

Р 141864

63/5

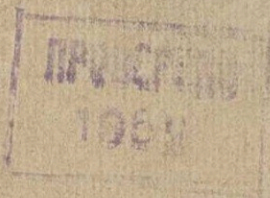
И.Т.У.

Р 141864

Провен 1025

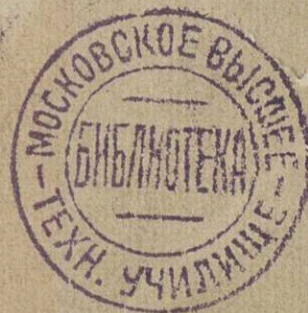
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

1894



В.С. Щегляевъ.

2

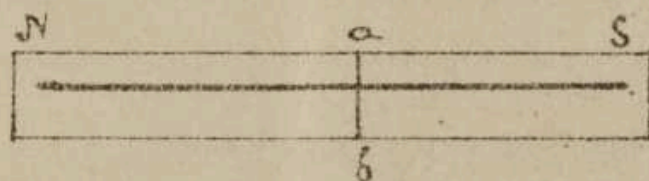


Магнитизмъ.

Магнитные полюсы; полюса магнита.

Сила магнитнаго взаимодействия

Магниты и магнитные руды обладают свойствомъ притягивать железо; это притяжение силѣе всего проявляется на концахъ магнита; которые называются полюсами. Строго говоря, полюсы въ магнитѣ располагаются не сколько отступя отъ концовъ; такъ что, если длина магнита $= l$, то расстояние (Зер. 1) между полюсами $\approx \frac{5}{8} l$.



Зер. 1

Линія ab , проведенная черезъ середину магнита называется безразличной линіей, такъ какъ въ

серединѣ магнита не существуетъ притяженія.

Линія NS , соединяющая полюсы, называется магнитною осью. Если магнитъ подвѣсить свободно на нити, то одинъ полюсъ обращается притягивательно къ географическому северу, а другой къ географическому югу; первый полюсъ называется севернымъ, а второй южнымъ.

Опытъ показываетъ, что одноименные полюсы отталкиваются, а разноименные притягиваются. Мы должны предположить, что и земля есть

магниты с южными полюсами, расположенный в северной географической полусфере и, наоборот, с северными — в южной географической полусфере.

Изучая силы притяжения и отталкивания магнитных масс, мы приходим к заключению, что они зависят прямо пропорционально массам и обратно пропорционально квадрату расстояний, так что сила взаимного действия двух полюсов с массами m_1 и m_2 выражается так:

$$f = K \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

где K — это коэффициент пропорциональности, его можно будет принять за единицу; для этого нужно положить, что $m_1 = m_2 = 1$; $r = 1 \text{ см}$; $f = 1 \text{ дин}$; тогда $K = 1$, следовательно:

$$f = \frac{m_1 m_2}{r^2} \dots \dots (1)$$

Так как мы уже знаем, что везице сила $F = M \frac{v}{t} = M \frac{L}{T^2}$ или $F = MLT^{-2}$, то мы можем определить размер магнитной массы.

Именно, из формулы (1) полагая, что $m_1 = m_2 = m$,

получим что
$$f = \frac{m^2}{r^2}$$

откуда
$$m = r \sqrt{f},$$

но так как для данного случая $r = L$ и $f = F$, то следовательно подставляя, получим, что

$$[m] = [L M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} T^{-1}]$$

или

$$[m] = [M^{\frac{1}{2}} L T^{-1}]$$

Таков размер магнитной массы в абсолютных единицах. Если в формулу (1) положить, что $r=1$, $f=1$, $m_1=m_2$, то следовательно $m_1=m_2=1$, т.е. магнитная масса равна единице, если она отталкивается со силой одной единицы такую же массу, помещенную отъ ней въ разстоянии единицы.

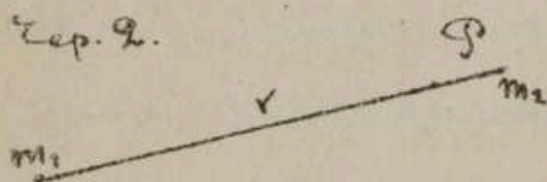
Будем обозначать северный полюс (+), а южный (-). Тогда отталкивающая сила будетъ положительна, а притягивающая - отрицательна и следовательно вообще: $f = \pm \frac{m_1 m_2}{r^2}$.

Магнитное поле и его напряжение

Это пространство, въ пределахъ котораго проявляется магнитна сила. Магнитное поле. Если внести въ магнитное поле полюс +1 магнитизма, то тогда действие магнитной силы онъ будетъ двигаться. Путь этого движения называется линіею силы. Сила, действующая на полюсъ съ +1 магнитизма въ данной точке мы будемъ называть напряженіемъ магнитнаго поля въ данной точке. Такимъ образомъ действие магнитнаго поля въ определенной точке можно определить величиною и

направлений силы, которая действует на по-
люс $+1$, помещенный в данный момент, т.е.
передающей излучения напряжений полюс в данный
момент и построения силовых линий. Если в точке

Чер. 2.



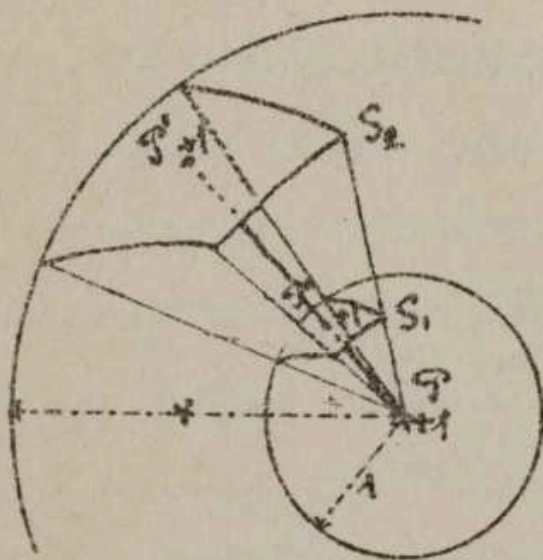
P полюс действия, магнитной
массы m_1 [Чер. 2] помещенный
массе m_2 , то сила, действующая
на этот полюс, пропорциональна массе m_2 .

Обозначим напряжение полюс через H , т.е. $H = \frac{m_1 \cdot 1}{r^2}$.

Тогда сила взаимного действия масс m_1 и m_2 есть

$$f = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = m_2 H$$

Если $m_2 = 1$ и $f = 1$, то $H = 1$. Таким образом на-
пряжения полюс, действующего на полюс $+1$ с силой
 $= 1$, равно единице. Силовые линии одного полюса
Чер. 3.



суть прямые, расходящи-
еся лучеобразно из полюса
во все стороны. Помеще-
нный в P [Чер. 3] маг-
нитную массу $= +1$ и от-
менив из этой точки
сферу радиуса $= 1$ и повер-
хность ее разделив на

квадратные сантиметры. Поверхность сферы во-
обще равна $4\pi R^2$, следовательно будет 4π кв. санти-
метров.

Середу центра каждого квадрата поверхности
 сферы проведен по радиусу, силовую линию. Рас-
 положений в центре одного из элементов сферы
 массу $\sigma \cdot 1$ магнитизма; тогда сила, с которой
 на нее в точке P_1 действует полюс P , при-
 равна напряжению поля в данной точке P_1 . Оче-
 видно оно равно: $H_1 = \frac{1 \cdot 1}{1^2} = 1$. Опустим из P
 сферу радиуса r и перенесем на нее полюс P_2
 $= +1$. Магнитное напряжение в этой точке
 равно: $H_2 = \frac{1}{r^2}$. Строим элемент S_1 на
 этой сфере, получим элемент S_2 ; причем, как
 известно из геометрии $\frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{r^2}$. Если $S_1 = 1 \text{ кв. см.}$,
 то $S_2 = r^2 \text{ кв. см.}$, а стало быть, если на единицу
 поверхности сферы, радиуса единицы приходится
 одна силовая линия $M_1 = 1$, то на единицу пове-
 рхности сферы, радиуса r приходится силовых
 линий $M_2 = \frac{1}{r^2}$, потому что на элементарно пове-
 рхности S_2 сферы приходится одна силовая ли-
 ния, а на единицу поверхности придется соот-
 ветственно $\frac{1}{S_2} = \frac{1}{r^2}$ силовых линий. Отсюда ви-
 димо, что $M_1 = H_1$ и $M_2 = H_2$. Если в точке P
 находится масса $+m$ магнитизма, то будем
 строить силовые линии так, чтобы на единицу
 поверхности S_1 приходилось m силовых линий, а
 соотв. на S_2 придется тоже m линий, а на единицу

поверхности придется сгруппировать $\frac{m}{S_2} = \frac{m}{r^2}$ силовых линий, а потому, по известному числу:

$$N_1 = H_1' = m \quad \text{и} \quad N_2 = H_2' = \frac{m}{r^2}$$

Итак напряжение магнитного поля в данном месте равно числу силовых линий, который в данном месте проходят через единицу площади, нормальной к силовым линиям.

Таким образом силовые линии определяют силу магнитного поля по величине и по направлению и стали быть поле весьма определять. Если, в котором силовые линии располагаются параллельно друг другу и на равных расстояниях, наз. равномерным или однородным. Такое однородное магнитное поле представляет земли, так как в ней силовые линии, и до сих пор неперекрестки и на некотором расстоянии ограниченных могут считаться параллельными.

О магнитном моменте.

Если поместить в равномерное магнитное поле магнит $NS (+m, -m)$, то на его полюсы будут действовать две равные и противоположные силы $+F$ и $-F$ и направленные в противоположные стороны. Эти две силы и удерживают магнит в равнове-

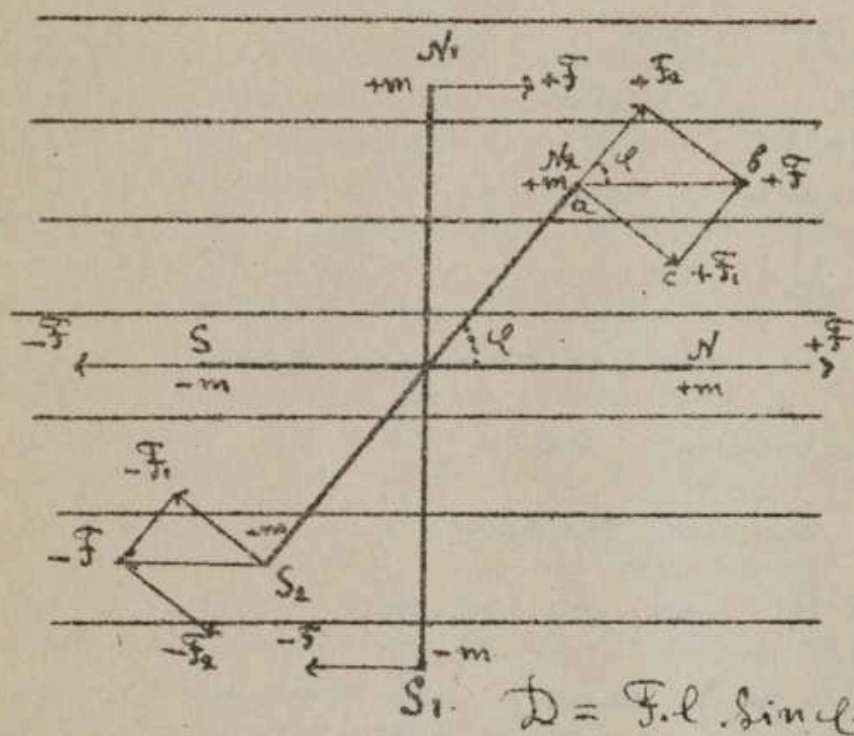
си в плоскости магнитного меридиана. Магнитные линии проходят параллельно магнитному меридиану. Расположив магнит, длина которого $= l$, перпендикулярно меридиану в положении NS_1 , то он будет под действием сил $-F$ и $+F$ вращаться и придет в первоначальное положение NS ; тогда момент вращения, который производит сила F , действующая на магнит, будет $D = F.l$. Но сила F , действующая на полюс N , равна: $+m.H$, где H — напряженность магнитного поля, а $(+m)$ есть масса в N полюсе, можно также для S_1 полюса написать, что $F = -m.H$, где H тоже, так как поле равнодействующее, а $(-m)$ есть масса на S_1 полюсе, мы видим, что силы F действительно равны и противоположны; следовательно момент вращения можно написать так:

$$D = m.H.l$$

Теперь покажем, что магнит наклонен к магнитному меридиану под углом α в положении NS_2 (рис. II)

При этом новом положении, агнаты силы $+F$ и $-F$ будут направлены параллельно магнитному меридиану. Разложим каждую из сил на силу, направленную по ее стрелке $(+F_1, -F_2)$

и силу перпендикулярно к ней $(+F_1, -F_1)$. Тогда
силы $+F_2$ и $-F_2$ уравновешены, а силы $+F_1$ и $-F_1$ со-
ставляют пару, которая будет вращать систему
рис. 4.



Вращающий момент
материальной точки

Материальной точки пары
будет: $F \cdot l$,

но из треугольника
abc найдем:

$$F_1 = F \cdot \sin \varphi;$$

Сумма моментов враще-
ния будет:

$$D = F \cdot l \cdot \sin \varphi.$$

Сила F , как мы видели, равна $m \cdot H$, но напре-
жение магнитного поля есть H , а масса полю-
са — m , поэтому момент будет:

$$D = l \cdot m \cdot H \cdot \sin \varphi$$

Если момент находится в положении N, S , —
— перпендикулярно к магнитному меридиану,
то $\sin \varphi$ будет равен 1, так как $\varphi = 90^\circ$

Тогда
$$D = m \cdot l \cdot H$$

Конечно теперь, что направление магнитного
поля $H = 1$, тогда $\frac{D}{H} = m \cdot l$

Обозначим теперь этот постоянный коэффициент D
назовем:

$$D = m \cdot l.$$

Эту величину D называют магнитный моментом дипольного магнита. Следовательно момент магнита есть момент пары, которая вращает магнит из положения перпендикулярного к магнитному меридиану в его ось вращении при напряжении поля $H=1$.

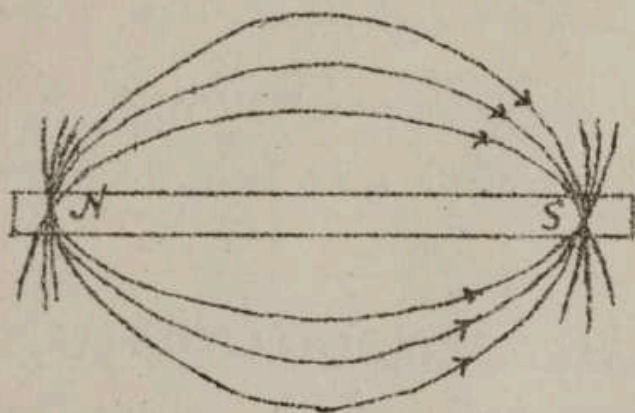
Распределение магнитных (силовых) линий в магнитном поле.

Для изучения распределения магнитных линий в поле можно с удовлетворением пользоваться так называемыми магнитными спектрами. Это те рисунки, которые получаются при освещении экрана, находящегося в магнитном поле, светящимися экранами. Из самых грубых, простых, наглядных, представляющих собой маленькую магнитную стрелку, которая располагается по направлению магнитных сил и дает возможность проследить за ходом и направлением.

Вид магнитных линий для одного магнитного стержня с полюсами N и S изображен на рисунке 5. За положительное направление мы будем принимать направление от N полюса к S полюсу. Такими образом все

линии впадают в союзы. Силовые линии дуги по полюсу магнита можно построить графически

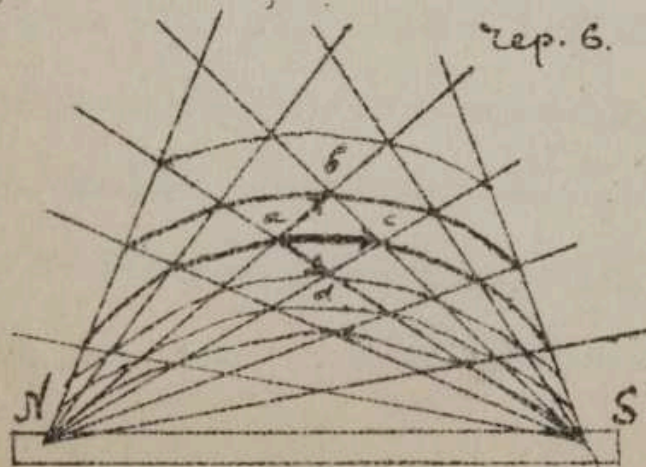
чер. 5.



так: Возмем магниты с полюсами N и S ; тогда магнитный силов. поле-
доу полюса будут на-
правлены по радиусам
из центров N и S . Отт.

пересечения равномерною, которые при дан-
ном расположении силовых линий будут очень
малы и могут быть поэтому приняты за
параллельные. Возмем диаметр ab в некоем направлении силов. ab
и cd показано стрелками, складывая из кафо-
дич. равнодействующую равно по величине
дугам параллелограмма и направленною от
 a к c . Складывая таким образом все силы,
выходящие из N и S получим ряд равноде-
йствующих дугам, которые и составят
дуги направления магнитных сил (чер. 6)

чер. 6.



Если внести в магнитное
поле кусок магнитного
тела, то займется это
распределение силовых ли-
ний изливается. Желко при-

ными притягиваются или магнитною
силою, сами же они нагреваются токами
магнитными.

Если же сталь, а не железо, долго подвергать
намагничиванию, то оно само приобретает свой-
ства магнита, т. е. намагничивается два магнитных
полюса и притягивает железо. Этот магни-
тизм железа наз. остаточным магнети-
змом; а причина, соображающая намагничивает
железо наз. задерживательною силою железа.

Эта задерживательная сила лучше всего прояв-
ляется в закаленной стали, так как сталь не так
скоро поддается обратному намагничиванию, как
мягкое железо.

Мягкое железо, наоборот, легко и скоро намагни-
чивается, но почти совершенно не имеет заде-
рживательной силы.

Намагниченная сталь теряет свои свой-
ства магнита при ее нагревании, при
ударах молотка. Ударом же молотка
можно намагнитить простую сталь, для этого
кусок стали водят по направлению магни-
тного меридиана и знают по ней молотком,
тогда, по прошествии некоторого времени, кусок
стали приобретает свойства магнита, т. е. приобре-

матр. для мифа и приписывается. Желая мы между двумя половинами N и S жезла в магнитном поле намагниченности цинкового из железного жезла, то увидим, что силовые линии не входят внутрь этого цинкового, а все намагничиваются его сторонами. На этом явлении основывается устройство магнитных ширин. Из намагниченности ширин можно записывать сдвиги от действия внешних магнитов. Для этого ширин намагничивают в пространстве, окруженном такими ширинами, тогда силовые линии ширин пойдут по силовым линиям и не дадут им проникнуть в ширину. Ширин обыкновенно состоят из нескольких слоев листового железа.

Взаимодействие между магнитами и токами.

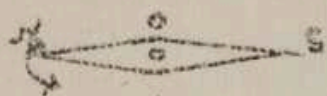
Эрстедт в 1820 году открыл, что электрический ток действует на магнитную стрелку. Он показал, что стрелка стремится перекрещиваться с проводником и это направление вращения, зависит от направления тока и стрелки и от направления тока.

^{*)} см. (пер. 8) на стр. 20

Вот сигнал, излучаемый Дригдом, теперь
подвиги под сдвигущее правило, касающееся его тит:

«Если представить магнитодатчик, лежащий
на проводнике (чер. 9) так, что ток будет
всего по нему и выводится в точку n, электро-

чер. 9.



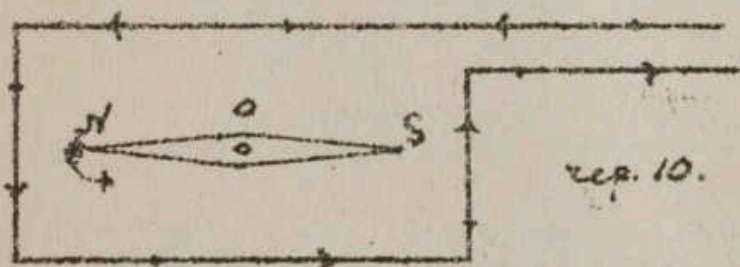
магн на северный полюс,

то ток створный

полюс отклонится валь-

во от магнитодатчика»

Если ток в проводнике будет идти так,
то в проводнике под стрелкой он будет
идти в одном направлении (чер. 10), а под



чер. 10.

стрелки в другом,

то дителль стирь

токов сложатся и

силы отклонит

стрелку.

На этом принципе основано устройство га-
льваноскопа.

Гальваническое поле.

Если по какому либо проводнику пропускать
ток, то вокруг этого проводника под влия-
нием тока по нему тока, возбудится
какое-то поле некоторого направления;



выражается так:

$$f = \frac{2\pi z^2 J m}{(z^2 + a^2)^{3/2}}$$

Если проводник лежит в центре окружности проводника, т.е. $b=0$, то сила f

будет:

$$f = \frac{2\pi z^2 J m}{z^3} \quad \text{или}$$

$$f_0 = \frac{2\pi z^2 J m}{z^3} = \frac{2\pi J m}{z}$$

Если предположить теперь, что круг проводника состоит из n из одного оборота проволоки, а из N оборотов, при чем z - средний радиус кольца, то сила f выразится так:

$$f = \frac{2\pi z^2 J m N}{g^2}$$

а f_0 будет:

$$f_0 = \frac{2\pi J m N}{z}$$

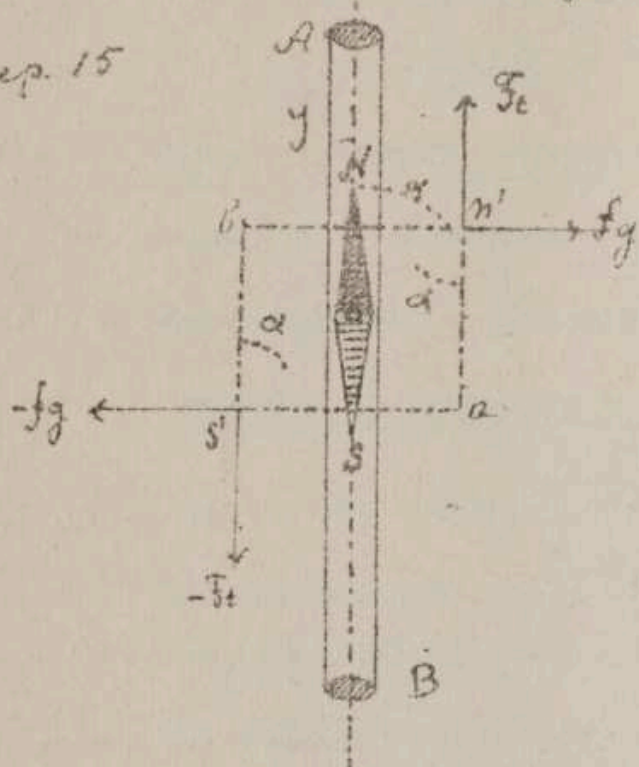
Этими формулами мы воспользуемся для вывода теории тангенс-дуссоли.

Теория тангенс-дуссоли.

Представим себе круговой проводник АВ (сер. 15), по которому течет ток силы J . Расположим плоскость этого круга в плоскости магнитного меридиана и пусть сила земного магнетизма будет F_0 . В центре круга поставим магнитную стрелку NS длины l , которая внакаив, т.е. когда в проводнике АМ еще нет

тока, равнодействующая массы в плоскости маг-
нитной индукции. Тогда градиент оси
тока I магнитная стрелка отклонится от
своего первоначального положения на некоторый
угол α . На каждый полюс ее массы

рис. 15



$\pm m$ будут градиентом
гравитации g или: сила
гравитации магнитной
стержня $\pm F_t$ и сила от
равновесия тока
 $\pm fg$

Силы $+F_t$ и $-F_t$ дают
пару вращения с
моментом $F_t \cdot nb$;

силы $+fg$ и $-fg$ дают также пару вращения,
момент которой будет равен $fg \cdot na$.

Эти пары по своему действию противополо-
жны, но так как стрелка находится
в равновесии, то эти моменты должны бы-
ть равны, т.е.

$$F_t \cdot nb = fg \cdot na$$

Отсюда определяем na и nb :

$$na = ns' \cdot \cos \alpha = l \cos \alpha$$

и

$$nb = ns' \cdot \sin \alpha = l \sin \alpha$$

субституируем: $F_t \cdot l \sin \alpha = fg \cdot l \cos \alpha$

Сила f_g по предыдущему равна

$$f_g = \frac{2\pi \cdot m \cdot I}{R}$$

сила же земного магнетизма F_t равна произведению массы m на направление поля H , т.е.

$$F_t = m \cdot H.$$

и теперь, сгруппировав:

$$\frac{2\pi \cdot m \cdot I}{R} \cdot \cos \alpha = m \cdot H \cdot \sin \alpha$$

$$\text{откуда} \quad I = \frac{R}{2\pi} \cdot H \cdot \operatorname{tg} \alpha \dots \dots (1)$$

Направление поля ам. земного магнетизма

$$H = 0,175$$

Таким образом мы помощью тангенс-буссы можем определить силу тока по формуле (1). Тангенс-буссы так и называется — круговой проводник представляет металлический обруч, в центре его устанавливается магнитная стрелка, указывающая по некоторому какому числу градусов своего отклонения. При начале опыта обруч устанавливается в плоскость магнитной меридиана, стрелка показывает 0° ; тогда постепенно ток в обруч, стрелка отклоняется на некоторый угол, указывающий силу тока. Теперь зная угол α , радиус обруча, направление магнитного поля земли H , мы определим силу течения

тока I .

$$I = \frac{R}{2u} H \operatorname{tg} \alpha.$$

Электродинамика.

Въ 1821 году Амперъ открылъ, что токъ оказы-
вается на другой токъ аттрагируе-
мъ или притягивае-
мъ, если первый будетъ неподвиженъ,
а второй движется; это взаимодѣй-
ствие подчиняется некоторымъ законамъ. Амперъ,
представивъ это явление электрич. течения, на-
писавъ эти законы и построивъ теорію, объясня-
ющую это дѣйствіе такими же зако-
нами, разсматривающій дѣйствіе тока
на другой токъ, называется Электродина-
микой.

Законы взаимодѣйствія токовъ.

1) Два параллельныхъ проводника, съ движу-
щи по нимъ токами, притягиваются
если токи идутъ по одному направленію,
и отталкиваются если токи идутъ по
направленіямъ противуположнымъ.

Этотъ законъ не зависитъ отъ того, представ-
лены ли параллельные проводники двумя длин-
ными проводниками, или они суть части
одного и того же проводника. Отсюда выво-

рамы спираль притягивает друг друга при продолжении по спирали тока, так как ток идет по одному направлению в спирально-связанной одна к другой частях спирали.

2) Два проводника, наклоненные друг к другу под углом, притягиваются, когда токи направлены одинаково по отношению к точке пересечения проводников, (т.е. или оба продолжаются к ней или являются продолжением от нее. Если проводники лежат в плоскости плоскости, то можно рассмотреть точку пересечения одного проводника и продолжения другого на плоскости пересечения) и отталкиваются друг от друга, когда направления токов относительно точки пересечения противоположны.

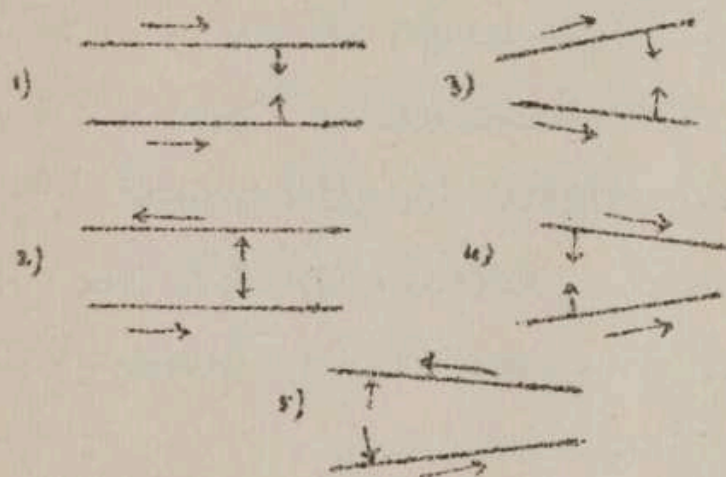
На черт. 16 изображены элементы проводников согласно этим законам притяжения и два отталкивания.

3) Сила, от которого элемент проводника действует на другой элемент проводника, всегда стремится заставить последний прийти в движение по направлению, составляющему прямой

угол к своему собственному направлению.

Так в силу двух параллельных провод-

чер. 16



ников, сила притя-
жения или отталки-
вания будет зависеть от
расстояния между
направлением токов.

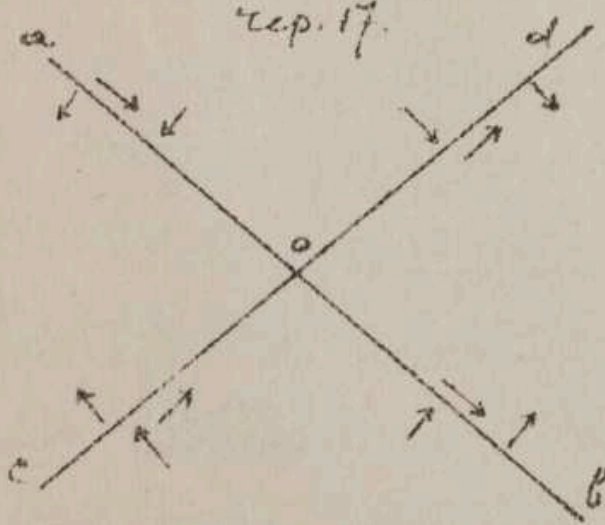
Применяя эти зако-
ны 2^{ой} и 3^{ей} пред-

ставимся случаю, изображенный на чертеже 17.

Возьмем для проводника ab и cd точку враще-
ния около точки O . Отталкивание будет
между точками oa и od , oc и ob и притя-
жение между oc и oa и между ob и od .

Весь предыдущий закон можно соединить
в одно, сказав что между двумя частя-

чер. 17.



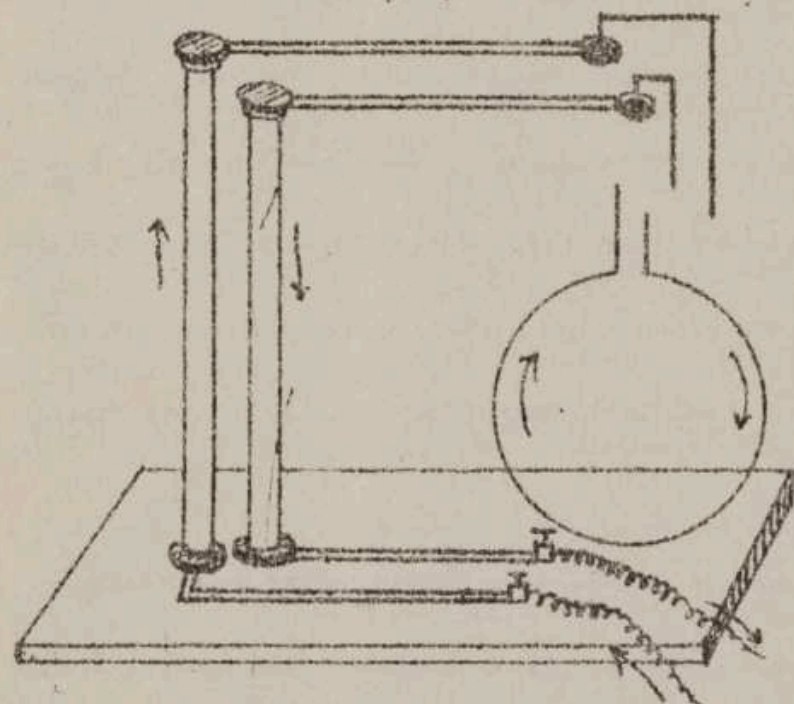
ми проводников,
какой бы эти части-
ции ни были распо-
ложены; при прохо-
ждении тока явля-
ются силы, заста-
вляющие эти части

проводников расположиться так, чтобы
токи в них шли по одному пути.

Для наблюдения явлений притока и оттока
жидкости между жидкостью Аппер и жидкостью при-
бора, представленный на рисунке 18 и жидко-
сткой жидкостью Апперова стакана.

Для наблюдения этих явлений жидкости, на кото-
рой производится наблюдение, проводники

рис. 18.



формой фармы
такой, чтобы они мо-
гли свободно враща-
ться. Концы прово-
локи подлинного про-
водника опускаются
в жидкость со спе-
циальным для лучшего
соединения прово-
дника с жидкостью

соединения с жидкостью

При помощи такого прибора Аппер пока-
зал следующие явления:

- 1) Проводник, состоящий из переплетенной
и скрученной вьюе проволоки, так что одна
из одной части проволоки идет в одну
направление, и из другой в противоположное
направление, так что
не происходит никакого явления, но состоя-
ние проводника.
- 2) Проводник, состоящий из проволоки, или вьюе

вещи, проводимости можно также все
математическое действие по свойствам проводимости,
как и при проводимости.

3) Если в каком-либо случае не проявляется силы
отталкивающей, следовательно проводимости по на-
правлению его собственным димам.

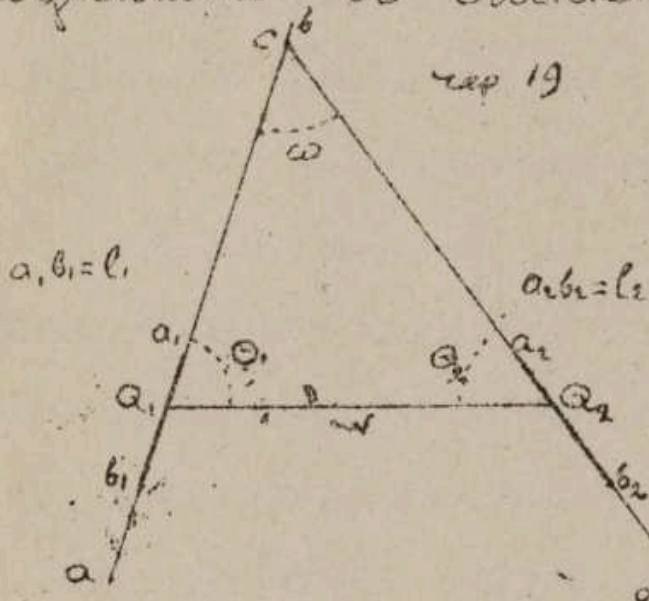
4) Если, действуя между двумя проводни-
ками, какой бы то ни было формы, не излуча-
ется от электрических элементов разность про-
водимости этой системы, если только разсто-
яние между проводниками увеличивается в той
же пропорции и тогда сохраняется одну и ту
же силу.

Основываясь на том, что выведенный
экспериментальный закон Ампера вычислить
элементарный закон электродинамического
движения. Таким образом, эмпирическое выраже-
ние силы, развивающейся между двумя бесконечно
малыми частями или элементами токов, если си-
лы и направление этих токов известны.

Аналитическое выражение силы между двумя элементами токов.

Пусть ab и cd будут две проводника. Возьмем
элементы (рис. 19) ab и cd и пусть

длины нр. Бугунъ l_1 и l_2 . Разстояние между нр. серединами Q_1 и Q_2 назовемъ черезъ r . Углы: составленные направлениемъ проводовъ съ линією, соединяющей середины элементовъ Q_1 и Q_2 назовемъ ω и θ_1 , а уголъ, составленный каждымъ проводникомъ — ω . Направление токовъ во взя-
тыхъ проводникахъ ну-
дъ Бугунъ I_1 и I_2 . Из-



свойствъ взаимодѣйствія разноточиваемыхъ эле-
ментовъ, а именно: знаемъ, что сила, дѣйстви-
тельная между двумя такими проводниками, т.е. элемен-
тарная сила, (обозначимъ ее черезъ f), асо-
имплексно выражается такъ:

$$f = \pm \frac{I_1 I_2 l_1 l_2}{r^2} (\cos \omega + \cos \theta_1 \cos \theta_2)$$

Найденная сила f Бугунъ или положительна,
или отрицательна, смотря по тому, при-
тягиваются или отталкиваются взятые про-
водники, т.е. Бугунъ и токъ по одному
направлению или наоборотъ: другъ другу.

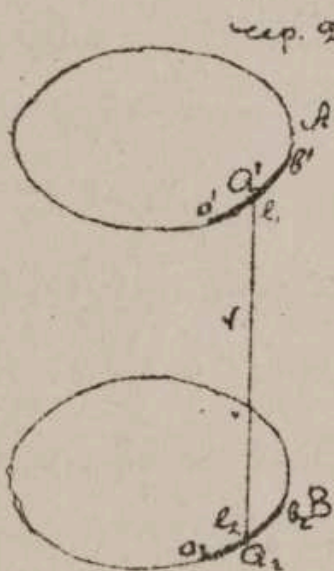
Физика

(Электростатика)

Листъ 5.

Случай взаимодействия двух кольцевых параллельных проводников.

Положимось иметь два кольцевых проводника A и B (чер. 20), по которым текут токи в одинаков или в различных направлениях, с напряженностями γ_1 и γ_2 . Возьмем два элемента a, b и a', b' ; соединим их середины Q_1 и Q_2 прямою и назовем ее чертой r . Углы, составленные элементами с прямою $Q_1 Q_2$ будут



θ_1 и θ_2 , изъ которыхъ каждый равенъ 90° . Уголъ, составленный каждымъ проводникомъ с r равенъ 0 , ибо проводники параллельны. Тогда элементарная сила f по формулѣ будетъ:

$$f = \pm \frac{\gamma_1 \gamma_2 l_1 l_2}{r^2} \cdot Q.$$

Второй множитель въ этой формулѣ, т. е.

$$(2 \cos \omega + 3 \cos \theta_1 \cos \theta_2)$$

будетъ равенъ 2, ибо $\cos \omega = 1$; следовательно

$$2 \cos 0^\circ = 2 \cdot 1, \text{ а } \theta_1 = \theta_2 = 90^\circ$$

и следовательно:

$$3 \cos \theta_1 \cos \theta_2 = 0;$$

силы гравитации: $f = \pm \frac{2 \cdot \gamma_1 \gamma_2 l_1 l_2}{r^2}$.

Это, как мы сказали, сила, существующая между двумя элементами. Чтобы определить полную силу F , существующую между двумя проводниками, возьмем дифференциал этой величины f :

$$df = \pm \frac{2 \gamma_1 \gamma_2 dl_1 dl_2}{r^2}$$

Интегрируем: $\int df = \pm \frac{2 \gamma_1 \gamma_2}{r^2} \int_0^L dl_1 \int_0^L dl_2$
 $F = \pm \frac{2 \gamma_1 \gamma_2 L_1 L_2}{r^2}$

Таким образом получим полную силу F , существующую между двумя проводниками. Обозначим через m_1 и m_2 массы элементов проводников, тогда сила выражается:

$$f = \pm \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

где m_1 и m_2 соответственно в предыдущей формуле вычисляются: $m_1 = \sqrt{2} \gamma_1 l_1$ и $m_2 = \sqrt{2} \gamma_2 l_2$

Это две симметричные силы. Для полноты же: $m_1 = \sqrt{2} \gamma_1 l_1$ и $m_2 = \sqrt{2} \gamma_2 l_2$,

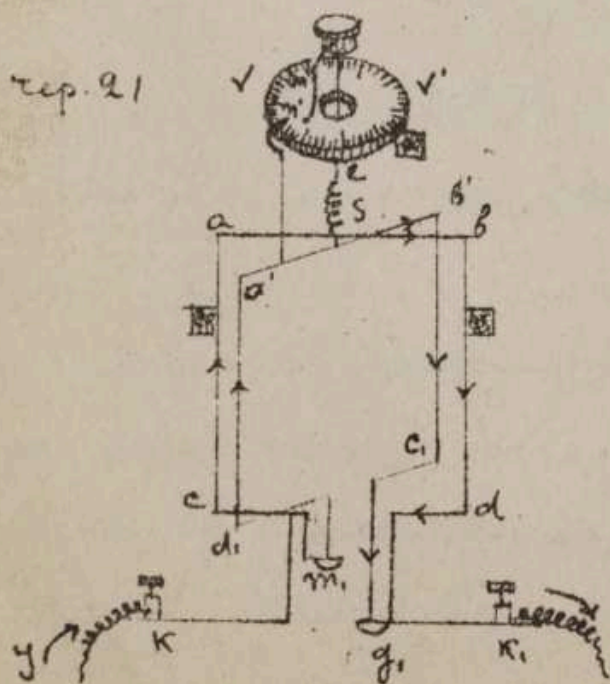
то m_1 и m_2 будут в этих случаях массы самих проводников.

Если же в этих проводниках будут идти ток в одном направлении, то проводники притягиваются, ибо они представляются в этом случае два разноименных полюса. Но если

длин оси, представляющих наблюдателя, лежащего на проводнике и такъ входящего ему въ нос и выходящего въ голову, то, какъ мы знаемъ, по правилу Ампера, северный полюсъ будетъ лежать вправо отъ него, а южный влево; следовательно мы и будемъ иметь два полюса: северный и южный.

Электро-динамометръ Сименса.

Электро-динамометръ Сименса основанъ на взаимодѣйствіи двухъ проводниковъ, по которымъ течетъ токъ. Устройство его состоитъ въ следующемъ: имѣетъ проволоку, изогнутую въ видѣ прямоугольника $abcd$, плоскость котораго перпендикулярна къ плоскости зеркала; концы этого проводника помощью клеммъ K и K_1 соединены съ батареею Z . Изъ этой неподвижной прямоугольной (зер. 21) присоединенъ



другой подвижной a, b, c, d , при чемъ плоскость этой подвижной перпендикулярна къ плоскости прямоугольника $abcd$.

Подвижность прямоугольника a, b, c, d достигается тѣмъ, что онъ подвиженъ на пружинахъ.

линии LS и канцалии своими перпендикулярами в угловых
таблицах g , и m , со ртутным. Планировки эти соеди-
няются с прямоугольными абсц., как показано
на чертеже.

