее можетъ произойти и при нормальномъ горѣніи лампъ, когда, вслѣдствіе разныхъ случайностей, какъ слишкомъ

сильное повышеніе температуры, выступленіе дуги изъ кратера и т. п., сразу повысится проводимость дуги.

Паденіе напряженія въ дугѣ данной длины при раз-



Фиг. 12.



Фиг. 11.

личныхъ значеніяхъ силы тока видно изъ кривыхъ на фиг. 11, полученныхъ для шунтовой лампы въ 10 амперъ, въ которой угли закрѣплены на постоянномъ разстояніи другъ отъ друга. Кривая 1 относится къ средней длинѣ дуги въ 2,5 мм., кривая 2—къ 3,5 мм.

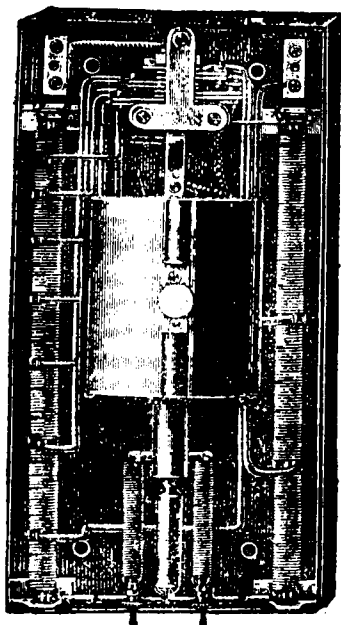
Посредствомъ реостата измѣняли силу тока увеличивъ ее сначала до 40—46 амперъ и понизивъ ее затѣмъ опять до десяти. Вслѣдствіе стораганія углей, получились несопадающія кривыя, показанныя на фиг. 11 пунктиромъ. Среднія сплошныя кривыя показываютъ измѣненіе напряженія при различныхъ значеніяхъ силы тока и постоянныхъ длинахъ дугъ. Кривыя показываютъ, что при увеличеніи силы тока напряженіе сильно падаетъ, что объясняется тѣмъ, что сопротивление между концами углей уменьшается при увеличеніи температуры.

Изъ кривой 1-й видно, что при 40 амперахъ сопротивление составляетъ лишь $\frac{1}{4}$ сопротивления при 10 амперахъ.

Отсюда понятно, что въ лампахъ съ недостаточно чувствительными механизмами, не

снабженныхъ автоматически дѣйствующихими реостатами, можетъ произойти значительное возрастаніе силы тока.

Если сравнить свѣтовую отдачу 3-хъ лампъ, включенныхъ послѣдовательно съ таковою 2-хъ лампъ при одномъ и томъ же напряженіи въ 110 вольтъ, то оказывается, что онѣ относятся другъ къ другу, какъ 4 : 3. Этотъ результатъ легко получить на основаніи слѣдующихъ соображеній. При одинаковыхъ угляхъ и одинаковой длинѣ дуги, сила свѣта дуговой лампы пропорциональна поглощенной лампой энергій. Если принять, что одинъ ваттъ даетъ въ среднемъ 2 нормальныхъ свѣчи, то 2 лампы въ 10 амперъ и 41 вольтъ дадутъ $2 \cdot 10 \cdot 41 \cdot 2 = 1640$ св.; 3 послѣдовательно включенныя лампы въ 10 амперъ и 35 вольтъ дадутъ $3 \cdot 10 \cdot 35 \cdot 2 = 2100$ нормальныхъ свѣчей. Отношеніе этихъ чиселъ равняется 3 : 3,8. Такъ какъ при включеніи 3 лампъ общій расходъ энергій меньше, чѣмъ при включеніи двухъ лампъ, то угли можно брать болѣе тонкіе; вслѣдствіе этого предыдущее отношеніе можетъ быть замѣнено слѣдующимъ—3 : 4.



Фиг. 13.

Помѣщеніе, освѣщаемое, напримѣръ, 6-ю лампами въ 8 амперъ и 40 вольтъ, включенныхъ по 2 въ 3-хъ цѣпяхъ при напряженіи въ цѣпи въ 110 вольтъ, можно точно также освѣтить 6-ю лампами въ 9 амперъ и 35 вольтъ, включенныхъ по 3 въ 2-хъ цѣпяхъ при томъ же напряженіи въ цѣпи въ 110 вольтъ и при значительно меньшемъ расходѣ энергій; въ первомъ случаѣ расходъ энергій равняется $3 \cdot 8 \cdot 110 = 2.640$ ваттъ, во второмъ— $2 \cdot 9 \cdot 110 = 1.980$ ваттъ.

При напряженіи въ цѣпи въ 220 вольтъ можно включать или 5 лампъ въ 40—42 вольтъ или 6 въ 35 вольтъ вмѣсто до сихъ поръ почти исключительно включаемыхъ 4-хъ лампъ, что даетъ экономію энергій въ 25%.

При послѣдовательномъ включеніи пяти лампъ въ 40—42 вольта или 6 въ 35 вольтъ въ цѣпь съ напряженіемъ въ 220 вольтъ А. Е. Г. включаетъ, кромѣ автоматическаго реостата, также и ручной добавочный реостатъ, служащій только для предотвращенія внезапныхъ измѣненій силы тока при зажиганіи лампы; этотъ реостатъ остается включеннымъ лишь въ продолженіе $\frac{1}{4}$ минуты послѣ зажиганія, во все же время горѣнія онъ выключенъ.

Внѣшній видъ описанной лампы и автоматическаго реостата показанъ на фиг. 12 и 13.

(Elektrotechn. Zeitschr. 1899).

ОБЗОРЪ

Переносный потенциометръ Шовена и Арну для измѣренія электродвижущей силы, силы тока и электрическихъ сопротивленій въ единицахъ С. G. S.—Съ помощью этого потенциометра можно весьма легко и точно вывѣрять и калибровать электроизмѣрительные приборы: промышленные вольтметры, амперметры, а побочно и электрическія сопротивленія. Всѣ измѣренія основаны на употребленіи, въ качествѣ эталона электродвижущей силы, элемента Кларка, построеннаго согласно даннымъ Чикагскаго конгресса 1893 года; электродвижущая сила этого элемента, выражаемая функцией отъ температуры θ въ градусахъ Цельсія, дается выраженіемъ

$$E = 1,4342 [1 - 0,00077 (\theta - 15)] = 1,4508 - 0,001104 \theta$$

Приборъ (фиг. 14 и 15) составляютъ

1. Хорошо калиброванная и весьма однородная проволока $+AA'$ (фиг. 15) большого удѣльнаго сопротивленія, по которой перемѣщается контактъ P съ индексомъ, движущимся по линейкѣ, раздѣленной на 1000 частей на протяженіи 50 см. Эта линейка имѣетъ кромѣ того на передней сторонѣ уравнительную шкалу въ градусахъ Цельсія, которой соотвѣтствуетъ второй индексъ, вырѣзанный противъ перваго на той же подвижной рамѣ; для того, чтобы получить непосредственно на шкалѣ потенциометра показанія, исправленныя на температуру, достаточно поставить второй индексъ противъ числа, равнаго числу градусовъ, прочтенному по термометру у элемента-эталона.

2) Проволока изъ того же матеріала и того же діаметра, что и предыдущая, раздѣленная на 15 частей; каждая часть имѣетъ сопротивленіе точно равное сопротивленію калиброванной проволоки $+AA'$, и помощью индекса C_1 можетъ соединяться съ соотвѣстственными зажимами 0—15. Нулевой зажимъ соединенъ непосредственно съ концемъ A' предыдущей проволоки $+AA'$.

3) Группа изъ семи сопротивленій той же величины, что и предыдущія, соединенныя со вторымъ рядомъ зажимовъ, управляемыхъ, какъ и первый, стержнемъ съ индексомъ.

4) Прямая проволока xu , подобная $+AA'$ и пѣтущая, какъ и она, линейку T съ индексомъ D . Эта проволока, служащая номіусомъ для предыдущихъ дѣленій, точно такъ же, какъ и они, соединена послѣдовательно съ вырѣзанными дѣленіями ($S, 0-7; R, 1-15$) и раздѣленной проволокой $+AA'$; благодаря этой проволокѣ xu является возможность приводить силу тока для вывѣрки точно къ величинѣ, опредѣляемой элементомъ-эталонномъ.

