

629

ИНЖ. В. Н. МОЖАЕВ

ДЕП

M74

ЭЛЕКТРОБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

л.м. 6431



ОГНЗ · СЕЛЬХОЗГНЗ · 1934
МОСКВА · ЛЕНИНГРАД

59931

Инж. В. Н. Можяев

Электрoоборудованиe
тракторoв и автомобилей

№ 6431 1282053

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА



ОГКЗ  1984

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
КОЛХОЗНОЙ И СОВХОЗНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

188:2

Предлагаемая книга „Электрооборудование тракторов и автомобилей“ содержит в себе описание электроаппаратуры, устанавливаемой на распространенных в СССР тракторах и автомашинах. Кроме описания дается теоретическое и физическое обоснование явлений, дефекты оборудования, наиболее часто встречающиеся неполадки и методы их устранения.

Книга рассчитана на инженерно-технический персонал совхозов и МТС и может служить учебным пособием для вузов.

Издательство

1958

ОТДЕЛ ПЕРВЫЙ

ПРОЦЕССЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАЖИГАНИЯ

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАЖИГАНИЯ РАБОЧЕЙ СМЕСИ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В большинстве двигателей внутреннего сгорания (быстрого сгорания) воспламенение рабочей смеси достигается электрическим искровым разрядом, происходящим в сфере сжатой газовой смеси.

Получение искрового разряда достигается двояко: или путем размыкания внутри цилиндра цепи электрического тока, имеющей большой коэффициент самоиндукции (так называемое зажигание на отрыв), или путем создания электрической искры между двумя электродами (помещенными во внутрь цилиндра) вследствие подведенного к ним высокого напряжения.

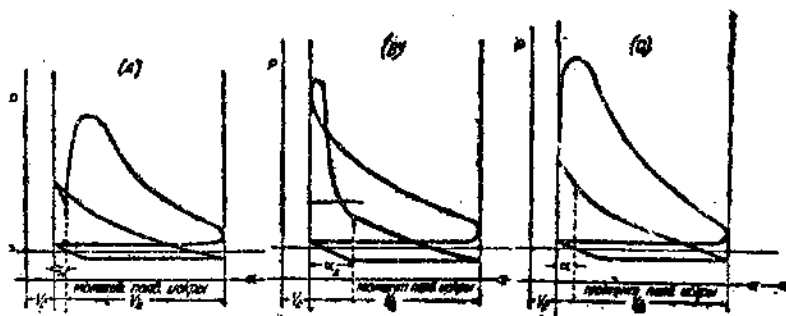


Рис. 1

Первый способ, т. е. зажигание смеси током низкого напряжения, за последние двадцать пять лет почти вышел из употребления и если встречается сейчас, то только на двигателях с малым числом оборотов коленчатого вала.

Второй способ, т. е. зажигание смеси током высокого напряжения, имеет в данное время наибольшее распространение. Для выяснения основных требований, предъявляемых к приборам зажигания газовой смеси, необходимо рассмотреть индикаторные диаграммы, снятые с двигателя, работающего при четырехтактном рабочем процессе (рис. 1 А).

На рис. 1 А представлена индикаторная диаграмма, снятая с двигателя, причем появление искрового разряда происходит, когда поршень пройдет свое крайнее положение, соответствующую

щее концу такта сжатия (так называемую верхнюю мертвую точку).

Из диаграммы видно, что максимальная ордината далеко отстоит от верхней мертвой точки и если ось абсцисс будет представлена не объемами, а углом поворота кривошипа (ход поршня соответствует повороту кривошипа на угол 180°), то можно сказать, что момент подачи воспламенения отсекает на оси абсцисс отрезок α_1 , который характеризует угол поворота кривошипа. В этот момент, вследствие увеличения объема, давление газов в цилиндре сильно возрасти не сможет и мощность, развиваемая двигателем в этом случае, будет меньше той, которую возможно получить при своевременном воспламенении смеси.

В связи с тем, что скорость горения рабочей смеси примерно равна $20+30$ м. в сек. и зависит от состава ее, температуры и других причин, то появление искрового разряда при положении поршня в мертвой точке или пройдя ее оказывается запоздавшим, так как вся смесь будет воспламенена позднее. Этот момент подачи воспламенителя называют поздним зажиганием.

На рис. 1В представлена индикаторная диаграмма, снятая с двигателя при чрезмерно раннем появлении искрового разряда. Из диаграммы видно, что воспламенитель был подведен много раньше, чем поршень успел достигнуть верхней мертвой точки, вследствие чего максимальное значение давления в цилиндре двигателя было достигнуто тогда, когда еще поршень двигался вверх.

Такое повышение давления препятствовало движению поршня и когда он достиг крайнего своего положения, то давление стало уменьшаться вследствие теплоотдачи газов стенкам камеры сжатия. Линия расширения газов пересечет линию увеличения давления. Площадь, заключенная в верхней петле, имеет отрицательное значение работы и мощности, полученная от двигателя, при этом будет меньше той, которую смогли бы мы получить. Отрезок абсциссы α_2 характеризует угол опережения подачи воспламенителя. Этот момент воспламенения смеси мы называем чрезмерно ранним зажиганием.

На рис. 1с представлена индикаторная диаграмма, снятая с двигателя при моменте появления искрового разряда, с учетом скорости горения газовой смеси и скорости движения поршня.

Из диаграммы видно, что момент подачи воспламенителя имеет некоторое опережение, но оно таково по величине, что петля не образуется, и максимальное значение ординаты давления находится близко к верхней мертвой точке.

Сравнивая площади трех индикаторных диаграмм, мы найдем, что наибольшая площадь будет получена в третьем случае с, а следовательно и мощность будут максимальна. Помимо повышения мощности нам удастся обнаружить, что нагрев двигателя в третьем случае будет меньше, чем в первых двух случаях.

Объяснение этому явлению можно дать следующее: в первом случае, т. е. при позднем зажигании, воспламенение смеси про-

исходит в момент, когда давление в цилиндре сжатой газовой смеси уменьшилось и скорость горения ее понизилась, вследствие чего смесь продолжает гореть в цилиндре, а не в камере сгорания и отдает большое количества тепла стенкам, вызывая перегрев двигателя.

Во втором случае, т. е. при чрезмерно раннем зажигании, появляются стуки в двигателе, слышимые в цилиндре и характерные металлическим звуком. Этот звук вызывается быстрым повышением давления на поршень при движении его вверх.

Перегрев двигателя при чрезмерно раннем зажигании надо отнести за счет того, что горение происходит при повышенном объеме, так же как и в первом случае.

В связи с необходимостью иметь всегда точную согласованность между моментом подачи воспламенителя и положением поршня требуется осуществление такого привода, при котором нарушение синхронизма в работе не могло иметь места. Привод той части прибора зажигания, от которой зависит момент появления искрового разряда, может быть цепным, зубчатым или винтовым. Фрикционные передачи для этой цели абсолютно непригодны.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРИБОРАМ ЗАЖИГАНИЯ

Двигатели внутреннего сгорания, устанавливаемые на автомобиле, тракторе и мотоцикле, имеют большой диапазон изменения числа оборотов коленчатого вала.

Если допустить, что скорость горения газовой смеси не изменяется при различном числе оборотов коленчатого вала, то можно сказать, что чем двигатель быстрее, тем меньше время поршень находится в верхней мертвой точке, и для того, чтобы вся газовая смесь была воспламенена при крайнем положении поршня, необходимо подводить воспламенитель с большим опережением при большем числе оборотов и меньшем опережении при малом числе оборотов коленчатого вала.

Зависимость между моментом появления искрового разряда и числом оборотов коленчатого вала представлена на рис. 2.

Из характеристики видно, что только на участке $b-c$ имеется прямолинейная зависимость. На участке $a-b$ и $c-d$ эта зависимость нарушена, на что повлияла скорость горения газовой смеси, а также и конструкция двигателя.

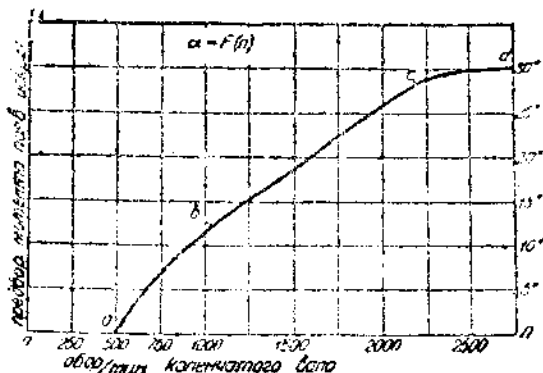


Рис. 2

Кривая $\alpha = F(n)$ показывает нам, что прибор зажигания должен допускать возможность регулирования подачи момента воспламенителя.

Данное регулирование в современных приборах зажигания достигается или под действием руки или действием автомата. По условиям эксплуатации механического транспорта желательно иметь и то и другое.

За последние годы особенно широкое применение получают двигатели, имеющие большое число оборотов коленчатого вала, так как при том же рабочем объеме цилиндра имеется возможность получить большую эффективную мощность. Нередко можно встретить двигатели с числом оборотов коленчатого вала 3 000—6 000 об/мин., и время, необходимое для сгорания смеси, оказывается недостаточным. С целью уменьшения времени горения воспламеняют газовую смесь не в одной точке, а в двух диаметрально противоположных. Применение двигателей с большим числом оборотов вала и большим числом цилиндров повысило требование к конструкции приборов зажигания, так как потребное число искровых разрядов доходит до 16 000—30 000 в мин. с точностью момента воспламенения до 1° — 2° .

О получении такого большого числа воспламенений в приборах низкого напряжения не может быть и речи, так как инерционные свойства системы прерывания слишком велики. С другой стороны, поместить прерыватель в камеру сгорания—значит подвергнуть его действию высоких температур, но его детали должны обладать достаточной теплопроводностью, чтобы они не накалились до такой температуры, при которой может возникнуть калильное зажигание.

Достаточную теплопроводность можно получить применением соответствующего металла, снабжая детали достаточным сечением. Это также увеличивает массу, имеющую возвратно-поступательное движение.

Действие высоких температур вызывает окисление металла контактов прерывателя, следствием чего восстановить электрическую цепь становится невозможным и прибор зажигания отказывается работать.

Большим недостатком также является необходимость в механическом приводе к прерывателю каждого цилиндра, что в значительной мере усложняет конструкцию прибора зажигания на отрыв.

Вышеупомянутые недостатки удалось устранить только применением тока высокого напряжения.

Искровой разряд высокого напряжения происходит между электродами запальной свечи, расстояние между которыми $0,5 \div 0,8$ мм.

Для получения искрового разряда на электродах свечи требуется различная величина приложенного напряжения. На нее влияет расстояние между электродами, форма их, давление газов, в среду которых помещены электроды, температура и химический состав этих газов. Зависимость величины пробивного напряжения от расстояния между электродами найдена опытным

путем и подтверждает закон Пашена на основании которого

$$V_2 = F(P \cdot l)$$

(при постоянной температуре и постоянном химическом составе) где

- P — давление в атмосферах,
- l — расстояние в м/м,
- V_2 — напряжение на электродах.

Зависимость между необходимой величиной пробивного напряжения на электродах свечи и давлением газа внутри цилиндра двигателя при $l = 0,5$ мм представлена в виде четырех кривых, построенных для различных температур (см. рис. 3).

Из кривых видно, что при пониженных температурах газа и при повышенном давлении требуется напряжение на электродах значительно выше. Для двигателя с нормальной степенью сжатия значение приложенного напряжения к электродам свечи меняется

на 100% в зависимости от температуры сжимаемых газов.

На основании кривых можно заключить, что в самых благоприятных условиях, при отсутствии копоти на изоляторе свечи, необходимое минимальное напряжение должно быть не ниже 10 000 вольт, если двигатель в холодном состоянии и имеет нормальную степень сжатия.

В нормальных условиях работы свечи образование нагара, хотя в самом незначительном количестве, имеет место, а так как копоть является токопроводящим веществом и шунтирует электроды свечи, то для получения искрового разряда требуется напряжение порядка 15 000 — 20 000 вольт. Получение таких высоких напряжений мы и рассмотрим.

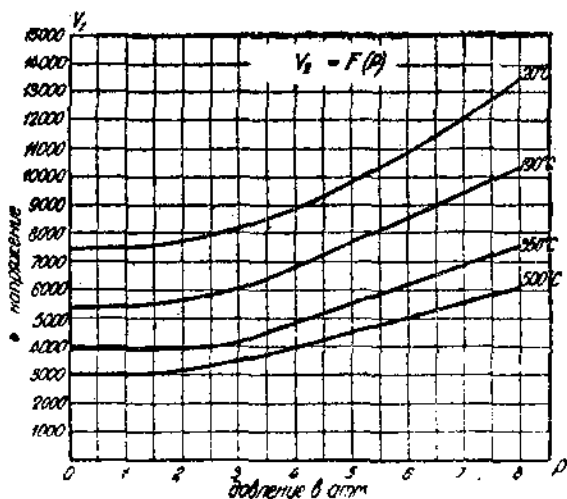


Рис. 3

ОТДЕЛ ВТОРОЙ

ПРИБОРЫ ЗАЖИГАНИЯ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ТЕОРИЯ ИСКРЫ

Чтобы представить себе работу прибора зажигания, в котором при помощи спирали Румкорфа получается высокое напряжение, воспользуемся принципиальной схемой (см. рис. 4). При замыкании контактов в прерывателе, в первичной обмотке появляется ток, вызванный Э. Д. С. аккумуляторной батареи. Появившийся ток создаст магнитное поле в железном сердечнике. Если произвести размыкание первичной цепи, запасенная электромагнитная энергия частично устремится к месту разрыва цепи.

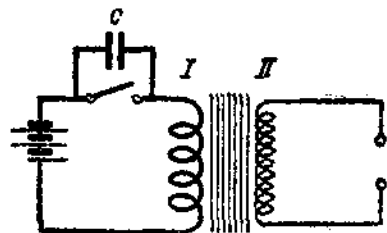


Рис. 4

данном случае двух шаров, расположенных на концах вторичной обмотки).

При этом потенциал заряда шаров настолько повышается, что происходит искровой разряд между ними. Время, за которое происходит заряд вторичных емкостей, настолько мало, что измеряется микросекундами.

Рассмотрим подробнее искровой разряд.

При повышении потенциала шаров пространство между ними ионизируется вначале незначительно, и проводимость его почти не изменяется. Так как напряжение на зажимах вторичной обмотки продолжает увеличиваться, то и сила тока повышается. Повышение силы тока достигает предельного значения так называемого тока насыщения, и если напряжение еще повысить, то сила тока резко повысится. Это вызвано быстрым повышением проводимости пространства, в котором вследствие большой скорости ионов происходит ионизация молекул газа.

При дальнейшем повышении напряжения на шарах, положительные ионы приобретают большие скорости и повышают ионизацию пространства. Одновременно с этим значительно повысится поток электронов, принимая вид искры. Кривая изме-

нения силы тока в газовом пространстве между шарами представлена на рис. 5.

После появления искры через несколько сотысячных долей секунды поверхность электродов приобретает такую высокую температуру, что металл их испаряется и еще увеличивает ионизацию. Вследствие колебательного разряда конденсатора в первичной обмотке, во вторичной цепи появляется переменный ток, вызванный переменной Э. Д. С. вторичной обмотки. Переменный ток питает вольтову дугу, возникающую в ионизированном пространстве после искрового разряда. Длительность дугового разряда значительно больше искрового разряда и измеряется тысячными долями секунды.

Как искровой, так и дуговой разряды не подчиняются закону Ома, так как с увеличением силы тока ионизация пространства увеличивается, проводимость его повышается и напряжение на электродах быстро падает.

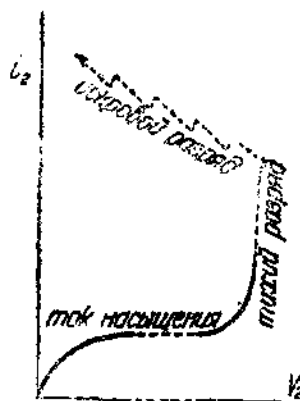


Рис. 5

ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ БАТАРЕЙНОМ ЗАЖИГАНИИ

Создание магнитного потока в сердечнике катушки

На рис. 6 представлена схема соединения первичной обмотки трансформатора с аккумуляторной батареей. При замыкании прерывателя первичной обмотки трансформатора появляется ток, изменяющийся по величине от 0 до I . В связи с этим магнитный поток изменяется от 0 до Φ . При изменении магнитного потока в обмотке будет индуцироваться Э. Д. С., величина которой

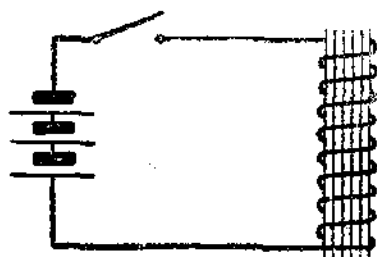


Рис. 6

При изменении магнитного потока в обмотке будет индуцироваться Э. Д. С., величина которой

$$E_c = - W \frac{d\phi}{dt} 10^{-8}$$

или

$$E_c = - L \frac{di}{dt}$$

Следовательно в период изменения силы тока в нашем замкнутом контуре будут действовать две электродвижущих силы

E_b — Э. Д. С. аккумуляторной батареи.

E_c — Э. Д. С. самоиндукции,

L — коэффициент самоиндукции.

На основании второго закона Кирхгофа напишем для нашего

контура

$$E_a - L \frac{di}{dt} = iR$$

где

i — мгновенное значение силы тока,
 R — омическое сопротивление контура.

Перепишем уравнение так:

$$L \frac{di}{dt} = E_a - iR$$

Разделяя переменные, получим

$$\frac{L}{dt} = \frac{E_a - iR}{di}$$

не нарушая равенства можно написать

$$\frac{dt}{L} = \frac{di}{E_a - iR}$$

Интегрируя выражение от 0 до t и 0 до i , получим зависимость изменения силы тока от времени замкнутого состояния цепи

$$\int_0^t \frac{dt}{L} = \int_0^i \frac{di}{E_a - iR}$$

откуда

$$\frac{t}{L} = -\frac{1}{R} \ln \frac{E_a - iR}{E_a}$$

или

$$\frac{E_a - iR}{E_a} = e^{-\frac{R}{L} t}$$

и в окончательном виде

$$i = \frac{E_a}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L} t} \right) \quad (1)$$

На основании полученного уравнения заключаем: чем меньше время контакты прерывателя находятся в замкнутом состоянии, тем меньшего значения достигает сила тока.

Из рассмотренной схемы 4 мы установили, что появление искрового разряда высокого напряжения возможно только при размыкании контактов прерывателя, и необходимое число замыканий первичной цепи находится в зависимости от числа оборотов коленчатого вала двигателя, числа цилиндров его и рабочего процесса данного двигателя (т. е. четырехтактный или двухтактный).

Число замыканий не может быть неравным числу размыканий, но из этого нельзя заключить, что время замкнутого состояния контактов равно времени разомкнутого состояния их.

На рис. 7 представлен механический прерыватель первичной цепи. В этом прерывателе кулачковая шайба III получает привод от четырехцилиндрового четырехтактного двигателя и форма ее ясно показывает, что контакты находятся большее время t в замкнутом состоянии, чем в разомкнутом.

Обозначим

n — число оборотов коленчатого вала в минуту,

z — число цилиндров.

Тогда f_m — число размыканий и замыканий в минуту будет равно

$$f_m = \frac{nz}{2}$$

(Цифру —2 в знаменатель ставят при четырехтактных двигателях).

В одну секунду

$$f_s = \frac{n \cdot z}{60 \cdot 2}$$

Так как число периодов (т. е. замыканий и размыканий в одну секунду) равно f_s , то время T приходящееся на один период, будет равно обратной величине, т. е.

$$T = \frac{1}{f_s}$$

или

$$T = \frac{60 \cdot 2}{n \cdot z}$$

Обозначим отношение времени замкнутого состояния контактов t к полному периоду T через σ , т. е.

$$\frac{t}{T} = \sigma \quad t = \sigma T \quad (2)$$

Причем коэффициент σ для прерывателей находится в пределах 0,3—0,8.

Подставим значение T в уравнение 2, тогда

$$t = \sigma \frac{120}{nz}$$

и значение t подставим в формулу (1)

$$i = \frac{E_b}{R} \left(1 - e^{-\frac{R \cdot 120}{L \cdot n \cdot z} \sigma} \right)$$

На основании полученного выражения можно сделать следующий вывод:

1. Чем больше Э.Д.С. аккумуляторной батареи, тем больше сила тока в первичной обмотке.

2. При меньшем числе оборотов вала двигателя и меньшем числе цилиндров, обслуживаемых прерывателем, сила тока в первичной обмотке больше, так как контакты прерывателя длительнее находятся в замкнутом состоянии.

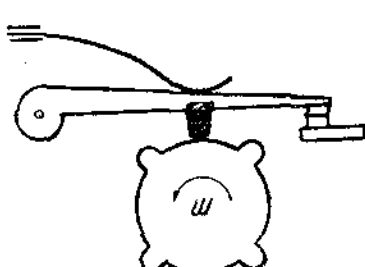


Рис. 7

3. Увеличение коэффициента самоиндукции способствует уменьшению силы тока в первичной обмотке.

В подтверждение полученных результатов приводим осциллограммы, снятые при различном числе оборотов двигателя (см. рис. 8, а также кривую зависимости между силой тока в первичной обмотке и числом оборотов автомобильного двигателя фирмы Форд, Мод. А. А (см. рис. 9).

Осциллограммы и кривая изменения силы тока, снятая при работе бобины „Форд“, показывают уменьшение силы тока в первичной обмотке, а следовательно и уменьшение величины магнитного потока, вызывая уменьшение запасенной энергии сердечником. Это вызывает уменьшение напряжения на электродах свечи и ослабевает искровой разряд.

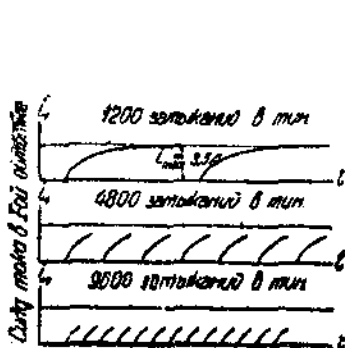


Рис. 8

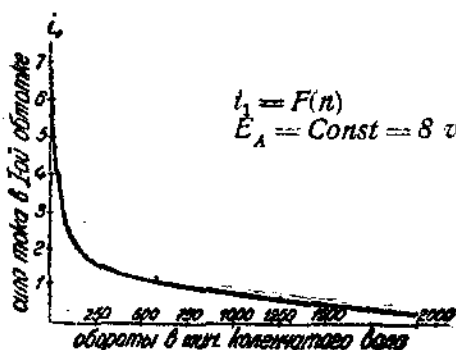


Рис. 9

Воспрепятствовать уменьшению силы тока, которая должна восстановиться в катушке к моменту размыкания контактов, можно различными способами, а именно:

1. Приданием соответствующей формы кулачковой шайбе в целях увеличения коэффициента σ .
2. Установкой двух прерывателей, параллельно включенных между собою и работающих поочередно.
3. Уменьшением активного сопротивления.
4. Уменьшением числа обслуживаемых цилиндров одной бобиной.
5. Уменьшением коэффициента самоиндукции первичной обмотки.

Рассмотрим каждый способ в отдельности и дадим оценку.

1. На рис. 10 представлены три кулачка с различным очертанием. Кулачок *a* дает явно выраженную характеристику кратковременности разомкнутого состояния контактов. Благодаря быстрому подъему при размыкании и крутому спуску при замыкании происходит вибрация молоточка прерывателя, когда последний своим контактом касается контакта наковальни. Вибрация контактов препятствует восстановлению первичной цепи и такое очертание кулачка не может удовлетворить поставленным целям. Частично уменьшить вибрацию контактов можно, применяя более

другую пружину, но тогда выступает новый недостаток — быстрое разрушение металла контактов.

Более рациональным очертанием снабжен кулачок, представленный на рис. 10 б, так как эта форма выступов дает более плавное опускание молоточка.

На рис. 10 с представлен кулачок, устанавливаемый на двигателе, для которого число искр не требуется свыше 4000—4500 в мин.

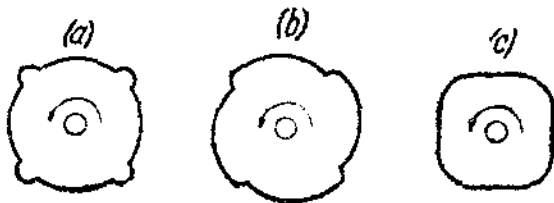


Рис. 10

2. Если при том же числе цилиндров и том же числе оборотов в минуту коленчатого вала уменьшить число выступов на кулачковой шайбе вдвое и поставить два прерывателя (см. рис. 11), работающие поочередно, причем, если один молоточек подымается, то другой опускается для замыкания, и время замкнутого состояния цепи увеличивается, а так как число качаний каждого молоточка меньше, то возможность вибрарования уменьшается и цепь восстанавливается полностью. Этот способ способствует сохранности контактов и улучшает восстановление тока.

3. Для уяснения третьего способа допустим такое упрощение. Будем считать, что в первичной обмотке ток изменяется синусоидально.

Тогда из понятий о переменном токе можем сказать, что в первичной обмотке при различном числе периодов будет и различное сопротивление, т. е.

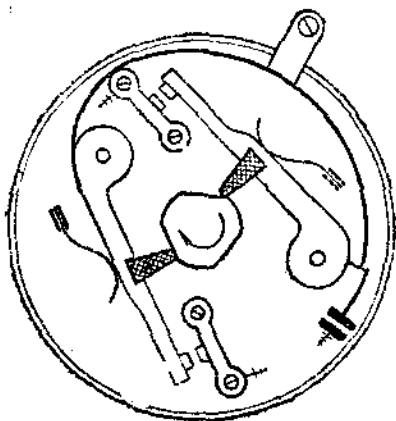


Рис. 11

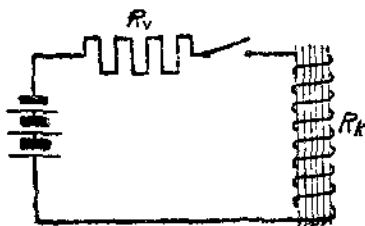


Рис. 12

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Z — полное или кажущееся сопротивление цепи,
 R — активное сопротивление первой обмотки,
 X — индуктивное сопротивление ее.

Если последовательно с первичной обмоткой включить омическое сопротивление R_p , изготовленное из материала с большим температурным коэффициентом (напр., из железа) (см. рис. 12), то при малом числе размыканий индуктивное сопротивление будет незначительно. Активное сопротивление катушки возьмем очень малым, но так как последовательно с ним включено дополнительное сопротивление, то сила тока не достигнет больших значений.

На основании закона Ома для цепи переменного тока можно написать

$$I = \frac{V}{Z}$$

На рис. 13 представлен треугольник сопротивлений, где

- R_k — активное сопротивление первичной обмотки,
- X'' — индуктивное сопротивление при малом числе размыканий,
- Z'' — кажущееся сопротивление при малом числе размыканий,
- R_v'' — сопротивление реостата при большой силе тока,
- $X', Z',$ и R_v' при большом числе размыканий.

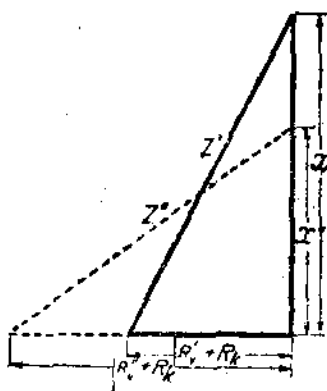


Рис. 13

Вследствие малого индуктивного сопротивления сила тока будет достаточна, чтобы выделенное количество тепла, равное по закону Джоуля $Q = 0,24 I^2 R t$, повысило температуру дополнительного сопротивления.

Вследствие большого температурного коэффициента проволоки реостата его сопротивление увеличится и не допустит появления чрезмерной силы тока в первичной обмотке, способной нагреть ее.

Если повысить число размыканий, то индуктивное сопротивление повысится, кажущееся сопротивление также возрастет. И так как Э. Д. С. аккумуляторной батареи остается прежней,

то сила тока в цепи уменьшится и температура реостата понизится.

При понижении температуры активная проводимость увеличится и сила тока примет прежнее значение.

Этот железный реостат называется вариатором, так как он варьирует силу тока.

Можно так подобрать вариатор и активное сопротивление катушки, что величина кажущегося сопротивления всей цепи останется почти неизменной при различном числе размыканий, т. е. гипотенуза Z будет менять положение в координатной системе, мало изменяясь по величине.

Иметь силу тока постоянной в первичной обмотке практически и не требуется, так как при повышении числа оборотов

двигателя температура сжимаемой газовой смеси повышается, она воспламеняется легче и необходимое напряжение на электродах свечи требуется значительно ниже.

Помимо основной регулирующей роли вариатор выполняет и роль предохранителя, так как при остановленном двигателе и замкнутых контактах прерывателя индуктивное сопротивление равно нулю и нагрев вариатора настолько велик (а следовательно велико его сопротивление), что bobина не нагревается выше $70-80^{\circ}\text{C}$ и ее изоляции не грозит опасность.

Нередко в таких случаях вариатор даже перегорает, но bobина остается неповрежденной.

4. На современных многоцилиндровых двигателях в целях восстановления тока устанавливают две bobины и два прерывателя (напр. автомобиль Линкольн). В этом случае условия работы каждого прерывателя и каждой bobины остаются те же, какие были и на двигателе с малым числом цилиндров, так как количество обслуживаемых цилиндров, приходящихся на один прерыватель, не изменилось.

5. Уменьшение коэффициента самоиндукции невыгодно, так как от его величины зависит индуктированная Э.Д.С. во вторичной обмотке и его не стараются уменьшать.

Получение высокого напряжения на зажимах вторичной обмотки

Если произвести размыкание цепи, в которой восстановили ток, то в первичной обмотке появится вновь Э.Д.С. самоиндукции, но имеющая то же направление, что и убывающий ток.

Величина Э.Д.С. самоиндукции при размыкании будет равна

$$E_s = -L \frac{di}{dt}$$

и так как длительность размыкания ничтожно мала, то скорость убывания тока

будет велика. Возникшая Э.Д.С. самоиндукции создаст на разомкнутых контактах прерывателя достаточное напряжение, чтобы вызвать искровой разряд в пространстве между ними.

В целях повышения Э.Д.С. во вторичной обмотке желательно иметь максимальную скорость изменения магнитного потока в сердечнике трансформатора.

Появление искры в пространстве между контактами прерывателя показывает наличие тока в обмотке, а следовательно и наличие магнитного поля в сердечнике.

С целью ускорить убывание тока в первичной обмотке, контакты прерывателя шунтируют емкостным сопротивлением (конденсатором c) (см. рис. 14).

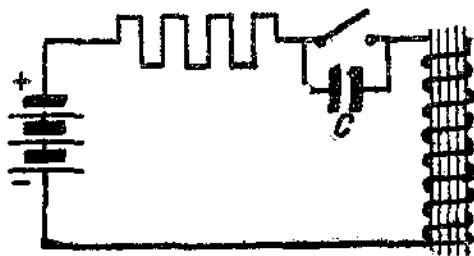


Рис. 14

Емкость конденсатора берется значительно больше емкости воздушного промежутка, заключенного между разомкнутыми контактами прерывателя, а следовательно (на основании первого закона Кирхгофа), в шунт ответвится большая сила тока размыкания (экстраток) и возможность появления искрового разряда между контактами уменьшится.

Полученный заряд конденсатором вызовет появление емкостного тока в первичной обмотке, но так как при первом импульсе разряда, его направление будет обратно тому, которое имел ток при заряде, то процесс размагничивания сердечника ускорится, тем самым способствуя повышению напряжения на электродах свечи.

При разомкнутых контактах прерывателя, катушка самоиндукции (первичная обмотка трансформатора) включена последовательно с емкостью. Аккумуляторная батарея в это время является токопроводящим участком цепи и ее Э.Д.С. мы пренебрегаем, так как она ничтожно мала по сравнению с Э.Д.С. самоиндукции.

Из курса электротехники известно, что наличие емкости и самоиндукции в цепи создает колебательный контур, в котором циркулирует ток, представляющий колебательный разряд конденсатора.

Активное сопротивление в контуре вызывает потерю электромагнитной энергии, преобразуя ее в Джоулево тепло, следствием чего колебательный разряд имеет затухающую характеристику.

Для получения большей индуктированной Э.Д.С. во вторичной обмотке необходимо иметь большую Э.Д.С. в первичной обмотке (при том же отношении числа витков вторичной обмотки W_2 к числу витков первичной W_1).

Но величина Э.Д.С. самоиндукции в первичной обмотке прямо пропорциональна силе тока, восстановленной в ней к моменту размыкания, прямо пропорциональна коэффициенту самоиндукции и обратно пропорциональна емкости конденсатора, шунтирующего разрыв цепи. Откуда следует, что увеличивать емкость конденсатора невыгодно, так как это вызовет уменьшение вторичной Э.Д.С.

Следовательно емкость конденсатора должна быть по возможности меньше, однако не допуская появления искры, которая замедлит убывание тока, и разрушительно повлияет на металл контактов.

Увеличение Э.Д.С. самоиндукции в первичной обмотке путем увеличения коэффициента самоиндукции не выгодно, так как повысить его можно за счет увеличения числа витков, а это уменьшит коэффициент трансформации, а так же затруднит возможность восстановления тока к моменту размыкания первичной цепи (за тот же промежуток времени).

Величина коэффициента самоиндукции должна быть таковой, чтобы удовлетворить требования, предъявляемые к п. ибору зажигания при большом числе оборотов коленчатого вала.

Факторы, влияющие на величину напряжения на электродах свечи

Электроды, между которыми появляется искровой разряд, располагаются в запальной свече. Запальная свеча состоит из металлического корпуса, ввертываемого в камеру сгорания. В корпусе укреплен изолятор, в который заключен центральный электрод. Второй электрод укреплен к металлическому корпусу свечи.

Величина напряжения на электродах свечи зависит не только от величины Э.Д.С., индуктированной во вторичной обмотке, но и от состояния самой свечи.

Так как изолятор свечи имеет соприкосновение с горящими газами в цилиндре двигателя, то его поверхность покрывается слоем копоти. Этот слой является токопроводящим и шунтирует электроды свечи. Чем больше будет отложение нагара на изоляторе, тем больше проводимость у шунта. Увеличение проводимости уменьшает разность потенциалов на электродах. Уменьшение сопротивления свечи способствует преждевременному появлению тока во вторичной обмотке, и поле, созданное им, будет препятствовать убыванию основного магнитного потока, созданного током в первичной обмотке до момента размыкания.

Это вызывает уменьшение индуктированной Э.Д.С. во вторичной обмотке. Казалось бы достаточно повысить число витков вторичной обмотки и можно было бы компенсировать уменьшение Э.Д.С., но увеличить число витков вторичной обмотки значит, что при том же вторичном токе, какой был при малом сопротивлении свечи, мы имели бы большее число ампервитков, препятствующих убыванию магнитного потока сердечника.

Различное состояние свечи предъявляет и различные требования к прибору зажигания. При работе с незагрязненными свечами, чем больше отношение $\frac{W_2}{W_1}$, тем выше напряжение на электродах. При работе со свечами, изолятор которых имеет пониженное сопротивление, желательно иметь меньшее отношение.

Эти два противоречивых требования удастся разрешить введением во вторичную цепь дополнительного искрового промежутка, расположенного вне цилиндра двигателя.

Наличие дополнительного промежутка вследствие его большого сопротивления препятствует преждевременному появлению тока во вторичной обмотке и устраняет возможность появления поля обмотки, препятствующего убыванию основного магнитного потока сердечника трансформатора, благодаря чему повышается напряжение на зажимах вторичной обмотки и вторичная емкость (представленная воздушным промежутком между проводниками высокого напряжения и „массой“) будет заряжена.

Как только напряжение окажется достаточным, чтобы пробить дополнительный промежуток, появляется искровой разряд, причем количество электричества, запасенное во вторичной емкости, в течении нескольких сотысячных долей секунды разряжается

между электродами дополнительного промежутка и в шунтирующем сопротивлении свечи R_m .

Так как по шунту проходит значительная сила тока, то разность потенциалов на электродах свечи повышается и пространство между ними настолько ионизируется, что появляется искра. Проходящий ток по шунту вызывает выделение тепла, достаточное для сжигания копоти, и происходит очищение изолятора свечи.

Величина дополнительного промежутка бывает в пределах 0,5—1,5 мм и увеличивать его не следует, так как напряжение может достигнуть таких значений, при которых изоляция вторичной обмотки будет пробита и прибор зажигания откажет работать.

ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ЗАЖИГАНИИ ОТ МАГНЕТО

Мы видели, что для получения высокого напряжения от bobины необходимо иметь источник электрической энергии, питающий первичную обмотку. Нередко желательно иметь прибор зажигания, который давал бы возможность получить высокое напряжение независимо от посторонних источников электрической энергии. Таким прибором зажигания является магнето высокого напряжения.

Магнето представляет комбинацию двух машин в одном агрегате: машины генератора с трансформатором. Генерирование электрической энергии в первичной обмотке трансформатора достигается путем изменения величины магнитного потока в его сердечнике, создаваемого постоянными магнитами. Работа повышающего его трансформатора почти ничем не отличается от работы bobины.

Кратко весь процесс получения высокого напряжения в магнето заключается в следующем: при изменении величины магнитного потока в сердечнике трансформатора, в первичной обмотке индуцируется Э.Д.С. Если произвести замыкание этой обмотки, то под действием Э.Д.С. в ней появится электрический ток, создающий в сердечнике свое поле. При размыкании контактов прерывателя первичной обмотки возникает Э.Д.С. самоиндукции, превышающая в несколько раз основную, индуцированную Э.Д.С. от магнитного потока постоянных магнитов.

При соответствующем коэффициенте трансформации, во вторичной обмотке индуцируется Э.Д.С., достаточная для получения искрового разряда на электродах свечи.

Магнето с неподвижными обмотками

Рассмотрим процесс получения Э.Д.С. в первичной обмотке неподвижно установленного трансформатора.

На рис. 15 представлены магнитная цепь и первичная обмотка магнето, имеющего неподвижный трансформатор и вращающийся магнит.

На рис. 16 изображены четыре положения магнита и соответствующие этим положениям величины и направление магнитного потока в сердечнике трансформатора.

Разомкнутое состояние первичной обмотки. Из курса электротехники известно, что при всяком изменении величины магнитного потока в обмотке индуцируется Э.Д.С., значение которой определяется по формуле

$$E = -W \frac{d\phi}{dt} 10^{-8} \text{ вольт} \quad (1)$$

Так как магнитный поток в сердечнике изменяется по величине и по направлению, то и индуцируемая Э.Д.С. будет так же меняться и по величине и по направлению.

На рис. 16 представлена кривая изменения величины магнитного потока в сердечнике трансформатора, как функция угла α поворота магнита (при разомкнутой первичной обмотке).

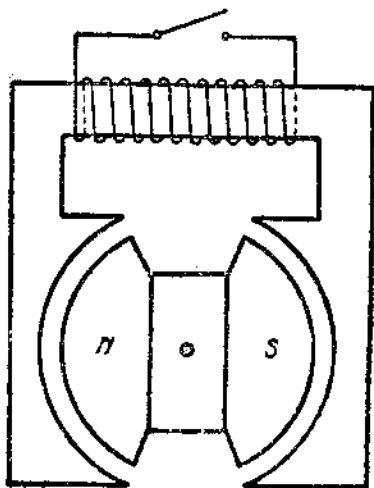


Рис. 15

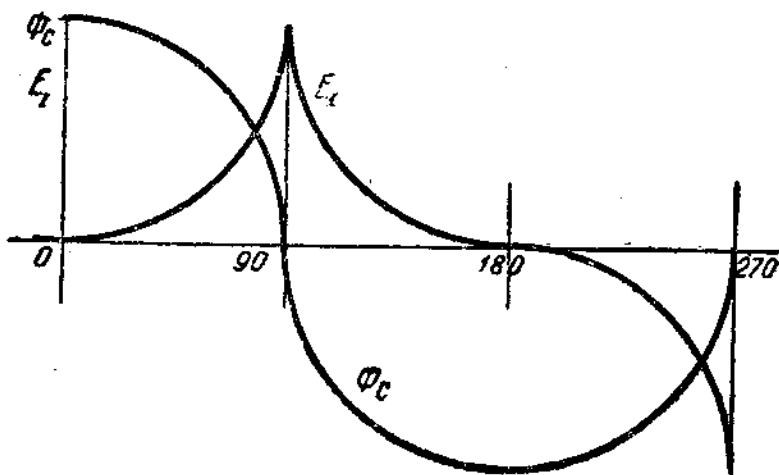
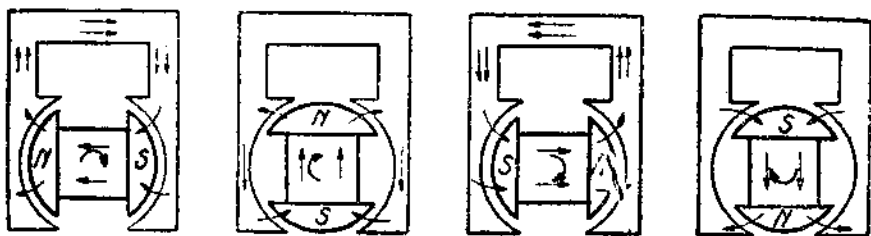


Рис. 16

Если выразим время t через угловую скорость вращения магнитного потока, т. е.

$$\omega = \frac{\alpha}{t}, \text{ откуда } t = \frac{\alpha}{\omega}$$

и подставим значение t в формулу (1), то

$$E = -\omega W, \frac{d\phi}{d\alpha} 10^{-8}$$

Если известна кривая изменения магнитного потока, то легко построить кривую изменения Э.Д.С. в зависимости от угла поворота магнита. Ее вид представлен на рис. 16.

Значение амплитуды Э.Д.С. в первичной обмотке современных магнето равно 20–40 вольт.

Замкнутое состояние первичной обмотки. При замкнутых контактах прерывателя в первичной обмотке под действием Э.Д.С. появляется ток, создающий собственное магнитное поле в сердечнике трансформатора.

Наличие двух магнитных потоков, т. е. поток магнита и поток сердечника, вызывает появление результирующего поля, которое сдвинуто на угол β относительно поля магнита в сторону, обратную вращению. Это явление называется реакцией якоря. Его мы и рассмотрим.

На рис. 17 представлена магнитная система с расположенной на сердечнике замкнутой первичной обмоткой. При повороте магнита в сердечнике изменяется магнитный поток и индуктированная Э.Д.С. в обмотке вызывает появление тока, имеющего направление, указанное на рисунке стрелками. При этом сердечник трансформатора приобретает полярность: справа N и слева S .