Второй из батмарен, выходя по средине водопровода
в оба прямоугольника и, простираясь в них по
одному направлению, составляет части ab и cd ,
одна $c.d$ притягивается и расширяется парал-
лельно друг другу, при этом должно про-
исходить противоположное движение раскру-
чивания; если сильное тяготение, то при притяже-
нии будет сильное.

Изобретение димми таково: берется такая: сдвинута
рабочая $ab, c.d$ устанавливается перпендикулярно
к рабочей ab , что можно видеть по ука-
занному nn , прикрепленному к $ab, c.d$ и сто-
ящему при таком положении $ab, c.d$ на ну-
ле неподвижного груза vv .

Потом движется такая, который мы изобрели,
проводник $ab, c.d$ повернется на некоторый угол.
Когда проводник прекратится, то его положение
такого A , соединенной со средине LS , проводник
в первоначальное положение.

Положение для того, чтобы можно было повернуть
такого A на угол d , который будет по ука-

менее γv^2 , приращению γ приращению проводника a, b, c, d . Следовательно, поворота проводника в перпендикулярном направлении, или силу электрического притяжения уравновешивается силой кручения пружины и сумм. момент электрической пары равен моменту кручения. Пусть сила тока будет I . Вектор $\vec{m}$, ток разбивается на два и пусть силы этих силотомов тока будут i и i_1 . По проводнику обязательно действует из одного центра, следовательно сопротивлением и поэтому силы этих токов будут равны, т.е. $i = i_1$. Момент электрической пары, как показывается теорией, пропорционален квадрату силы тока, т.е.

$$M_2 = i^2 \cdot c,$$

где c — коэффициент пропорциональности, зависящий от конфигурации прибора. Момент кручения M_c пропорционален углу поворота, т.е., что:

$$M_c = \varphi \cdot c',$$

где c' — коэффициент пропорциональности, зависящий от силы.

При равновесии сил получим следующее соотношение:

$$M_2 = M_c; \quad c i^2 = \varphi \cdot c'; \quad i^2 = \frac{c'}{c} \varphi$$

откуда $i = \sqrt{\frac{c'}{c} \varphi}$. Пропорциональность c и c' для данного случая, будучи постоянной, следовательно:

$$\sqrt{\frac{c'}{c}} = A,$$

где A - некоторое постоянное количество. И сила выражается так: $i = A \sqrt{t}$

Чтобы определить для данного прибора значение A пускают в него ток известной силы (измеренный, например магнетом-весо-м) тогда: $i = A \sqrt{t}$

но i - известно, и таким образом из опы-та, следовательно: $A = \frac{i}{\sqrt{t}}$

Эта величина A высчитывается на самом при-боре. Таким образом зная время и ток можно определить силу пущенного в прибор тока.

Чтобы решить вопрос о скрутке, берут в неподвижной рамке не одну, а несколько обмо-ток. В этих приборах обыкновенно количество проволоки делается так; насколько оборотов. Обладать при такой проволоке, чтобы она могла выносить действие сильного тока, не согреваясь; поэтому некоторое число обмоток из тонкой проволоки и каждую из обмоток можно вводить в конт. самостоятельно; если ток сильный, то вводят только одну обмотку, а при слабом то-ке - все.

В такой скрутке нужно задержать время от-дельно два сопротивления A и B , для которых

спарга при толстой и тонкой проволоке.

Деклоридометр Сименса имеет важное преимущество перед всеми подобными приборами. Особенность его устройства позволяет измерять силу переменного по направлению тока. Такие токи иногда встречаются и при измерениях их направляют тем специальным датчиком-машинкой с переключением тока. Эти токи датчиком не будут измеряться, ибо, помня, что в данный момент времени ток движется по одному направлению, тогда стрелка датчика должна бы повернуться, помня, по часовой стрелке на некоторый угол, но почти в то же мгновение уже движется ток обратный первый, а стрелка и будет стремиться повернуть стрелку уже в сторону противоположную часовой стрелке; а так как эти токи очень быстро сменяются друг за другом, то и стрелка датчика будет колебаться в покой. Деклоридометр Сименса будет измерять и эти токи как постоянные. Такие как в подвижной и неподвижной обмотке тока всегда будут двигаться по одному направлению, хотя он и проводников и изменяет направление. Следовательно, подвижная обмотка будет всегда протекать и измерять ток, а подвижная обмотка будет измерять силу переменного тока.

Потенциал магнита на полюсе.

Мы видели, что если иметь два магнитных полюса m и m' , находящихся на расстоянии z , то сила f их взаимного действия выразится так: $f = \frac{m \cdot m'}{z^2}$. Можно было бы показать, что для этой силы существует потенциалная функция, при помощи которой можно было бы определить сила действующая в любом направлении. В случае одного полюса m потенциалная функция V выразится так: $V = \frac{m}{z}$. Представим теперь себе весьма малый магнитный диполь $2l$, с множеством поперечного сечения S — и с магнитными массами $+m$ и $-m$ на концах. Определим потенциал такого магнита. Заметим, что $M = 2l \cdot m$ называется магнитным моментом нашего магнита; отношение магнитного момента к объему магнита, или моменту единицы объема, называется напряжением намагничивания: $J = \frac{M}{v}$; далее магнитная масса, разделенная на поверхность $\left(\frac{m}{S}\right) = \sigma$, или масса единицы поверхности называется магнитной плотностью. Итак как у нас $v = 2l \cdot S$, а $M = 2l \cdot m$, то $J = \frac{M}{v} = \frac{m}{S}$. Возьмем точку P с $+1$ магнитизма. Потенциал нашего магнита в этой точке будет:

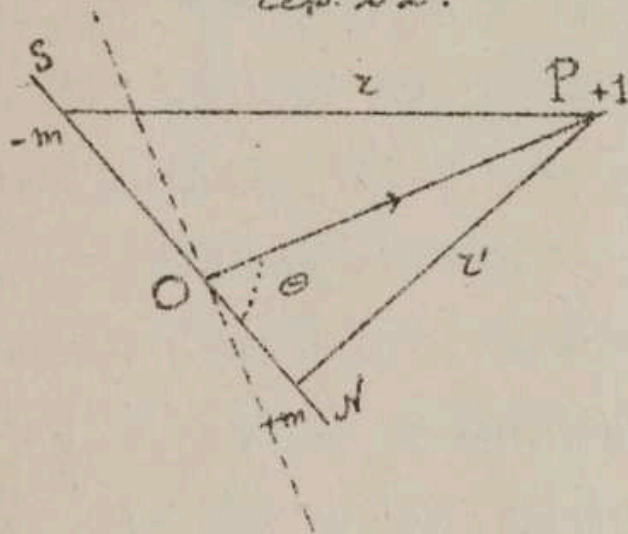
Физика

(Электродинамика)

Листъ 6

$$v = \frac{m}{z} - \frac{m}{z'} = m \frac{z - z'}{zz'}$$

Так как сила магнита MS весьма мала сравнительно с расстоянием OP , то можно считать, что $z \approx z'$.



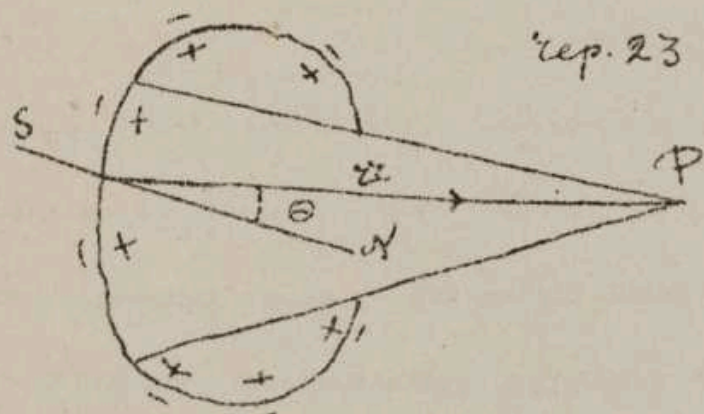
Если P находится со стороны северного полюса, относительно перпендикуляра, восстановленного в точке O на линию OP , потенциал будет положительный, если P находится со стороны южного полюса.

Если будем считать за положительное направление прямых линий, направления, указанные стрелками на чертеже 22-м, или угол θ — угол между этими направлениями, тогда потенциал по величине и по знаку выражится так:

$$v = \frac{M \cos \theta}{z^2}$$

Магнитный слой. Магнитный слой называется система двух бесконечно близких поверхностей, из которых одна покрыта положительными магнитными массами, а другая

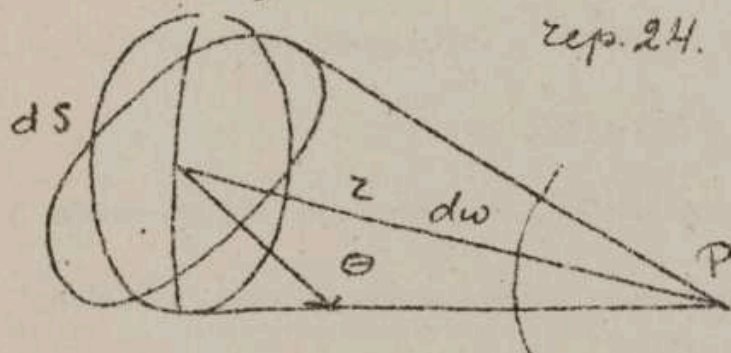
отрицательным. Пусть σ есть магнитная плотность слоев, т.е. масса единицы поверхности их, а z есть толщина слоя, тогда $dV = \sigma \cdot z \cdot dS$ — изъясняется силой намагничивания слоя. Пусть C есть магнитный слой и определенная потенция его по точке P , в которой находится $+1$ магнитной массы. Слой мы можем рассматривать как бы состоящий из ряда элементарных магнитов, оси которых расположены по нормали к поверхности слоя. Пусть (черт. 23) NS есть элементарный магнит в плоскости сечения DS и θ есть угол



черт. 23

между магнитом NS и линией OP ; потенция этого элемента по точке P по предыдущему будет:

$$dV = \frac{2\sigma \cdot dS \cdot \cos \theta}{z^2}$$



черт. 24.

Но трудно ли видеть, что $\frac{dS \cdot \cos \theta}{z^2}$ представляет, тот же самый угол, под которым элемент dS

видится от точки P . Вдоль сечения DS опишем из точки P (черт. 24) сферу радиуса z и сферу радиуса 1. Тогда проекция элемента dS на

сферу радиуса r будем $ds = ds \cdot \cos \theta$.

С другой стороны элемент ds и dw сферы радиуса r и 1 относятся $\frac{ds}{dw} = \frac{r^2}{1}$

Тогда это потенциальное выражимся

$$dw = \frac{ds}{r^2} = \frac{ds \cdot \cos \theta}{r^2}$$

Условимся потенциал u считать отрицательным (-), если мы из точки P выходим на сторону слоя с положительными массами и положительным (+), если из точки (P , например) входим на поверхность с отрицательными массами.

Тогда потенциал для точки P будем:

$$du = \phi \cdot dw$$

Интегрируя это выражение по всей поверхности, при этом заметим, что по направлению, каково направление AB , получим для равных и противоположных по знаку значений потенциалов, которые стали бы уничтожаться, мы получим:

$$V = -\phi \cdot w,$$

где w есть телесный угол, под которым из точки P видна контура магнитного слоя.

Если в точке P поместим массу m , то потенциал в ней будет

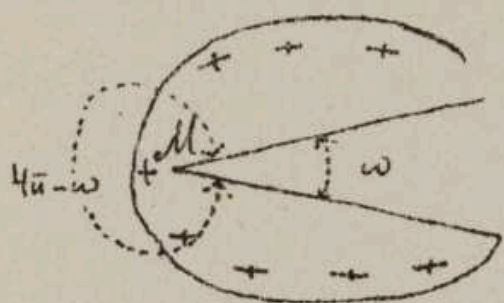
$$V = -\phi \cdot m \cdot w$$

Таким образом потенциал магнитного поля

на точку P равна произведению магнитной силы слоя σ на тангенс угла, под которым из точки P виден контур слоя.

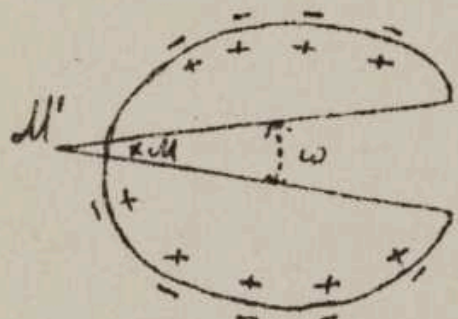
Магнитодвижущая сила.

Рассмотрим точку M (чер. 25), находящуюся достаточно близко к положительной поверхности



чер. 25

магнитного слоя. Потенциал в этой точке будет:

$$V = -\sigma(H - w)$$


чер. 26.

Если рассмотрим точку M_1 (чер. 26) достаточно близко к M , но лежащую по другую (отрицательную сторону слоя), то потенциал в ней будет:

$$V_1 = \sigma \cdot w.$$

Отсюда мы видим, что разность

$$V - V_1 = -H\sigma$$

т.е. что потенциалы в двух точках, находящихся с разных сторон слоя, разнятся на некоторое постоянное величину. Эта разность представляет собой ту работу, которую затрачивает магнитная сила слоя, чтобы перевести $+1$ магнитизма из M в M_1 . Таким образом мы видим, что магнитный слой

есть поверность, из которой происходит все-
гда повышение потенциала, если перейти с отри-
цательной поверности на положительную, или
наоборот, что при поверности соприкосновения,
разнородных металлов, существует разница
электрических потенциалов, которую называют
электродвижущей силой; по аналогии можно
назвать магнитодвижущей силой разницу
магнитного потенциалов, которая существует
между двумя поверностями магнитного поля.

Аналогия между магнитным сло-
ем и замкнутым током.

Если иметь замкнутый проводник, по ко-
торому течет ток i и полюсы m и p то есть
 P , то разделение подобным образом проводнику,
можно доказать, что потенциал такого замк-
нутого тока на полюсах выражается следующим
образом:

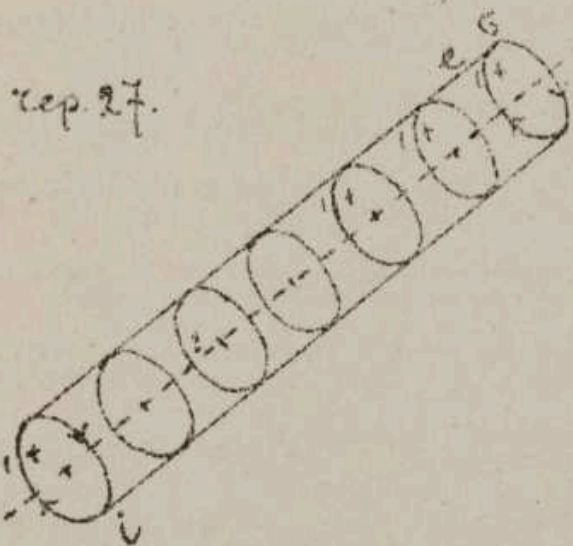
$$V_i = -i \cdot m \omega,$$

где ω — есть телесный угол, под которым
из точки P виден контур проводника.
С другой стороны потенциал для магни-
тного слоя того же контура на точку P
будет, как мы видели, таков:

$$U_{op} = - \frac{1}{2} m v$$

Отсюда видно, эти выражения потенциала атом-
наковы, если положить, что $q = 1$. Отсюда
потенциал замкнутого тока i по магнит-
ной массе таков - все как и потенциал
магнитного слоя того же контура как и
проводника, сила которой по числовой вели-
чине равна силе тока; стало быть, по
своему влиянию действия, замкнутый
ток и магнитный слой равносильны.

СОЛЕНОИДЪ. Разсмотрим проводник, намо-
танный в виде спирали. Такой спираль на-
зывают соленоидом. Пусть по спирали те-



четь ток i ; назовем
через S площадь каждо-
го круга обмотки
спирали, а через N число
оборотов на длину од-
ного сантиметра; то-
гда расстояние между

обмотками $e = \frac{1}{n}$. Такой соленоид будет
производить такое же действие, как ряд
круговых токов, расположенных друг от
друга на расстоянии e . Каждый из этих

кривых токов мы можем по продвинутой
заменить магнитным слоем силы i , на ко-
торую наложены с одной стороны + массы
с потенциалом ϕ , а с другой - массы. Таким
образом $\epsilon i = \phi$. Внутренние слои $+$ и $-$,
придя в сепаросное взаимно уничтожа-
ются, так что все соллоиды сведется к
тому, что будет происходить на цилиндри-
ческой магнит с количеством магнит-
но $+Q$ на одной концы и $-Q$ на другой.
Величина этого количества магнитизма
такова: $Q = G.S = \frac{L}{2} S = N i S$

И так соллоиды равносильны магниту.
Такое тождество во вращательных движениях
между магнитом и соллоидом подтвержде-
ется на опыте. Определим силу F , с кото-
рой соллоид действует на полюс $+1$, помеш-
енный внутри со. Положим, что длина
соллоида есть l и пусть $+1$ полюс пере-
стает с одного конца на другой; при этом
сила F совершит работу $F l$; с другой
стороны полюс пройдет через $N l$ оборо-
тов, а это есть магнитных слоев.
Мы видим, что при переходе через каждый
свой потенциал увеличивается на величину:

$$4\bar{u} \varphi = 4\bar{u} i,$$

а стало быть на величину пути l пойдет он из-менивается на величину $4\bar{u} i l N_1$ (где N_1 число оборотов соленоида на единицу длины), которая представляется иное выражение работы, затраченной магнитной силой при переносе потока.

Приравнивая оба выражения, работы и сокращая на l , мы получаем выражение искомого силы F

$$Fl = 4\bar{u} i N_1 l;$$

$$F = 4\bar{u} i N_1.$$

Сила эта, как видно, пропорциональна силе тока и числу оборотов N_1 спирали на длину одного сантиметра.

Коэффициенты намагничивания и магнитного проникновения

Когда катушка намотана вокруг стержня (ядра) из мягкого железа, то получается электромагнит. Рассмотрим равнолентное магнитное поле катушки, напряжение которого есть F и железное ядро в этом поле; ядро намагничивается. Сила намагничивания (момент на единицу ядра) I пропорциональна напряжению F .

$$I = k \cdot F.$$

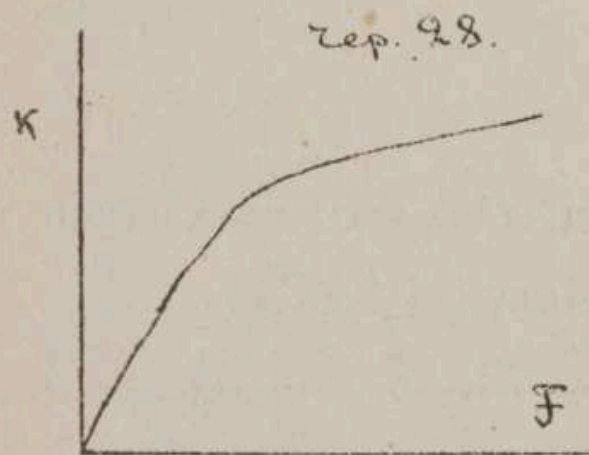
Физика
(Электротехника)

Лист 7.

где κ есть коэффициент намагничивания.

$$\kappa = \frac{J}{F}.$$

Мы видели, что сила намагничивания ($J = \frac{m}{g} = G$) выражается также как магнитная плотность; стало быть отношение κ представляет количество намагничивания, которое получается на элемент поверхности, перпендикулярной к направлению силы пом-ва металла под действием силы F . Коэффициент κ изливается от величины намагничивающей силы по закону, представленному кривою на чертеже 28. Сначала он изливается почти



пропорционально намагничивающей силе F , но потом при больших величинах F κ изливается весьма мало. Это выражается, говоря что железо насыщается.

Начиная с некоторой величины намагничивающей силы F имеет пользу увеличивать ее, так намагниченность железа остается почти постоянной.

Через F мы называли магнитный ток через единицу поверхности в поле, напелен-

мощи воздвигнуть. Если поместить в поле стержень магнитного вещества, то он намагнитится под действием поля, и в нем стало быть разовьется новое магнитное поле, действие которого складывается с действием начального поля. Теперь внутри стержня будет уже иной магнитный поток. Взаимный закон Ф. Поток B увеличивается пропорционально F

$$B = \mu \cdot F.$$

откуда

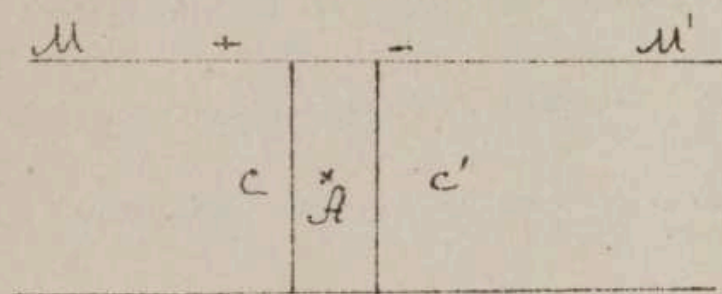
$$\mu = \frac{B}{F}$$

Коэффициент пропорциональности μ называется коэффициентом магнитного проницания. Он зависит от магнитных свойств вещества. Между коэффициентом намагничивания K и коэффициентом магнитного проницания μ можно установить весьма простую связь. В самом деле представляя себе законно действующий намагниченный цилиндр (рис. 29) под действием магнитного поля силы F .

Пусть A есть единица магнитного потока

Выделим конец A в намагниченной стержень вращающемся точкой своей CC' с + массой

рис. 29



на одной поверхности
разгнана C и - массой
на другой C' . Плотность
этого слоя, как мы
видим, равна единице

намагниченности

$$G = J.$$

Так как концы стержня M, M' стержня весьма удалены от полюса A , то они по нему не действуют и полюс A походит только под действием двух слоев C и C' . Сила каждого из них такая, как мы видим, равна $4\pi J$.

Отсюда полная сила, действующая на полюс A будет:

$$B = F + 4\pi J.$$

(F — сила взаимодействия полюсов, $4\pi J$ — сила этого намагниченного слоя CC').

Но $J = \kappa F$, а стало быть:

$$\frac{B}{F} = 1 + 4\pi \kappa.$$

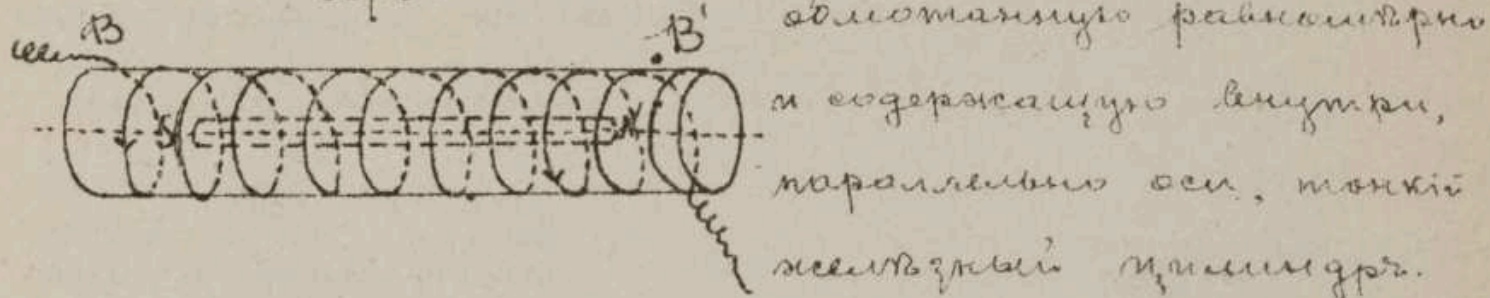
Отсюда $\mu = 1 + 4\pi \kappa$.

Это выражение показывает, что магнитное

проникновение металла и увеличивается также, как и коэффициент κ в намагничивании K .

Длинный, прямой электромагнит.

Возьмем длинную цилиндрическую катушку (чер. 30),



Внутреннее поле катушки однородно, и его направление, при силе тока I и при n , обратится на каждую единицу длины есть

$$F = 4\pi n I, \text{ Г.}$$

Намагниченность цилиндра будет также однородна с напряженностью:

$$A = \kappa F = 4\pi n, \text{ к. Г.}$$

Силовой поток на единицу площади, вызванный магнитной индукцией, равен:

$$B = \mu F = 4\pi n, (1 + 4\pi \kappa) I.$$

а полный поток, или полное число силовых линий для всего сечения S цилиндра, будет:

$$\Phi = B \cdot S.$$

Итак, при данной силе тока, величина зависит только от n , т.е. от числа оборотов на единицу длины, и никак не зависит

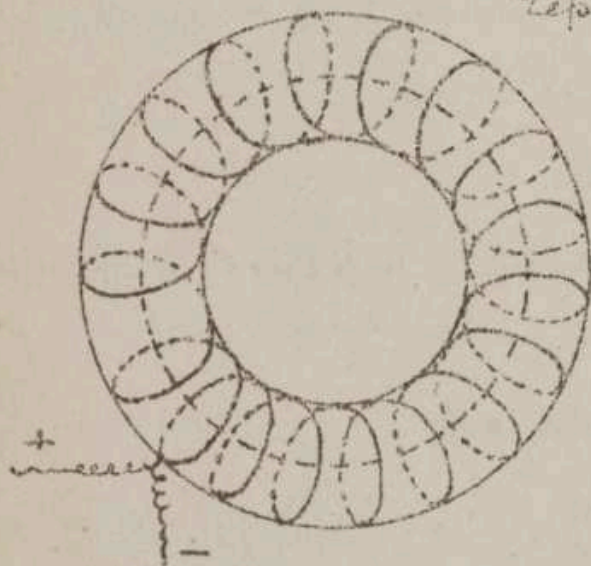
ать форму и величины их.

Кольцеобразный электромагнит.

Пусть ядро электромагнита имеет видъ кольца, которое обмотано по всей поверхности спирально проволокою. Назовемъ площадью сечения ядра через S , число оборотовъ обмотки на единицу длины — n , и силу тока через I .

Тогда магнитный поток магнитной индукции можно обозначить:

$$\text{чер. 31} \quad Q = B \cdot S = \mu F \cdot S = 4\pi n \cdot \mu I \cdot S.$$



Умноживши эту величину на длину l средней окружности и означивъ через n полное число оборотовъ, получимъ:

$$Ql = \mu \cdot 4\pi n I \cdot S.$$

$$4\pi n I l = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{l}{S} Q.$$

Это выражение можно переписать иначе.

Вспомогательную единицу обойти по средней окружности кольца. Если F есть сила магнитного поля и l пройденный путь, то работа будетъ $F \cdot l$; с другой стороны мы видим, что работа равна столько разъ взят-

тому количеству $4\pi I$ электронов было
пронесено токком, следовательно:

$$Fl = 4\pi I \cdot n \cdot l$$

Заменив, что
попущив

$$F = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{Q}{S}$$

$$4\pi n I = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{l}{S} Q.$$

Сопоставив эту формулу с формулой
Ома для электрического тока.

$$Z = \frac{1}{c} \cdot \frac{l}{S} I.$$

Законом Ома выразим, что электродвига-
ющая сила равна произведению электрического
тока (I) на сопротивление цепи ($R = \frac{1}{c} \cdot \frac{l}{S}$)

В нашей формуле количество $4\pi n I$ может
быть рассматриваемо как сила, произво-
дящая намагничение, или Магнитодвигу-
щая сила, и мы видим, что она равна
произведению потока магнитной индукции,
вызываемого ею в магнитной цепи, на мно-
житель

$$R = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{l}{S},$$

который по аналогии можно назвать Ма-
гнитным сопротивлением цепи.

Сравнивая выражения $\frac{1}{c} \cdot \frac{l}{S}$ и $\frac{1}{\mu} \cdot \frac{l}{S}$ - электри-
ческий сопротивление и магнитного сопро-
тивления, видим, что оба они пропорцио-
нальны длине l и обратно пропорциональны
сечению (S) и, что, кроме того, коэффициент

и соответствует величине удельной проводимости ϵ ; величину этого ϵ и дано название магнитного проникновения.

Но аналогия здесь скорее во формулах, чем в самой сущности дела. Существенный характер электростатического сопротивления зависит от того, что оно зависит только от природы, формы и температуры проводника и совершенно не зависит от действовавшей электродвижущей силы и от проходящего потока, между тем как магнитное сопротивление есть функция магнитной силы, ибо μ есть функция плотности. Как бы то ни было аналогия простирается на все свойства этих основных формул и мы получим результаты, согласные с опытом, рассматривая магнитные силовые линии как и другие всевозможные силовые линии — либо в магнитных телах, либо в воздухе или грунте не магнитных тел и применяя к магнитодвижущей силе и сопротивлению законы Кирхгофа.

Таким образом, в случае разветвленной магнитной цепи, потоки $Q, Q', Q'' \dots$ ветвей, сходящихся в одной и той же точке, удовлет-

Векторы магнитного

$$\sum Q = 0$$

Въ случаѣ замкнутого контура магнитодви-
жущая сила равна сумме произведений пото-
ка каждой вѣтви на соответствующее сопроти-
вление. Итакъ, если и означать алгебраическую
сумму чиселъ оборотовъ, I силу тока, $l, l', l'' \dots$
— длины различныхъ элементовъ, $\mu, \mu', \mu'' \dots$ маг-
нитныя проницаемости, $S, S', S'' \dots$ сечения, $Q, Q',$
 $Q'' \dots$ потоки изъ этихъ сечений, то

$$H \text{ и } I = \frac{1}{\mu} \frac{l}{S} Q + \frac{1}{\mu'} \frac{l'}{S'} Q' + \frac{1}{\mu''} \frac{l''}{S''} Q'' + \dots$$

Индукція.

Въ 1831 году Фарадей открылъ, что въ замк-
нутыхъ проводникахъ могутъ быть возбудяемы
токи движениемъ магнита. Вблизи проводника
или движениемъ самого проводника черезъ ма-
гнитное поле; продолжая свои изслѣдованія,
онъ нашелъ, что токъ, котораго сила убываетъ,
можетъ также возбудить вторичный токъ
въ другомъ замкнутомъ проводникѣ, находяще-
мся вблизи первого.

Такие токи, возбудяемые ли они магнит-
омъ или токами, называются индукціонными

Физика

(Электротехника)

Листъ 8.

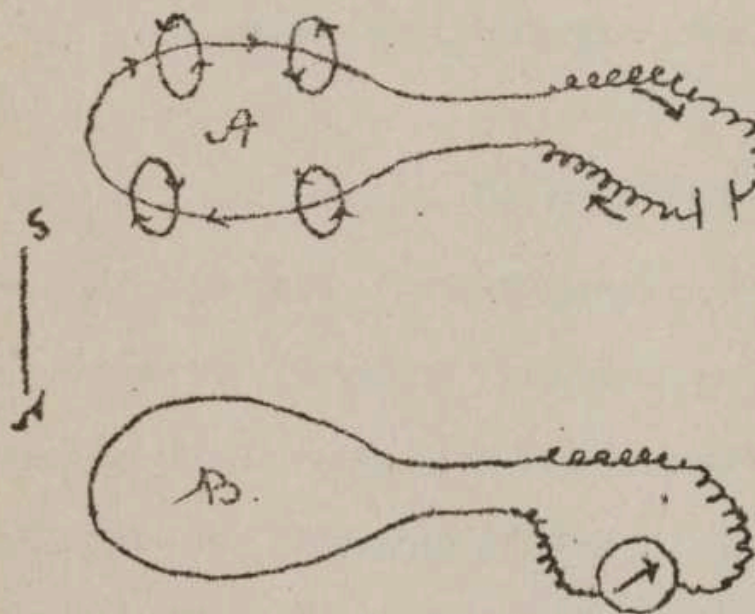
токами, или токами наведения.

Действие магнита или тока, производящее такие индукционные токи называется электромагнитной индукцией.

Разсмотрим теперь подробные способы наведения токов и объясним все причины.

Если ввести катушку тока (чер. 39), направленный по стрелке, то она распространяет, как уже известно, силовые линии, направленные сверху вниз (ну-

чер. 39.



жно предположить, что плоскость проводника А перпендикулярна ко плоскости чертиска), ибо северный полюс магнитной стрелки, находящейся сбоку проводника, смотрит вниз.

Введя быстро в поле проводника А другой проводник В, не индукции тока и следовательно не индукции силовых линий.

Тогда состояние проводника В изменится во всем смысле, что во плоскость его будут входить силовые линии и вследствие этого индукция, но В не будет тока, что покажет

гальванометра, соединенный с В. Если прекратим движение проводника по В, то ток в нем затухает.

Так проводник В называется наводимым, а проводник А — наводящим.

Если теперь В будет удален от А, то в нем опять явится ток, причем направление этого последнего обратно тому направлению при приближении проводника; этот ток также затухает, если проводник В перестанет удаляться от А.

Если проводник В приближается к А, то в В явится ток обратный А; при удалении В от А, ток в В пойдет по тому же направлению, т.е. прямой.

Вместо одной петли А и В, можно взять катушку, т.е. деревянный цилиндр с обмоткой из проволоки (рис. 33).

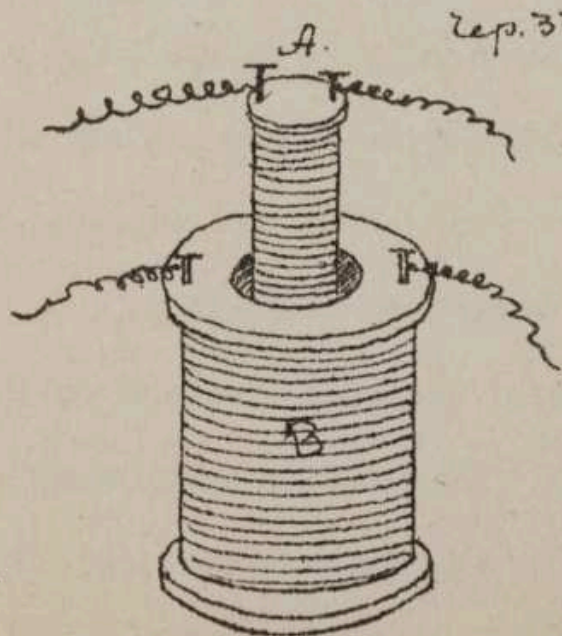


рис. 33.

При выдвигании катушки А из В, в В наводится ток обратный А и наоборот при выдвигании — ток одинаковый с током в катушке А. Прерывание заточенного тока в проводнике

А, в то время, когда индуцирующийся ток находится внутри индукционной В, производимый ток обратный, как если бы индуцирующаяся катушка была быстро удалена. Следовательно при размыкании тока индукционный ток прямой.

Возникание тока в то время, когда катушка А находится внутри катушки В, обратный как быстрого возбуждения катушки А с постоянным в ней током.

При замыкании тока наведенный ток слабее; при размыкании же слабее, вследствие наличия в размыкнутом проводнике так называемого мгновенного тока — экстремума. Существование этого тока и принимается во внимание при разрыве проводника.

В то же время катушка В возбуждается током при быстром введении магнита внутрь катушки.

В то время, когда магнит находится внутри катушки в покое, без движения, она не возбуждается током.

Но если магнит быстро вывести из катушки В, то наблюдается опять появление тока, направление которого обратно направлению первого, т. е. ток, который наблюдается при введе-

гане.

Индукционный ток, возникающий при введении магнита во внутрь катушки есть обратный ток, т.е. направление его противоположно тому току, при котором, во намагничивающей цепи основного стержня, полюсы расположены так, как они представлены во данной магните.

Индукционный ток, возникающий при выдвигании магнита, есть прямой ток, следовательно одного направления, с обратным током.

Совершенно такое явление, какое происходит при движении магнита внутри катушки, наблюдается и во том случае, когда магнит остается неподвижным, а катушка производит движение.

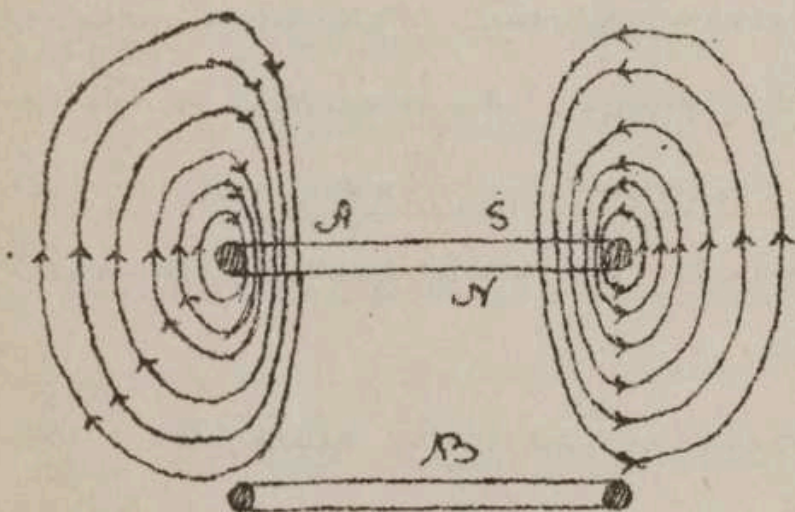
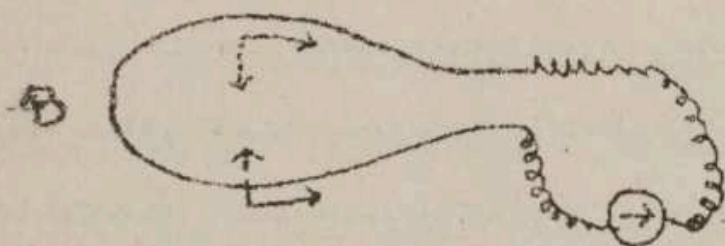
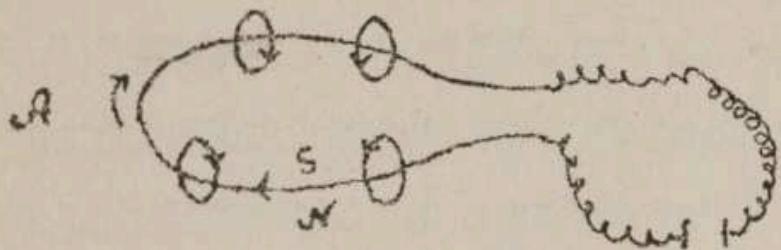
Можно быстрее движение, тогда сильнее индукционный ток.

Величина и направление наводимого тока во проводнике.

Из выше сказанного можно вывести правило для определения направления наводимого тока. Пусть имеется проводник AB , во котором ток идет по железной стержню для наведения с помощью магнита на проводник AB сверху

(чер. 34), тогда силовые линии его будут направлены сверху вниз и если к такому проводнику будет приближаться проводник BD , то эти будут входить в него силовых линий тока A и по мере приближения его к A число силовых линий, пронизывающих его плоскость будет все больше и больше. Тогда возникнет эффект силовых линий и возникнет наведенный ток. Направление

Чер. 34.



тока будет такое движение обратное движению стрелки гальв., если смотреть по направлению силовых линий. Если проводник BD будет удаляться от A , то соответственно уменьшится число силовых линий, проходящих BD , от некоторого максимума O , то наведенный ток будет идти по

тока в этом случае будет обратное движение стрелки гальв., если смотреть по направлению силовых линий.

Если проводник BD будет удаляться от A , то соответственно уменьшится число силовых линий, проходящих BD , от некоторого максимума O , то наведенный ток будет идти по

направленно движется часовой стрелки.

Эти два правила составляют первый закон индукции

Если ток в проводнике A будет иметь обратное направление, то вышеприведенное правило не изменится, но в этом случае только направление силовых линий магнитного поля будет противоположно первому.

Ток, направленный по часовой стрелке будет называться положительным и обозначать знаком $(+)$. Ток, обратный часовой стрелке — отрицательным $(-)$.

Есть еще другое правило для определения направления индуцированного тока, данное в 1834 году Ленцом и известное под названием закона Ленца, который состоит в следующем:

Во всяком случае электромагнитной индукции в подвижном проводнике наводится такой ток, который противится его движению, вызывающему этот ток.

В самом деле, при приближении проводника B к A в обоих проводниках идут токи противоположного направления, а такие

токи, как и мы видели раньше, отталкиваются, т.е. противоположно направлены проводников.

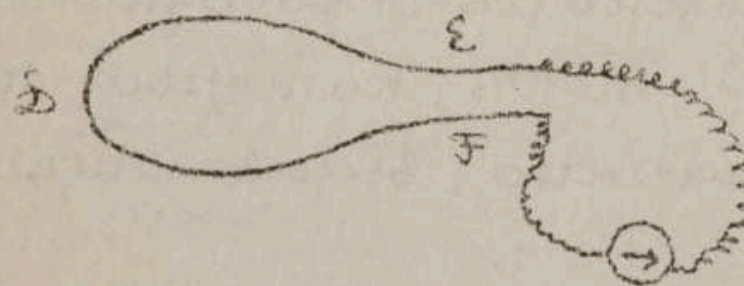
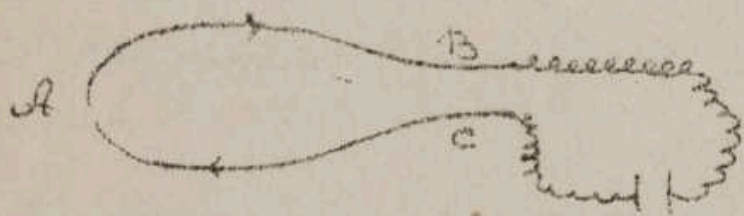
Наоборот при удалении проводника наблюдается ток в BB' одинакового направления с током в AA' , а такие токи, как известно, притягиваются, следовательно наблюдается приближение удаленно.

Основной закон индукции

Установим теперь теоретически основной закон индукции, выведенный Ф. Нейманом, В. Томсоном и Гельмгольцем.

Разсмотрим контур ABE (рис. 35) с полным

рис. 35.



сопротивлением R , запитанной батареей, электропроводящая среда которой есть ϵ ; индукция магнитного поля есть $\mathcal{H}$.