5) Два элемента $1p, 2p$, Латмера Кларка, снабженные термометрами t, t' .

6) Весьма чувствительный аперіодическій гальваноскопъ B , не требующій никакой особенной установки; его стѣбля K переувѣщается въ полѣ зрѣнія сильной дуги между двумя упорными столбиками.

7) Коммутаторъ N съ вращающейся пластинкой, включающей F и пружиной n , позволяющими соединять гальваноскопъ съ зажимами 1, 2, J, E —черезъ пластину, соединяющую зажимы G, G' .

8) Калиброванное сопротивление въ 100.000 омъ, раздѣленное на 4 катушки: 90.000, 9.000, 900 и 100 омъ, примыкающія къ тремъ зажимамъ 1, 2, 3, помѣщаемымъ на пластинѣ V , по которой перемѣщается индексъ M ; дѣленіе O этого стержня соотвѣтствуетъ выключенію всего сопротивленія, съ помощью коммутатора acd , направляемаго индексомъ M , отжимающимъ пружину r .

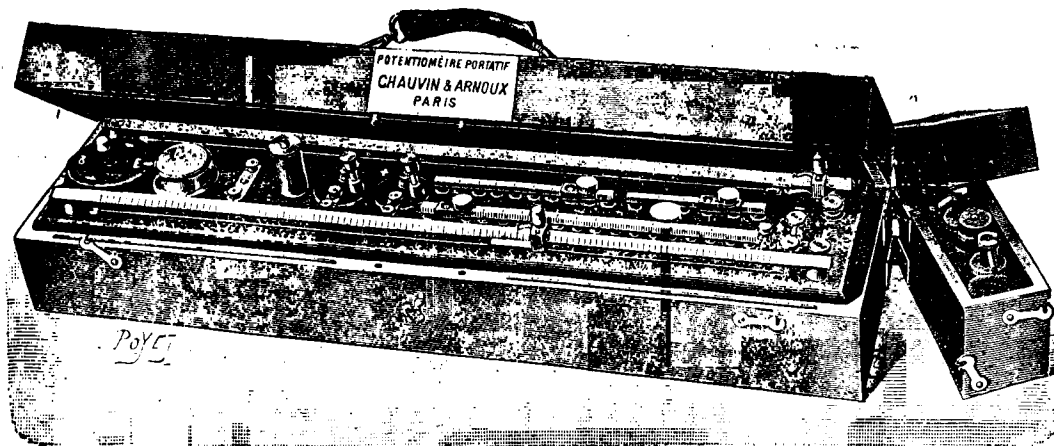
9) Два небольшихъ зажима G, G' , соединенные пластиной, съ помощью которыхъ можно включать другой гальванометръ послѣдовательно съ гальваноскопомъ потенциометра.

10) Два зажима $+I$, $-I$, предназначенные соединять с помощью штепселей на гибком проводѣ потенциометръ съ калиброваннымъ добавочнымъ сопротивленіемъ (фиг. 15, справа внизу), сквозь которое пропускаютъ измѣряемый токъ.

11) Два зажима $+E$, $-E$, соединенные чрезъ e и

13) Группа четырехъ прерывателей въ видѣ телеграфныхъ ключей m_1, m_2, m_3, m_4 , позволяющихъ соединять чрезъ пластинку Z съ линейкой Q зажимы $+I$ двухъ элементовъ Кларка или зажимы $+I, +E$.

14) Аккумуляторъ, такъ называемый вывѣрочный, дающій вышеупомянутый постоянный токъ.

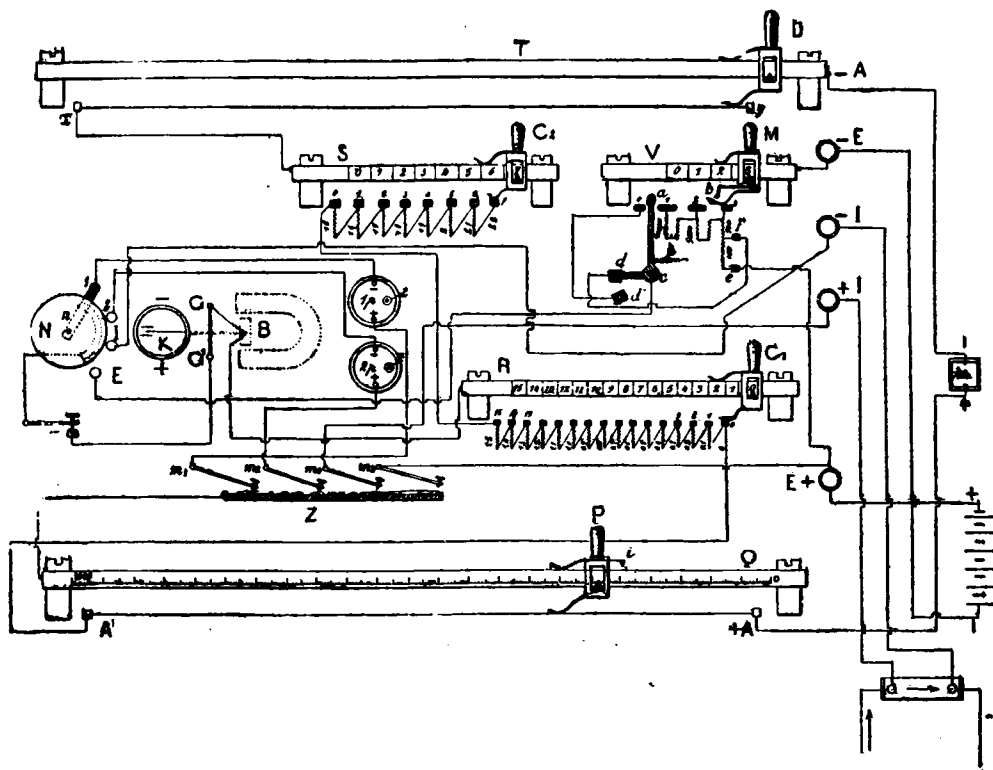


Фиг. 14.

индексъ M съ зажимами сопротивленія въ 100.000 омъ.

12) Два зажима $+A$, $-A$, примыкающіе одинъ къ потенциометрической проволоцѣ $+AA'$, другой—къ ли-

вывѣрка потенциометра. Для этого достаточно помѣстить приборъ на горизонтальную плоскость, провести, если это надо, указатель K гальваноскопа между столбиками съ помощью винта подвѣсной нити (винтъ



Фиг. 15.

нейкъ T и предназначенные включать въ цѣпь потенциометра источникъ электр. тока (предпочтительно аккумуляторъ), электродвижущая сила котораго заключается между 1,6 и 2,4 вольтами и который можетъ давать довольно постоянный токъ слабой силы (0,05 амп. приблизительно).

вправо отъ G , фиг. 14) и убедиться, что этотъ индексъ ходитъ свободно во всѣхъ направленіяхъ подъ вліяніемъ легкихъ ударовъ по коробкѣ (особое колесо, помѣщающееся на верхней части винта, позволяетъ, кромѣ того, урегулировать какъ слѣдуетъ высоту подвижной рамы для избѣжанія тренія); присоединить аккумуляторъ, хо-

рошо изолированный (необходимое условие), к зажимам +А и —А, обращая внимание на знаки полюсов; поставить индекс S_2 на зажим 4 (напряжение 1,9), а индекс D — на левый конец линейки Т, поставить индекс C_1 на зажим 14 (напряжение 4); прочесть температуру по термометру элемента № 1; поставить индекс i раздѣленной линейки такимъ образомъ, чтобы онъ совпадалъ на шкалѣ температуры съ числомъ градусовъ, прочтеннымъ на термометрѣ; поставить пружину n коммутатора N въ положеніе 1-е, соответствующее употребленію элемента № 1; нажать ключъ F и m_1 на короткое время, но достаточное для наблюденія направленія отклоненія стрѣлки K; переменить индекс S_2 съ зажима въ направленіи, указанномъ стрѣлкой; повторить эту операцію, и когда перемена одного зажима не дастъ равновѣсія гальваноскопа, прибавляютъ необходимое число зажимовъ, дѣйствуя на индексъ линейки ихъ сопровождающей, двинга его постоянно въ направленіи, указываемомъ стрѣлкой, к которой отклоняется стрѣлка K — вывѣрка достигнута, когда стрѣлка сохраняетъ абсолютное спокойствіе.