Изобразим вектором Φ_m —магнитный поток, созданный током в обмотке, и вектором Φ_n —магнитный поток постоянного магнита. Направление их известно, величина же их также может быть определена. Достаточно произвести геометрическое суммирование, чтобы найти величину и направление результирующего потока Φ_R .

В связи с этим максимальное значение напряжения в первичной обмотке будет при повороте магнита от горизонтали на угол $90^\circ + \beta$. Но первичная обмотка обладает самоиндукцией, наличие которой вызывает сдвиг на угол φ между током и напряжением и максимальное значение силы тока в обмотке будет при повороте магнита на угол $90^\circ + \beta + \varphi$. Обозначим $\beta + \varphi = \alpha$.

В связи с этим максимальное значение напряжения в первичной обмотке будет при повороте магнита от горизонтали на угол $90^\circ + \beta$. Но первичная обмотка обладает самоиндукцией, наличие которой вызывает сдвиг на угол φ между током и напряжением и максимальное значение силы тока в обмотке будет при повороте магнита на угол $90^\circ + \beta + \varphi$. Обозначим $\beta + \varphi = \alpha$.

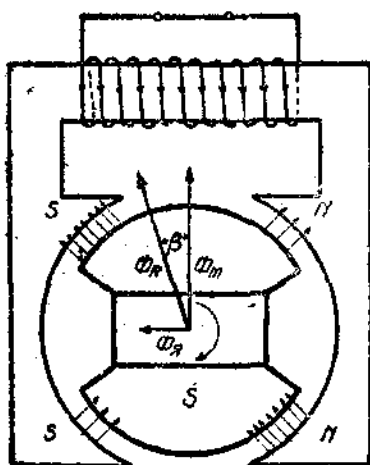


Рис. 17

Помимо смещения магнитного потока произойдет перераспределение магнитного поля в полюсных наконечниках постоянного магнита, причем на верхнем полюсном наконечнике слева магнитная индукция будет больше чем справа, а на нижнем полюсном наконечнике — наоборот.

Перераспределение магнитной индукции повлияет на кривую изменения напряжения в первичной обмотке, а также на кривую силы тока в ней.

На рис. 18 представлена характеристика Φ_R , V_I и i_I в зависимости от угла поворота магнита, причем эффективное значение силы тока почти не изменяется при изменении числа оборотов магнита в пределах 400—4 000 об/мин. Объясняется это тем, что

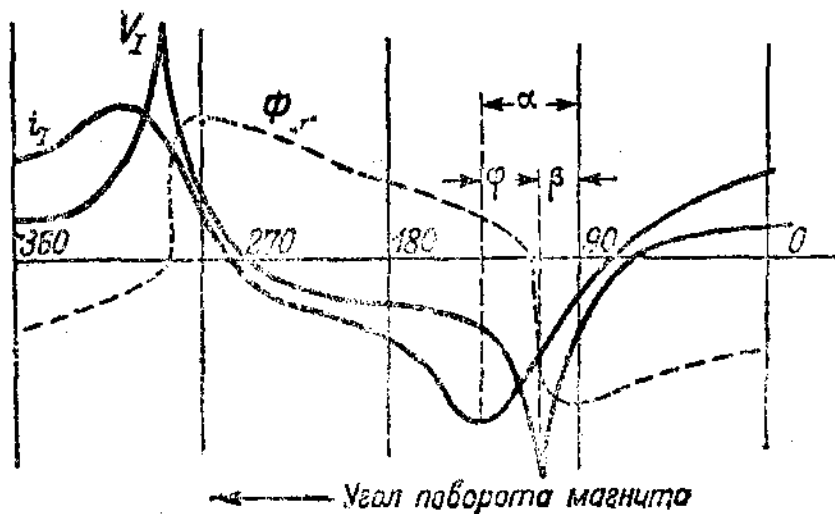


Рис. 18

с увеличением числа оборотов, т. е. с увеличением частоты, индуктированная Э.Д.С. в обмотке увеличивается, но одновременно увеличивается индуктивное сопротивление, находящееся также в прямой зависимости от частоты.

Размыкание первичной обмотки. Процессы, протекающие при размыкании первичной обмотки, почти не отличаются от процесса, происходящего в бобине, которые будут рассмотрены подробно в дальнейшем. Причем величина вторичного напряжения в магнето находится в той же зависимости, что и в бобине.

Для получения максимального значения вторичного напряжения необходимо производить размыкание первичной цепи, когда мгновенное значение силы тока так же максимально, и наимыгоднейший момент размыкания цепи будет отстоять от горизонтали на угол $(90 + \alpha)$, т. е. когда полюсный наконечник магнита отойдет на некоторую величину от сердечника трансформатора (см. рис. 19).

По условиям эксплуатации двигателей внутреннего сгорания на тракторах, автомобилях и мотоциклах, им приходится работать при различном числе оборотов коленчатого вала, вследствие чего необходимо изменять момент воспламенения газовой смеси. Достигается это различными или путем смещения магнита относительно коленчатого вала, или перемещением прерывателя относительно магнита.

Примечание. Первый способ будет рассмотрен в дальнейшем, так как не имеет электрической и магнитной связи. Второй же способ имеет тесную связь с изменением величины магнитного потока, его (способ) мы и рассмотрим.

На рисунке 20 представлено несколько кривых изменения силы тока, снятых при различном числе оборотов и различном

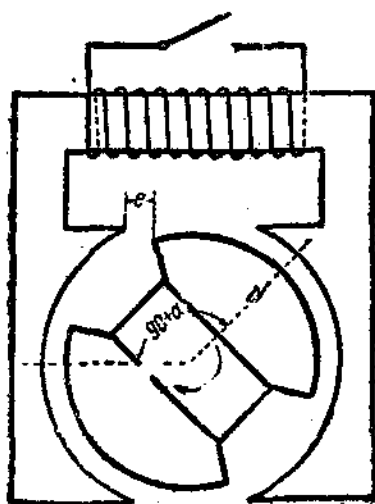


Рис. 19

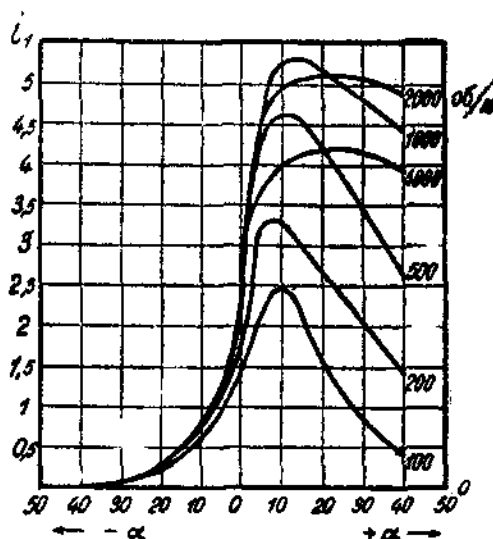


Рис. 20

положении ротора (вращающаяся часть магнето) в момент замыкания контактов прерывателя. Все кривые имеют ярко выраженный характер возрастания силы тока при положении ротора, отличном от горизонтали на угол $\sim 90^\circ$. На графике 0 соответствует повороту магнита на $\angle 90^\circ$

Из характера кривых видно, что максимальное значение силы тока сдвинуто на угол $\alpha \cong 5 \div 10^\circ$.

Если произвести замыкание контактов, когда $\angle \alpha \cong 20 \div 40^\circ$, то сила тока становится настолько малой (в особенности при числе оборотов 100 \div 200 в мин.), что получить напряжение, достаточное для создания искрового разряда на электродах свечи, становится затруднительным.

Известно, что при пуске двигателя необходимо установить позднее зажигание, чтобы не получить обратного удара, но пусковое число оборотов находится в пределах 80 \div 100, следовательно обеспечить пуск можно или повышением числа

оборотов ротора (применение импульсатора) или прилавием соответствующего характера изменению силы тока.

Примечание. Применение и устройства импульсаторов (ускорителей) будет изложено дальше.

Придание соответствующей характеристики изменению силы тока достигается применением рассеивателей магнитного потока, благодаря которым удается поучить более пологую кривую. Повышение силы тока в магнето с рассеивателями, при ольших углах запаздывания момента размыкания контактов прерывателя, приобретаетс ценю уменьшения максимальной ординаты не только при раннем прерывании, но и вообще при всех моментах прерывания при перестановке зажигания.

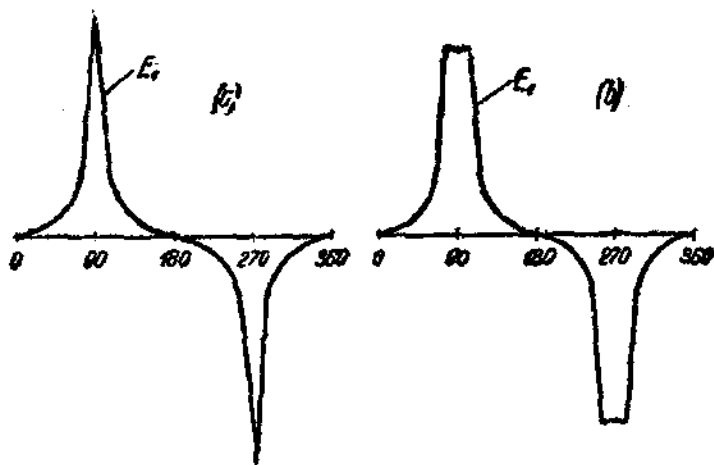


Рис. 21

Такое уменьшение ординаты силы тока при большом опережении не может вызвать перебоев в работе прибора зажигания, так как опережение дается при большом числе оборотов коленчатого вала, а следовательно при большом числе оборотов ротора. И величина индуцированной Э.Д.С. в обмотках, находясь в прямой зависимости от угловой скорости изменения магнитного потока, так же будет больше. На рис. 21 представлены две кривые изменения первичной Э.Д.С.: а) при отсутствии рассеивателей так называемая илкообразная кривая, б) при наличии рассеивателей так называемая седлообразная кривая. Кривые сняты при разомкнутой обмотке.

Достигнуть рассеивания в магнето с вращающимся магнитом можно приданием соответствующей формы полюсным наконечникам. На рис. 22б представлены полюсные наконечники со скошенными кромками, позволяющими более плавно изменяться магнитному потоку сердечника трансформатора, и на рис. 22 а представлены полюсные наконечники, с резким изменением величины магнитного потока.

Момент замыкания первичной обмотки. При большом числе оборотов ротора магнето настолько часто чередуются замыкания и размыкания, что восстановление магнитного потока в сердечнике трансформатора довольно затруднительно. Для того, чтобы магнитный поток имел возможность достигнуть своего максимального значения, желательно как можно длительнее иметь разомкнутые и первичную и вторичную обмотки.

Это вытекает из того, что при наличии замкнутых контуров и изменяющемся магнитном потоке, в них под действием индуцированной Э.Д.С. появляется ток, поле которого противодействует изменению магнитного потока, которым вызвано появление Э.Д.С.

Для предупреждения возможности создания встречного магнитного потока, вызванного током в первичной обмотке, необходимо производить замыкание контактов прерывателя, когда

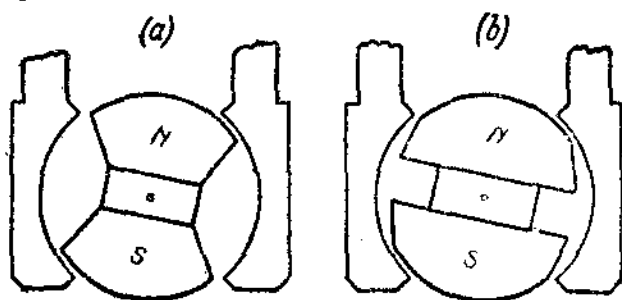


Рис. 22

в сердечнике трансформатора магнитный поток, созданный постоянным магнитом, будет максимален.

Казалось бы, что вторичная обмотка и так всегда разомкнута в свече, но надо вспомнить, что после искрового разряда появляется дуговой разряд, который питается энергией конденсатора при его колебательном разряде (посредником является магнитное поле, создаваемое первичной обмоткой). С целью более быстрого прекращения дуги, следовательно и быстрого убывания силы тока во вторичной цепи, делают часть вторичной обмотки из проволоки, материал которой имеет большое удельное сопротивление.

Эту же цель можно достигнуть введением дополнительного искрового промежутка, который с одной стороны предупреждает преждевременное появление тока, в момент размыкания контактов, и, с другой стороны, способствует быстрому прекращению дуги на электродах свечи.

Соединение обмоток. В магнето обмотки чаще всего имеют автотрансформаторную связь, при которой, как нам известно, одна обмотка является продолжением другой. Необходимо помнить, что при размыкании первичной обмотки в ней Э.Д.С. самоиндукции направлена в ту же сторону, куда направлена и Э.Д.С., вызванная магнитным потоком постоянного магнита.

Так как Э.Д.С. во вторичной обмотке вызвана этим же потоком плюс Э.Д.С., вызванная уменьшающимся потоком первичной обмотки, то они имеют одно и то же направление. Следовательно обмотки должны быть так соединены, чтобы Э.Д.С. суммировались. Для этого достаточно соединить конец первичной обмотки с началом вторичной, не изменяя направления намотки.

Магнето с неподвижными обмотками и неподвижным постоянным магнитом

Помимо рассмотренного типа существуют магнето, у которых трансформатор и магнит неподвижны.

Для того, чтобы иметь изменяющийся магнитный поток в сердечнике трансформатора, создают вращающееся магнитное поле. В этих типах магнето вращающийся магнитный поток получается двояко: или благодаря вращению полюсных наконечников, связанных магнитно каждый со своим полюсом неподвижного магнита (см. рис. 23), или благодаря ферромагнитному экрану, восстанавливающему и нарушающему магнитную цепь трансформатора (см. рис. 24).

Как в первом, так и во втором случае является необходимым иметь четыре междужелезных пространства, вместо двух, как это имело место в магнето с вращающимся магнитом.

Из электротехники известно, что магнитная проницаемость воздуха $\mu = 1$ и для получения того же максимального магнитного потока в сердечнике трансформатора, в магнето, имеющем вместо двух четыре междужелезных пространства, необходимо иметь магнитодвижущую силу магнита, в два раза большую (при равных зазорах и прочих равных параметрах магнитной цепи).

Соединение обмоток в этих типах магнето ничем не отличается от вышерассмотренного.

Необходимо отметить следующее: рассмотренные два типа магнето допускают возможность получить любое четное число искр за один оборот ротора. Например, изображенное магнето на рис. 25 позволяет иметь шесть искр, так как магнитный поток

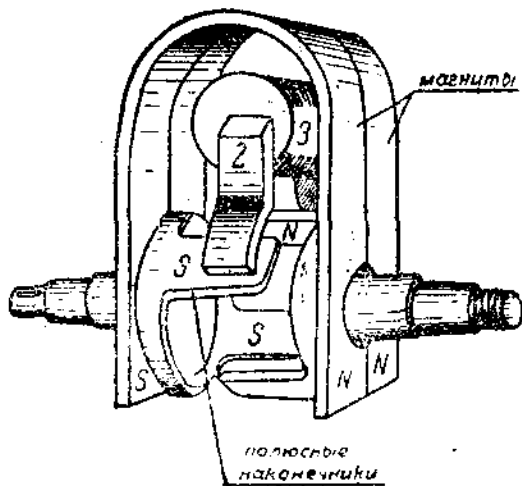


Рис. 23

2. Сердечник трансформатора
3. Катужка

за один оборот ротора шесть раз достигает максимального и шесть раз минимального своего значения.

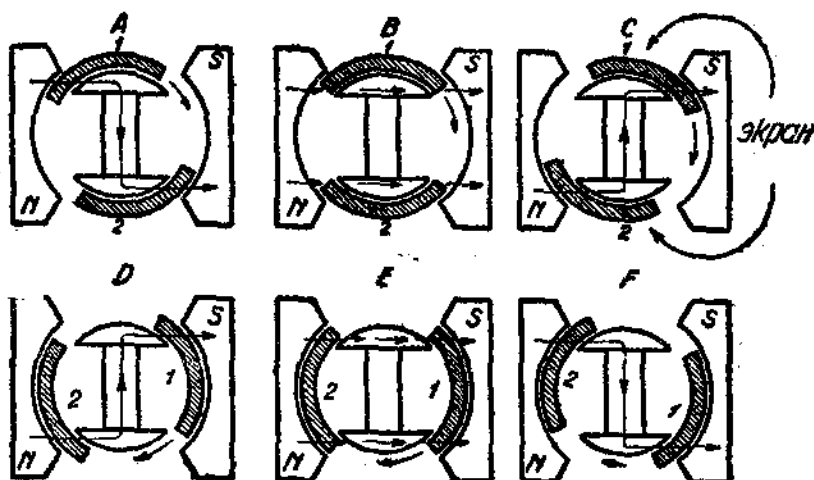


Рис. 24

На рис. 23 изображено магнето, позволяющее иметь четыре искры за один оборот ротора.

Возможность иметь большое число искр за один оборот ротора имеет колоссальное значение при применении магнето на много-

цилиндровых двигателях, так как позволяет иметь угловую скорость ротора, равную угловой скорости коленчатого вала, или даже в два раза меньшую, т. е. равную угловой скорости газораспределительного вала.

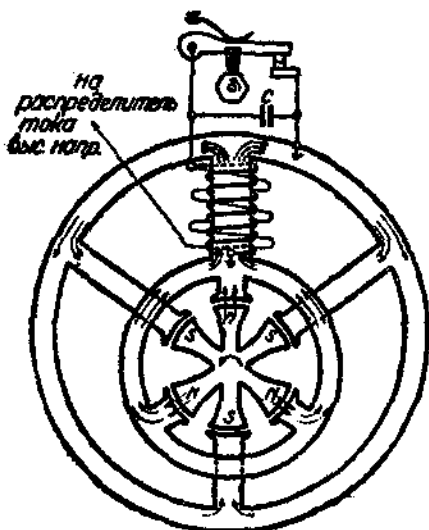


Рис. 25

Увеличение числа максимумов изменения поля, получаемых за один оборот ротора (что достигается увеличением числа полюсов), позволяет при меньшем числе оборотов ротора получить нужное количество вспышек в двигателе. Например, если установить на шестицилиндровый четырех-

тактный двигатель магнето, имеющее два максимума изменения поля за один оборот ротора, то для получения шести искр (необходимых при двух оборотах коленчатого вала) требуется три оборота ротора. Следовательно угловая скорость вращения ротора должна быть в 1,5 раза больше

угловой скорости коленчатого вала и если необходимо дать опережение зажиганию 30° , то прервать первичную цепь надо с предварением на 45° .

Если на этот же двигатель установить магнето, имеющее шесть максимумов изменений поля за один оборот ротора, то для получения шести искр (необходимых при двух оборотах коленчатого вала) достаточно одного оборота ротора. Следовательно угловая скорость ротора будет в два раза меньше угловой скорости коленчатого вала и для получения опережения зажигания на 30° необходимо прерывать обмотку с предварением на 15° .

При применении магнето, у которого ротор позволяет иметь за один оборот число искр, равное числу цилиндров четырехтактного двигателя, не требуется редуцирования числа оборотов при передаче к распределителю тока высокого напряжения, что является большим преимуществом этого типа магнето (конструкция на стр. 61).

Магнето с вращающимися обмотками

Наряду с большим распространением (в особенности за последние 5—6 лет) магнето с неподвижными обмотками, немалое применение имеют и магнето с вращающимися обмотками.

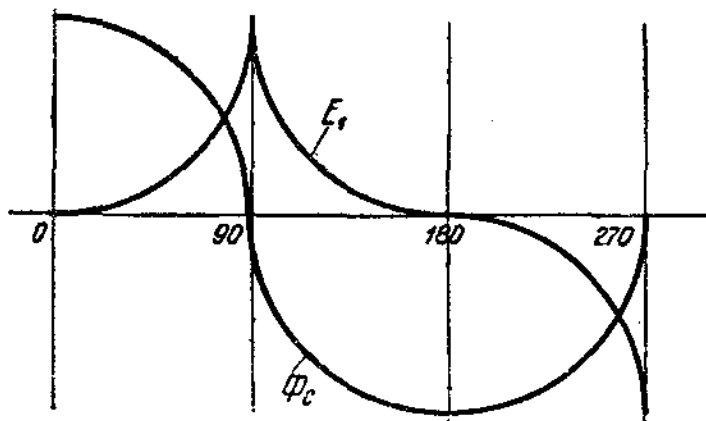
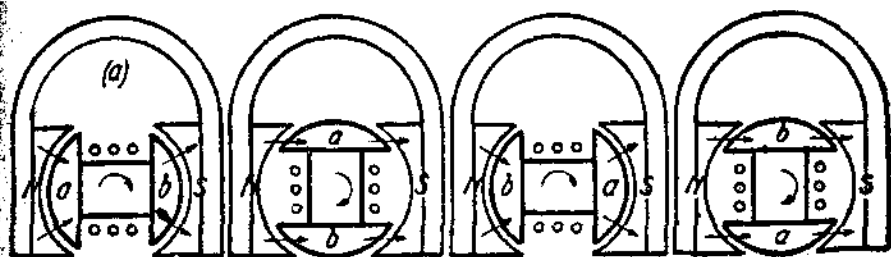


Рис. 26

В этом типе магнето постоянный магнит неподвижен, и обмотки расположены на железном сердечнике двутаврового сечения, который вращается в поле постоянных магнитов. На рис. 26 представлена магнитная цепь и распределение магнитного потока при различных положениях якоря. Кривая изображает характер изменения магнитного потока в сердечнике трансформатора в зависимости от положения его в поле постоянного магнита.

Рассмотрим физическую сторону процесса получения Э.Д.С. в первичной обмотке.

Когда якорь занимает положение в магнитном поле, изображенное на рис. 26а, в его сердечнике магнитный поток имеет максимальное значение и величина его претерпевает минимальное изменение. В это время величина индуктированной Э.Д.С. в пер-

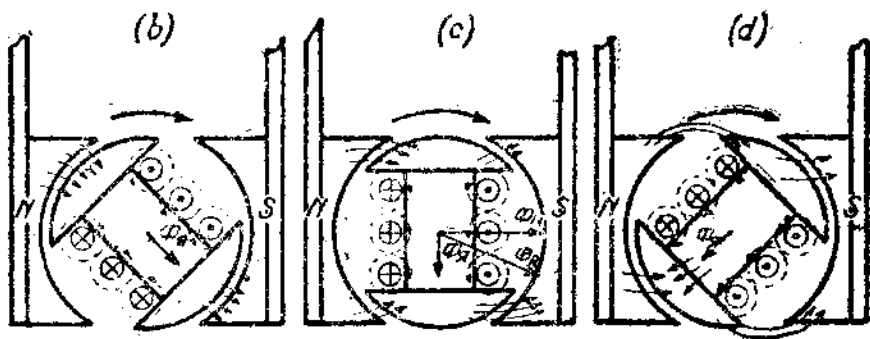


Рис. 27

вичной обмотке близка к нулю. При положении якоря (см. рис. 27 *b*) величина магнитного потока убывает и в обмотке появляется Э.Д.С., ее направление может быть легко определено правилом правой руки.

Найденное направление отмечаем в сечении проводников крестом \oplus уходящую от нас и точкой \odot направленную к нам. Если при этом положении якоря обмотка будет замкнута, то в ней под действием Э.Д.С. появится ток и поле, созданное им, будет направлено в том же направлении, что и убывающий поток магнита.

При положении якоря (см. рис. 27*c*) в сердечнике трансформатора магнитный поток магнита должен был бы иметь минимальное значение (что имеет место при разомкнутой обмотке), но при наличии якорного поля происходит геометрическое суммирование двух полей, результирующая которых смещается в сторону вращения (см. векторную диаграмму на рис. 27*c*).

На рис. 27 *d* представлено положение якоря при максимальном значении силы тока, причем видно из рисунка, что поле якоря ослабляет поле постоянного магнита. Это явление вызывает размагничивание магнита и препятствует восстановлению магнитного потока в сердечнике трансформатора, создаваемого постоянным магнитом.

Если при этом положении якоря произведем размыкание обмотки, то получим Э.Д.С. самоиндукции большого значения, так как скорость убывания поля обмотки будет увеличена действием встречного поля магнита (подобное явление имеет место в предыдущих типах магнето). Контакты прерывателя так же шунтируются емкостью, цель установки которой та же, что и в батарейном зажигании.

Наведение напряжения во вторичной обмотке происходит так же, как и в рассмотренных ранее типах магнето.

Перестановка момента зажигания в магнето с вращающимися обмотками достигается различно. При ручной перестановке производят перемещение обоймы, снабженной выступами, о которые ударяется молоточек прерывателя.

Перекрытие

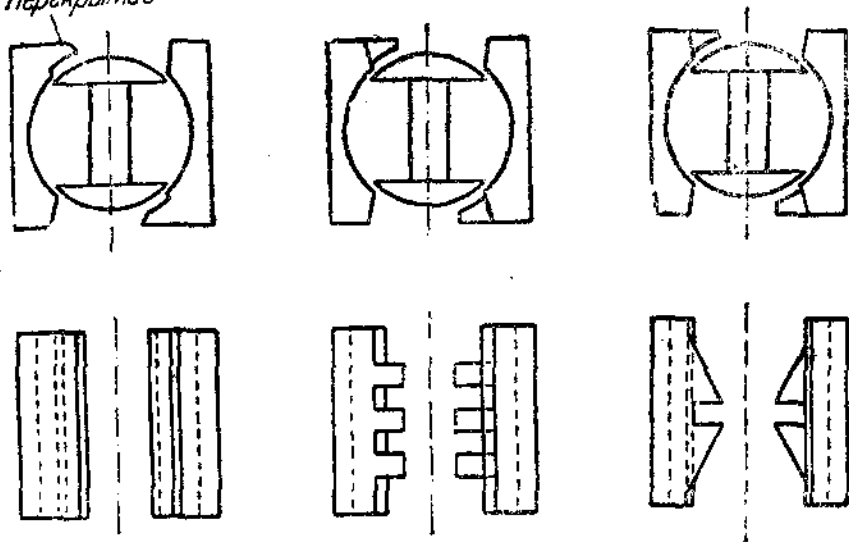


Рис. 28

При автоматической перестановке момента зажигания происходит перемещение якоря относительно коленчатого вала.

При первом способе изменения момента зажигания мы также сталкиваемся с необходимостью иметь рассеиватели для получения достаточного пробивного напряжения на свече, как при раннем, так и при позднем зажигании. Рассеиватели магнитного потока встречаются различных форм (см. рис. 28) и характеристики изменения силы тока имеют не остроконечную вершину, а тупую.

Независимо от типа магнето применение рассеивателей повышает коэффициент самоиндукции обмоток, вследствие увеличения угла обхвата полюсными наконечниками сердечника трансформатора, а также увеличивается поток рассеивания и максимальное значение ординаты силы тока уменьшается.

В некоторых типах магнето имеется перестановка момента зажигания от руки, но с сохранением угла α , благодаря жесткой связи между магнитной системой и прерывающим устройством первичной цепи. В этих типах магнето можно пользоваться пикообразными характеристиками изменения силы тока и иметь любой угол опережения. Эти типы магнето подробно рассмотрены дальше.

Особенности, вносимые в конструкцию магнето, применением вращающихся обмоток

Так как в магнето с вращающимися обмотками необходимо снимать напряжение с вращающейся части прибора, то требуется создать цепь из подвижного и неподвижного проводников. Для простоты рассмотрим цепь высокого напряжения „одноцилиндрового“ магнето.

Нам известно, что в момент размыкания контактов прерывателя во вторичной обмотке индуктируется Э.Д.С. Если конец вторичной обмотки будет соединен с контактным кольцом (коллектором), вращающимся вместе с обмоткой, и по кольцу будет скользить угольная щетка, то при помощи этого устройства осуществим электрическую связь между вторичной обмоткой и св.ч.ей. Но для наличия тока в свече необходимо ее второй электрод соединить с и.точником высокого потенциала, т. е. с началом вторичной обмотки. Раньше указывалось, что между обмотками имеется автотрансформаторная связь и начало вторичной обмотки соединено с концом первичной обмотки.

Во всех случаях в магнето начало первичной обмотки соединяют с „массой“, так как пользуются однопроводной системой. При наличии такого соединения ток, скопившийся на центральном электроде свечи, через искровой промежуток ее, попадает на электрод, соединенный с „массой“. „Масса“ двигателя является неподвижной, а „масса“ якоря вращающейся. Единственным путем для прохождения тока остаются подшипники (при наличии резинового кольца между приводом двигателя и якорем магнето).

Появление тока высокого напряжения в подшипниках недопустимо вследствие выделения из воздуха искровым разрядом азотной кислоты, быстро разрушающей металл. При наличии шарикоподшипников поверхность шариков под действием паров азотной кислоты разрушается и их диаметр уменьшается. Это уменьшение диаметра шариков происходит настолько быстро, что срок службы шарикоподшипника сокращается в 10–20 раз.

Иногда указывают на обгорание шариков, вызванное тепловым действием тока высокого напряжения. Для того, чтобы происходило такое быстрое разрушение шарикоподшипника, необходимо иметь большую силу тока, чем 0,002–0,004 ампера и основной причиной разрушения шарикоподшипника следует считать действие паров азотной кислоты (помимо нормального износа подшипника).

Предотвратить появление тока высокого напряжения в подшипниках возможно, устанавливая скользящий контакт между

подвижной „массой“ и вращающейся „массой“. Эти угольные щетки устанавливаются с обратной стороны диска прерывателя и дополнительно между якорем и корпусом магнето. Но необходимо предупредить и возможность разветвления первичного тока (при выключении зажигания), для чего наружное кольцо шарикоподшипника изолируют от неподвижной массы прессшпаном или фиброй.

Наличие скользящих контактов, соединяющих вращающуюся „массу“ с неподвижной, так же является обязательным при остановке двигателя путем выключения зажигания. Если соединить через скользящий контакт конец первичной обмотки с неподвижной „массой“, то первичная цепь будет замкнута накоротко и скляко бы контакты прерывателя ни размыкались, искры в свечах двигателя не будет, вследствие чего двигатель остановится.

При отсутствии угольных щеток двигатель остановить не удастся, так как электрическая связь первичной цепи между неподвижной „массой“ и подвижной „массой“ будет отсутствовать, это подтверждает наличие изоляции в подшипниках.

При отсутствии соединительных скользящих контактов (их называют заземляющими щетками) и при отсутствии изоляции между подшипником и неподвижной массой, во время остановки двигателя через подшипники будет проходить ток силой $3 \div 5$ ампер, достаточный для разрушения поверхности шариков и обоим подшипников непосредственным тепловым воздействием.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КОНСТРУКЦИЯМ ОТДЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ И ИХ МАТЕРИАЛУ

Прерыватель

Из рассмотренных процессов в приборах зажигания наличие прерывателя является обязательным.

Для того чтобы предъявить требования к конструкции прерывателя, необходимо знать условия, в которых он работает. Раньше указывалось, что число прерываний первичной цепи зависит от числа оборотов в минуту коленчатого вала, числа цилиндров, обслуживаемых прибором зажигания, рабочего процесса (двухтактный или четырехтактный) и достигает 30 000 в минуту. Следовательно подвижная часть прерывателя должна обладать минимальной инерцией.

Известно, что обмотки трансформатора магнето могут быть вращающимися и неподвижными. При наличии вращающихся обмоток целесообразно иметь неподвижный прерыватель, так как возникла бы необходимость осуществить электрическую связь с ним через скользящий контакт.

Это увеличило бы сопротивление первичной цепи и внесло усложнение в конструкцию. Применение вращающегося прерывателя заставляет учитывать центробежные силы, могущие повлиять на работу подвижного контакта его.

На рис. 29а представлен прерыватель магнето, имеющего неподвижные обмотки, и на рис. 29б представлен прерыватель

магнето, имеющего вращающиеся обмотки. Прерыватель заключает в себе следующие детали: молоточек с контактом, являющийся подвижной частью прерывателя, наковальня с контактом, пружина, производящая замыкание контактов, и вращающаяся кулачковая шайба, производящая размыкание их.

Молоточек большей частью представляет равноплечный рычаг первого рода, имеющий центр качения относительно оси, указанной на рисунке. Шарнир снабжается фибровой буксой. Применение фибры вызвано двумя требованиями:

1. Недопустить появление ответственного тока в шарнирном соединении, оставив в роли проводника пружину, вызывающую замыкание контактов.

2. Иметь минимальный коэффициент трения и минимальный уход за смазкой буксы, так как фибра достаточно пориста и хорошо удерживает смазку.

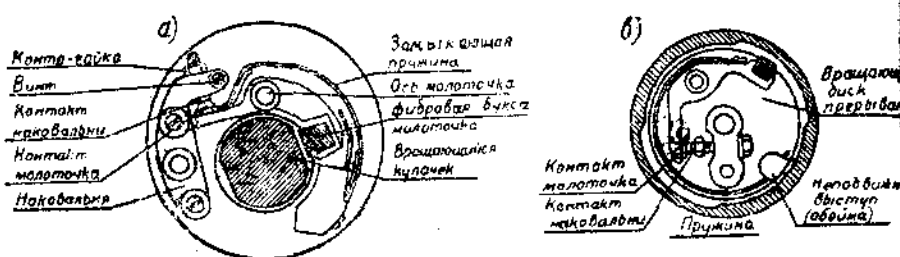


Рис. 29

Иногда молоточек устанавливают не шарнирно, а на пружину. Этот способ крепления молоточка имеет свои преимущества и недостатки. Преимущества следующие:

1. Отсутствует необходимость смазки шарнира.
2. Отсутствует трение контакта о контакт, что имеет место в случае применения шарнирного соединения при некотором износе буксы.
3. Отсутствует возможность заедания в шарнире, что имеет место при разбухании материала буксы.

Недостатками являются:

1. Довольно быстрая усталость материала пружины и ее поломки.
2. Склонность прерывателя вибрировать при большом числе размыканий, что в меньшей мере можно наблюдать при шарнирном креплении, вследствие успокаивания вибрации молоточка, вызываемого трением в буксе.

В прерывателях магнето чаще встречается электрическое соединение молоточка с „массой“ и контакт, устанавливаемый на молоточек, укрепляется к последнему на резьбе. В целях уменьшения веса движущихся частей никогда не делают контакт молоточка регулирующимся, так как длина шпильки контакта с нарезкой должна быть больше и присутствие законтрированного приспособления является обязательным.

Все это увеличивает вес молоточка и в целях большего облегчения его изготовляют из алюминия или штампуют из тонкой стали. Иногда с этой целью молоточек заменяют пружиной с приклепанным к ней контактом, которую отводит специальный кулачок, не имеющий жесткой связи с пружиной.

Наковальня имеет контакт с нарезкой, позволяющей производить регулировку величины пространства между контактом наковальни и контактом молоточка, при максимальном подъеме последнего. После произведенной регулировки при помощи гайки контакт наковальни закрывается. Непосредственной электрической связи с „массой“ наковальня не имеет и крепится к остову прерывателя на изолирующих прокладках. Она соединяется с концом первичной обмотки.

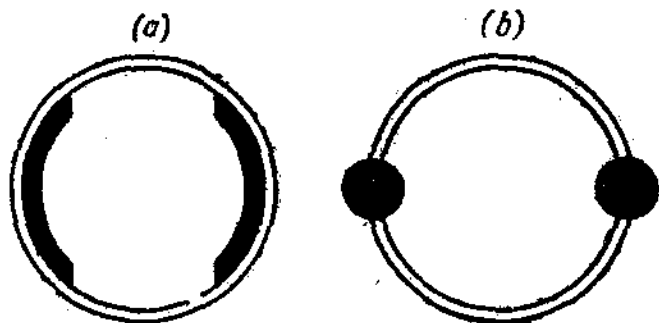


Рис. 30

О значении формы размыкающего выступа в батарейном зажигании мы уже познакомились, укажем, какие выступы применяют в прерывателях на магнето. Мы также установили, что при большом числе размыканий, особенно большое влияние на восстановление магнитного потока в сердечнике трансформатора оказывает момент замыкания контактов прерывателя, причем установили, что замыкать цепь следует при максимальном значении магнитного потока в сердечке. Откуда следует, что наилучшей формой размыкающего выступа обладает обойма прерывателя, изображенная на рис. 30а и в противоположность ей на рис. 30б представлена обойма тихоходного типа магнето.

Для правильной работы и сохранного состояния прерывателя необходимо оформить конструктивно прерыватель так, чтобы равнодействующая сила не проходила через центр качания молоточка. На рис. 31 вектором $P_{пр}$ — представлена сила пружины, замыкающая контакты, ее величина в пределах $500 \div 800$ г, вектором P^1 — представлена сила, необходимая для преодоления силы пружины и силы трения в буксе, т. е. $P^1 = P_{пр} + P_f$.

Вектором P_f представлена сила трения молоточка о размыкающий выступ. Направление всех сил известно, суммируя их геометрически, найдем равнодействующую P_R .

Форма размыкающего выступа в начальный момент замыкания контактов влияет на направление P_p и если прерыватель вращать в противоположном стрелке направлении, то равнодействующая, проходя через центр качания, будет вызывать быстрый износ буксы.

Все высказанные положения о прерывателях магнето в той же мере относятся и к прерывателям батарейного зажигания и разница в конструкции заключается в том, что изолируют от „массы“ не наковальню, а молоточек и контакты изготовляют не из платино-иридиевого сплава, а из вольфрама.

Платино-иридиевый сплав обладает следующими качествами и недостатками.

Качества: тугоплавкость и хорошая проводимость окислов этого сплава обеспечивают надежное восстановление цепи.

Недостатки: при постоянном направлении размыкающего тока сплав хорошо переносится с одного контакта на другой (с анода на катод).

Это имеет место на магнето, обслуживающих одноцилиндровые двигатели, и на магнето, имеющих число размыканий цепи, неравное числу максимумов значений поля сердечника трансформатора. Вторым недостатком платино-иридиевого сплава является его разрушение парами бензина.

Вольфрам обладает малой склонностью к переносу частиц металла в искровом разряде и его применяют

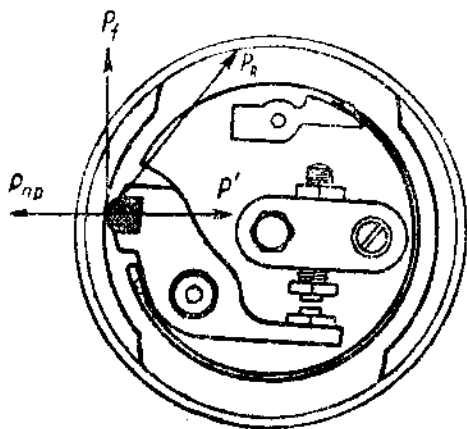


Рис. 31

для контактов прерывателя в батарейном зажигании. Большим недостатком вольфрама является низкая токопроводимость его окислов, что вызывает необходимость частой очистки поверхности контактов.

Для надежной и длительной работы контактов желательно иметь такую структуру металла, чтобы удар, получаемый контактом во время замыкания, воспринимался волокнами металла вдоль своей оси, а не поперек.

Для этого необходимо контакты изготавливать из тянутой проволоки, разрезая ее в радиальном направлении на отдельные кружочки.

Контакты, изготовленные из листового металла, путем высечки под прессом, получают удар при замыкании контактов поперек волокон, так как листовый материал вальцован. Это вызывает его расслаивание и он отделяется в виде пленок.

Контакты припаиваются к стальному контактодержателю медным припоем.

Конденсатор

О назначении конденсатора мы уже говорили. Рассмотрим его конструкцию. Конденсатор устанавливается в магнето с неподвижными обмотками неподвижно, в магнето с вращающимися обмотками он так же вращается. Необходимость жесткой механической и электрической связи между обмотками и конденсатором объясняется требованием минимального сопротивления проводов, соединяющих обмотки с конденсатором. На рис. 32 представлен слюдяной конденсатор в разобранном и собранном виде.

Конденсаторы изготавливаются из оловянной или алюминиевой фольги и диэлектриком являются слюда, эксцельсиор или парафинированная бумага.

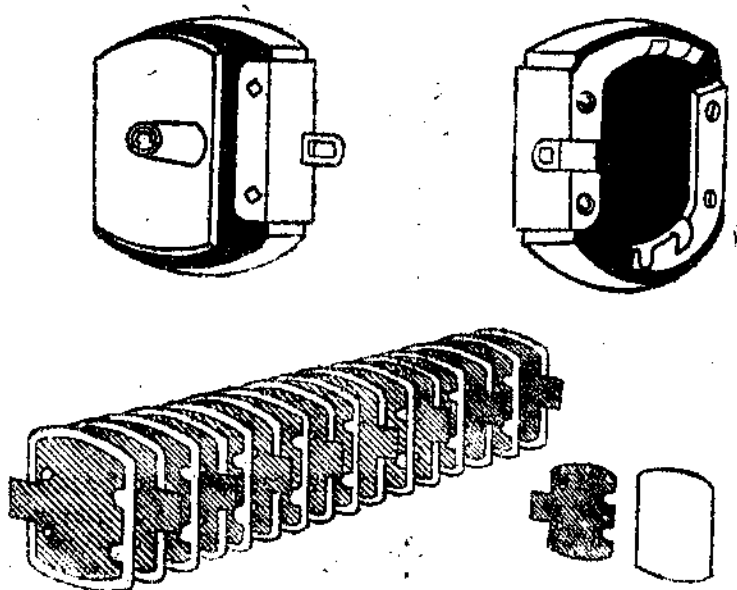


Рис. 32

Диэлектрик должен выдерживать пробивное напряжение 500 вольт. Конструкция самого конденсатора различна в зависимости от применения того или иного диэлектрика. Конденсаторы со слюдяным диэлектриком собираются из листов слюды толщиной 0,08 мм и листов фольги толщиной 0,025 мм.

Количество слюдяных листов равно количеству листов из фольги минус один. Для получения достаточной емкости конденсатора при минимальных его габаритах необходимо иметь максимальную площадь при минимальной толщине диэлектрика. Это вытекает из формулы, на основании которой можно определить емкость плоского конденсатора.

$$C = 0,884 \cdot 10^{-7} E \frac{S}{c} (n-1) \text{ mF.}$$

Где

- C — Емкость конденсатора в микрофарадах,
- E — Диэлектрическая постоянная вещества, разделяющего обкладки,
- S — Площадь каждой пластинки в кв. см,
- e — Толщина диэлектрика в см,
- n — Число фольговых пластин.

Отсюда ясно, почему в слюдяных конденсаторах магнето берется число фольговых пластин 50 — 300 и отчего берутся такие тонкие слюдяные прокладки.

Конденсаторы с диэлектриком из эксцельсиора или парафинированной бумаги свертываются большей частью в виде цилиндра и применяют их там, где габариты могут быть больше. Выбор того или иного диэлектрика диктуется экономическими соображениями и располагаемым местом для установки конденсатора, а также возможной величиной пробивного напряжения.