Мы знаем, что энергия, потребляемая батареей за данный промежуток времени

$$dt \text{ будет: } (v - v_1) e = \mathcal{E} e = \mathcal{E} \mathcal{I} dt,$$

но эта энергия должна превращаться в теплоту

внутри контура и следовательно по закону Даламбера:

$$\sum \mathcal{E} dt = \int^2 R dt.$$

Предположим теперь, что контур DZF находится в магнитном поле проводника ABC , тогда энергия нашей батареи будет расходоваться не только на сопротивление проводника ABC , но и на возбуждение тока в проводнике DZF и перемещение его. Поэтому в ABC уже не будет тока силой I . Будет новый ток i , тогда можно написать:

$$\sum \mathcal{E} dt = i^2 R dt + dT,$$

где dT — сумма работ перемещения, а член $i^2 R dt$ — сумма работ, потраченная на нагревание

Одним из числовых линий, пронизывающих проводник DZF в магнитном поле Q_1 , а число числовых линий в конце перемещения, т.е. по истечении времени dt , через Q_2 ; тогда следовательно, при перемещении проводника число числовых линий изменилось на:

$$dQ = (Q_2 - Q_1).$$

Но работа перемещения пропорциональна сумме тока и численности числа числовых линий, следовательно:

$$dT = i dQ.$$

Физический
(электродинамика)

Лист 9.

Подставляя во второе выражение найдем:

$$\sum i dt = i^2 R dt + i dQ.$$

отсюда, сокращая на i , найдем силу наведенного тока:

$$i = \frac{\mathcal{E} - \frac{dQ}{dt}}{R}$$

Сравнивая эту формулу с формулой Ома, мы видим, что величина $(-\frac{dQ}{dt})$ играет роль электродвижущей силы, которая вызывает силу тока из $\mathcal{I}$ в i , поэтому она называется электродвижущей силой наведенного тока; обозначая ее через $\mathcal{E}$ получим:

$$-\frac{dQ}{dt} = \mathcal{E},$$

т.е. электродвижущая сила наведенного тока в данном проводнике равна отношению количества электричества к количеству времени изъятости из контура линий, пронизывающих его контур. Это и будет закон Ф. Неймана.

Мы видим, что эта электродвижущая сила по знаку противоположна первоначальной электродвижущей силе $\mathcal{E}$ и вычитается из нее, если dQ положительна, т.е. при приближении проводника; наоборот — прибавляется к ней, если dQ отрицательна, что будет иметь место при удалении проводника.

При этом величина этой электродвижущей силы $\mathcal{E}$ не зависит от постоянной электризации

силы $\mathcal{E}$, индуцирующей в проводнике ЭДС.

Опыт показывает, что величина $\mathcal{E}$ будет тем сильнее, даже и в том случае, когда $\mathcal{E} = 0$, т.е. когда контур есть простой проводник, замкнутый в сплошной проводник.

Мы получим, что:

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{dQ}{dt} R$$

при $\mathcal{E} = 0$ имеем:

$$i = \frac{1}{R} \cdot \frac{dQ}{dt}$$

Такое выражается сила наведенного тока.

Переменный ток. Коэффициент самоиндукции.

Мы примем, что форма и размеры наводящего контура остаются неизменными.

Если и сила наводящего тока сохраняется постоянной, то есть следовательно, изменение силевого потока равномерно, то это изменение dQ зависит исключительно от изменения $d\Phi$.

Если напряжение наводящего тока изменяется, то в dQ добавляется против того извне к силевого потока, производимого самим индуктивным током. Величину силевого потока, обусловленную наводящим током на противоположную сторону контура

где $\mathcal{E}$ — ЭДС, когда сила тока равна единице, называется $\mathcal{L}$. При силе тока $\mathcal{I}$ падение будет $\mathcal{L}\mathcal{I}$, а его изменение, при изменении тока на $d\mathcal{I}$, будет равно $\mathcal{L}d\mathcal{I}$. Коэффициент $\mathcal{L}$ называется коэффициентом самоиндукции контура.

Общее уравнение. Пусть в данный момент, $\mathcal{I}$ есть сила возмущающего тока, $\mathcal{E}$ — сила обыкновенных (не индуктивных) электродвижущих сил, действующих в контуре, $\mathcal{Q}_e$ — та часть охваченного контуром силового магнитного потока, которая зависит от мгновенного тока; пусть в промежуток времени dt она изменится на $d\mathcal{Q}_e$, а сила тока на $d\mathcal{I}$. Уравнение сохранения энергии дает:

$$\mathcal{E}\mathcal{I}dt = \mathcal{I}^2 R dt + \mathcal{I}d\mathcal{Q}_e + \mathcal{I}\mathcal{L}d\mathcal{I}.$$

или разделив на $\mathcal{I}$ и dt :

$$\mathcal{E} = \mathcal{I}R + \frac{d\mathcal{Q}_e}{dt} + \mathcal{L} \frac{d\mathcal{I}}{dt} \dots (1)$$

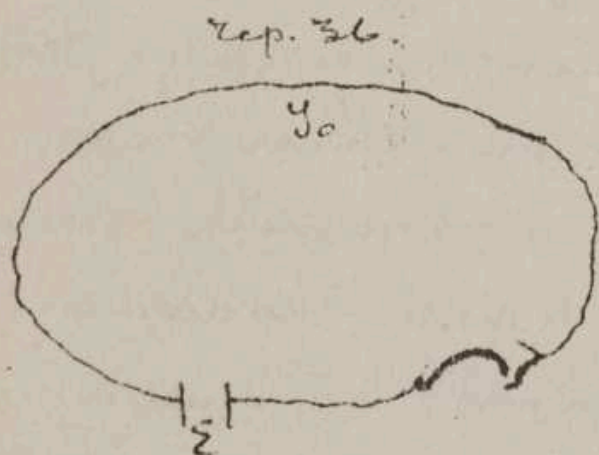
Максово общее уравнение индукции в мгновенном контуре. Полученное через обобщение рассмотренной случая, оно оправдывается тем, что оно вытекает из него с очевидностью.

Если контур не замкнут, то в нем отсутствуют электродвижущие силы, т. е. $\mathcal{E} = 0$; в этой случае ток не возникает естественным

приведенное в движение в наведенном токе, который начался и кончился нулем, равно (по абсолютной величине) изменению излученного потока, равносильному на сопротивление контура. Оно не зависит ни от того, сколько времени продолжалось движение, ни от того, какими образом это изменение происходило.

Переходный период. Экстраток. Замыкание.

Пусть (рис. 36) $\mathcal{E}$ — электродвижущая сила батареи, R — полное сопротивление и L — коэффициент



самоиндукции контура; наконец I_0 — сила тока, когда он достигает постоянной, окончательной величины при замыкании цепи.

В то время как сила тока возрастает в цепи от 0 до I_0 , она в каждый момент удовлетворяется соотношению

$$\mathcal{E} = RI + L \frac{dI}{dt},$$

и вычисление показывает, что I выражается следующей формулой:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \left(1 - e^{-\frac{Rt}{L}} \right), \dots (1)$$

где t есть время, прошедшее от замыкания

контура и в нем $2,71828...$ (основание Непер-
овых логарифмов). Из этой формулы полу-
чаем, что постоянный ток,
установившийся только через безгранично большое
время; но показательная функция $(e^{-\frac{Rt}{L}})$ очень
быстро достигает величины ничтожной, и при
том тем быстрее, чем меньше отношение
 L к R . Это отношение, представляющее
собой некоторый срок, есть постоянная,
характерная для контура цепи. (Во многих
приборах, например, электромагните Дуайно-
вора, может пройти несколько минут, пре-
жде чем ток получит свою нормальную
силу. Вращение тороидальной катушки позво-
ляет проследить ход явления.)

Важнейшая часть

$$j' = \frac{E}{R} e^{-\frac{Rt}{L}} = j_0 e^{-\frac{Rt}{L}} \dots (2)$$

представляет экстремум, всегда направленный
противоположно равному току.

Что же касается полного количества элект-
ричества, приведенного в движение электра-
тмаем, оно по формуле (4) получится
через умножение полного извлечения, потока
 $L j_0$ на сопротивление:

$$m = \frac{L j_0}{R} \dots (3)$$

Отношение емкости к индуктивности, которое, при установившемся токе, протекает из цепи в единицу времени $\frac{1}{R}$.

Экстремальность размыкания. В случае прерыва контура заданного установившегося тока, и то все время, пока длится процесс размыкания, контур остается замкнутым посредством сопротивления индуктивно и неупруго. Номинальное сопротивление индуктивности, соответствующее экстремальному, зависит от сопротивления, не таково, как при замыкании. Оно оказывается бы ему равным и значением заданного тока по прежнему выражению бы описано, (2) силы, выходящей из контура, мы знаем. Ватт-часы произведенного того-же сопротивления. Во всяком случае, мощность (интегрируемая) электромагнитной силы есть $\frac{1}{2} I_0^2$. Если размыкание происходит в промежуток времени ν , то средняя электромагнитная сила была $\frac{1}{2} I_0$, а в какой-нибудь данный момент, она могла быть гораздо больше. Этого не видно, если мы при размыкании контура в силу заданной величины $\frac{1}{2} I_0^2$ и малой величины ν .

Случай двух контуров. Менее

рассмотрим случай двух контуров, из кото-
рого один, первичный, может замыкаться бат-
тареею электромотивной силы $\mathcal{E}$; другой, втори-
чный, замкнут самими в себе (рис 37). Полное

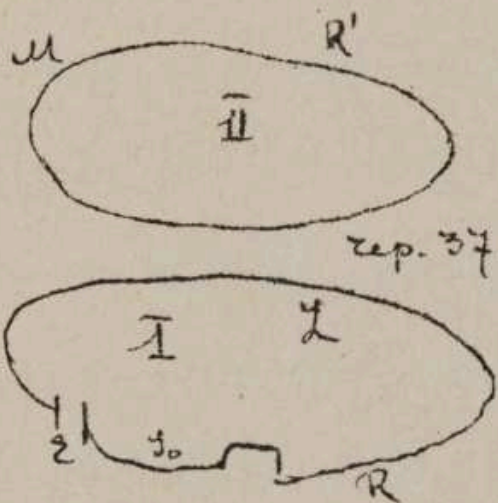


рис. 37.

изменение потока, происхо-
жащее в то время, как

устанавливается первичный

ток $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$, равно LI_0 где

первичная контура и $M I_0$

где L — индукция; из этого следует, что коли-
чества электричества, наведенные в каждом
из них, таковы:

$$m = \frac{I_0 L}{R} = \frac{\mathcal{E} L}{R^2}, \dots (1)$$

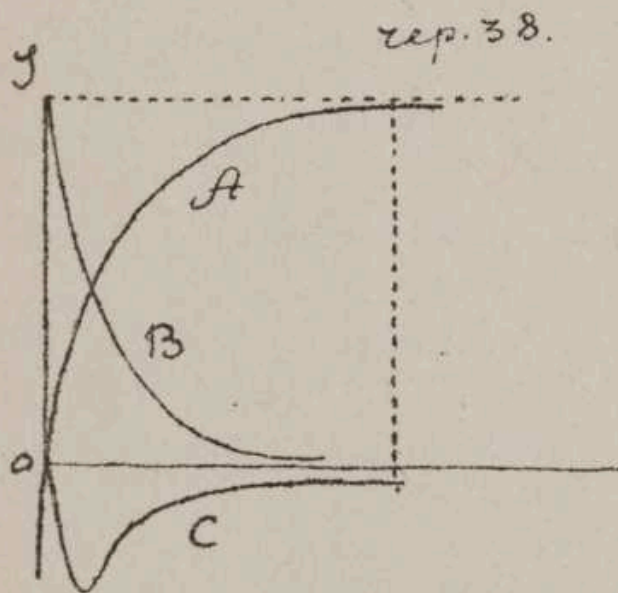
$$m' = \frac{I_0 M}{R'} = - \frac{\mathcal{E} M}{R \cdot R'} \dots (2)$$

Следует заметить, что первичный электр-ток
не зависит от вторичного контура.

В момент размыкания тока, наведенные в
каждом контуре, будут по количеству равно-
значны электричества таковы же как при замы-

жанин, а по направлению обратны, такъ какъ из-
менение потока равно и противоположно преж-
нему. Это касается формулы, дающей силу
тока въ каждый моментъ, ели сличить сло-
женъ и мы все не приводимъ.

Данный 38^й чертежъ показываетъ фактъ двухъ то-
ковъ въ данномъ случаѣ, когда $L = L' = M$, что при-



близительно соответствуетъ
катушка, составленной изъ
двухъ равныхъ равныхъ про-
волочъ, навитыхъ вѣдентъ.

Кривая А. представляетъ
ходъ первичнаго тока; крив-

вая В. даетъ въ отнѣсительности первичный электро-
токъ, который въ каждый моментъ вычитается
изъ первичнаго (установившагося) первичнаго тока;
наконецъ кривая С относится къ вторичному току.

Поскольку удельныя кривыя В и С изображаютъ
соотвѣственно нулевныя въ ходъ количества ин-
дуктивности m и m' ; въ данномъ частномъ слу-
чаѣ они равны. Кривыя А и В даютъ также

написан о силе тока, представляемых формулами (1) и (2) предыдущего параграфа.

Внутренняя энергия тока. В силу одной из тех безвременно пониж, помещенных на $I dt$ в части уравнений

$$\mathcal{E} = IR + \frac{dQ_e}{dt} + L \frac{dI}{dt}$$

получим: $(\mathcal{E}I - RI^2) dt = L I dI$

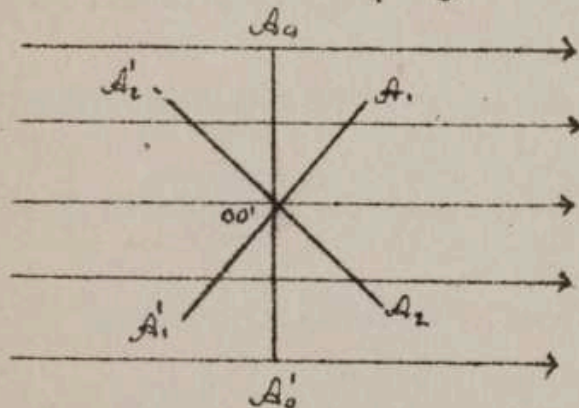
Первая часть представляет работу энергии, составленной батареей в течение времени dt , когда того энергией, какая выделится за то же время в цепи в виде тепла. Вторая часть равна $L I dI$. Сумма всех подобных членов с момента замыкания контура до того момента, когда ток достигнет своей нормальной силы I_0 , равна $\frac{1}{2} L I_0^2$; она представляет количество энергии, не соответствующее никакой внешней работе. Эта энергия была употреблена на то, чтобы произвести изменение тока, выражающееся возмущением силовых линий; она должна возмещаться после прекращения тока. И так величина $\frac{1}{2} L I_0^2$ представляет работу,

направленную на образование тока; она называется внутренней энергией тока.

Частный случай наведения тока.

Представимъ себѣ равносильное поле, силовыя линии котораго параллельны между собой; внесемъ въ это поле замкнутый кольцевой проводникъ, расположенный по въ немъ такъ, чтобы плоскость кольца была перпендикулярна направлению силовыхъ линий. Вообразимъ, что по одному изъ диаметровъ этого кольца происходитъ ось вращения OO_1 .

Если теперь мы будемъ вращать это кольцо около оси OO_1 , то при такомъ вращении число силовыхъ линий, проходящихъ на немъ, будетъ измѣняться,
 рис. 39.



это количество maximum'a и minimum'a. И вслѣдствіе этого измѣненія, и будутъ наводиться въ нашемъ проводникѣ индуктивные токи. (рис. 39).

Выведемъ теперь выраженіе электродвижущей силы и силы тока, наводимыхъ въ такомъ проводникѣ, вращающемся въ равносильномъ магнитномъ

темы. Ранее было выведено, что электромагнитная сила и сила тока вообще какого либо наведенного тока выражаются так:

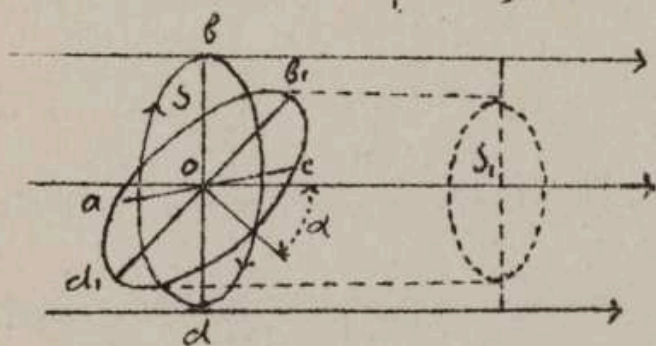
$$e = - \frac{dQ}{dt} \quad \text{и} \quad i = - \frac{1}{R} \frac{dQ}{dt}.$$

Теперь выведем эти выражения из нашего проводника.

Пусть проводник, площадь которого равна S_0 , находится расположен вертикально к силовым линиям магнитного поля, напряжение которого, помноженное равно H . Число силовых линий, попадающих в проводник равно $Q_0 = H S_0$.

Повернем проводник (рис. 40) около оси ac на

(рис. 40)



какой угол α в плоскости ab, cd . Число силовых линий, попадающих теперь в площадь проводника S_0 ,

очевидно равно числу силовых линий, проходящих через площадь S_1 — проекцию площади S_0 на вертикальную плоскость и будет: $Q_1 = H S_1$.

Но проекция $S_1 = S_0 \cos \alpha$,

следовательно $Q = H S_0 \cos \alpha$.

Если теперь, при вращении проводника, угол α изменится на бесконечно малую величину $d\alpha$, то число силовых линий Q изменится на величину dQ .

Дифференцируя последнее выражение, найдем, что:

$$dQ = -H \cdot S_0 \sin \alpha d\alpha$$

Поскольку мы знаем, что электромагнитная сила $\mathcal{E}$ выражается так:

$$\mathcal{E} = - \frac{dQ}{dt} = H \cdot S_0 \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt}$$

но $\frac{d\alpha}{dt}$ — угол, на который повернется проводник в единицу времени, т.е. угловая скорость вращения проводника; назовем ее ω , тогда:

$$\frac{d\alpha}{dt} = \omega \quad \text{или} \quad d\alpha = \omega dt.$$

Подставляя: $\int d\alpha = \omega \int dt$; $\alpha = \omega t$.

Мы знаем, что электромагнитная сила зависит от магнитного поля H , от площади проводника S_0 и от скорости вращения проводника, т.е. от угловой скорости ω ; кроме того она изменяется периодически со временем t .

Напишем выражение электромагнитной силы

в максимум длины:

$$E = H \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \alpha.$$

и рассмотрим ее погрешность.

Когда $\alpha = 0$, то $E = 0$, т.е. при вертикальном положении проводника (параллельно силовым линиям) электрогенерирующей силы, в нем нет, при $\alpha = 90^\circ$; $\sin \alpha = \sin 90^\circ = 1$, следовательно:

$$E = H \cdot S \cdot \omega = \text{максимум}, \dots (\text{рис. 41})$$

т.е. при совпадении направления проводника с

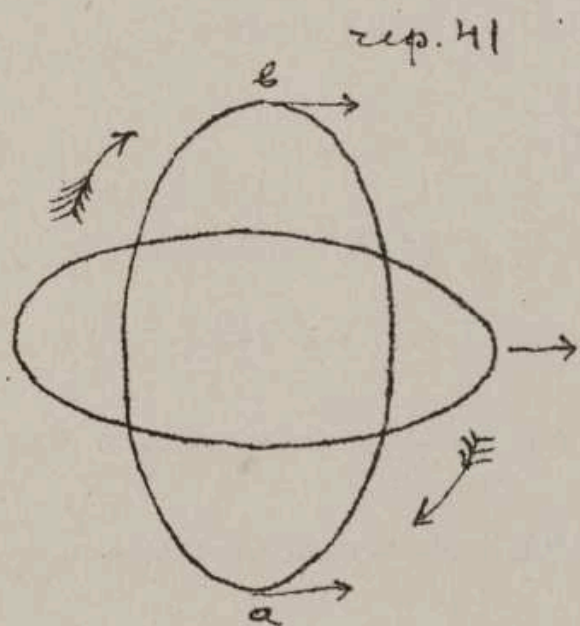


рис. 41

направлением силовых линий электрогенерирующая сила в нем достигает наибольшей своей величины. При изменении α от $\frac{\pi}{2}$ до π , электрогенерирующая сила снова уменьшается до

нуля, остается того же знака, т.е. остается того же направления. При изменении α от π до $\frac{3\pi}{2}$ электрогенерирующая сила проходит через нулевую величину, но имеет знак обратный, стало быть так же во вторую половину вращения проходит по проводнику в противоположную сторону, т.е.

в первом поединку времени.

Напомним, что полный оборот на угол 2π происходит за время T , а на угол ω за 1 сек. Тогда естественно $\omega:2\pi = 1:T$ откуда $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

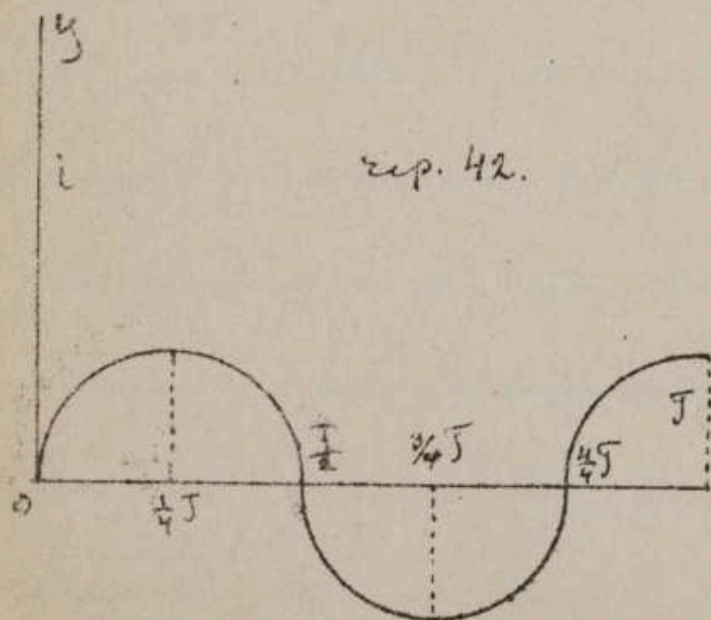
Подставим в выражение электрогидравлической силы найдем, что $e = \frac{2\pi \cdot H \cdot S}{T} \sin 2\pi \frac{t}{T}$

Амплитуда $\frac{2\pi H \cdot S}{T}$ через 2 ; это очевидно наибольшая величина электрогидравлической силы, найденная при $\sin 2\pi \frac{t}{T} = 1$, что мы будем помнить.

Сделаем такое обозначение найдем, что:

$$i = \frac{2}{R} \sin 2\pi \frac{t}{T}$$

Проверим этот результат арифметически, отложив на оси абсцисс время t , а на оси ординат соответствующую силу тока i . Найдем кривую



(рис 42), характеризующую

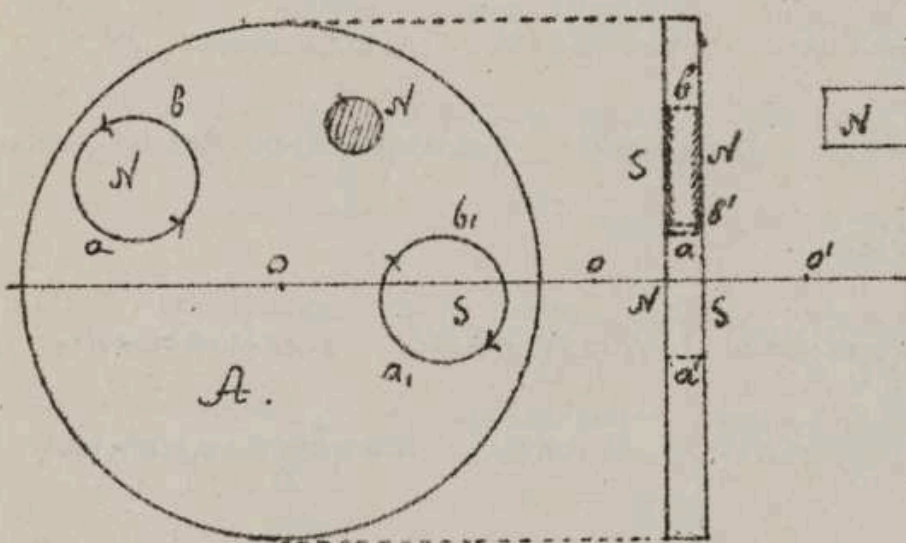
ход изменения силы тока i , найденной в предыдущем

мысленно при $t=0$ и $i=0$; при $t = \frac{T}{4} \dots i = 1 = \text{max.}$, ибо $\sin \frac{2\pi t}{T} = 1$; $t = \frac{T}{2} \dots i = 0$ и т.д. Иначе бу-

дем, что найденная кривая есть синусоида.

Рассмотрим другой случай наведения тока при вращении:

Насождем тонкого металлического кружка A , способного вращаться на оси OO' (чер. 43). Около кружка расположим магниты, как показано на чертеже чер. 43.



Разберем как здесь будет наводиться ток. Возьмем на диске некоторый круглый элемент ab и будем вращать кружок по направлению часовой стрелки, тогда этот элемент

будет приближаться к магниту, что вызовет увеличение числа силовых линий, попадающих в него, а следовательно в нем будет наводиться ток вправо часовой стрелки.

Элементарный ток ab можно рассматривать как магнитный листок с северным магнитным полюсом на одной стороне и с южным магнитным

Физика
(Опектротерника)

Листок 11.

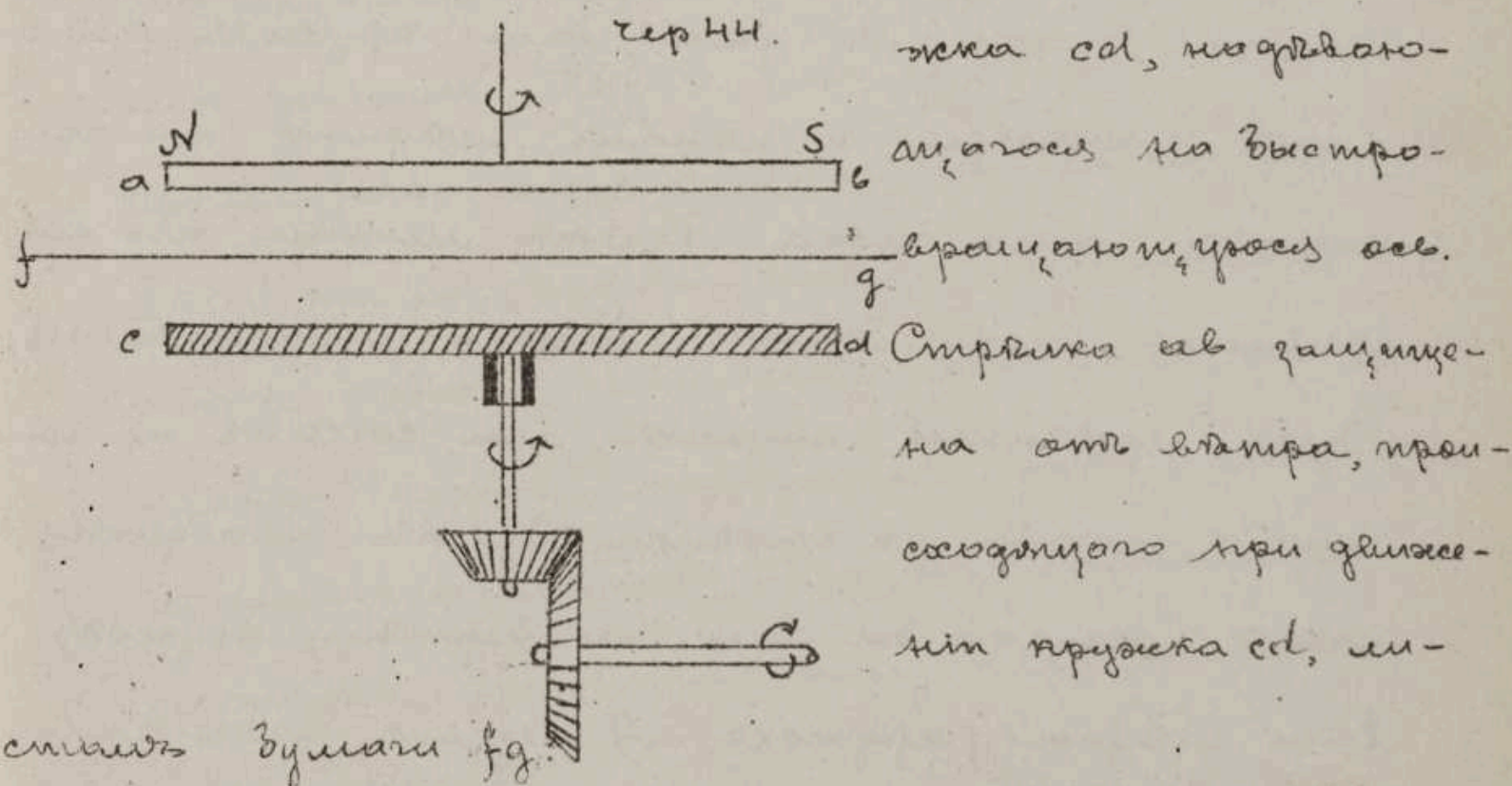
силь из другой; в самом деле, если наблюдатель будет сидеть по тангу, смотря в центр кружка ab , то вправо (правая сторона кружка) от него будет находиться северный полюс, а влево (левая сторона кружка) южный полюс. Теперь видно, что приближающийся элемент ab , будет отталкиваться северный полюс магнита N . Следовательно движение будет затруднительно, если магнит N неподвижен.

Возьмем теперь другой круговой элемент $a'b'$ и рассмотрим какой ток возбуждается в нем при вращении кружка A . Элемент $a'b'$ при вращении кружка A будет удаляться от магнита N , следовательно в нем появится ток по направлению часовой стрелки. Если теперь опять представить наблюдателя сидящего в точке l около центра кружка $a'b'$, то вправо от него будет северный магнитный полюс, а влево — южный. Таким образом видно, что элемент $a'b'$ будет притягиваться к магниту N , и следовательно опять появится

тес сопротивление нашему вращению кружка А, если магниты N будут не подвижны.

Если же теперь возмем подвижный магнит, то он, очевидно, возбуждая указанные токи в кружке n, поддается их влиянию на него будет, при вращении кружка, сам двигаться в сторону вращения кружка А.

Это явление можно показать на опыте, для чего служит прибор (гер. 44), состоящий из магнитной стрелки, висющей на нити - ab, кру-



Назвем вращать кружок cd, тогда под влиянием полюсов N и S стрелки, в кружке cd возбуждаются токи, и такого направления, как

показали, что стрелка будет вращаться. Тогда
ослабиме это явление током, вращающийся кру-
жок разберется по радиусам. Тогда при вращении
такого кружка стрелка вращается очень медленно.
Теоретически объясняется это тем, что разрывы
поверхности движению некоторых из наведен-
ных токов и токков образуют число перече-
санных.

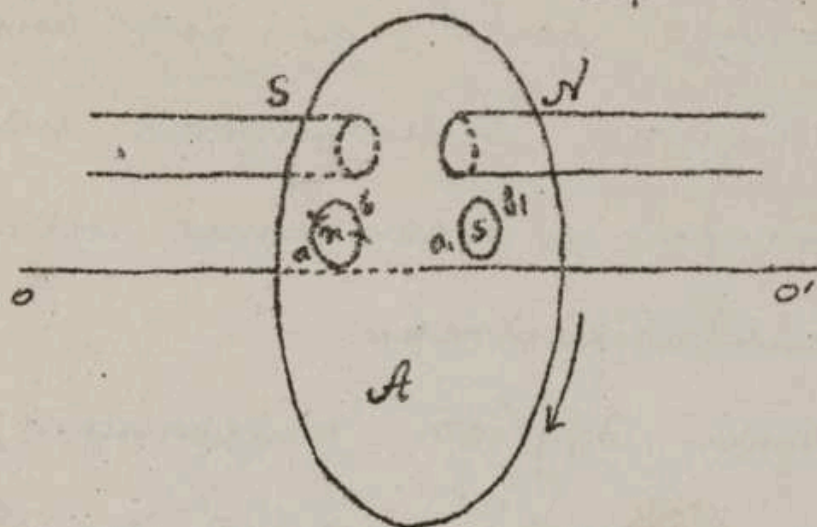
Сила тока зависит от R -сопротивления ин-
дуктирующего проводника; это и есть причина
малости; в самом деле, если кружок со воз-
мущенным и индуктивным и потому малым, то при
пределах сила тока будет меньше, ибо сопро-
тивление току индукции больше сопротивления ин-
дукции. Взяв деревянный кружок, мы совсем не полу-
чим тока и стрелка будет находиться в
положении скелета бы мы ни вертели кружок.

Если индуктивный кружок A будет вращаться ме-
жду неподвижными полюсами электромаг-
нита N и S , то эта причина будет действовать
также, как и раньше один северный полюс

т.е. будут отталкиваться, приближающиеся же-
лестие и притягивать удаляющиеся; (сер. 45)

другими словами будут затрывать движение

сер. 45. кружка А.



Такая кружка А имеет
вращение при данных
электрических силах
возбуждается.

Такое затрывание вра-

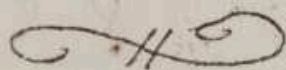
щения и возбуждение кружки А зависят отъ выше-
упомянутыхъ круговыхъ токовъ, которые называю-
тся токами Фуко или фукальтовыми то-
ками, но еще первый объяснилъ ихъ причину.
Если около какого нибудь массивнаго провод-
ника будетъ движущаяся магнитъ, то въ прово-
дникъ будутъ наводиться токи. Эти токи,
по вышеописанному, будутъ противодействоватьъ
движению магнита или, какъ говорятъ, де-
монстрируютъ.

На такую особенность наведенныхъ токовъ осно-
вано устройство, такъ называемыхъ, демферовъ

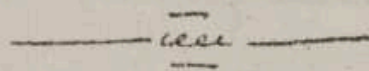
Это есть . приспособление , употребляемое в рыб-
стволовальных амьвахаштрахъ , для скорайшаго
достиженія остаточной магнитной стрелки .

Устроить такое устройство легко ; для чего беру-
тъ деревянной катушки вставляемой в ма-
гнитную коробку , в которой и находится магни-
тная стрелка амьвахаштра .

Если теперь стрелка будетъ колебаться , то
въ окружающей ее магнитной коробкѣ разовь-
ются вихревыя токи , вихревыя . Это
магнитная стрелка остановится .



Динамометры . сс

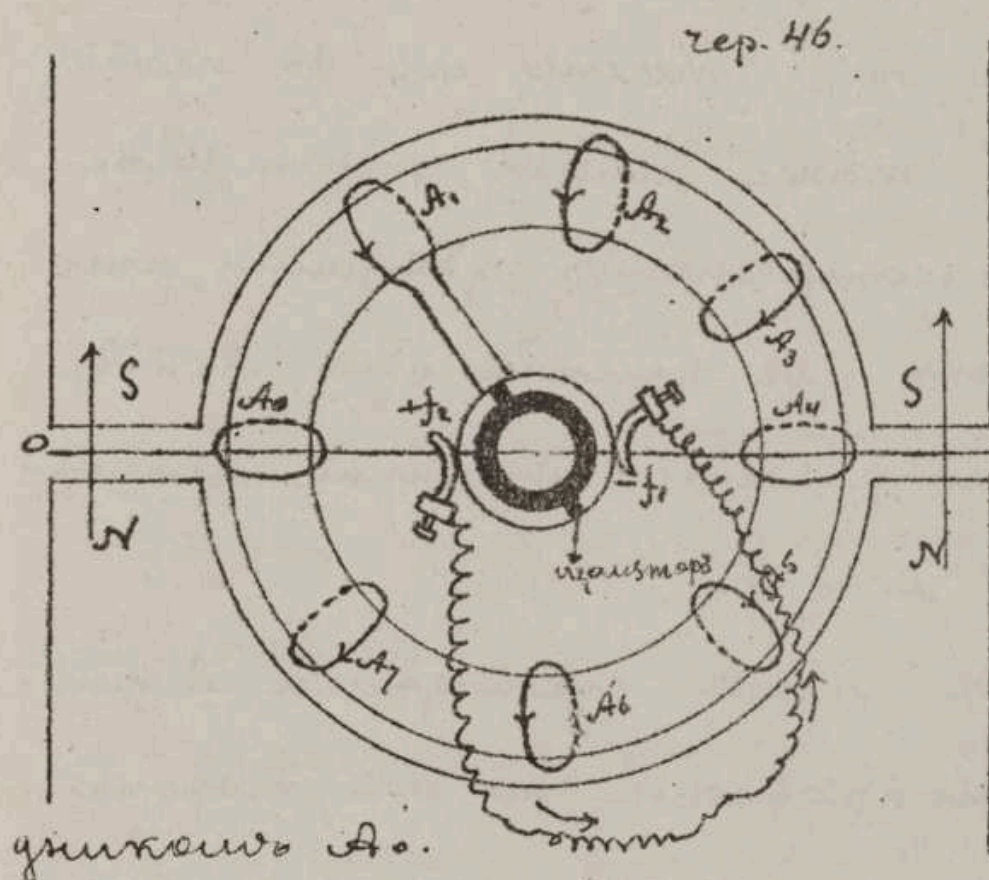


Обмотка Грамма-Пауинотти .

Имеется деревянное кольцо А₀ А₂ А₄ А₆ (сер. 46)
въ немъ размѣстивъ магниты N и S , по этому
кольцу можно свободно двигаться концы
его проводниковъ А₀ , расположенный такъ , что

плоскость его находится в экваториальной плоскости магнитного поля OB' , или все равно, перпендикулярно к плоскости чертежа.

Будем перемещать наш проводник последовательно из положения A_0 в A_1, A_2 и т. д. до A_7 и посмотрим какие токи будут



наводятся вращающиеся изменения числа силовых линий магнитного поля, находящегося в плоскости, ограниченной проводником A_0 .

Силовые линии идут по спирали, т. е. от N к S и когда проводник находится в A_0 , то в него попадает наибольшее количество силовых линий. В A_2, A_1 число силовых линий уменьшается, что соответствует удалению проводника и по правилу Лэнца, наводится

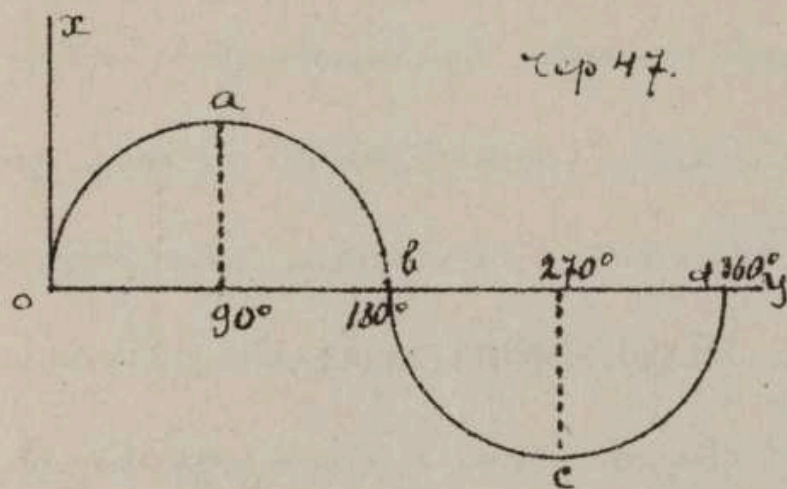
тока. и видно направление часовой стрелки, что наблюдается, смотря на направление силовых линий. В A_0 число силовых линий будет уже увеличиваться от нуля, (это будет в положении A_2) и, следовательно ток, что тот же наблюдатель должен идти против часовой стрелки, т.е. течение его в проводе будет оставаться тоже такое, что и в A_1 . Таким же рассуждением убеждаемся, что индуктивный ток в положениях A_5 и A_7 будет иметь направление обратное направлению тока в A_1 и A_3 . Таким образом ток проводника A имеет разное направление по обе стороны экваториальной плоскости магнитного поля, а следовательно, в момент перехода через экватор (в A_0 и A_4) ток в проводнике идет; в положениях же A_2 и A_6 , где число силовых линий равно нулю, как показывает опыт ток имеет наибольшую величину. Ценнее графически нанести результаты изыс-

рени² силы тока и магнит, что кривая оавод
(рис. 47) будет синусоида, так как из уравнение
будет выражаться так:

$$I = C \sin \varphi \dots (1)$$

где C — есть коэффициент, зависящий от мощности

рис. 47.



обмотки (отсюда из
аборатории)

Это уравнение показывает, что сила тока
будет различна при раз-

личных положениях проводника и пропорциона-
льна $\sin$ -у угла φ , считаемому от 00. по
часовой стрелке.

Пусть обмотка A вращается полным оборотом во
времени T , а угол φ во времени t ; тогда:

$$\varphi : 2\pi = t : T$$

откуда

$$\varphi = 2\pi \frac{t}{T}$$

и следовательно

$$I = C \sin \frac{2\pi t}{T} \dots (2)$$

Это уравнение показывает нам зависимость
величины тока I от времени вращения проводника

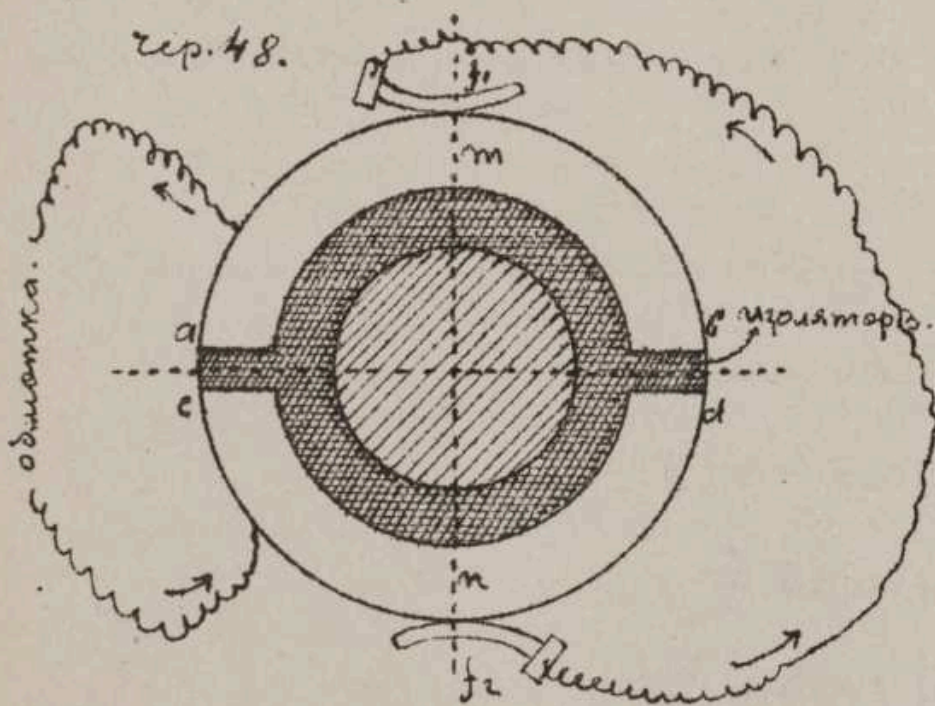
Формула
(дифференциал)

Лист 12.