Эта вывѣрка можетъ производиться съ однимъ или съ другимъ элементомъ; однако же совѣтуется всегда брать одинъ и тотъ же для начала операціи; такимъ образомъ сохраняютъ второй свободнымъ отъ всякихъ неправильныхъ дѣйствій, требующихъ болѣе или менѣе продолжительнаго отдыха для того, чтобы элементъ могъ достигъ своей нормальной электродвижущей силы.

Описанныя дѣйствія повторяются при всѣхъ измѣреніяхъ, какія только возможно дѣлать съ этимъ потенциометромъ, съ тою только разницей, что дѣйствія индексомъ S_2 и D замѣняются дѣйствіемъ потенциометрическихъ индексомъ C_1 и C для приведенія къ нулю стрѣлки гальванометра. Повѣрять регулировку можно замѣной перваго элемента вторымъ, для чего пружина n переводится на зажимъ 2-й и употребляются ключи F и m_2 .

Весьма хорошо въ продолженіе перваго получаса, слѣдующаго за вывѣркой потенциометра, дѣлать вывѣрки для исправленія прогрессивнаго ослабленія тока, если такое происходитъ отъ измѣненія электродвижущей силы аккумулятора въ первые минуты его дѣйствія. Когда потенциометръ не дѣйствуетъ постоянно, достаточно для прерыванія тока аккумулятора отвести индексъ D совершенно къ правому концу проволоки xu реостата. Послѣ вывѣрки потенциометра видно, что токъ аккумулятора, регулируемый элементомъ эталономъ, имѣетъ между каждымъ изъ дѣленій отъ 0,0 до 1,5 и для 1.000 дѣлений проволоки, служащей имъ нуліусомъ, разность потенциаловъ равную 0,1 вольта.

Въ виду того, что полная разность потенциаловъ равна 1,6 вольта, можно всегда найти, съ помощью передвиженія потенциометрическихъ индексомъ C_1 и P, двѣ такія точки, разность потенциаловъ между которыми, заключающаяся между 0 и 1,6 вольта, можетъ быть всегда уравновѣшена противодѣйствіемъ разности потенциаловъ дѣленій, заключающихся между этими точками.

Измѣреніе электродвижущихъ силъ. Во всѣхъ дѣйствіяхъ съ потенциометромъ весьма важно и необходимо соединять внѣшніе провода съ проводами той же полярности потенциометра. Если знаки измѣряемаго источника неизвѣстны, ихъ можно легко опредѣлить съ помощью гальваноскопа слѣдующимъ образомъ: поставить индексы C_1 и P на нули ихъ шкалы; индексъ M — на зажимъ 3, замыкая такимъ образомъ источникъ на наибольшее сопротивленіе 100.000 омъ. Смотря по тому, съ которымъ изъ зажимовъ, I или E, соединенъ источникъ, употребляютъ ключи m_3 , m_4 переминая пружину n на I или E. Если при одновременномъ нажатіи ключей F и m_3 или m_4 , стрѣлка K отклоняется къ +, то соединенія сдѣланы вѣрно. Если отклоненіе къ —, то соединенія должны быть сдѣланы наоборотъ, безъ чего нельзя произвести никакихъ измѣреній.

Зажимы для принятія тока +I и —I предназначаются главнымъ образомъ для измѣренія разности потенциаловъ у зажимовъ калибруемыхъ сопротивленій

(измѣреніе силъ); зажимы E должны быть употребляемы для измѣренія собственно электродвижущихъ силъ, которыя могутъ такимъ образомъ складываться съ разностью потенциаловъ, опредѣляемой токомъ, проходящимъ черезъ добавочное сопротивленіе.

Послѣ опредѣленія знаковъ источника, его соединяютъ съ зажимами +E, —E, переводяють индексъ сопротивленія къ 100.000 омъ, преимущественно на зажимъ 3, если не знаютъ приблизительной величины измѣряемой разности потенциаловъ, и дѣйствуютъ, какъ указано при вывѣркѣ.

Для употребленія подходятъ зажимы:

1	для разностей потенциаловъ до	16	вольтъ
2	"	"	160 "
3	"	"	1.600 "

Ниже 1,6 вольта электродвижущія силы измѣряются непосредственно, причемъ индексъ ставится на 0, что выключаетъ сопротивленіе въ 100.000 омъ. Чтеніе полученнаго числа будетъ произведено безъ ошибки, если занять рядъ десятичныхъ послѣдняго числа прочтеннаго на раздѣленной линейкѣ Q, и переминая запятую, въ полномъ числѣ, даваемомъ потенциометромъ, на 0, 1, 2 или 3 цифры вправо, смотря по тому, на какомъ зажимѣ 0, 1, 2 или 3 будетъ помещенъ индексъ M.

Предположимъ, напримѣръ, что измѣреніе было сдѣлано при нахожденіи индекса M на зажимѣ 2, и что потенциометръ далъ 1,5 (индексъ C_1 — на 15, C_2 — на 0). Затѣмъ число 364 прочтено на линейкѣ Q; тогда имѣемъ

1,5364.

Затѣмъ, переминая запятую на *два* цифры вправо, получаемъ число

153,64

указывающее разность потенциаловъ, измѣренную у зажимовъ +E, —E.

Измѣреніе силы тока. Это измѣреніе производится опредѣленіемъ, съ помощью потенциометра, величины разности потенциаловъ у концовъ спеціальнаго добавочнаго сопротивленія, питаемаго измѣряемымъ токомъ. Для производства этого измѣренія, соединяютъ, при помощи штепселей на гибкихъ проводахъ, + и — употребляемаго сопротивленія съ +I и —I. Коммутаторъ ставятъ въ положеніе I и дѣйствуютъ такъ же, какъ при вывѣркѣ.

Сопротивленія, спеціально строящіяся для этой цѣли, бывають двухъ родовъ.

Для токовъ ниже 0,1 ампера они состоятъ изъ 5 катушекъ, заключенныхъ въ цилиндрическую коробку.

Для токовъ выше 0,1 амперъ они дѣлаются изъ отдѣльныхъ полосъ.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ указаны условія употребленія различныхъ сопротивленій.

Для I наибольшаго =	Сопротивленіе.	Величина его.	
0,1	0	1	омъ.
0,01	—1	10	"
0,001	—2	100	"
0,0001	—3	1.000	"
0,00001	—4	10.000	"
0,1	0	1	"
1	+1	0,1	"
10	+2	0,01	"
100	+3	0,001	"
1.000	+4	0,0001	"
10.000	+5	0,00001	"

Каждый такой магазинъ сопротивленія имѣетъ на себѣ число, указывающее величину сопротивленія, и число, указывающее, на сколько цифръ въ числѣ, полученномъ на потенциометрѣ, должна быть перемищена за-

ная вправо или влево, смотря по тому, какой знак, + или -, предшествует этому числу.

Измерение сопротивлений. Это измерение производится сравнением разности потенциалов при последовательном соединении неизвестного сопротивления x и известного сопротивления r , пропуская через них ток постоянной силы и измеряя последовательно разности потенциалов U_x и U_r у концов каждого; величина сопротивления x дается формулой

$$x = r \frac{U_x}{U_r}$$

Для производства этого можно пользоваться одновременно зажимами +I и -I, с одной стороны, и зажимами +E и -E, с другой, причем индекс электродвижущих сил находится на 0. Пружинная пластина употребляется тогда для последовательной перестановки на зажимы I, E при употреблении ключей m_3, m_4 .

(L'Ind. Electr., № 180; L'Electricien, № 446).

Сравнение различных электрических способов передачи энергии. Одним из преимуществ, постоянно указываемых сторонниками передачи энергии переменным током, является то, что в случае употребления трансформатора напряжения, требуется только статическое трансформирование, отличающееся высокой отдачей и незначительностью расходов на содержание, тогда как система передачи постоянных токов высокого напряжения требует употребления вращающегося трансформатора, имеющего меньшую отдачу и требующего постоянного надзора. На самом деле, это преимущество, существенное, когда распределение энергии переменного тока дается для передачи на расстояние, пропадает, когда дело идет о питании распределительной сети постоянного тока, так как является необходимость употреблять трансформатор-выпрямитель.