Чтобы представить значение диэлектрической постоянной на емкость конденсатора, достаточно указать, что при одной и той же толщине диэлектрика, но в первом случае взята парафинированная бумага, а во втором случае слюда, то емкость во втором случае будет в 2 ÷ 4 раза больше. Также во втором случае повышается и пробивное напряжение примерно в три раза. Все фольговые обкладки разбиты на две группы, причем в одной группе на одну обкладку больше чем в другой.

После сборки конденсатор помещают в вакуум, величина которого достигает 1 мм ртутного столба, для того чтобы удалить воздух, оставшийся между диэлектриком и обкладками. После чего в сосуд, в котором помещается конденсатор, впускают изолирующий материал, шерлак, бакелит или парафин, которым и заполняются все поры, заключавшие до этого воздух.

По емкости конденсаторы, устанавливаемые на приборы зажигания, различны и встречаются от 0,05 до 0,3 микрофарады. Большим недостатком конденсаторов с диэлектриком из парафинированной бумаги является большая чувствительность их к повышению температуры и влажности окружающего воздуха, с повышением которой повышается активная проводимость конденсатора.

Если во время работы прибора зажигания появляется сильное искрение между контактами прерывателя, то необходимо проверить, не слишком ли мало расстояние между ними (оно должно быть меньше 0,3 мм и больше 0,5 мм), не загрязнены ли они маслом. И если осмотр покажет исправное состояние прерывателя, то необходимо проверить, не отключился ли конденсатор.

В случае пробоя диэлектрика конденсатора, прибор зажигания откажется работать и в прерывателе никакой искры не будет, и так как разрыв зашунтирован в этом случае не емкостью, а омическим сопротивлением небольшой величины, то ток прерываться не будет, а следовательно и искры в свечах не будет.

Сердечник трансформатора

Независимо от того, где установлен трансформатор, в батарейном зажигании или в магнето, он подвержен изменяющемуся магнитному потоку. Из курса электротехники известно, что особенно в массивных проводниках, подверженных изменяющемуся магнитному полю, возникают вихревые токи Фуко, вызывающие нагрев этих проводников, и если проводником является железный сердечник, то вихревые токи препятствуют быстрому размагничиванию и намагничиванию его.

В целях уменьшения токов Фуко сердечник трансформатора собирается или из листового железа толщиной $0,3 \div 0,5$ мм или из отожженной железной проволоки. Токи Фуко имеют очень незначительную величину индуктированной Э. Д. С., под действием которой они возникают, и необходимости в применении материалов с высокими изолирующими свойствами не имеется. В лучшем случае пластинки железа или проволоку покрывают лаком. В последнее время отказались и от этого и используют окалину (окись железа), которая покрывает тонким слоем пластинку или проволоку во время отжига.

В связи с появлением вихревых токов в полюсных наконечниках магнитов их так же изготавливают из листового железа. На рис. 33а представлен сердечник вращающегося трансформатора и на рис. 33б представлен трансформатор в собранном виде, называемый якорем. Его составные части: контактное кольцо 2, конденсатор 4, коробка конденсатора 3 с задней цапфой и сердечник с обмотками.

Типы сердечников. В бобинах (трансформаторах батарейного зажигания) применяют сердечники разомкнутые и полузамкнутые.

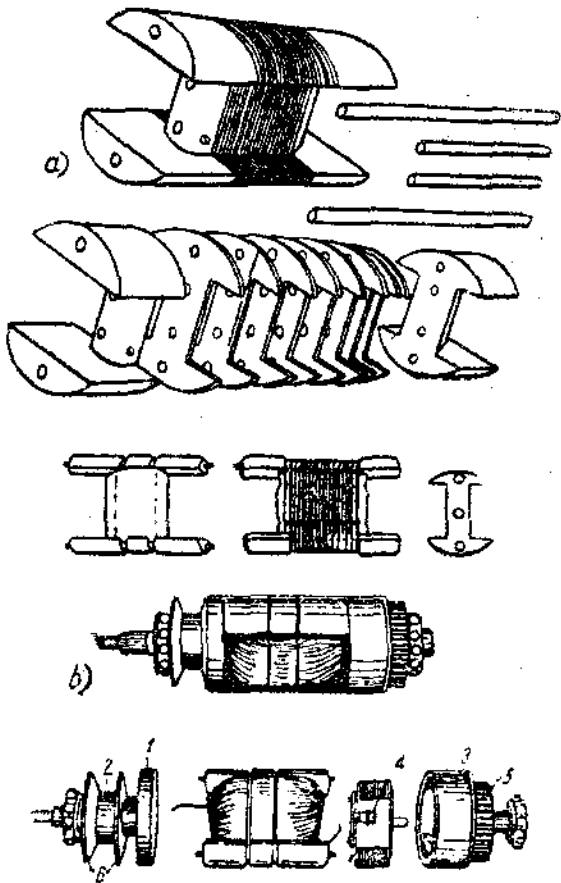


Рис. 33

тые. Первый тип требует большее число ампер-витков для создания магнитного потока, чем второй тип. Так как число витков остается постоянным, то в первом случае требуется большая сила тока, а следовательно сечение проволоки, идущей на первичную обмотку, необходимо увеличить, что крайне невыгодно, так как увеличиваются габариты катушки не только первичной но и вторичной.

Одновременно с увеличением сечения проволоки первичной обмотки необходимо увеличить и ее длину, для того чтобы омическое сопротивление не изменилось. Это еще в большей мере увеличит размеры катушки. Увеличение расхода меди очевидно и повышается стоимость трансформатора. Применение полузамкнутого сердечника немного увеличивает расход железа, но экономит цветной металл (медь).

Изоляция обмоток и их материал. Изготовленный сердечник покрывается изолирующим лаком и в bobинах его покрывают прессшпаном. После этого наматывается первичная обмотка из медной проволоки с эмалевой или шелковой изоляцией (большая часть эмалевой).

Диаметр проволоки первичной обмотки $0,6 \div 1$ мм.

Длина ее $10 \div 20$ метров и число витков $150 \div 250$.

После того, как намотка первичной катушки закончена, ее покрывают изоляцией из кембрикового полотна и английского шелка и производят намотку второй катушки.

Проволока для вторичной обмотки берется медная с эмалевой изоляцией диаметр $0,07 \div 0,09$ мм, длиной $1000 \div 1500$ метров и числом витков $10\,000 \div 16\,000$. Каждый ряд тщательно изолируется и по мере удаления от первичной обмотки число витков в каждом ряду уменьшают. Это делают в магнето с целью уменьшить возможность пробоя на „массу“, так как верхние ряды удалены от нее.

В bobинах иногда делают вторичную обмотку секционированной с целью понизить междурядное напряжение и устранить возможность пробоя изоляции между отдельными рядами. Поверхностная изоляция в магнето делается кембриковым полотном с последующей пропиткой капаловыми лаками. В bobинах поверхностную изоляцию делают четвертоном.

У всех трансформаторов батарейного зажигания начало и конец первичной обмотки выводят изолированно от массы на внешние зажимы. Начало вторичной обмотки чаще соединяют с „массой“, а иногда с концом первичной обмотки. Конец вторичной обмотки выводят на зажим, тщательно изолированный от „массы“.

В магнето чаще всего начало и конец первичной обмотки выводят изолированно от „массы“ и только во вне начало ее соединяют с „массой“ сердечника трансформатора. Иногда начало первичной обмотки непосредственно припаивается к сердечнику, после чего производят намотку ее.

Вторичная обмотка своим началом припаивается к концу первичной, прежде чем производят намотку. Конец вторичной обмотки выводят изолированно от „массы“ и соединяют с контактным кольцом или с токоприемником.

Контактное кольцо тщательно изолировано от „массы“, путем установки его на эбонитовый барабан. Эбонит, применяемый для этих целей, берется высшего качества и после изготовления поверхность барабана полируется, чтобы препятствовать удержанию влаги, являющейся хорошим проводником электрического тока. Эбонитный барабан с контактными кольцом, изготовленным из бронзы, называется коллектором.

В магнето, где трансформатор вращается, его устанавливают на два бронзовых флянца, имеющих по концам цапфы для установки подшипников. Цапфы имеют удлинение для установки коллектора и шестерни, приводящей в движение распределитель тока высокого напряжения. В некоторых магнето один флянец имеет углубление для установки в нем конденсатора. В других же магнето для этой же цели коллектор делается внутри пустотелым, куда и помещают конденсатор. Флянцы изготавливают из бронзы с целью предотвратить шунтирование магнитной цепи сердечника

Магниты

Для получения в сердечнике трансформатора магнето магнитного потока пользуются постоянными магнитами.

Постоянным магнитом называется кусок закаленной стали, который после того как был подвергнут намагничиванию, сохранил магнитные свойства.

Основным качеством магнита является величина магнитного потока, создаваемого им (магнитом) в трансформаторе магнето, причем величина магнитного потока магнита как можно длительнее должна оставаться неизменной, т. е. магниты не должны быстро размагничиваться.

Не весь магнитный поток магнита Φ_m проходит через сердечник трансформатора, а часть его рассеивается, т. е. проходит помимо сердечника.

При рассмотрении вопроса об индуктировании Э.Д.С. в первичной обмотке трансформатора установили наличие якорного поля при замкнутой первичной цепи, которое встречно направлено к полю постоянных магнитов. Это явление вызывает размагничивание постоянных магнитов и уменьшение величины остаточного магнетизма в них.

В целях уменьшения размагничивающего действия увеличивают угол обхвата полюсным наконечником якоря магнето, благодаря чему якорный магнитный поток замыкается через полюсные наконечники, а не через магнит.

В этом отношении в магнето, снабженных рассеивателями, меньше размагничивающее действие оказывает якорное поле.

В значительной мере надежная и длительная работа магнето зависит от качества постоянных магнитов. Качества последних целиком зависят от состава стали и ее термической обработки.

Параметрами, характеризующими сталь, являются: величина остаточного магнетизма B_r и коэрцитивная (задерживающая) сила H_c .

На рис. 34 приведен ряд характеристик для различных сталей, причем дать правильную оценку сталям, судя только по одной величине, т. е. или по коэрцитивной силе или по остаточному магнетизму, — нельзя.

Сравнение качеств магнитных сталей следует производить по количеству запасенной магнитной энергии, которая находится в стали после ее намагничивания. Магнитная энергия постоянного магнита выражается

$$\frac{(B \cdot H)_{\max}}{8\pi} \text{ в эргах/см}^3$$

Замечено, что после того как действие размагничивающей силы прекращено, магнитные свойства в магните восстанавливаются. Это явление носит название магнитного возврата.

Магнитный возврат влияет на величину магнитного поля, а также на размеры самих магнитов, так как от него зависит величина остаточного магнетизма, а следовательно и величина магнитного потока в сердечнике трансформатора. В целях получения более устойчивого постоянного магнита, не боющегося сотрясений, его подвергают после намагничивания малому размагничиванию, помещая в магнитное поле с напряженностью $H_i = 5 \div 15$ гауссов.

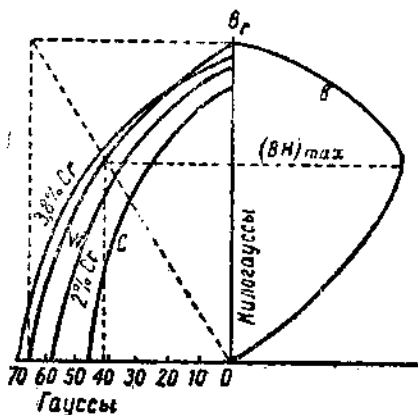


Рис. 34

6 ÷ 8 часов. Это можно достигнуть, помещая магнит в кипящую воду.

Выше уже указывалось о влиянии состава стали на ее магнитные свойства. Для удобства сравнения приводим таблицу (табл. 1).

Температура закалки для разных сталей различная. Так напр.,

для вольфрамовой	$t = + 850^{\circ}\text{C}$
„ кобальтовой	$t = + 950^{\circ}\text{C}$
„ коэрцита	$t = + 850^{\circ}\text{C}$

Для намагничивания магнитов необходимая магнитодвижущая сила также зависит от сорта стали. Например: хромистые и вольфрамовые стали требуют 400 ÷ 450 ампервитков на один см длины магнита; кобальтовые стали требуют 1000 ÷ 1100 ампервитков на один см длины магнита.

На основании показателей сталей можно сделать следующий вывод: увеличение содержания кобальта уменьшает величину остаточного магнетизма B_r , но значительно повышает коэрцитивную силу. Увеличение содержания магния также вызывает

Состав сталей и их магнитное свойство

Назван. стали	о/о состав стали	H_c гаусс	B_r гаусс	$(H \cdot B)_{\max}$
Титановая	Cr—2 C—1 W—5	50 ÷ 70	$11 \cdot 10^3 \div 8 \cdot 10^3$	$24 \cdot 10^4$
Вольфрамовая	C—0,75 Cr—0,5 Co—9	50 ÷ 70	$11 \cdot 10^3 \div 8,6 \cdot 10^3$	$25 \cdot 10^4$
Кобальтовая литая	Cr—6,5 Mo—2 C—1 Co—9	120 ÷ 160	$9 \cdot 10^3 \div 6 \cdot 10^3$	$35 \cdot 10^4$
Кобальтовая вальцованная	Cr—6,5 Mo—2 C—1 Co—36	140 ÷ 165	$9,5 \cdot 10^3 \div 7 \cdot 10^3$	$40 \cdot 10^4$
Кобальтовая вальцованная	W—7 Cr—2,3 Mo—2 Co—30	240	$10 \cdot 10^3 \div 8 \cdot 10^3$	$60 \cdot 10^4$
Корунт	Cr—5 Mn—2 C—1	200 ÷ 225	$9,5 \cdot 10^3$	$70 \cdot 10^4$

уменьшение величины остаточного магнетизма и повышает коэрцитивную силу.

За последние годы особенно большое применение получила кобальтовая сталь, так как ее применение позволяет уменьшить размеры магнита, не вызывая уменьшения магнитодвижущей силы.

Применение магнитов меньшей длины позволило уменьшить габариты всего магнето, а также и уменьшить вес его. К большим недостаткам кобальтовой стали следует отнести появление больших натяжений в металле при закалке. Это вызывает необходимость придания простейших форм магниту, избегая выкружек в металле под прямым или острым углом, заменяя их кривой, описанной большим или меньшим радиусом.

Закалка будущих магнитов, изготовленных из кобальтовой стали, производится с последующим охлаждением его в воде, но с предварительным проходом нагретого магнита через слой масла, с целью предотвратить появление больших натяжений на поверхности его (магнита).

Токоприемные и токораспределяющие устройства

В магнето с неподвижными обмотками, а также и в батарейном зажигании токоприемное устройство высокого напряжения в значительной мере проще, чем в магнето с вращающимися обмотками. Объясняется это отсутствием необходимости в сколь-

зующем контакте. Как ранее уже указывалось, конец вторичной обмотки соединен с контактным кольцом, расположенным на эбонитовом барабане.

В последнее время широкое применение пластмасс заметно вытесняет применение эбонита, который часто заменяют бакелитом. Детали, изготовленные из бакелита, обладают не только высокими изолирующими качествами, но и большой механической прочностью. Помимо этого эбонит крайне чувствителен к нагреву, под действием которого он становится мягким. Этого нельзя сказать про детали, изготовленные из бакелита.

В тех случаях, когда число цилиндров, обслуживаемых магнето, не превышает двух, коллектор выполняет и роль распределителя тока высокого напряжения. Это достигается установкой на барабан, изготовленный из изолирующего вещества полукольца (вместо кольца) и в этом случае вместо одного токоприемника уст. навливаются два, расположенные под углом 180° . Такое устройство позволяет в момент прерывания первичной цепи посылать ток в тот цилиндр, свеча которого в данный момент соединена с концом вторичной обмотки через посредство полукольца. Второй же токоприемник в этот момент находится на изоляционном барабане. Как только число цилиндров двигателя, обслуживаемого магнето, будет больше двух, наличие специального токораспределителя является обязательным.

В основном токораспределитель высокого напряжения представляет вращающийся электрод, который поочередно проходит перед неподвижными электродами крышки. Число неподвижных электродов равно числу цилиндров, причем все они тщательно изолированы от "массы", чтобы предупредить возможность замыкания цепи помимо свечи. Вращающийся электрод называется ротором распределителя, он также изолирован от "массы" и электрически связан с токоприемником при помощи скользящего контакта.

Токораспределители встречаются двух типов: 1) скользящий и 2) искровой.

1. Токораспределитель скользящего типа или имеет на роторе угольную щетку и неподвижные сегменты или неподвижные угольные щетки (количеством, равным числу цилиндров двигателя) и вращающийся сегмент.

В первом случае неподвижные сегменты располагаются чаще в радиальном направлении и реже в аксиальном.

Во втором случае неподвижные угольные щетки располагаются всегда в аксиальном направлении.

В первом случае сила трения значительно меньше, чем во втором, так как число щеток значительно меньше, упругость же пружины одинаковая. Натирание поверхности угольными щетками также в первом случае меньше, чем во втором, а следовательно образование мостика из угольной пыли более вероятно во втором случае.

Возможность создания мостика между сегментами вынудила отказаться от распределителей скользящего типа и перейти к искровому типу.

2. В искровом распределителе отсутствуют щетки и распределение тока происходит через искровой промежуток, заключенный между электродом ротора и электродом крышки. Отсутствие скользящего контакта устраняет возможность создания дуги между контактами распределителя и предупреждает разветвление тока.

Наличие воздушного промежутка между неподвижным и подвижным электродом распределителя (см. рис. 35) предупреждает одновременное появление тока во вторичной обмотке и способствует увеличению напряжения на электродах свечи, обеспечивая получение искрового разряда на ее электродах. Искровой разряд в токораспределителе вызывает выделение из воздуха водной и азотистой кислот, которые разрушительно действуют на металлические части токораспределителя. В целях предупреждения этого явления токораспределители искрового типа снабжаются вентиляционными отверстиями, позволяющими удалить пары кислот. Роль вентилятора выполняет ротор токораспределителя.

Ротор токораспределителя получает привод в различных приборах зажигания различно. В приборах батарейного зажигания ротор укрепляется непосредственно на кулачковой шайбе прерывателя и имеет ту же угловую скорость, что и кулачковая шайба. Подобное устройство имеет место и в магнето, где число максимальных значений магнитного потока равно числу цилиндров (магнето „Вертекс“ фирмы Сцинтилла, см. стр. 61).

Во всех других магнето, обслуживающих число цилиндров больше двух (касается магнето с вращающимися обмотками), ротор имеет угловую скорость, меньшую угловой скорости вращающейся части прерывателя, причем во столько раз, во сколько число сегментов токораспределителя больше числа прерываний первичной цепи, совершаемых за один оборот вращающейся частью прерывателя.

Например: якорь магнето имеет два максимума изменения поля. Число цилиндров, обслуживаемых магнето, равно шести. Тогда

$$\text{определим } \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{6}{2} = 3$$

ω_2 — угловая скорость ротора токораспределителя.

ω_1 — угловая скорость вращающейся части прерывателя.

Откуда видно, что ротор распределителя вращается в три раза медленнее подвижной части прерывателя.

На основании этого заключаем, что передача, редуцирующая число оборотов, должна иметь передаточное число $i = 1:3$.

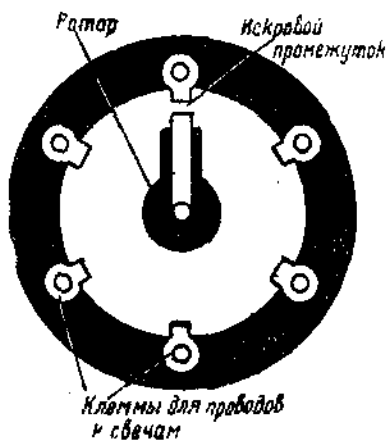


Рис. 35

Передачи встречаются зубчатые и винтовые. В случае применения зубчатой передачи, в целях бесшумности и уменьшения коэффициента трения, одну из шестерен изготавливают из фибры или пластмассы. Устанавливаются шестерни токораспределителя чаще всего на подшипниках скользящего типа и имеют фитильную смазку.

Искровой предохранитель

Все без исключения магнето высокого напряжения снабжаются искровым предохранителем, назначение которого — предохранить изоляцию вторичной обмотки от пробоя, могущего последовать при перенапряжении на зажимах вторичной обмотки. Чрезмерное повышение напряжения может иметь место в следующих случаях:

1. При разрыве провода высокого напряжения, соединяющего токораспределитель со свечью (при условии, что часть оборванного провода, идущая от токораспределителя, не коснулась „массы“).

2. В том случае, когда провод отсоединится от центрального электрода.

3. В случае чрезмерного увеличения пространства между электродами свечи (при чистом состоянии поверхности изолятора).

4. В случае образования капли масла в пространстве между электродами (при условии, что масло незагрязнено и не содержит металлической пыли, образующейся при износе деталей).

Искровой предохранитель представляет два электрода с воздушным промежутком в 8—10 мм, причем одним электродом является „масса“, а другим или непосредственно конец вторичной обмотки, или токоприемник высокого напряжения.

Во всех случаях установки искрового предохранителя на магнето его расположение делают в таком месте, чтобы искровой разряд не мог произвести воспламенения случайно пролитого на магнето бензина, последствием чего может явиться пожар.

В тех случаях, когда возможен доступ бензина или его паров к искровому предохранителю, его окружают металлической сеткой, материал которой имеет большую теплопроводность (медь или латунь). Известно, что передача пламени через металлическую сетку в окружающее пространство не может иметь места до тех пор, пока температура сетки не достигнет большего значения. Пользуясь этим свойством сетки, можно создать надежную защиту от возникновения пожара.

Современные магнето изготавливаются бронированного типа и возможность попадания бензина и его паров к искровому предохранителю абсолютно устранена, вследствие чего необходимость в сетке отпадает.

Корпус магнето

Корпус магнето является остовом, на который крепятся магниты, устанавливаются обоймы шарикоподшипников, устанавливается или сам прерыватель или обойма, имеющая размыкаю-

де выступы, а также на корпус устанавливается и токораспределительное устройство.

Корпус магнето и его нижняя площадка изготавливаются из алюминия. Иногда корпус изготавливают из сплава алюминия с бронзой и другими металлами, не имеющими ферро-магнитных свойств.

Наибольшее распространение в современных магнето (благодаря большой легкости) получили алюминиевые отливки, так как значительная часть металла в магнето приходится на корпус, причем в тех местах, где приходится иметь трущийся контакт, например скользящий подшипник, в алюминиевую отливку впрессовываются бронзовые втулки. Места для болтового крепления должны быть изготовлены также из бронзы, куски которой вставляются в опору перед заполнением ее расплавленным металлом. Необходимо заметить, что толщина нижней площадки не должна быть меньше 10—15 мм с целью устранить возможность замыкания магнитного потока постоянных магнитов через постамент, на который устанавливается магнето (в случае изготовления его из ферро-магнитного металла.)

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ОБЛЕГЧАЮЩИЕ ПУСК ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

При рассмотрении принципов работы магнето мы установили, что величина вторичного напряжения зависит от положения ротора в момент прерывания первичной цепи, а также и от числа оборотов ротора магнето.

Мы установили, что при наличии изменения Э. Д. С. по пикообразной кривой для получения достаточного напряжения на электродах свечи в положении позднего зажигания требуется число оборотов 100 ÷ 120 в мин.

На рис. 36 представлена кривая зависимости минимального числа оборотов при различных углах α , при котором можем получить силу тока в первичной обмотке к моменту размыкания, равную 1,7 ампер. Значение силы тока в момент прерывания взято таким, при котором вторичное напряжение обеспечит появление искрового разряда на электродах свечи, при расстоянии между ними 0,5 мм.

На графике линия $a-a_1$ является границей раннего размыкания контактов и линия $b-b_1$ позднего размыкания их. Отрезок оси абсцисс, ограниченный этими линиями, представляет предел перестановки момента прерывания первичной цепи. На графике

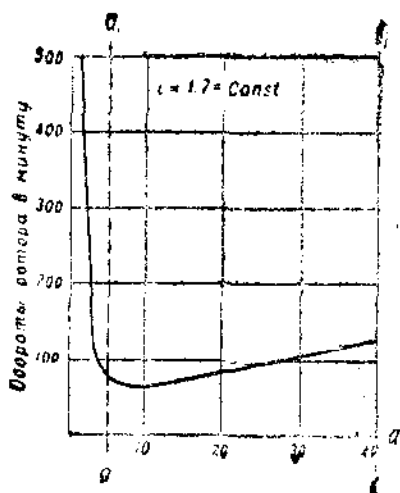


Рис. 36

видно, что для получения предельной силы тока, равной 1,7 ампер при раннем прерывании, т. е. когда угол $\alpha \approx 8 \rightarrow 10^\circ$, достаточно ротору магнето сообщить число оборотов в минуту $n_{\text{min}} = 76$.

При позднем прерывании значение максимального числа оборотов повышается и достигает $n'_{\text{min}} \approx 120$ об/мин. Выше уже указывалось, что применение рассеивателей магнитного потока значительно уменьшает этот недостаток в магнето, но полностью не может удовлетворить получение необходимого напряжения в случае невозможности дать при пуске число оборотов ротору, при котором $i_1 = 1,7$ ампера, что может иметь место в многолигранных двигателях, устанавливаемых на тракторах. Выход из затруднения дает применение двоясной системы зажигания или ускорителей, называемых импульсаторами.

Двоясная система зажигания

В двоясных системах зажигания для получения достаточного напряжения на электродах свечи при пуске двигателя повышают величину Э. Д. С. самоиндукции, возникающую при раз-

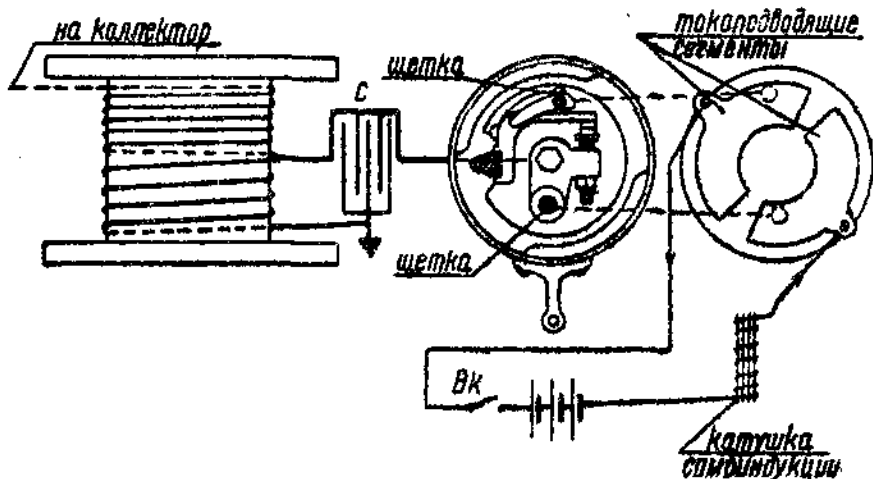


Рис. 37

мыкании контактов прерывателя. Известно, что величина V_{max} т. е. максимальное значение вторичного напряжения зависит от отношения $\frac{W_2}{W_1}$ и величины напряжения на зажимах первичной обмотки. Известно так же, что V_{max} зависит от силы тока в первичной обмотке и коэффициента самоиндукции.

На основании этого можно сказать, если удастся увеличить силу тока в первичной обмотке магнето или повысить напряжение на зажимах первичной обмотки в момент размыкания цепи, то мы получим искровой разряд на электродах свечи, способный воспламенить газовую смесь. На рис. 37 представлена принципиальная схема двоянного зажигания.

Конструктивное отличие данного магнето от нормального магнето с вращающимися обмотками заключается в том, что прерыватель снабжен двумя угольно-медными щетками, замыкающимися через посредство токопроводящих сегментов.

Принцип действия такого устройства заключается в следующем: если выключатель *Вк* будет включен, то при замкнутых контактах прерывателя магнето в обмотке катушки самоиндукции появится ток и сердечник ее будет намагничен. Вращаясь вокруг магнето, молоточек ударится о выступ обоймы прерывателя и произведет размыкание контактов. Сопротивление в цепи катушки самоиндукции вследствие этого повысится, сила тока в ней уменьшась вызовет появление Э. Д. С. самоиндукции, которая, суммируясь с Э. Д. С. самоиндукции первичной обмотки трансформатора, вызовет увеличение напряжения на электродах свечи.

Наличие сегментного коммутатора вызвано необходимостью переключения дополнительной катушки самоиндукции в зависимости от направления Э. Д. С. самоиндукции в обмотках трансформатора, с тем чтобы происходило суммирование Э. Д. С. обеих катушек, так как в первичной обмотке трансформатора направление тока при повороте его на 360° меняется дважды. Помимо этого сегментный коммутатор устраняет возможность размагничивания постоянных магнитов, что имело бы место при его отсутствии, так как направление тока, создаваемого аккумуляторной батареей в первичной обмотке трансформатора, оставалось бы постоянным.

Из вышеизложенного вытекает, что подключение аккумуляторной батареи должно быть согласовано с направлением тока, индуктированного в первичной обмотке трансформатора. В последние годы от данного устройства отказались, так как необходимость постороннего источника очевидна.

Импульсатор

Применение импульсатора проще разрешает проблему пуска двигателей при зажигании от магнето, без наличия посторонних источников электрической энергии. Рассмотрим принцип действия импульсаторов.

Принцип действия импульсатора (см. рис. 38) заключается в следующем: при пуске двигателя мы вращаем коленчатый вал, в это время ротор магнето при помощи специальной шайчки удерживается в положении максимального значения магнитного потока в сердечнике трансформатора. Так как между ротором и двигателем установлена связь посредством пружины,

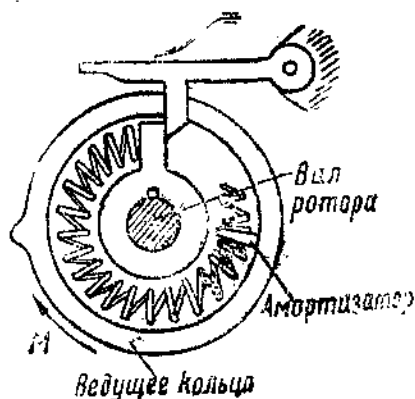


Рис. 38

то момент, приложенный к приводу магнето, будет производить заводку пружины и когда поршень достигнет верхней мертвой точки (в конце такта сжатия), удерживающий выступ освободит защелку, удерживающую ротор. Вследствие освобождения ротора энергия, запасенная в пружине, сообщит большое ускорение ротору, причем угловая скорость будет соответствовать скорости при числе оборотов двигателя 400 → 500 в мин.

При такой скорости ротора, даже в магнето с ярко выраженной пикообразной характеристикой E_1 и при позднем прерывании, величина вторичного напряжения окажется вполне достаточной для создания мощного искрового разряда и пуск двигателя будет обеспечен. После того, как двигатель стал работать, потребность в импульсаторе отпадает и он выключается из действия автоматически.

Конструктивное оформление импульсаторов различными фирмами различно, но принцип действия остается тот же. Рассмотрение различных конструкций импульсаторов дано при описании магнето различных фирм (см. стр. 60 и 66).

АВТОМАТЫ, РЕГУЛИРУЮЩИЕ МОМЕНТ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

В начале отдела „Зажигание“ нами было установлено, что на мощность двигателя оказывает большое влияние момент воспламенения смеси. Также отмечалось, что угол опережения момента воспламенения зависит от скорости горения смеси и числа оборотов коленчатого вала. В целях получения согласованности момента подачи воспламенителя при различном числе оборотов коленчатого вала устанавливается автомат.

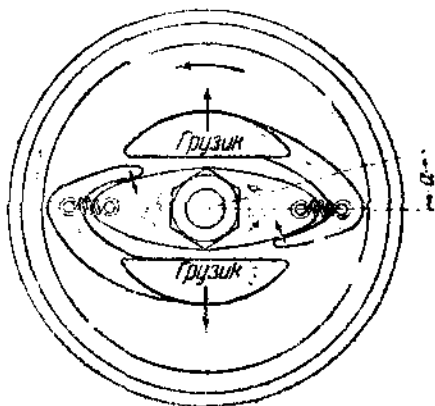


Рис. 39

В случае установки центробежного автомата между ротором магнето (и кулачковой шайбой в батарейном зажигании) и ведущим валом двигателя.

Принцип действия автомата заключается в следующем (см. рис. 39): при увеличении числа оборотов коленчатого вала центробежная сила преодолевает упругость пружин, сдвигающих грузики и вызывает перемещение их в автомате, тем самым вызывая поворот вращающейся части прибора зажигания, причем пара сил направлена так, что вращающаяся часть прибора по-

тывается вперед по ходу вращения. Это способствует более раннему размыканию контактов прерывателя, благодаря чему достигается опережение зажигания.

При уменьшении числа оборотов коленчатого вала величина центробежной силы, приложенной к грузикам, уменьшается и они под действием пружин занимают первоначальное положение. Вращающаяся часть прибора зажигания поворачивается против вала и прерывание первичной цепи будет позднее, тем самым вызывая запаздывание зажигания.

Работа центробежного регулятора связана с числом оборотов коленчатого вала и угол опережения зажигания будет меняться, как функция числа оборотов. Необходимо отметить, что на требуемую величину угла опережения оказывает большое влияние количество поступающей газовой смеси в цилиндр.

Из курса „Двигатели внутреннего сгорания“ известно, что число оборотов коленчатого вала зависит не только от величины по-

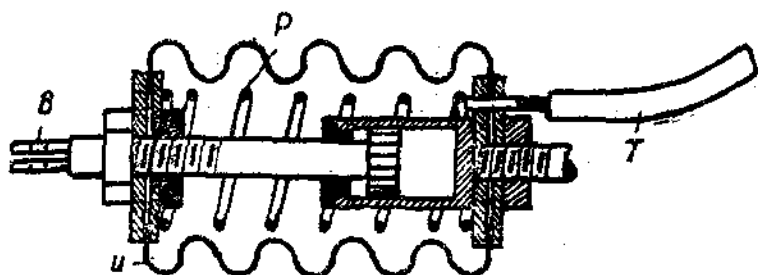


Рис. 40

дачи рабочего вещества (открытия дроссельной заслонки), но и от величины приложенного реактивного момента к валу двигателя (нагрузки). Следовательно при изменении нагрузки необходимо изменять положение дроссельной заслонки. Это в свою очередь вызывает изменение величины разряжения в смесительной камере.

Для целой автоматической перестановки момента воспламенения можно использовать зависимость между величиной разряжения и нагрузкой двигателя. В этом случае автомат зажигания, действующий разряжением, будет реагировать на все изменения нагрузки и испытание его на двигателе показало большие преимущества перед автоматом центробежного типа.

На рис. 40 представлен пневматический автомат, регулирующий момент воспламенения газовой смеси, изготавливаемый фирмой Делько-Реми. Он состоит из цилиндра Ц, изготовленного из прорезиненной ткани, с гофрировкой, позволяющей ему сокращаться подобно меху гармошки.

Внутри цилиндра установлена пружина Р, стремящаяся растянуть его. Внутренняя полость цилиндра соединяется посредством трубки Т со всасывающей трубой. Фланец, в который пропущена трубка, жестко укреплен к двигателю. Противоположный фланец соединяется посредством вилки В с подвижной

частью прибора зажигания, от перемещения которой зависит момент появления искрового разряда.

В большинстве приборов зажигания, снабженных автоматической перестановкой и работающих на принципе центробежного регулятора, вводят и ручную перестановку. Наличие ручной регулировки момента воспламенения позволяет корректировать работу автомата, что в значительной степени повышает гибкость работы двигателя и его экономичность.

КОНСТРУКТИВНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ПРИБОРА ЗАЖИГАНИЯ ОТ БОБИН И МАГНЕТО НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Фирмой Форд изготавливался прибор зажигания, устанавливаемый на автомобиле модель Т и тракторе Фордзон. Характерной особенностью зажигания фирмы Форд является отсут-

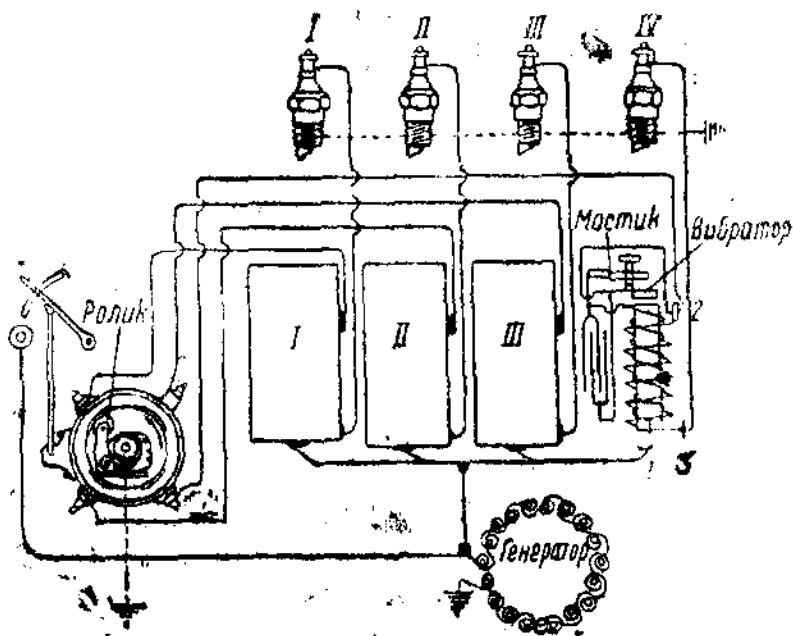


Рис. 41

ствие механического прерывателя, отсутствие токораспределительного устройства высокого напряжения и источником электрической энергии является не аккумуляторная батарея, а генератор переменного тока, называемый магнето низкого напряжения. Отсутствие двух механизмов, т. е. токораспределителя высокого напряжения и механического прерывателя, вызвало необходимость установки бобины количеством, равным числу цилиндров, и для очередности их работы введения токораспределителя низкого напряжения (коммутатор).

На рис. 41 представлена схема зажигания фирмы Форд (подобную схему зажигания имеет трактор Фордзон Пугилковский).

Питание обин электрической энергией происходит от генератора переменного тока. Устройство его следующее.

На маховике двигателя установлены шестнадцать магнитов V-образной формы. Магниты располагаются так, что одноименные полюсы двух соседних магнитов находятся вместе под одним полюсным наконечником. Благодаря такому расположению получается шестнадцать полюсов с чередованием N, S, N, S, \dots и т. д. Против полюсных наконечников устанавливается ферромагнитный диск с шестнадцатью сердечниками, на которых помещена медная обмотка, прямоугольного сечения $4 \times 0,2$ мм в виде ленты. Каждая катушка имеет двадцать пять витков и все катушки включаются так, чтобы мгновенные значения Э. Д. С. каждой катушки суммировались (их соединение показано на схеме).

При вращении маховика против катушек проходят полюсы постоянных магнитов и в сердечниках катушек появляется изменяющийся по величине и направлению магнитный поток. Это вызывает индуктирование Э. Д. С. в обмотках катушек, которая изменяется также по величине и направлению.

Так как величина индуктированной Э. Д. С. зависит от угловой скорости вращения магнитного потока, что видно из формулы

$$E = \omega W \frac{d\phi}{dt} 10^{-8}$$

то, повышая число оборотов маховика, будет повышаться и Э. Д. С.

Такой генератор при 1000 об/мин. позволяет иметь эффективное значение Э. Д. С., равное 20 вольтам. Начало всех шестнадцати катушек соединяется с „массой“ и конец выведен на токоприемник, который в свою очередь соединен с началом первичных обмоток четырех обин.

Каждая обина имеет железный сердечник, собранный из железной проволоки, на который намотана первичная обмотка с числом витков 224. Поверх ее, тщательно изолированно, наматывается вторичная обмотка в виде двух секций, каждая по 8200 витков, последовательно включенных. Всего число витков вторичной обмотки 16400. Секционирование обмотки сделано с целью понизить величину пробивного напряжения между двумя соседними рядами. Каждый трансформатор заключен в деревянный ящик, в который помещают также конденсатор. На ящик выведены три контакта: контакт 1 представляет начало первичной обмотки, конец же ее соединяется с мостиком. Мостик соединен через вольфрамовые контакты с вибратором, который соединен с контактом 2 и через провод с сегментом IV токораспределителя низкого напряжения. Вторичная обмотка началом соединена с контактом 2 и концом с контактом 3, который соединен проводом с центральным электродом свечи.

Если при вращении маховика ролик коммутатора накатится на сегмент IV, то контакт 2 соединится с „массой“, т. е. с началом обмотки генератора, следствием чего первичная обмотка обины будет включена в цепь генератора и появля-

шийся ток в обмотке создаст магнитное поле в сердечнике трансформатора.

Напряженность поля сердечника окажется достаточной, чтобы вызвать притяжение вибратора. Когда вибратор притянется, вольфрамовые контакты разомкнутся и прервут первичную цепь. В это время во вторичной обмотке индуцируется Э. Д. С. и появляется искровой разряд на электродах свечи. Вследствие прерывания первичной цепи магнитный поток в сердечнике уменьшится и вибратор под действием упругости пружины замкнет контакты. Вновь появится ток и вновь цепь разомкнется и т. д., пока ролик коммутатора катится по сегменту. При каждом разрыве контактов появляется искровой разряд в свече. После работы bobины IV ролик включает в работу bobину III, затем bobину I и bobину II. Порядок работы цилиндров 1, 2, 4, 3 и в этой же последовательности работают bobины.

Изменяя положение коммутатора, его ролик будет накапываться на сегменты раньше или позже, а следовательно и появление искры на электродах свечи будет в этой же последовательности. Таким образом мы осуществляем регулирование момента воспламенения газовой смеси.

Большим недостатком этой системы зажигания является аксиальное расположение междужелезного пространства (между полюсными наконечниками и сердечниками катушек). При износе торцевых наплавов в подшипнике, расположенном около маховика, при пуске двигателя маховик с магнитами удаляется от сердечника катушек, вследствие давления на заводную ручку в радиальном и осевом направлении.

Величина магнитного потока в сердечнике при увеличении междужелезного пространства уменьшается, а так как и угловая скорость поля незначительна, то пуск двигателя становится крайне затруднительным, а иногда и невозможным. К большим недостаткам следует отнести и крайне затруднительный доступ к частям генератора, так как в этом случае необходимо разъединить двигатель от коробки передач (на автомобиле) и отделить двигатель от заднего моста (на тракторе).

КОНСТРУКТИВНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ПРИБОРОВ БАТАРЕЙНОГО ЗАЖИГАНИЯ

Система зажигания фирмы Делько-Ремп

На рис. 42 представлена схема зажигания фирмы Делько-Ремп, устанавливаемая на тракторы Клетрак—40. В этой установке bobина питается от аккумуляторной батареи с напряжением 12 вольт.