по полюсу.

Из нашей вышерассмотренной проводки возбуждается ток переменной; выгоды обратного его из тока постоянный, т.е. устроить так, чтобы, не смотря на переход обмотки из северной широты в южную, ток во внешней цепи имел бы не изменяя своего направления. Это достигается особым прибором, который называется коммутатором или коллектором. Коммутатор состоит из двух полуцилиндров (в разрезе показаны нами суров) ab и cd (чер. 48) из мягкой

чер. 48.



магн.

Эти полуцилиндры накладываются на ось O , на которую насажено кольцо $A_0 A_1 A_2 A_3$ с прикрепленными к нему проводниками

A_0 ; в точках a и b касаются щетки из резины. Для того, чтобы достигнуть одинаковости направления тока в проводнике A_0 , его разрезают

и отбегать кенцы: один конец проводника при-
касается к полюсному полюсу а в, другой к полюсному
полюсу с а; в то же время т. н. лежащий в экватори-
альной плоскости, к полюсному полюсу с а касается в
центры f_1 и f_2 , представляющие собой нулевые тон-
кие проводники, центры которых на
концах кенцы для заданной проволоки в
мгн. и т. д.

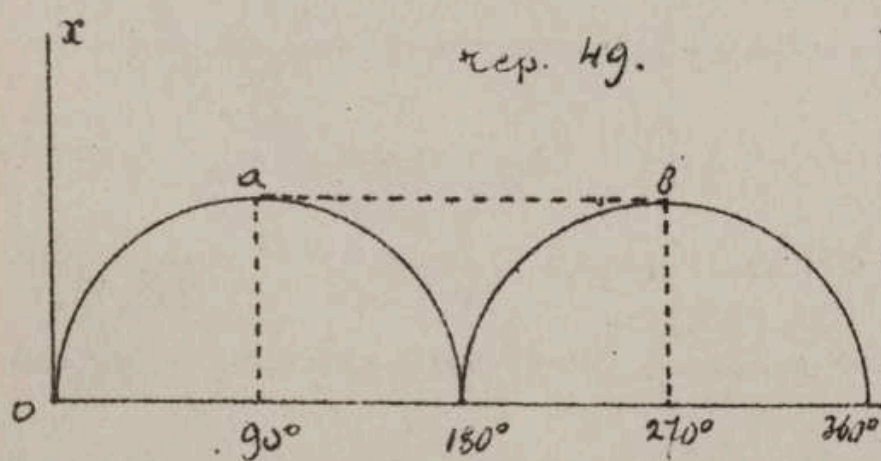
При таком устройстве прибора, вращая ось O , мы
будем вращать кенцы до $A_1 A_2 A_3$, а следовательно
и перемещать в магнитном поле кенцы про-
водника A_0 ; при этом центры будут свободно
скользить по полюсному полюсу с а.

Разсматривая теперь кенцы проводника в двух
диаметрально противоположных положениях A_1
и A_2 , мы ясно видим из рисунка 46, что кенцы
во всяком случае f_2 с f_1 всегда будут при кенцах
вращении идти по одному направлению, указанному
стрелкой от C к B , а в то же время в про-
водниках A_1 и A_2 имеют разное направление,
но в то же время и полюсному полюсу с а касаются то

одной, то другой щетки, такъ это въ внешней щетке токъ не измѣняетъ своего направленія.

Щетки генераторовъ соединены съ обмотками ваттметровъ. Поэтому при присоединеніи возбужденія положительной щетки или положительнаго полюса и отрицательной щетки или отрицательнаго полюса.

При этомъ такъ же, погодно тому, какъ и въ ваттметре, то въ внутренней щетке токъ направленъ отъ отрицательной щетки къ положительной, а во внешней щетке отъ положительной щетки къ отрицательной, такъ это въ разнотокъ сущаго щетка f_1 будетъ отрицательный полюсъ а f_2 - положительный.



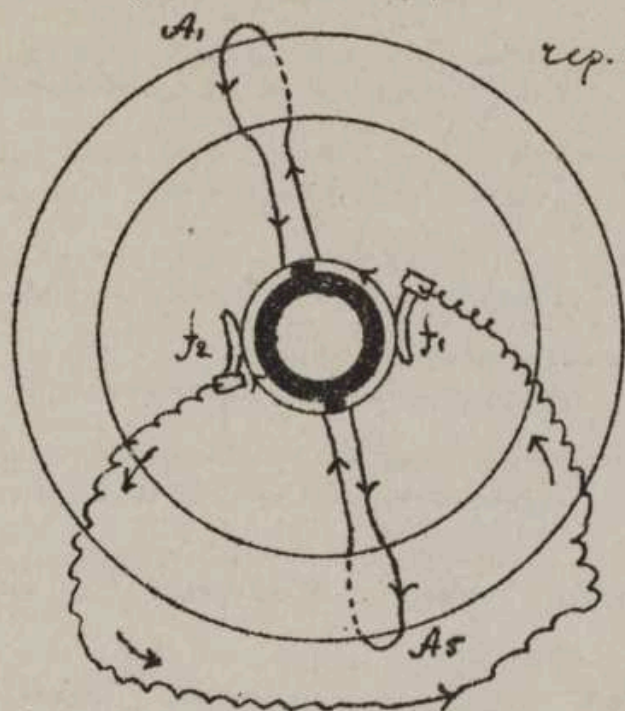
чер. 49.

Намъ въ вышеописанномъ двухъ-разрядномъ коллекторѣ мы видимъ, что токъ во внешней щетке имѣетъ

постоянное направленіе, но все же отъ 0 до максимума. Поэтому соединяемъ клеммы отъ 0 до максимума. Тогда

кривая тока изобразится так, как показано на чертеже 49.

Если к нашему проводнику A_1 присоединим диаметрально противоположный проводник A_5 ,



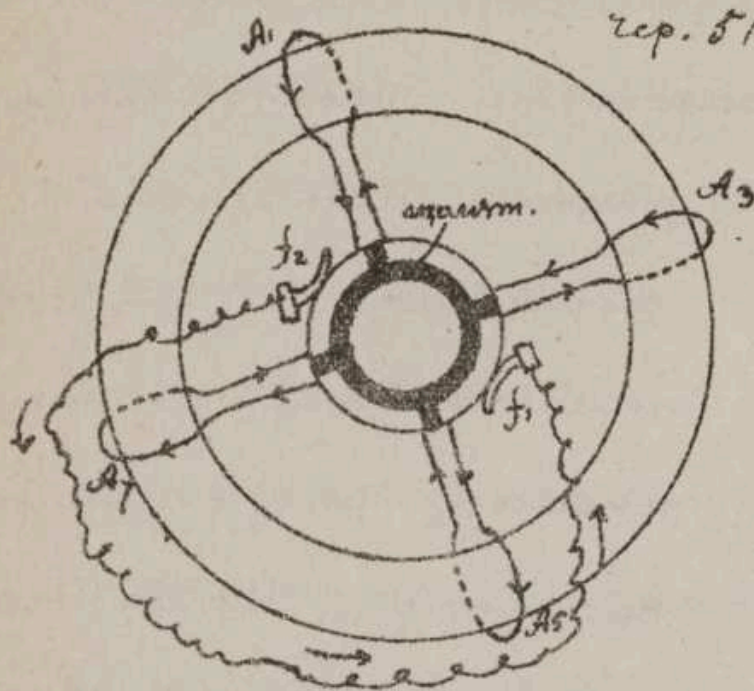
чер. 50. также разрезанный и соединенный (чер. 50) своими концами с разрезанными полюсными группами коллектора, то в этом случае ток пойдет по предыдущей линии

одного проводника, только разница будет в том, что сила возбужденного тока будет уже вдвое больше, чем прежде. (Тогда же изменился и его максимум и тоже соответственно направление.)

Для возбуждения этого перерывов тока берут не одну пару полюсов, а несколько.

Возьмем две пары полюсов (чер. 51) и рассмотрим каково возбуждение тока происходит в этом. В этом случае коллектор является из замкнутой цепи, как было сказано

зано, сгруппированы одна от другой изометрически. Каждый проводник соединяется с комму-

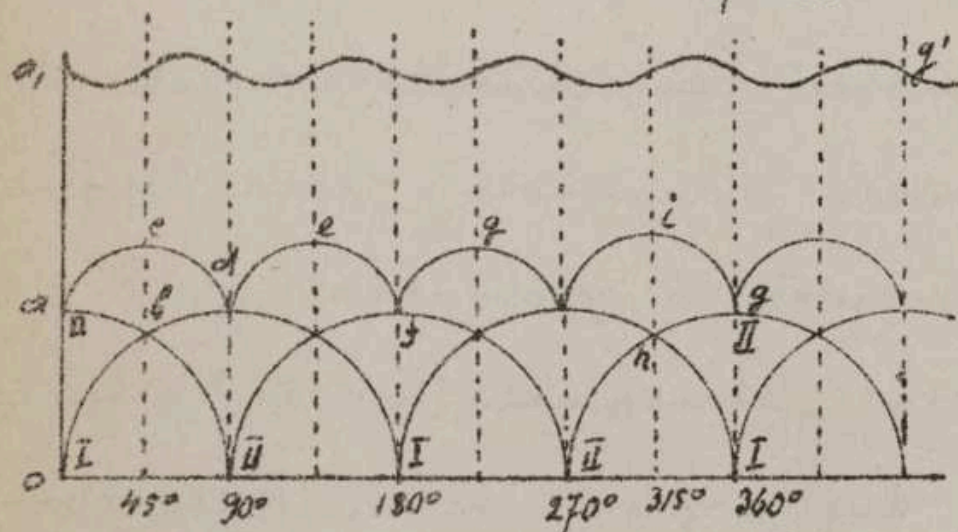


татором подобно предыдущему, как показано на чертеже 51.

При вращении колеса одна из пар проводов от другой на централь-

аборота или на 90° , так что когда из одной пары, например в $A_2 A_5$ сила тока равна 0, в другой в этот момент она будет иметь максимум своей величины = 0a (чер. 52), но когда

чер. 52.



колесо еще повернется на $\frac{1}{4}$ своего оборота, то величины токов в паре проводов сдвигаются относительно предыдущих

величин, так что вообще закон изменения силы тока для пар $A_2 A_5$ и $A_3 A_4$ выразится

двумя кривыми $(0, \alpha, 180, h, 360)$, наложив, две пары $A_2 A_5$ и $(\alpha, 90, f, 270, g)$ две другой пары.

Все эти токи идут во внешней цепи по одному и тому же направлению и следовательно будут суммироваться в суммарную кривую, выражающую графически значение силы тока во время двух пар обмоток, будет (α, e, e, f, i, g) ; она получится сложением сил, соответствующих различным наложениям проводников; так

при $\varphi = 0^\circ$ сумма $i = 0 + 0\alpha = 0\alpha \dots \alpha$

" $\varphi = 45^\circ$ " $i = 45^\circ b + 45^\circ b = 45^\circ e \dots e$

" $\varphi = 180^\circ$ " $i = 0 + 180^\circ f = 180^\circ f \dots f$

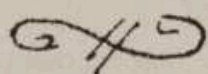
" $\varphi = 315^\circ$ " $i = 315^\circ k \times 2 = 315^\circ i \dots i$

Таким образом мы найдем, все точки кривой силы тока.

Во время фазомоторного сигнала ординаты кривой не обращаются в 0; следовательно сложением двух пар получим ток непрерывный и всегда ровный, хотя все токи еще колеблющиеся между определенными

maximum и minimum.

Употребляя большее число обмоток, при этом количество разрезается на соответствующее число частей, мы можем на основании предположения, получить ток почти постоянной величины — не колеблющийся и постоянного направления. В этом случае кривая, результирующая тока обратится почти в прямую слегка волнообразную линию $a.g$.



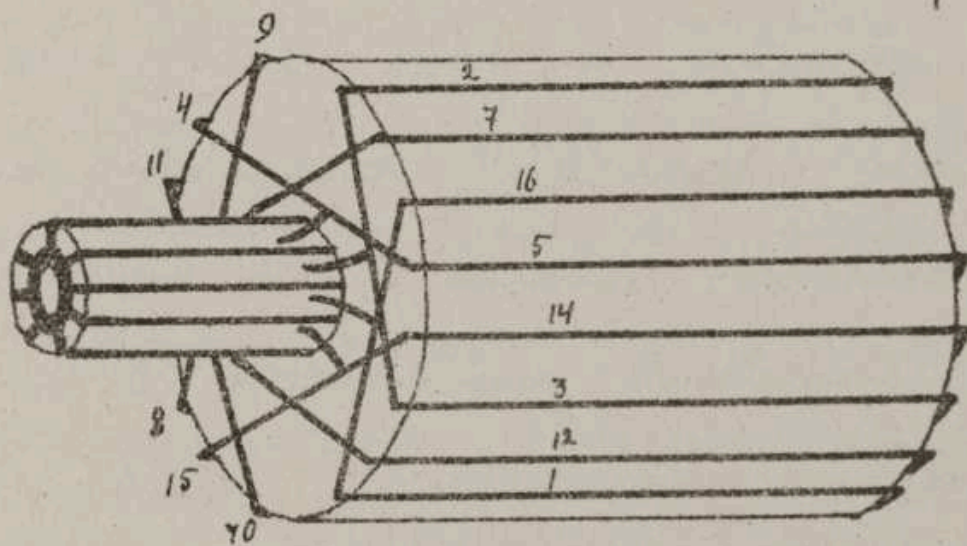
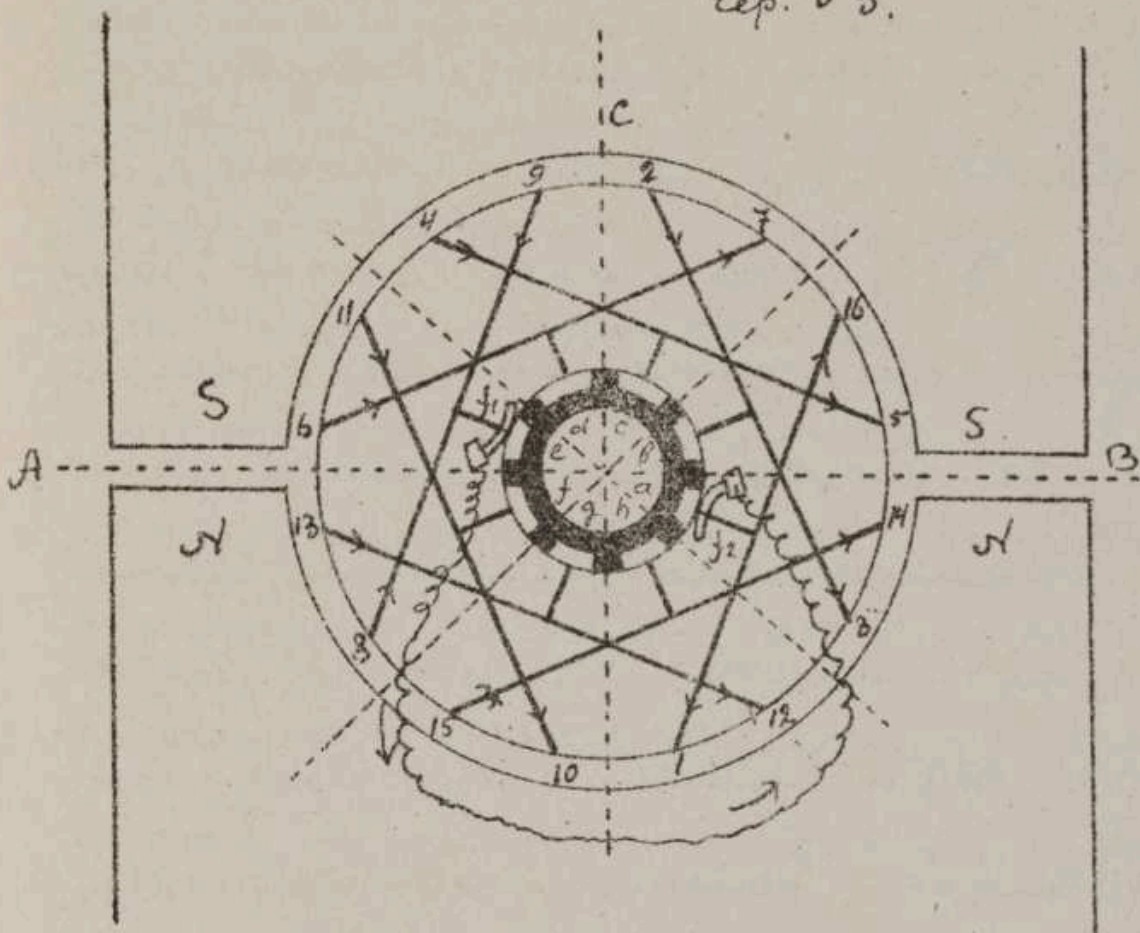
Обмотка Тюрнер-фронт-Альтенка.

Деталь для устройства динамо-машин требует обмотку, отличающуюся большим отношением обмотки Тюрнера.

На цилиндр $A.C.B$ (чер. 53), посаженный на ось, наматывается проволока спиралью образующей. Начиная, кончая, наматывать проволоку из точки (1) и, опоясав цилиндр, вывести проволоку в точку (2); таким

обращение мы получим одну обмотку. Из
точек (2) проволоку ведем на основании ци-

чер. 53.



линдра $bc(3)$,
затем ано-
дсвязав u_1 -
линдра и вы-
водем bc
диаметрально-
противополо-
жную точку
(4); из (4) про-
волочка идет
из (5) по ос-
нованию u_1 -
линдра и
еще раз
связав u_1 -
линдра вы-

ведем $bc(6)$ и т. д. bc может все повторить,
каждый элемент из разноточных терм-

Описание
(Диктанта)

Лист 15.

жа, т.е. нужно из каждой точки, обращен-
но к намъ основанія (например 8) вести
провода въ точку, отстоящую отъ взя-
той точки на три дѣленія, считая по
часовой стрѣлкѣ (для взятой точки 8 это
будетъ точка 9); отъ этой точки про-
водку ведутъ, опоясывая по образующимъ
и выводя ее въ точку, симметрично распо-
ложенную относительно послѣдней взятой
точки (т.е. для нашей примерной точки
пунктир 10). При такой едноточной про-
водки, исключая всякое электрическое
напряжение удалены, а черезъ это изъбѣжа-
ется нарушение изоляціи, вслѣдствіе обра-
зованія местныхъ токовъ. Въ нашемъ
случаѣ на барабанѣ намотано восемь
свѣтъ, подвижныхъ контактныхъ проводи-
ковъ Арамма.

При вращеніи барабана въ проводникахъ
будутъ наводиться токи, которые, помо-
щью коммутатора, устроеннаго такъ же

Как и в магнитной Грамм, принима-
ет одно и то же направление. в ант-
ннел а. т. н.

В коммутаторе также применяется
пара щеток цетровых из пучка
мелкой проволоки, спаянной на одной кон-
ц. Коммутатор в рассматриваемом
случае (когда в обмотках) нужно разро-
знить на 8 частей, с каждой частью сое-
диняется концы обмоток проволоки
таким образом, чтобы каждая обмо-
тка соединилась своим концом с
двумя различными рядами ленточных
частей коммутатора, так, видно
из чертежа, что обмотка (1, 2) своим
концом соединяется с частями а и в
коммутатора Пусть в данный мо-
мент соприкоснется с щетками части
а и в коммутатора, тогда наведенные
токи будут идти в каждой обмотке
по указанной стрелке и направление их

будутъ входить согласно, т.е. такъ и изъ
на своей пути не будутъ встречаться
и представляютъ следующие пути: одна ча-
сть тока черезъ пластинку коммуutato-
ра (a) — 1, 2; — (b) — 3, 4; (c) — 5, 6; (d) — 7, 8;
изъ зеркала видно, что изъ 8 черезъ (e)
пойдетъ въ щетку f, и во внутреннюю щетку;
вторая половина совершитъ такой путь:
изъ a въ 16, 15 — h — 14, 13, — g — 12, 11 — f — 10, 9; изъ 9
пойдетъ въ (e) и черезъ щетку тоже f, во
внутреннюю щетку; такими образомъ есть
половина возбужденного въ обмоткахъ тока
свивается влѣтъ и идетъ изъ щетки
f, во внутреннюю щетку.

Щетка f, служитъ местомъ выхода во
внутреннюю щетку и называется положи-
тельнымъ полюсомъ, а f₂ — отрицатель-
нымъ полюсомъ.

При разсмотрѣніи обмотокъ Грамма и
Альтема мы приняли, что калѣ у
Грамма и минимума у Альтема были

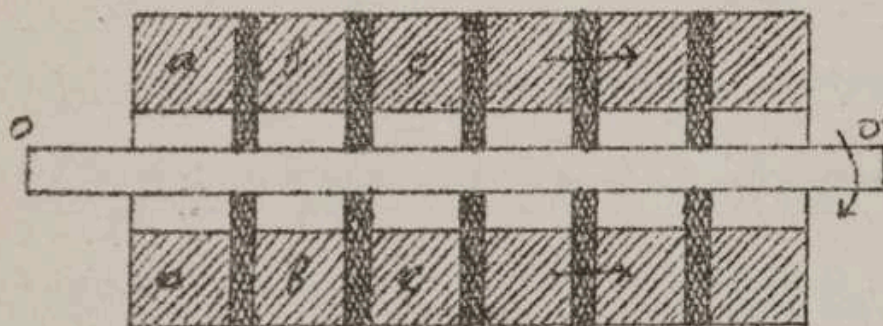
органы из дерева. Если же эти части
образованы из мягкого вещества, то сила
наведенного тока будет гораздо больше;
это объясняется тем, что вещество, ле-
жащее в этих магнитных линиях, будет
создавать поле, в котором будет
проводник, и следовательно изменение
числа силовых линий, проходящих в
проводник, будет гораздо больше, а по-
тому и сила индуцированного тока больше.
Но, как мы знаем, в таком же
поле будут и магнитные линии будут
развиваться электрические токи, вследствие
чего которых будет происходить и нагр-
вание этих частей.

Для упрощения этих электрических по-
лей следует, как сказано, раньше, раз-
рвать цепь, в которой они навод-
ятся.

Вместо того так и образовать. Баран
его упрощается следующим образом:

на ось OO' (чер. 54) накрывается рядом жестких дисков $aa, bb, cc \dots$ и т. д., между ними находятся прокладки из бумаги или просмоленного фанаты и т. п., также приготовленный, цилиндр наливается проволока как и раньше. Суть устройства

чер. 54.



катушки токи создаются в результате разрыва, перпендикулярных к оси направления (функционирование)

токи направлены перпендикулярно оси вращения и направлению вращения, т. е. в данном случае параллельно оси OO')

В катушке грамма создание оружейных токов достигается тем, что фланцы катушки из бумаги или просмоленного фанаты, соединяются в виде катушки, на которой и наматывается медная про-

волокна; или кильцо образуется из жемчужных
дискосов с промывающими проводниками.

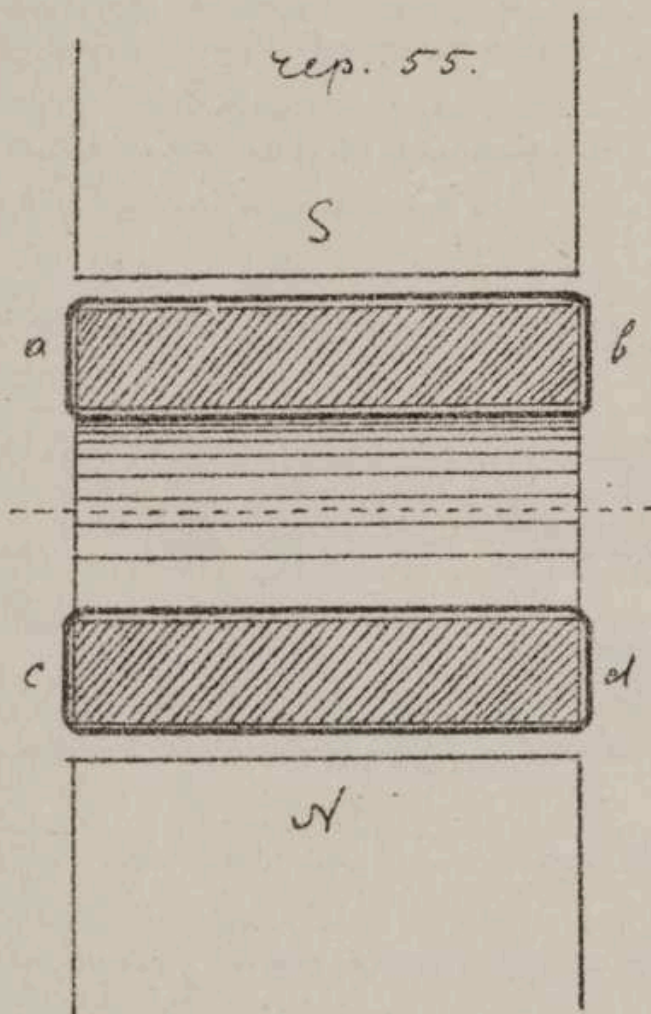
Следует вообще заметить, что в динамо-
машинах в якорь дискосов ток
имеет направление параллельное оси враще-
ния.

Типы арматурь.

Арматуры динамо-машины называются
та единая проволока, в которой наво-
дится индуктивный ток.

Будет два выше упомянутых типов
обмотки, а именно: обмотки Грамма и об-
мотки Теоринг-франс-Вильметта, между-
тем весьма разнообразие арматурь
машины. Но все эти арматуры есть,
так сказать, производные двух пер-
вых, ибо они в главном подпадают
к той или другой обмотке. Иногда
ширина об (сер. 55) кильца Грамма
большее диаметра его и, следовательно полу-
чается сплюснутая кильца Грамма.

На такой широкий овал наматывается проволока так же, как и в каульке Грамма. Толщина магнитов 4х5.

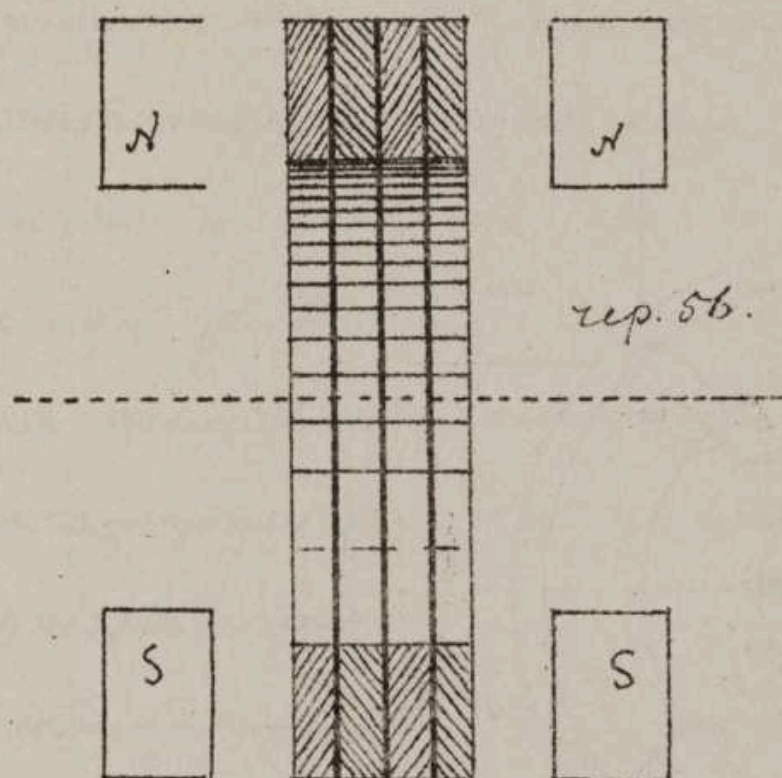


выручен весьма широкие и тонкие и располагается как можно ближе к овалу колеса, так что зазор достигает нескольких миллиметров, это делается с тем целью, чтобы как можно больше увеличить число силовых линий, попадающих в проволоку обмотки.

Для того чтобы увеличить каульк Грамма по направлению прямо противоположному (сер. 56) и получить тонкое каульк Грамма большого диаметра. Магнитное поле образуется из двух частей, одна из них вращается два магнита и располагается так,

чтобы увеличить каульк Грамма по направлению прямо противоположному (сер. 56) и получить тонкое каульк Грамма большого диаметра. Магнитное поле образуется из двух частей, одна из них вращается два магнита и располагается так,

таковы сверхае поилое, а также и нижние
находящиеся по другим сторонам адаа кау-
ца. Умножение орудийных таковъ зрѣсь



достигается, тѣмъ,
что адаа кауца
охлаждается изъ ряда
желѣзныхъ колецъ,
расположенныхъ другъ
возлѣ друга и изо-
лированныхъ одно
отъ другаго.

Въ подопытныхъ

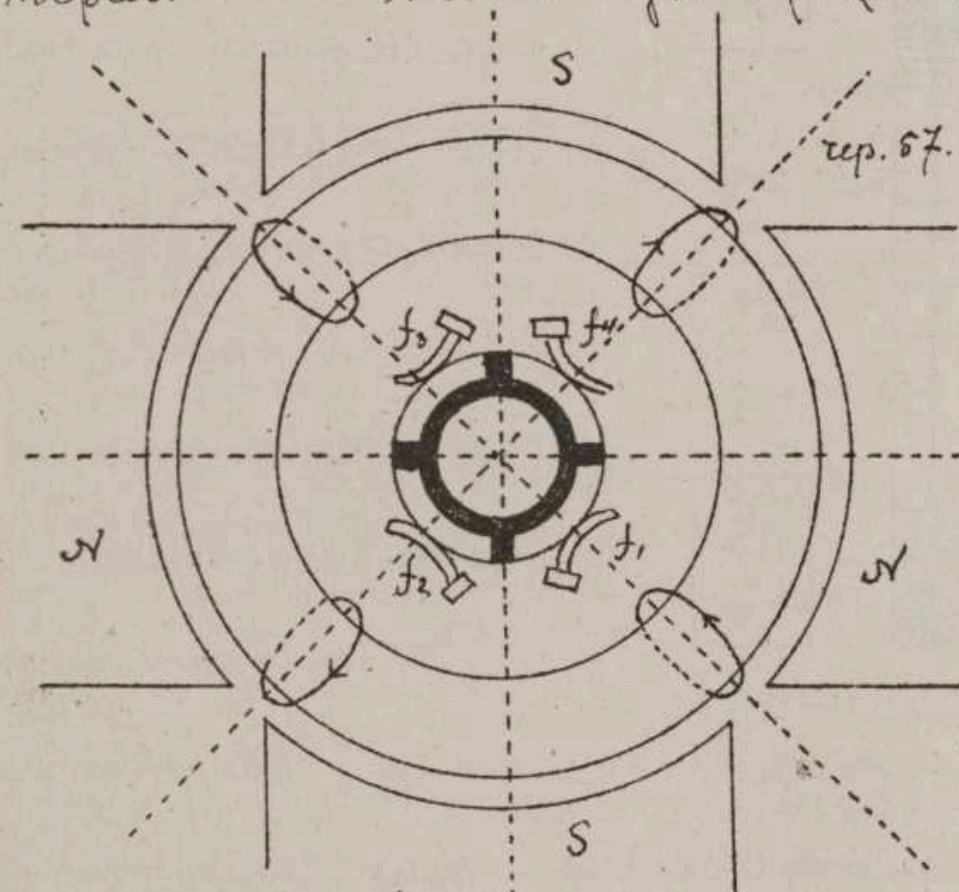
машинкахъ магнитное поле, образуется изъ
мѣстечныхъ магнитовъ или электромаг-
нитовъ. Такая машина носитъ названіе
Многополюсной Бинамо-машины.

На машинѣ картинѣ (сер 57) взяты четыре
полюса, расположенные поперечнымъ такъ,
какъ показано. Въ этой машинѣ враща-
ется кольцо Грамма, питающее, по-

физика
(Электротехн.)

Листъ 14.

илихъ рѣшѣе секцій обмотокъ; тогда сдѣ-
лательно коннекторъ будетъ разбѣгаться
на рѣшѣе части, потому при вращеніи
якоря, въ обмоткахъ его, будутъ происходить
перемена тока для фазы въ нѣсколькихъ



а, в и с, d, а по-
тому при этой
машинахъ будутъ
центры для
пары магнитовъ для
того, чтобы ток
во вращеніи и, при
нѣмъ постоян-
ное направление.

Въ четвертой части токъ пойдетъ такъ,
что для симметрично противоположныхъ по-
люсовъ примутъ токъ, а для другихъ высту-
пятъ его. Это легко собразить при по-
мощи правилъ Ампера.

Магниты f_1 и f_3 примутъ, а магниты f_2 и f_4
выступятъ токъ; f_2 и f_4 будутъ посто-
янно.

ные полюсы, а f_1 и f_3 - отрицательные. Для упрощения конструкции машины можно щетки f_1 и f_3 вывести в одну сторону клемму и тоже самое сделать с f_2 и f_4 . Или можно сделать так, именно, соединить противоположные части коллектора а с в и с с d. Тогда щетки f_3 и f_2 можно уничтожить и, следовательно у нас остаются две щетки, расположенные под углом в 90° .

При устройстве арматуры машины нужно соблюдать следующее:

1) Длину и толщину проволоки обмотки нужно выбирать по мощности машины, именно; если от машины требуется большое напряжение, то проволока должна быть тонкая и делать много оборотов; если же напряжение не велико, а должно быть сильно токо, то проволока берется толстая. Во как та, так и другие должны быть размещены по шатуны или

ровъ, вырабатываемыхъ машинного воз-
действия на проволоку. По Штенбергу требу-
ется, чтобы через 10 м.м. свечения проволо-
ки протекало отъ 2 до 3 амперовъ, но отъ
этого правила часто отступаютъ какъ
в ту, такъ и въ другую сторону.

2) При навивкѣ проволоки на якорь нужно
обозначить о томъ, чтобы лѣвая прово-
лока, имеющая большее напряжение элек-
тричества, по возможности была удалена
другъ отъ друга во избежание лишняго сое-
диненія, а черезъ это нарушенія изоляціи и
моря арматуры.

3) Проволока, въ которой наводится токъ,
должна быть хорошо изолирована, что до-
стигается, зажимая ее въ цинканированую
трубку или обвивая ее прорезанной цин-
канированной джутовой тканью.

4) Арматура, состоящая изъ ряда секцій
или обмотокъ барабана Штенберга, которую
должно быть одинакового сопротивленія и

расположены симметрично по обоим якорям, должна быть расположена так, чтобы центр тяжести колеса совпадал с осью вращения для изготовления размагнивающей машины.

5) Следует изготовить употреблений линии проволоки, увеличивающей внутреннее сопротивление машины, а поэтому соединить обмотки с коллекторных элементов не из проволоки, а из толстых медных стержней.

Электровыводы токи, которые разбавляются в большой массе легкого железа (как у Грамма или барабана Альтенберга), как упоминалось выше, могут быть также усилены, но важно не забывать, что железо, следовательно, они будут существовать и производить нагревание якоря.

Стоит также думать нагреваться и проволока под влиянием тока по ней тока, это можно избежать, отожавшись на

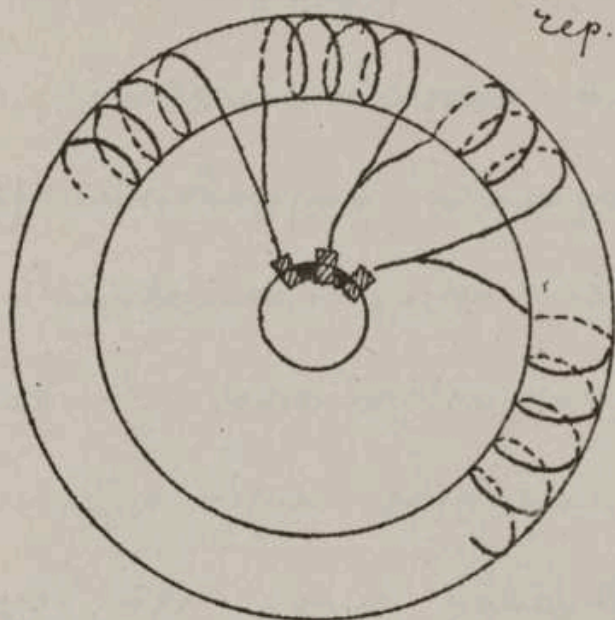
материал. А также можно изменить направление
арматуры, в зависимости от диаметра и
содержательно производить вентилирование, а
содержательно и ослабление.

Далее, когда обматывают проволокою приго-
товленный якорь, его насаживают на ось
и вращают в магнитном поле с той
скоростью, которая ему должна принадлежать
при работе; по величине или меньшему
сопротивлению якоря могут возникнуть различ-
ные моменты, судить достаточно и
удалены эти моменты.

Секции индуцируемой спирали соединены
друг с другом так, что выходящий конец
каждой из них припаивается к входящему
концу следующей; так что вся секция
проволоки образует вместе одну общую
обмотку (рис. 58).

Ось вращения, на которой укреплено кольцо,
носит на себе ряды лодочных грузиков,
уложенных так, что они образуют все

выходят вокруг оси цилиндра; тогда по цилиндру и составившем коллекторе машины. Углубления представляются ствольной осью, скользя



чер. 58.

и секций на кольцах;

каждый углубление соединяется с секцией обмотки.

Углубления изолированы друг от друга и группа прокладок

изъ известа, слюды или каким либо другим изолирующим веществом. В старых машинах употребляются воздушные изоляции и Силикону удалось, выбирая определенные материалы возбудить достижению хороших результатов и при такого рода изоляции, но происходило рассеивание возбудящих стружек или вследствие того, что изолирующая сила была не столько велика, что не выдерживала стружек; стружки же оказывались вольготно и стирание самого кон-

лестера цепками.

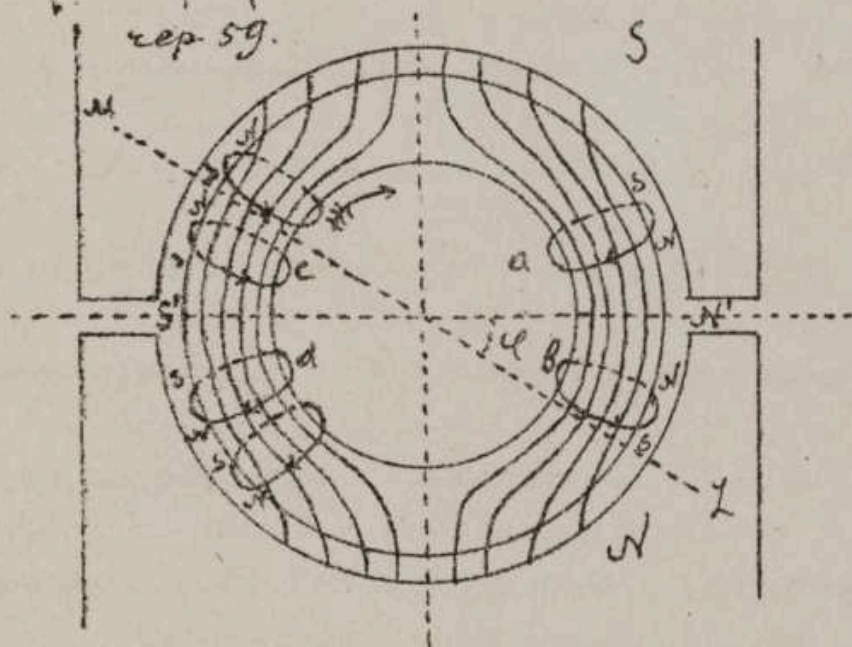
Концы секций можно соединить с коллекторами двумя: или винтами, при этом удобно регулировать машину, но не достигается хорошего соприкосновения; или припаяв их, — здесь будет неудобство ремонта, но зато совершенное соприкосновение.

Цепки, которые соприкасаются с коллекторами машины, делаются или из мягкой пластинки с прорезами или из пучка тонкой мягкой проволоки. Цепки прикрепляются к общей станине диаметрально противоположно одна другой и могут вращаться около общей оси машины. Удобное расположение цепок будет такое, при котором будет подъ или наименьшее количество потерь.

Должно изобрести смазывать коллекторы маслом, но это уменьшает электропроводность и вводит в работу материал

Вращение щеток вокруг оси центрирует
необходимо введение железного яко-
ра.

Железный якорь машины (кольцо Грамма
или барабан Альтенка), помещенный в
магнитном поле, производит изменение
в распределении силовых линий. Это выра-



жается следующим
образом, как и
прежде, кольцо
с обмоткой (сер. sg.)
повторяет те же
разрушения най-

денных, что в ней ток течет по указанно-
му направлению; тогда мы этот проводник мо-
жем рассматривать, как магнит с по-
люсами сверху и снизу и наоборот (по
правилу правой руки по току и смотрим в центр
проводника, мы будем иметь северную по-
люсность наверху). В этом проводнике все α равно-

Физика
(Электротехника.)

Лист 15.