С другой стороны, если одно и то же количество энергии, передаваемое трехфазными токами, требует не столь дорого стоющей воздушной проводки, чем при передаче другими системами, вследствие употребления проводов меньшего сечения, то неизбежно, будет ли то же при подземной проводке, где дополнительная стоимость изоляции проводов может покрыть всю экономию от меди.

Таким образом, система передачи трехфазными токами является безусловно наиболее экономичною и практичною в случаях передачи энергии по воздушным проводам на больших сравнительно расстояниях; если же проводка должна быть подземною или, наконец, распределение должно производиться постоянным током, то не ослабляются ли выгоды и римения многофазных токов. Последний случай, распределение постоянными токами, принимает с каждым годом все большие и большие размеры, причем общества освещения и распределения энергии в больших городах имеют стремление переносить свои центральные станции за городскую черту, передвигая свои старые центральные станции на трансформаторных.

В докладе, читаемом в собрании Лондонского института гражданских инженеров, Джемс Свинбурн затрагивает рассматриваемый вопрос.

Как видно из приводимого ниже доклада, автор его приходит к выводу, что несмотря на стремление в настоящее время пользоваться трехфазным током, этот последний не всегда представляет удобства, например в указанных нами случаях, когда применение постоянного и простого переменного тока представляют более преимуществ.

Прежде всего Свинбурн замечает, что он не признает неудобств, которые представляются при производстве постоянных токов высокого напряжения, главнейшими из которых являются: затруднительность изолирования пластин коллектора и относи-

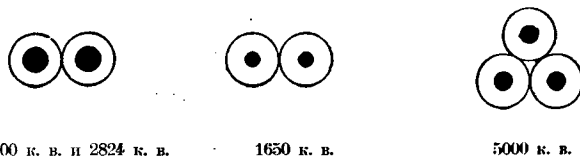
тельная высокая стоимость генераторов на единицу мощности; он утверждает, что первое, технического характера, может быть преодолено, и что второе, финансовое, имеет мало значения, если оно вознаграждается лучшей отдачей всей установки.

Переходя к расчету мощности, которую возможно передавать различными системами с помощью проводов одного и того же сечения, он замечает, что результаты этого расчета зависят весьма значительно от предполагаемых условий, которые не всегда бывают достаточно хорошо выяснены.

С целью указания влияния, которое могут иметь эти условия, Свинбурн рассматривает на примерах три следующих случая, при которых провода имеют сечение в 2 см.², плотность тока — более 200 ампер на см.² и разность потенциалов между двумя проводами или между проводником и землей, смотря по случаю, не превышает 10.000 вольт.

Первый случай.—Система соединена с землей в своей середине и ни один провод не представляет разности потенциалов с землей более 10.000 вольт. При постоянном токе напряжение равно 20.000 вольт, а сила тока—200 ампер; при простом переменном токе напряжение равно 7.100 вольт между каждым проводом; при двухфазных токах напряжение то же, но сила тока—меньше; при трехфазных—напряжение между проводами не превышает 10.000 вольт.

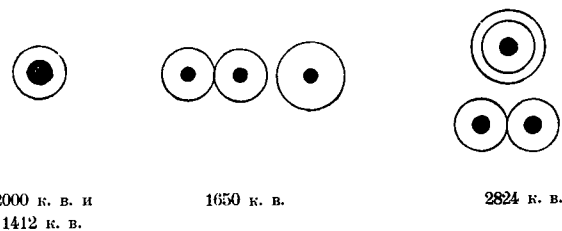
Постоянный и простой переменный. Двухфазный. Трехфазный.



Случай I. 1000 вольт разность потенциалов между концами провода и средней точкой, соединенной с землей.

Фиг. 16.

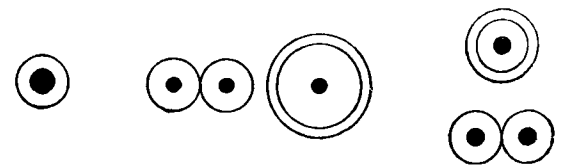
Второй случай.—Один из проводов системы по всей своей длине имеет сообщение с землей; это слу-



Случай II. 10000 вольт между проводом и землей.

Фиг. 17.

чается при употреблении концентрических кабелей с плохо изолированным внешним проводом. При по-



Случай III. 10000 вольт между проводами.

Фиг. 18.

стоянном токъ, напряженіе равно 10.000 вольтъ, сила тока — 200 амперъ; при простомъ переменномъ — напряженіе равно 7.100 вольтъ, сила тока — 200 амперъ; при двухфазныхъ токахъ, напряженіе то же; при трехфазныхъ — напряженіе то же, но сила тока значительно меньше.

Третій случай. — Разность потенциаловъ между проводами не должна превышать 10.000 вольтъ. Какова бы ни была система, провода имѣетъ сѣченіе = 2 см.² и плотность тока 200 амперъ на см.².

Нижеслѣдующая таблица указываетъ, по результатамъ расчета, мощность, которую можно передавать въ различныхъ случаяхъ.

Системы тока.	Мощность въ киловаттахъ,		
	1 случай.	2 случай.	3 случай.
Постоянный	4000	2000	2000
Простой переменный	2824	1412	1412
Двухфазный	1650	1650	1170
Трехфазный	5000	2824	2824

Изъ этихъ данныхъ видно, что съ точки зрѣнія передаваемой мощности, система передачи трехфазными токами является наиболѣе выгодной, второй — является постоян. токъ, если не считаться съ расходами на провода.

Свинбурнъ разсматриваетъ затѣмъ, какую толщину надо давать изолирующему слою каждого проводника въ каждомъ случаѣ, въ предположеніи, что ни въ какой точкѣ діэлектрика паденіе напряжения не превышаетъ 20.000 вольтъ на сантиметръ. Расчетъ велся по формулѣ

$$\log R = \frac{E}{Sr} + \log r,$$

гдѣ R — внѣшній радіусъ изоляціи, S — наибольшее напряжение на единицу длины и r — радіусъ проволоки. Результаты этого расчета изображены графически на вышепомѣщенныхъ чертежахъ (фиг. 16, 17, 18), гдѣ круги изображаютъ внѣшнее очертаніе изоляціи; они ясно показываютъ, что съ точки зрѣнія трудности изоляціи и расходовъ на эту изоляцію постоянный и простой переменный токъ представляютъ преимущества передъ двух- и трехфазными токами. На это, правда, можно возразить, что предположеніе, служившее для полученія этихъ результатовъ, не соответствуетъ тому, которому слѣдуютъ фабриканты кабелей при расчетѣ толщины изолирующаго слоя кабеля; но, по словамъ Свинбурна, предположенія фабрикантовъ не основываются ни на какихъ научныхъ положеніяхъ.

Свинбурнъ прибавляетъ, что значительное количество изоляціи, необходимое для проводки двух- и трехфазнаго тока, должно имѣть вліяніе на замѣтные потери отъ діэлектрическаго гистерезиса, если судить по результатамъ его опытовъ надъ конденсаторами. Онъ оканчиваетъ свой докладъ замѣчаніемъ, что по легкости измѣренія и эксплуатации постоянный токъ занимаетъ первое мѣсто, простой переменный — второе, причѣмъ всѣ другія системы остаются далеко позади съ этой точки зрѣнія, и что вліянія емкости и самоиндукціи являются стѣснительными въ этихъ послѣднихъ системахъ.