При замкнутом выключателе Вж и замкнутых контактах прерывателя, ток поступает от + зажима аккумуляторной батареи по «массе», в наковальню прерывателя, через вольфрамовые контакты, в молоточек, по пружине в конец первичной обмотки. по обмотке, через вариатор, выключатель зажигания, амперметр и к — зажиму аккумуляторной батареи. Если вращать коленчатый вал, то шестигранная кулачковая шайба своим выступом

разомкнет контакты прерывателя и экстрактор замыкания зарядит конденсатор С. В это время индуктированная Э. Д. С. во вторичной цепи создаст достаточное напряжение и произойдет искровой разряд в искровой промежутке токораспределителя на электродах свечи.

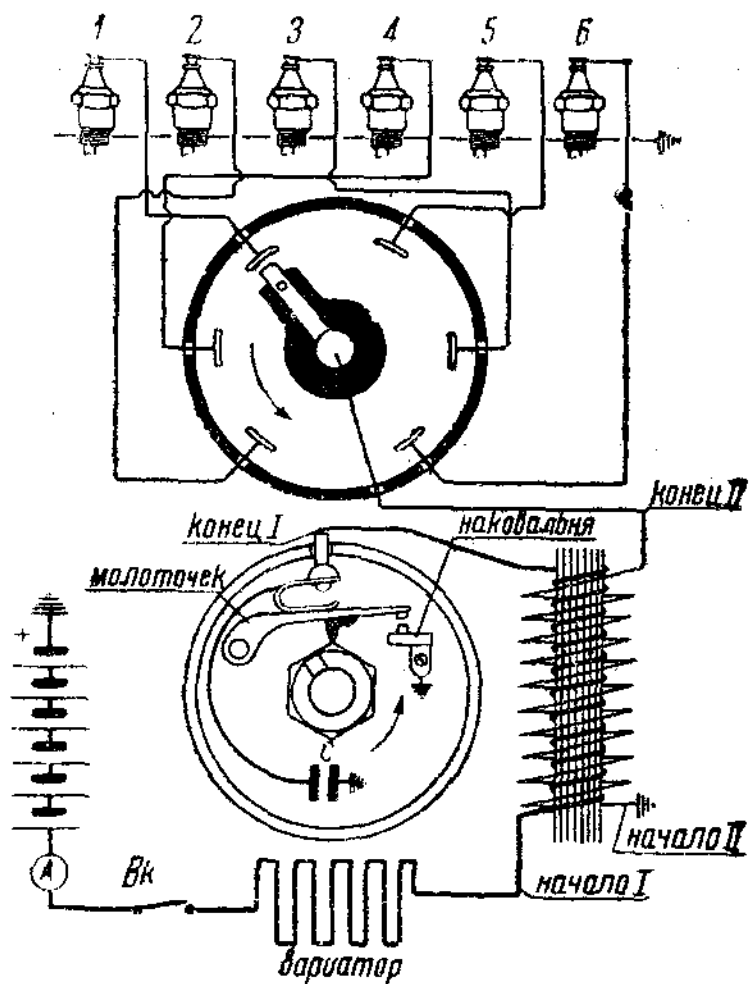


Рис. 42

В зависимости от порядка работы цилиндров производят соответствующее включение проводов к токораспределителю. На схеме изображен порядок работы 1, 4, 2, 6, 3, 5, но в шестицилиндровых двигателях можно встретить и другой порядок работы, а именно 1, 5, 3, 6, 2, 4. При этом порядке необходимо произвести соответствующее переключение проводов, соединяющих свечи с токораспределителем

Так как в системе зажигания представлен прерыватель оди-нарный, то для обслуживания шести цилиндров кулачковая шайба снабжена шестью гранями и вращается со скоростью газораспределительного вала. Ротор токораспределителя имеет ту же угловую скорость, что и шестигранник, благодаря чему его непосредственно жестко соединяют с шестигранником.

Для того чтобы ротор не мог сместиться относительно шести-гранника, в нем имеется фиксирующая шпонка. Фирма Делько-Реми устанавливает дистрибутор (т. е. прерыватель и распре-делитель) или на отдельном постаменте для того, чтобы без всяких переделок в двигателе можно было заменить магнето батарейным зажиганием и наоборот, иногда укрепляя к этому же постаменту и бобину. Или же дистрибутор устанавливается на заднюю крышку динамомашины, причем передко и бобина кре-пится к динамомашине.

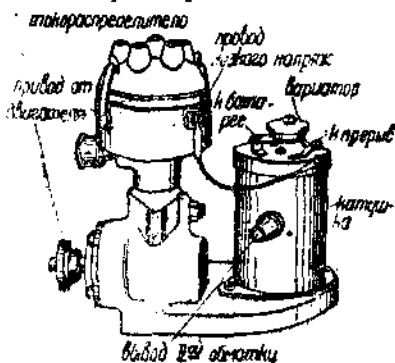


Рис. 43

На рис. 43 представлен ди-стрибутор с бобиной. Дистри-бутор снабжен центробежным автоматом опережения зажига-ния, который изображен на рис. 39. Угол $\alpha = 18^\circ$, так как кони-чатый вал вращается в два раза быстрее, то максимальное опе-режение, получаемое валом, рав-но 36° .

Система батарейного зажига-ния на автомобилях Форд модель А и АА незначительно отлича-ется от вышеописанной, а именно:

отсутствует автоматическое опережение и вариатор и аккумуля-торная батарея имеет напряжение 6 вольт. Конструкция бо-бины автомобиля Форд А отличается от бобины Делько Реми расположением обмоток, так как вначале на сердечник намотана вторичная обмотка и поверх ее первичная. Обмотки включены обе последовательно.

КОНСТРУКТИВНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ МАГНЕТО ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ ФИРМАМИ

Магнето Электрoзавода (Сцинтилла)

В связи с тем, что данный тип магнето изготавливается в СССР и получил большое распространение, мы особе но подробно остановимся на его конструкции. Магнето имеет неподвижный трансформатор и вращающийся магнит.

На рис. 44 хорошо видно, что магнит имеет колоколо-образную форму, причем число полюсов такого магнита бывает различно от 2 до 8, в зависимости от числа цилиндров, обслу-живаемых магнето.

Независимо от числа полюсов, каждый из них слабжается по-люсным наконечником, собранным из листового железа с целью

уменьшить величину токов Фуко. Полюсные наконечники имеют форму, при которой получается достаточное рассеивание магнитного потока, придающее тупоконечный вид кривой изменения Э. Д. С. в первичной обмотке. Это позволяет изменять угол опережения зажигания в пределах от 0° до 30° (для магнитов с двумя полюсами) от 0 до 25° (для магнитов с четырьмя полюсами) и от 0° до 10° (для магнитов с восьмью полюсами).

В тех случаях, когда требуется автоматическая перестановка момента зажигания (см. рис. 45), внутрь магнита устанавлива-

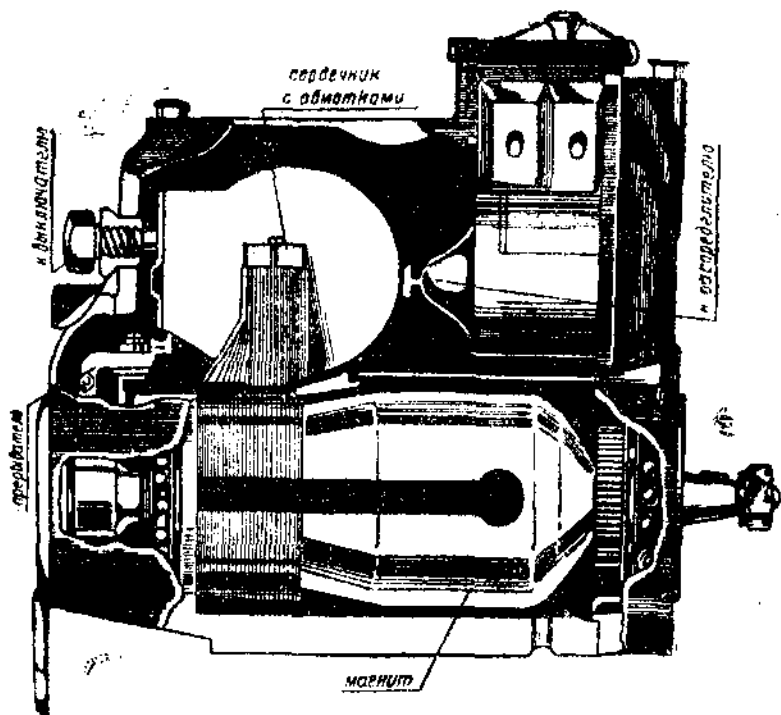


Рис. 44

ются два грузика, которые под действием центробежной силы удаляются от центра магнита.

Автоматы опережения, устанавливаемые на магнето фирмой Синтилла, встречаются двух типов: первый тип (см. рис. 45) имеет следующее устройство: магнит *A* свободно может вращаться на валике *Б*. Для осуществления его привода в магните установлены две шпильки *Г*, которые упираются в толкатели *Д*, расположенные внутри пружин. Пружины в свою очередь имеют упор в выступы диска *Е*, жестко укрепленного к валу *Б*. Вал *Б* имеет фрезерованные зубья *З*, помощью которых он связан с грузиками *Ж*.

Вращая приводной вал *Б*, вращающийся момент передается от него через выступы диска *Е* шпилькам *Г* и магнит будет

вращаться с той же угловой скоростью, что и валик 5. Когда число оборотов магнита повысится, грузики 4 будут удаляться от центра, стремясь повернуть валик 5 в сторону, противоположную вращению, т. е. против часовой стрелки, а так как поворачивать валик 5 невозможно, вследствие приложенного крутящего момента от двигателя, то произойдет перемещение магнита относительно диска *D* в сторону направления приложенного момента, и так как магнит переместился вперед относительно валика 5, то кулачковая шайба 10, жестко связанная с магнитом, также переместится вперед на ту же величину, тем самым произведя раньше размыкание контактов прерывателя, вызывая опережение момента зажигания.

При перемещении магнита относительно диска *D* под действием силы, приложенной толкателем 8, пружины сожались

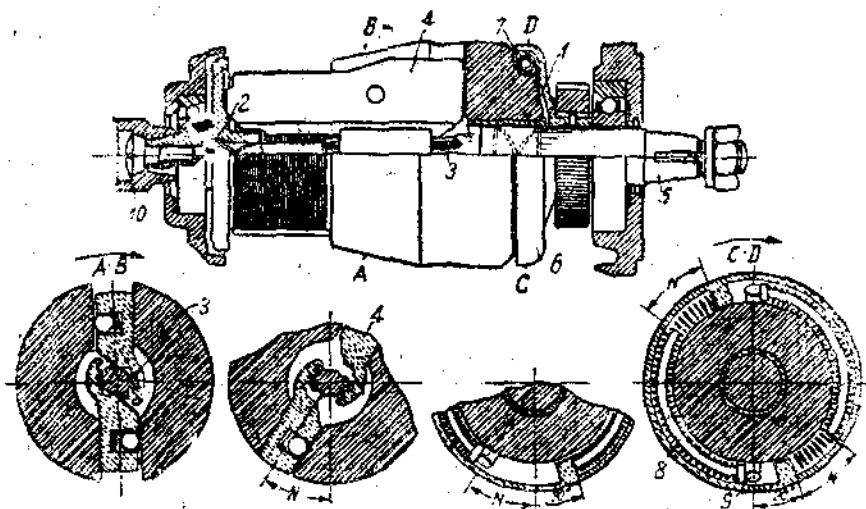


Рис. 45

и если понизить число оборотов магнита, то центробежная сила грузиков уменьшится и пружины повернут магнит в сторону, противоположную приложенному моменту. Это положение магнита будет соответствовать меньшему углу опережения зажигания.

Данное устройство автоматического регулирования момента зажигания позволяет пользоваться остроконечной кривой Э. Д. С. в первичной обмотке, так как положение магнита относительно сердечника трансформатора в момент размыкания контактов остается постоянным, т. е. расстояние *e* (см. рис. 19) остается неизменным.

На рис. 45 в грузиках видны шарики с пружинками. Цель установки их — устранить возможность свободной игры грузиков в магните, удерживая всегда плотно прижатым грузик к магниту. Это преследует две цели: 1) создать бесшумность работы автомата

2) предотвратить возможность размагничивания вследствие ударов грузика по магниту.

Второй тип автоматического опережения момента воспламенения представлен на рис. 46, причем внешне он напоминает первый тип, но действие его и устройство значительно отличаются от выше рассмотренного типа. В отличие от предыдущего типа валик 1 жестко соединен с магнитом и кулачковая шайба К не имеет жесткой связи с магнитом. Она установлена на валике, связанном шарнирно с грузиками G, которые под действием пружин P прижимаются к центру магнита. При увеличении числа оборотов центробежная сила стремится удалить грузики от центра и, преодолевая упругость пружин P, через посред-

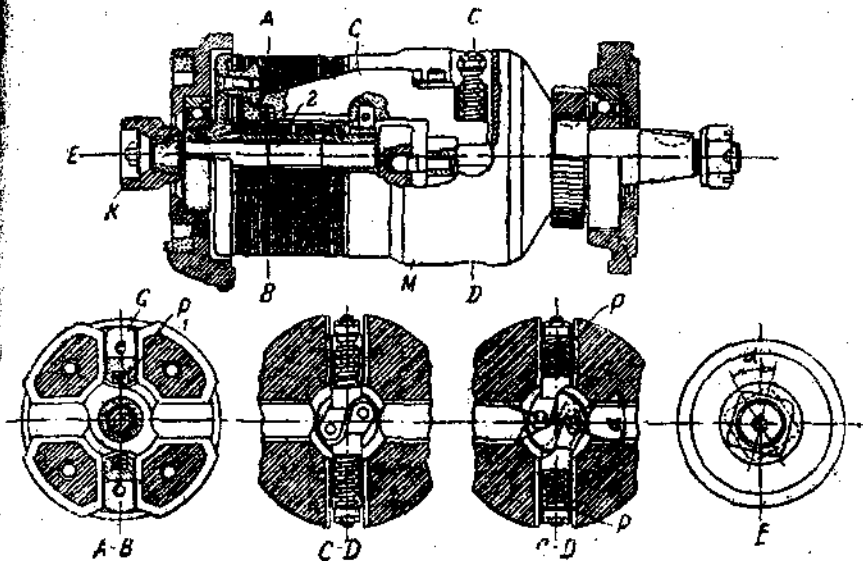


Рис. 46

ство шарниров поворачивает валик 2. Валик 2 поворачивается относительно магнита в сторону его вращения, а так как на нем укреплена кулачковая шайба, то и она поворачивается на этот же угол. Это вызывает более раннее размыкание контактов прерывателя, чем достигается опережение момента воспламенения.

Из сказанного видно, что кулачковая шайба меняет положение относительно магнита, а следовательно его положение относительно сердечника трансформатора в момент размыкания контактов меняется и величина промежутка e (см. рис. 19) не остается постоянной. Это вызывает необходимость иметь рассеиватели с целью получить тупообразную кривую изменения Э. Д. С. в первичной обмотке. В противном случае пуск двигателя будет затруднителен. Наличие рассеивателей видно из рис. 46. В данном автомате грузики имеют также пружинки P_1 , препятствующие созданию игры, вызывающей шум в работе автомата.

Как видно из рисунка, оба типа автоматов не вызывают увеличения габаритов магнето. Давая оценку автоматам обоих типов, следует отметить преимущество первого перед вторым, так как угол перестановки опережения может быть очень большим, не вызывая уменьшения вторичного напряжения. Перейдем к рассмотрению трансформаторов.

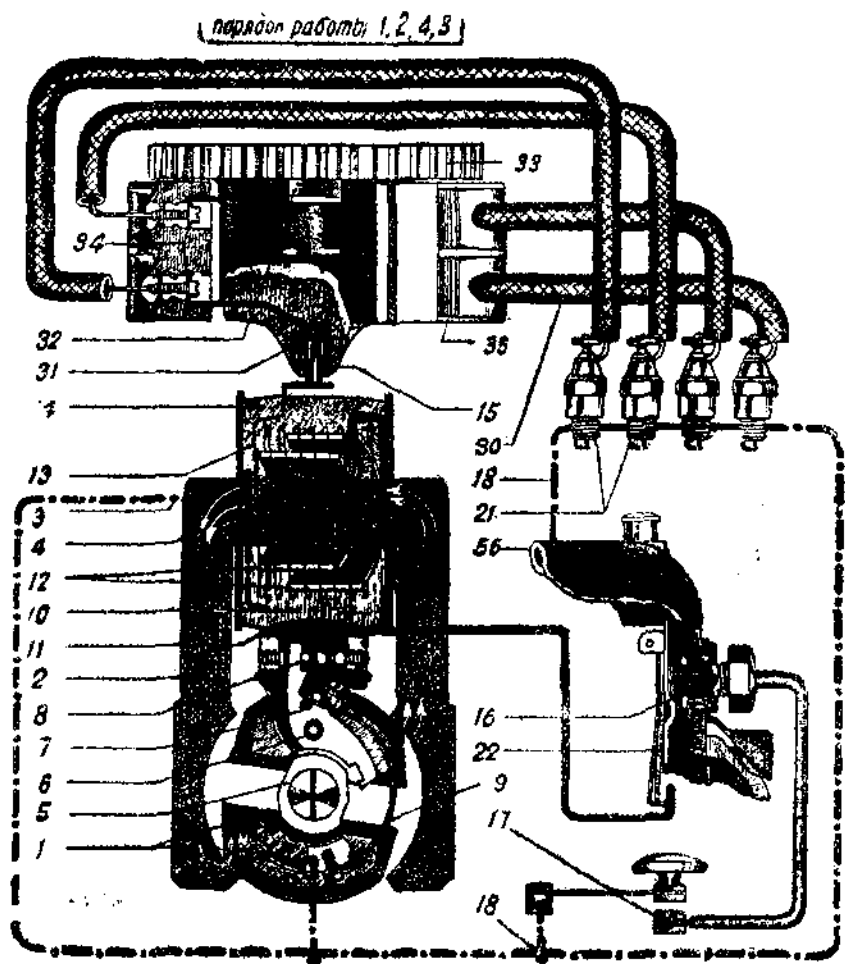


Рис. 47

Сердечник трансформатора 3 собран из листового железа с целью уменьшить токи Фуко. Он покрыт тонким слоем изоляции, поверх которой намотана первичная обмотка (см. рис. 47). Первичная обмотка выполнена медною проволокою с эмалевой изоляцией диаметром $d_1 = 1$ мм и числом витков 155 ± 17 . Начало первичной обмотки 4 соединено с „массой“ и конец ее 10 соединен с наковальней неподвижного прерывателя. Поверх первичной обмотки расположен конденсатор, который в виде лент

(двух станиловых и двух из парафинированной бумаги) намотан на первичную обмотку. Емкость конденсатора $0,135 \pm 0,152 \text{ mF}$. После намотки конденсатора 12 наматывается вторичная обмотка из медной проволоки с эмалевой изоляцией диаметром $d_w = 0,07 \text{ мм}$ с числом витков 11000 ± 900 , расположенных в 30 рядах.

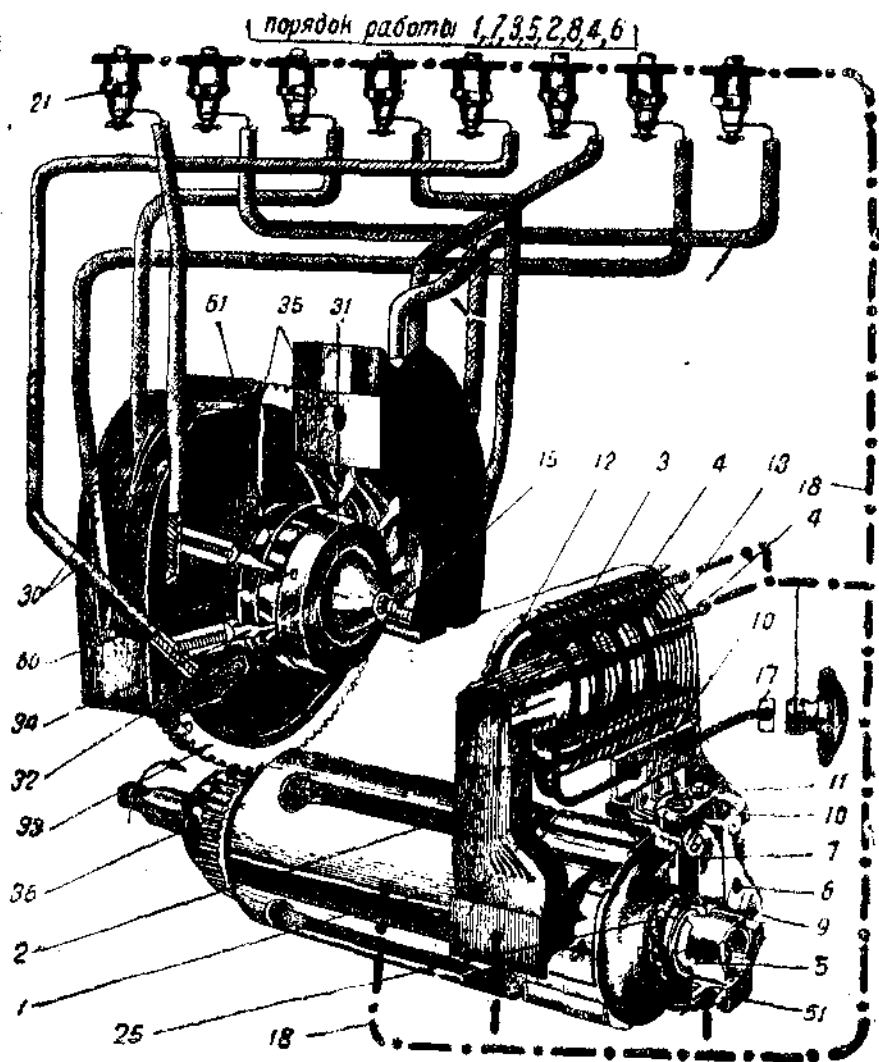


Рис. 48

Начало вторичной обмотки соединено с концом первичной и направлено в обратную сторону, как в первичной, так и во вторичной одно и то же (связь автотрансформаторная), конец вторичной 18 соединяется через скользящий контакт 15 с ротором искрового токораспределителя 31, причем на рис. 48 на роторе токораспределителя имеется кольцо 61, подающее ток высокого напря-

жения от пускового магнето (это приспособление используют в авиационных двигателях).

Ротор токораспределителя получает привод от магнита через посредство зубчатой пары шестерен 33 и 36. Скользящий контакт подводит ток высокого напряжения к двум борнам 32, от них на борны секторов токораспределителя и по проводам в свечи. В случае необходимости выключить зажигания пользуются контактом 17, при замыкании которого с „массой“ прекращается прерывание первичной цепи, хотя прерыватель продолжает размыкаться.

Электростанция и фирма Сцинтилла выпускают магнето для тракторов, снабженные импульсаторами.

Устройство импульсатора представлено на рис. 49. Импульсатор состоит из неподвижно укрепленного кольца 3, в котором имеются выступы 2. Внутри этого кольца вращается флянец 7,

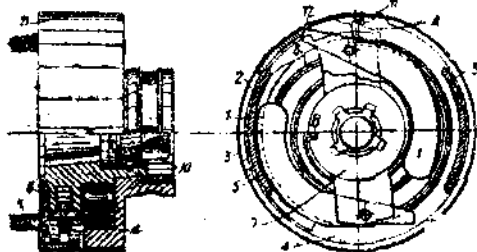


Рис. 49

на котором укреплены две защелки 1—1. Флянец 7 жестко связан с валом магнита. Ведущее кольцо 4, получающее вращение от двигателя, снабжено двумя выступами 5—5 и посредством пружины, укрепленной в точке А к ведущему кольцу 4 связано с флянцем 7 в точке В. Если вращать ведущее кольцо 4,

то вследствие собственного веса защелка 1 приблизится к неподвижному кольцу 3 и получит упор в выступ 2.

Дальнейшее вращение ведущего кольца будет заводить пружину и когда выступ 5 выведет защелку 1 из зацепления, флянец 7 освободится и быстрым движением повернет магнит. Если двигатель запустился, то число оборотов ведущего кольца повысится и примерно при 100 ÷ 150 об/мин. центробежная сила прижмет защелки к выступам 5 и импульсатор будет работать, как обыкновенная промежуточная муфта.

Магнето фирмы Сцинтилла „Вертекс“

В последние годы распространение получили приборы батарейного зажигания сначала в Америке, а затем и в Европе. При изучении батарейного зажигания подробно был рассмотрен вопрос восстановления силы тока, которое становится более затруднительным при большом числе размыканий. При рассмотрении магнето мы установили, что сила тока в первичной обмотке его остается почти неизменной при среднем и большом числе оборотов. Это дает обеспеченность в получении искрового разряда, способного воспламенить рабочую смесь.

Фирма Сцинтилла выпустила магнето называемое „Вертекс“. На рис. 25 представлена принципиальная схема магнитной цепи,

моток трансформатора и прерывателя. Из принципиальной схемы видно, что все полюсы одновременно участвуют в создании магнитного потока в сердечнике трансформатора. Это безусловно позволяет иметь большое значение индуктированной Э. Д. С. в первичной обмотке и следовательно Э. Д. С. вторичной обмотки.

Нам известно, что число изменений магнитного потока прямо пропорционально числу пар полюсов. Следовательно при меньшем числе оборотов многополюсного ротора мы сможем иметь ту же величину индуктированной Э. Д. С., что и при большем числе оборотов ротора с малым числом полюсов. Уменьшение числа оборотов ротора уменьшает механические напряжения в металле магнита, а следовательно, оставляя прежние значения допустимых механических напряжений, можно обслуживать двигатель с большим числом оборотов колчатого вала. Удачная конструкция магнитной цепи в магнето „Вертекс“ позволила значительно уменьшить габариты магнето, а также на уменьшение габаритов повлияло и отсутствие необходимости редуцирования числа оборотов ротора кораспределителя.

В магнето „Вертекс“ (см. рис. 50) конструкция прерывателя и токораспределителя ничем не отличается от конструкции деталей батарейного зажигания и так как число полюсов ротора равно числу цилиндров двигателя, то его скорость равна скорости газораспределительного вала. Это позволяет устанавливать магнето „Вертекс“ без всяких переделок на место дистрибутора батарейного зажигания. Процесс получения Э. Д. С. в тока высокого напряжения нами был ранее подробно рассмотрен и мы вновь на этом останавливаться не будем.

На рис. 50 цифрами обозначены следующие детали: шестиполюсный ротор 1 с полюсными наконечниками 30, собранными из листового трансформаторного железа. Части магнитной цепи трансформатора 2, 3, 4, 5, 6. Конец первичной обмотки

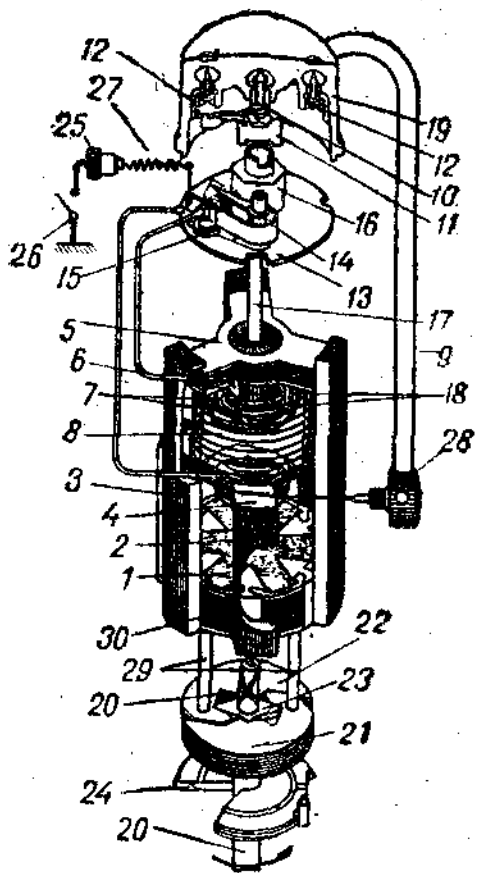


Рис. 50

7 соединен с молоточком прерывателя 14. Начало первичной обмотки соединено с „массой“ и через нее с наковальной 15 (она не изолирована от „массы“), молоточек размыкает шестиграннык 16, на который одевается ротор токораспределителя 11. К концу первичной обмотки присоединен конденсатор, который также расположен над первичной обмоткой и к этой же точке присоединено начало вторичной обмотки. Конец ее соединен с токоприемником 28 и через средство провода 9 и скользящий контакт 10 с ротором токораспределителя. В этом магнето токораспределитель искрового типа. В случае необходимости выключить зажигание замыкают контакт 25 на „массу“ 26. Замыкание на „массу“ первичной обмотки производится через дополнительное сопротивление 27, цель которого предотвратить размагничивание магнитов, что вызывается реактивным полем трансформатора при отсутствии размыкания первичной обмотки.

Это наблюдается и при нормальных условиях работы прибора зажигания, но в слабой форме и компенсируется магнитным возвратом.

Магнето „Вертекс“ снабжено центробежной автоматической и ручной перестановкой момента воспламенения. Особенностью автомата является отсутствие пружин, усталость металла которых изменяет характеристику центробежного регулятора. Ранее мы указывали, что пружины необходимы для установки прибора зажигания в положении позднего воспламенения смеси, а также для возврата грузиков в первоначальное положение, когда действие на них центробежной силы уменьшилось.

В магнето „Вертекс“ это достигается за счет реактивного момента, создаваемого полем трансформатора, которое препятствует вращению магнитов.

На рис. 50 показано направление приложенного момента со стороны двигателя. В этом случае кулачки 23, укрепленные к валу 20, будут стремиться прижать грузики 21, 22 к центру.

При увеличении числа оборотов вала 20 под действием центробежной силы грузики будут расходиться и, имея упор в кулачки 23, будут перемещать в сторону приложенного момента шпильки 29. Это вызовет смещение ротора с кулачковой шайбой 16 относительно коленчатого вала и контакты прерывателя будут раньше размыкать первичную цепь, тем самым вызывая опережение момента воспламенения.

При уменьшении числа оборотов коленчатого вала величина центробежной силы, действующей на грузики, уменьшится и они будут приближаться к центру, позволяя ротору возвратиться в первоначальное положение. Грузики собраны из отдельных пластинок и каждая из них имеет различную конфигурацию, благодаря чему по мере увеличения числа оборотов ротора некоторые пластины получают упор и их масса перестает воздействовать на кулачки 23. Этим достигается возможность получения любой характеристики изменения угла опережения в зависимости от требований, предъявляемых двигателями.

лучная перестановка зажигания в магнето „Вертекс“ аналогична с перестановкой в приборах батарейного зажигания. На рис. 51 дан общий вид разобранного и собранного магнето „Вертекс“. Магнето „Вертекс“ изготавливается для четырех-, шести-, восьми- и двенадцатицилиндровых двигателей.

Магнето фирм Дикси и Сплитдорф

Оба типа магнето имеют невращающийся трансформатор и неподвижные магниты. На рис. 52А представлена схема соединения обмоток и магнитная цепь магнето „Дикси“. В этом магнето магнитная цепь довольно сложна и изобразить в одной проекции невозможно. Для того, чтобы представить всю магнитную цепь, на рис. 52В представлен разрез по линии *a—b* в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

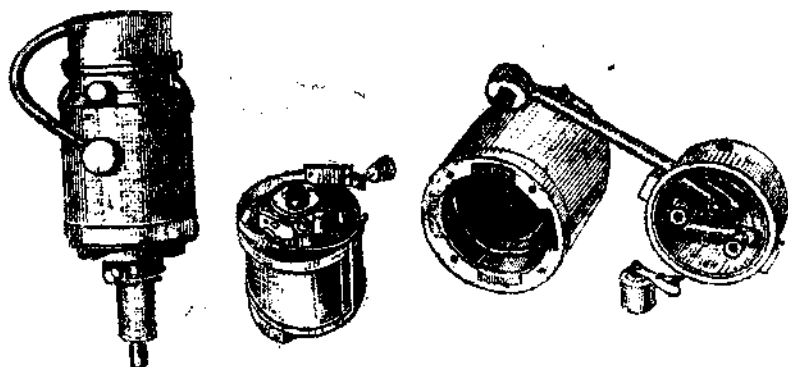


Рис. 51

Принцип создания в сердечнике трансформатора переменного тока величины и направлению магнитного потока заключается в следующем: два магнита *M, M* расположены неподвижно вдоль оси вращения ротора. Ротор представляет два Г-образных полюсных наконечника *ПН, ПН*, которые связаны магнитно с полюсами: один с *N* и другой с *S*. Благодаря такому устройству независимо от положения Г-образного полюсного наконечника (относительно оси вращения) один будет всегда иметь полярность *N* и другой *S*.

Между собою Г-образные наконечники скреплены механически, посредством латунной прокладки и латунной заклепки. Применение диамагнитного металла, в данном случае латуни, вызвано необходимостью предупредить замыкание магнитной цепи полюсов, что имело бы место в случае применения ферро-магнитного металла.

При изменении положения полюсных наконечников относительно сердечника трансформатора в нем будет изменяться величина магнитного потока и в первичной обмотке трансформатора появится индуктированная Э. Д. С. Весь дальнейший процесс ни чем не отличается от процесса, рассмотренного ранее и мы описания его здесь не даем.

Необходимо отметить, что форма полюсных наконечников такова, что магнитное сопротивление цепи резко изменяется во времени и кривая изменения Э. Д. С. в первичной обмотке имеет пикообразный характер. Так как при таком характере изменения Э. Д. С. становится затруднительным получить мощную искру при положении позднего зажигания, то в данном типе магнето одновременно с поворотом прерывателя поворачивается

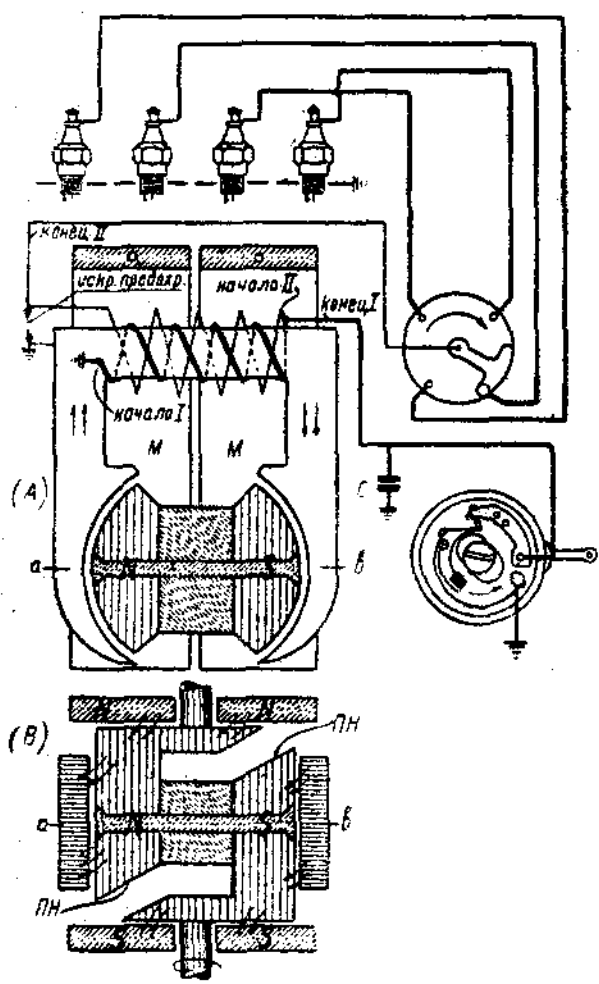


Рис. 52

ся на эту же величину и трансформатор (они имеют жесткую связь). Такое устройство позволяет иметь величину ϵ , т. е. пространство между магнитом и сердечником (см. рис. 19) неизменной, а следовательно имеется возможность размыкать первичную обмотку, когда сила тока в ней максимальна.

Большим недостатком в магнето с неподвижным трансформатором и неподвижным магнитом является наличие четырех междужелезных пространств (два в радиальном и два в аксиальном направлениях). В связи с этим хотя размеры магнитов и больше, чем в предыдущих магнето, значение Φ_{max} в сердечнике трансформатора меньше и напряжение на электродах

свечи значительно уменьшается при появлении копоти на изоляторе свечи, что ухудшает работу прибора зажигания.

Токораспределитель выполнен со скользящей щеткой и требует довольно частой чистки, так как образующаяся угольная пыль на роторе токораспределителя способствует разветвлению тока во все свечи и ослабляет искровой разряд в свече, работающей в данный момент.

Магнето фирмы Сплитдорф модель аэро

Эта фирма выпускала магнето с вращающимися обмотками после слияния с фирмой Дикси приступила к выпуску магнето с невращающимися трансформатором и неподвижным магнетом. На рис. 23 представлена магнитная цепь такого магнето. Единственным отличием от магнето фирмы Дикси является наличие на роторе не Г-образных полюсных наконечников, а П-образных, а так же сердечник трансформатора укорочен. Такой ротор имеет четыре вращающихся полюса: два N и два S . Это позволяет иметь четыре изменения поля, а следовательно дает возможность получить четыре искры при повороте ротора на 360° . Данный тип магнето выпускался для восьмицилиндровых двигателей и имел передаточное число между ротором и токораспределителем 1:2.

К нам в СССР это магнето было ввезено с тракторами "Интернационал" 10—20 и 15—30 НР, которые снабжены четырехцилиндровыми четырехтактными двигателями. В связи с установкой магнето на четырехцилиндровые двигатели, у которых передаточное число между коленчатым валом и валиком, дающим привод ротору магнето, равно 1:1; два максимума изменения поля использовать не приходится. В связи с этим четырехкулачковая шайба прерывателя была заменена двухкулачковой и восьмиконтактная крышка токораспределителя заменена четырехконтактной.

Такая переделка магнето (сделанная фирмой „Сплитдорф“) создала неблагоприятные условия для работы контактов прерывателя, так как оба размыкания первичной обмотки, происходящие при одном обороте ротора, происходят при одном направлении тока в обмотке. Это способствует быстрому перенесению платино-иридиевого сплава с одного контакта на другой (имеем это же в батарейном зажигании) и прерыватель довольно быстро отказывается работать. Замена материала контактов вольфрамом нежелательна, так как его окислы плохо проводят ток и приходится чаще их чистить.

Единственным преимуществом применения четырехполюсного ротора в данном случае заключается в том, что при механической угловой скорости его, равной скорости коленчатого вала, число изменений магнитного поля в трансформаторе в два раза больше и значение индуктированной Э. Д. С. в первичной и вторичной обмотках будет больше. Это особенно ценно при пуске двигателя и его работе при малом числе оборотов коленчатого вала.

Данные трансформатора магнето фирмы „Сплитдорф“ модель аэро следующие:

Первичная обмотка изготовлена из медной проволоки с эмалевой изоляцией:

Диаметр ее $d_1 = 0,7$ мм,
Число витков $W_1 = 160$,
Сопротивление $r_1 = 0,55$ ома,
Длина $l_1 = 11,4$ метра.

Вторичная обмотка изготовлена из медной проволоки с эмалевой изоляцией.

Диаметр $d_2 = 0,09$ мм,
Число витков $W_2 = 10300$,
Сопротивление $r_2 = 2100$ ом,
Длина $L_2 = 1182$ метра.

Данный тип магнето так же имеет пикообразную характеристику изменения Э. Д. С. в первичной обмотке и прерыватель перемещается вместе с трансформатором при изменении угла опережения.

В целях облегчения пуска тракторных двигателей магнето фирмы Салитдорф снабжается импульсатором.

На рис. 53а представлена ведомая часть импульсатора „Салитдорф“, жестко укрепляемая к валу ротора магнето. На рисунке видны две пружины: одна из проволоки малого сечения, передающая импульс ротору, и другая из проволоки большего сечения, являющаяся амортизатором, смягчающим удар, когда

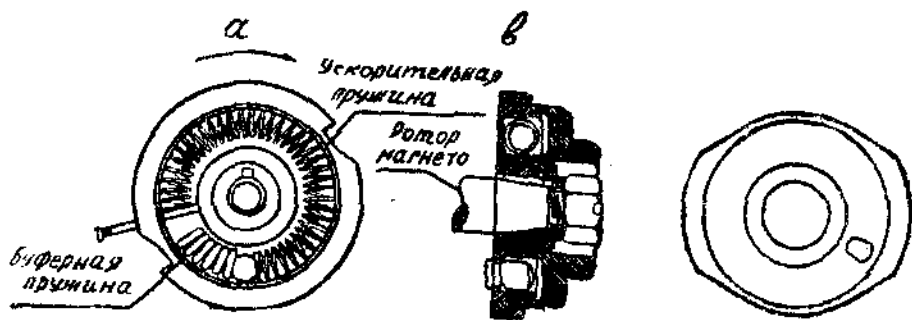


Рис. 53

ведущая часть догоняет ведомую. На ведомой части видны два выреза для зашелки, которая укрепляется к корпусу магнето и служит для удержания ротора в положении, соответствующем максимальному магнитному потоку в сердечнике трансформатора.

На рис. 53с представлена ведущая часть импульсатора, получающая привод от двигателя. На ней имеются два выступа, поднимающие зашелку, когда пружина будет заведена полностью и поршень достигнет верхней мертвой точки в конце такта сжатия. На рис. 53в представлен разрез импульсатора.

Конструктивное выполнение магнето с вращающимся трансформатором и неподвижным магнитом

К этой категории можно отнести магнето, изготавливаемые следующими фирмами: Эйзман, „Интернационал“, Роберт-Бош Америкен-Бош, Марелли, S. A. V., В. Т. Н. (Бритиш Томсон Гаустон) и другими.

Все магнето вышеуказанных фирм настолько незначительно отличаются по конструкции, что достаточно рассмотреть одно из них, а именно магнето „Эйземанн“.

На рис. 54 представлен продольный разрез по вертикали магнето „Эйземанн“. Сердечник трансформатора *ст* собран из листового железа с целью уменьшить токи Фуко. Боковые его части *а, а, а, а* изготовлены из мягкого железа или из серого чугуна.

На сердечнике расположена первичная обмотка *1* из медной проволоки с эмалевой изоляцией:

Диаметр ее $d_1 = 0,8$ мм,
 Число витков $W_1 = 260$,
 Длина $l_1 = 17,5$ метра,
 Сопротивление $r_1 = 0,6$, ом.