жение массъ будетъ иное: северная внизу,
а южная вверху; такимъ образомъ въ
двухъ, раздѣлахъ находящихся проводникахъ си-
ла произойдетъ соединеніе южныхъ массъ
въ общій южный полюсъ S , лежащій въ эква-
торальной плоскости. Можно также, если
разберемъ два положенія a и b проводника,
то увидимъ, что въ нихъ магнитныя мас-
сы расположатся такимъ образомъ, что
дадутъ общій северный полюсъ N' , лежа-
щій тоже въ экваторальной плоскости.
Такимъ образомъ внесене являющагося око-
ра характеризуется образованіемъ новыхъ
полюсовъ N' и S' , расположенныхъ въ эква-
торальной плоскости. Эти полюсы пред-
ставляютъ силовые нити изогнутыя въ напро-
тивныя стороны, такъ что наибольшее су-
щестіе силовыхъ нитей будетъ на линіи ML
образующейъ съ экваторомъ уголъ α въ сто-
рону движенія; на этой линіи ML , обычно
и помѣщаются точки, по которымъ

положении будетъ высказывать изъ-подъ
нихъ наименьшее количество искръ.

Магнитно и Электро-элект- рический машины.

Въ предыдущихъ разсужденіяхъ мы не сдѣ-
лали никакого предположенія касательно
происхожденія магнитнаго поля, среди ко-
торого вращается кольцо Грамма, такъ
какъ при этомъ было совершенно безразли-
чно, каково бы ни было происхожденіе этого
поля. Отсюда вытекаетъ, что это происхо-
жденіе можетъ происходить какъ отъ маг-
нита, такъ и электромагнита, равно и
обуславливается существованіе вѣдущихъ
двухъ типовъ электрическихъ машинъ:

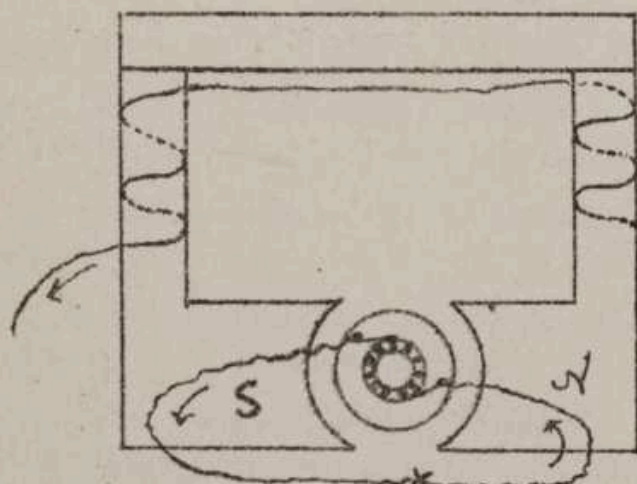
Магнитно-электрической машины, въ кото-
рой магнитное поле происходитъ отъ
постояннаго магнита.

Электро-электрической машины, или ди-
نامо-машины, въ которыхъ поле происхо-

двух этих электромагнитов. Они обладают, сравнительно с первыми, только преимуществами, что действительно значительно усиливает магнитное поле.

Различные способы возбуждения.

Динамо-машин. Отличающаяся группа этих групп способностью возбуждения в них магнитного поля, с помощью по нему плетно, производится ли это возбуждение своего магнитного, или динамо-магнитного. В первом случае (рис. 60) динамо-машина наз. магнитного с независимым возбуждением или с отдельными возбудителями.



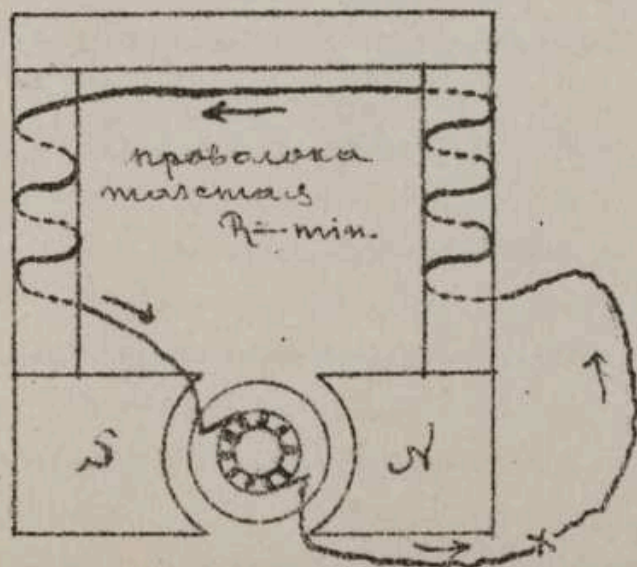
Необходимое возбуждение производится некоторым источником. Оно действительно возбуждается

силой, независимую от сопротивления внешней цепи и дает возможность изменять по желанию направление магнитного поля и

нента въ возбуждающей цепи, или возбуж-
дательной силы или сопротивления. Это систе-
ма подвешена при помощи переменного
тока, если не подается, выражена, особого ком-
мутатора, выпрямляющего ток, индукции въ
обмотках индукторовъ.

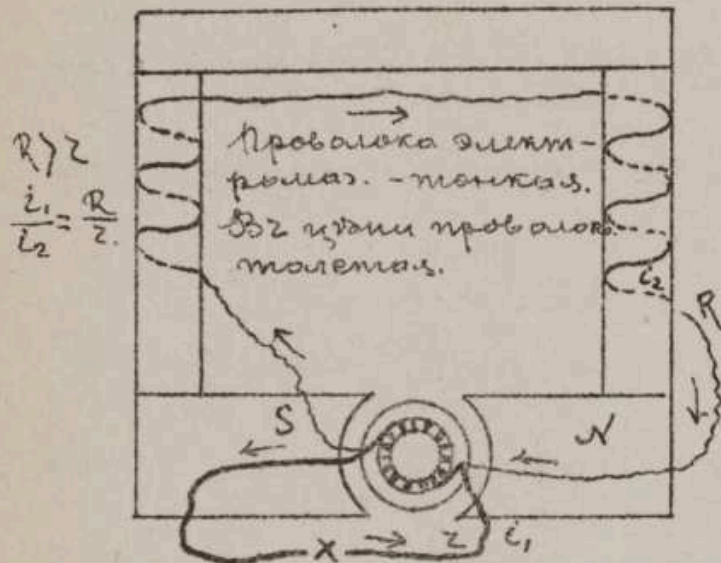
Недостатокъ въ томъ, что онъ требуетъ
отдельной возбуждающей машины, или, какъ
говорятъ, отдельного возбуждения.

Въобщемъ же вывѣсть выгодно производить
возбуждение самой машины, которая нази-
вается тогда самовозбуждающейся. Если
при этомъ по обмоткамъ электромаг-
нитовъ индукторовъ протекаетъ весь токъ
(рис. 61), то машина наз. ее простейшей или
рис. 61.



простейшей
возбуждением; если же
по ней проходить, или
отдельный отъ ма-
шины, токъ (рис. 62),
то про машину гово-

рент, что она возбуждается отъѣмвл-
нелъ нн мунтоль. Какенуъ, адр нн
гер. 62.



системы могутъ быть
соединены въ одну и то-
гда машина носитъ
название коммутандъ-
машины.

Принципъ самовозбужде-

ния основанъ на остаточномъ магнети-
змѣ. Если бы не было электромагнитовъ было
химически чисто и не представляло бы собой
магнетизма, то вращеніе граммаверныхъ ко-
лецъ не порождало бы ни какого тока. Но
въ моментъ начала вращенія этого кольца,
въ электромагнитахъ существуетъ уже оста-
точный магнетизмъ, который и возбуждаетъ
токъ, хотя и слабый, но достаточный для
того, чтобы образовать электромагниты. Эти
магниты въ свою очередь дѣйствуютъ на кольцо
и, такимъ образомъ, происходитъ рядъ само-
движительныхъ взаимодействій, которые носятъ

но увеличивается сила тока до нового порога, пока она не достигнет нормальной своей величины. Впрочем эти явления занимают собой незначительный промежуток времени.

Возбуждение электромагнитовъ введе-
ниемъ ихъ обмотокъ въ цѣпь послѣ-
довательно.

Устройство динамо-машины, возбуждаемой
последовательно соединенныхъ, проще, чѣмъ у
другихъ самовозбуждающихся машинъ.

Недостаткомъ же ее то, что она крайне чув-
ствительна къ измѣненіямъ въ сопротивленіи
внешней цѣпи.

Дѣйствительно, предполагая, что это сопро-
тивленіе увеличивается; отъ этого, въ силу зако-
на Ома, уменьшится сила тока. Это умень-
шение тока въ свою очередь уменьшитъ и въ катуш-
кахъ электромагнитовъ, напряженіе магни-
тного поля также уменьшится и возбуждае-
мая сила въ индукционной цѣпи сведется въ нуль.

самый момент, когда ей требуется бы воз-
расти. Въ этомъ заключается главное важ-
ный недостатокъ. Кроме того, чтобы машина
начала двигаться, т.е. чтобы токъ возбудился,
необходимо сообщить машине достаточно
большую скорость при выключенъ сопротивленіи,
и следовательно значительную. Между темъ, при
электрическомъ освещеніи накаливаемыхъ, лам-
почки представляются въ холодномъ состояніи
гораздо большее сопротивленіе, чѣмъ въ разо-
гретомъ; по этому то сопротивленіе, кото-
рое требуется для цѣли при нормальномъ
холодъ освещеніи, можетъ оказаться слишкомъ
большимъ для начала движенія машины. Ста-
кнувъ образцы, принуждены бываемъ зам-
кнуть машину на время первыхъ ударовъ
короткимъ проводникомъ на себѣ, что сопро-
вождается внезапнымъ появленіемъ силы, вредно
отзывающейся на самой машинѣ.

Наконецъ, если машина работаетъ въ общей
цѣли съ приборами, развивающими равную элек-

возбуждающую силу, которая может в известный момент превратить возбуждающую силу динамо-машины. В таком случае, тогда меняется направление и перемагничиваются электромагниты обратно против прежнего; в этом заключается серьёзное неудобство, когда машины употребляются для электролиза калийно-натриевой ванны или для получения аккумуляторов.

Возбуждение постоянными соединениями может быть применено при параллельном расположении полюсов. При этом включается новая лампа сопротивление вводимой цепи уменьшается, а вследствие этого сила тока увеличивается, что и требуется.

Возбуждение электромагнитов введением их обмоток в отъёмление главной цепи.

При возбуждении отъёмления увеличение сопротивления

создаётся

(Электрогенератора)

Листъ 16.

механизм, выходящий из-под, так как происходит в
электромагнитной цепи, что усиливает
электромагнитную силу. Поэтому можно ска-
зать, что машина представляет энергию в некото-
рой форме пропорциональную требуемой работе.
Применяя такую машину к соединению данных
распределительных линий необходимо.

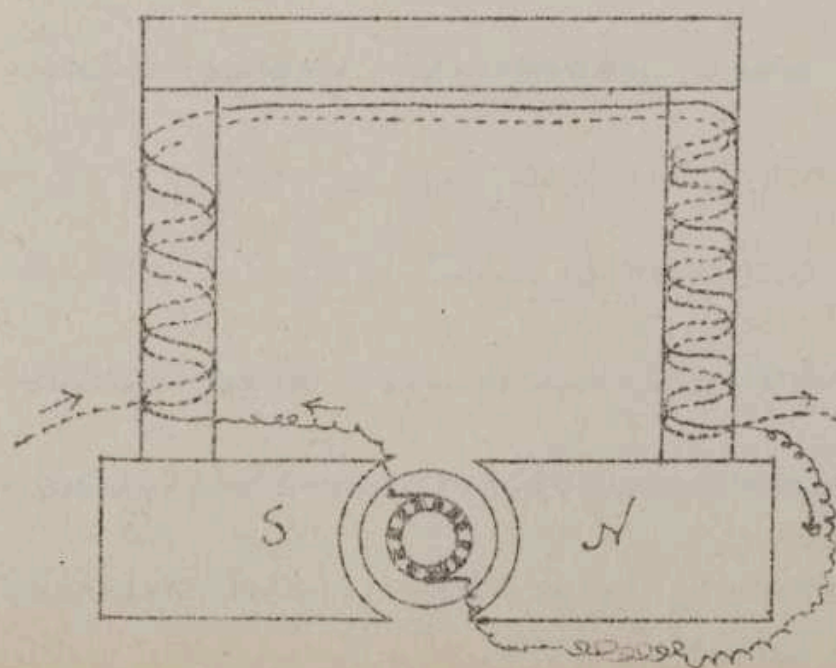
Машина, возбуждается электромеханически, поэтому
выходная часть механизма имеет отношение к возбуждению
не имеет, даже в случае полного отсутствия
посредств машина замкнута сама в себя, об-
разует как раз обратное, т.е. в машине
возбуждается посредством, при котором
выходная часть обязательно должна быть зам-
кнута.

Не смотря однако же на это преимущество, по-
лучение таким машинами энергии распе-
ривается, так как при такой работе
машина обходит довольно долго время
дальнейшего развития электромаг-
нитов.

Смешанный способ возбу- ждения.

Г. Френс придумал смешанный способ возбу-
ждения, соединив оба предыдущих способа. Усо-
вершенствования, внесенные в него позже Мар-
селем Денре, придают ему важное значение.
Въ способе Френса, который применяется
было chiefly для наивысшего напряжения машин
съ тѣмъ, чтобы воспроизводить сильную не-
регулярность въ направлении тока. Электромагниты
возбуждаются здесь отъ части машины токѣмъ
и отъ части токѣмъ отъ внешней машины- возбу-
дителя.

Предположимъ, что мы имеемъ (чер. 63) на
чер. 63.



катушки электро-
магнитовъ отъ от-
дельныхъ машинъ, изъ
которыхъ одна пред-
ставляетъ собою часть
самоустанавливающейся
динамо-машин-
ы, а другая часть

машины возбуждения.

Когда мы подключаем в сеть машину, то эдсэ возбужденная сила может быть разложена на две: одну Σi - происходящую от независимого возбуждения и другую Σe , - происходящую от само-возбуждения. Обозначим силу тока через I , внутреннее сопротивление машины через r , а сопротивление цепи через R .

Теперь мы можем написать:

$$\frac{\Sigma i + \Sigma e}{I} = R + r \dots\dots (1)$$

В этом равенстве Σi и r суть величины постоянные, а Σe , I и R - переменные.

Подберем для машины такую скорость, чтобы удовлетворялось равенство:

$$\frac{\Sigma e}{I} = r \dots\dots (2)$$

Если это достигнуто, то равенство первое обратится в такое:

$$\frac{\Sigma i}{I} = R \quad \text{или} \quad \Sigma i = I \cdot R,$$

т.е. произведение $R \cdot I$, представляющее собой нечто иное, как разность потенциалов зажимов машины, остается постоянным. Эта разность потенциа-

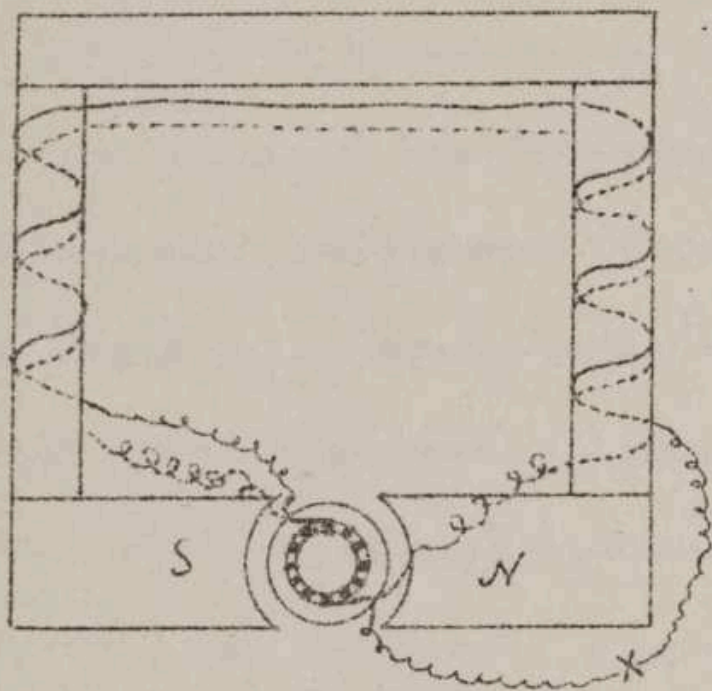
ловъ неизменно равно величину E_i , с. измѣненіемъ же R измѣняется лишь I (а именно обратно пропорціонально величину R).

Итакъ, возбужденіе сдѣланного изъема дается у зажимовъ, при известной скорости, неизменною разности потенциаловъ. Необходимая для этого скорость опредѣляется путемъ опыта такъ, чтобы удовлетворено было равенство второе.

Динамо-машины Коммандъ.

Общепонятная иная система динамо-машинъ представляетъ система Коммандъ. Она отличается также отъ другихъ элементами электромагнитовъ, но эти элементы принадлежатъ самой машинѣ, а именно: одна изъ нихъ обыкновенно изъ толстой проволоки входитъ въ составъ внутренней измѣн, другая отъ болѣе тонкихъ чиселъ рядовъ тонкой проволоки составляетъ обмотку или зажимовъ машинки (тер. 64). Возбужденіе здесь производится сразу и обмоткой, и полюсами вращательно, а потому такія динамо-машины для

даютъ преимущественно оныхъ системъ възды-
шею чер. 64.



въ атмосфере.

Такъ, машины мож-
но подразделять въ не-
которой степени замкнутой
внешней цепи, но они
замкнуты въ себя.

Разность потенциаловъ
у зажимовъ почти по-

стоянна, а сила тока всегда соответствуетъ на-
пряженности внешней цепи. Такъ, машины, какъ
сказано, носятъ названіе Коммутаторъ динамо-
машинъ.

Характеристика динамо-машинъ.

Въ 1879 году Топкинсонъ далъ способъ построения
диаграммъ динамо-машинъ, подобно тому, какъ
диаграммы, получаемыя при паровыхъ машинахъ.
Построивъ такія диаграммы для разныхъ ти-
повъ динамо-машинъ, можно судить о нихъ
о производительности данной системы, т.е. о работѣ

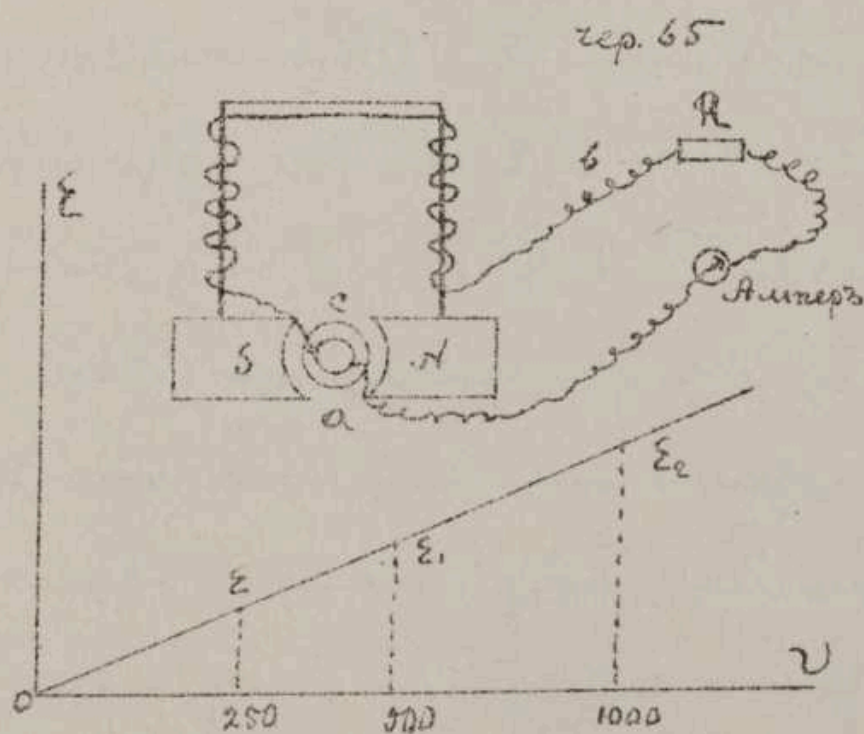
машины, сила тока, электродвижущая сила и сопротивление преобразователя машины.

Электродвижущая сила машины зависит от 1) скорости вращения, 2) намагниченности полюсов и 3) от проницаемости магнитного полюса (способа возбуждения).

Рассмотрим в отдельности каждую из вышеприведенных причин.

Влияние скорости.

Примем машину постоянного возбуждения (зер. 65), скорость вращения индуктора



которой измещается. Для того, чтобы найти закон изменения электродвижущей силы, вращая статора индуктора с

определенного скоростью v , помехим 250 оборотов в 1 секунду, при этом амперметр пока-

силу тока I , введя сопротивление R , то-
гда по уравнению: $I = \frac{E}{R}$

находим: $E = I.R$.

при этом мы сопротивление проводов,
соединяющих машину с сопротивлением R
и электродов пренебрегаем, ибо оно в дан-
ном случае незначительно в сравнении с R .

Теперь вращаем индуктор с другой ско-
ростью, поместив $\omega = 500$ оборотов в сек. и
опять по предыдущему находим E , измерив
новую силу тока I при том же сопротивле-
нии R . Увеличивая скорость мы будем нахо-
дить различные значения E . Отложив эти ско-
рости ω по оси абсцисс, а E по оси ординат,
мы получим точки $E, E_1, E_2, \dots$ и т. д., соеди-
нив эти точки, мы получим кривую OE_2 .

Отсюда можно заключить, что электромотоэвди-
тельная сила машины, возрастает прямопро-
порционально скорости вращения индуктора. Если
эта скорость вращения будет возрастать все
больше и больше, то при скорости 3000 обо-

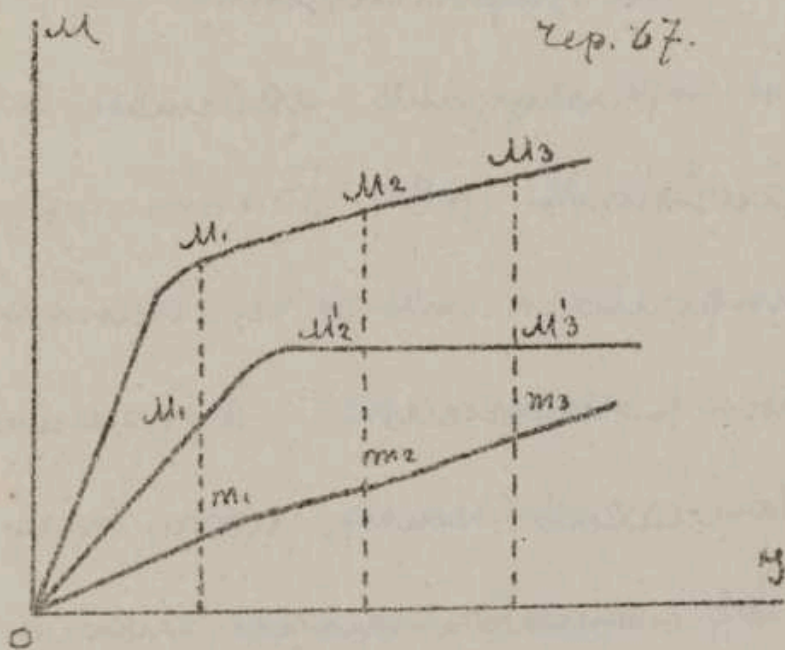
магазинных сопротивлений и амперметров для измерения силы тока, проходящего по проводнику. Электромеханический прибор состоит из концов системы на рычаге, т.е. лежит в плоскости перпендикулярной к магнитному меридиану. Стрелка не висит магнитом и на нитке в 0" с прикрепленным к нему гирькой (такой магнит называется магнито-метром.)

Пускаем в систему электромеханика ток определенной величины; стрелка намагничивается, вследствие чего магнитом и в отклоняется пропорционально магнитному моменту электромагнита. Пусть величина тока есть I , отклонение магнитометра — α . Пускаем теперь ток большей величины I_2 , тогда отклонение будет другое, например α_2 . Получая далее токи так же как и первого нового значения тока получаем новые углы α_3, α_4 и т.д. Давая до некоторой величины I_n , получаем угол отклонения α_n . Углы $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ будут прямо пропорциональны магнитному моменту тока, то есть

величины которого происходит увеличение магнитометра или пропорциональный моменту нашего электромагнита, т.е.

$$M_1 = R \cdot e_1; M_2 = R \cdot e_2; M_3 = R \cdot e_3 \dots M_n = R \cdot e_n.$$

Эти результаты стремимся графически, откладывая на оси абсцисс величину токов, а на оси ординат — магнитные моменты электромагнита, тогда получим кривую $O M_3$ (рис. 67), характеризующую изменение силы электромагнита в



увеличении силы электромагнита в таком случае его производящего.

M_2 рассмотрим гермена видно, что магнитный

момент "возрастает пропорционально силе тока ($O M_1$ — прямая), а потом эта прямая $O M_1$ переходит в кривую, что указывает на то, что пропорциональность нарушается.

Следовательно, если будем увеличивать силу

тока, но сила электромагнитна не будетъ увеличиваться до безконечности. Она пропорциональна силе электромагнетизма зависитъ отъ того, что можетъ и можетъ преградъ намагничиванія, оно, какъ говорится, намагничивается до насыщения и при увеличении тока въ обмоткахъ не увеличивается силы магнетизма; отсюда ясно, что въ электромагнитъ входятъ не только токъ изъ стальной вилки, железный и вполнѣ ферромагнитный для данной электромагниты.

Законъ Авогadro и изъясняетъ зависимость ба-
диль безъ стержня на магнитъ АВ. Бадиля, какъ известно, можетъ электромагнитъ и магнитный моментъ этого электромагниты возрастаетъ прямо пропорционально силѣ тока, действу-
ющей на ней (число обмотокъ можетъ, что и
прежде). Результатъ наводения на дѣлѣ дѣй-
ствительна Бадиля выражается прямо отъ, распо-
ложенной между CM_2 , следовательно моментъ
одной Бадиля меньше момента Бадиля съ
стержнемъ, действительна ее слабѣе.

Положим эти две линии Om и Om' , мы смо-
жем найти магнитные моменты, соответ-
ствующие каждой точке; для этого есть по-
ложим M_1, M_2 и т. д. соответствующие им:

$$M_1 M'_1 = I_1 m_1; M_2 M'_2 = I_2 m_2,$$

найдем величину линии Om' . Из рассмотрен-
ных линий Om' видно, что сила на-
магничивания точки пропорциональна силе то-
ка (Om' — прямая), поэтому при увеличении
возрастания тока намагничивание не увели-
вается, ибо $M'_1 M'_2$ является прямо пропорцио-
нальным оси абсцисс. Это соответствует мас-
штабу точки.

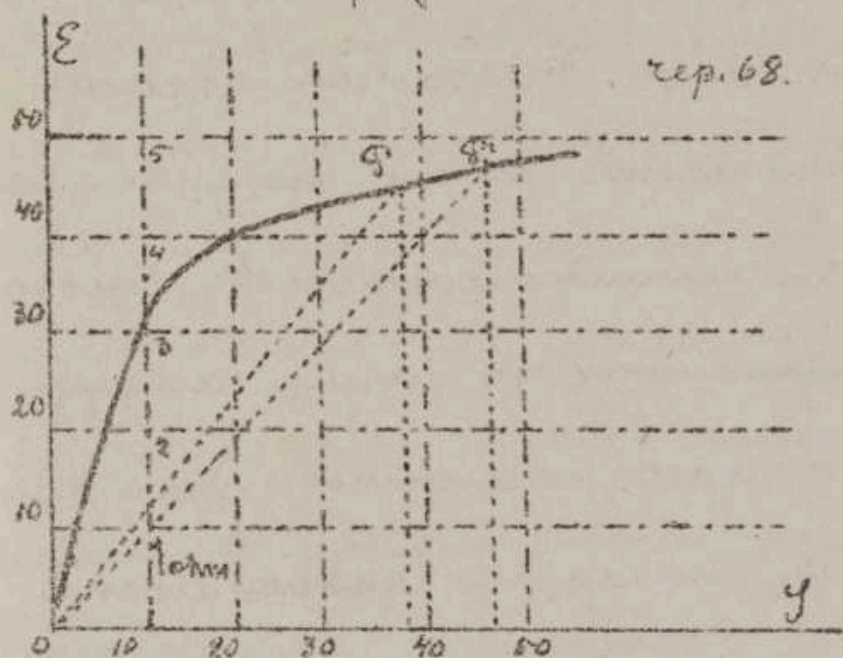
Таким образом, на основании предыду-
щих, мы можем наилучшим образом
комбинировать ток, пускаемый в электромаг-
ниты.

Характеристические кривые динамо-машин.

Изобразим теперь каждую машину в отдель-

используют и измеряются для этих же характери-
стик. Для этого, измеряя машину с из-
вестного постоянного скорости, измеряют
внутреннее сопротивление и каждый раз за-
писывают электродвижущую силу и силу тока.
Откладывая по оси абсцисс силу тока, а по
оси ординат электродвижущую силу, строят
кривую, изображающую собой свойства машины
и называемую, поэтому, ее характеристикой.
Эта кривая для известной скорости зави-
сит только от конструкции машины; она
изображается ее графиками и характеризует
ее точно также, как диаграмма, полу-
мая у паровой машины индикатором Гамма,
определяющая собой свойства последней.
Алгоритм 68 изображает характеристику ги-
дро-машины Сименса, возбуждаемой постоян-
ным током и совершающей 720 оборотов в секунду.
Абсциссы изображают Амперы, ординаты же
— вольты, следовательно разный знак
едущей электродвижущей силы машины.

Для построения этой кривой, диаметры изобразим неперпендикулярно, а вольты выводем нормально.



ослеждать диаметры на
общее сравнение
всех точек.

Рассматривая эту
кривую замечаем,
что она начинается
сначала в виде почти

кавержанья. Это есть следствие существования
в электромагнитном остаточного магнетизма.

Важно для нас видеть, что кривая направляется
вперед, почти выходя из прямой и под значитель-
ным углом уходит к оси абсцисс до известной
точки, от которой она отклоняется вниз.

И действительно, так как скорость вращения
остается постоянной, то электродвижущая сила
растет вначале от силы тока, так как
электромагнит введен нормально.

Магнитная напряженность пока считается
до известному максимуму, соответствующему состо-

этого насыщения магнитовъ и мы видимъ, что кривая сводится къ нулю и изгибается. Первая часть кривой, идущая подъ большим угломъ къ оси абсцисс, изображаетъ собой то, что происходитъ отъ насыщения электромагнитовъ, вторая же часть кривой указываетъ на то, что периодъ, когда электромагниты уже насыщены. Это кривая показываетъ какъ сильно зависитъ, существующую между электровозбудительной силой и силой тока. На этой же кривой — характеризовать можно изображение аэростатическ. сравнения, производимыхъ машины во внешней цепи. Возьмемъ на кривой точку P ; мы имеемъ:

$$\Phi = \frac{\overline{P_{\text{эл}}}}{\alpha \text{м}}$$

между ними: $\frac{\overline{P_{\text{эл}}}}{\alpha \text{м}} = \text{tg } \varphi \alpha \text{м}; \text{ или } \varphi = \text{tg } \varphi \alpha \text{м}$

А такъ, если соединить какую либо точку кривой отъ начала координатъ, то $\text{tg } \varphi$ угла, образуемого этой прямой отъ оси абсцисс, даетъ сравнительное этой точке сравнение. Проведенъ теперь черезъ начало координатъ прямую подъ угломъ въ 45° къ оси абсцисс, т.е.

проходящую через точку, для которой $x=10$ амперов, а $y=10$ вольтов, т.е. этого угла $=1$ и аргумента этой точки можно представить собой единицу сопротивления, т.е. 1 ом. Если теперь на параллели к оси абсцисс, проведенной через точку A отложим ряд точек, отстоящих друг от друга на расстояниях равных единице сопротивления, то мы этим самым построим масштаб, по которому которого мы можем непосредственно получить во всякой величине сопротивление точки.

Так, например, чтобы получить сопротивление в точке P , нужно провести прямую OP и разделить точку пересечения ее с масштабом сопротивлений; тогда расстояние этой точки до точки A и даст нам искомое сопротивление.

Рассмотрим теперь машинку с приведенными и построим для нее характеристику.

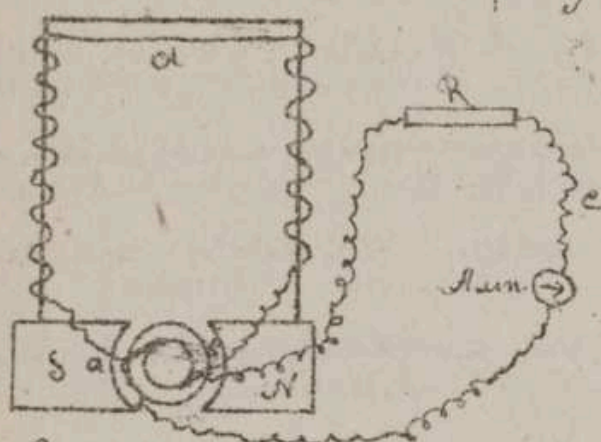
Чертеж вг изображает схему такой машинки,

Физика

Лист 18.

(Электротехника)

здесь есть есть внутренние и, а все-внеш-
няя. Если уничтожим внешнюю и, и будет



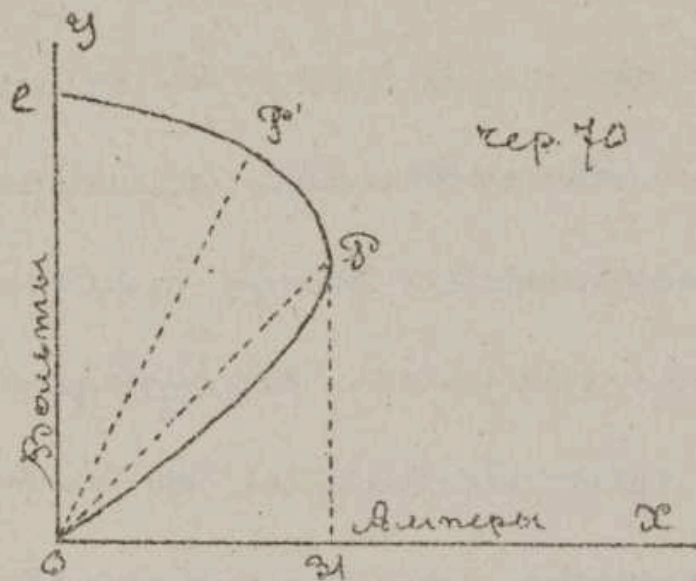
сер. 69.

Вращая машину, то все
ток пойдет по ней самой
и следовательно получится
предыдущий эффект, т.е. ма-
шину можно считать

возбудителем; характеристика при этом будет
такая же, как и раньше. Теперь если из-
менить внешнюю и, то при этом получится
ею самостоятельная характеристика. Следи-
тельно у нас получается две отдельные
характеристики: — внутренняя и внешняя. По-
строение и свойства первой мы уже знаем, те-
перь рассмотрим построение второй.

Пускаем машину с определенной скоростью,
получим 630 оборотов в секунду; тогда
различное сопротивление R , измеряем ампро-
метром электродвижущую силу тока
 I , тогда по выражению $E = I \cdot R$, вычислим
электродвижущую силу E . Результаты наблю-

дний максимум также графически по осям координат (рис. 70). Абсциссы I и ординаты E ,

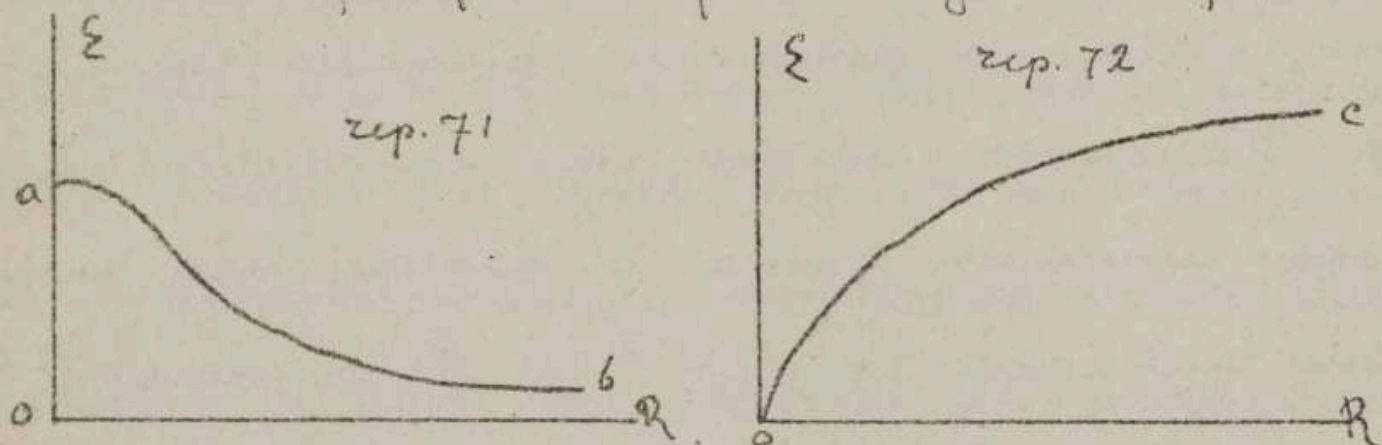


тока и величина кривой OP — характеристическую данной машины. По этой характеристике можно судить о сопротивлении, преодолеваемом маши-

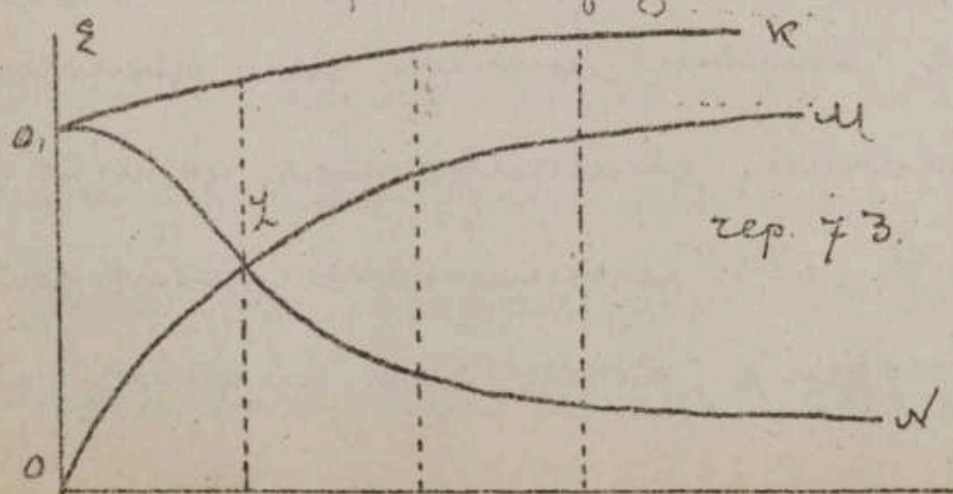
ной, пользуясь теми же приемами, что и раньше. По рисунку видно, что наибольшая сила тока машины равна I амперу при сопротивлении равном $\tan \alpha$ угла POI . Если точку P будем перемещать в P' и дальше, то сила тока уменьшается, но зато E увеличивается и в E , когда сила тока равна 0, E будет максимум и при этом $\alpha = \tan 90^\circ = \infty$, т. е. бесконечное сопротивление. Отсюда следовательно видно, что в машине с возбуждением при увеличении R , будет E также увеличиваться до известного максимума; в машине же с постоянным возбуждением, как мы видели, бывает

мале с увеличением R -уменьшается ξ .

Все это можно изобразить графически, откладывая на оси абсцисс сопротивление R в омах, а на оси ординат соответствующую электромагнитную силу ξ в вольтмах. Тогда получим для машины постоянного тока возбудения кривую ab (чер. 71), а для машины с амбистинентом - кривую отраженную на черт. 72.



Динамо-машина постоянного тока, как мы знаем, представляет машину постоянного и амбистинентного возбудения и для получения ее характеристики нужно суммировать характеристики первых двух вышеописанных машин.



На черт. 73, кривая 0111 представляет зависимость электро-

движущей силы и сиренибулемиз, что разбавлен-
ного возбуждения, а кривая δR - что максимум
посредственного возбуждения. Суммируя орди-
наты этих кривых, мы получим характеристи-
стику δR что соответствует максимум; видно, что
эта кривая близка к прямой параллельной
оси абсцисс, следовательно что эти максимумы
электровозбудительная сила почти постоянна.

Динамо-машина Грамма.

Сердечник катушки Грамма (Табл. I, стр. 1) состо-
ит из изолированных проволок медного
железа, которые соединяются в пучок и обмо-
таны вокруг круглого ядра с магнитическими
свойствами. Этот ядро разбивается на четыре
части разных частей, из которых каждая часть
соответствует определенной катушке. На каждую
такую часть наматывается несколько оборо-
ток медной изолированной проволоки; это на-
матывание производится с помощью по возможно-
сти равномерно.

Конец каждой бабины и начало свисающей соединительной от пластинчатого коллектора.

Сам коллектор (рис 2) состоит из двух частей: пластинчатой, образующейся в виде углублений; эти пластинки образуются изогнутыми, или пластинками из картона или слюды и складываются в виде цилиндра, связанного бандажом, который изогнут от цилиндра.

Из каждой пластинчатой коллектора прикрепляется вертикально одна пластинка, сканчивающаяся крючком, к которому прикрепляется выход одной бабины и выход другой свисающей, т.е. конец проволоки одной катушки кольца и начало проволоки другой с другой стороны.

Коллектор имеет непрерывно пластинчатую, сколько имеется катушек на кольце индуктора.

Таким образом все соединенные катушки соединяются при помощи коллектора в одну непрерывную катушку кольца.

Кольцо это насаживается на стальной ось при

полюсизм деревянного барабана, замыкающего
все внутреннее пространство катушки. Все катушко
связывается в неподвижные места латунными
проводами или лентами для того, чтобы при
вращении элемента не возникала от центро-
вальной силы.