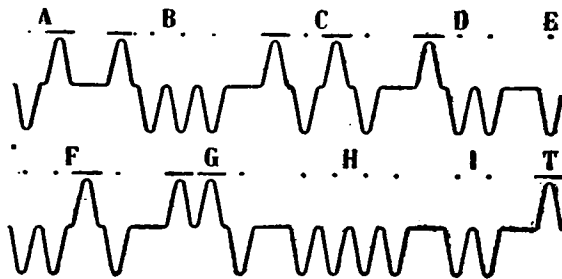
Какъ уже было упомянуто выше, Свинбурнъ является сторонникомъ примѣненія постоянного тока высокаго напряжения, когда распределеніе дѣлается постояннымъ токомъ, и простого переменнаго, когда распределеніе должно дѣлаться переменнымъ токомъ. Но, судя по обмѣну мнѣній, послѣ доклада Свинбурна, его мнѣніе не раздѣляется многими электротехниками. Майоръ Кардью, Э. Гонкнсонъ, профессоръ Грегоръ, Р. Галь-

мондъ оспаривали выводы Свинбурна и высказались за многофазные токи, повторяя извѣстныя преимущества этихъ токовъ. Нѣкоторые другіе члены, въ числѣ которыхъ былъ В. Присъ, оспаривали мнѣніе Свинбурна относительно производства фабрикантами кабелей; они утверждаютъ, что причину неисправности изоляціи слѣдуетъ прежде всего искать въ мѣстныхъ поврежденіяхъ кабеля, а не въ недостаточной толщинѣ изолирующаго слоя.

(L'Écl. ÉI., № 26).

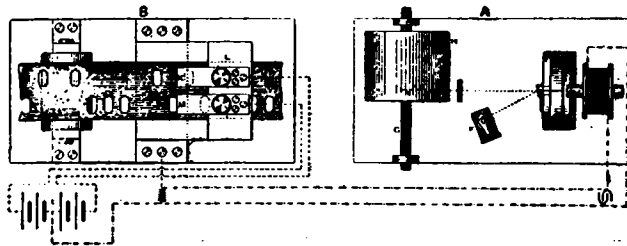
Телеграфная система Поллака и Вирага. — Мы уже сообщали *) объ изобрѣтеніи новаго способа телеграфированія по системѣ Поллака и Вирага. Въ виду интереса, представляемаго этимъ открытіемъ, мы познакомимъ нашихъ читателей болѣе подробно съ этой системой.

Принципъ аппарата, какъ извѣстно, весьма простъ: положительный, или отрицательный, въ зависимости отъ передаваемыхъ знаковъ, токъ посылается въ получающій аппаратъ, состоящій изъ вибрирующей пластинки телефоннаго пріемника, колебанія которой записываются фотографически. Фигура 19 даетъ образчикъ сигнала



Фиг. 19.

ловъ Поллака параллельно съ алфавитомъ Морзе: точки алфавита Морзе замѣняются знаками въ видѣ буквы V, а черточки — той же буквой — перевернутой. Положительные токи производятъ знаки въ видѣ V, а отрицательные — знаки Δ, или наоборотъ. Передающій аппаратъ B (фиг. 20)



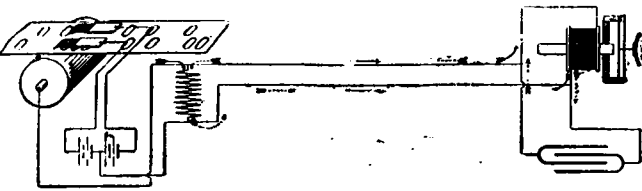
Фиг. 20.

состоитъ изъ металлическаго цилиндра, включеннаго въ линію. Этотъ цилиндръ служитъ для приведенія въ движеніе ленты съ продавленными на ней знаками Морзе, соответственно содержанію передаваемой телеграммы. Эта лента, какъ было сказано въ предыдущей замѣткѣ, готовится заранее; лента имѣетъ два ряда отверстій, соответствующихъ точкамъ и чертамъ алфавита Морзе и проходитъ снизу подъ 2 щетки K и M (фиг. 20), соединенныя одна съ конечнымъ положительнымъ зажимомъ батареи, другая — съ отрицательнымъ; при про-

*) Электричество. 1899 г., № 15—16.

хождении отверстий, щетки замыкают цѣпь. Схема соединений представлена на фиг. 21.

Получающій аппарат А (фиг. 20) состоитъ, какъ уже



Фиг. 21.

было упомянуто, изъ телефоннаго приемника, колебанія котораго записываются фотографически. Эти колебанія имѣютъ слишкомъ ничтожную амплитуду и потому для усиленія ихъ употребляется слѣдующее устройство: металлическій стержень передаетъ колебанія пластинки на небольшое вогнутое зеркало; зеркало это расположено слѣдующимъ образомъ: оно имѣетъ небольшую пластинку изъ мягкаго желѣза, которая служитъ аматурой постоянного магнита, одинъ изъ полюсовъ котораго оканчивается двумя острыми, причемъ другой состоитъ изъ слабой пружины тоже съ остриемъ на концѣ. Желѣзная пластинка, а съ ней и зеркало, мо-

падаютъ періода колебанія диафрагмы съ продолжительностью толчка, сообщаемого ей передаточнымъ токкомъ. Для достиженія этого совпаденія изобрѣтатели помѣщаютъ въ отвѣтвленіе главной цѣпи приемника конденсаторъ, имѣющій ту же емкость, что и этотъ послѣдній, и посылаютъ въ линію токи меньшей продолжительности, чѣмъ періодъ колебанія телефонной пластинки; какъ только токъ прекращается, конденсаторъ разряжается въ катушку получающаго телефона, продолжая такимъ образомъ толчекъ, который получила вибрирующая пластинка, что позволяетъ ей вернуться въ состояніе покоя безъ колебаній.

Индуктивная катушка подходящихъ размѣровъ, включенная въ отвѣтвленіи линіи параллельно передаточному аппарату, предохраняетъ получающій аппаратъ отъ вліянія емкости и самоиндукціи цѣпи. Въ самомъ дѣлѣ, эта катушка, пронизываемая отвѣтвленіемъ передающаго тока, посылаетъ въ катушку приемника, въ моментъ размыканія, токъ, обратный по направленію первоначальному.

Приборъ для пробиванія знаковъ, не представляетъ никакихъ особенностей.

Система вслѣдствіе быстроты передачи требуетъ употребленія двухъ бронзовыхъ проводовъ высшей проводимости.

Система Поллака и Вирага была предметомъ серьезныхъ опытовъ. На линіи въ 650 км. изъ фосфористой бронзы при сопротивленіи въ 4.000 омъ, скорость передачи достигала 100.000 словъ въ часъ при электродви-



Фиг. 22.

гутъ вращаться вокругъ воображаемой линіи, проходящей чрезъ два острия перваго полюса, причемъ третье острие управляетъ движеніемъ. Съ другой стороны пружина прикрѣплена къ диафрагмѣ телефона вышеупомянутымъ наибольшимъ стержнемъ такимъ образомъ, что эта пружина слѣдуетъ за всѣми движеніями диафрагмы; благодаря этому соединенію зеркало вращается вокругъ оси подъ вліяніемъ колебаній диафрагмы. Вогнутое зеркало освѣщается лампой накаливанія, и пучокъ лучей проецируется на цилиндръ, покрытый свѣточувствительной бумагой; цилиндръ имѣетъ два движенія: вращательное по оси и поступательное—вдоль ея; оба движенія управляются винтомъ, виднымъ на фиг. 20. Слѣдовательно, на бумагѣ будетъ получаться непрерывная волнообразная черта въ зависимости отъ перемѣнъ мѣста зеркаломъ. Необходимо было защитить зеркало отъ сотрясеній вслѣдствіе инерціи диафрагмы, а также отъ вліянія емкости и самоиндукціи линіи.

Первое изъ этихъ обстоятельствъ достигается со-

ужей силѣ въ 27 вольтъ. При 20 вольтѣхъ передавали до 7.000 словъ (?).

Фигура 22 даетъ снимокъ съ полученной телеграммы. На двойной линіи изъ желѣзной проволоки въ 340 км. длиною при сопротивленіи въ 6.000 омъ, имѣвшей громадную самоиндукцію, передавали 54.000 словъ въ часъ при 60 вольтѣхъ, при чемъ ни атмосферное вліяніе, ни вліяніе сосѣднихъ проводовъ не мѣшали передачѣ. Въ 22 секунды можно передать 6.000 знаковъ на листѣ длиною 65 см. и шириною 9 см.

Обработка свѣточувствительныхъ листовъ занимаетъ 2½ мин.; о времени, потребномъ для пробиванія передающей ленты не упоминается, но можно думать что при достаточномъ числѣ инструментовъ эта операція займетъ много времени.