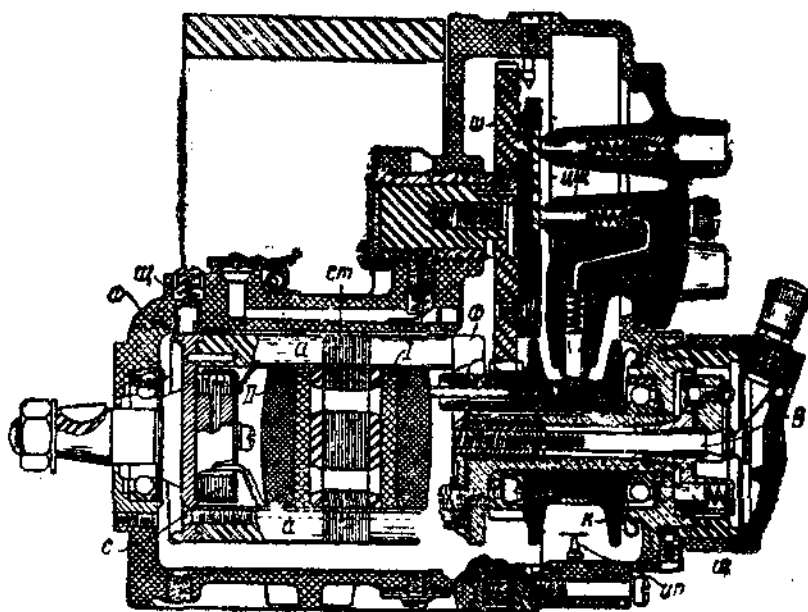


Рис. 54

Поверх ее расположена вторичная обмотка также из медной проволоки с эмалевой изоляцией

Диаметр ее $d_2 = 0,07$ мм,
 Число витков $W_2 = 11150$,
 Длина $l_2 = 1240$ метров,
 Сопротивление $r_2 = 3750$ ом,

Намотанный и тщательно покрытый изоляцией трансформатор укрепляется к двум бронзовым флянцам *ФФ*. По одному из них (левому) скользит щетка *Ш*, соединяющая неподвижную и подвижную „массы“. Обоймы шарикоподшипников изолированы. К левому флянцу укреплен конденсатор *С*, у которого одна из групп пластин соединена с „массой“ якоря. В этом

магнето начало первичной обмотки присоединено к „массе“ якоря через металлический корпус конденсатора. Конец первичной обмотки выведен наружу в виде двух проводников, один присоединен ко второй группе пластин конденсатора и второй проводник присоединен к гайке, изолированной от „массы“, в которую ввинчивается центральный винт прерывателя *B*. Винт несет две функции: 1) укрепляет прерыватель к якорю и 2) является токопроводником, соединяющим конец первой обмотки с наковальной прерывателя, которая тоже изолирована от „массы“ и может соединиться с ней через контакты прерывателя, молоточек и пружину. В корпусе прерывателя также помещается щетка *III*, соединяющая подвижную и неподвижную „массы“ и работающая параллельно с первой щеткой. Токораспределитель имеет угольные щетки количеством, равным числу цилиндров плюс одна.

Центральная щетка *III* получает ток высокого напряжения от щетки, скользящей по контактному кольцу коллектора *K* и передает металлической пластинке, укрепленной изолированно к шестерне *III*, изготовленной из ткани с пропиткой бакелитом. В зависимости от положения пластинки токораспределителя, она замыкает тот или иной уголек, соединенный проводом с центральным электродом свечи.

В целях предохранения изоляции вторичной обмотки от пробоя при перенапряжения установлен искровой предохранитель *ИП*. Магнето фирмы „Интернационал“ конструктивно ничем не отличается от магнето Эйзман и имеет следующие данные трансформатора:

Первичная обмотка выполнена медной проволокой с эмалевой изоляцией:

Диаметр ее $d_1 = 0,7$ мм,
 Число витков $W_1 = 200$,
 Длина $l_1 = 15$ мет ов,
 Сопротивление $r_1 = 0,85$ ом.

Вторичная обмотка частично выполнена из медной проволоки и частично из никкелина:

Медная проволока с эмалевой изоляцией:

Диаметр ее $d_{\text{м}} = 0,07$ мм.

Никкелиновая проволока с эмалевой изоляцией:

Диаметр ее $d_{\text{н}} = 0,08$ мм.

Суммарное число витков во вторичной обмотке $W_2 = 10\ 880$:

Длина ее $L_2 = 1\ 200$ метров,
 Сопротивление ее $r_2 = 4\ 200$ ом.

Магнето фирмы Р-Бош конструктивно незначительно отличается от вышерассмотренного. Данные трансформатора следующие:

Проволока с эмалевой изоляцией (медная):

Диаметр ее $d_1 = 0,77$ мм,
 Число витков $W_1 = 235$,
 Длина $l_1 = 20$ метров,
 Сопротивление $r_1 = 0,7$ ом.

Вторичная обмотка изготовлена из медной проволоки с эмалированной изоляцией:

Диаметр ее $d_2 = 0,08$ мм.
Число витков $W_2 = 10\ 600$.
Длина $l_2 = 1060$ метров,
Сопротивление $r_2 = 2\ 760$ ом.

Применение никкелиновой проволоки для вторичной обмотки преследует цель ускорить исчезание дугового разряда на электродах свечи, что особенно желательно на быстроходных двигателях.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИБОРОВ ЗАЖИГАНИЯ

Рассмотрение процессов получения вторичного напряжения в батарейном зажигании и в магнето позволяет сделать следующий вывод: батарейное зажигание имеет преимущество над зажиганием от магнето при пуске двигателя и его работе при малых оборотах коленчатого вала.

Пуск двигателя значительно легче при батарейном зажигании чем при магнето. При работе двигателя с малым числом оборотов, что имеет место при эксплуатации автомашин в городе, батарейное зажигание обеспечивает бесперебойность работы двигателя, вследствие очистки свечи от нагара, благодаря повышенной мощности вторичной обмотки. Приборы батарейного зажигания значительно дешевле магнето.

Наличие же аккумуляторной батареи на современных автомашинах обязательно и в случае питания bobины достаточно повысить емкость аккумуляторной батареи на 3—5 ампер-часов.

При батарейном зажигании изменение угла опережения момента воспламенения не вызывает изменения величины вторичного напряжения, но этот недостаток на современном магнето так же изжит. Зависимость батарейного зажигания от состояния аккумуляторной батареи и проводки уменьшает надежность работы по сравнению с магнето, а также работа батарейного зажигания удовлетворительна в пределах увеличения числа оборотов максимум 3 000—3 500 об/мин., в то время как магнето исправно работает в пределах до 8 000 об/мин. К большому недостатку батарейного зажигания следует отнести невозможность применения платино-иридиевых контактов, вследствие одного направления тока в момент размыкания, что вынуждает применять вольфрам, контакты из которого требуют большего ухода.

ДВУХЬСКРОВОЕ МАГНЕТО

Двухискровым магнето называется такое магнето, у которого при одном прерывании первичной цепи получаются одновременно две искры. Это достигается тем, что начало вторичной обмотки выведено на один коллектор и конец вторичной обмотки выведен на второй коллектор. Каждый коллектор соеди-

няется с одной свечей, благодаря чему „масса“ двигателя является проводником, соединяющим корпуса двух свечей.

В момент прерывания первичной обмотки ток поступает с одного коллектора на токоприемник, в провод, центральный электрод первой свечи, на массу, по „массе“ через искровой промежуток второй свечи на центральный электрод и по проводу и токоприемник на второй коллектор. Такое магнето устанавливают на двухцилиндровые двигатели с расположением их под углом 180° , причем воспламенение должно происходить в них одновременно.

Данный тип двигателя, называемый лодочным заборным, требует аполитного расположения цилиндров и одновременного воспламенения газовой смеси в них, с целью уменьшения расшатывания корпуса лодки. Двухискровое магнето также ставится на точные двигатели в целях более быстрого сгорания смеси, так как газовая смесь поджигается в двух точках.

МАГНЕТО И ГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

На двухтактных двигателях одноцилиндровых и двухцилиндровых с расположением цилиндров под углом 180° часто применяют магнето, представленное на рис. 55.

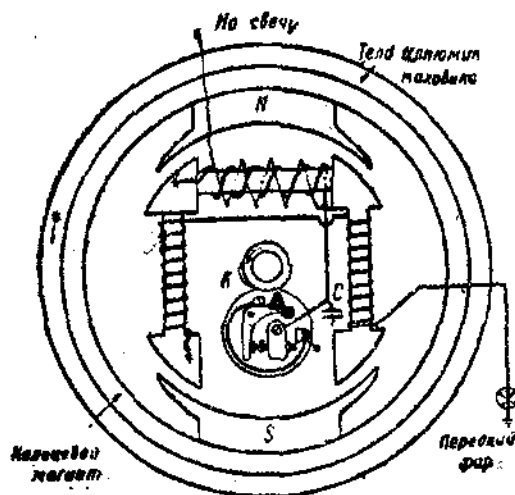


Рис. 55

Конструкция этого прибора зажигания следующая: к картеру двигателя укрепляется П-образный сердечник, собранный из листового железа. На верхней части сердечника расположены две обмотки: первичная и вторичная, соединения их ничем не отличаются от соединений в рассмотренных нами магнето.

Так как обмотки трансформатора неподвижны, то и прерыватель с конденсатором также неподвижны. На боковых частях

сердечника помещены две катушки, питающие энергией одну лампочку 5—10 ватт. Магнитный поток в сердечнике создается постоянным магнитом кольцеобразной формы, укрепленным в алюминиевом маховике. К маховику укреплена кулачковая шайба КШ. Принцип получения индуктированной Э. Д. С. ничем не отличается от принципа вышерассмотренных магнето.

Данное магнето с таким же успехом может быть использовано на четырехтактных одноцилиндровых двигателях и так как магнит будет вращаться со скоростью коленчатого вала двигателя, то один искровой разряд будет происходить в конце такта сжатия, а другой в конце выхлопа. Последний никакого влияния на работу двигателя не окажет. Это магнето устанавливалось на лодочные двигатели фирм „Архимедес“ и „Овенруд“, на мотоциклы фирм „Ковентри Игл“ и D.K.W.

ЗАПАЛЬНЫЕ СВЕЧИ

Как уже ранее указывалось, для получения искрового разряда внутри цилиндра, в камеру сжатия ввертывается запальная свеча. Она имеет следующие составные части:

1. Центральный электрод.
2. Изолятор, в котором укреплен центральный электрод.
3. Электрод, соединенный с „массой“.
4. Корпус, скрепляющий все части свечи, а так же позволяющий укрепить свечу в головке цилиндра.

Изолятор

Наиболее ответственной частью свечи является изолятор центрального электрода. Условия работы изолятора крайне тяжелые, так как он соприкасается внутри цилиндра с газами, имеющими различную температуру при различных тактах рабочего процесса.

Температура газов в камере сгорания изменяется в больших пределах, а именно:

В начале всасывания газов, их температура	70÷80° С
В конце сжатия она достигает	330÷350° С
В момент воспламенения	1500÷1800° С
В момент выхлопа	400÷500° С

Такие резкие изменения температуры вызывают большие внутренние напряжения в материале изолятора и нередко вызывают появления трещин в нем. Наличие трещин создает возможность появления тока не в пространстве между электродами, а в месте повреждения изолятора.

Повышение температуры самого изолятора неизбежно, так как его внутренняя поверхность соприкасается с газами, температура которых достигает 1500÷1800° С. При нормальной работе запальной свечи температура изолятора в средней его части достигает 400÷500° С. Она зависит не только от температуры газов, но и от величины поверхности изолятора, соприкасающейся с горячими газами, и от величины поверхности изолятора, соприкасающейся с внешним воздухом, который охлаждает изолятор.

Температура изолятора зависит также от поверхности изолятора, соприкасающейся с корпусом свечи, которому изолятор отдает часть теплоты. Помимо малой чувствительности к измене-

нию температур, изолятор должен обладать достаточной электрической прочностью, т. е. должен выдерживать высокие напряжения, не допуская пробоя.

Наряду с электрической прочностью изолятора он должен иметь достаточную механическую прочность, чтобы противостоять давлениям газов в 17+25 атмосфер. Этим требованиям отвечают фарфор и слюда.

В автотракторной промышленности для изоляторов свечей чаще применяют фарфор. В двигателях с воздушным охлаждением, напр. мотоциклетные, некоторые авиационные и танковые, применяют слюду для изготовления изолятора свечи. Объясняется это тем, что в двигателях с воздушным охлаждением температура свечи выше; фарфор же с повышением температуры теряет электрическую прочность и при меньших напряжениях подвергается пробую. Эта зависимость представлена на рис. 56.

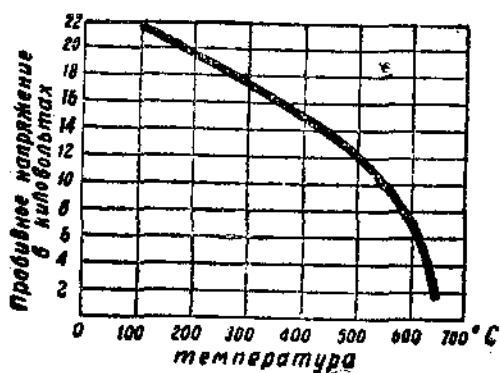


Рис. 56

стержень обтачивают, придавая ему нужные размеры, после чего его подвергают обжигу и глазуровке, с целью дать плотную, глянцевую поверхность, препятствующую проникновению влаги, масла и копоти вглубь изолятора.

Из кривой, представленной на рис. 56, видно, что повышение температуры уменьшает способность изолятора противостоять высоким напряжениям. Способность изолятора сохранять изолирующее свойство при повышении температуры характеризуется „эффективным температурным значением“. Под „эффективным температурным значением“ подразумевают ту температуру, при которой удельное сопротивление одного куб. см равно 1 000 000 ом. Величина „эффективного температурного значения“ для материала изоляторов свечей автомобильных и тракторных двигателей 650° С и для авиационных 490° С.

Ранее было установлено, какое вредное влияние на процесс зажигания оказывает образование копоти на изоляторе свечи. С целью предупредить образование копоти необходимо иметь температуру нижней части изолятора настолько высокой, чтобы копоть сгорала. Эта температура называется „темпера-

В последнее время фарфор в чистом виде имеет небольшое применение и изоляторы делаются из массы, в состав которой входят не только каолин и полевой шпат (основные части фарфора), но и такие вещества, как тальк, силиманит и циркон. Все эти вещества размалываются и из них готовится масса, которую формуют. После формовки производят просушку, просушенный

турой самоочистки свечи". Необходимо помнить, что чрезмерный нагрев изолятора может вызвать преждевременное воспламенение смеси и вызвать калильное зажигание; температура нижней части изолятора, соприкасающейся с газами, не должна поэтому превышать 500°C . Температура нижней части изолятора зависит от количества подведенного и отведенного тепла.

Количество подведенного тепла зависит от температуры газов в момент воспламенения, а следовательно и от степени сжатия. Оно также зависит от числа воспламенений в единицу времени и следовательно при одном и том же числе оборотов коленчатого вала изолятор свечи имеет более высокую температуру в двухтактном двигателе, чем в четырехтактном. Коли-

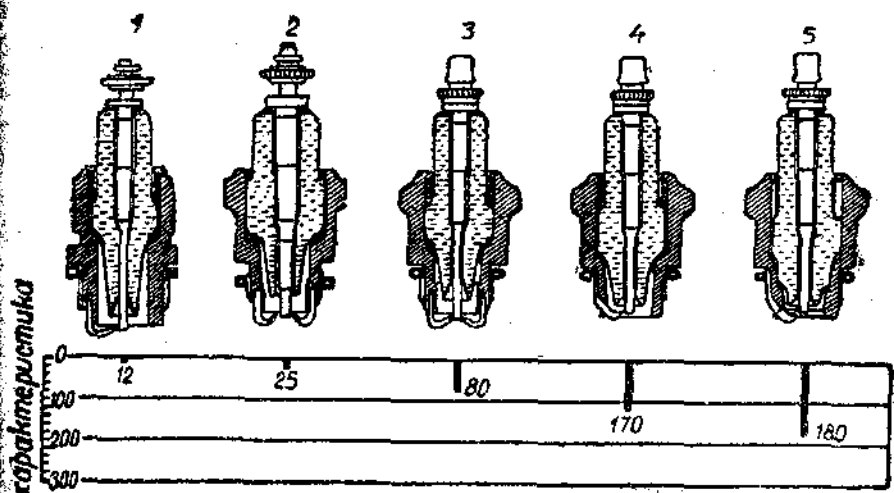


Рис. 57

чество отведенного тепла к корпусу свечи зависит от температуры последнего и в двигателях с воздушным охлаждением температура корпуса свечи выше и количество отводимого тепла от изолятора меньше.

Для получения постоянства температуры нижней части изолятора, при которой происходит самоочистка свечи, необходимо сбалансировать количество подведенного и отведенного тепла. Это достигается соотношением поверхностей, воспринимающих теплоту и отдающих ее. Наглядное представление дает рис. 57, из которого видно как изменяются соотношения поверхностей.

Необходимо отметить, что в двигателях с большим числом оборотов коленчатого вала, с высокой степенью сжатия и с воздушным охлаждением, приходится настолько уменьшать нижнюю часть изолятора, что путь для поверхностных токов по копоти и даже по чистому изолятору настолько сокращается, что может происходить разряд по поверхности, а не в пространстве между электродами свечи. Это ставит предел уменьшению поверхности,

воспринимающей тепло, и вызывает необходимость увеличения поверхности, отдающей тепло. С этой целью увеличивают верхнюю часть изолятора, соприкасающуюся с внешним воздухом, а также снабжают корпус свечи ребрами.

Электроды

Материалом для изготовления электродов служит никкель или его сплавы Ni — 97%, Mg — 1,5%, Fe — 0,8% и Si 0,4%. Применение никкеля и его сплавов вызвано их высокой температурой плавления и ничтожно малым окислением поверхности. Сечение центрального электрода берется довольно большим, с целью улучшить отвод тепла. С этой целью часто электрод изготавливают из меди с приваркой к его нижней части никкелевого накопечника. Верхнюю же часть его снабжают ребрами. Отвод тепла по центральному электроду необходимо иметь достаточным, так как его температура может повыситься настолько, что вызовет калильное зажигание.

Укрепление электрода в изоляторе имеет большое значение и зависит от объемного расширения металла электрода и самого изолятора. Наряду с полной герметичностью между электродом и изолятором возникает необходимость в такой конструкции укрепления, при которой расширение электрода не может вызвать трещин в изоляторе. С этой целью между электродом и изолятором оставляют некоторое пространство (по диаметру) и только в нижней части электрод имеет заточку на конус, упирающуюся на уплотняющую прокладку, или же электрод имеет на конце нарезку, помощью которой он укреплен в изоляторе. Больше всего электрод подвержен линейному удлинению при повышении температур и для получения плотного прилегания заточки к уплотняющему кольцу электрод затягивается гайкой с пружинной шайбой, которая и воспринимает на себя все изменения длины электрода при изменении его температуры.

Электрод, соединенный с „массой“, изготавливается из того же материала, что и центральный электрод. Условия его охлаждения значительно лучше, чем условия охлаждения центрального электрода. Форма электродов значительно влияет на величину необходимого напряжения для получения искрового разряда и их изгиб влияет на надежность работы свечи. При остrokонечных электродах искровой разряд появляется при более низких напряжениях, но мощность искры значительно меньше, так как появляется истечение электричества, и во вторичной емкости накапливается меньшее его количество.

Наивыгоднейшая форма конца электрода представляет вид лопаточки и искровой разряд происходит при больших значениях напряжения на электродах, выделяя большее количество тепла, что обеспечивает бесперебойную работу двигателя. Изгиб электрода, соединенного с „массой“, должен иметь такую форму, при которой масло, попадающее на свечу, не собирается в виде капли между электродами. При работе свечи искровой разряд

так же переносит частицы металла с одного электрода на другой, подобно тому, как это имеет место на контактах прерывателя. Если свечи обслуживает прибор батарейного зажигания, то изнашивается или центральный электрод, когда он является анодом, или электроды, соединенные с „массой“, если они являются анодом.

При обслуживании свечей прибором зажигания магнето используются все максимальные значения генерированной силы тока, т. е. число прерываний за один оборот равно числу изменений поля, то 50% всех свечей имеют износ центрального электрода и 50% количества свечей имеют износ электрода, соединенного с „массой“. Меняя свечи, может быть достигнут равномерный износ тех и других электродов. Например: порядок работы 1, 4, 2, 6, 3, 5 достаточно раз в неделю, первые три свечи, т. е. 1, 2, 3, поставить в цилиндры 4, 5 и 6 и свечи 4, 5 и 6 вставить в цилиндры 1, 2 и 3. В целях получения равномерного износа центрального электрода его окружают двумя или тремя электродами, соединенными с „массой“. Как известно, разряд происходит в месте наименьшего сопротивления, т. е. там, где меньше расстояние между электродами, и так как в этом месте будет появляться искра, то часть металла переносится, и в работу вступает другой электрод, соединенный с „массой“.

Величина промежутка между электродами зависит от степени сжатия и применяемого топлива. На двигателях с высокой степенью сжатия величина пространства между электродами 0,3—0,4 мм при работе двигателя на бензине, и при нормальной степени сжатия 0,4—0,5 мм. При работе на керосине рекомендуется иметь пространство, равное 0,6—0,8 мм, так как при малых промежутках легко образуются мостики из копоти, замыкающие электроды.

Корпус свечи

Корпус свечи изготовляют из мягкой стали. Корпус свечи бывает различной конструкции, в зависимости от того, разборная свеча или нет. В первом случае корпус имеет помимо наружной нарезки (которая служит для укрепления свечи в головке цилиндра) и внутреннюю, необходимую для укрепления изолятора. Во втором случае имеется только наружная резьба, крепление же изолятора достигается путем завальцовки верхнего края корпуса.

Как в первом, так и во втором случаях под изолятор и на него ставят уплотняющие прокладки, в виде медно-асбестовых колец. Эти кольца допускают некоторые изменения размера изолятора, вследствие температурного расширения, не вызывая нарушения плотности и не вызывая разрушения изолятора. Внутренняя расточка корпуса всегда имеет больший диаметр, чем изолятор, что делается с целью большей сохранности изолятора.

Наружная нарезка имеет нормализованный диаметр и шаг резьбы. На европейских машинах принят наружный диаметр

нарезки 18 мм и шаг резьбы 1,5 мм. На американских машинах отверстия для свечей снабжаются дюймовой нарезкой с числом ниток на дюйм 18 и диаметр— $\frac{7}{8}$, и с газовой резьбой, имеющей число ниток на дюйм 14 и диаметр— $\frac{1}{2}$ дюйма.

Для получения герметичности в месте скрепления свечи с головкой цилиндра применяют два способа: или устанавливают медно-асбестовую прокладку между свечей и головкой цилиндра, или снабжают отверстие для свечи конусной нарезкой, такую же нарезку имеет и корпус свечи.

Выбор свечи и ее установка

В различных двигателях толщина стенки головки цилиндра в месте установки свечи различна. В связи с этим нарезку на корпусе свечи изготавливают различной длины. Необходимо выбор свечи производить не только на основании тепловых показателей ее, но следует обращать внимание и на установку свечи в головке цилиндра. По тепловым качествам подбор свечи делается следующим образом: если при работе двигателя обнаружено, что свеча нагревается и вызывает калильное зажигание, или поверхность нижней части изолятора покрывается пузырями (плавится глазурь), необходимо такую свечу заменить свечей с большим отводом тепла и меньшей поверхностью, воспринимающей его.

В том случае, когда изолятор свечи покрывается копотью (при нормальном составе смеси и хорошем состоянии поршневых колец), то температура свечи слишком низка и ее (свечу) необходимо заменить свечей с меньшей поверхностью охлаждения и большей поверхностью нагрева.

Свечи, изготавливаемые фирмой Р-Бош, снабжаются буквенными и цифровыми показателями, выбиваемые на корпусе, значение их следующее:

<i>M</i> — неразборная	} свеча с миллиметровой резьбой (1,5 мм)
<i>DM</i> — разборная	
<i>Z</i> — неразборная	} свеча с дюймовой нарезкой
<i>DZ</i> — разборная	

Цифровые показатели дают тепловую характеристику свечи, причем, чем больше цифра, тем данная свеча имеет меньший подвод теплоты и больший отвод ее.

Правильной установкой свечи считаем, когда ввернутая свеча имеет нижний срез на одном уровне с внутренней поверхностью камеры сжатия.

В тех случаях, когда устанавливают две свечи в камеру сгорания, а прибор зажигания позволяет иметь только один искровой разряд при одном прерывании, применяют одну свечу с двумя электродами, изолированными от «массы», вторая же свеча нормального типа и ее центральный электрод соединяют с одним из электродов первой свечи.

Другой же электрод ее соединяют с трансформатором высокого напряжения.

УСТАНОВКА ПРИБОРОВ ЗАЖИГАНИЯ НА ДВИГАТЕЛЬ

Под установкой прибора зажигания понимают не просто укрепление агрегатов зажигания, но и точное согласование момента появления искрового разряда с положением поршня и клапанов. Прежде чем приступить к установке, необходимо иметь следующие данные:

1. Необходимо знать наибольший угол опережения, требуемый двигателем при полной мощности.

2. Необходимо знать максимальный угол перестановки опережения зажигания, допускаемый данным прибором.

3. Необходимо выяснить порядок работы цилиндров. Это можно произвести или по подъему клапанов или вместо свечей в отверстие вставляют бумажные пробки (но так, чтобы не могло втянуть их во внутрь цилиндра). Затем поворачивают коленчатый вал и наблюдают за порядком вылетания из отверстий пробок, выталкиваемых при такте сжатия.

4. Необходимо убедиться, что число прерываний первичной цепи, приходящихся на один оборот коленчатого вала, равно: а) для четырехтактных двигателей $\frac{\text{число цилиндров}}{2}$, б) для двухтактных

двигателей — числу цилиндров. Имея эти данные, приступают к установке прибора зажигания. Ее можно производить двояко: или по раннему зажиганию или по позднему. В первом случае поступают так: устанавливают поршень первого цилиндра в положение верхней мертвой точки при закрытых клапанах (в конце такта сжатия).

Для точного определения мертвых точек на маховике имеются пометки *U. P.* (upper point) или *D. C.* (dead cent) или *T. C.* (top center) и на неподвижной части двигателя устанавливается указатель. Например известно, что максимальное опережение, требуемое двигателем, 35° , то необходимо маховик повернуть на эту величину в противоположном направлении вращению коленчатого вала при его работе. Определить поворот кривошипа на угол 35° можно двояко: или, зная диаметр маховика, отложить на нем дугу, соответствующую углу 35° , или на основании номограммы. На рис. 58 представлена номограмма для двигателей, имеющих отношение длины шатуна к удвоенному радиусу кривошипа (ходу поршня) $\frac{l}{s} = 2,25$. Порядок определения ведут в такой последовательности:

1. На номограмме находят ход поршня двигателя, например $S = 125$ мм.

2. Ведут линию до пересечения с линией 35° и на ординате находят точку 13,5. Эта величина показывает, что положение поршня, не доходя 13,5 мм до верхней мертвой точки, соответствует углу опережения 35° . Вращая маховик в обратном направлении, замечают по линейке, когда поршень опустится на 13,5 мм. Затем ставят подвижную часть прибора зажигания (от которой зависит момент раннего размыкания контактов прерывателя) в положение полного опережения и поворачивают ротор (в том направлении, которое он будет иметь на двигателе) до

момента начала размыкания контактов, после чего закрепляют муфту, передающую вращение ротору прибора зажигания.

Электрод распределителя, против которого находится ротор токораспределителя, соединяют со свечей первого цилиндра и остальные провода соединяют, в направлении вращения токораспределителя, со свечами цилиндров, в зависимости от порядка их работы. Если произведена установка на шестицилиндровый четырехтактный двигатель, магнето с двумя прерываниями за один оборот ротора, то угловая скорость его в 1,5 раза больше

угловой скорости коленчатого вала.

Допуская, что предел перестановки момента прерывания на магнето 30° , при передаточном числе 1 : 1,5 и сдвиге в положение позднего прерывания коленчатый вал все же будет иметь опережение 15° .

Приборы зажигания с автоматическим опережением устанавливаются при положении поршня, соответствующем позднему зажиганию, учитывая максимальный угол опережения, требуемый коленчатым валом при полной мощности двигателя.

Приборы зажигания, снабженные импульсатором, устанавливают подобно вышерассмотренному, но вращают ротор

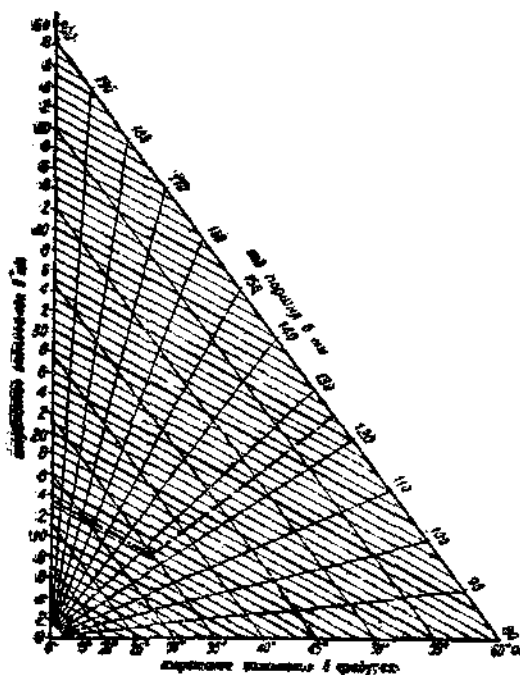


Рис. 58

в противоположном направлении, так как защелки импульсатора не позволят постепенно достигнуть момента начала размыкания контактов. В этом случае скрепление приводной муфты делают, когда молоточек прерывателя разомкнется и, пройдя размыкающий выступ, начнет замыкаться.

НЕИСПРАВНОСТИ, ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ

В системах батарейного зажигания и от магнето бывают неисправности, общие для той и другой систем, их мы и рассмотрим.

Неисправность: двигатель нагревается и не развивает большого числа оборотов и не развивает полной мощности.

Причина: неправильная установка прибора зажигания, т. е. чрезмерно позднее или чрезмерно раннее размыкание контактов.

Неисправности: при исправном состоянии карбюратора и клапанного механизма возникают выстрелы во всасывающей трубе („чихание“ в карбюратор).

Причина: самовоспламенение или сбив порядок токораспределения. В первом случае следует обратить внимание не перегрет ли двигатель или чрезмерно нагреты свечи. Если свечи систематически перегреваются, следует заменить их свечами с более высокой тепловой характеристикой. Во втором случае необходимо установить правильную работу токораспределителя.

Неисправность: во время работы двигателя слышен металлический стук внутри цилиндров.

Причина: чрезмерно раннее зажигание или перегрет двигатель.

Неисправность: свеча перегревается и снаружи покрыта копотью.

Причина: нарушена герметичность или между изолятором и корпусом или корпусом и головкой цилиндра.

Неисправность: не все цилиндры работают при исправном состоянии двигателя.

Причина: 1) провода высокого напряжения соединяются с „массой“, 2) нарушена вторичная цепь, 3) неисправное состояние свечи, 4) поврежден токораспределитель, 5) неисправен прерыватель.

Неисправность: двигатель работает с перебоями, на свечах слабая искра, в прерывателе сильное искрение.

Причина: слишком мало пространство между контактами прерывателя. Замаслены контакты прерывателя. Отключился конденсатор.

Неисправность: на электродах свечи отсутствует искровой разряд и в контактах прерывателя не наблюдается никакого искрения.

Причина: отсутствует ток в первичной обмотке (обрыв ее), конденсатор пробит.

При батарейном зажигании. Неисправность: слабый искровой разряд на электродах свечи.

Причина: разряжена аккумуляторная батарея.

Неисправность: отсутствует искра на электродах всех свечей.

Причина: 1) аккумуляторная батарея разряжена до недопустимых пределов, т. е. напряжение ниже 1,8 вольта на один аккумулятор, 2) сожжен вариатор или предохранитель, 3) нарушена первичная цепь, 4) провод, соединяющий bobину с прерывателем, соединен с „массой“, 5) не замыкаются контакты прерывателя, 6) не размыкаются контакты прерывателя, 7) оборван провод, соединяющий вторичную обмотку с токораспределителем, 8) обломана пружинка на токораспределителе, 9) пробита изоляция вторичной обмотки bobины.

Неисправность: нерегулярное появление искры на электродах свечи.

Причина: 1) неплотные соединения в первичной цепи, 2) загрязнены контакты прерывателя, 3) износ фибрового выступа на молоточке.

При зажигании от магнето. Неисправность: борны токораспределителя получают искру через один.

Причина: износ одного выступа, размыкающего контакты.

Неисправность: отсутствует искра на всех свечах.

Причина: 1) провод, выключающий зажигание, соединился с „массой“, 2) не замыкаются контакты вследствие разбухания буквы молоточка, 3) не размыкаются контакты вследствие износа фибрового выступа.

Неисправность: слабая искра на электродах всех свечей.

Причина: при скользящем токораспределителе возникли мостики из угольной пыли, замыкающие сегменты распределителя.

Наличие тока высокого напряжения в системе зажигания может быть определено при помощи вольтоскопа, представляющего собою стеклянную трубку с разреженным газом неоном или гелием, которые обладают свойством светиться под действием тока высокого напряжения. Судя по яркости свечения определяют насколько исправно работает прибор зажигания.

Контрольные вопросы

1. Объясните процесс получения высокого напряжения на зажимах вторичной обмотки трансформатора.
2. Какую цель преследует установка конденсатора в приборах зажигания.
3. Какие факторы влияют на величину напряжения на электродах свечи.
4. Какие меры способствуют восстановлению тока, в первичной обмотке трансформатора, при батарейном зажигании.
5. Перечислите причины, препятствующие восстановлению магнитного потока в сердечнике трансформатора магнето и укажите меры борьбы с ними.
6. По каким параметрам определяют качество магнитной стали и какие металлы, идущие в сплав, повышают их качества.
7. Изобразите принципиальные схемы соединения обмоток трансформаторов и укажите условия для суммирования индуктированных Э. Д. С.
8. От каких причин зависит величина необходимого напряжения на электродах свечи для получения искрового разряда.
9. Какие типы токораспределителей вы знаете и укажите их преимущества и недостатки.
10. Какие приспособления при зажигании от магнето облегчают пуск двигателя.
11. Дайте оценку магнитным цепям магнето.
12. Какие особенности вносит в конструкцию магнето применение вращающегося трансформатора.
13. Дайте сравнительную оценку приборам зажигания.
14. Как производят подбор запальной свечи к данному двигателю.
15. Объясните способ установки приборов зажигания на двигатель.
16. Что неисправно в системе зажигания от магнето: а) при отсутствии искры в 1, 2, 3 свечах при порядке работы шестицилиндрового четырехтактного двигателя 1, 5, 3, 6, 2, 4?
17. Необходима ли замена каких-либо частей в магнето фирмы Сцинтила и Эйзман при перестановке их с правого на левое вращение.
18. В каких случаях допустимо иметь пикообразную кривую изменения Э.Д.С. и в каких случаях необходимо иметь рассеиватели магнитного поля.
19. Укажите способы автоматической перестановки момента воспламенения и дайте оценку их.

ОТДЕЛ ТРЕТИЙ

АККУМУЛЯТОРЫ И ЗАРЯДНЫЕ УСТАНОВКИ

По условиям эксплуатации автомобилей, тракторов и мотоциклов им приходится работать в различное время суток и пользоваться освещением не только при работающем моторе, но и при остановленном. В связи с этим в электроустановке обязательным является наличие аккумулятора, способного запасать электрическую энергию на время бездействия мотора, необходимость иметь запас электрической энергии, также диктуется и установкой электромотора (стартера), который служит для пуска двигателя внутреннего сгорания. При отсутствии магнето высокого или низкого напряжения аккумулярированная энергия нужна для питания прибора зажигания (бобины).

На основании вышесказанного наличие аккумуляторов в системе электрооборудования является обязательным. Наибольшее распространение в данное время на автотранспорте получил так называемый кислотный аккумулятор, его химический процесс и конструктивное выполнение и рассмотрим.

СВИНЦОВЫЙ ИЛИ КИСЛОТНЫЙ АККУМУЛЯТОР

Свинцовый аккумулятор получил название по металлу, идущему на изготовление пластин. Пластины в нем, как положительные, так и отрицательные, изготовлены из свинца в виде решеток, заполненных активной массой, приготовленной из свинцового сурика Pb_3O_4 и глета PbO ; для механической прочности пластин в свинец прибавляют сурьму (Stibium, уд. в 6,7 плав. $+630^\circ C$) от 3% до 10%. Активная масса положительных пластин содержит 75% Pb_3O_4 и 25% PbO . Активная масса отрицательных пластин содержит 75% PbO и 25% Pb_3O_4 .

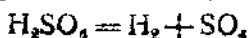
Приготовленные пластины свариваются в секции по несколько штук вместе и устанавливаются в кислотоупорном сосуде. Сосуды заполняют электролитом, приготовленным из серной кислоты и дистиллированной воды, после чего пластины подвергаются формированию электрическим током, путем нескольких циклов заряда и разряда. Рассмотрим химические процессы, протекающие в свинцовом аккумуляторе.

Химические процессы свинцового аккумулятора

В заряженном виде активная масса положительных пластин представляет двуокись свинца PbO_2 , а активная масса отрицательных пластин в заряженном состоянии преобразована в чистый

свинец Pb, с большим количеством пор, почему его и называют губчатым свинцом. Если внешние зажимы аккумулятора замкнуть каким-либо проводником, то в цепи под действием Э. Д. С. поляризации появится электрический ток, причем во внешней цепи он будет иметь направление от положительного зажима к отрицательному, и во внутренней цепи от группы отрицательных пластин (катод) к группе положительных пластин (анод).

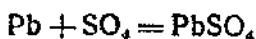
Под действием электрического тока, кислота разложится



и произойдет перемещение положительных ионов водорода (H_2) на анод, а отрицательных ионов кислотного остатка (SO_4) на катод. При этом процессе двуокись свинца (PbO_2) положительных пластин переходит в сернокислый свинец (PbSO_4) с выделением двух молекул воды (H_2O)

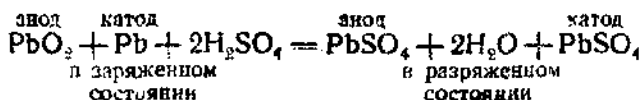


Одновременно на отрицательных пластинах кислотный остаток (SO_4) соединится с губчатым свинцом (Pb)

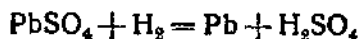


При разряде электролит следовательно обогащается двумя молекулами воды и плотность его понижается.

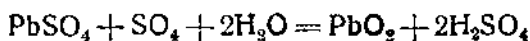
Весь процесс разряда аккумулятора сокращенно можно представить так:



Если анод аккумулятора присоединить к $+$ зажиму, а катод к $-$ зажиму источника постоянного тока, Э. Д. С. которого больше Э. Д. С. поляризации аккумулятора, то в цепи появится зарядный ток. Направление силы тока во внутренней цепи аккумулятора будет от анода к катоду; в этом случае положительные ионы водорода H_2 будут перемещаться на катод, а отрицательные ионы кислотного остатка SO_4 на анод. При этом сернокислый свинец PbSO_4 отрицательных пластин переходит в губчатый свинец Pb с выделением одной молекулы серной кислоты



Одновременно на положительных пластинах сернокислый свинец PbSO_4 переходит в двуокись свинца PbO_2 с выделением двух молекул серной кислоты



При заряде аккумулятора, как видно из химического процесса, электролит обогащается тремя молекулами серной кислоты и плотность его повышается.

Кратко весь процесс заряда аккумулятора можно представить в следующем виде:

в разряженном виде в заряженном виде



Сернокислый свинец может находиться в двух состояниях: аморфном и кристаллическом. Первое состояние сернокислый свинец имеет при разряде аккумулятора до 1,8 вольта и второе при разряде ниже 1,8 вольта.

Допускать разряд аккумулятора до снижения напряжения за пределы 1,8 вольта ни в коем случае недопустимо, так как при кристаллическом состоянии сернокислого свинца зарядить аккумулятор крайне затруднительно, а иногда и совершенно невозможно.

Емкость аккумулятора

Под емкостью аккумулятора подразумевают способность накапливать при заряде и отдавать при разряде накопленную энергию.

Емкость измеряется в ампер-часах и представляет произведение разрядной силы тока на время разряда, причем напряжение в конце разряда не должно быть ниже 1,8 вольта. Для того, чтобы сравнивать емкость аккумуляторов различных фирм, условился производить разряд в течении 20 часов до напряжения 1,8 вольта на 1 элемент.

Рассмотрим от каких факторов зависит емкость аккумулятора.

1. При заряде аккумулятора в нем происходит химический процесс и так как по закону Фарадея количество выделившегося вещества зависит от силы тока, времени его действия и электрохимического эквивалента $M = \alpha It$, то можно сказать: чем больше преобразуем PbSO_4 в PbO_2 и PbSO_4 в Pb , тем больше запасем электрической энергии, так как при обратной реакции во время разряда будет участвовать большее количество вещества. Отсюда заключаем, что емкость аккумулятора зависит от количества активнодействующего вещества. Так как доступ к глубоким слоям активной массы затруднителен, то и стараются ее распределить на большей поверхности.

Увеличение силы зарядного тока допустимо в известных пределах, и в этом диапазоне можно сказать, что при одном и том же времени, но при различной силе тока, можно преобразовать различное количество вещества, а следовательно и запастись различным количеством электрической энергии.

Дело в том, что при чрезмерном увеличении силы тока химический процесс не проникает в глубь активной массы, так что заряд заканчивается раньше, чем все количество вещества будет преобразовано.

Затем, при чрезмерной зарядной силе тока, возможно коробление пластин, главным образом положительной группы, что может вызвать выпадение из ячеек свинцового каркаса активной массы; это вызовет уменьшение количества действующего вещества, а следовательно, и понизит емкость аккумулятора.

2. На емкость аккумулятора также сильно влияет и величина разрядного тока; чем она больше, тем процесс разряда протекает энергичнее, но так как при разряде образуется вода (причем химически чистая), то ее изолирующее действие препятствует участию глубоких слоев активной массы и можно наблюдать, как после небольшого перерыва в пользовании аккумулятором он вновь способен отдавать энергию. Это показывает, что для диффузии, т. е. перемешивания воды с кислотой, необходимо определенное время.

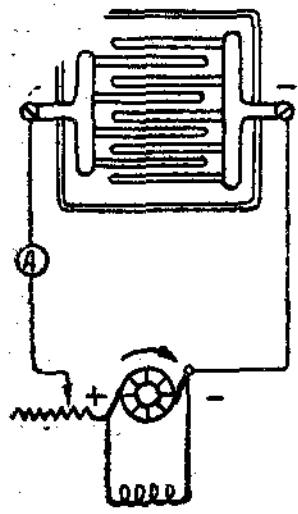


Рис. 59

3. Емкость аккумулятора также зависит от температуры электролита, причем чем выше температура, тем диффузия протекает быстрее. Замечено, что при повышении температуры на $+1^{\circ}\text{C}$ емкость увеличивается примерно на 1% и наоборот.