Такогообразно собранное катушко Гроша
представляется видою изображенною на чертеже 3.
Существуют другие конструкции катушки Грош-
а, употребляемая для машинного сильного тока.
В машинах сильного тока проволока индук-
тора состоит из медных стержней. Устро-
итель имеет индукторов таково (чер. 4). Сер-
дечник опять, как и раньше состоит из мо-
дифицированной проволоки, видной на чертеже в
разрезе, медные изолированные стержни, окру-
жающие медные проволоки, (сердечник индук-
тора) помещаются в футляры двух медных
футляров свободных, насаженных на деревянные
барабаны, прикрепленные к оси. Внутренние и внеш-
ние стержни соединяются между собой медью

механическими и другими по радиусам и при этом так, что все вместе составляет законную систему. Внутренние стержни, соединяющие вращательный внутренний барабан, выступают за пределы сердечника по обе стороны и образуют форму тиса или коллектора.

Такая система образует катушку для коллектора (по одному на каждую катушку оси), которыми можно пользоваться или вместе или порознь.

Во всех машинах Грамма каждая щетка состоит из нескольких пучков медных посеребренных проволок, которые поддерживаются осевыми рычагами, при чем посеребренные вращаются вокруг оси машины. Такое приспособление позволяет пользоваться щетками так, чтобы из-под них не показывалось меньше всего искры. Машины Грамма представляют следующие типы:

Нормальный тип или тип Мастерской.

Эта машина постоянного соединения представлена на фигуре 5.

Станина машины состоит из двух литых
группы и имеющих подставок питающих прорези-
ды питания подпитников вала индуктора и
подва отверстия для пропуска валов сердечни-
ков электромагнитов, которые также обра-
зуют посредством такт закрываются под ин-
дуктором и под ним. Сердечники эти сфериче-
ские из мягкого железа, питаются в середине
придавки, которые питаются поцелимидрической
вышкой и в собранном виде обращенные друг
к другу образуют цилиндрическое отверстие
для питания индуктора машины. Для того
чтобы образовать вокруг индуктора магнитное
поле, надо чтобы придавки вершины электромаг-
нита представляли, например, ровный полюс,
а отрастать можно - северный. Это достигается
очень просто. Но если стороны придавок
направлены по сердечным электромагнитам ко-
тунки, то так, чтобы направление входов
в лавой катушки было обратное направлению

Физика

Лист 19.

(Электромагнетизм)

в правой, можно также упомянуть и о нижних спектральных линиях, расположенных вблизи максимума. Число в приложении образованное магнитным полем, противоположный направлению. Это примерное пространство, образованное приложением спектральных линий, находится индуктор — конец трубки в джестива очень сильного магнитного поля. На одном из концов была поставлена шкала для приложения.

Размеры такой машины таковы: длина ее в собранном виде ... 0,65 мет.; высота ... 0,65 мет.; ширина ... 0,35 мет. На индуктор требуется 28 килограмм мягкой проволоки; на электромагниты 4 килограмма.

Наименьшая масса машины 180 кг.

Возбуждение устраивается, иногда посредством магнита, а иногда и ствольными.

Обыкновенная скорость индуктора 900 оборотов в минуту; при этом производится 25 сантиметров тока при 75 вольтах напряжения.

Высший тип (type supérieur). Машина такого

вида изображена на рисунке в таб. 2.

Из электромагниты, охватывающиеся двумя стальными полюсами, которые охватывают $\frac{3}{4}$ индуктора, составляют одно целое с магнитом, служащее основанием машины, равно как и две подставки, несущие поперечники для оси индуктора машины. Одним словом, эта основная часть, две подставки и электромагниты выносятся из группы в одну группу, что упрощает работу и упрощает конструкцию. Шестки этой машины, как видно на чертеже, вставляются в соответствующий соосеженной рычаг, который может вращаться около оси, что позволяет правильно установить шестки.

Продуктивность этих машин изчисляется для разного марок от 250 Watts до 6000 Watts в секунду.

Машины фирмы Бреге в Париже, Мадер в Лангеметер и Дюссона.

Чертеж 7, табл. 2. представляет гидро-машину

Описана подобно машинам фирмы Брера
мнѣ 2, 9.

Совершенно так же машини фирмы Брера
еще давно строятся фирмой Мадера «Тюамма»,
это такъ называется: „Manchester-dynamo“

Такой же фирма принесла въ даръ А. М. Тедни-
гескому училищу экземпляръ такой машини для
физического кабинета.

Устройство этой машини следующее:

Два цилиндра изъ чугуна состоятъ
сердечникъ электромагнитовъ; онъ укрепляется
въ чугунной подставкѣ машини вертикально
и связанъ вверху массивною чугунною литою
плоскимъ.

Въ этой машинѣ магнитное поле необы-
кновенно сильно благодаря массивности чугу-
новыхъ стержней и сердечниковъ электромагнитовъ.

Конструкция этой машини очень проста и
отличается своей прочностью и устойчивостью.

Машина, которая находится физический ка-
бинетъ А. М. Теднигеского училища, построена

как композитная машина, но по проекту профессора В. С. Алленова, снабжена особым устройством, который позволяет применять соединение элементов и машин образцы образцы машины по желанию:

- 1) в машину постоянного соединения.
- 2) машину с автоматическим и
- 3) в машину-композит.

Машины Сименса.

По таблице 3, группа 8 представляется устройством барабана Форнер-грант-Альменца, употребляемого в машинах Сименса.

Два бронзовые, массивные круга насаживаются на ось и представляют основания (верхнее и нижнее) цилиндра.

Ось между этими кругами прикрывается цилиндрической крышкой, насаживается на ось в разрыве канавки, на которую наматывается нить.

Упрощенная проволока при малом натяжении наматывается на этот особый цилиндр в

несколько смеев, до тех пор, пока верхний слой проволоки не выравняется с поверхностью основного бронзового кристалла. Таким образом получается цилиндрический сердечник индуктора.

То есть, концы индуктора по окружности бронзовых кристаллов вбиваются деревянными клиньями, между которыми и наматывается проволока обмотки.

Нельзя, что-axis пружинистых между клиньями и есть 16. Ширину всех элементов на столько важно, чтобы в этом пружинистом можно было намотать несколько обмоток, напр. 8, инкрустированной проволоки.

Балласт в свою очередь, имеет столько пластин, сколько элементов сердечника на барабане; у нас 16.

Обмотка индуктора производится в таком порядке. Проволока одной обмотки идет от нижнего клемматора, окружает 8 раз цилиндры по периферической поверхности, укладывается в промежутках между двумя деревянными

клеммами (при этом четыре спирали проходят по правую и четыре по левую сторону ее), выходящих из нижней пластины коллектора и припаиваются к ней. Это вторая пластинка служит началом для второй обмотки, которая в свою очередь выходит к третьей, к которой и припаивается. Так же поступают и с остальными обмотками. Восьмая обмотка кончается на 9^й пластине коллектора, при этом весь подорожник барабана будет покрыта обмотками. После этого от 9^й пластины ведут обмотку во второй ряд и, намотавши таким образом еще восемь обмоток, кончаемых 16-ю обмоткой первой пластины. Это вторая серия обмоток прикрывается сверху серию вторичных стержней.

Сущность этого электромеханического устройства состоит из следующего механизма, как показано на фигуре 9^й (таб. 3). Оно представляет из себя изогнутого железного стержня, на концах которого намотаны провода

маш, маши въ срединѣ талоскопическаго аппарата
аппарата напичкованнаго, напр. Н.Н

Разъ такъ сдѣланный сдѣланный въ видѣ;
Катушка въ обмотывающаго намотку, посылъ его на
машу намотывающаго катушечнаго аппарата намоту-
шки, на которой заправке намотывается иголка
примѣняемая проволока.

Мертель 10, табл. 3, представляетъ машину машины
Силенса, весьма распространенную въ настоящее
время. Но недостатку намотки употребляютъ
машину Силенса другой конструкции, изображен-
ной на фигурѣ 11, табл. 4. Отъ этой машины
отличается вертикальной машиной Силенса въ от-
личие отъ вертикальной, изображенной на фигурѣ
10. Различіе между ними состоитъ только въ
размѣщеніи электромоторовъ. Въ зависимости
отъ этого и станки машины принимаютъ
той видъ.

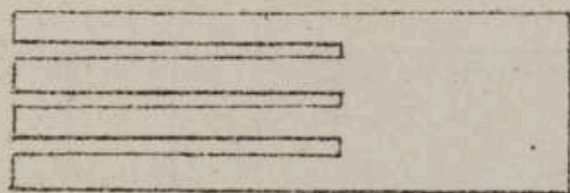
За последнее время предпочитаютъ другой типъ
(type supérieur), въ которомъ андуторъ намот-
ки въверху (фигура 12). Электромоторы снабжены

массивными прижатками, представляющими сильное магнитное поле.

Кондукторы машины Сиденса совершенно такой же, как и раньше описанной кондукторы машины Грамма.

Метки состоят из пластин из мягкой стали, которых проложено продольными амперетизми для увеличения скорости (Зер. а). Метки эти вставляются в особую раму рабара, который поворачивается

Зер. а



Стрежень теперь не при-
нужен к повороту динамо-

машины; чтобы указать ту зависимость разво-
ров машины от требуемой от нее производи-
тельности.

Расчет динамо-машины.

Нужно, что требуется построить динамо-
машину "Мангестер" с двумя полюсами, с
концевыми индукторами, соединяемыми соеди-
нением.

Физика
(Электротехника)

Лист 90

Данаены снвдущей прсварителный проект.

Данныы таковы:

Разноены пеменицаловъ при шеткахъ машини
и при замкнутой вилкией шдми должны быть.

a) $V = 65 \text{ volts.}$

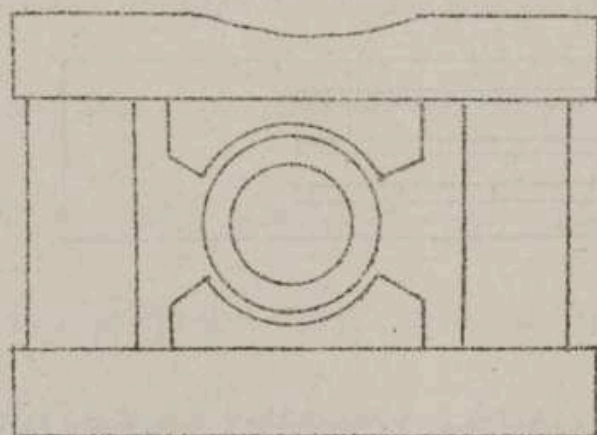
наибольшая сила тока, поступающего во вилкией
шдми:

b) $I = 2.00 \text{ amper.}$

число обаротовъ индуктора въ минуту:

c) $N = 1150 \text{ обар.}$

Эскизъ машини:



Расчетъ индуктора.

Размърн срсдсннса: вншннй и внутрсннй дн-
мстрн и дннн ао оврацующсй.

Опыты показываюотъ, что выгодно дать окружно-
сти кошыца лннсйную скоростъ отъ 15 до 20
мстровъ въ секунду.

Прнмнвнн срсдннго скоростъ въ 18 мстр., мн

вычислить для внутреннего диаметра катушки величину D :

$$u D \cdot r = 18.60$$

$$1) D = \frac{18.60}{3.14 \cdot 1150} = 5.0 \text{ centimeters.}$$

Для внутреннего диаметра обыкновенно принимают $\frac{2}{3}$ внутреннего диаметра.

$$2) D' = \frac{2}{3} D = 3.3 \text{ centimeters.}$$

Из полученных данных известно, что из полезной работы машины (в.т.) тратится в секунду на сопротивление индуктора от 2% до 8%. Мы примем в среднем 5%. Разность между r и приведенное сопротивление индуктора (для главной машины оно равно сопротивлению параллельно сопротивлению проводов индуктора. В самом деле от веток f_1 и f_2 (пер. в) обмотки индуктора раздвигается на две части равного сопротивления β , а между ними может продолжаться сопротивление проводов параллельных проводов $\frac{\delta}{2}$. Пусть общее сопротивление проводов обмотки есть $R = 2\beta$ индуктора), то величина для работы сопротивления (Закон Джоуля):

$$W = I_{(R)}^2 \cdot Q = I_z^2 = \frac{5}{100} \text{ v.t.} = 650 \text{ Watts-sec.}$$

С другой стороны можно показать, что на
каждый Watt (ватт), потребляемый индуктором,
необходимо иметь поверхность от 5 до 9 кв.д-
ратимых сантиметров поверхности охлаждения,
чтобы не было опасного сгорания индуктора; по-
этому приведенное сравнение.

$$v = \frac{P}{q} = \frac{P_0}{4}$$

Принимая опять среднее 7 см. на 1 Watt, мы
получим для поверхности охлаждения:

$$4) S = 7 \cdot v \cdot 3^2 = \frac{35}{100} \cdot 0.3 = 4550 \text{ q. cent.}$$

Эта поверхность охлаждения состоит из 2 бо-
ковых боковой поверхности цилиндра и двух
кругов, которые составляют его основание.

Называя через L длину сердечника индуктора,
параллельно ос. мы получим для поверхно-
сти охлаждения выражение:

$$5) S = \pi L D + \frac{\pi}{2} (D^2 - D'^2) = \pi D \left(L + \frac{5}{18} D \right),$$

ибо

$$D' = \frac{2}{3} D.$$

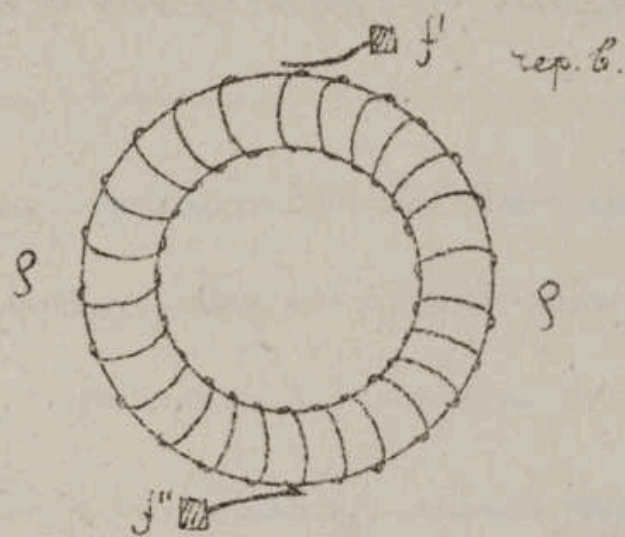
Субституируя мы можем определить L из
уравнения:

$$6) \pi D \left(L + \frac{5}{18} D \right) = \frac{35}{100} \cdot 0.3$$

Отсюда

$$7) L = \frac{35}{100} \frac{0.3}{\pi D} - \frac{5}{18} D = 40 \text{ cent.}$$

Можно строить сечения из кругов. можно



можно сделать в 5 мм. толщины, разогнувшись изогнувшись, или в 1 мм. толщины. Толщина толщины не образующей цилиндра

будет тогда $\frac{5}{2}$ или 33 сент.; этого будет потребуются для сечения в кругов из железа.

Полная электродвижущая сила машины.

Для определения внутренней электродвижущей силы машины, перейдем к рассмотрению индуктора, воспользуемся уже найденною формулою:

$$3) \quad rI^2 = \frac{\Sigma}{100} V \cdot I.$$

Получим $8) \quad Vi = rI = \frac{\Sigma}{100} V = 3,95 \text{ Volts.}$

Итого полная электродвижущая сила машины должна быть величина:

$$\Sigma = Ve + Vi$$

$$9) \quad \Sigma = Ve + Vi = Ve + rI = 1,05V = 68 \text{ Volts.}$$

Число оборотов индуктора.

Определим число оборотов и проволоки на индукторе.

Пармь $\frac{1}{2} K$ есть наибольшее число силовых магнитных линий, проходящих через площадь одной обмотки.

Такая теория Кельца. Грамм дает, что наибольшая электромагнитная сила Кельца, разбиваемая в 1 секунду, выражается в практических единицах мерой так:

$$10) \mathcal{E} = n \frac{N}{60} K \cdot 10^{-8},$$

где N — число оборотов индуктора в 1 минуту, а n — число обмоток проволоки на Кельц. Стало быть мы должны получить:

$$\frac{n \cdot N \cdot K}{6 \cdot 10^9} = U_e + r J.$$

или
$$11) N = \frac{6 \cdot 10^9 (U_e + r J)}{n \cdot K} = \frac{355 \cdot 10^6}{K}$$

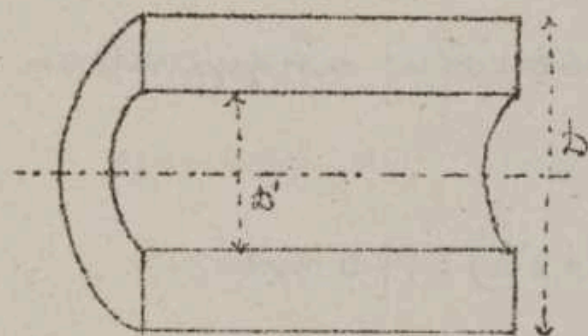
Магнитный поток индуктора.

Число силовых линий, входящих в площадь обмотки индуктора.

Наибольшее число силовых линий, проходящих

перез одну обмотку, равенство произведению коэффициента намагничивания (коэффициент намагничивания есть магнитный момент единицы объема) B , соединенного индукторной сердечнику из мягкого железа, на площадь листов железа, которая соответствует площади

пер. с.



одной ступени (пер. с.). Следовательно у нас:

$$12) \frac{1}{2} K = B \cdot \frac{b-b'}{2} \cdot \frac{54}{6} = \frac{54}{36} L \cdot B.$$

Отсюда знаем что коэффициент намагничивания мягкого

железа величину:

$$B = 16000 \text{ (обед. эд. С. Г. С.)}$$

Отсюда следует:

$$13) \frac{1}{2} K = \frac{5 \cdot 16000}{36} L = \frac{8}{3} 10^6$$

Поэтому этого количества из числа обмоток n величину:

$$14) n = \frac{8}{16} 355 = 66 \text{ обмоток.}$$

Счетчик проволоки индуктора.

Отметим теперь, каково должно быть сечение проволоки индуктора.

Так как длина проволоки, намотанной на индуктор равна:

$$15) n(b-b'+2L) = 60 \text{ м.с.}$$

сопротивление второй проволоки ≈ 10 мм. длины при температуре 50° и при длине ≈ 1 метр равно $0,019 \text{ Ohms}$; наим. сопротивление проволоки индуктора должно быть: $R = 4V = \frac{1}{5} \cdot \frac{V}{J} = 3,065 \text{ Ohms}$

Выводителю из управления 3-го класса:

$$V = \frac{5}{120} \cdot \frac{V}{J} = \frac{1}{20} \frac{V}{J}$$

$$4V = \frac{1}{5} \frac{V}{J}$$

Соответственно сопротивление ω проволоки индуктора должно быть равно

$$16) \omega = \frac{0,019}{0,065} \pi \cdot (D - D' + 2L) = 170 \text{ мм.}$$

Сила тока, соответствующая единице поперечного сечения, называется плотностью тока; у нас сила тока в индукторе есть $\frac{3}{2}$, ибо ток 3 расходится на две половины индуктора; стало быть плотность будет:

$$\frac{3}{2\pi} = 6 \text{ амперов на } 10 \text{ мм.}$$

Эта плотность практически слишком велика, лучше брать ее не более 4 амперов.

Чтобы достигнуть этого, увеличим на 50% площадь сечения проволоки, получим:

$$17) \omega = 25 \text{ г. мм.}$$

Диаметр этой проволоки будет $= 5,78 \text{ м.м.}$ Для
устройства обмотки можно взять проволоку
такой же толщины, как и проволоку, которая
была 4 м.м. диаметра, представляющую собой
сечение $25,12 \text{ м.м.}$

Следующий размер мы найдем резуль-
татом:

Размер	Внутренний диаметр:	$D = 30 \text{ cent.}$
Герметик	Внутренний	$d = 20 \text{ cent.}$
Герметик	Длина обмотки	$W = 250 \text{ м.м.}$

Сечение проволоки герметика: $W = 25 \text{ м.м.}$

Число обмоток ... $n = 66$

Мы берем число обмоток $n = 66$, делаем 66 вы-
числения, для того, чтобы получить все обмот-
ки на 34 эквив, в 2 оборота катушки.

Сечение проволоки 25 м.м. соответствующее длине
проволоки 4 м.м. диаметра; с другой стороны диа-
метр проволоки будет 5 м.м. Скорость бара-
бана с герметиком представляется:

$$\pi D = 3,14 \cdot 30 = 942 \text{ м.м.}$$

Физика

Лист 21.

(Декларация)

а 68 оборотов главной проволоки в 5 м. м. диаметра дадут: $2.5.68 = 680$ м. м.

Стало быть придется обмотать индуктор одной системы проволокой, но внутренней все окружности проволока ляжет одна на другую.

Внутренний диаметр всего индуктора (с обмоткой) будет 0,31 мет.

Получим 1,5 м. м. на толщину бандажей, невозможных для крепления проволоки, и 1 м. м. на зазор между индукторами и якорем магнитного полюса; получим, что между этими полюсами и сердечником должно быть расстояние в 7,5 м. м.

Отсюда радиус цилиндрического полюса между якорем и электромагнитом должен быть 0,1575 мет.

Расчет электромагнита машины.

Винная машина „Мангестер“ является для электромагнита; число силовых линий, проходящих в нем, зависит от количества ампер, проходящих из полюса на полюс через $\frac{1}{2}$ к. Но не все силовые линии, выходящие из электромагнита, являются полезными

во мнѣ, а въ обмотку и вьзвѣсъ полюсныхъ полюсовъ.
Назовемъ переѣ γ - отношение числа силовыхъ линій,
связанныхъ электромагнитомъ, къ числу силовыхъ
линій, вьсвѣдующихъ въ обмотку - это такъ
называемый коэффициентъ Вилкинсона. Опыты
показываютъ, что для машины "Мангстера" $\gamma = 1,4$
Стало быть число силовыхъ линій (магнитной
системы) одного электромагнита въ нашей машинѣ
должно быть:

$$1) H = \frac{1}{2} \gamma K = 0,7 K$$

А мы знаемъ, что γ насъ:

$$\frac{1}{2} K = \frac{2}{3} 10^6$$

Стало быть получимъ, что:

$$2) H = 3,73 \cdot 10^6$$

Съ другой стороны теорія даетъ, что число силовыхъ
линій пропорционально площади сѣченія Ω
электромагнита и коэффициенту намагниченности B'
железа, изъ которого сдѣлано ядро его.

$$3) H = B' \Omega = \frac{1}{2} \gamma K$$

Для железа (по таблицамъ) градусъ намагниченности B' отъ
10000 до 14000 С. Г. С. Слѣдовательно среднее:

$$AB' = 12.000 \text{ (C. of S.)}$$

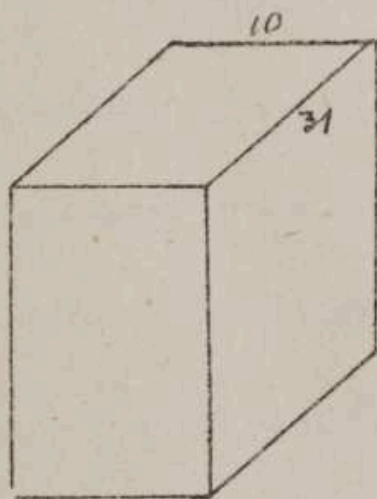
Многа мощагь еженеа акара

$$H) \Omega = \frac{2K}{212.000} = 310 \text{ а. cent.}$$

Если предположить относительно формы этого сечения, мы даем одно из извлечений, то очевидно, что ядро будет совершенно определено.

Положим, например, что это сечение есть прямоугольник, сторона которого, параллельная оси машины (чер. 1) равна 31 cent., т.е. почти равна диаметру индуктора; тогда другая сторона будет равна, следовательно, 10 cent.

Чер. 1.



метру индуктора; тогда другая сторона будет равна, следовательно, 10 cent.

$$\Omega = 10.31 = 310 \text{ а. cent.}$$

Это ядро электромагнита

будет образованное из намагничивающего тока. Нужно выбрать его высоту

И так, если ядро представлено достаточно большой боковой поверхностью сечения Σ . Эта внутренняя поверхность у нас будет:

$$5) \Sigma = 2 \times 10.H + 31.H = 51H,$$

або сечение происходит с трех сторон.

Онако указывается, что потребление тепла электромагнитными Θ представляется $\frac{4}{100}$ полной тепловой работы манжет-гиданов. Онако быть:

$$6) \Theta = \frac{4}{100} V.J = 590 \text{ Watts-sec.},$$

а если и это $7) \frac{\Theta}{4} = 150 \text{ Watts-sec.},$

(ибо можно полагать, что это представляется только $\frac{1}{4}$ всей тепловой массы пана, состоящего из гонящегося электроманита и гонящего его охоты).

Из опытных данных известно, что предельная температура нагревания электроманита T_{max} приблизительно в восемь раз больше отношения работы, потерянной на электроманите к поверхности охлаждения. — $\frac{V.J}{\Sigma}$

$$8) T_{\text{max}} = 8 \frac{V.J}{\Sigma}$$

Принимая это правило в основу из гонящего электроманита, находим, что для того чтобы предельная температура нагревания не превышала 50° , должно удовлетворить неравенству:

$$9) 8 \frac{\Theta}{4} \cdot \frac{100}{\Sigma} < 50 \quad (\text{ибо } \frac{4}{100} V.J)$$

Отсюда $10) H > 40 \text{ ант.}$

Для цуцунныхъ оправъ электромагнитовъ, черезъ которыхъ проходитъ такое же число полюсовъ или, какъ и черезъ ядро, можно принять за величину коэффициентъ намагничиванія величину более меньшую, равно числу зубчатого шестера, т.е. около 6000 cgs.

Стало быть поперечное сечение оправы должно быть:

11) $\Omega' = 2\Omega = 620 \text{ см}^2$.

Для данной ширины оправы ширины полюсовъ 1 дюйма сечение индуктора (40 см²), тогда толщина ядра определяется отношением:

$$\frac{\Omega'}{L} = 31 \text{ см}.$$

Горизонтальная длина остается неопределенною и можетъ быть выбрана по желанию.

Канализация

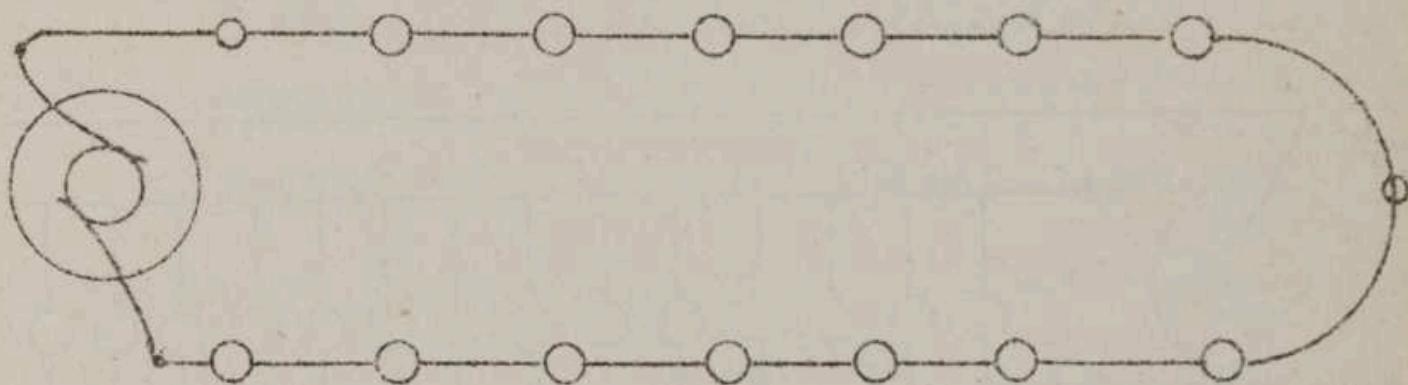
Распределение электричества.

Распределение полевое.

Линия для освещенія электрическихъ лампъ можетъ

составить петляющий ток. расположен
одну за другою (последовательно) от одной точки (зер.),
которой соединен с барнаши - динамо-ма-
шины.

зер. 1.



Это расположение последовательное, есть самое про-
стое расположение; сопротивление зависит от
силы тока, который должен идти по цепи и не
зависит от числа и положения ламп.

Неудобство расположения состоит в том, что
все лампы зависят друг от друга, так что
порча одной какой либо лампы мешает работать
всем остальным.

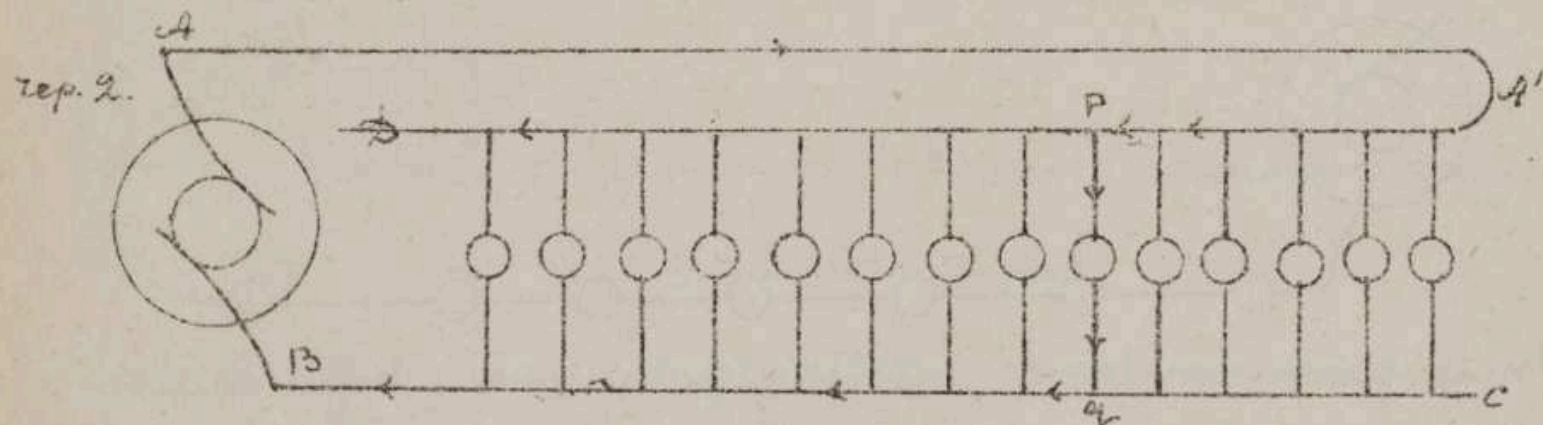
Напряжение при работе лампами должно быть
велико, так как приходится преодолевать боль-
шое сопротивление всей цепи.

Распределение петель.

Удобнее предположить так распределение ламп,

при которых иногда линия не зависит от
группы.

Если все детально склеивать, то можно получить
пространство, можно перемещать распределение
линии, изображенное на рисунке 9.



Один из проводов AA', который до конца линии A'
возвращается назад к началу в B, считая от
машин; все линии располагаются в амбигу-
ленции при помощи проводов pq, соединяющих
точки двух противоположных главных прово-
дов.

Каково бы ни было расстояние между
проводами, проходящий через них будет всегда равен
AA' + BС. Напрямую можно

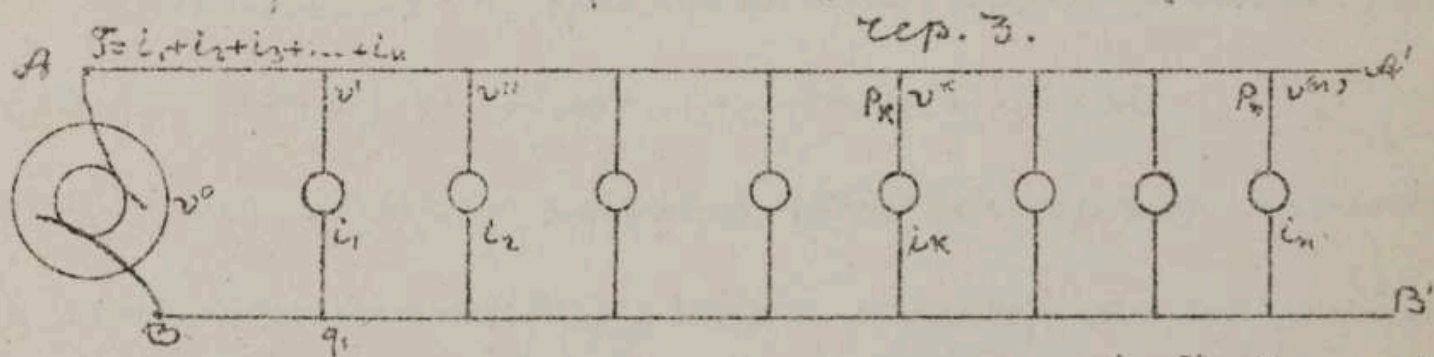
$$AA' + pq + BС = AA' + A'P + qP + qB + BС = AA' + BС.$$

Стало быть электропроводность сила на концах
каждой линии всегда одинакова и будет поддержи-

вместе постоянного, если напряжение машины по-
стоянно. Тогда какой либо потенциал не нару-
шает уравнение всей цепи. Следовательно из
неудобств распределения это распреде-
ление цепей имеет то неудобство, что требуется
больше проводов на цепи и на ответвлениях.

Распределение ответвлений.

Вся цепь в проводах можно упростить
цепью и соединить прямо в ответвлениях
(рис 3), но при этом не будет строго посто-
янства напряжений при концах каждой цепи.



Вз сачиной цепи пусть будут $V', V'', V''', \dots, V^n$
напряжения соответственно при 1, 2, 3, ..., k - вет-
ви; $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ - сила тока, расходящаяся в
ответвлениях $p, q, p_2 q_2, p_3 q_3, \dots, p_n q_n$, а $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ - со-
противления сумми проводов $A p_1 + B q_1, A p_2 + B q_2,$
 $A p_3 + B q_3, \dots, A p_n + B q_n$.

Тогда разность напряжений при концах ответвлений
будет
(диagram.)

наибольшей в яркости горения, или даже почти равной, необходимо, чтобы разность потерь во первом и последнем амьоментах $V_n - V$. Было возможно иная. А отсюда ясно, что такая разность амьомента должна быть определенной предельной величиной. Обыкновенно задается диаметр расположения амьомента и разность амьомента по ширине (амьоменте лампы 100 volts) и разрабатывается как-то сечение лампы, давая разность амьомента лампы лампы провода, но ширину сечения по амьоменту, что плотность тока лампы в лампе была одна и та же.

Такие образцы амьомента $V_1, V_2, V_3 \dots V_n$ будут определены, равно как и потери амьомента $V_1, V_2, V_3 \dots V_n$ по указанным формулам.

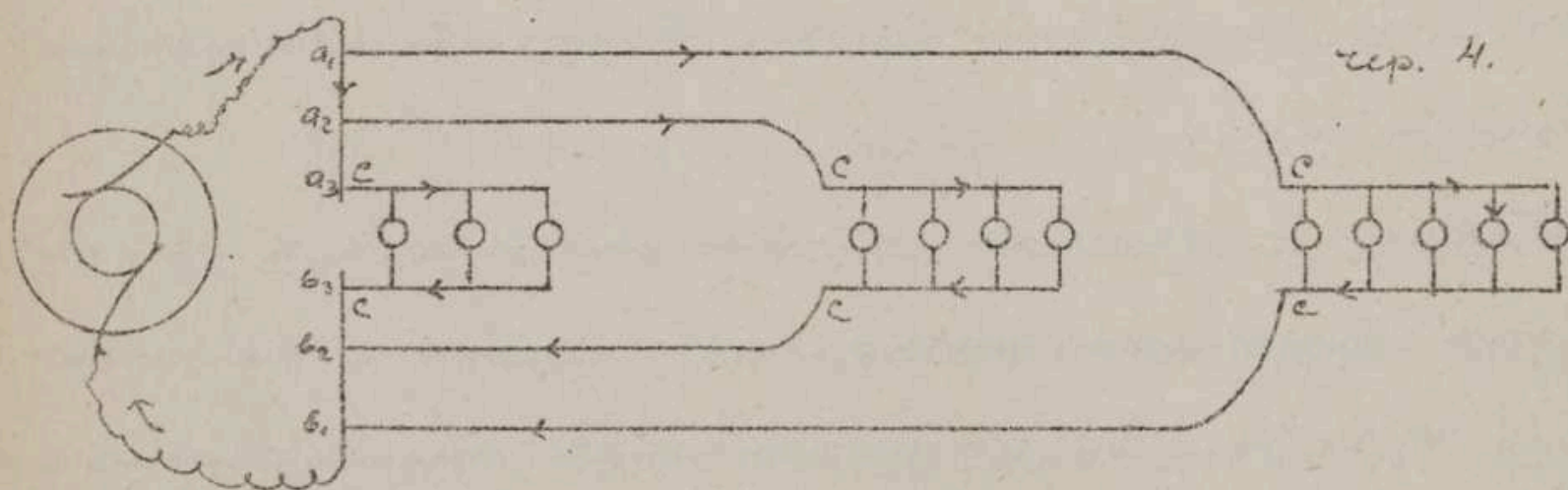
Кроме того должно учитывать, что разность между потерями в двух крайних амьоментах не превосходит допускаемого предела (при амьоменте амьомента допускаются понижение амьомента до 1,5% от нормального амьомента лампы, амьомента в 100 volts, так, что если первая

напряжения 120 volts, но если напряжение должно быть меньше 98,5 volts). Если это условие невыполнимо, то можно также часть цепи распределить ампер-миллиампер.

Распределитель "питателей" (feeders)

Чтобы расширить сверху границы электрического распределения ампер-миллиампер, можно изменить его, так называемый, распределитель питателей (рис. 4)

Разделив все линии на группы так, чтобы



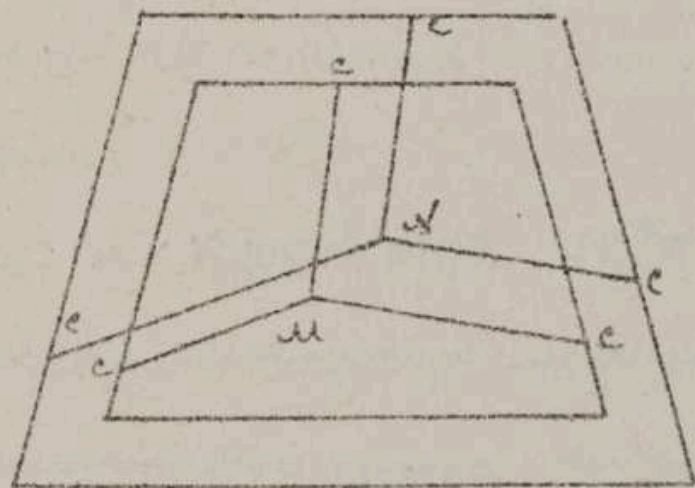
каждую группу можно было расположить в ампер-миллиампер. Из концов этих групп с проводом сличительных проводов (ае, бе и т. д.), можно сделать питатели. Но вместо того, чтобы эти провода отделить машинкой, можно их соединить с основным измерительным

и, таким образом, которая соединена с землей.

Соединение проводов таким образом производится так, чтобы электрическое напряжение при каждой ленте было одинаково.

Распределение напряжений можно расположить также концентрически с дугой. См. рис. 5.

рис. 5.

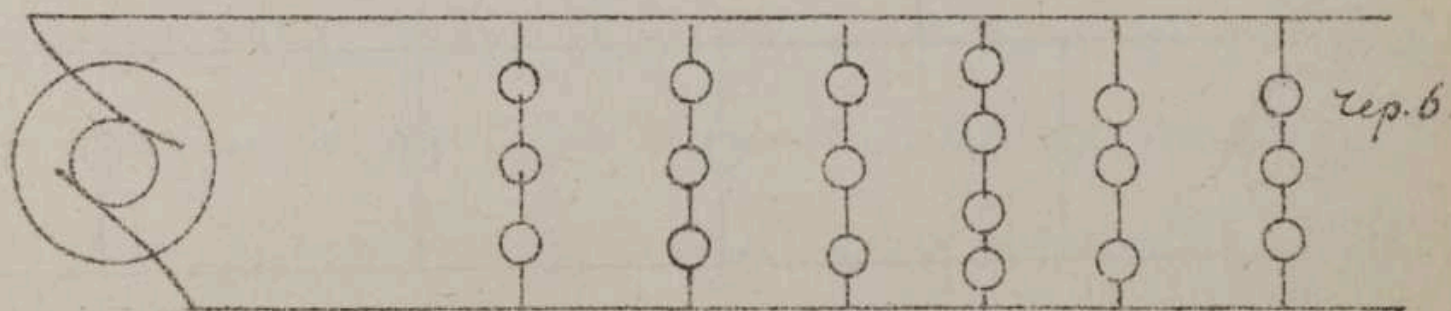


дуга и м. соединены с одной точкой на поверхности, или с с, в которых и вводится лента в ам-бленте.

Симметричное распределение.

Вот некоторые случаи, в которых можно пред-
ставить соединение симметричного распределения
с распределением в амбленте.

Рис. 6 представляет такое симметричное распределение.



где в каждой амбленте попарно введены

машинъ посылъ до ватана.