Примѣромъ скорости передачи можетъ служить слѣдующее: въ 25 минутъ можно передать 16 страницъ журнала, т. е. 40.000 словъ, тогда какъ для самаго опытнаго телеграфиста надо 30 часовъ, чтобы передать

то же аппаратом Юза и пять суток непрерывной работы на аппарат Морза.

Последние заграничные журналы сообщают о новых опытах с описанной системой. Опыты эти производились ночью с передачей на расстояние 1.000 км. Сигналы были похожи на сигналы рекордера и несмотря на большое расстояние передавались с замечательной отчетливостью. В час было передано 80.000 слов.

(L'Électricien, №№ 455 и 461).

Опыты с угольными электродами.

Уголь, по своей дешевизне и способности противостоять разрушительному действию различных химических веществ, представляет весьма употребительный материал при электролитических работах. Тем не менее различные сорта угля в различной степени оказываются пригодными для упомянутой цели. Действие выделяющихся при электролизе газов постепенно разрушает поверхность электрода, частицы которого отпадают в виде черного порошка, вследствие чего размеры электрода уменьшаются.

Одно из наиболее важных условий, способствующих разрушительному действию газов, есть пористость угля. Если определить истинный удельный вес угля (a), взвешивая в пикнометре угольный порошок, и затем определить кажущийся удельный вес, взвешивая большой кусок угля определенного объема (b) [В случае неправильной формы куска поступают так. Кусок нагревают до нескольких сот градусов и опускают в воду для того, чтобы она наполнила освободившиеся от воздуха поры возможно совершенно]. Затем уже погружают охладившийся ку-

сок в мензурку с водою для определения его объема. Взвешивание производится ранее еще до нагревания], то выражение

$$\frac{100(a-b)}{a}$$

и может быть принято за мѣру пористости. Таблица I-я и дает пористость различных сортов угля.

Хотя значительная пористость ухудшает качество угля, как электрода, но опыты показывают, что нет прямой связи между доброкачеством и удельным весом угля и что небольшая пористость, напротив, оказывается полезной.

Второе качество угля, играющее при электролите видную роль—это его сопротивление электрическому току. Определение сопротивления различных сортов угля представляет довольно ненадежную операцию, потому что вследствие неодинаковой внутренней структуры частей угля одной и той же марки показывают различное сопротивление. Только с длинными кусками угля можно получить удовлетворительные числа. Мы приводим таблицу сопротивлений различных сортов угля.

Таблица II.

М А Р К А .	Удельное сопротивление в омах при 20° С.
Естеств. графитъ (Цейлонъ)	2—8
Ретортный уголь	50—80
Рудольфс. Elektrode	40
„ Твердый уголь	73
„ Dynamobürste	38
Гардтмутъ. Марка Cohinoor	57
„ Elektrode	96
Электродъ изъ древеснаго угля	150
К. Копрадти	68
Бр. Сименсъ. А.	70
„ „ Т.	55
Карбонъ (Le Carbone)	58
„ Elektrode	40
„ Dynamobürste. Марка ∞	20—30

Таблица I.

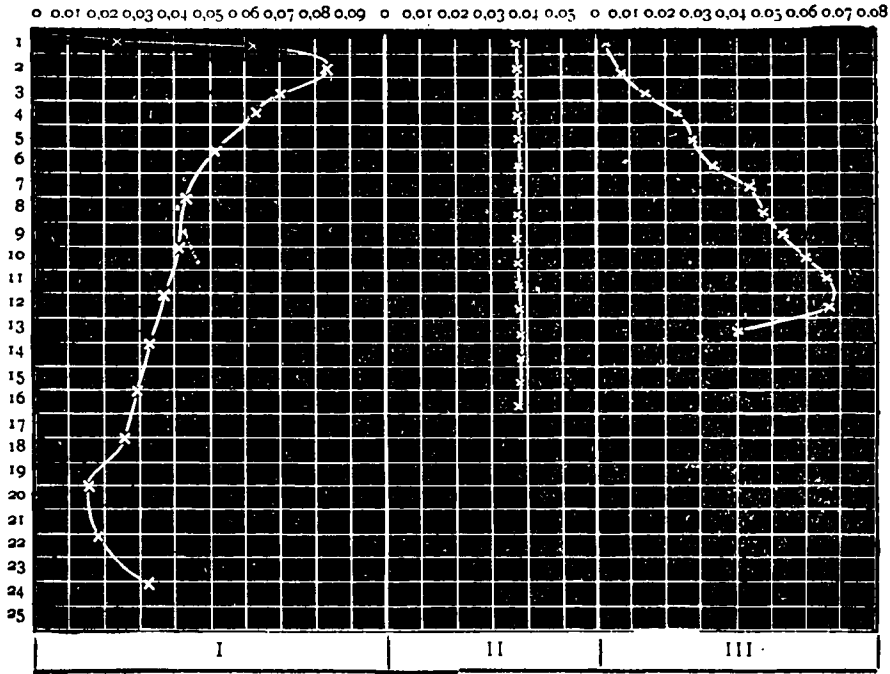
М А Р К А .	Истинный удельный вес при 20° С.	Пористость.
Пиленный ретортный уголь	1,89	8,5
Бр. Сименсъ. Марка А.	1,587	8,2
„ „ „ Т.	1,698	14,0
К. Копрадти. Kronen Kohle (1895)	1,553	12,3
„ „ Безъ марки (1895)	1,880	22,0
Фуксъ (Нюренбергъ) (1896)	1,556	5,0
Шмельцеръ (Нюренб.) (1890)	1,741	14,6
Гардтмутъ. Марка Kohinoor (1896)	1,702	13,5
Гардтмутъ. Марка U. (1895)	1,607	18,6
Карбонъ. (Le Carbone)	1,586	6,7
„ Марка E. G.	1,979	8,6
Рудольфс. (Стокгольмъ). Elektrode (1898)	1,810	11,0
Рудольфс. Твердый уголь (Glasharte Kohle) (1898)	1,780	4,5

И в этом случае дело опять-таки не в электропроводности одного угля, а в отношении проводимостей угля и ванны. Если угольки хорошо проводят, то ток сходит в ванну главным образом на концы электрода и он постепенно укорачивается. В случае дурной проводимости электрода, сравнительно с электролитом, ток входит в ванну у самой поверхности жидкости, что вызывает в этом месте сильное разделение электрода, и последний через некоторое время переламывается. Условием наимыгоднейшей работы является равномерное потребление угля по всей поверхности, что достигается соответственным подбором электрода.

Приведенный график наглядно показывает все три

случая (фиг. 23). Она представляет потребление угля в течение 5 часовъ въ 5% сѣрной кислотѣ въ куб. см. на каждый кв. см. поверхности. По ординатамъ (см. цифры слѣва) отложены разстоянія отъ поверхности

δ и δ' — ихъ діаметры;
 v и v' — объемы;
 i — сила тока, одинаковая въ обонхъ случаяхъ.



Фиг. 23.

жидкости, по абсциссамъ (см. цифры сверху) потребление электрода.

Изъ другихъ результатовъ, приводимыхъ въ цитируемой статьѣ, отмѣтимъ, что щелочные и средніе растворы вообще дѣйствуютъ на уголь гораздо слабѣе, нежели кислые, свободный хлоръ самъ по себѣ также оказываетъ сравнительно слабое дѣйствіе.

Наконецъ, потребление угля въ извѣстныхъ границахъ растетъ пропорціонально времени и плотности тока и возрастаетъ съ увеличеніемъ сопротивленія электрода, а слѣдовательно съ напряженіемъ и температурою ванны.

(Zeit. für Elektrochemie).

Расчетъ реостатовъ на теоретически парадоксальномъ основаніи. — Наиболее простой изъ способовъ расчета реостатовъ покоится на предположеніи, что повышение температуры употребляемой, какъ сопротивленіе, проволоки пропорціонально числу ваттъ, разсѣиваемыхъ 1 кв. см. вѣшней поверхности. Этотъ способъ, весьма простой на дѣлѣ, въ особенности выгоденъ, вслѣдствіе его быстроты и практической точности для устройства промышленныхъ реостатовъ и вслѣдствіе облегченія имъ сравненій.