Заряд аккумулятора

Заряд аккумулятора, как уже было упомянуто выше, происходит под действием источника постоянного тока, причем анодную группу пластин аккумулятора соединяют с положительным зажимом динамомашины, или с другим источником постоянного тока, а катодную группу пластин соединяют с отрицательным зажимом (см. схему 59). Затем в координатах V и Ah (см. гра-

фиг 60) строят кривую заряда. Из кривой заряда видим, что при включении аккумулятора на заряд напряжение на зажимах его V_z от значения $V_z = 2\text{v}$ вначале быстро достигает

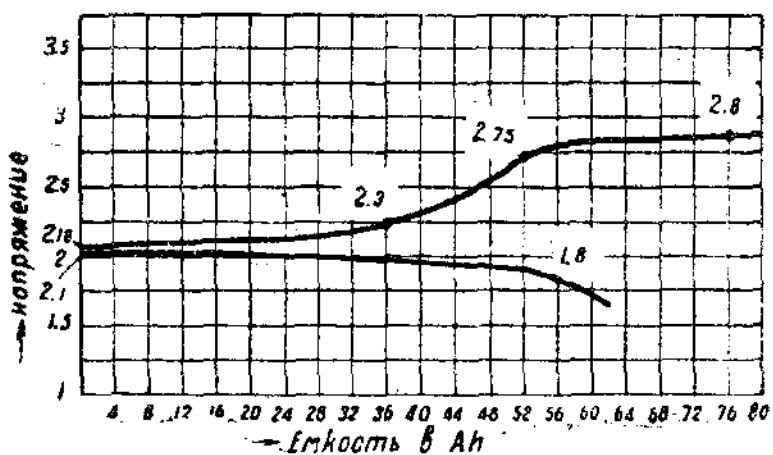


Рис. 60

фиг 60) строят кривую заряда. Из кривой заряда видим, что при включении аккумулятора на заряд напряжение на зажимах его V_z от значения $V_z = 2\text{v}$ вначале быстро достигает

$V_3' = 2,18v$, после чего медленно поднимается до $V_3'' = 2,3v$.
Затем, довольно быстро, поднимается до $V_3''' = 2,75 + 2,8v$.

Анализируя кривую заряда на участке $V_3 - V_3''$, постепенный подъем кривой можно объяснить постепенным повышением концентрации электролита и увеличением Э. Д. С. аккумулятора E_A , в связи с появлением все большего и большего содержания перекиси свинца PbO_2 на аноде и Pb на катоде. На участке $V_3'' - V_3'''$ быстрый подъем кривой зарядного напряжения объясняется повышением внутреннего сопротивления за счет газирования электродов и электролита.

Повышение внутреннего сопротивления вызывает увеличение падения напряжения $e = i_p r_{внут.}$, вследствие чего $V_3 = E_A + i_p r_{внут.} = V_3'''$. Свободное выделение гремучего газа $H_2 + O$ показывает, что процесс преобразования на пластинах почти окончен и зарядка почти прекратилась. В это время силу зарядного тока, который равнялся $\frac{1}{10} + \frac{1}{8}$ емкости стартерного аккумулятора или $\frac{1}{15} + \frac{1}{20}$ емкости светового аккумулятора, снижают на 50% и в течении одного или двух часов продолжают заряд. После того, как аккумулятор будет отключен от заряжающего источника, на зажимах установится Э. Д. С. $E_A = 2,2v$.

Разряд аккумулятора

Если теперь производить разряд и значения V_p — напряжение при разряде откладывать в той же координатной системе, то $V_p = E_A - i_p r_{вн.}$ где i_p — разрядный ток, а $r_{вн.}$ — внутреннее сопротивление. Совпадая вначале с осью ординат, кривая напряжения аккумулятора $V_p' = 2,1v$ после продолжительного разряда, постепенно снижаясь, достигнет $V_p'' = 1,8v$, т. е. критического значения напряжения; дальнейшее снижение, в нормальных условиях, недопустимо, причем быстрота падения кривой достигает максимальной скорости. Анализируя кривую разряда, можем заключить, что на участке $V_p' - V_p''$ напряжение уменьшается вследствие уменьшения концентрации электролита, а также вследствие уменьшения E_A , вызванного переходом PbO_2 в $PbSO_4$.

Дальнейший участок кривой показывает, как сильно увеличивается внутреннее сопротивление в связи с появлением сернистого свинца.

Примечание. Кривые заряда и разряда построены при $I = Const.$

Работа и коэффициент полезного действия свинцового аккумулятора

На основании характеристик аккумулятора выводят понятие о работе и коэффициенте полезного действия. Площадь, заключенная между кривой заряда, осью ординат и осью абсцисс, представляет работу, затраченную на заряд. Площадь равна произведению средней величины зарядного напряжения на время

и силу тока, и работа

$$W_{\text{зар.}} = V_{\text{з. сред.}} \cdot I_{\text{з.}} \cdot t_{\text{з.}}$$

точно таким же путем определяют работу при разряде

$$W_{\text{раз.}} = V_{\text{р. сред.}} \cdot I_{\text{р.}} \cdot t_{\text{р.}}$$

Взятое отношение работы (в ватт-часах) при разряде к работе, при заряде даст нам значение коэффициента промышленной отдачи $\eta_{\text{пр.}}$

$$\eta_{\text{пр.}} = \frac{\bar{W}_{\text{р.}}}{W_{\text{з.}}} = \frac{V_{\text{р. ср.}} \cdot I_{\text{р.}} \cdot t_{\text{р.}}}{V_{\text{з. ср.}} \cdot I_{\text{з.}} \cdot t_{\text{з.}}}$$

причем его величина, для свинцовых аккумуляторов изменяется, в пределах $\eta_{\text{пр.}} \cong 0,7 \div 0,8$.

Коэффициент отдачи, по количеству электричества, менее применим для сравнения качеств аккумуляторов и представляет отношение ампер-часов разряда к ампер-часам заряда

$$\eta_{\text{эл.}} = \frac{I_{\text{р.}} \cdot t_{\text{р.}}}{I_{\text{з.}} \cdot t_{\text{з.}}} \cong 0,9 \div 0,96$$

Выше уже упоминалось о плотности электролита, которая изменяется в зависимости от заряженности аккумулятора, причем было указано, что при разряде плотность электролита понижается, а следовательно, он более подвержен действию низких температур (см. таблицу 2).

Таблица 2

Боме	Плотность уд. вес	Приб. напр. элемента при разомкнут. цепи	Состояние батареи	Температура замерзания С
32—34	1,28—1,30	2,15—2,2	Заряжена повн. на 75% " " 50% " " 25% разряжена	—65
30	1,26	2,1		—50
24	1,215	2,0		—29
22	1,18	1,9		—18
19—16	1,15—1,11	1,8—1,7		— 6,5

Определение плотности электролита производят ареометром Боме (Beaumé).

Ареометр Боме представляет стеклянный или целлюлоидный поплавок со шкалой, градуировка которой произведена следующим образом: поплавок помещают в дистиллированную воду с температурой $+4^{\circ}\text{C}$ (т. е. при наибольшей плотности), и на границе уровня воды с поплавком, наносят на шкалу нулевое значение; затем, помещают поплавок в 15%-ный раствор поваренной соли. Вследствие увеличения плотности поплавок всплывает; граница уровня соленого раствора наносится на шкалу цифрой 15 и все расстояние, между нулем и пятнадцатью, делят на 15 частей и таким масштабом градуируют всю шкалу.

Так как все отсчеты по шкале отнесены к температуре $+15^{\circ}\text{C}$, то при производстве замера плотности электролита, при других температурах, необходимо вводить поправочный коэффициент γ ; причем, если температура выше $+15^{\circ}\text{C}$, то $\gamma = -7 \cdot 10^{-3}$ на каждый градус, если же ниже $+15^{\circ}\text{C}$, то $\gamma = +7 \cdot 10^{-3}$.

Если известна плотность по Боме и необходимо знать удельный вес с точностью 0,002, то для этой цели пользуемся эмпирической формулой уд. вес $= \frac{144}{141-n}$, где n — число градусов Боме при $+15^{\circ}\text{C}$.

Конструкция свинцовых аккумуляторов

По назначению аккумуляторы делятся на два класса: первый — аккумуляторы, предназначенные для световых целей, и следовательно, не подвергающихся хотя и кратковременной, но большой разрядной силе тока, и второй класс — аккумуляторы стартерные, которые допустимо кратковременно разряжать силой тока, превосходящей зарядный ток в 25 и даже в 50 раз.

Стартерные аккумуляторы могут быть использованы и используются для питания световых установок. Аккумуляторы же световые ни в коем случае для питания стартера непригодны.

Дело в том, что пластины стартерных аккумуляторов должны иметь достаточную поверхность, чтобы при большой разрядной силе тока как можно большее количество активной массы участвовало в процессе, причем плотность тока, приходящаяся на дм^2 , не достигла таких размеров, при которых появляется возможность коробления пластин и высыпание активной массы. Этим и объясняется наличие большого числа тонких пластин с большой действующей поверхностью. Затем, в целях получения больших разрядных токов при минимальном падении напряжения внутри аккумулятора, стартерные аккумуляторы имеют очень малое расстояние между пластинами, и повышенную плотность электролита (вместо предельной 28°B доводят до 32°B).

Это еще имеет и другое значение, а именно: величина Э. Д. С. аккумулятора зависит от плотности электролита и, увеличивая ее, можно с единицы веса получить большую работу (в уатт-часах). С другой стороны, повышение плотности электролита создает благоприятные условия для образования кристаллов сернистого свинца при разряде, для предупреждения чего требуется держать аккумуляторы полностью заряженными.

Касаясь вопроса изоляции пластинок между собою, с целью предотвратить замыкание их, выпадающей активной массой между пластинами ставят сепараторы из перфорированного (продырявленного) эбонита или специально обработанной деревянной фанеры, или же ставят и то и другое. В целях предупреждения замыкания между нижними кромками пластин на дне сосуда имеются специальные выступы, не позволяющие пластинам коснуться дна (см. рис. 61).

При эксплуатации аккумуляторов на автотранспорте напряжение одного элемента недостаточно и в зависимости от выбран-

ного напряжения 6 вольт или 12 вольт отдельные аккумуляторы собирают в батарею, состоящую из 3 или 6 последовательно включенных элементов, причем надо помнить, что при последовательном соединении емкость батареи в ампер-часах будет такая же, какую имел один элемент; работа же ее в уатт-часах возрастает пропорционально числу соединенных элементов.

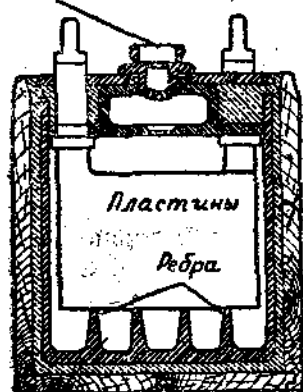
Элементы батареи могут быть установлены или в монолитный эбонитовый ящик с числом отделений, равным числу элементов, или же каждый элемент имеет свой сосуд и все вместе устанавливаются в деревянный ящик.

Сравнивая качества и недостатки этих двух способов, необходимо отметить следующее: так как монолитный ящик изготовлен из эбонита, то он не подвергается разрушению кислотою, а следовательно, следить за чистым состоянием (а оно крайне нужно, так как предупреждает самозаряд) значительно легче.

Первоначальная стоимость такого ящика выше, и в случае значительного повреждения одного из отделений требует замены всего ящика. В случае сборки батареи из элементов с отдельными сосудами в деревянном ящике все вышеупомянутые качества и недостатки отпадают; появляется же новый недостаток — увеличение габаритных размеров. В этом способе установки положительным является возможность замены отдельных сосудов.

Практика показала, что повреждение сосудов при первом способе сборки батареи значительно реже, чем при втором.

*Отверстие
для наливки электролита*



*Для оседания выпадающей
активной массы*

Рис. 61

Ремонт сосудов сводится к вулканизации поврежденного места, которое предварительно расчищается, крошки трещины снимаются напел, накладывается сырая резина и производится вулканизация.

Выводные стержни секций пластин должны иметь уплотняющие приспособления, причем желательнее из резины, так как непосредственная заливка их четвертоном и другими составами, под действием изменяющихся температур и тряски, быстро разрушается, что вызывает возможность расплескивания электролита, его потерю и разрушительное действие на близ расположенные металлические части.

Запорная пробка на сосуде аккумулятора должна также предупреждать расплескивание электролита и в то же время давать свободный доступ в атмосферу газам, выделяющимся при химическом процессе, дабы не создавалось повышение давления в сосуде.

Приготовление электролита и заливка его в аккумулятор

Для приготовления электролита требуется химически чистая серная кислота и дистиллированная вода. Если имеющаяся в распоряжении кислота внушает сомнение в ее химически чистом состоянии, то рекомендуется проверить ее реактивами:

1. Определение присутствия хлора.

В 25 см³ H₂SO₄ 8° В. вливают 8 капель азотной кислоты HNO₃ 24° В. и 20 капель 20%-ного раствора азотнокислого серебра AgNO₃, после чего содержимое взбалтывают и, если жидкость помутнеет, или же на дне окажется осадок белого цвета (хлористое серебро AgCl), который при вливании нашатырного спирта исчезает, то кислота содержит хлор.

2. Определение присутствия азотной кислоты.

В 25 см³ серной кислоты с плотностью 40° В. вливают 5 см³ раствора железного купороса FeSO₄ + 7H₂O в дистиллированной воде, но так, чтобы жидкости не смешались. Если граница жидкости окрасится в бурый цвет, то серная кислота содержит азотную кислоту.

3. Определение присутствия растворенных металлов: железа Fe, меди Cu, никкеля Ni и хрома Cr.

В 25 см³ серной кислоты плотностью 16° + 30° В. вливают 1 см³ азотной кислоты HNO₃ плотности 24° В, после чего необходимо прокипятить и остудить, затем вливают 3 см³ желтой соли K₂Fe(CN)₆ + 3H₂O; в присутствии железа жидкость окрашивается в синий цвет, при наличии никкеля, кобальта и хрома — в зеленый цвет, при присутствии меди и отсутствия железа — в желто-бурый цвет.

При приготовлении электролита вливать можно только кислоту в воду, а не наоборот, причем вливание кислоты производить постепенно. Заливку электролита в аккумулятор допустимо производить после предварительного охлаждения до температуры + 40° С и ниже. Плотность заливаемого электролита должна быть согласована с данными, рекомендуемыми фирмой, поставляющей аккумулятор; в среднем она бывает при заливке в разряженный аккумулятор около 16° В. и в заряженной 28° + 32° В. при + 15° С.

Выбор аккумуляторной батареи

При выборе емкости аккумуляторной батареи необходимо руководствоваться следующим:

1. Чем больше рабочий объем цилиндров двигателя, тем емкость батареи должна быть больше.

2. Чем ниже рабочее напряжение батареи, тем емкость ее должна быть больше (при установке на один и тот же двигатель внутреннего сгорания).

Следовательно, на автомобиле и тракторе емкость батареи диктуется необходимой мощностью стартера и она бывает при напряжении в 6 вольт от 80 до 130 ампер-часов, и при напряжении 12 вольт от 40 до 120 ампер-часов. На мотоциклах емкость батареи диктуется мощностью световой установки и ее величина при напряжении 6 вольт равна 15 — 30 ампер-часов.

Установка, уход и ремонт аккумуляторных батарей

Выбор места для крепления батарей на автомашине имеет очень большое влияние на срок ее исправной работы; так как свинцовая аккумуляторная батарея чувствительна к тряске, то ее стараются расположить посередине шасси, но так как батарея нуждается в систематическом наблюдении и уходе, то вторым требованием к месту установки является легкий доступ к батарее.

Уход за батареей сводится к следующему:

1. Держать ее в состоянии полного и как минимум 50%-ного заряда.

2. При длительных дневных работах автомашины и большой разрядной силе тока происходит уменьшение объема электролита за счет выделения H_2 и O в свободном виде; это вызывает повышение концентрации электролита, а понижение уровня его позволяет кислороду воздуха способствовать покрытию сернокислым свинцом верхней части пластин, что крайне разрушительно действует на механическую прочность их и понижает емкость. В этом случае понижение уровня электролита вызвано уменьшением процентного содержания воды, отчего и доливку необходимо произвести также водой (дистиллированной).

3. Если пластины аккумулятора покрыты сернокислым свинцом, то удаление его возможно различными способами. Первый способ заключается в следующем: аккумулятор подвергают длительной зарядке малой силой тока, а затем — длительной разрядке; иногда необходимо производить несколько таких циклов (заряд и разряд), после чего удается полностью удалить сернокислый свинец. Второй способ заключается в механическом удалении сернокислого свинца с помощью металлической щетки, которой его счищают с предварительно выкутых и обмытых пластин.

В случае частичной замены пластин в секции необходимо новые пластины соединять однородной сваркой, ни в коем случае не допуская пайки оловом или тритеяком.

После ремонта батарею подвергают зарядке и производят определение ее разрядной емкости. Разряд ведут силой тока, равной $\frac{1}{20}$ емкости, которую должна была иметь батарея по заводским данным, и продолжают его до снижения напряжения до 1,7 вольта на элемент и плотности электролита примерно $16^\circ B$. Произведенные силы разрядного тока на время даст нам емкость в ампер-часах.

Более точное испытание проводят с помощью кадмия.

Испытание аккумуляторной батареи с помощью кадмия

Если в электролит погрузить пластинку кадмия и пластинку губчатого свинца и к ним присоединить вольтметр, то его показания будут равны 0,1 вольта, причем положительный потенциал будет у кадмия, а отрицательный — у губчатого свинца. При замене пластины губчатого свинца пластинкой с активной массой PbO_2 , показания вольтметра будут равны 2,4 вольта, причем кадмий имеет в этом случае отрицательный потенциал, а PbO_2 —

жительный. Пользуясь этим свойством, легко можно проверить состояние пластин отрицательной и положительной секции, разбирая аккумулятор. Для проведения испытания необходимо иметь вольтметр со шкалой до 2,8 вольт с ценой деления 0,02 вольт, причем желательно, чтобы нуль шкалы находился в положении, отсекающем 0,3 вольта слева и 2,5 вольта справа. Испытания проводят как при заряде, так и при разряде аккумулятора.

При заряде. Допустим, что при заряде включенный вольтметр показал между кадмием и анодом аккумулятора $V_1 = +2,4$ вольт, между кадмием и катодом $V_2 = -0,1$ вольта (знак указывает отклонение прибора), то напряжение на зажимах между анодом и катодом должно равняться $V_3 = V_1 + V_2 = 2,4 + 0,1 = 2,5$ вольта. Эту величину проверяем вольтметром, включая его между зажимами аккумулятора. Подсчитанная величина должна равняться показанию прибора $\pm 0,03$, где данная цифра показывает допустимую погрешность; если расхождение больше, то опыт надо повторить. Из показаний V_1 и V_2 заключаем, что аккумулятор находится в хорошем состоянии и группы пластин, как положительных, так и отрицательных, полностью заряжены. Если при измерении $V_1 = +2,35$, а $V_2 = +0,1$, тогда $V_3 = V_1 - V_2 = 2,35 - 0,1 = 2,25$, так как показания вольтметра V_2 были от 0 также вправо, что показывает о неполном переходе $PbSO_4$ в Pb . Это приходится наблюдать при замене положительных пластин новыми, в то же время секции отрицательных пластин находятся в сульфатированном состоянии.

При разряде. В цепь аккумулятора включается такое сопротивление, чтобы исправный аккумулятор разрядился через него в течении восьми часов до предельного напряжения 1,8 вольта. Сопротивление подбирается таким путем: зная емкость аккумулятора, например 60 Ач, для разряда его в течении восьми часов необходима разрядная сила тока примерно $\frac{60}{8} = 7,5$ А. Тогда

$$r = \frac{V_{\text{раз. сред.}}}{I_{\text{раз.}}} = \frac{2,2 + 1,8}{2 \cdot 7,5} = 0,226 \Omega$$

В первые четыре часа разряда показания вольтметра между PbO_2 и кадмием должны равняться $V_1 = +2,15$ вольта, а между Pb и кадмием $V_2 = +0,12$ и тогда $V_3 = 2,15 - 0,12 = 2,03$ вольта. К концу разряда напряжение $V_1 = +2,05$ вольта, а $V_2 = +0,25$ и напряжение $V_3 = 2,05 - 0,25 = 1,8$ вольта. Значение V_3 проверяем включением вольтметра между зажимами аккумулятора, причем оно должно быть равно $V_3 = V_1 - V_2$ и отклонения не должны превышать 0,03 вольта. Если испытание при разряде показало $V_1 = +2,05$, а $V_2 < +0,25$, то это говорит о малой емкости положительных пластин.

В том случае, когда $V_1 > +2,05$, а $V_2 = +0,25$, это говорит о малой емкости отрицательных пластин.

В обоих случаях аккумулятор нуждается в длительной зарядке малой силой тока. После испытания аккумуляторной батареи длительным разрядом, который характеризует световые качества

батареи, ее подвергают испытанию для выявления стартерных качеств; опыт проводят кратковременными разрядами по 13 секунд каждый, силой тока 210 А, повторяющимися через 15 минут. Причем, чем меньше разность между Э. Д. С. аккумулятора и его напряжением во время разряда, тем меньше, следовательно, сопротивление аккумуляторной батареи и тем более подходит она для питания стартера.

Разрядная характеристика такой батареи будет менее наклонна к оси абсцисс и разность ординат между E и $V_{\text{раз.}}$ будет меньше. Стартерная батарея имеет два показателя: из них первый 100 А показывает световую емкость при двадцатичасовом разряде и второй показатель 100 А — разрядный стартерный ток в течении 20 минут.

ЩЕЛОЧНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Щелочные аккумуляторы получили свое название по электролиту, которым заполнены сосуды. Электролит состоит из 20 — 21% КОН и дистиллированной воды. В аккумуляторах Эдисона к нему прибавляют 2% водной окиси лития (LiOH). Щелочные аккумуляторы изготавливаются у нас в СССР, в США аккумуляторы Эдисона и в Швеции аккумуляторы Юнгера.

Конструкция щелочных аккумуляторов

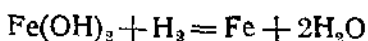
Каждая пластинка изготовлена из перфорированной листовой стали толщиной 0,12 мм с числом отверстий 300 на 1 см² и диаметром каждого отверстия 0,2 мм, в виде трубки, которая заполняется активной массой. Активная масса положительных пластин состоит из гидрата закиси никкеля $Ni(OH)_2$ с примесью графита и мелко раздробленного никкеля; последние две примеси введены в состав активной массы для увеличения проводимости. Активная масса отрицательных пластин состоит из гидрата окиси железа $Fe(OH)_2$ и окиси ртути (в аккумуляторах Эдисона), или из смеси железа и кадмия (в аккумуляторах Юнгера). После заполнения трубок активной массой они вставляются в стальные рамки, изготовленные из листовой стали толщиной 0,5 мм, где они запрессовываются.

Приготовленные таким способом пластины свариваются в секции, причем на одну отрицательную пластинку приходится две положительных пластины. Это необходимо для того, чтобы при заряде и разряде вся активная масса отрицательных пластин участвовала в химическом процессе. Сваренные секции изолируются одна от другой эбонитовыми палочками диаметром 2,8 мм и, так как в пластинах имеются углубления, то расстояния между поверхностями пластин достигают максимум 1 мм. Такое близкое расположение пластин диктуется необходимостью уменьшить внутреннее сопротивление, которое в щелочных аккумуляторах довольно велико.

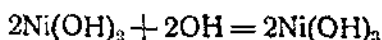
Собранные пластины устанавливаются в стальной сосуд и верхняя крышка заваривается.

Химический процесс щелочного аккумулятора

Действием электрического тока электролит разлагается $\text{OH} + \text{H}_2\text{O} = \text{H} + \text{KOH} + \text{OH}$. При заряде положительные водородные ионы перемещаются на отрицательные пластины, тем самым преобразуя гидрат окиси железа $\text{Fe}(\text{OH})_2$ в чистое железо Fe с выделением двух молекул воды

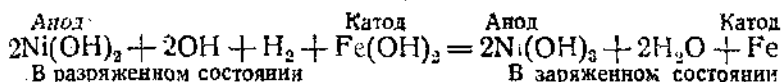


Отрицательные ионы гидроксила OH при заряде перемещаются на положительные пластины и соединяясь с гидратом закиси никкеля $\text{Ni}(\text{OH})_2$ преобразуют его в гидрат окиси никкеля $\text{Ni}(\text{OH})_3$

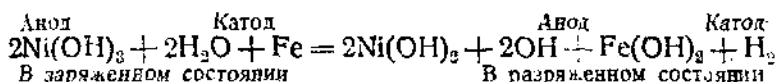


Химический процесс может быть представлен:

З а р я д



Р а з р я д



Из химического процесса видно, что выделенные две молекулы воды при разряде пополняют водный раствор KOH и плотность электролита остается прежней. При заряде освобожденный гидроксил, соединяясь с водородом, возвращает электролиту две молекулы воды и плотность его так же не меняется. Содержащееся количество едкого калия в электролите в процессе не участвует и необходимо только для перемещения ионов гидроксила и водорода. Количество электролита может быть взято очень малым, отчего и размер сосудов щелочных аккумуляторов берется такой, чтобы только поместились пластины.

Каждый сосуд аккумулятора снабжается отверстием для заполнения его электролитом, причем отверстие закрывается пробкой, снабженной автоматическим клапаном, допускающим сообщение внутренней части сосуда с атмосферой, в случае повышения давления внутри него. Доступ воздуха внутрь сосуда крайне вредно отзывается на составе электролита, так как в нем (воздухе) содержатся углекислота и пары H_2SO_4 .

Напряжение щелочных аккумуляторов различно: так у аккумулятора фирмы Эддисон $V_{\text{заряд}}$ изменяется от 1,6 вольт до 1,8 вольт $V_{\text{разряд}}$ от 1,5 вольт до 1,4 вольт; у аккумулятора Юнгера $V_{\text{заряд}}$ от 1,4 вольт до 1,75 вольт и $V_{\text{разряд}}$ от 1,25 до 1,2 вольт. Из кривой заряда и разряда (см. рис. 62) видна очень большая разница между значениями $V_{\text{зар.}}$ и $V_{\text{разряд.}}$ Эта разность ординат вызвана большим внутренним падением напряжения. Большая разность между $V_{\text{зар.}}$ $V_{\text{раз.}}$ препятствует применению аккумуляторов для целей освещения в случае совместной

работы аккумулятора с динамомашинной, так как вызывает перекал нитей в лампах и нередко их перегорание. Для обслуживания стартеров щелочные аккумуляторы также не нашли применения вследствие большого внутреннего сопротивления.

Коэффициент полезного действия щелочных аккумуляторов, или коэффициент отдачи по количеству электричества (в ампер-часах)

$$\eta_a = \frac{I_p \cdot t_p}{I_3 \cdot t_3} \cong 0,72 - 0,80$$

Коэффициент промышленной отдачи или коэффициент отдачи по энергии (в уатт-часах).

$$\eta_{\text{ин}} = \frac{W_p}{W_3} = \frac{I_p \cdot V_p \cdot t_p}{I_3 \cdot V_3 \cdot t_3} \cong 0,52 \div 0,57$$

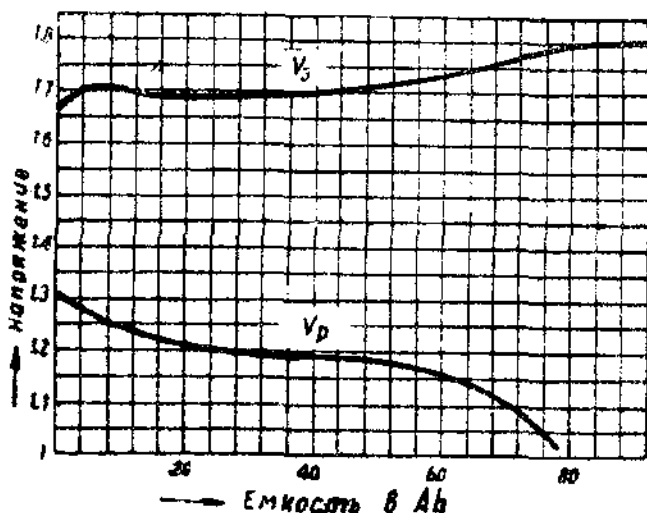


Рис. 62

Качественная оценка кислотных и щелочных аккумуляторов

Сравнивая эти два типа аккумуляторов, можно сказать следующее:

1. Механическая прочность щелочных аккумуляторов, изготовленных из стали, значительно выше кислотных.
2. Внутреннее сопротивление щелочных аккумуляторов значительно выше кислотных.
3. Коэффициент полезного действия щелочных аккумуляторов на 25% ниже кислотных.
4. Стоимость щелочных аккумуляторов на единицу емкости выше кислотных.
5. Средний вес на единицу энергии в щелочных аккумуляторах больше чем в кислотных, так напр., для щелочного на 1 ватт-час приходится 45,5 грамма, а для свинцовых на 1 ватт-час приходится 28,5 грамма.

6. Щелочной аккумулятор не боится большой разрядной и зарядной силы тока и коротках замыканий, чего кислотный аккумулятор не допускает.

7. Щелочной аккумулятор может разряжаться до нуля и находиться в разряженном состоянии сколь угодно длительное время, кислотный же аккумулятор этого абсолютно не допускает.

Зарядные установки

Зарядные станции, предназначенные для зарядки автомобильных, тракторных и мотоциклетных аккумуляторных батарей, оборудуются такими машинами и приборами, которые позволяют снять с зарядки или включить на зарядку батарею, не прерывая процесса заряда в других батареях.

В связи с этим выгоднее иметь рабочее напряжение в сети зарядных станций, которое позволяло бы включать 6- и 12-вольтовые батареи или непосредственно в линию или посредством последовательно введенного сопротивления в цепь батарей. Применение реостатов невыгодно, в чем можно убедиться на примере.

Если аккумуляторная батарея напряжением в 6 вольт требует зарядный ток 8 ампер и зарядку думать производить, в первом случае, от сети с напряжением 110 вольт постоянного тока и, во втором случае, от сети с напряжением 8 вольт постоянного тока, то в первом случае требуется сопротивление

$$R_I = \frac{V_{\text{сети}} - V_{\text{акк.}}}{I_{\text{зар.}}} = \frac{110 - 6}{8} = 13 \Omega$$

во втором случае сопротивление

$$R_{II} = \frac{8 - 6}{8} = 0.25 \Omega$$

так как потеря мощности в сопротивлении $P = I^2 R$, то для первого случая $P_I = 8^2 \cdot 13 = 832$ ватта, то для второго случая $P_{II} = 8^2 \cdot 0.25 = 16$ ватт.

Примечание. В том и другом случае сопротивление аккумуляторной батареи и подводящих проводов не учитывается.

На основании вышеизложенного преимущества способа зарядки аккумуляторных батарей от сети низкого напряжения неопровержимы. Рассмотрим основные типы преобразователей.

Умформер

Умформером мы называем преобразователь, представляющий агрегат, состоящий из электродвигателя и генератора постоянного тока. Электродвигатель может быть переменного однофазного, или трехфазного, тока, или же постоянного тока. Преобразователи встречаются одноагрегатные, в которых обе машины включены в общий кожух и дваагрегатные, имеющие на плате установленные две отдельные машины, связанные между собой

гибким или жестким соединением. Одноагрегатные делятся в свою очередь, на одноякорные (конверторы) и двухякорные. Оба типа установок преобразователей имеют свои качества и недостатки. Рассмотрим одноагрегатный преобразователь:

1. Так как обе машины заключены в общих кожух, то габариты такого преобразователя незначительны.

2. Потери механические, электрические и магнитные (в конверторе) также невелики.

3. С другой стороны, повреждение одной из машин выводит из действия агрегат в целом. Кроме того ремонт одноякорных машин производить сложнее и дороже.

Двухагрегатные преобразователи лишены как первых двух качеств, так и недостатков одноагрегатных установок и, в случае повреждения одной из машин, ее можно заменить запасной.

При сравнении обоих типов преобразователей по стоимости изготовления и по весу преимущества остаются на стороне одноагрегатной установки.

Требования, предъявляемые к генераторам постоянного тока

Одним из основных требований к динамомашине, обслуживающей зарядку, является постоянство напряжения на ее зажимах, независимо от количества включенных аккумуляторных батарей (конечно в пределах номинальной мощности).

Вторым требованием является возможность иметь одновременно два различных напряжения в 7,5 и 15 вольт, так как аккумуляторные батареи встречаются с рабочим напряжением и в 6 и 12 вольт. Это достигается или соединением двух якорей, с напряжением каждой в 7,5 вольт, или помещением двух параллельных обмоток на одном якоре с двумя коллекторами, расположенными на концевых частях якоря; при установке аккумуляторных батарей с напряжением 12 вольт на зарядку, обе обмотки якоря включаются последовательно.

Конструкция генератора, обслуживающего зарядную установку как уже было упомянуто выше, должна быть такова, чтобы при различном количестве заряжаемых батарей напряжение на зажимах оставалось постоянным. Достигнуть постоянства напряжения при переменной нагрузке можно различными способами:

а) Регулированием числа оборотов генератора, что возможно только при коллекторных электродвигателях; при применении асинхронных машин пределы регулирования числа оборотов настолько малы, что не допускают их применения в таких умформерах, где генератор требует регулирования числа оборотов. Регулирование числа оборотов в коллекторных электродвигателях связано с потерями электрической энергии в регулирующих реостатах, что вызывает понижение к. п. д. установки.

б) Изменением силы тока в обмотке возбуждения генератора путем введения регулировочного реостата.

в) Применением компаундирования и дополнительных полюсов.

Как нам известно, падение напряжения на зажимах шунтового генератора при увеличении нагрузки происходит главным образом от следующих причин:

1. Если поддерживать Э. Д. С. $= E_a$ постоянной в обмотках якоря, то величина падения напряжения в нем $e = i_a \cdot r_a$ зависит от нагрузки, где i_a — сила якорного тока, а r_a — сопротивление якорной обмотки, щеток и коллектора. Тогда напряжение на зажимах $V_a = E_a - i_a \cdot r_a$, т. е. $V_a = E_a - e$, причем увеличение якорного тока, при увеличении нагрузки, вызывает большее падение напряжения на зажимах.

2. С увеличением якорного тока возрастает реакция якоря, встречная составляющая якорного поля ослабляет основной магнитный поток индукторов, что вызывает уменьшение Э. Д. С. в якоре и уменьшение напряжения на зажимах.

3. Уменьшение напряжения на зажимах обмотки возбуждения, вызванное вышеупомянутыми двумя причинами, вызывает падение силы тока в цепи возбуждения и уменьшение Э. Д. С. в якоре.

Следовательно поддержание постоянства напряжения на зажимах генератора, при постоянном числе оборотов в якоре, может быть достигнуто (при изменяющейся нагрузке) только увеличением магнитного потока в такой степени, чтобы Э. Д. С. в якоре повышалась, компенсируя величину падения напряжения. Это достигается применением компаундной обмотки, однако в этом случае внешняя характеристика получается выпуклая и компаунд-машина не отвечает полностью поставленной нами цели (иметь постоянство напряжения).

Очень хорошие характеристики имеют динамомашинны, снабженные электромагнитным регулятором, действующим на величину силы тока возбуждения, или снабженные специальными добавочными полюсами с последовательной обмоткой и рассеивателями магнитного потока. Нормальная компаунд-динамомашинна, в случае ее питания от аккумуляторной батареи, может давать чрезмерное число оборотов, опасное для ее механической прочисти. Разнос машинны происходит вследствие уменьшения магнитного потока в индукторах, вызванного размагничивающим действием серийс-обмотки.

Из формулы видно

$$n_a = \frac{V - I_a r_a}{C\Phi}$$

то число оборотов обратно пропорционально величине магнитного потока. Для предупреждения разноса генератора при работе его в качестве двигателя между генератором и аккумуляторными батареями включают реле (иначе называемое минимальным электромагнитным выключателем), которое не допускает длительное обратное движение тока из батарей в генератор. С целью предотвратить разнос, а также с целью получить доску внешнюю характеристику, устанавливают дополнительные полюсы с железными перемычками, соединяющими дополнительный полюс с главным (см. рис. 63).

Принцип действия такого генератора мы и рассмотрим. При вращении якоря генератора без нагрузки магнитный поток главных полюсов разветвляется на две части: одна его часть (большая) направлена через якорь и вторая (меньшая) через перемычку направлена в дополнительный полюс (см. рис. 63).

Если начать грузить генератор, то реакция якоря будет стремиться сместить поле в сторону вращения; в то же время нагрузочный ток, проходя через обмотку дополнительных полюсов, создает поле с полярностью одноименной с полюсом, связанным перемычкой. Встречное поле уменьшит величину ответвляемого потока перемычкой и направит его в якорь, тем самым увеличивая поле якоря. Увеличение магнитного потока в якоре вызовет повышение Э. Д. С. в нем настолько, чтобы компенсировать падение напряжения.

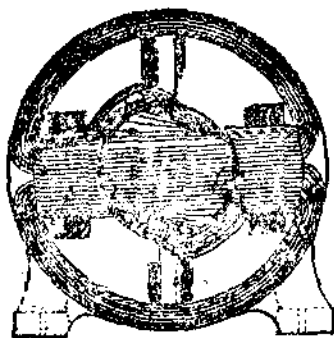


Рис. 63

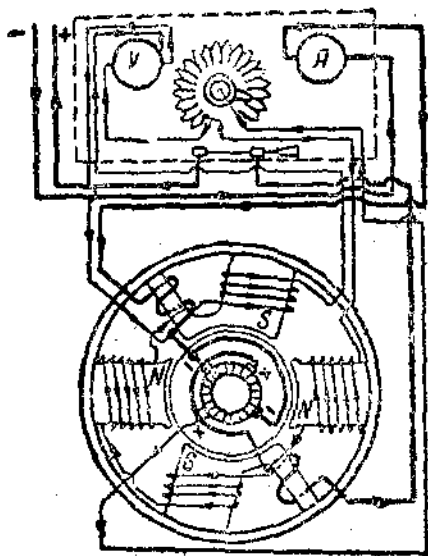


Рис. 64

Выше упоминалось, что подобная конструкция также предохраняет генератор от разноса, в случае работы его в роли двигателя, так как генератор в роли электродвигателя будет иметь поле, смещенное реакцией якоря навстречу вращения, и обратный ток, в обмотках дополнительных полюсов, изменит их полярность, которая допустит отведение основного потока.

Следовательно, величина основного потока при работе генератора как электродвигателя остается почти такой же, как при ненагруженном генераторе и разнос его не может иметь место. Подобная идея положена в зарядной установке, изготовляемой фирмой Хобарт. Монтажная схема зарядной установки фирмы Хобарт представлена на рис. 64.

На схеме изображен четырехполюсный генератор, причем верхний и нижний главные полюсы соединены перемычками с дополнительными полюсами, на которых помещена серия обмотка. В главных полюсах поле создается шунтовой обмоткой возбуждения. На рис. 65 указано распределение магнитных

отоков: а) распределение магнитного потока при холостом ходе генератора, в) при нагруженном. При работе генератора в роли электродвигателя магнитный поток распределяется подобно случаю а. Принципы поддержания постоянства напряжения, борьба с искрением под щетками, а также предупреждение разброса, полностью совпадают с вышеупомянутым объяснением двухполюсной динамомшины. Коэффициент полезного действия подобных установок достигает значений $\eta \cong 0,5-0,7$. Зарядные станции могут также оборудоваться и другими преобразователями электрического тока, так называемыми выпря-

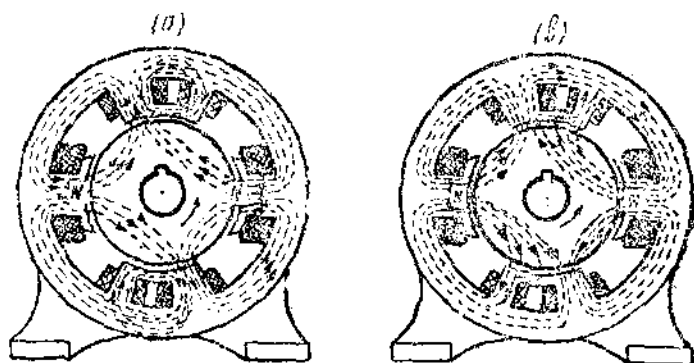


Рис. 65

мительными устройствами. Выпрямители тока бывают: а) механические, б) ртутные, в) электролитические, г) купроксные и д) катодные.

Механические выпрямители

Механические выпрямители встречаются двух типов: 1) ротативные и 2) вибрационные.

Принцип действия ротативного выпрямителя заключается в следующем: коммутатору дают число оборотов, синхронное с изменением тока в сети, благодаря чему коммутатор включает цепь аккумуляторной батареи только тогда, когда потенциал сети и потенциал батареи одноименны.

Конструктивно выпрямитель выполнен так (см. рис. 66). На вал синхронного двигателя одет коммутатор с двумя полукольцами, изолированными одно от другого. С наружной поверхностью коммутатора соприкасаются четыре щетки, установленные под углом 90° ; две из них, диаметрально противоположные, соединены с сетью переменного тока и две других с аккумуляторной батареей.

На рисунке видно, что такая конструкция коммутатора переключает четыре раза сеть переменного тока при повороте на 360° ; следовательно, если в сети переменного тока частота $f = 50$ периодам или 100 переменам в секунду, то необходимо

коммутатору произвести 100 переключений в секунду, что достигается при 25 оборотах в секунду коммутатора или

$$n_{\text{ком}} = 25 \cdot 60 = 1500 \text{ об/мин.}$$

Такой коммутатор можно питать от понижающего трансформатора и выпрямленный ток иметь с низким напряжением. Необходимо помнить, что выпрямленный ток имеет постоянное направление, но переменную величину напряжения и, если выпрямитель, указанный на рис. 66, будет включен в цепь аккумулятора, то в те моменты, когда мгновенное значение напряжения $e_t = E_m \sin \omega t$, выпрямленного тока окажется меньше Э. Д. С. аккумуляторной батареи — будет происходить разряд последней.

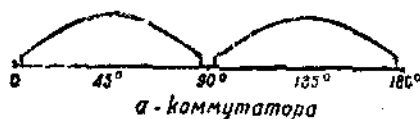
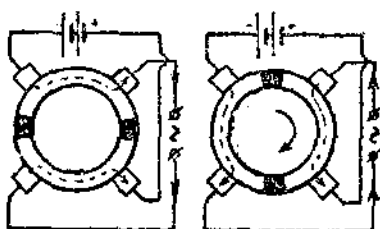
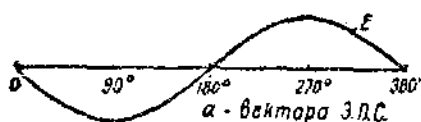


Рис. 66

Для уничтожения этого явления коммутатор делается с большими изолирующими промежутками по дуге между кольцами, а для предупреждения искрения под сбегавшей частью щетки, момент прерывания цепи аккумуляторной батареи точно согласуется с моментом равенства Э. Д. С. батареи и мгновенного значения напряжения e_t .