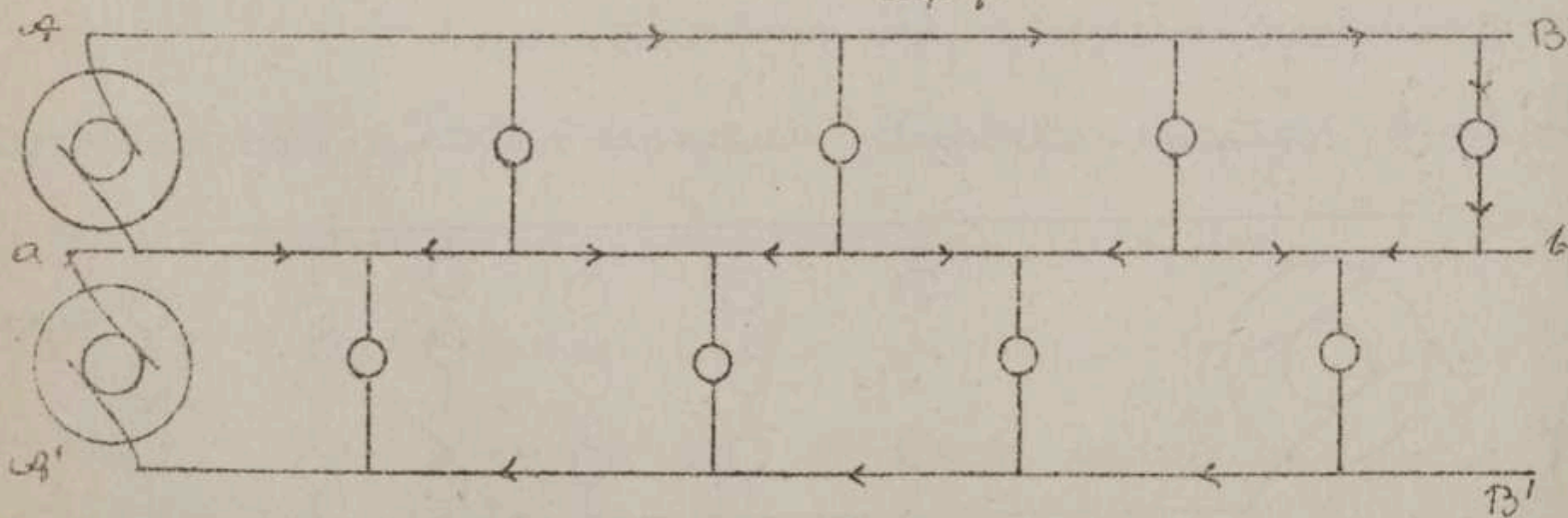
При одной машинке отъ ватана нарушается равнѣ-
вѣе все отъ ватана. Поэтому при машинѣ уста-
навливается автоматическая отъ ватана при ватанѣ,
который непрерывно или выведенную машинку равнѣ-
нѣе равновѣсному сопротивленію.

При этомъ машинка равняется равновѣсному давлению
постоянный токъ.

Распределение въ три провода.

Это распределение, изобретенное Баресомъ, является
гораздо машинъ независимыхъ группъ отъ другъ, какъ
и простое распределение отъ ватана и даемъ въ
тоже время эквивалентно въ проводахъ.

Распределение это (чер. 7) требуетъ двухъ машинъ,
чер. 7.



соединенные посылъ до ватана.

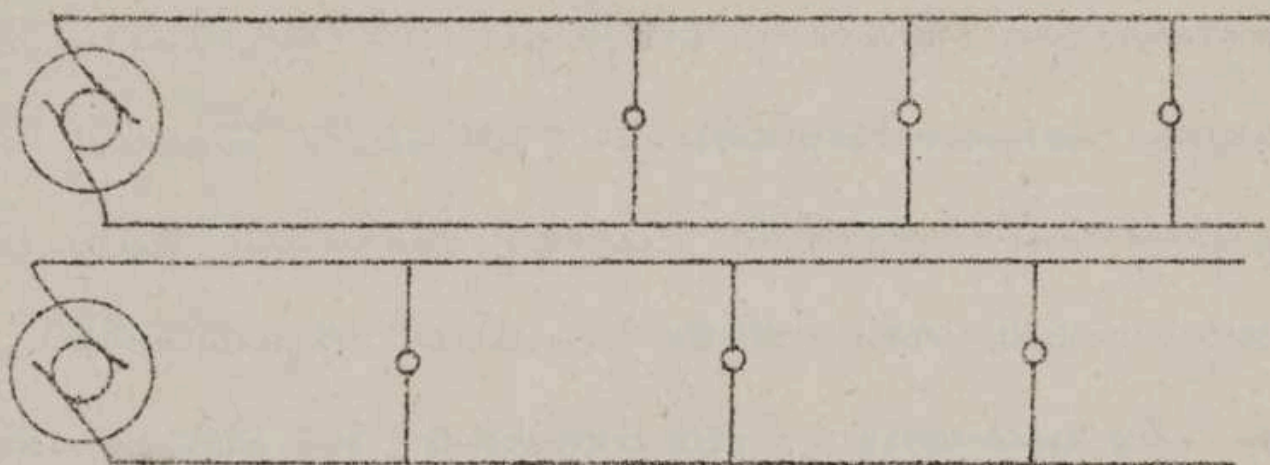
Таковы образцы напряжения в цепи удельно. Крайние кабели AB и $A'B'$ представляют магнетическую цепь; внутренний провод ab есть провод компенсирующий, но имеет только разностный ток между токами кабелей AB и $A'B'$. Докажем, что все линии одинаковы и расположены в равном количестве по обе стороны проводника ab ; тогда в цепи не будет тока.

Если линии при проводнике AB равны в количестве, то ток будет возмущаться по проводу ab и кабели $A'B'$ будут в равновесии. Если же число линий по обе стороны ab одинаково, и оно однородно, то проводу ab можно дать такое количество линий кабелей AB и $A'B'$, и таким образом составить значительную эквивалентность в проводнике.

Сравним эту систему распределения с двумя простыми распределениями в амальгаме, которые можно признать бы равными для каждой линии в амальгаме. (Ср. 8).

Величина потерь кабелей или мощность потерь
взять при

рис. 8.



Назовем через P всю мощность проводов при
кабелей; тогда вся мощность будет $\frac{2}{4} P$, если бы
сечение оставалось такое, что и прежде. Но, так как
соединением малых проводов можно или получить
двойное напряжение при удвоении, то при со-
единении малых проводов при удвоении, мы
можем взять сечение проводов вдвое меньше;
стало быть все провода будут только $\frac{2}{3} P$. Кроме
того получается сечение в соединительных про-
водах.

Применение аккумуляторов.

Аккумуляторы можно применять при экстре-
мальных условиях, как резервными электрической

энергии, полезно измерять в завоинт освеще-
нии.

Динами зарядки аккумуляторов, работа-
ющих продолжительное время; запасенная энергия
тратится на освещение вечерних. При этом го-
тимается равномерность электрического напряжения
в цепи. Длительность аккумуляторов, не киро-
ность и некоторая трудность ухода за ними
имеются как скорому распространению.

Указание на очень практический способ применения
аккумуляторов, изобретенный Менер и действующий
уже в театрах Вены (Burgtheater et Opera).
Помещенный в центр электрического распределения
с батареей из аккумуляторов, введенной в цепь
динами; от полюсов этой батареи проведены
машинные кабели АВ и А'В', к которым присоеди-
нены соответствующие лампы (сер. 9.)

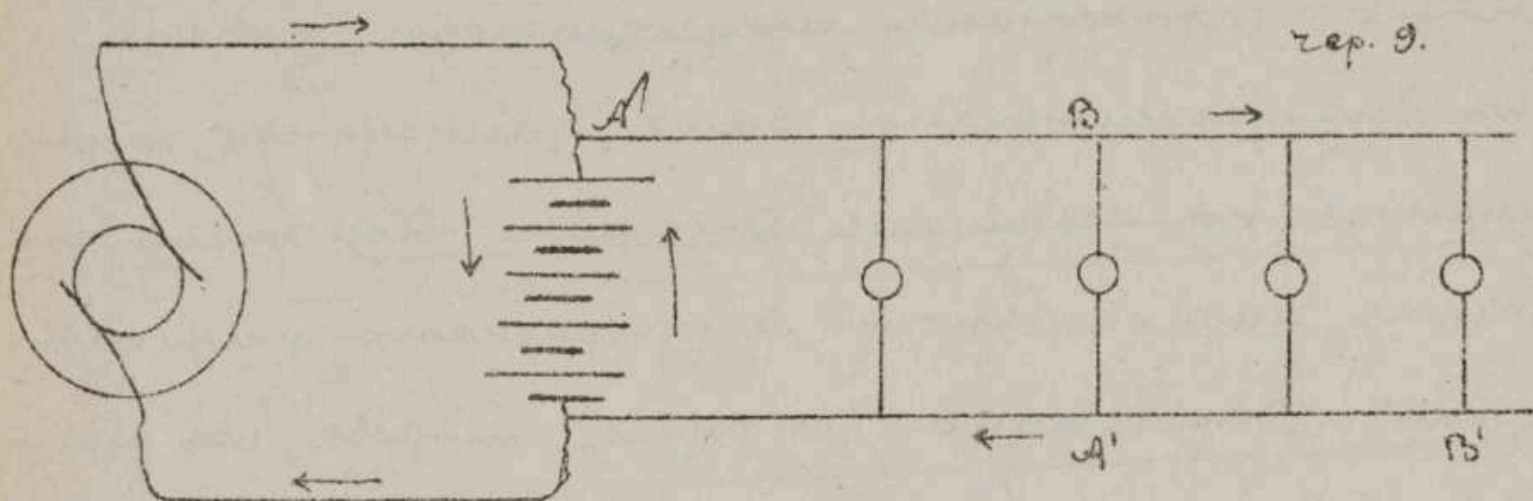
Такая энергия, потребляемая лампами меньше энергии,
представляемой машинной, часть этой потребляемой энергии
на зарядку аккумуляторов (малая стоимость).

Фонзена

Лист 93.

(Электротехника)

Если навараны потребности энергии на лампы превышает силу машины, аккумуляторы приба-



вызвать свои токи кр. ток машины (батарея сире-
ма), чтобы выработать эту потребность.

Таким образом батареи аккумуляторов игра-
ют роль регулятора силы, что особенно важно, когда
приходится то включать, то выключать лампы, как кон-
фигура в театре.

Лампочки накаливания.

В лампочках накаливания свечится раскаленный
тонкий нитеобразный провод, который помещен
внутри стеклянного пузыря, из которого выкачан
воздух, чтобы избежать окисления.

Способ приготовления этих тонких проводков со-
стоит в том, что подвергают обугливание

Какая либо арматурная проволока.

Далее идет употребление проволоки из проволоки дощечки.

Следует употреблению своей проволоки из металлических элементов проволоки, которые на какое время погружаются в раствор серной кислоты. Многие образцы подвержены проволоки, так называемому накаливанию, именно: погружаются их проволоку и раскаляются электрическим током; проволока разогревается и ее конец отпадает на поверхности проволоки (проволочка). Если свести проволоку в какой либо точке ниже среднего, то температура этой точки при прохождении тока выше чем в других точках и осядет проволока, нагревается проволока. Таким образом накаливание выравнивается ввиду свести проволоку и придает ему большую однородность.

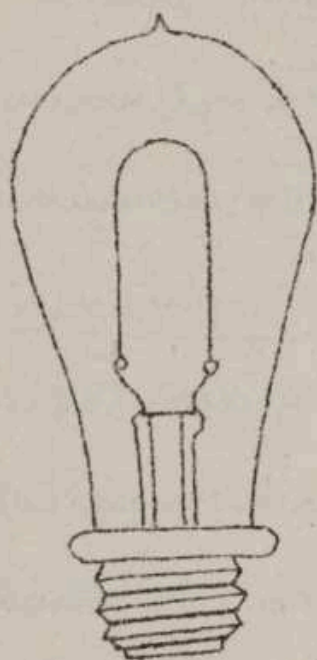
Платка свивается в проволоку (сер. 1) или в проволоку (сер. 2), либо ранее обжимания, либо после него. Концы проволоки соединяются с металлическим проводником.

Для соединения проводов или поперечных металлических проводов, припаянных к металлическим проводникам, как в проволоке Дуксена, или

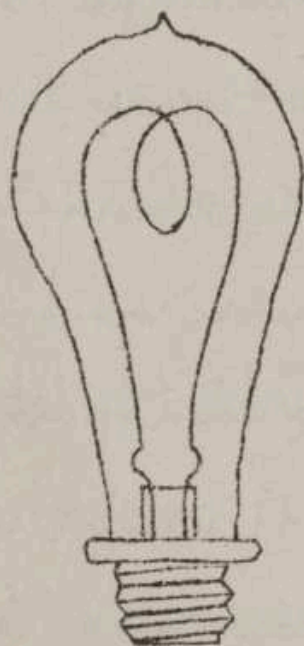
же нитка до обугливания накручивается на машин-

ной проволоки, как в
машине Свана. Тканни-
вый проволоки сгибается
в закрытый конец стек-
ляной трубки; это поперечное
вставляется внутрь стек-
ляного музьерка маши-
ны и прижимается к ней.
Лампа прижимается ин-
струментом к музьеру,
поставленному в один конец; при
чем одна из машинных
проволок прижимается к
этой проволоке, а другая про-
ходит через нить в цен-
тре конца и сканчивается

чер. 1



чер. 2.



музьером прижимать.

Музьер лампы с верхней своей стороны снабжен
узкою стеклянною трубкою, через которую лампа соеди-
няется с воздушными насосами, обыкновенно с ртут-

наши насосы Шпренгеля. Незаметно выкачивая воздух из колодной лампы, так как упрямство клапана помогает в свои поры воздух, обдув который гораздо сильнее обдува самого газа, воздух выходит и вытесняется вонючей, сам не подогреть газа; поэтому, греющий большой разрядки воздуха внутри колодной лампы, должен продолжаться выкачивание в течение приблизительно двух часов, пропускав через клапан электрический ток, сила которого постоянно увеличивается до величины, нормальной для лампы; тогда замедляется соединительная трубка и отключаются от лампы и вытесняются вонючей.

А чтобы достигнуть хорошего свечения лампы, нужно, чтобы внутри нее давление было не менее 1 мм. рт. ст. Таким образом можно говорить о расходе электрической энергии до 4 Watts на одну свечу. О степени разрядки можно судить наблюдая за появлением любого свечения вокруг непотопленной части лампы. Это явление обнаруживается только тогда когда давление внутри лампы стало

высота не более $\frac{3}{100}$ миллиметра.

Лампы накаливания приготовляются весьма разных величин: от 1 до 1000 свечей яркости.

Более всего употребительны лампы в 10, 16 и 20 свечей. Эти лампы называются электрическими лампами накаливания, обыкновенно в употреблении на газе, пропущенном, напряжение которого поддерживается постоянным. Укажем для примера, что можно употребить напряжение электричества 100 Volts для лампы в 10 свечей, в которую идет ток от 0,5 ампер и, сопротивление которой равно 200 Ohms; напряжение в 60 Volts требует для одной лампы в 16 свечей, минимальное сопротивление в 50 Ohms, и требуется ток в 1,2 ампера и.т.д.

Обыкновенно лампы работают на 50 и 110 Volts; тактовые лампы на 150 Volts и исключительных случаях на 200 Volts. Чтобы скоро не прогорели лампы нужно следить, чтобы напряжение при кон-
такте не было возможно постоянно. Запускается
качение не более $1\frac{1}{2}\%$ против нормального напря-
жения. Нормальное время работы лампы считается

отъ 800 до 1000 часовъ. Давленіе лампы увеличивается по мере ее горѣнія такъ какъ газы становятся тоньше и стекло пузыря не покрывается каплями внутри и край того внутри его просачивается воздухъ. Лампы Эдисона, дающія 16 свѣчей дугами новыми, горятъ 800 часовъ горѣнія дающія только 10 свѣчей.

Лампы съ вальтовой дугой.

Вальтовая дуга получается при прохожденіи электрическаго тока чрезъ концы дуги, поставленные другъ противъ друга; при этомъ на концахъ дуги, соединенной съ положительнымъ электродомъ, образуется катодъ, тогда какъ отрицательный электродъ заостряется. Это происходитъ отъ того, что частицы дуги переносятся съ положительнаго на отрицательный электродъ. Вслѣдствіе этого положительный электродъ скоро износится, а отрицательный. Температура вальтовой дуги чрезвычайно высока. Разметки определяются съ 4800°. Когда концы дуги очень сдвинуты, свѣтъ стано-

всплеск напряжения и лавинная дуга издает шум
иногда при нормальном удареми дуги слышны ста-
новятся постоянными и шумение изредкает. Если
разделение между дугами становится очень велико,
электрический ток прекращается и лампа гаснет,
состоятельно освещенная лавинной дугой пре-
дметы употреблении автоматического регулятора,
который бы поддерживал постоянные разности
между дугами, и таким образом на них светит.

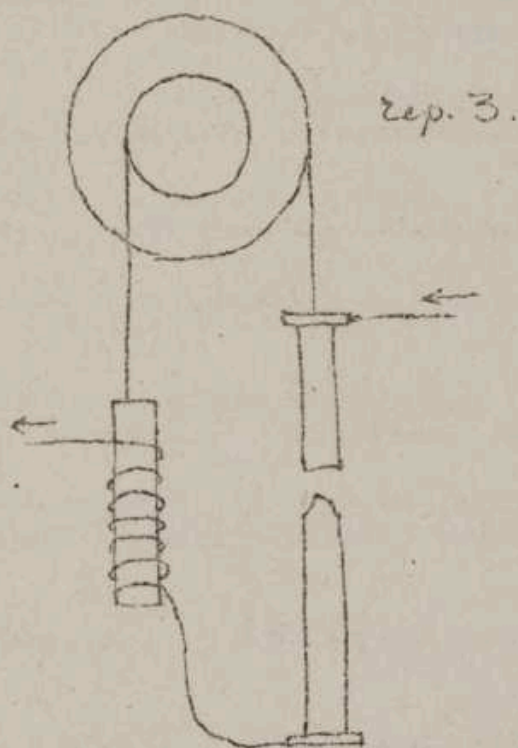
Сопоставление дуги дуги можно сравнительно
с сопоставлением воздуха между их концами.

Разница потенциалов Σ , необходимая для воз-
никновения лавинной дуги дуги l , можно рассмат-
ривать как минимальную функцию этой дуги
и показать, что:

$$\Sigma = a + bl,$$

где a и b суть некоторые константы, зависи-
мые от свойств и геометрии дуги и от свойств
материала I . Определив дуги зависимости от разности
потенциалов Σ и силы тока I . Можно спросить себя,
какое значение принимается ток I , чтобы постоянно

противодействовать изгибанию дуги l ; стержня получить основание регулятора с постоянными токами. Чертеж 3 представляет



чер. 3.

схему такого регулятора. Показывая, что для дуги расположенной вертикально нижний удерживается по инерции, а верхний удерживается отчасти жесткостью стержня при помощи вилки; при этом стержень входит внутрь соленоида.

Этот соленоид введен в узлы машины посылать ток с одной дуги. Такая же дуга не пущена, верхний удерживается и удерживается цепью своей в центре нижнего удерживается скоро пущена ток, соленоид втягивается и стержень противостоит и удерживает дугу на данном расстоянии; стало быть дуга l постоянно введена в постоянно. Если же расстояние увеличивается

Фониза

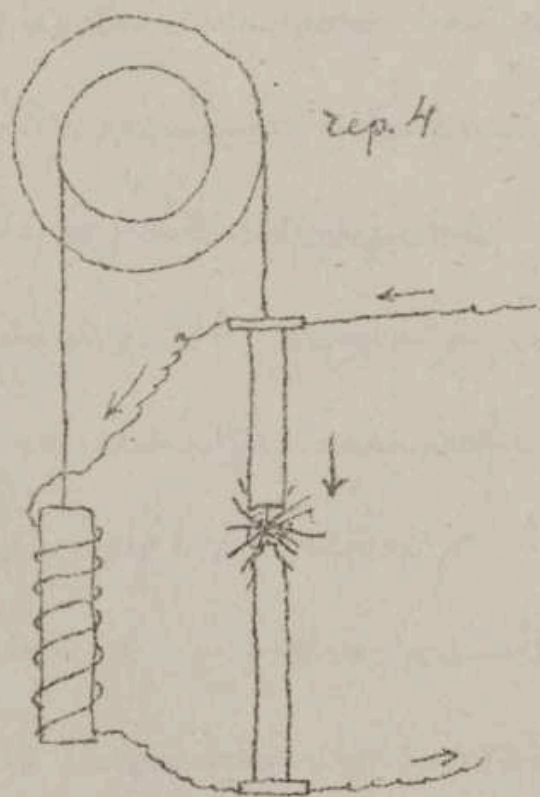
(Электротехника)

Лист 24.

болше или слабее, или усиливается, или уменьшается, или усиливается и снова уменьшается.

Можно также строить регулятор с ^{постоян.} потенциалом, т.е. задавать извне величину электродвижущей силы $\mathcal{E}$ противодействовать извне давлению q или l .

Чертеж 4 представляет схему такого регулятора. Соленоид, в который погружена жесткая



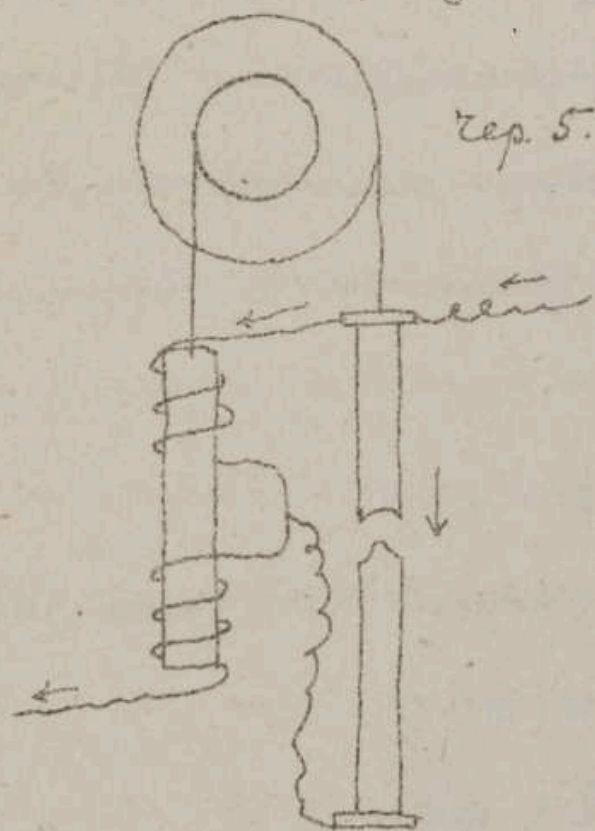
стержень, помещенный в катушку.

Сила тока, проходящего через соленоид (сопротивление r) пропорциональна величине $\mathcal{E}$. Таким, что противодействие или жесткая стержень мак-

же само пропорционально этой электродвижущей силе. Кроме того, ток, текущий, жесткий противодействует давлению, при этом он в поднимает вертикальный пружин, если бы особый механизм, который

мы не показываем на чертеже, не поддерживая при в. сепарации. Когда ток нулевой, действие этого механизма автоматически прекращается, соленоид втягивается и жгутик прогибается и при поддержке в нормальном положении. друг от друга.

Можно, можно, соединить вместе два предыдущих механизма; при этом можно получить реценциальный регулятор (чер. 5).



Механический элемент, который в состоянии уравновешивается в верхнем положении с его опорой, прогибается вправо и влево соленоидом, из которого один (верхний) не выключается в автоматическом, а другой

(нижний) соединяется с другим жгутом.

В момент замыкания тока прижатие нижнего соленоида преобладает, вследствие чего верхний жгут поднимается, пока не примет своего нормаль-

ного магнетизма, при котором действие обоих соленоидов на железный стержень взаимно уравновешивается. Обозначим через n и n' число оборотов первого и второго соленоидов; сила тока, идущего в первый соленоид равна $i = \frac{\mathcal{E}}{z}$, где z — сопротивление первого соленоида, а сила тока, идущего через нижний соленоид равна силе тока $\mathcal{I}$, приходящую к утюгу латуни. Сила тока в утюге равна $\mathcal{I} - i$; притяжение двух соленоидами железного стержня можно соответственно выразить через $kn i$ и $k'n' \mathcal{I}$, где k и k' суть постоянные величины; стало быть условия равновесия стержня состоятъ в томъ, что:

$$kn i = k'n' \mathcal{I}.$$

или вычитая изъ одной изъ частей $k'n' i$, получимъ:

$$(kn - k'n') i = k'n' (\mathcal{I} - i),$$

а отсюда, такъ какъ $i = \frac{\mathcal{E}}{z}$, то:

$$\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{I} - i} = \frac{k'n' z}{kn - k'n'}.$$

Такъ какъ $\mathcal{I} - i$ есть сила тока, идущая по утюгу, то первый членъ нашей формулы представляетъ сопротивление латунной дуги. Уравнение

выражается, что дифференциальный регулятор
применяется для сравнения двух постоянных; следо-
вательно это его называют регулятором от
постоянных сравнений.

Трансформаторы

Трансформаторами называются приборы, способные
изменить в обратных сторонах оба фактора элек-
трической энергии: электродинамическую силу E и
силу тока I , т. е., другими словами, преобразовать
токи высокого напряжения, но малой силы, в силь-
ный ток слабой напряженности или наоборот.

Для этой цели могут служить аккумуляторы
и конденсаторы, если их соединить, то сосредото-
чительно, то параллельно; но преобразование в этом
случае не будет мгновенное; оно потребует учета
постоянных операций. Поэтому эти приборы
называются трансформаторами медленного дей-
ствия, тогда как при мгновенном преобразовании, не
размышляя о котором мы идем, оно произво-

дугам немедленно. Атмосфера основана на
потребности индукционных катушек, откры-
тых срабатывающих и состоящих из двух витков,
расположенных таким образом, чтобы
коэффициент их взаимной индукции
был возможно большим.

Рассмотрим случай двух обмоток, соединенных
на одном и том же железном сердечнике. Если
через одну из них пропустить ток увеличива-
ющийся силой, то в сердечнике появится маг-
нитный поток, который, проходя по замкнутой об-
мотке, вызовет в ней индуцированный ток,
но направленный обратно индуктирующему.

Эти два тока стремятся произвести в сердечнике
поток, направленный в обратную сторону, и по-
тому величина результирующего потока будет мень-
ше, чем в том случае, если бы вторая виток
была незамкнутой. Другими словами взаимная ин-
дукция между двумя витками ослабляет индукцию
каждой из них, так как самоиндукция каждой
пропорциональна потоку, который она производит

в сердечникъ какого нибудь изъ нихъ, взятаго отъ вѣнча.
Магнитный потокъ, пронизывающій сердечникъ об-
мота обмотокъ, вызываетъ въ нихъ электромаг-
нитныя силы индукціи, которыхъ относител.
бѣна къ другой, какъ числа оборотовъ прово-
локъ въ обмоткахъ. Следовательно, при устрой-
ствѣ этихъ обмотокъ можно свободно имѣть
электромагнитныя силы, какъ первичную, такъ и
вторичную. Въ индуктирующей катушкѣ можно
создать высокое или низкое напряжение, составивъ
вторичную обмотку изъ большого или меньшаго
числа оборотовъ проволоки. Тогда сила первичнаго
тока станетъ постоянной, индукція прекрати-
тся. Отсюда произойдетъ, что можно или периоди-
чески размыкать первичный токъ и такимъ
образомъ снимать его прерывающимся, или же упо-
треблять въ качествѣ индуктирующаго тока -
токъ непрерывный.

Электромагнитная энергія, затрачиваемая въ первич-
ной катушкѣ, возмещается въ вторичной катушкѣ
безъ счета, (потери электромагнитной энергіи, нагрѣвѣ

на напряжение по закону Омму, на ток Фурко
и на метереэмеръ въ сердечникѣ можетъ быть
доведена до 5% и даже до 3%).

Странноарматерамъ подвижному сужденію играть
важную роль по вопросу о передачѣ энергии на разе-
томъ. Благодаря имъ обрѣтаетъ тековъ, употреб-
ляемыхъ въ технику, въ настоящее время расши-
ряться съ одной стороны до 20000 амперовъ, съ дру-
гой до 20000 и больше вольтовъ.

Индукціонныя катушки съ прерыви- стымъ первичнымъ токомъ.

Странно по времени появленію индукціонныхъ катушекъ
предназначенныхъ для образованія изъ пониженія
тековъ высокаго напряженія, но малой силой
посредствомъ преобразованія энергии, доставляемой
маломощными элементами.

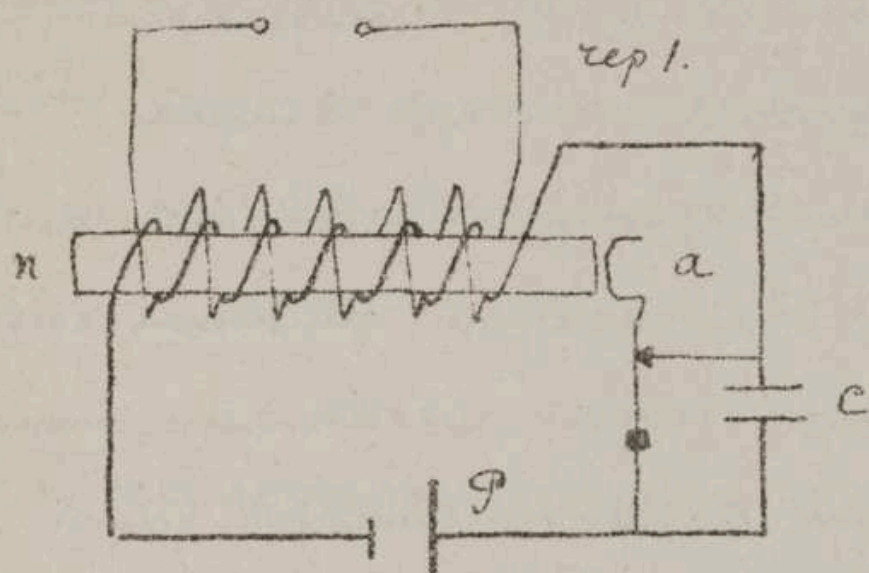
Мы имеемъ катушку, предназначенную для этой
цѣли, которую называютъ катушкой Фуксера.

Въ сердечникѣ (сер. 1), состоящемъ изъ туга
несущихъ проводовъ, намотанъ изъ извѣстныхъ

2.
Замѣчаніе по поводу

193.

также образует силовые линии, магнитные для первичной



катушки. Первичная катушка, насаженная непосредственно на сердечник состоит из одного, или нескольких витков медного или свинцового провода.

Вторичная катушка, намотанная на первичную, состоит из большого числа оборотов тонкой проволоки. Хотя напряжение тока во вторичной цепи может быть очень велико, то вследствие весьма тщательно изолированных обмоток проволоки, находящейся при весьма различных потенциалах. Для этой цепи вторичная катушка отделяется от первичной, т.е. она состоит из нескольких изолированных соединенных последовательно катушек, отделившихся одна от другой изолирующим перерывом.

Наведенные токи, развивающиеся во вторичной цепи электромагнитна всякий раз, когда изменяется сила

Физика

(С. С. Петров.)

Лист 25.

Для той же цели можно использовать катушки в среде, лучше сопротивляющейся деформации (например в масле).

Через первичную цепь проходит ток от гальванической батареи (8), который усиливается трансформатором при помощи своего механизма, состоящего из арматуры А, притягиваемой сердечником П, прерывающей ток в тот момент, когда магнитный поток достигнет определенной величины.

В момент размыкания первичной цепи в момент размыкания повышается сила (а), увеличиваясь производительность индуцированного тока в вторичной цепи и, кроме того, сила вечно действует на прерыватель. Чтобы усилить эту силу, можно предложить использовать конденсатор С, к которому присоединены концы первичной цепи, от тока в окружающем пространстве, который может быть.

замыкается в форме статического заряда брызнуло
часть энергии электромагнита при размыкании тока
в одну и другую часть энергии отдается вновь в виде
в моменте из замыкания, чтобы усилиться при-
емлемой первичной цепи.

Трансформаторы переменного тока.

При распределении электрической энергии весьма важно
уметь передавать ее в виде тока низкой силы,
чтобы избежать было употребить проводники
невысокого диаметра. При применении переменных
токов, в местах употребления энергии можно при
помощи трансформатора преобразовать ток
доставляемый в ток настолько слабого напря-
жения, что обращение с проводниками не предсто-
вит никакой опасности. Задача совершенно
обратная той, которую решает катушка Бунко-
рова. Все настоящее время первичная цепь дол-
жна состоять из гораздо большего числа оборотов
провода, чем вторичная. Об этом цепи описаны
вплоть до магнитного сердечника, обыкновен-

но геликонтной (также имеет черту это величина си-
лового потока, пронизывающего сердечник, стано-
вится больше, а следовательно увеличивается и возни-
кающая индукция обмотки как величина пропор-
циональная площади поперечного сечения). Первые трансфор-
маторы переменного тока применялись практи-
чески при низких, были изобретены и выполнены
Голлардом и Гилсом.

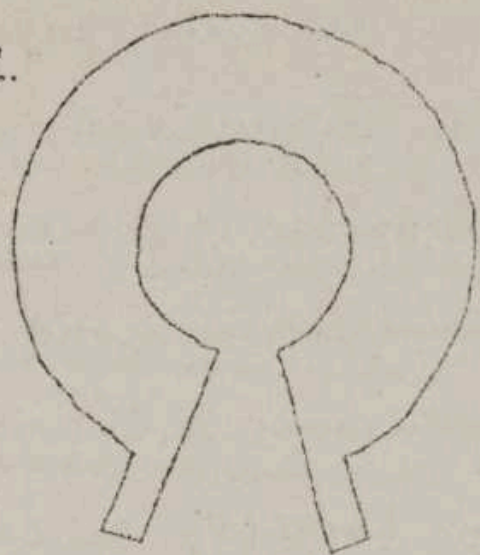
Трансформатор Голларда (Gaulard) и Гилса.

Вобини изливает минеральную форму; пер-
вичная и вторичная. Вобини одинаковой констру-
кции. Трансформатор изливает Вобини представляет
собой в виде спирали из медной ленты, кото-
рая состоит из медных ленточных круж-
ков (сер 2), связанных между собой попереч-
ными.

Первичная и вторичная спирали изолированы
лакировкой, которая покрывает всю поверхность
этих и имеет растительного происхождения, который

протискиванием между спиральными. Это прилагательное

рис. 2.



ради соединении и соединя-
тельно, спираль вращающа-
при помощи распределения
могут быть соединены
в поперечном или в разном
состоянии комбинации,

состояние по направлению вращающегося тока, кото-
рый несомненно понижать. Это может простран-
ство, которое образуется внутри спиральной линии
вызывает более или менее глубоко стержень из
нескольких проводов, сущность для уменьшения ин-
дукции. (Матр. 5 рис 1)

Первое применение этих трансформаторов
было произведено в Лондоне на одной линии жель-
зной дороги для передачи и распределения на разном
линии 25 километров электрической энергии, которая
воспринимается на центральной станции машины
передающей тока Силена, приводимой в дви-
жение двигателями в 30 лошадиных сил.

Трансформаторъ Уинерновскаго.

Изобретатель Уинерновскій, Берн и Базель, работа-
ющая на фирмѣ Сандз и К^о въ Бугенхеймѣ, устрой-
или два типа трансформаторовъ съ разнѣной
магнитной силой. Въ трансформаторѣ пер-
ваго типа (Мод. 5 сер 3, 4) первичная и вторичная
обмотки односторонне расположены въ сердеч-
никѣ сердечника изъ желѣзной проволоки, и при томъ
такъ, что первичная обмотка P, P' и вторичная S, S' пере-
крещиваются. По внешнему виду этотъ трансформаторъ
напоминаетъ много катушечную аппаратуру
динамо-машинъ, съ которой снятъ коллекторъ.
Въ трансформаторѣ второго типа металлы
расположены обратно, т. е. обмотки (Мод. 5 сер 4, 5)
 P, P' и S, S' сняты въ катушечной, которая обмотана
желѣзной проволокой.

Собственно фирма Сандз и К^о строитъ трансфор-
маторы первого типа, при чемъ внутренний желѣз-
ный сердечникъ состоитъ изъ желѣзобитума же-
лѣза, выработанаго изъ листового желѣза. Катушки
обмотки обмотаны въ обмотку, въ обмотку, прикрѣпленную

с помощью измерения по основанию стержня (табл. 5 стр. 6)

Взвешивание гильзы для трансформатора этого типа, весовой 110 килограмм.

	первич. ктис	втор. ктис
Относительное число оборот. проволоки	6	1
Сопротивление в Оммах	0,798	0,045
Число витков у зажимов	641	105
Число витков	6,53	38

Отношение коэффициента полезного действия будет:

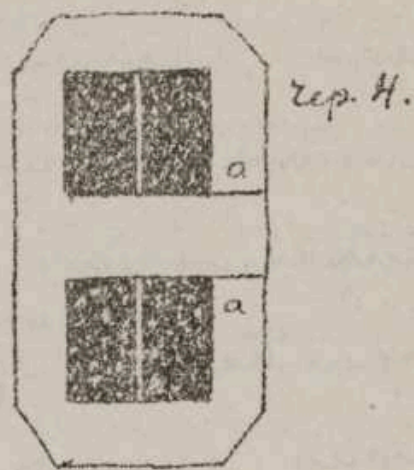
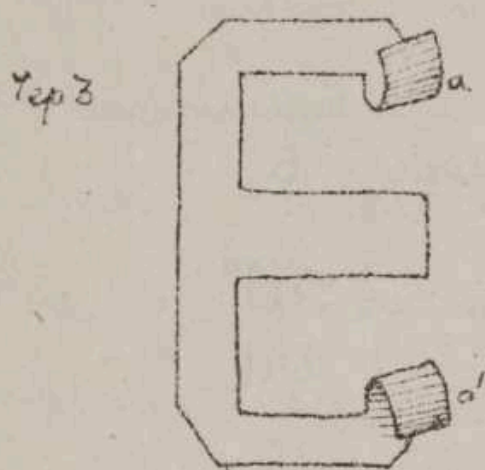
$$\frac{105 \cdot 38}{641 \cdot 6,53} = \text{ок. } 95\%.$$

Взвешивание в этом фирме Гейтс и К° применили другой тип трансформатора, более простого устройства, подробный чертеж, к описанию которого мы переходим:

Трансформатор Вестингауза.

Основная часть этого трансформатора состоит из листов железа, вырезанных в виде квадрата 8, который разрезан, как показано на чертеже 3 и может быть расположен вокруг стержня двух видов: первичной и вторичной, как изображено на чертеже 4. Эти листы накладываются

таких групп на групп и представляются изометрически изображенного вундатов. Они склеиваются между двумя группами досками, стянутыми



статическими действиями. Все сваривается заливается в группу коробку.

Экономия в проводах при употреблении трансформатора.

Удобство, которое представляет употребление трансформатора для передачи электрической энергии на расстояние, можно видеть сего из следующего примера: Намекая, что нужно получить электрический ток в 500 ампер при 1000 вольт напряжении в расстоянии 100 метров от источника энергии и при этом, что сопротивление провода в один метр при сечении 1 кв. мм. имеет сопротивление 0,165 Ом. Тогда длина провода у нас

равна 1000 мотамов; его сопротивление, которое со-
относительно пропорционально квадрату его длины l , равно
 $\frac{16,5}{\omega}$. Если мы не употребляем трансформатора,
то динамо-машина должна будет питать при нор-
мальном напряжении равном 100 вольтам, и тогда то нап-
ряжение, которое потерится на протяжении сопротивления
провода. Если мы позволим, что на напряжение про-
водника расходуется 0,1 всей полезной работы ма-
шины, то потеря в напряжении будет равна 10
вольтам, и стало быть общее напряжение ω вы-
разится из следующего соотношения:

$$\frac{16,5 \text{ Ohms} \cdot 500 \text{ amper}}{\omega} = 10 \text{ volts (ибо } R.I = E)$$

откуда $\omega = 16,5 \cdot 50 = 825 \text{ о мт.}$

Если же мы применим трансформатор, кото-
рый будет давать ток в 10 раз сильнее, тогда
машина, но при напряжении в 10 раз более слабая,
мы должны будем потребовать, чтобы машина
давала 50 ампер при 100 вольтах, берем 110
вместо 100, потому что 10% потерь в трансформа-
торе. Наконец, как видите, что на напряжение прово-

Физика

(электротехн.)

Листъ 96.

длина и длина то напряжения, мы будем иметь, что
на преобразование сопротивление проводника остается
100 volts, т.е. в 10 раз больше, чем в первом случае.

Сопротивление ω' определится так:

$$\frac{16,5 \text{ Ohms} \cdot 50 \text{ amp}}{\omega'} = 100 \text{ volts},$$

$$\omega' = \frac{16,5 \cdot 500}{100} = 8,25 \text{ м.м.}$$

Взвешивая случай проводника будем иметь около
75 тонн³ и будем стоить 200000 франков, в авто-
ренте случайное будет стоить только 75 тысяч
франков и будет стоить не более 2000 франков.

Для градоградной системы на проводнике уменьша-
ется сопротивление расходу: 1) расходы на про-
ведение трансформатора, 2) уменьшение стои-
мости динамо-машин, которых должна да-
вать при работе 60000 Watts в секунду вы-
сто 55000; 3) постоянный расход на разлив
добавочных 5000 Watts, которое меряется при
трансформаторах.

³ 1 франк, масса = 1000 кг. = 61 куб. м, 1 куб. м. 86 тонн.

Система практических элект- ромагнитных единиц.

Ранее мы определили единицу-силу тока, со-
противления и др., но если бы нам пришлось суще-
ствовать на практике, то оказалось бы, что неко-
торы были бы очень малы или очень велики, что
неудобно для измерения. Поэтому для практиче-
ских вычислений единицы, теоретические единицы
умножают или делят на 10 в какой либо степени.

Чтобы не путаться эти единицы, междунаро-
дный Конгресс электротехников в 1881 году по-
становил дать каждой единице определенное по-
ложение, напоминающее нам одно из известных
универсальных, работающих по этой отрасли.

1) Ом (Ом). есть ^{практическая} единица электрической со-
противления.

$$1 \text{ Ом} = 10^9 \text{ единиц С, О, Д сопротивления}$$

$$R = \frac{E}{J}.$$

Для больших сопротивлений употребляется

Мегом.

$$1 \text{ мегом} = 10^6 \text{ Ом} = 10^{15} \text{ единиц С, О, Д со-}$$

противления.

Для измерения силы сопротивления употребляется
микроhm. $1 \text{ микроhm} = 10^{-6} \text{ om} = 10^3 \text{ eqm. C, G, S сопротивления}.$

2) Вольт (Volt) это есть практическая единица
электродвижущей силы.

$1 \text{ вольт} = 10^8 \text{ eqm. C, G, S электродвиж. сил}.$

$$E = \frac{W}{Q}$$

3) Ампер (Amperes) это есть практическая единица
силы тока.