Представимъ два металла, отличающихся только величиной ихъ удѣльнаго сопротивленія; подразумевается, что всѣ другія физическія постоянныя у нихъ одинаковы: удѣльная теплота, состояніе вѣшнихъ поверхностей съ точки зрѣнія охлажденія и др. Если бы устроить изъ этихъ металловъ два реостата одинаковаго сопротивленія, нагреваемыхъ до одинаковой температуры при равныхъ силахъ тока, то металлу съ меньшимъ удѣльнымъ сопротивленіемъ соответствуетъ меньшій объемъ.

Въ самомъ дѣлѣ, пусть

ρ и ρ' — удѣльное сопротивленіе металловъ;
 l и l' — ихъ длины;

Потери, слѣдовательно, равны:

$$\frac{\rho l}{\pi \frac{\delta^2}{4}} i^2 = \frac{\rho' l'}{\pi \frac{\delta'^2}{4}} i^2,$$

т. е.

$$\frac{\rho l}{\delta^2} = \frac{\rho' l'}{\delta'^2} \dots \dots \dots (1)$$

При равныхъ потеряхъ и одинаковыхъ постоянныхъ охлажденія, вѣшнія поверхности должны быть равны

$$\pi \delta l = \pi \delta' l'$$

или

$$\delta l = \delta' l' \dots \dots \dots (2)$$

Объемы v и v' металловъ выразятся чрезъ

$$v = \pi \frac{\delta^2}{4} l,$$

$$v' = \pi \frac{\delta'^2}{4} l',$$

откуда

$$\frac{v}{v'} = \frac{\delta^2 l}{\delta'^2 l'} \dots \dots \dots (3)$$

Равенства (1), (2) и (3) даютъ окончательно

$$\frac{l}{l'} = \frac{\delta}{\delta'} = \frac{v}{v'} = \left(\frac{\rho}{\rho'} \right)^{1/3} \dots \dots \dots (4)$$

Діаметры и объемы измѣняются въ той же пропорціональности, тогда какъ длины обратно пропорціональны. При всѣхъ другихъ одинаковыхъ данныхъ оказывается, что при употребленіи металла меньшаго удѣльнаго сопротивленія объемъ реостата получается меньшимъ, что кажется съ перваго взгляда нѣсколько парадоксальнымъ. Это зависитъ отъ того, что пробуютъ

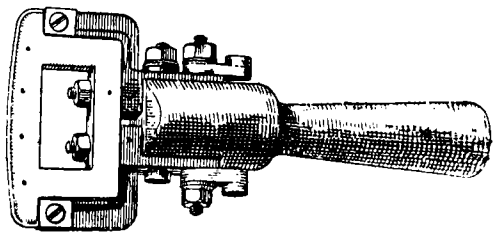
непринимать во вниманіе поверхность охлажденія и все приводять лишь къ сопротивленію.

Словомъ, здѣсь мы встрѣчаемся съ ложнымъ понятіемъ, на которое слѣдуетъ обратить вниманіе. Известно, напримѣръ, что проволоки и полосы изъ мягкой стали выгоднѣе, чѣмъ спеціальныя сплавы, въ особенности, когда дѣло идетъ о реостатахъ, предназначаемыхъ для токовъ большой силы.

(L'Ind. Electr., № 186).

Удаленіе шерсти съ кожъ при помощи электричества.— Число овецъ, ежегодно убиваемыхъ въ Австраліи, въ Америкѣ и на континентѣ Европы, достигаетъ многихъ милліоновъ и, за исключеніемъ очень короткаго времени года, періода стрижки овецъ, всѣ эти овцы убиваются съ шерстью на кожѣ. Существуетъ много способовъ, при помощи которыхъ можно удалить эту шерсть съ кожи.

Недавно Брадфордскимъ синдикатомъ патентованъ способъ снятія шерсти съ кожъ при помощи электрическаго аппарата. Изобрѣтеніе это состоитъ изъ электрическаго ножа или рѣзка столь удобной формы, что шерсть можетъ быть выстрижена или снята съ кожи быстро и безъ вреда какъ для шерсти, такъ и для самой кожи. Форма этого ручнаго аппарата показана на прилагаемой фиг. 24. Электрическіе провода (не



Фиг. 24.

показанныя на фигурѣ) проходятъ черезъ ручку и укрѣпляются въ двухъ зажимахъ; отсюда токъ проходитъ черезъ проволоку изъ платино-иридіевого сплава, которая при этомъ накаливается до бѣла. Проволока укрѣплена на рамѣ изъ матеріала съ высокимъ электрическимъ сопротивленіемъ, спеціально приготовленнымъ для этой цѣли, причемъ для работы требуется токъ около 60 амперъ при 4 вольтахъ напряженія.

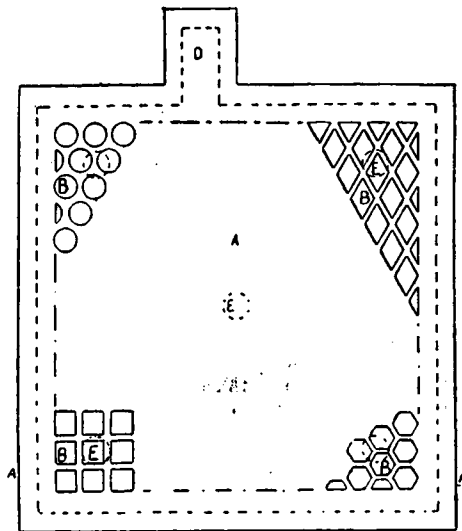
Самый способъ удаленія шерсти съ кожи при помощи этого аппарата состоитъ въ слѣдующемъ. До красна накаленный ножъ, если онъ можетъ быть такъ названъ, просто двигаютъ по поверхности кожи, причемъ быстра передвиженія зависитъ цѣликомъ отъ желанія работающаго. Работа производится настолько быстро, что жаръ не успѣваетъ испортить ни кожу, ни шерсть. Практика показала, что работница, при небольшомъ навыкѣ, можетъ снять шерсть съ 8—12 кожъ въ часъ, причемъ расходъ тока чрезвычайно незначителенъ.

Преимущества этой системы слѣдующія: шерсть не подвергается вредному дѣйствію какихъ-либо химическихъ реагентовъ и каждый волосъ пережигается у самого корня безъ какой-либо порчи. Кроме того, самая кожа при этомъ процессѣ находится въ лучшихъ условіяхъ для дальнѣйшей обработки, чѣмъ при какой либо другой системѣ удаленія шерсти. Стоимость самаго электрическаго аппарата весьма незначительна и, безъ сомнѣнія, этотъ способъ очистки кожъ отъ шерсти имѣетъ всѣ шансы на дальнѣйшее распространеніе.

(The Electrician, № 1102).

Аккумуляторная пластина.—Изобрѣтатель пластины (англійскій патентъ № 23322, 1897), придалъ

ей устройство, уменьшающее значительно сопротивленіе, величину и всѣ аккумуляторовъ, а также дающее возможность легкаго заряженія и разряженія (фиг. 25 и 26).



Фиг. 25.

Для этой цѣли въ свинцовую пластину *A* впивается мѣдная *C*. Для нанесенія массы, въ доскѣ есть углубленія *B* различной формы, а вся пластинка подвѣшивается



Фиг. 26.

за выдающуюся часть *D*. Изобрѣтатель предлагаетъ также употреблять, вмѣсто пластины, цилиндрическіе электроды.

(Zeitschrift für Elektrochemie, № 31).

БИБЛІОГРАФІЯ.

Теоретическій и практический курсъ электротехники. Составилъ П. Д. Войнаровскій. Часть II. Основы теоріи электрическихъ и магнитныхъ явленій. Съ 94 рис. въ текстѣ. Спб. Изданіе К. Л. Риккера. 1899. 254 стр. in 16°. Цѣна 1 р. 80 к.

Эта книга представляетъ собою второй выпускъ обширнаго сочиненія, задуманнаго г. Войнаровскимъ и имѣющаго цѣлю изложить электротехнику на теоретическихъ основаніяхъ. О первомъ выпускѣ этого сочиненія было уже сообщено въ журналѣ „Электрич.“ (см. 1897 г., № 13—14).