Выше уже упоминалось, что число оборотов коммутатора должно быть синхронизировано с изменением тока в сети, следовательно чего применяется синхронный двигатель, который нуждается в пусковом приспособлении, чтобы довести его число оборотов до синхронизма. Такой двигатель не допускает даже кратковременного прекращения подачи к нему электрической

энергии, так как он быстро выпадает из синхронизма и ославливается. При включении его в сеть, он не может сам прийти во вращательное движение. Эти недостатки препятствуют применению синхронных двигателей, но в последнее время появились комбинированные двигатели, которые пускаются как асинхронные, после чего, благодаря ярко выраженным полюсам ротора и малому тормозному моменту, ротор впадает в синхронизм. Выпрямители с коммутатором, описание которого дано выше, изготавливаются фирмой Крипто (схема их изображена на рис. 67).

В выпрямительную установку входят двигатель с двумя выпрямляющими устройствами, понижающий комбинированный трансформатор и автотрансформатор; регулировочный реостат, амперметры, вольтметры, контрольная лампа и три магнитно-электрических автомата одностороннего действия. На концах вала дви-

гателя установлены два коммутатора: один обслуживает зарядную установку напряжением 60 вольт, а второй установку напряжением 15—16 вольт и, благодаря имеющемуся выводу от средней точки понижающей вторичной обмотки, можно получить и напряжение в 7,5—8 вольт. Следовательно вторичная обмотка трансформатора обслуживает зарядку параллельно включенных автомобильных батарей, две группы по 6 вольт и одну 12 вольт. Первичная обмотка имеет пять выводов и последовательно с ней включен регулировочный реостат.

Переключатель позволяет производить три переключения в первичной обмотке; более же тонкая регулировка напряжения на зажимах первичной и вторичной обмоток достигается регулирующим реостатом; помимо него еще установлен реостат, роль которого заключается в отдельной регулировке силы

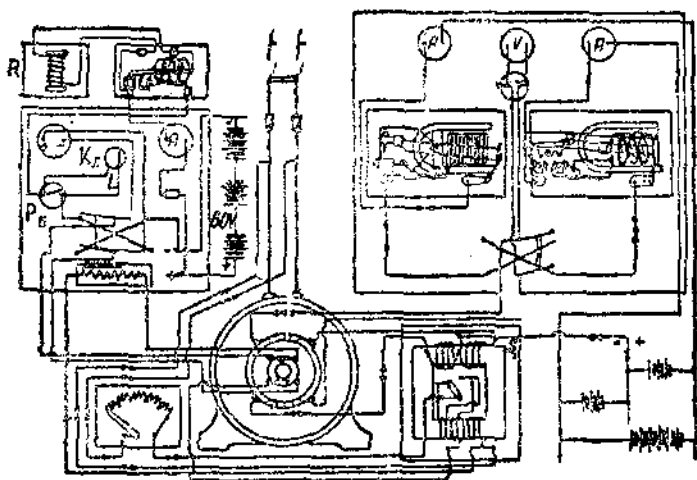


Рис. 67

зарядного тока в высоковольтной (60 вольт) батарее. Регулирование напряжения реостатами сильно влияет на безыскровую работу коммутаторов, почему необходимо регулировку производить до получения безыскровой работы.

В сеть выпрямленного тока введены два магнитно-электрических автомата; принцип действия их заключается в следующем: в поле постоянного магнита помещен железный якорь с тонкой обмоткой, которая при разомкнутых ртутных контактах включена последовательно в цепь толстой обмотки автомата, аккумуляторных батарей и выпрямителя. Если батареи включены на зарядку и выпрямленный ток имеет напряжение ниже Э. Д. С. батарей, то в тонкой обмотке, под действующей разностью Э. Д. С. появится ток, направление которого создаст поле, препятствующее подъему двухплечного рычага.

Повышая напряжение переключением первичной обмотки трансформатора и реостатом вначале достигается равенство

$E_{ак} = V_B$, где $E_{ак}$ — Э. Д. С. аккумуляторной батареи и V_B — напряжение выпрямленного тока; ток в это время в тонкой обмотке автомата становится равным нулю. При дальнейшем повышении V_B разность V_B и $E_{ак}$ увеличивается и появляется в тонкой обмотке ток, направленный из выпрямителя в батарею. Он намагничивает сердечник автомата и появившееся поле, взаимодействуя с полем постоянного магнита, поднимает правое плечо рычага, тогда левое плечо погружает ножи в ртуть и, по толстой обмотке, проходящий зарядный ток обеспечит замкнутое состояние цепи.

В это время тонкая обмотка замкнута на-коротко и ни каких функций не выполняет. В случае падения зарядной силы тока, магнитное поле, создаваемое толстой обмоткой, ослабевает и под действием собственного веса правое плечо опускается, тем самым размыкая ртутные контакты. На каждом щите установлены двухполюсный перекидной рубильник и указатель значения потенциала (+ или —), пользуясь показаниями которого врубают рубильник в левое или правое гнездо.

На щитке для зарядки батарей с напряжением 60 вольт вольтметр отсутствует; косвенно его роль выполняет контрольная лампа K_B , которая при выключенном рубильнике P_B находится в последовательном соединении между выпрямителем, автоматом и батареей. Принцип действия контрольной лампы заключается в следующем: когда $E_{ак} > V_B$, ток направлен из батареи в выпрямитель через дополнительное сопротивление R , тонкую обмотку автомата и контрольную лампу; нить лампы накалена, автомат разомкнут.

Если повысить напряжение V_B до значения $V_B = E_{ак}$, то лампа погаснет, так как ток равен нулю. При дальнейшем повышении напряжения V_B сила тока будет увеличиваться, нить лампы будет накаливаться все больше и больше, наконец, наступит замыкание автомата; судя по яркости нити, заключают о величине напряжения, после чего замыкают рубильник P_B , который шунтирует нить накала и, она перестает светиться.

Вибрационный выпрямитель

Принцип действия его основан на синхронном переключении зажимов сети переменного тока, производимого вибратором. Подобные типы выпрямителей конструктивно очень просты и дешевы, но работа контактов связана с довольно большим искрением, для борьбы с которым вводят параллельно месту разрыва конденсаторы, действие которых подобно действию конденсаторов в системе зажигания высокого напряжения. Вибрационные выпрямители, у которых постоянный магнит заменен электромагнитом, питаемым от батареи, включенной на заряд, не требуют предварительного определения полюсов, так как аккумуляторная батарея создаст нужную полярность в вибраторе. Такой выпрямитель не может начать работать при разряженной полностью батарее, что нередко имеет место в щелочных аккумуля-

муляторах. На схеме 68 представлен выпрямитель с постоянным магнитом.

Между зажимами сети переменного тока и выпрямителем установлен трансформатор с коэффициентом трансформации $u = 1/3,2 \div 1/6,1$. Первичная обмотка имеет четыре вывода для включения в сеть переменного тока с напряжением 110 и 220 вольт. Вторичная обмотка имеет три вывода *a*, *b*, *c*, причем вывод *b* является средней точкой вторичной обмотки. Зажимы *a* и *c* соединены с электромагнитом, сердечник которого, в целях уменьшения токов Фуко собран из отожженной железной проволоки. Вибратор изготовлен также из мягкого железа и магнитные свойства приобретает от магнитного поля постоянного магнита, укрепленного неподвижно, причем это же поле заставляет вибратор принимать горизонтальное положение.

Принципиально можно бы вибратор иметь в виде постоянного магнита, но он или обладал бы большой инертностью (при больших размерах) или же, под действием переменного магнитного поля катушки, быстро терял магнитное свойство (при малых размерах).

На вибраторе расположены контакты 2 и 3. Контакты 1 и 4 укреплены неподвижно. На схеме указан путь тока при одной полуволне синусоиды, причем магнитное поле сердечника, созданное током, притягивает вибратор, замыкая контакты 1 и 2,

тем самым включая аккумуляторную батарею на зарядку. При второй полуволне сердечник выпрямителя перемагнитится; изменив полярность, и вибратор будет отталкиваться, тем самым замыкая контакты 3 и 4, включая батарею вновь на заряд. Выпрямленный ток имеет пульсирующий характер и для сглаживания его рекомендуют вводить реактивную катушку (дроссель), но это сглаживание вызывает большее искрение контактов, так как самоиндукция цепи значительно увеличивается.

На схеме 69 указан вибрационный выпрямитель, у которого вибратор представляет электромагнит, питаемый от батареи. Выше уже указывалось, что подобные выпрямители не требуют предварительного определения полюсов. Рассмотрим пути тока при различных включениях батарей.

Первый случай: к контакту *d* присоединен + зажим батареи, а к контакту *f* присоединен - зажим.

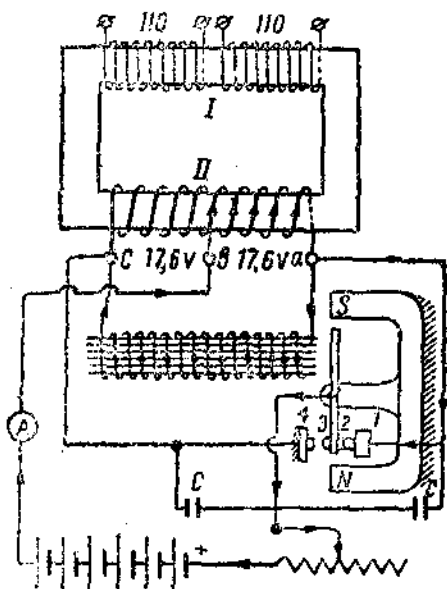


Рис. 68

При этом включении вибратор приобретает полярность, левая часть его N , а правая S , если в это время в катушках выпрямителя ток направлен от зажима a к зажиму c , то правый сердечник будет иметь снизу N и левый N ; разноименные полюсы сердечника и вибратора притянутся, а одноименные оттолкнутся, замкнутся контакты 1 и 2 и в цепи аккумуляторной батареи появится ток, направленный от зажима b в $+$ батареи, зажим f вибратор, контакты 1 и 2 и зжим c . При следующей полуволне будут замкнуты контакты 3 и 4 и ток примет направление от зажима b в $+$ батареи, зажим f , вибратор контакты 3 и 4 и зажим a .

Второй случай: к контакту d присоединен — зажим батареи, а к контакту f — зажим. При этом включении вибратор приобретает полярность: левая его часть S , а правая N . Если в это время в катушках выпрямителя ток направлен от зажима a к зажиму c , то правый сердечник будет иметь снизу N и левый N . Одноименные полюсы оттолкнутся, а разноименные притянутся, а контакты 3 и 4 замкнутся; в цепи появится ток от зажима a контакты 3 и 4, вибратор, зажим f к $+$ зжиму батареи, зажим d и зажим b .

Коэффициент полезного действия вибрационных выпрямителей довольно низок и в лучших конструкциях достигает $\eta = 0,55$. Подобные выпрямители на большую мощность не строятся и их для зарядных станций автохозяйств не применяют.

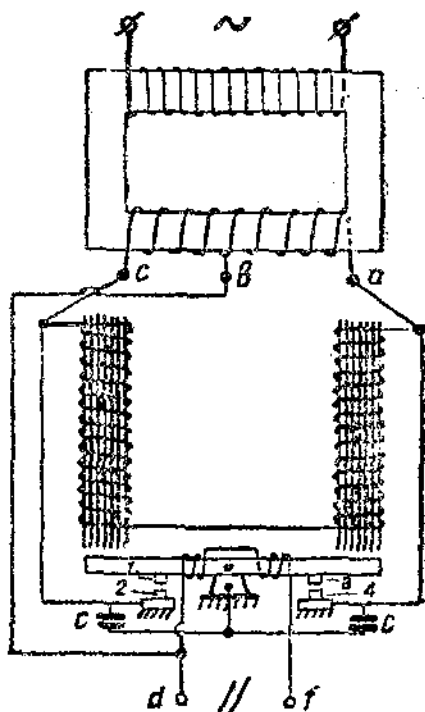


Рис. 69

Ртутный выпрямитель

Принцип действия ртутного выпрямителя основан на свойстве паров ртути пропускать ток в одном направлении, а именно, от паров ртути к металлу ртути. На рис. 70 указана зарядная установка с ртутным однофазным выпрямителем, состоящая из автотрансформатора AT , ртутной лампы, дросселя DP , аккумуляторной батареи и амперметра A .

Автотрансформатор применяют, когда необходимо иметь напряжение выпрямленного тока или равное напряжению в сети переменного тока или выше его или ниже. В тех случаях, когда заряжаемые батареи включаются не последовательно, а парал-

дельно, применяют повышающий трансформатор с выводом от средней точки вторичной обмотки.

Коэффициент трансформации встречается различный в зависимости от напряжения заряжаемых батарей и способа их включения. Ртутная лампа имеет в стеклянном баллоне два графитовых электрода *C* и *C* и два ртутных электрода *e* и *f*, причем зажим *f* служит для создания паров ртути. Получение паров ртути в колбе достигается замыканием и размыканием металлической ртути. При наклоне колбы ртуть перетекает от зажима *f* к зажиму *e*, следствием чего замыкается цепь: зажим *a*, сопротивление *R*, зажим *f*, ртуть, и так как при пуске контакты *1* и *2* разомкнуты, а замкнуты *2* и *3*, то пусковой ток пройдет не через батарею аккумуляторов, а через пусковой шунт ПШ и в зажим *b*.

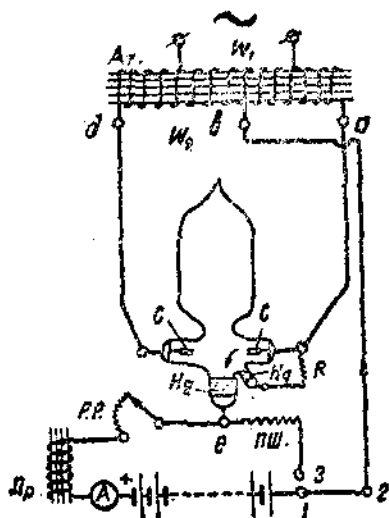


Рис. 70

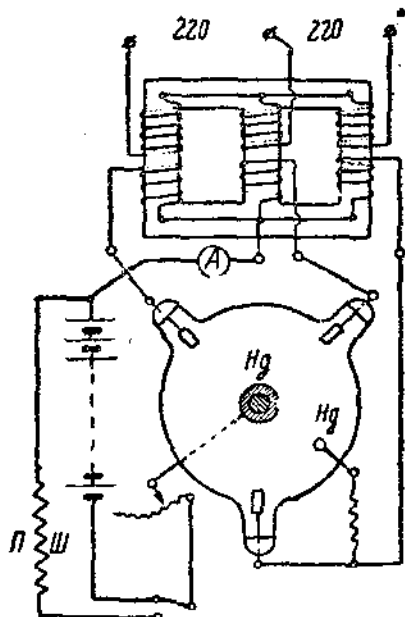


Рис. 71

Во время перетекания ртути струйка ее обрывается, образуется вольтова дуга и ртуть испаряясь наполняет колбу парами, после чего в работу вступают графитовые электроды, которые передают электрический ток через пары, ртуть, зажиму *e*. Когда, таким образом, выпрямитель пущен, быстрым движением замыкают контакты *1* и *2* и батарея включена на заряд. Дроссель устанавливается в цепь батареи с целью создать сдвиг фаз между током и напряжением, присутствие которого (сдвига) необходимо в однофазных ртутных выпрямителях, чтобы не допустить потухания лампы, кроме того дроссель сглаживает пульсацию зарядного тока.

На рис. 71 показан ртутный выпрямитель трехфазного тока. Принцип действия его аналогичен вышеописанному, но колба снабжена тремя графитовыми электродами и, так как синусоиды

тока сдвинуты на угол 120° , то потребности в дросселе нет, а также и нет необходимости выпрямления обеих полувольт синусоиды.

Кривая изменения выпрямленного тока в трехфазных ртутных выпрямителях значительно глаже.

Коэффициент полезного действия ртутного выпрямителя в значительной степени зависит от величины напряжения выпрямленного тока (см. таб 3), которая ярко характеризует его зависимость.

Таблица 3

Напряжение выпр. явлен. тока в вольтах	20	50	110	125	150	220
К. П. Д.	0,44	0,67	0,81	0,84	0,86	0,90

На основании вышеизложенного заключаем, что ртутный выпрямитель для зарядных станций менее выгоден в случае параллельного включения батарей на заряд, вследствие низкого коэффициента полезного действия.

Электролитический выпрямитель

В электролитическом выпрямителе, так называемом содовом, использовано изолирующее свойство окиси алюминия. Устройство его очень просто: в сосуд (большей частью железный или стеклянный) наливают электролит, состоящий из водного раствора двууглекислой соды ($1 \div 3\%$) и в него помещают алюминиевую пластинку (химически чистый металл); если сосуд железный или свинцовый, то вторым электродом являются сам сосуд.

Если приготовленный выпрямительный элемент включить последовательно с нагрузкой в сеть переменного тока, то в цепи нагрузки появится постоянный по направлению пульсирующий ток, причем при появлении электрического тока от сосуда к алюминиевой пластинке в электролите, положительные водородные ионы переносятся на поверхность алюминиевой пластинки, вследствие чего верхний слой пластинки, покрытый окисью алюминия, будет раскислен и кислород соединится с водородом. Раскисление поверхности алюминиевой пластинки делает ее токопроводящей и ток появляется во внешней цепи и в электролите.

В тот момент, когда в сети ток изменит направление, на алюминиевой пластинке появится окись алюминия, которая обладает изолирующими свойствами, препятствующими появлению электрического тока. Следовательно такой элемент выпрямляет только полупериод. При желании выпрямить обе полувагны синусоиды схема выпрямителя составляется из четырех элементов (см. рис. 72а), если же имеется понижающий трансформатор со средней точкой, то схема двухполупериодного выпрямления требует два элемента и собирается, как показано на рис. 72б.

Коэффициент полезного действия таких выпрямителей достигает значений $0,35-0,60$, причем высший к. п. д. относится к напряжениям $110-220$ вольт. Краткое пояснение этого типа выпрямителей дано для знакомства с самым простейшим и легко выполнимым выпрямителем. Данный тип выпрямителей для оборудования зарядных станций автохозяйств не пригоден, так как: 1) во время работы он выделяет большое количество водяного пара, 2) нуждается в циркуляции охлаждающей элементы воды и 3) требует довольно частой замены алюминиевых пластин.

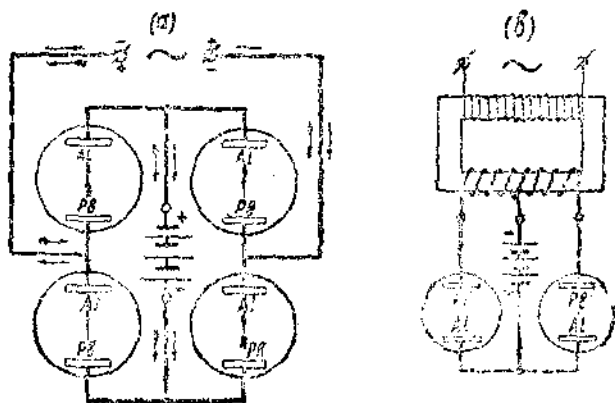


Рис. 72

Купроксный выпрямитель

За последние три года на рынке (главным образом за границей, а теперь и у нас в СССР) получают все большее и большее распространение так называемые сухие выпрямители и, по всей вероятности, они получат очень большое распространение. Замечено, что при соприкосновении поверхностей различных металлов получающийся контакт между ними оказывает различное сопротивление прохождению электрического тока, в зависимости от того, какие значения потенциала приложены к этим металлам.

Если взять медную пластинку, предварительно покрытую с одной стороны слоем закиси меди (купрокс) и на слой закиси меди положить свинцовую пластинку, после чего полученный элемент сжать изолированным от пластин болтом или струбциной, и собранный таким образом элемент включить последовательно с нагрузкой в сеть переменного тока, то обнаружим, что такой элемент будет пропускать ток только в одном направлении, а именно от свинца к меди.

В обратном направлении ток имеет незначительную величину. Пользуясь выпрямляющими свойствами этой пары, мы можем получить выпрямленный ток. Практика использования сухих выпрямителей показала, что напряжение, допустимое на один такой элемент, не должно превышать $2-3$ вольт и плотность тока $0,05$ ампера на $см^2$.

Вследствие вышеуказанных причин, число последовательно включенных элементов — n определяется путем деления необходимого выпрямленного напряжения на два, т. е. $n = \frac{V_{в.п.}}{2}$. Кроме того необходимо учесть и величину зарядного тока, чтобы не создать чрезмерной плотности его. Для этого, производим следующий подсчет: допустим, что площадь соприкосновения пластин одного элемента — s , а зарядная сила тока — I_3 , тогда

полная площадь — S соприкосновения, соединенных параллельно элементов — n'

$$S = \frac{I_3}{0,05} \quad n' = \frac{S}{s}$$

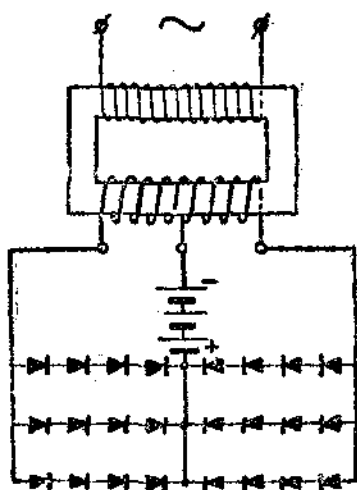


Рис. 73

При работе выпрямителя часть электрической энергии расходуется на джоулево тепло, и допустимое повышение температуры элементов максимум $+60^\circ\text{C}$.

К. п. д. выпрямителя зависит от мощности установки, изменяясь от 0,5 до 0,65. На рис. 73 представлена схема питания выпрямителя через понижающий трансформатор и, так как напряжение выпрямленного тока 8 вольт, то в зарядной цепи включено по $n = 4$ последовательно включенных элемента.

Параллельное включение $n' = 3$ звеньев вызвано необходимостью получить зарядный ток большой силы при элементах с малой площадью.

Катодные выпрямители

В катодных выпрямителях функции выпрямительного элемента выполняет двухэлектродная лампа, принцип действия которой и рассмотрим.

Катодная двухэлектродная лампа представляет колбу с большим разрежением, в которую заключены нить накала и металлическая пластинка (анод) (см. рис. 74).

Из физики известно, что накалившееся тело излучает электроны и чем выше температура тела (в данном случае нити), тем большее количество электронов излучается нитью. В том случае когда к пластинке присоединен — аккумуляторной батареи, а к нити накала — зажим ее, количество электронов в пространстве остается постоянным, так как все они имеют одинаковый заряд и действуют отталкивающим образом друг от друга (закон Кулона), тем самым препятствуя дальнейшему излучению электронов нитью накала.

Если к пластинке присоединен — аккумуляторной батареи а к нити накала — аккумуляторной батареи, то электроны,

лучаемые нитью под действием электрического поля, будут переноситься на пластинку и в цепи появится ток. Его направление следующее: + аккумуляторной батареи, гальванометр, анод, нить накала и — зажим батареи.

Отсюда заключаем, что катодная лампа пропускает ток только в одном направлении, а следовательно, подводя к аноду напряжение, переменное по направлению и величине, мы получим в цепи анода постоянный по направлению ток.

Используя выпрямительные свойства этой лампы, мы можем собрать зарядную установку, схема которой показана на рис. 75. На схеме представлена лампа, снабженная двумя анодами, необходимыми для двухполупериодного

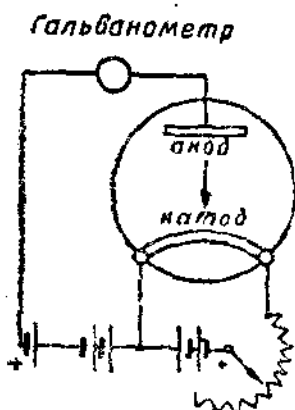


Рис. 74

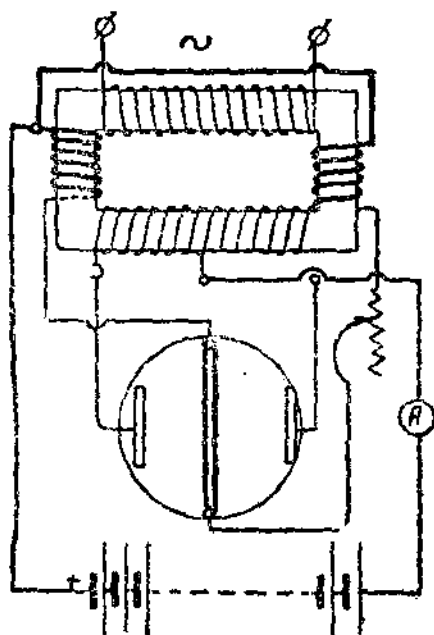


Рис. 75

выпрямления. Коэффициент полезного действия зарядных установок катодными лампами зависит от величины напряжения выпрямленного тока; его значение указано в таблице 4.

Таблица 4

Напряжение выпрямленного тока в вольтах	30	60	90	120	150
К. П. Д.	0,52	0,64	0,71	0,75	0,77

РЕЗЮМЕ

После краткого рассмотрения различных типов выпрямителей проведем сравнительные оценки их с точки зрения пригодности для зарядки аккумуляторных батарей. Все выпрямители можно разбить на три группы по пригодности для целей зарядных установок гаражных хозяйств:

1. а) Умформер, б) синхронный, ротативный выпрямитель, в) купроксный выпрямитель.
2. а) Ртутные выпрямители, б) катодные выпрямители.
3. а) Вибрационные выпрямители, б) электролитический выпрямитель.

В первой группе указаны выпрямители, которые позволяют производить зарядку, включая батареи параллельно, и, в то же время, имеют высокий коэффициент полезного действия. В этой группе следует предпочесть купроксные выпрямители ротативным; так как они не имеют вращающихся деталей, не требуют замены изношенных деталей и не требуют за собой ухода.

Во второй группе указаны выпрямители, применение которых при низких напряжениях выпрямленного тока (то, что имеет место при параллельном включении батарей) дает низкий коэффициент полезного действия. Подобные выпрямители требуют замены ртутных колб и катодных ламп примерно через 500—1000 часов работы. Эксплуатация их дороже выпрямителей первой группы.

В третьей группе указаны выпрямители, которые промышленного назначения не имеют и применяются в лабораторных условиях и индивидуальных установках, главным образом любительских.

Контрольные вопросы

1. Объясните, на основании химического процесса, необходимость полноты заряда аккумуляторных батарей в случае работы их при температурах ниже 0° С.
2. В чем заключается кадмиевый способ испытания кислотных аккумуляторных батарей.
3. Дайте перечень требований, предъявляемых к составным частям электролита и правила его приготовления для свинцовой аккумуляторной батареи.
4. Какие признаки являются в явном показателе малой скорости протекания процесса заряда и что характеризует его окончание.
5. Укажите основные требования к выбору места установки аккумуляторной батареи на автомобиле и тракторе.
6. От чего зависит емкость аккумуляторной батареи и как ее можно определить.
7. В чем отличие стартерных аккумуляторных батарей от осветительных и какие требования предъявляются к конструкции их.
8. Какие основные требования предъявляются к зарядным установкам.
9. Какие способы поддержания постоянства напряжения на зажимах генератора применяют на зарядных умформерах.
10. Объясните действие механического ротативного выпрямителя.
11. Объясните действие механического вибрационного выпрямителя.
12. Объясните действие ртутного выпрямителя.
13. Объясните действие электролитического выпрямителя.
14. Объясните действие купроксного выпрямителя.
15. Объясните действие катодного выпрямителя.

ОТДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ДИНАМОМАШИНЫ, РЕГУЛЯТОРЫ ПОСТОЯНСТВА НАПРЯЖЕНИЯ И ОГРАНИЧИТЕЛИ МАКСИМАЛЬНОЙ СИЛЫ ТОКА

УСЛОВИЯ РАБОТЫ ДИНАМОМАШИН НА АВТОТРАНСПОРТЕ

Главной особенностью является непостоянство числа оборотов двигателя, привод от которого получает динамомашинка. Предел изменения числа оборотов вала двигателя очень велик и изменяется от минимума, который имеем при движении автомобиля на прямой передаче при скорости 25 км в час и максимума при скорости 90—130 км в час.

Изменение напряжения вредно отзывается почти на всех потребителях электрической энергии. Зависимость напряжения от скорости вращения вала двигателя не позволяет применять такие динамомашинки и требует введения в их конструкцию приборов и приспособлений, позволяющих иметь напряжение постоянным. Однако, величина напряжения на зажимах, как уже указывалось в отделе преобразователей, зависит от величины нагрузки динамомашинки; следовательно, необходимо снабжать генератор приспособлением, недопускающим изменения напряжения при изменении нагрузки.

Применение приспособлений, описание которых дано ранее, становится невозможным, так как габариты динамомашинки должны быть минимальны из условий экономии места и стоимости генератора. Последние два условия заставляют использовать материал на предельных нагрузках, как напр., повысить удельную плотность тока в обмотках.

Условия эксплуатации также требуют полной герметичности генератора, что лишает возможности вентилировать внутреннюю часть его. Все перечисленные условия диктуют нормы нагрева, которые значительно превышают нормы, допускаемые для стационарных генераторов; все это не может не повлиять на коэффициент полезного действия, который очень низок $\eta \cong 0,35 - 0,45$, так как мощность динамомашинки ничтожно мала по отношению к мощности двигателя, то коэффициент полезного действия большого значения не имеет.

МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Одним из простейших генераторов, применяемых на тракторах, изредка на мотоциклах и часто на велосипедах, является магнитно-электрическая машина, в которой магнитный поток создается постоянными магнитами. Якорь такого генератора имеет всего одну секцию, выполненную из проводника круглого

или прямоугольного сечения. Подобный генератор коллекторного, т. е. выпрямляющим устройством, не снабжается и его обмотка выведена на два зажима, служащие для включения внешней цепи. Обмотка генератора может быть вращающейся и неподвижной.

Принципиально подобные типы генераторов переменного тока отличаются от магнето высокого напряжения тем, что отсутствует прерыватель в первичной цепи, отсутствует конденсатор, отсутствует вторичная обмотка с токоприемными токораспределяющим устройствами высокого напряжения и также первичная обмотка изготовлена из проволоки большего сечения.

Фирма Симмс изготовляет генераторы с вращающейся обмоткой, расположенной на якоре двутаврового сечения; выводы ее соединены с двумя контактными кольцами, которые через

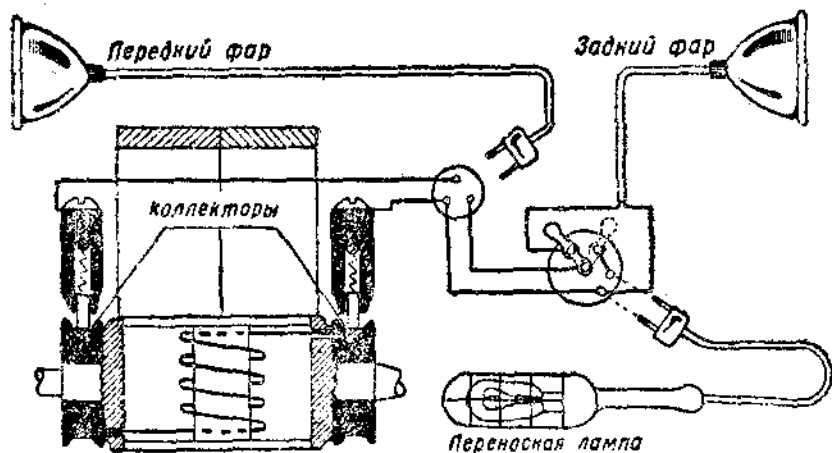


Рис. 76

щетки соединяют обмотку с внешней сетью. Система проводки освещения выполнена двухпроводной с целью иметь минимальное падение напряжения. На рис. 76 изображены генератор и внешняя сеть. Выше указывалось, что подобные генераторы встречаются также с неподвижной обмоткой. Образцом может служить генератор переменного тока фирмы К. W.

Генератор переменного тока фирмы К. W.

Конструктивно он выполнен так: неподвижная обмотка изготовлена из проводника прямоугольного сечения, который в виде ленты намотан на латунный каркас катушки, через центр которой проходит железный вращающийся сердечник, заканчивающийся двумя симметрично расположенными, под углом 90° , железными утолщениями. Цель последних направить магнитный поток, созданный постоянными магнитами, через сердечник катушки.

При вращении ротора величина магнитного потока в сердечнике изменяется, вследствие чего индуцируется Э. Д. С. в об-

мотке неподвижной катушки, соединенной с внешней цепью. На рис 77а представлен принцип получения переменного магнитного потока в генераторе К. В. Как видно из схематического изображения, величина магнитного потока в сердечнике дости-

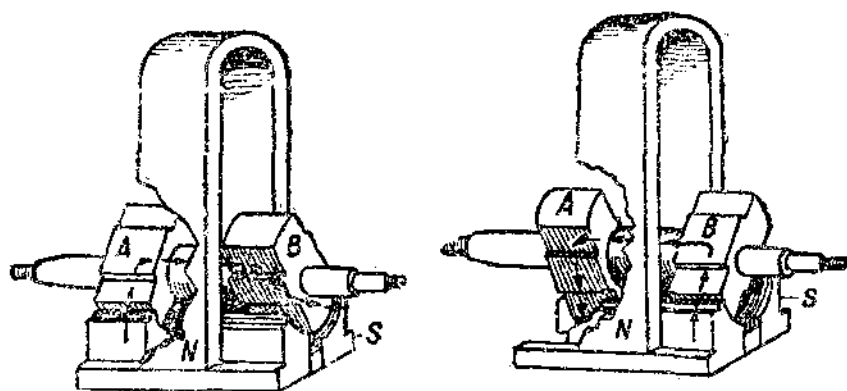


Рис. 77а

гает 4 раза максимального значения за один оборот ротора. Генератор, изготавливаемый фирмой К. В., представляет использование деталей магнето высокого напряжения, ранее изготовлявшегося этой фирмой и устанавливаемого на тракторе Могул. На рис 77б представлены ротор и неподвижная катушка.

При рассмотрении генераторов переменного тока нами не обнаружено каких-либо приспособлений для поддержания постоянства напряжения, которое все же в сети остается постоянным. Это можно объяснить следующим: при увеличении числа оборотов ротора частота изменения поля возрастает прямо пропорционально числу оборотов и так как

$$E = C f W \Phi_{\text{max}} 10^{-8} \text{ вольт,}$$

где

E — Э. Д. С. в обмотке,

f — частота,

W — число витков,

Φ_{max} — максимальный магнитный поток в ядре.

Можно сказать, что индуктированная электродвижущая сила также увеличивается пропорционально числу оборотов, но нам известно, что сила тока в цепи зависит не только от приложенного напряжения, но и сопротивления. Считаю, что ток в цепи вызван Э. Д. С., которая равна сумме падений напряжения

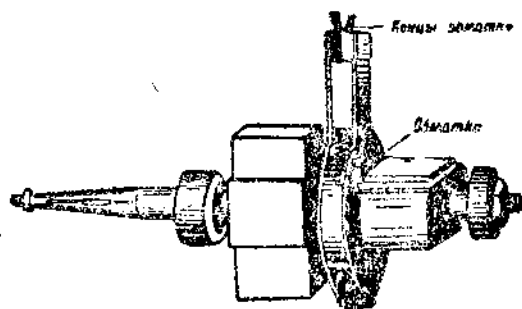


Рис. 77б.

в лампах накаливания, в проводке и в обмотках нашего генератора, то суммарное сопротивление цепи генератора и внешней нагрузки при увеличении числа оборотов ротора не может остаться постоянным, так индуктивное сопротивление $X_L = \omega L$ также возрастает, а активное почти не изменяется и представляет очень малую величину по сравнению с индуктивным.

Увеличение индуктированной Э. Д. С. будет прямо пропорционально числу оборотов ротора, а так как и сопротивление цепи возрастает в этой же пропорции, то сила тока в нити ламп останется постоянной при различном числе оборотов в пределах, от определенного минимума до какого-то максимума.

Переход границ этого предела вызывает в обоих случаях уменьшение силы тока; при переходе за минимум в сторону уменьшения числа оборотов, уменьшение силы тока в цепи будет вызвано чрезмерным уменьшением Э. Д. С., величина которой зависит от частоты. При переходе за максимум, уменьшение силы тока вызывается невозможностью восстановления магнитного потока, который будет $\Phi'_{\max} < \Phi_{\max}$. Вышеописанные генераторы способны обслуживать световую нагрузку только с лампами определенной мощности.

Применение ламп меньшей мощности вызывает перекал их нитей, а нередко и их разрушение. Применение ламп большей мощности вызывает недокал нитей, а следовательно, и малый световой поток. Объясняется это тем, что реакция якоря уменьшается, при лампах меньшей мощности, напряжение повышается и лампы перегорают.

Подобные генераторы на автомобилях не нашли применения вследствие невозможности использовать их для зарядки аккумулятора, а также и потому, что предел изменения числа оборотов автомобильного двигателя значительно шире, чем тракторного двигателя.

ДИНАМОМАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА И СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ ПОСТОЯНСТВА НАПРЯЖЕНИЯ

Первоначально конструкторская мысль была направлена на то, чтобы приспособить стационарный тип динамомашины к условиям автотранспорта.

1. Это выражено в конструкции фрикционного привода, установка которого преследовала получение такого числа оборотов якоря динамомашины, при котором напряжение на эвтримах оставалось бы постоянным при переменном числе оборотов двигателя. Принципиальная схема подобного устройства изображена на рис. 78.

Из схемы видно что фрикционный привод осуществлен соприкосанием шкива с поверхностью маховика, и так как сила сцепления зависит от коэффициента трения (для повышения которого шкив обтягивается кожей) и нормального давления, то можно, изменяя величину нормального давления, изменять число обо-

оборотов якоря. Если эти функции возложить на центробежный регулятор, связанный системой рычагов с пружиной (как указано на схеме), то увеличение оборотов маховика будет вызывать перемещение грузиков регулятора и уменьшение натяжения пружины; это, в свою очередь, вызовет буксование между маховиком и кожанным шкивом и установится какое-то число оборотов, при котором напряжение примет прежнее значение.

Подобная идея поддержания постоянства на ржажении имеет четыре существенных недостатка: 1) Действие центробежного регулятора происходит с некоторым запаздыванием в связи с инертностью регулятора и, следовательно, изменения напряжения будут иметь место. 2) Наличие шарнирных соединений, подверженных износу, способствует появлению мертвого хода, что значительно ухудшает работу регулятора. 3) Коэффициент трения зависит от состояния поверхностей и попадания на них масла или воды, в самом незначительном количестве, нарушает нормальную работу фрикционного привода. Увеличение нагрузки вызывает увеличение падения напряжения в якоре и напряжение на зажимах уменьшается.

Все дальнейшие стремления конструкторов были направлены к получению постоянства напряжения на зажимах, при различной нагрузке, и различном числе оборотов якоря, имея жесткую связь последнего с двигателем. Появились различные способы регулирования, которые и рассмотрим.

2. На рис. 79 указан способ получения постоянства напряжения при различном числе оборотов якоря, но неучитывающий изменения нагрузки. Постоянное напряжение на зажимах генератора достигается действием центробежного регулятора на осевое перемещение якоря, благодаря конической форме якоря и полюсных наконечников, при осевом перемещении, увеличивается

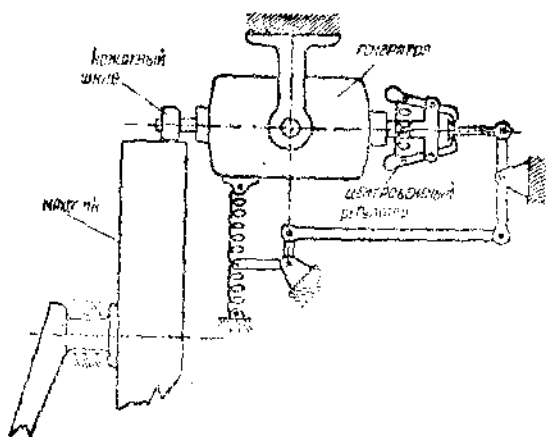


Рис. 78

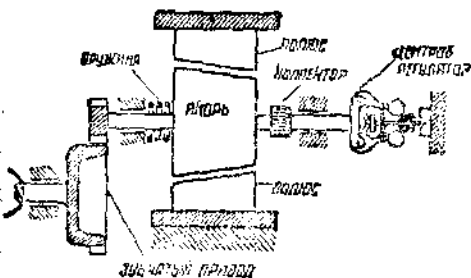


Рис. 79

между железное пространство, сопротивление магнитной цепи увеличивается, магнитный поток уменьшается, вызывая уменьшение индуктированной Э. Д. С. в обмотке якоря, а следовательно, и уменьшение напряжения на зажимах. Подобный способ имеет недостатки, связанные с наличием центробежного регулятора и абсолютно не реагирует на изменение нагрузки.

3. На рис. 80 представлен способ регулирования напряжения с помощью магнитного шунта, положение которого изменяется под действием подъемной силы электромагнита. Принцип поддержания постоянства напряжения при помощи магнитного шунта заключается в следующем: когда напряжение на зажимах шунтовой машины повышается, вследствие увеличения числа оборотов якоря или вследствие

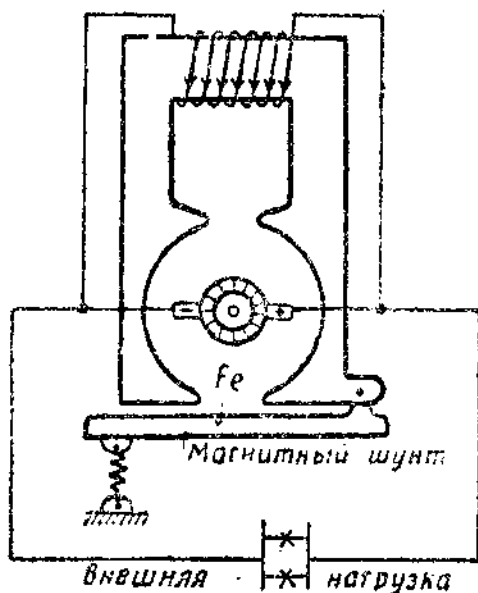


Рис. 80

разгрузки генератора, сила тока в шунтовой обмотке возбуждения так же возрастает, увеличение магнитного потока вызывает увеличение подъемной силы электромагнита, которая, преодолевая упругость пружины, притягивает железный якорек; часть магнитного потока, поступавшего ранее в якорь из индукторов, ответвляется через шунт, и так как в якорь величина магнитного потока уменьшилась, то уменьшится индуктированная Э. Д. С. в его обмотках и напряжение на зажимах понизится.