Ампер есть сила тока в проводнике, сопротив-
ление которого равно 1 Ом, разность потенциалов
на его концах равна одному вольту.

$$1 \text{ ампер} = \frac{1 \text{ вольт}}{1 \text{ ом}} = \frac{10^8 (C, G, S)}{10^9 (C, G, S)} = 10^{-1} \text{ eqm. C, G, S тока}$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{Q}{R}$$

4) Кулон (Coulomb) Ампер-сек. Это есть пра-
ктическая единица количества электричества.

$$Q = I \cdot t$$

Кулон есть количество электричества, протекаю-
щее через проводник в одну секунду, когда сила
тока равна одному амперу.

$$1 \text{ Кулон} = 1 \text{ ампер} \times 1 \text{ сек.} = 10^{-1} \text{ eqm. C, G, S колич. электр.}$$

В промышленности, где обычная единица времени

есть заряд, из которого количество электричества 1 ампер-час . Это есть количество электричества, которое протекает через проводник в течение или 3600 секунд, когда сила тока равна одному амперу.

$$1 \text{ ампер-час} = 1 \text{ амп.} \times 3600 \text{ сек} = 3600 \text{ Кулон}.$$

5) фарад (Farad). Это есть практическая единица емкости.

Фарад есть емкость конденсатора, обладающего зарядом в 1 Кулон при напряжении в 1 Вольт.

$$1 \text{ фарад} = \frac{1 \text{ Кулон}}{1 \text{ Вольт}} = \frac{10^{-1}}{10^3} = 10^{-9} \text{ экв. С, ф, Б емкости.}$$

$$C = \frac{Q}{U}.$$

В практических фарадах есть единица еще меньшего размера, поэтому употребляется Микрофарад:

$$1 \text{ микрофар.} = 10^{-6} \text{ фарад.}$$

6) Вольт-кулон или Джоуль (Joule). Это есть практическая единица электрической энергии $W = Q \cdot U$.

Практическая единица электрической энергии есть работа, произведенная 1 Кулоном при электродействии сил в 1 Вольт.

$$1 \text{ Кулон} \times 1 \text{ Вольт} = 1 \text{ Вольт-Кулон или Джоуль} =$$

$$= 10^{-1} \cdot 10^8 \text{ erg C, g, S работы, т.е.} = 10^7 \text{ эргов.}$$

Покажем, что в механике работы естественны в-
ражения не в эргах, а в киллограмм-метрах.

Укажем, что работа есть одной единицы к эргов. По-
кажем, что единица силы в С. г. С есть гина, т.е. та-
кая сила, которая сообщает единице массы (1 грамм)
ускорение в одну сантиметр. Между силой и
массой одной грамм сообщает ему в Париже
ускорение в 981 cent.

Так как эта сила пропорциональна ускорению, со-
общаемому ему одной и той же массой тела, то мы
пишем:

$$\frac{1 \text{ гина}}{\text{масс. 1 грам}} = \frac{1 \text{ cent}}{981 \text{ cent.}}$$

$$1 \text{ гина} = \frac{1}{981} \text{ грамм.}$$

Но работа эргов равна единице силы, помноженной
на единицу пути, т.е.

$$1 \text{ эрг} = 1 \text{ гина} \times 1 \text{ cent.}$$

Итак: $1 \text{ эрг} = \frac{1}{981} 1 \text{ гр. cent} = \frac{1}{981} \cdot 0,01 \text{ кг. 0,01 мет.}$

или $1 \text{ эрг} = \frac{1}{981} \cdot 10^{-5} \text{ кг-мет.}$

Итак еще: $1 \text{ килф-эрг} = 10^7 \text{ эрг} = \frac{1}{981} 10^{-2} \text{ кг-мет.}$

или $1 \text{ килоэрг} = \frac{1}{981} \text{ кг-мет.}$

Примечание: эта единица электрической энергии в

килограмм-метров. равным по 10 произведений
вельтов по кулоны.

7) Вольт-ампер или **Ватт** (Watt). Это есть
практическая единица электрической полезной рабо-
ты.

Известно, что полезная работа есть отношение рабо-
ты ко времени. Поэтому практическая единица по-
лезной работы будет:

$$P = \frac{W}{t} : (t - \text{сек})$$

$$\frac{1 \text{ ватт-секунда}}{1 \text{ секунда}} = 1 \text{ ватт-секунда} = 1 \text{ ватт-ампер или}$$

Ватт, ибо

$$\frac{1 \text{ кулон}}{1 \text{ секунда}} = 1 \text{ ампер}$$

$$\text{Отсюда: } 1 \text{ Ватт} = 10^3 \cdot 10^4 = 10^7 \text{ эрв в секунду.}$$

$$1 \text{ Ватт} = \frac{1}{9,81} \text{ кил.-метр. в секунду.}$$

$$1 \text{ кил.-метр в секунда} = 9,81 \text{ Ватт.}$$

$$\begin{aligned} \text{Паровая локомотив} &= 75 \text{ клг-метр в сек} = 75 \cdot 9,81 = \\ &= 736 \text{ Ватт.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ англ. паров. локомотив} &= 75,9 \text{ клг-метр в сек} = \\ &= 75 \cdot 9,81 = 746 \text{ Ватт.} \end{aligned}$$

Так как электрическая энергия производится про-
изведением электрической полезной работы на время,

то в технических употреблении еще единичу мер-
нм называемом Гаммъ-гачъ или килогаммъ-
гачъ.

$$1 \text{ Гаммъ-гачъ} = 1 \text{ Гам.} \cdot 3600 \text{ сек.} = 3600 \text{ Динаус}$$

$$1 \text{ кило-гаммъ-гачъ} = 1000 \text{ Гаммъ-гачъ.}$$

— " —

Явление быстрыхъ электри- ческихъ колебаний.

Явление быстрыхъ электрическихъ колебаний было от-
крыто впервые Фредерикомъ; Гольмгеймомъ и Л. Кель-
винъ дали его историю. Не только Фертиу удалось
лично убедительно доказать, что быстрые элект-
рические колебания представляютъ своимъ механическимъ ха-
рактеристиками свойства колебаний эфира. Онъ
открылъ, что эти электрические колебания распростра-
няются въ окружающей среде подобно, сь воз-
мимъ меншимъ колебаниямъ вь сетуны, сь скоростью света;
среда, распространяющая эти колебания есть эфирный
эфиръ.²

Отсюда получается вь эфире, производимъ свѣтующимъ излучен.

² Тутъ нужно добавить, что еще прежде при этомъ явлении

Для получения быстрых электрических колебаний
воспользуемся электрическим разрядником, который
будем называть вибратором, (ср. 1-ю столб. таблицу
серткей, к опытам Сертца), он состоит из двух
металлических стержней (a, a'), снабженных шариками
(b, b'), которые касаются на небольшом расстоянии друг от
друга разъемов; соединить каждый из этих
стержней с одним из полюсов сильного Гальван-
ового элемента (p, p') и будем разряжать этот
источник. Между шарами происходит периоди-
чески искра. Давно уже известно, что явление этого
разряда не ограничивается простым переносом элек-
тричества с одного шара на другой. Оно сложнее.
Во время каждого отдельного процесса искры, шарики
уставляются многократно единичными электрическими
зарядками и перезарядками, причем эти единичные
разряды происходят в весьма коротких промежутках
времени, разультатом же были продолжительные искры. Макс-
велл, который первенный раз показал, что
электрические колебания должны распространяться волнами

Гизика

(Электротехника)

Лист 27.

времени. Таким образом, пока трясина еще
такая толстая, заданная электрическая, находя-
щаяся в металлическом стержне, и, подобно тому,
как удар молотка по эластичной струне при-
водит ее в колебание, так и электрическое
состояние в канале стержня. Колебания эти
будут распространяться по стержню от точки до
той, пока не дойдут до канцовой стержня, где отра-
зятся назад, подобно тому, как отражаются колеба-
ния струны, привязанной к стене. Итак,
электрическое в канале стержня будет колебаться
так, как колеблется струна, закрепленная с двух
концов. Длина ее равна половине длины той элек-
трической волны, которая по ней распространяется.

Кроме того, теория позволяет определить для
каждого вибратора данное количество электрических
колебаний в секунду. Знаю эти же вели-
чины, мы найдем скорость распространения электрической
волны, или скорость, как световые волны, и отсюда зак-
лючим, что действительность этих вещей. Максвелл, попу-
ляризатор теоретических доказательств, что скорость электрической

волны. Длина у Герца длина вибратора была равна 14 деци., а длина волны, длина волны, которую издает, — 98 деци.; число колебаний этого разрядника оказывается равным 100 миллионам в секунду. Иногда скорость распространения электрической волны есть 980.000 километров в секунду, т.е. почти равна скорости распространения света. Итак уже разрядник электрического разряда нашего вибратора дает нам важные результаты. Мы имеем миллиарды электрических колебаний (100 миллионов в секунду) и скорость распространения электрической волны, равная скорости света, показывает нам, что электрическая волна должна быть тождественна со светом. Заключением наших разсуждений и наблюдений получается то, что в этом еще раз.

Обстановившись на вопрос: распространяются ли колебания нашего петличника-вибратора в окружающую среду, и если распространяются, то каковы механизмы волны в пустоте должны выразиться того постоянного λ , которого определяется отношение между единицами в электромагнитной и электростатической системах.

этой передачи электрических колебаний? В самом
деле, если бы перед нами электромагнитная, то колеба-
ния ее могли передаться бы окружающему воздуху,
и звуковая волна была бы до нашего уха. Если бы
перед нами колебания гальванического тока, обтекающего
проводники, то ток бы окружался? среди
проводников электрических, то ток бы окружался? среди
проводников бы электрической волны до нашего уха. Как же
наша центральная электрическая волна, распростра-
няющаяся от нашего вибратора? Может быть вол-
на, во миллионных колебаний в секунду, электрическая ви-
брация может быть звуковой волной, которая отка-
зывается излучать наши волны 5000 колебаний, да
и звуковая ли это волна? Может быть волна еще
слишком низкая, тогда наша электрическая волна, как свет,
но впечатление света начинается только при 400
миллионных колебаний в секунду, хотя, как известно,
электрическая волна по своему механизму есть галь-
ваническая световая волна „незримая волна“. Мы
не можем ни можем излучать свойства электри-
ческой волны и при этом двоящимся образом: тео-
ретически, опираясь на теорию Максвелла и непосред-

существенных элементов.

Становясь теорией Максвелла, мы можем рассмотреть, как распределяется электрическое поле излучения из среды, окружающей разрядник-вибратор, и можно найти в пространстве точки, которые в данный момент являются узлами электрического поля. Соединивши эти точки линиями, мы получим так называемые линии равности, или Силовы линии. Следующие рисунки (чер. 2, 3, 4 и 5) представляют распределение силовых линий через равные промежутки времени, - через четверть периода полного колебания. Мы видим, - в указанный момент эти линии возникают около самого вибратора (чер. 3); потом они все ближе и ближе отходят от него (чер. 4 и 5) и наконец, соединяются отходя от него в виде самостоятельного вихря (чер. 2), который все дальше отходит от вибратора, что можно проследить на чер. 3, 4 и 5. Это возмущение излучения совершается периодически, все пространство вокруг вибратора колеблется. Самым электрическим колебанием,

какой-либо упрямости это погубило, совершается вгонь си-
ловых линий, а стало быть, иррегулярно из по-
рявненно распространения электрической волны. ³³ Чтобы
исследовать себя представление о состоянии всего про-
странства, должно повернуть канцарий из герме-
тики 2, 3, 4, 5 около линии сантиметра, проведя ее через
выбратор, как около оси. Если бы мы могли сделать
из выходящего из воды и бросили на поверхность из
какой-либо упругой среды, соприкоснувшись, то
замечали бы, что канцарий это начинается колеба-
ться; оно изгибается, выгибается волной. Поэтому
этой волне канцарий (черт 2), соединяя из ин-
дукированной проволоки, и разрывая ее в один момент,
оставили концы весьма близкими друг к другу.
Помогая тогда канцарий плавать на электрической
волне. Поэтому надлежит на канцарий, будучи,
³⁴ тогда не сложилось представлений, мы не рассуждаем
здесь электромагнитных колебаний, ограничиваясь только
электрическим. Первые могут быть не только влиять
также: канцарий из наведенных в пространство
создавая линии приносят в электромагнитное взаимодействие

такъ сказать, вынужденъ электричество, ему при-
сущее; въ проводникъ возникнутъ электрическія коле-
банія, которыхъ будутъ происходить, давая искры въ
разрывѣ. Отъ насъ обмотку тѣмъ разрывъ и сдѣлать
его даже поминутно, или заставляющъ его соверша-
ться въ моментъ. Для этого концы разорваннаго круга
соединимъ съ небольшою лампочкою накаиванія. Точное
примѣрительно перемѣненіе дѣйствіемъ элект-
рическаго тока; уполнѣ въ концы и представля-
ють разрывъ, черезъ который протекаетъ электри-
ческаго тока, что заставляетъ лампочку светиться
на подобіе Ламповой трубки. Свѣщеніе это воз-
никнетъ нами о комбинаціи электричества въ прово-
дникѣ, а это въ томъ, и о сдѣланныхъ въ электриче-
скихъ колебаніяхъ въ пространствѣ. Тѣмъ узнаемъ
присущіе электрической волнѣ въ окружающемъ ея
пространствѣ. Тѣмъ же токѣ, который протекаетъ черезъ самый
диодаторъ. При этомъ взаимодействіи направлено въ по-
мѣнѣ электр. кривизны въ тѣлѣ герметика, а
такъ какъ эти электромагнитныя силы возникаютъ перио-
дически, то подъ вліяніемъ ихъ возникнутъ периодическія

Но мы можем уловить порывы ея. Во самомъ
днѣ, если напечатать циркулиъ върутъ вертикально
къ срединѣ водной волны, то замѣтимъ, что волна
продвигается ея не будетъ; можно также не будетъ элек-
трическихъ колебаній въ нашемъ правовращающъ кругу
безпѣй фазъ, какъ поставимъ трубку ея вертика-
льно къ срединѣ электрической волны, инакъ къ на-
равленію силовыхъ линій, — иаимоща течетъ. Та-
кимъ образомъ мы можемъ проецировать въ
пространствѣ мѣста срединѣ волны и напечатать ея
на картѣ. Така составленіи Гертцемъ картинъ волны,
представленныя на рисункѣхъ 6 и 7. Линія m (серѣ) пред-
ставляетъ различныя положенія круга, площадь кото-
раго помѣщена нормально къ плоскости гертцеской, а
стрѣлки указываютъ на направленіе линій силъ въ
мѣстѣхъ даннаго мѣста. Не трудно же стрѣлки,
это такой гертцеской силовыхъ линій, составленныйъ вы-
тнженъ мѣстѣхъ, схожъ съ гертцескимъ теоретическимъ.
Во самомъ днѣ, въблизи вибратора силовыхъ линій
электромеханическихъ колебаній, направленныхъ перпендикулярно
къ электрическимъ колебаніямъ.

как бы выходя из одного конца вибратора и выходящий в другой; другие они переходят из минуса, к плюсу параллельного вибратору, - это части тока минуса, которые уже оторвались от вибратора и удаляются от него.

Надо представить себе различные вопросы о взаимодействии между электрической волной и звуковой волной или световой и о том, какой среда служит распространителем электрической волны? Для ответа на эти вопросы надо изучить направление колебаний в электрической волне.

Когда в воздухе распространяется звуковая волна, частицы воздуха колеблются по направлению распространения волны - вдоль волны; наоборот, в световой волне частицы эфира колеблются перпендикулярно к направлению распространения волны - поперек волны.

Это результаты непосредственных опытов. Тогда приходится ставить вопрос где электрической волне, достигнув источника излучения. Между вибратором, - источником волны, и приемником ее,

Физика

Лекция 28.

(Электродинамика)

поперечности рамочки, состоящую из ряда ²проводов
и ¹одного, натянутого на деревянную раму. Эти ст-
руны будут располагать по направлению стержня
вибратора, по вертикали к нему. От вибратора
к кругу распространяется волна; если бы электрические
колебания происходили по направлению волны, то, при
любом положении рамочки, они были бы перпенди-
кулярны к струнам ее. Этого быть, они всегда бы
могли пройти за рамочку, в промежутки между ст-
рунами, и то или другое положение рамочки было бы
безразлично для действия круга. Иное дело, если колеба-
ния поперечны, т.е. происходят перпендикулярно к на-
правлению распространения волны. Тогда положение струны
не безразлично к ³колебаниям ¹направления: в одном по-
ложении струны должны совпадать с направлением
колебаний, в другом — быть перпендикулярны к нему.
Это должно повлиять и на действие в кругу. И в са-
мом деле, мы видим, что при вертикальном (пер-
пендикулярно к линии вибратора) положении струны, наиб.
проникновенно слышится, рамочка не преграждает электри-
ческой волны; наоборот, при горизонтальном (парал-

ленно в обратную) направление струны, чтобы ее разорвать и сжечь, — рывокка служит пружинкой вала.

И так, колебания в электрической волне попеременно, т. е. совершаются перпендикулярно к направлению распространения волны. Но какой же сюда относится эти колебания? Мы знаем, что газы, жидкости и твердые тела, несомненно колеблются попеременно; так колеблется только твердое тело. Стало быть, в воздухе несутся электрические волны, а мы идеальное упругое, твердое тело, которое мы называем диэлектриком.

У нас недостает еще одного элемента для определения электрической волны, а именно скорости ее распространения в свободном пространстве. Рассматривая опыты Герца, дающие возможность убедиться, что электрические волны распространяются с некоторой скоростью, и позволяющие определить величину этой скорости. Рассматривая волну, идущую по струне, мы знаем, что эта волна отражается от конца струны и дает обратную волну. Таким образом волна с отражением складывается так, что получается стоячая волна — узлы и пучности колебаний — узлы.

Можно также представить себе волну, распространяющуюся по водной поверхности. Если она добьется до берега и, ударившись об него, отразится назад. На воде образуется характерная зыбь. Являемся ли мы, под этими волнами спокойны, и вода колеблется между нами; снова зыби и пучности.

Но эти явления возможны только тогда, когда волна распространяется со конечной скоростью. Стало быть, если скорость распространения и электрической волны конечна, мы можем заставить ее отражаться и таким способом образовывать в пространстве электрические зыби и пучности, — явления электрического покая и волнения. Проводясь подобными агентами, Тертиз формирует субстанции эти. Они заставляют поглотить волну, идущую от вибратора, на величину метаморфического стана. Волна ударится в эту стану и отразится назад. Отраженная волна с первоначальной образует в пространстве зыбь, как будут явления спокойствия и явления электрического волнения.

Брикас (сплошная — герг) нашего гертежа превращает символически эту волну в пространство. Тертиз изст-

дуются и снова кружатся; сначала они движутся
то, как показано на чертеже, и, наоборот, то же-
ление, то усиление искры в различных моментах, что
наблюдается в присутствии углей и углюшек в про-
странстве. Входящие подробности этого «мелкого изоб-
разения» мы не будем. Но заметим, что происходящее явление.
Оно становится кругом параллельно плоскости зеркала, вер-
тикально к плоскости нашего зеркала. Тогда, если
раз как круг попадает в пространство замкнуто-
го угля, как напр. у нас можно с, искра в круг прекра-
щается; если же раз, когда круг попадает в область
дифференциальной волны, как у нас можно В. D, искра
в круг достигает наибольшей величины. Тогда как не
всегда удобно пользоваться данным методом, то можно произвести аналогичный опыт с
мелкими образцами. Возмем ртуть, сообразную из
металлического стержня. Составим ее в некотором
расстоянии от вибратора. Дифференциальная волна, уходя
на эту ртуть, даст стержню колебательные дви-
жения. Они послужат волне, идущей по стержню
волне от вибратора. Взаимодействие волны волны даст

Представим себе, что по какой-либо уверенности знаем, что есть группа друзей, где были одинаковой группы. Мысленно возмозжем так: комбинация: адв. были вхо- ждены одновременно из одного места, - тогда предви ад- в. были совпадут, и получится первая волна; итак, направление друзей были могут ответить друг от друга на какую-либо группу волн, - снова пре- дви были будут совпадут, и вторая волна, нагна- вши первую, лишь усиливает ее. У нас будут, если ин- ста направление друзей были ответит друг от друга на повоину волн, - тогда предви первой волн сес- комплечены первая вторая, и эта вторая, нагнавши первую, сравняется с ней ряд, его вызванному; уверенно- сти она растет, волнение усиливается.

В случае движений были, указанные взаиморасполо- жения можно проследить с помощью адв. Выхо- дим для трудн, настраиваем в присутств, и заставляем под звучать одновременно, но примем так, что вторая группа становится в расстрой на нов-периода покуда первой, - вторая волна отстает от первой на повоину волн. Вторая группа звучит в отрывности, но однове-

иногда и звучание гласных пишется. Вспомогательным
глаголю гласных.

Стоит также вспомнить про, так сказать, электрические
трубы - про Гейсеровы трубы, и вспомнить их низкие элек-
трические колебания электрического вибратора. Вспомнить, что
каждые трубы в отдельности слышны. Но одна
труба в присутствии другой слышится - слышится. Про-
ба, мы здесь не слышим одновременно звучания
обеих труб, как в трубах звучавших, но это только
потому, что еще не слышим электрических труб на-
стоящих в унисон.

Подобными же образом вспомнить два круговых рефо-
тора (преломляющие конденсаторы). Они конденсаторы электрические,
подобно конденсаторам конденсатора. Слова и звуки, что каж-
дый в отдельности слышны, но совместно не слы-
шатся унитарно слышны в отдельности, при этом дру-
гой слышатся совместно слышатся.

Перейдем теперь к случаю интерференции звука в
проводниках. Представим себе, что мы имеем на-
пряженную струну и колеблющуюся из стороны. Мы уже

Физика

Лекция 29.

(Электродинамика)

разсмотрѣни, какъ она колеблется въ своемъ звуковомъ
дѣйствіи, что въ электро колеблющемся звуке и излучении.
Колебание электро протекло только между звуковы-
ми токами, и всякая такая форма электро протекла-
етъ какъ бы въ какомъ-то колебательномъ. Это электро по-
нимаемое какъ электро, такъ и электро по своему существу.
Поэтому этому существу въ немъ колеблется электро въ
нашемъ вибраторѣ (стр. 10). Устраиваясь съ
темъ съмысломъ, который задаетъ периодически электро-
нскимъ колебаниямъ нашимъ электронамъ. То же самое наблюдается
въ вибраторѣ электромагнитной волны; когда до конца
проводовъ, она электронообразно. Это эти волны
задаютъ своему существу электромагнитную волну. Въ ней
задаютъ своему существу электромагнитную волну, звуку и света.
Волны - излучение.

Весь этотъ процессъ, какъ мы знаемъ, имеетъ резонансъ
въ своемъ существѣ (звуковъ), въ немъ слышатъ и
будетъ колеблется - такъ какъ известно. Вѣдь же этотъ
какъ нашъ резонансъ полагаетъ въ своемъ колеб-
нѣ, что электроны колеблющихся колеблется - слыш-
ны.

Если выбрать электрически один полюс, то другой полюс можно считать от разряда электричества в окружающей среде. Возмущается ли это поле, или нет, это еще не равнодушно. Все поле пока представляется как бы одной сферой, сферическое из световых лучей, разбрасываемых теми или иными предметами. Таким образом вся сфера разбивается на ряды лучей, разбрасываемых предметами, можно указать, что поле представляет собой электрически сферическое пространство. Рядом с ним мы имеем то, что происходит в окружающей среде, которая вносит сферу.

Итак, электрически можно способствовать, как и интерферировать световые.

Опыты Тесла.

Открытия Тесла привели к новым наблюдениям в отношении дисперсии электрических колебаний. Из массы работ, выполненных по этому вопросу за последние годы, можно отметить следующее направление. Первое направление есть чисто теоретическое.

при этом надзорные обязанности возлагаются на
государственные органы, возможно
создание специальных органов, при этом
возможность создания новых или новых в погранич-
ных и внутренних органах стремления к совершенству
в механизме работы и применению техники, харак-
теризующей этот механизм. Несомненно это наи-
более строгое научное направление исследований; оно
важно тем, что оно направлено на решение
теории электрических машин. Вопрос Макевича,
можно ли каждый свой шаг механизировать строгий
технический процесс и наоборот - каждый
свой новый результат подтверждать эту осно-
вую задачу теории.

Другое направление связано с практической.
Здесь необходимо стремиться открыть новые способы
электроэнергетики. При этом они должны быть
лучше, чем существующие. Возможно создание электрических
машин, и увеличение их мощности, руководствуясь
созданием новых машин.

Если электрические машины по своей мощности

свободными, а также от всех помех, мешающих колебаниям, то можно думать, что уменьшение помеховых явлений увеличивает амплитуду колебаний и увеличивает напряженность тока, удастся заставить ток двигаться вправо, вероятно сдвигаются и немалые колебания. Эти сдвигаются вместе с правыми и левыми электрическими напряжениями, Мена и Э. Момсону раз прекрасная и весьма важная работа об этом. Правда эти напряжения не имеют еще своего полного теоретического опоры, но, как это часто бывает, уменьшение количества явления приводит особенно ярко вперед некоторые его частности. Основным явлением для возбуждения внутренних электрических колебаний является, как известно, в электрической. Берутся два проводника, заряженные разноименными электрическими зарядами и заставляют ток разрываться приближаясь друг к другу. Между соединенными точками проводников будет происходить искра. Но при этом проводники не сразу обитывают своим зарядом и приходят к не электризованное состояние. В, короткое время, притом

накрыт зарядом на конденсаторе проводника конденсатора
иной раз переключается. При таком разряде, стало
быть, электричество на проводниках пригнет из воз-
бужденное движение. Периоды этих колебаний, как
оказывается, зависят от электрической емкости и
самоиндукции проводников, другим словом от
индуктивности разрядов проводников. Таким
образом электрический разряд при помощи искры
является прекрасным средством для воспроизведения
электрических колебаний, а амплитуда колеблющихся
образов разряда разряжающихся проводников, или
иначе по своему количеству напряженности коле-
баний. Отсюда основатель и первоизобретатель Месса
в своих опытах. Распространение из искры при-
способлено к тому, чтобы преобразовать медленные
колебания при помощи механизма электричества во весьма
высокую при помощи разряда (через искру). При этом,
в качестве первоначальной емкости электричества
он пользовался, или машинной переменной тока, по-
тому что это был простейший, в котором под влия-
нием все направление тока несколько раз в секунду

миним. просто сдвинутого Бункофора. При упо-
треблении машины ему удается получить электри-
ческое освещение во больших размерах, но и Бун-
кофоров сдвигает дает уже возможность воспре-
звести себя интересным опытом, как и в малых
размерах, но зато и при малых затратах. Мы
используемся этим способом.

Представим себе (чер. 11), что в первом конту-
ру обмотки Бункофора идет ток
от 5-6 аккумуляторов; ток этот при помощи
клеммного аппарата — переключателя — переключается
также 20 раз в сек. и, стало быть, дает 20 минув-
ших в сек. Ток в первом контуре минувших во
второй обмотке Бункофора передается ток. Этот
посланный ток имеет характер пульсирую-
щего, то увеличивающегося, то убывающего тока, при
чем промежуток между последовательными умень-
шениями зависит от емкости и сопротивления само-
индукции. Катушки и в нашей схеме будут гово-
римо значительны, а стало быть, величина индуцируемого
электрического тока медленнее. Эти заряды сообще-

нется влияние различных отклонений Лейденской банки,
 с которыми соединены колебания вторичной обкладки
 bobины. Банка, как конденсатор, принимает эти
 заряды; присущий ей эффект увеличивается это отноше-
 ние еще более. Отношения Лейденской банки могут быть
 рассмотрены при помощи пера. Если скоро начинать
 проследивать это явление, в нем возникает бы-
 строе электрическое колебание. Таким образом перо
 дает разряд, является трансформатором медленно
 колеблющихся разрядов bobины Дюклоара в весьма
 быстрое колебание. Степень этого колебания мы мо-
 жем измерить теоретически, а также измерить
 это микрометрически емкостью и коэффициентом само-
 индукции банки и цепи из различных. Подобрану
 весьма можно подобрать эти факторы так, чтобы
 период возникающего быстрого колебания находился в
 некотором определенном соотношении с периодом
 колебания первичного разряда bobины Дюклоара, был бы,
 например, на 1/10 или 1/20 выше периода.
 В противоположном случае вторичные колебания банки бу-
 дут гаснуть с первичными разрядами вместе и

будутъ нарушать правильное работу биржи
корреля. Бирже торговъ былъ канцелярскій кабинетъ, который
расположенъ надъ магазиномъ, въ которомъ погребъ евою,
опредѣленной емкости Лейденскаго банка.

Периодъ указанный канцелярскій весьма малъ и число по-
казаній въ секунду не превышаетъ сотенъ тысячъ или
даже миллионовъ. Для характеристики амплитуды коле-
баній укажемъ, что Лордъ Рэйлей въ своемъ опи-
сании наго разряда Лейденскаго банка гово-
ритъ о 25 миллионовъ колебаній въ секунду, а стало быть
периодъ одного колебанія въ секунду равенъ $\frac{1}{25}$ ми-
нутъ секунды. Чтобы составить себѣ представленіе
о малости этого промежутка времени, достаточно
вспомнить, что это можно такъ же какъ секунда,
какую долю года представляется сама секунда, ибо
въ году приблизительно 25 миллионовъ секундъ. Длина
волны такого колебанія будетъ около 1 метра. Но это
колебаніе еще въ 5000 разъ медленнее, нежели мед-
ленно изъ опредѣленныхъ волнъ, въ время тепло-
выхъ колебаній, длина волны которого превышаетъ

Длина

Длина 30

(Длины волн)

числомъ равно 0,02 м.м. По разложению
колебание представляется во всякомъ случаѣ то-
лько основной тонъ нашей банки.

Если основаніе предполагать, что разрывъ банки
черезъ нитку даетъ и все высшіе гармоническіе коле-
банія, происходящіе изъ менованія и взаимно прусы-
мленія стержня по колебанію и обращенію его
въ оснѣ Месса, то тогда имъ присуща гармоничность.

Ахри, какъ имъ сказано, увеличивается число элект-
рическихъ колебаній, но при этомъ какъ оказывается
ослабляется напряженность ихъ. Такимъ образомъ уве-
личить это напряженіе Месса подвергается элект-
рическимъ колебаніямъ по своему преобразованію.

Именно Лейденская банка разряжается черезъ пр-
вильную обмотку второго трансформатора, подра-
ного катушкѣ Рункова, но при этомъ обмотка
которой состоитъ только изъ одного ряда обмотокъ. (201)

Тогда по его численности выстраиваются колебанія во второ-
рой обмоткѣ этого трансформатора будутъ нахо-
диться весьма выстроены колебанія весьма напру-
женны. Если соединить конецъ этой второй обмотки

с разрядниками, то между ними иными-иными
небольшая, которая на первом взглагол повода некро
разряда Душарова сарига.

Однако она имеет некоторые интересные
свои свойства. Так она не производит того
неприятного и даже опасного физиологического при-
стия как сарига Душарова. Мы можем
сильно коснуться коснуться концов разрядника
и пропустить разряд через себя без вредных са-
мощей, тогда как наша первая бодина апро-
вено бы на нас весьма сильное воздействие.

Даже этот трансформатор способен про-
зводить электрические заряды, совершенно посто-
янные и даже электрические, которые можно получить
от электростатических машин.

1) Соединяя пружину в 90 м.м., а) при прикосновении
к разряднику; б) под влиянием металлической
пластинки; в) пропускание комбинации через на-
блюдатели.

2) Соединяя машин с одним электродом.
Медиа соединяет концы трансформатора

сг дѣлѣтъ металлизированнымъ пластмассамъ, введеннымъ на противоположенныхъ концахъ лампы.

Между этими пластмассами вводится лампочка или трубка безъ проводовъ. Точка свѣтится, хотя газъ лампы горѣть возмѣженъ.

Возвратившись къ вопросу, касающемуся Лейденскаго банка и разсмотримъ явление такъ называемаго кажущагося сопротивленія, которое представляетъ явление распространения внутреннихъ колебаній (resistance apparente). Было бы странно, что когда речь идетъ о распространении внутреннихъ колебаній нами представляется о проводникахъ и непроводникахъ совершенно игнорируется. „Обыкновенно, говоритъ Гертцъ, представляется себѣ проводники, какъ масса, которая способна передавать электричество; непроводники же представляютъ собой препятствіе: Но въ нашихъ случаяхъ (внутреннихъ колебаній) все распространение электрическихъ зарядовъ происходитъ черезъ непроводники, а проводники представляютъ непреодолимое препятствіе для внутреннихъ колебаній.“ Отъ этой точки зрѣнія проводники

металлическіх проводниковъ съ сѣткою индуктивныхъ
индуктивныхъ витковъ, такъ сказать, кенценпирру-
тисъ въ нѣхъ размѣстятъ а, н, и, которыхъ составятъ
либо изъ непроводниковъ, либо по крайнѣйшій изъ
болѣе плохихъ проводниковъ.

Заключены при Лейденской банке проводники
весьма малого сопротивления ($0,0007 \text{ Ohms}$). Для то-
ков (а) и (б) (стр 12-4) этого проводника соединены
вместе, и некоторую длину проема лампы
накаливания в 4-6 Volts. Квар этого находится
проектировать некра, лампы лампы, а провод-
ник соединен с нагретым.

Если бы мы пропустили через наши проводники
постоянный ток, то явление было бы как раз
обратное: сильнее грелся бы толстый проводник.
Какое же это дело, чтобы греется проводник только
нашу лампочку 6 volt гр. лампы условия, по-
режнему: в среднем ток гр 9000 ампер при-
дизителенно.

Вода соединит части, поименован с оборотом
соединит. (рис. 13.); она снова соединит.

Этим опытом указывается, что вихревые колебания
стремится распространяться через провод-
ники — углуб и разрыхленные пространство лампы,
и за счет этого в металлы.

Указание на конец на случай индукции при помо-
щи вихревых колебаний. Лампочка соединена с
проводником, согнутой спиралью в два оборота
(ср) ; если согнуть эту спираль на солено-
иде, то лампочка погаснет.

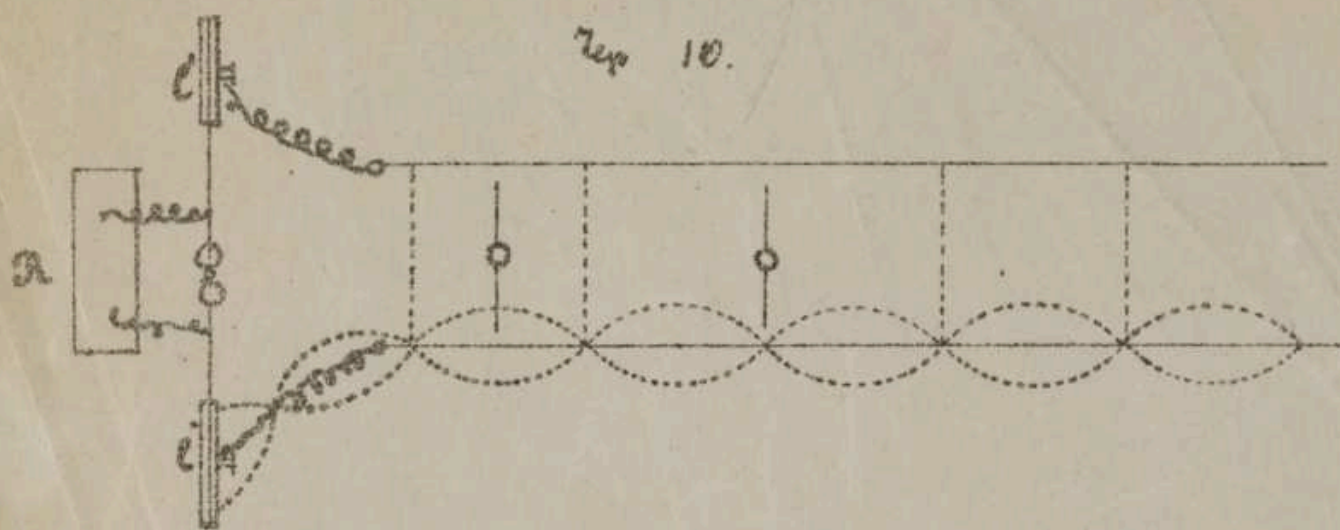
Конец

Издатели: В. Ушков.

А. Старицкий

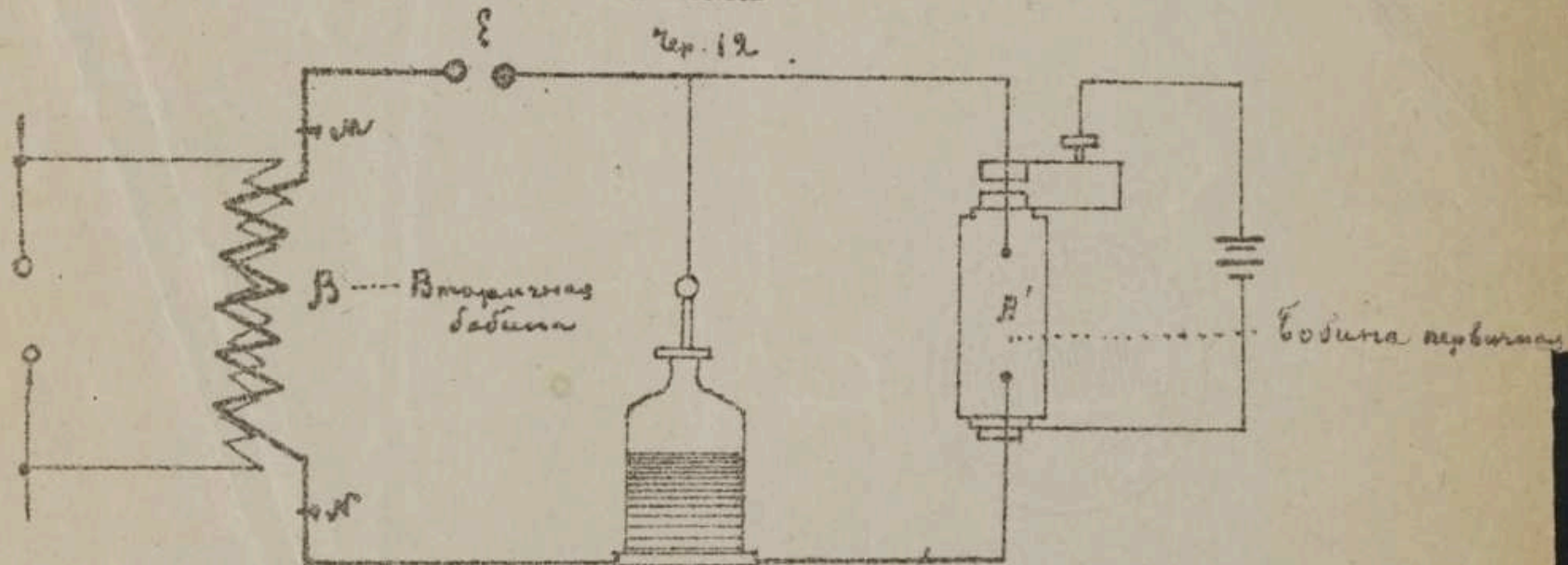
К. Иванов

Чер. 10.

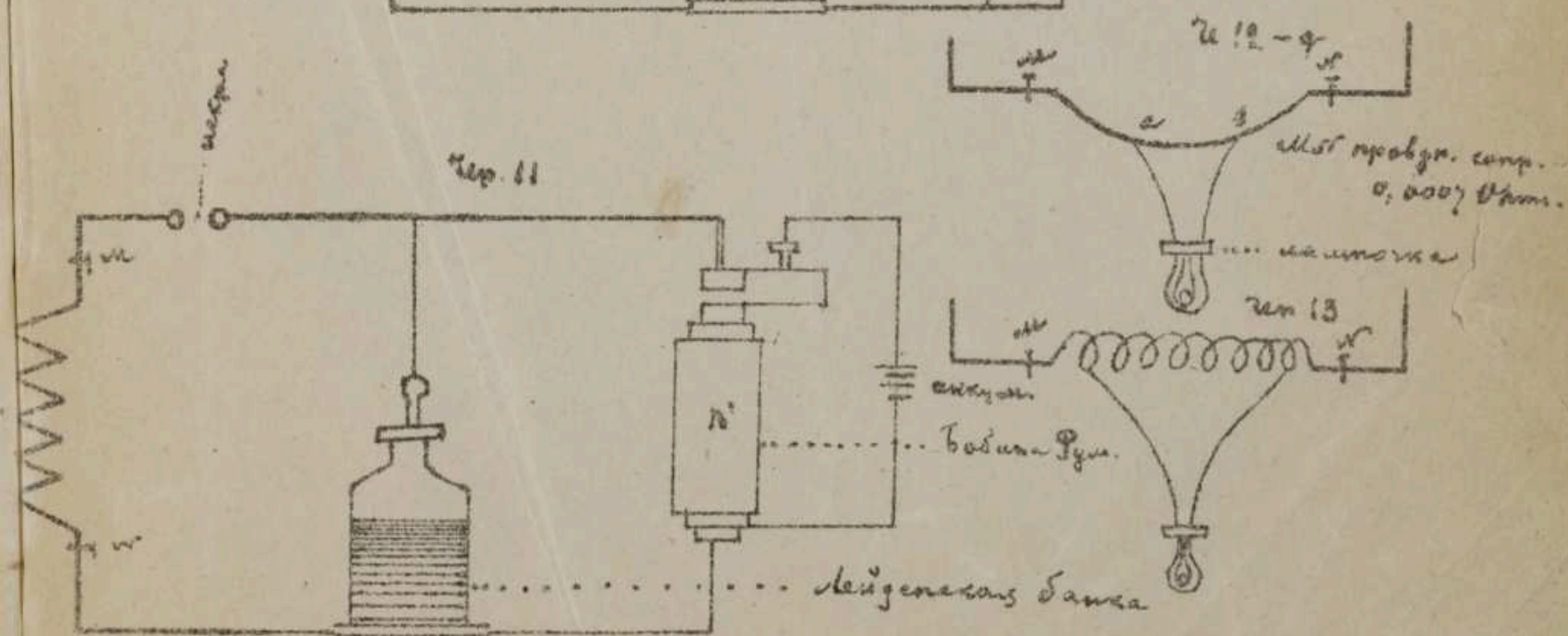


Схема

Чер. 12.



Чер. 11



Пыль в воздухе и в воде отчасти отталкивается