Настоящій томъ содержитъ въ себѣ электростатіку, магнетизмъ, электрическій токъ и электромагнитную индукцію. Кроме того, въ него вошли главы о *Законѣ сохраненія энергіи* и объ *Абсолютныхъ системахъ единицъ*. Весь этотъ матеріалъ автору удалось изложить въ довольно полномъ видѣ въ компактной книжкѣ, которая лежитъ предъ нами.

Доказательства тѣхъ различныхъ теоремъ, которыя изложены во 2-й части *Курса электротехники*, ведутся авторомъ обычными и притомъ кратчайшими путями. Мы замѣтили, однако, въ нѣсколькихъ мѣстахъ неточности, которыя нежелательны даже и въ краткомъ курсѣ. Такъ, напримеръ, на стр. 2 говорится, что если сжатая пружина „совершенно упруга, то разжимаясь она произведетъ какъ разъ ту же работу“, которую произвели надъ нею вѣтшия силы при сжатии. Не останавливаясь на этой тонкости, укажемъ еще на непонятное для насъ стремленіе автора выводить формулы для емкости различныхъ конденсаторовъ, исходя изъ понятія о предѣльномъ заряденіи (стр. 89—90). Кромѣ неопредѣленности самого понятія о „предѣльномъ“ количествѣ электричества, о наэлектризованіи „до отказа“ (вспомнимъ, что эти „отказы“ зависятъ отъ знака электризаціи) въ указанныхъ мѣстахъ, эти понятія искажаютъ понятіе емкости, ставя его въ зависимость отъ понятія объ исключительной величинѣ заряда. Неудобнымъ кажется намъ доказывать, что если увеличить всѣ заряды элементовъ проводника, то все же потенциалъ его останется во всѣхъ точкахъ постояннымъ (стр. 84), послѣ того какъ доказано (§ 29), что онъ *всегда* постояненъ; къ неправильному пониманію могутъ привести фиг. 64 и 65, въ которыхъ линіи магнитной индукціи оказываются не всѣ замкнутыми, точно такъ же, какъ и выраженіе на стр. 153: въ желѣзѣ *размагничиваніе* „какъ бы запаздываетъ предъ (?) намагничиваніемъ“. Можетъ ли размагничиваніе это одновременно съ намагничиваніемъ?

Часть II *Курса* г. Войнаровскаго является „азбукою“ (стр. VIII), необходимою для желающаго „бойко читать въ книгѣ ученія о приспособленіи электрической энергіи къ несению многообразной службы, намѣченной человекомъ“. Часть III покажетъ, какъ „связывать отдѣльные элементы азбуки“, „какъ составлять изъ сухой, повидному, теории, живой, непосредственно примѣнимый къ дѣлу матерьялъ“.

Г. Гельмгольтцъ. Фарадѣевская Рѣчь. Современное развитіе Фарадѣевыхъ воззрѣній на электричество. Переводъ **В. Тюрина.** Спб. 1898 г. Изд. П. Сойкина. 50 стр. Цѣна 30 к.

Эта брошюра представляетъ собою часть *Библиотеки „Научнаго Обзорія“*. Знаменитой рѣчи Гельмгольца очень почастливилось въ переводахъ на русскій языкъ: переводъ г. Тюрина является уже не первымъ. Въ этой рѣчи, весьма важной, постоянно цитируемой и въ настоящее время, выразился могучій умъ германскаго ученаго, соединившаго въ себѣ философа и экспериментатора въ одномъ лицѣ. Перевести такое краткое, глубокое и важное произведеніе—дѣло не легкое. Было бы уже не малую заслугою сдѣлать лишь удовлетворительный переводъ, но г. Тюринъ взялъ на себя большее: въ 28 примѣчаніяхъ, приложенныхъ къ брошюрѣ, русскій ученый, отстояющій на 18 лѣтъ отъ германскаго генія, предлагаетъ свои болѣе правильныя или болѣе точныя выраженія, подчеркиваетъ разногласія между положеніями Гельмгольца и современными данными, а въ одномъ примѣчаніи (№ 19) указываетъ на прекрасное согласіе идей Гельмгольца съ положеніемъ, отмѣченнымъ г. Тюринымъ въ одной его рецензій.

Cours de Physique de l'École Polytechnique, par M. J. Jamin. Deuxième supplément, par M. Bouty. Progrès de l'Electricité. Paris. Gauthier-Villars, imprimeur-libraire. 1899. 213 стр.

Курсъ физики. Жамена. Второе прибавленіе **Бути.**

Второе прибавленіе къ весьма извѣстному курсу физики Жамена, написанное проф. Бути, содержитъ въ

себѣ изложеніе *Прогресса науки объ электричествѣ*. Изложеніе отличается сжатостію и научною точностію, такъ что можетъ послужить прекраснымъ руководствомъ для желающихъ ознакомиться съ послѣдними шагами науки. Методы изложенія по большей части элементарны, отчасти же относятся къ высшей математикѣ, какъ это принято и во всѣхъ томахъ *Курса Жамена*, на которые перѣдко ссылается и авторъ *Прибавленія*.

Вся книга г. Бути раздѣлена на девять главъ, въ которыхъ весьма объективно, безъ намека на преждевременныя обобщенія, излагаются свойства „современнаго“ эфира, новѣйшіе способы и результаты электрическихъ измѣреній, современныя представленія объ электрическихъ явленіяхъ, новыя данныя изъ области магнитныхъ явленій, переѣтные токи и генераторы ихъ, токи большой частоты, гертцовы колебанія, разряды чрезъ газы вообще и въ частности, катодное свѣщеніе и X-лучи. Изъ этого перечня главъ видно, что *Прибавленіе* заключаетъ въ себѣ очень много интереснаго и весьма полно охватываетъ современныя теченія науки объ электричествѣ.

La télégraphie sans fils par André Broca. Paris. Gauthier-Villars, imprimeur-éditeur. 1899. 202 стр.

Телеграфія безъ проводовъ. Андрѣ Брокъ. Парижъ. Цѣна 3 ф. 50 с. (= 1 р. 40 к.).

Эта небольшая, хорошо изданная книжка, должна весьма заинтересовать любителей электричества: она написана на самую современную тему, какъ показываетъ ея заглавіе; написана элементарно и, какъ говорить въ предисловіи самъ авторъ, имѣетъ даже въ виду такихъ читателей, которые черпаютъ научныя свѣдѣнія изъ газетъ. Но эта книга должна обратить на себя вниманіе и людей, читающихъ серьезныя отчеты о научныхъ опытахъ, которымъ не хватаетъ лишь пониманія сущности всего дѣла („le fond des choses“). Объяснить эту сущность — оказывается тоже дѣлю книги г. Брокъ (стр. VI).

По ознакомленіи съ этою книгой, мы, однако, пришли къ заключенію, что автору не вполнѣ удалось популярное изложеніе. Вотъ примѣры: „Опыты Кудона и Фарадѣя дали понятіе (ont défini) о существованіи на поверхности тѣлъ, оказывающихъ электрическую прерывность (jouissant de la discontinuité électrique), массы, измѣримыхъ помощью нѣкоторой единицы, механически опредѣлиемой“ (стр. 40). На стр. 167 поясняется поляризованный свѣтъ какъ такой, въ которомъ колебаніе прямолинейно; далѣе говорится, что максимальная энергія луча поляризованнаго свѣта находится въ плоскости поляризаціи, что явленіе Земана состоитъ въ угроеніи линій D_1 и D_2 . Подобныхъ понятій, старшихъ и новѣхъ, вѣрныхъ и не вѣрныхъ, приведено въ книгѣ г. Брокъ такое множество и такъ бѣгло, что для читателя газетъ она можетъ быть полезной лишь въ очень немногихъ мѣстахъ.

Если разсматривать книгу г. Брокъ, какъ написанную для людей, читающихъ спеціальныя журналы и знающихъ все то огромное количество явленій, о которыхъ сдѣланы въ этой книгѣ намеки, то она окажется болѣе удовлетворяющею своею цѣлю. Несмотря на многочисленныя, неясныя даже и для такого читателя мѣста, изъ оригинальнаго распределенія матерьяла, принятаго авторомъ, изъ различныхъ иногда неожиданныхъ сопоставленій, нѣсколько вырисовывается основная идея: электромагнитная теорія свѣта.