Сила тока возбуждения уменьшится и шунт магнитопровода, под действием пружины, будет отдален от индуктора; эти коле-

бания шунтирующей пластинки происходят до момента полного уравнивания, т. е. когда индуктированная Э. Д. С. в обмотках якоря установит нормальное напряжение на зажимах. Действие подобного регулятора действительно в небольших пределах изменения числа оборотов в якорь.

4. Для поддержания постоянства напряжения применяют противокомпаундную обмотку, через которую проходит ток, поступающий в сеть (см. рис. 81). Принцип действия заключается в следующем: если увеличить число оборотов якоря, то индуктированная Э. Д. С. в обмотках его увеличится и так как суммарное сопротивление внешней и внутренней цепи не изменяется, то сила тока повышается, размагничивающее действие последовательной обмотки усилится и магнитный поток в индукторах уменьшится, уменьшится и индуктированная Э. Д. С. в обмотке,

ра и напряжение на зажимах понизится до прежнего значения.

Данный способ регулирования постоянства напряжения применяется только при постоянном сопротивлении внешней цепи, т. е.

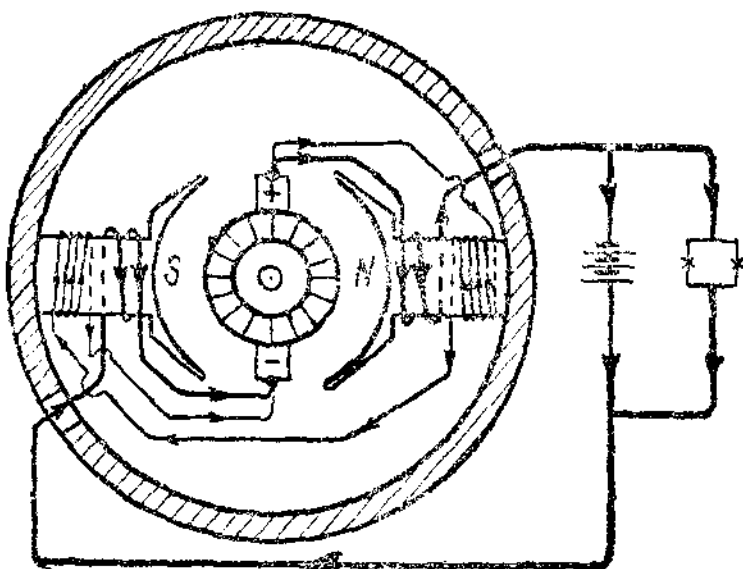


Рис. 81

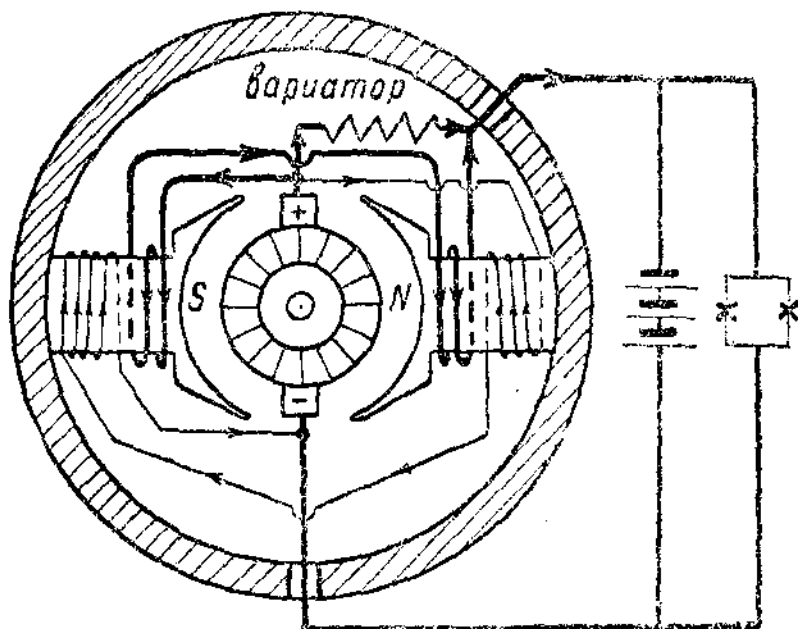


Рис. 82

не изменяющейся нагрузки. В целях получения постоянства напряжения, при переменном числе оборотов, и переменной нагрузки применяют шунтирование последовательной обмотки вариатором, принцип действия которого изложен в отделе „Зажигание“; железное сопротивление отличается тем, что оно помещено в инертный газ (азот) с целью предупредить быстрое его окисление.

На рис. 82 указана динамомашинка, снабженная вариатором. При малых нагрузках температура вариатора низкая, проводимость его большая и в последовательной обмотке сила ответвленного тока ничтожна. При большой нагрузке температура вариатора повышается, проводимость его уменьшается и сила тока, ответвленная в последовательную обмотку, увеличится.

Электромагнитные вибрационные регуляторы постоянства напряжения

Электромагнитные регуляторы постоянства напряжения можно разделить по способу регулирования на три группы:

- Одноступенное регулирование,
- Двухступенное регулирование,
- Трехступенное регулирование.

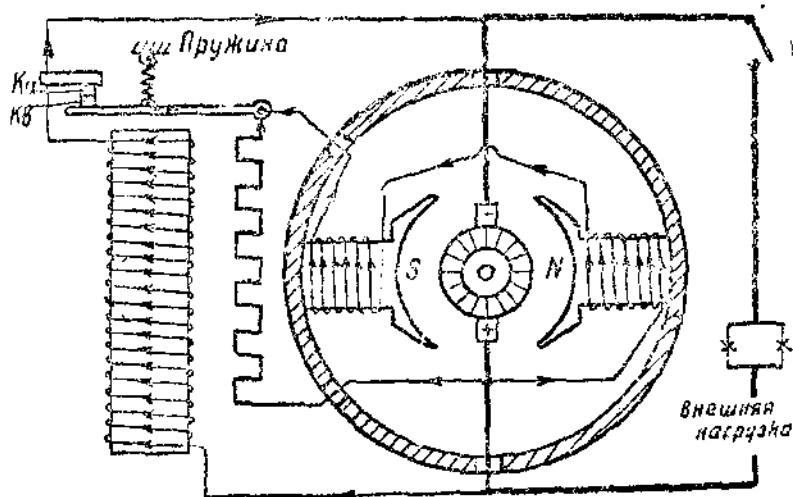


Рис. 83

Одноступенное регулирование (первый тип). На рис. 83 изображена шунтовая динамомашинка с одноступенным регулятором. Если изменить число оборотов якоря или изменить нагрузку, то регулятор, путем частых включений и выключений обмотки возбуждения, установит в ней силу тока такой величины, при которой напряжение на зажимах генератора будет постоянным. Известно, что сила тока в обмотке, имеющей постоянное сопротивление, зависит от приложенного к ее зажимам напряжения. На рисунке видно, что обмотка регулятора включена параллельно

мама генератора и внешней цепи; если повысить число оборотов якоря или разгрузить его от внешней нагрузки, то напряжение на зажимах повысится в первом случае от увеличения Э. Д. С., индуктированной в его обмотке, и во втором случае уменьшения падения напряжения в ней. Повышение напряжения на зажимах динамомашин, а следовательно, и на зажимах катушки регулятора вызовет увеличение силы тока в обмотке регулятора и увеличение напряженности поля сердечника, а следовательно и подъемной силы электромагнита. Сила преодолеет упругость пружины вибратора, произведет замыкание контактов K_a и K_b и отключит цепь возбуждения источника. Сила тока возбуждения будет уменьшаться.

Магнитный поток индукторов также будет уменьшаться при своем изменении индуктирует Э. Д. С. самоиндукции, направленную в ту же сторону, что и убывающий ток. Появление экстратока размыкания, между контактами вибратора, крайне желательно и в целях избежания искры к зажимам обмотки возбуждения приключают сопротивление R (называемое искросбивательной обмоткой). В связи с уменьшением магнитного тока, величина Э. Д. С., индуктированная в обмотках, также уменьшится и вызовет уменьшение напряжения на зажимах; сила тока в обмотке регулятора уменьшится, напряженность поля сердечника ослабнет, пружина оттянет вибратор и замкнет контакты K_a и K_b .

В цепи индукторов сила тока будет увеличиваться, и увеличивающееся магнитное поле индукторов вновь вызовет ток самоиндукции, но направленный навстречу намагничивающему току. Как видно, при замыкании и размыкании контактов токи самоиндукции препятствуют резким изменениям поля и, если вибратор будет часто прерывать и замыкать цепь, то напряжение на зажимах можно получить достаточно постоянным по величине и его мгновенные изменения могут быть обнаружены только осциллографом.

При дальнейшем увеличении числа оборотов якоря, или разгрузке генератора, число прерываний остается почти тем же, но характер каждого прерывания меняется, т. е. контакты дольше находятся в разомкнутом состоянии, чем в замкнутом, при этом сила тока возбуждения становится все меньше и меньше. Это хорошо видно на осциллограмме (рис. 84).

Кривая a b представляет характер увеличения силы тока возбуждения при замыкании цепи возбуждения, в зависимости от времени t . Кривая c d представляет характер уменьшения силы тока при размыкании цепи возбуждения. Обе кривые имеют плавный вид вследствие большого коэффициента самоиндукции, который, как известно, зависит от числа витков W^2 , т. е.

$$L = \frac{0,4 \pi W^2 Q}{l} \mu$$

Ломаная линия e f , записанная осциллографом, представляет изменение силы тока возбуждения, при различном числе оборотов якоря, или различной нагрузке.

Линия $K I$ представляет осциллограмму напряжения. В на каждом участке, полученном при определенном числе оборотов, взяв среднее значение силы тока возбуждения, то легко убедиться, что с увеличением числа оборотов якоря, или уменьшением нагрузки, среднее значение силы тока возбуждения уменьшается. Характер длительности замыкания и размыкания показан штриховкой: на участке 1 малое число оборотов и на участке 2 большое число оборотов.

Из осциллограммы напряжения видно, что чем больше вибратор совершит колебаний в секунду, тем меньшую амплитуду будет иметь кривая. Увеличение числа колебаний достигается уменьшением веса вибратора, а также помещением искрогасителя

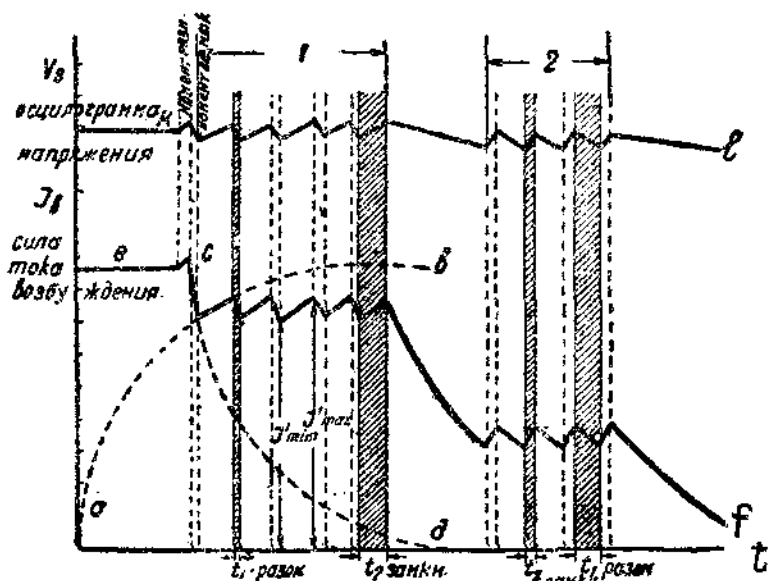


Рис. 84

тельной обмотки на сердечник регулятора, используя экстраок размыкания для размагничивания сердечника. На рис. 85 представлен подобный тип регулятора напряжения. Стрелки на обмотках возбуждения и сопротивления R показывают направление экстратока размыкания.

Величина сопротивления искрогасительной обмотки не должна быть чрезмерно мала, так как при замкнутом состоянии контактов K_2 и K_3 эта обмотка включена параллельно зажимам динамомашин, и, при малом ее сопротивлении, через нее будет направлен ток большой силы. Это вызовет сильный нагрев ее, а также снизит коэффициент полезного действия динамомашин. Изготовление искрогасительной обмотки с большим сопротивлением также невыгодно, так как она не выполняет основной функции—отводить экстраок размыкания.

торой тип одноступенного регулятора постоянства напряжения. На рис. 86 изображена принципиальная схема одноступенного регулятора постоянства напряжения. Принцип действия регулятора заключается в следующем: при увеличении числа оборотов динамомашин, или уменьшении нагрузки, напряжение на зажимах генератора увеличивается, сила тока в обмотке сердечника регулятора увеличивается, и напряженность магнитного поля сердечника настолько возрастет, что вибратор притянется к контактам K_1, K_2 , разомкнутся, вследствие чего в цепь обмотки возбуждения будет включено высокоомное дополни-

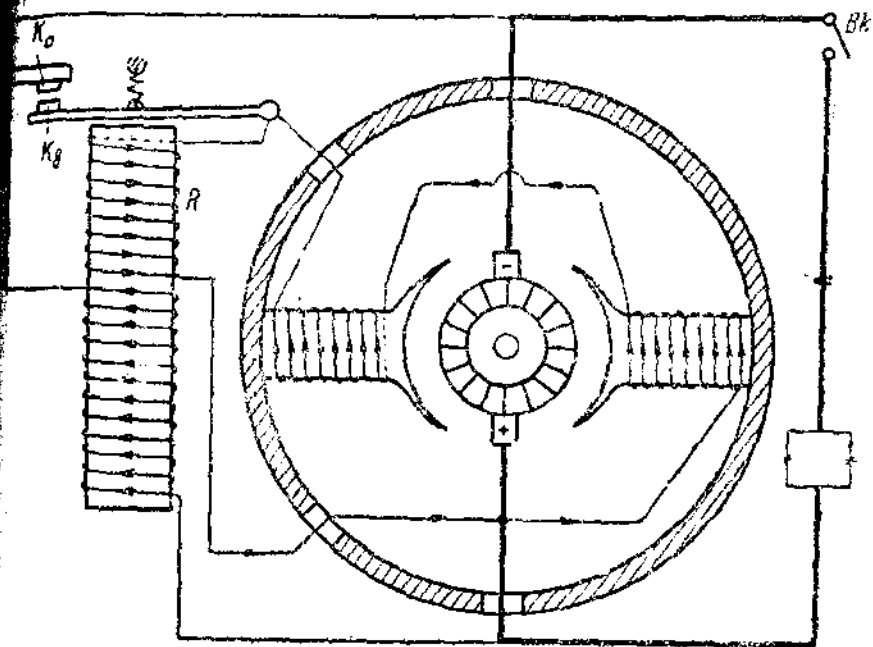


Рис. 85

тельное сопротивление R_g и сила тока в обмотке индукторов уменьшится в $10 \div 15$ раз (в зависимости от величины сопротивления).

В связи с уменьшением силы тока возбуждения индукторов уменьшится магнитный поток при изменении величины которого появится Э. Д. С. самоиндукции, под действием которой появится экстраток, направленный из обмоток возбуждения в дополнительное сопротивление — шетту, коллектор, обмотки якоря, коллектор, + шетку и обмотку возбуждения. Уменьшение магнитного потока в индукторах вызовет уменьшение Э. Д. С., индуцированной в обмотке якоря и уменьшение напряжения на зажимах динамомашин и обмотке регулятора, отчего сила тока в последней уменьшится; напряженность магнитного поля сердечника понизится и под действием пружины, вибратор

замыкает контакты K_1 K_2 . При замкнутых контактах сопротивление R_z будет зашунтировано и сила тока возбуждения вновь увеличится. Весь процесс будет повторяться и vibrator будет колебаться в пределах контакта K_1 .

При данном способе регулирования постоянства напряжения необходимо отметить следующее:

1. Если величина дополнительного сопротивления R_z мала, диапазон изменения числа оборотов якоря, при котором можно получить напряжение постоянной величины, будет мал и для автомобильной динамомашины такой регулятор окажется непригодным.

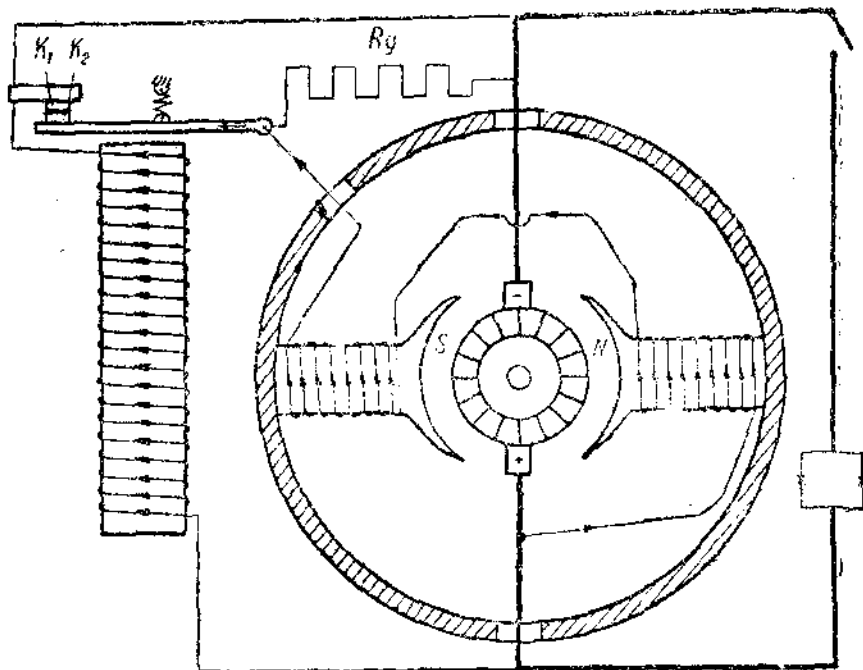


Рис. 86

2. При большой величине дополнительного сопротивления диапазон расширяется, но искрение между контактами становится более значительным и приводит к довольно быстрому разрушению их поверхности.

3. Так как частью пути для экстратока являются щетки, коллектор и обмотки якоря, то первый тип одноступенчатого регулятора постоянства напряжения имеет в этом отношении преимущества.

Для уменьшения значения силы тока при размыкании, а следовательно, и большей сохранности контактов, прибегают к двухступенчатому регулятору постоянства напряжения, который позволяет иметь в большом диапазоне изменения числа оборотов почти неизменяющееся напряжение на зажимах.

Двухступенное регулирование. На рис. 87 представлена шунтовая динамомашинка с двухступенным регулятором постоянного напряжения. В отличие от предыдущего регулятора, здесь установлены две пары контактов. Действие такого регулятора заключается в следующем: при малом числе оборотов якоря и его большой нагрузке, напряжение на зажимах генератора и обмотке регулятора равно или меньше номинального напряжения, сила тока в обмотке регулятора настолько мала, что не может создать достаточной напряженности магнитного поля, способной притянуть вибратор.

Контакты K_1 и K_2 замкнуты, ток возбуждения имеет максимальное значение, равное $I_n = \frac{V_{зап.}}{r_{возб.}}$ и магнитный поток в индук-

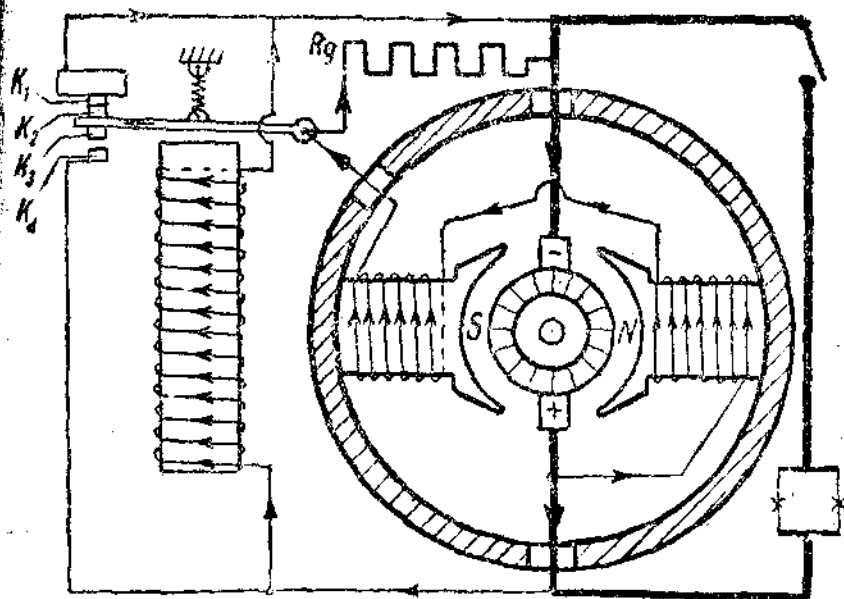


Рис. 87

торах максимальный. При повышении числа оборотов или уменьшении нагрузки напряжение на зажимах возрастет, сила тока в обмотке регулятора увеличивается, напряженность магнитного сердечника также возрастает и вибратор размыкает контакты K_1 и K_2 , при этом в цепь возбуждения вводится дополнительное сопротивление R_2 ; сила тока возбуждения уменьшается, вызывая уменьшение электродвижущей силы в обмотках якоря и напряжение на зажимах падает. Падение напряжения на зажимах обмотки регулятора вызывает уменьшение силы тока в ней и уменьшение напряженности магнитного поля сердечника, вибратор под действием пружины замыкает контакты K_1 и K_2 и дополнительное сопротивление R_2 оказывается зашунтированным; сила тока возбуждения в индукторах увеличивается до

того предела, при котором напряжение вновь повысится и произойдет размыкание контактов.

Процесс замыкания и размыкания повторяется и вибратор колеблется в пределах контакта K_1 .

В том случае, когда число оборотов якоря повысилось настолько, что сила тока возбуждения в цепи индукторов и дополнительно сопротивлений оказалась достаточной для дальнейшего повышения индуктированной Э. Д. С. в якоре и напряжения на зажимах, сила тока в обмотке регулятора также будет увеличиваться, напряженность поля сердечника возрастет и вызовет большее приближение к нему вибратора, контакты K_3 и K_4 замкнутся. Контакт K_3 представляет собой обмотку возбуждения индукторов, а контакт K_4 начало этой обмотки; замыкание контактов K_3 и K_4 вызовет шунтирование цепи возбуждения. Сила тока разделится пропорционально проводимостям цепей (I закон Кирхгофа), т. е. в обмотке возбуждения сила тока будет уменьшаться.

Уменьшение силы тока повлияет на величину магнитного потока в индукторах, Э. Д. С. в якорной обмотке уменьшится, напряжение на зажимах и сила тока в обмотках сердечника уменьшится; напряженность магнитного поля уменьшится и вибратор под действием пружины разомкнет контакты K_3 и K_4 ; в обмотке возбуждения сила тока будет возрастать до того предела, при котором весь процесс вновь повторится. Следовательно, при большом числе оборотов якоря или снятой нагрузки, вибратор колеблется в пределах контакта K_4 .

На рис. 88 показана осциллограмма такого регулятора.

Кривая *a* и *b* показывает изменения силы тока возбуждения при замыкании контакта K_1 и K_2 в зависимости от времени t ,

$$\text{где } I_{a1} = \frac{V}{r_a}.$$

Кривая *c* и *d* показывает изменения силы тока возбуждения при размыкании контактов K_1 и K_2 , где $I_{a2} = \frac{V_3}{r_a + R_2}$.

Кривая *e* и *f* показывает изменения силы тока при замыкании контактов K_3 и K_4 .

Ломаная линия 1—2 показывает изменения силы тока возбуждения при работе контактов K_1 и K_2 .

Ломаная линия 3—4 показывает изменения силы тока возбуждения при работе контактов K_3 и K_4 .

Из осциллограммы видно, что самоиндукция катушек возбуждения влияет на число размыканий, число колебаний при различном режиме работы генератора меняется, так напр., при работе контактов K_1 и K_2 число колебаний равно 100 в секунду и работе контактов K_3 и K_4 равно 115 колебаниям в секунду. Это можно объяснить зависимостью числа колебаний от величины самоиндукции, которая при малых значениях магнитного потока и малой силе тока в индукторах очень невелика. Напряжение на зажимах быстрее изменяется при работе контактов K_3 и K_4 и регулятор быстрее реагирует. Число колебаний также

исит от натяжения пружины, которая при большем ее (пру-
 ны) растяжении увеличивается.
 Величина дополнительного сопротивления должна быть нева-
 жка, примерно в 2—3 раза больше сопротивления обмотки воз-
 буждения. Если взять большее сопротивление, то появляется
 возможность искрения между контактами K_1 и K_2 . Если взять
 меньшее сопротивление, то увеличится расход энергии на нагре-
 вание его, что имеет место при большом числе оборотов якоря
 или разгруженном состоянии генератора, т. е. когда контакты
 K_1 чаще находятся в замкнутом состоянии.

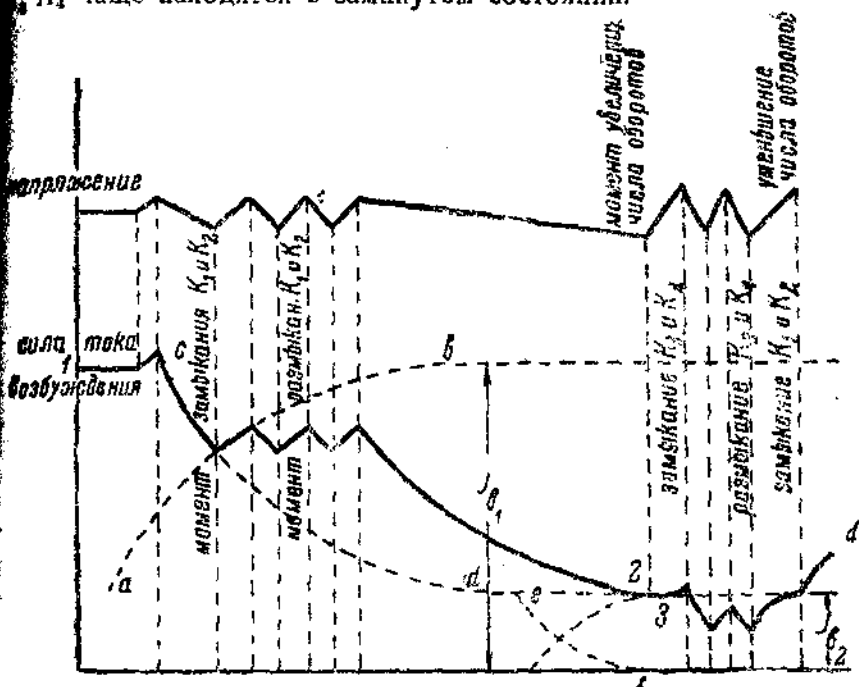


Рис. 88

Регулировка регулятора на различное напряжение достигается изменением упругости пружины вибратора. Если увеличить упру-
 гость пружины, то для ее преодоления необходимо иметь большую
 напряженность магнитного поля сердечника, что может быть
 достигнуто увеличением силы тока в обмотке регулятора; повы-
 шение силы тока возможно получить повышением напряжения
 на ее зажимах, а, следовательно, и напряжение в сети окажется
 выше. Если упругость пружины уменьшить, то напряжение на
 зажимах генератора, поддерживаемое регулятором, снизится.

Все рассуждения велись без учета изменения сопротивления
 обмотки регулятора, в зависимости от температуры. Известно,
 что повышение температуры вызывает повышение сопротивления,
 а следовательно, сила тока в обмотке регулятора понизится:
 напряженность поля окажется меньше, вибратор дольше будет

находиться в оттянутом пружинном положении, это вызовет повышение напряжения на зажимах и только тогда регулятор вступит в действие.

На основании изложенного можно заключить, что повышение температуры обмотки регулятора вызывает повышение напряжения на зажимах динамомашин. Для уменьшения влияния изменения температуры на работу регулятора, обмотку производят из проволоки, имеющей незначительный температурный коэффициент (напр., никкелин), или часть обмотки выполняют из медной проволоки, а часть из проволоки, материал которой имеет незначительный температурный коэффициент и большое удельное сопротивление. Или иногда применяют проволоку, материал которой имеет отрицательный температурный коэффициент (например, константан).

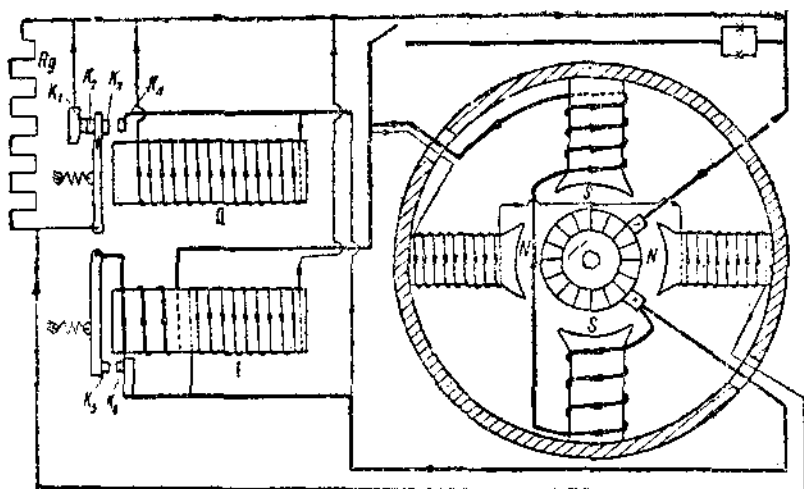


Рис. 89

Трехступенное регулирование. В тех случаях, когда требуется получить постоянное напряжение при малом числе оборотов якоря, примерно при 300—500 оборотах в минуту, и в системе электрооборудования трактора аккумуляторная батарея отсутствует, прибегают к использованию компаунд-динамомашин, снабжая ее трехступенным регулятором.

На рис. 89 указан подобный тип регулятора и генератор-компаунд. Принцип трехступенного регулирования заключается в следующем: при малом числе оборотов якоря, для получения определенного напряжения на зажимах, необходимо создать мощный магнитный поток. Известно, что индуцированная Э. Д. С. в якоре выражается $e = Bv10^{-8}$, откуда при малом числе оборотов скорость проводника — v мала и необходимо увеличить магнитную индукцию B , что достигается последовательной толстой обмоткой (на схеме показана толстыми линиями), через которую проходит вся сила тока, питающая внешнюю нагрузку.

Как только число оборотов повысится и напряжение на зажимах катушек регуляторов увеличится, напряженность магнитного поля в сердечниках регуляторов увеличится, а так как пружинность грузины вибратора I меньше, то произойдет замыкание контактов K_5 и K_6 . При замкнутых контактах в толстой обмотке регулятора появится ток, поступающий во внешнюю цепь, поле, созданное током, усилит напряженность магнитного потока сердечника и контакты K_5 и K_6 будут удерживаться замкнутым состоянии. Так как толстая обмотка регулятора включается параллельно серийной обмотке возбуждения при замкнутых контактах K_5 и K_6 , то в последней сила тока уменьшится, и магнитный поток в индукторах ослабнет; это вызовет уменьшение напряжения на зажимах динамомашин.

Катушка I производит грубую регулировку напряжения, необходимого при минимальном числе оборотов якоря. Тонкую регу-

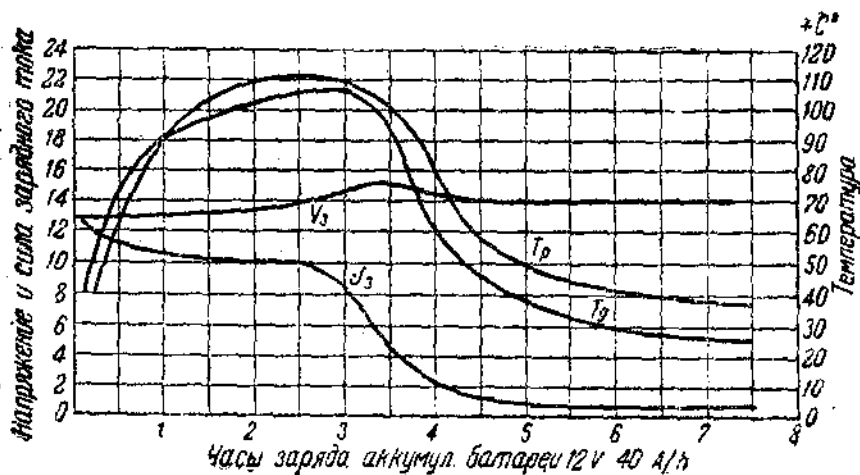


Рис. 90

лировку производит катушка II, которая выполняет функции двухступенного регулятора постоянства напряжения, и ничем не отличается от вышерассмотренного регулятора на рис. 87.

Рассмотренные регуляторы постоянства напряжения при обслуживании световой нагрузки, показали полную их пригодность для этой цели. Но, если в цепь динамомашин, снабженной подобным регулятором, включить аккумуляторную батарею и по показаниям амперметра наблюдать изменения зарядной силы тока, в зависимости от времени заряда батареи, то обнаружится что сила зарядного тока изменяется в больших пределах.

На рис. 90 показаны кривые изменения.

- I_3 — кривая зарядной силы тока,
- V_3 — кривая зарядного напряжения,
- T_p — температура корпуса регулятора,
- T_d — температура корпуса динамомашин.

Анализируя кривую зарядной силы тока, легко объяснить характер ее изменения, достаточно вспомнить что $I_0 = \frac{V_g - E_a}{R_0}$

V_g — напряжение динамомашин,

E_a — Э. Д. С. аккумуляторной батареи,

R_0 — внутреннее сопротивление батареи.

При включении на заряд Э. Д. С. аккумуляторной батареи быстро, но не в больших пределах, повышается, а следовательно, сила зарядного тока падает.

Дальнейшая зарядка дает постепенное увеличение Э. Д. С. батареи и разность в числителе $V_g - E_a$ уменьшается, это вызывает постепенное убывание силы зарядного тока.

При продолжении зарядки в электролите появляются пузырьки газа и внутреннее сопротивление батареи повышается; сила зарядного тока падает очень быстро; это вызвано одновременным повышением сопротивления и уменьшением разности между Э. Д. С. динамомашин и Э. Д. С. батареи. Продолжая зарядку, сила зарядного тока медленно падает, так как Э. Д. С. батареи продолжает увеличиваться. Выше рассмотренный процесс зарядки аккумуляторной батареи не может быть допущен, так как чрезмерное увеличение зарядной силы тока вначале пагубно действует на пластины аккумуляторов, вызывая коробление их и высыпание активной массы.

Чрезмерное падение зарядной силы тока, при появлении пузырьков газа, не обеспечивает полной зарядки аккумуляторной батареи. Чрезмерный нагрев динамомашин в начале зарядки вызывается ее перегрузкой. Все перечисленное говорит не в пользу регулятора постоянства напряжения, и выход из этого затруднения дает применение ограничителя силы тока, включенного в цепь динамомашин и внешней нагрузки.

Регулятор максимальной силы тока

Регулятор максимальной силы тока служит для ограничения силы тока в цепи нагрузки динамомашин. Конструктивно он отличается от регулятора постоянства напряжения тем, что на сердечнике расположена не тонкая обмотка, включенная параллельно цепи, а толстая обмотка, включенная в цепь последовательно.

На рис. 91 показан одноступенчатый регулятор максимальной силы тока. Как видно из рисунка, в толстой обмотке циркулирует весь ток, поступающий во внешнюю цепь. При увеличении числа оборотов в обмотках якоря повысится индуктированная Э. Д. С. и так как суммарное сопротивление всей цепи остается постоянным (без учета влияния температуры), то сила тока должна увеличиться, напряженность магнитного поля сердечника возрастет и вибратор притянется, контакты K_a и K_b разомкнутся. Это вызовет уменьшение магнитного потока в индукторах и индуктированная Э. Д. С. уменьшится, сила тока в цепи понизится, и напряженность поля в сердечнике также уменьшится,

вibrator под действием пружины примет прежнее положение контакты K_a , K_b будут замкнуты. В цепи возбуждения ток остановится и весь процесс будет повторяться аналогично действию регулятора напряжения.

На рис. 92 представлен двухступенный регулятор максимальной силы тока; принцип действия его подобен действию двухступенного регулятора постоянного напряжения, с той лишь разницей, что обмотка регулятора максимальной силы тока имеет большее сечение и включена последовательно в цепь.

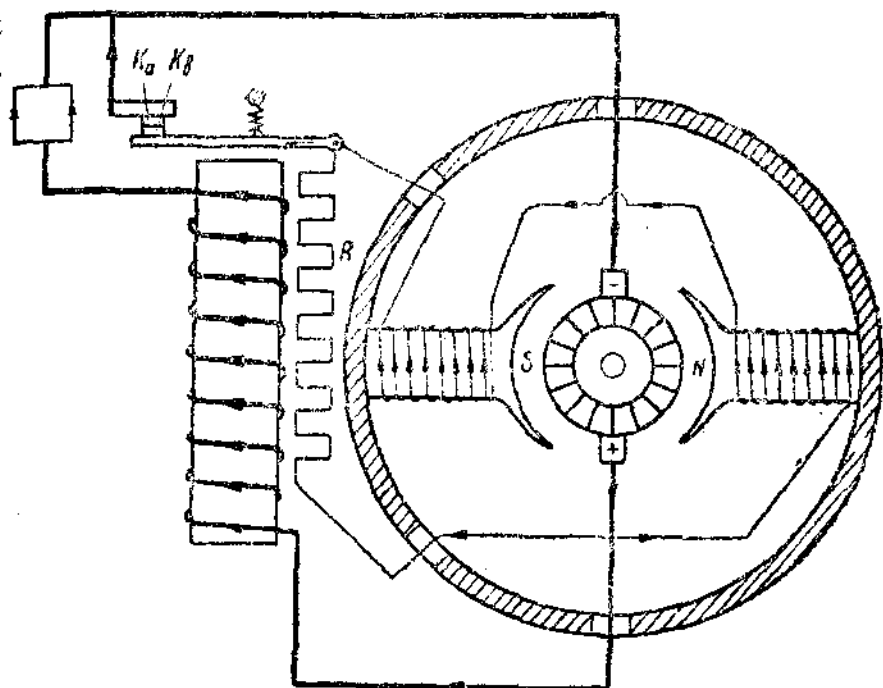


Рис. 92

Применение одного регулятора максимальной силы тока на динамомашине, обслуживающей световую нагрузку без аккумуляторной батареи, недопустимо, так как регулятор, будучи отрегулирован, напр., на силу тока для двух 25-ватт. ламп, не мог бы обслужить одной включенной лампы.

Это объясняется тем, что сопротивление одной лампы больше, чем двух параллельно включенных: сила тока в обмотке регулятора оказалась бы недостаточной, чтобы привести vibrator в действие, а следовательно, индуктированная Э. Д. С. в обмотке якоря повышаясь должна достигнуть такого значения, при котором напряжение на зажимах лампы оказалось достаточным для создания максимальной силы тока, на которую отрегулирован регулятор. Так как лампа не рассчитана на такую силу тока, то нить ее будет расплавлена.

Применение одного регулятора максимальной силы тока на динамомашине, обслуживающей аккумуляторную батарею, допустимо, но зарядная сила тока будет при всем процессе зарядки постоянной и равной максимальному значению (на которую была произведена регулировка), но надо напомнить, что к концу заряда батареи необходимо снижать силу зарядного тока, о чем указывалось в главе об аккумуляторах.

Уменьшение силы зарядного тока регулятор с последовательной обмоткой произвести не сможет, если не изменить регулировки пружины. Изменение регулировки вновь придется произвести при разряженной батарее. Установка регулятора на задан-

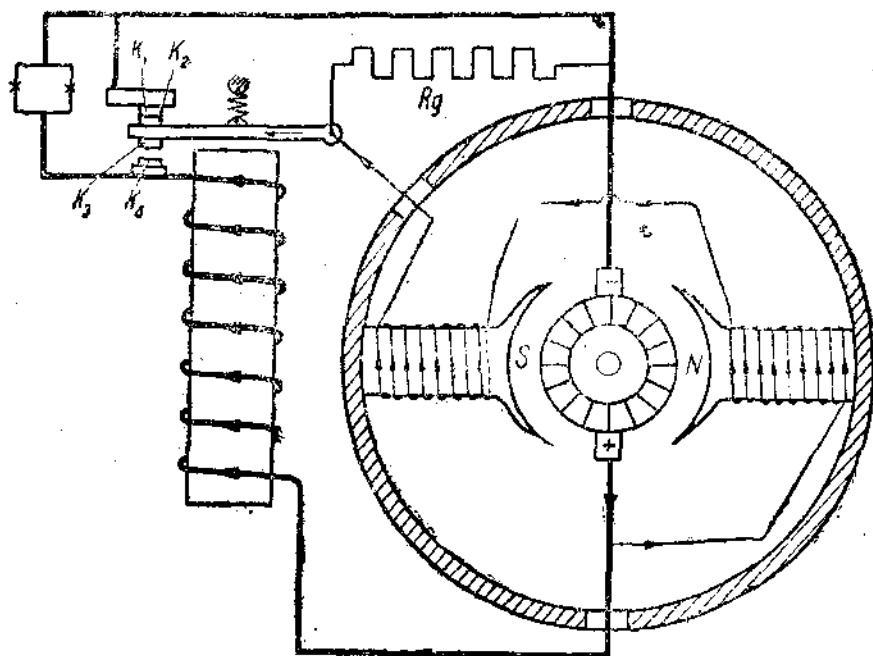


Рис. 92

ную максимальную силу тока производится путем изменения упругости пружины вибратора. Если увеличить упругость пружины, повышается значение максимальной силы тока, так как для замыкания контактов необходимо иметь большую напряженность магнитного поля в сердечнике регулятора.

Следовательно контакты длительнее будут находиться в замкнутом состоянии, ток возбуждения в индукторах будет иметь большую величину, индуктированная Э. Д. С. окажется выше и в цепи установится большая сила тока. При уменьшении упругости пружины вибратора явление будет обратное и максимальное значение силы тока будет меньше.

Комбинированный регулятор напряжения и максимальной силы тока

Для получения полной автоматичности работы регулятора его приходится снабжать и параллельной и последовательной обмотками. На рис. 93 представлен комбинированный регулятор напряжения и максимальной силы тока. На рисунке видно, что обе обмотки создают поле одной полярности, т. е. ампер-витки обмотки увеличивают напряженность магнитного поля обмотки и в начале зарядки разряженной батареи, когда зарядная сила тока могла достигнуть большого значения, поле, созданное последовательной обмоткой регулятора, будет способствовать размыканию контактов K_1 и K_2 , тем самым понижая напряжение на зажимах и уменьшая зарядную силу тока.

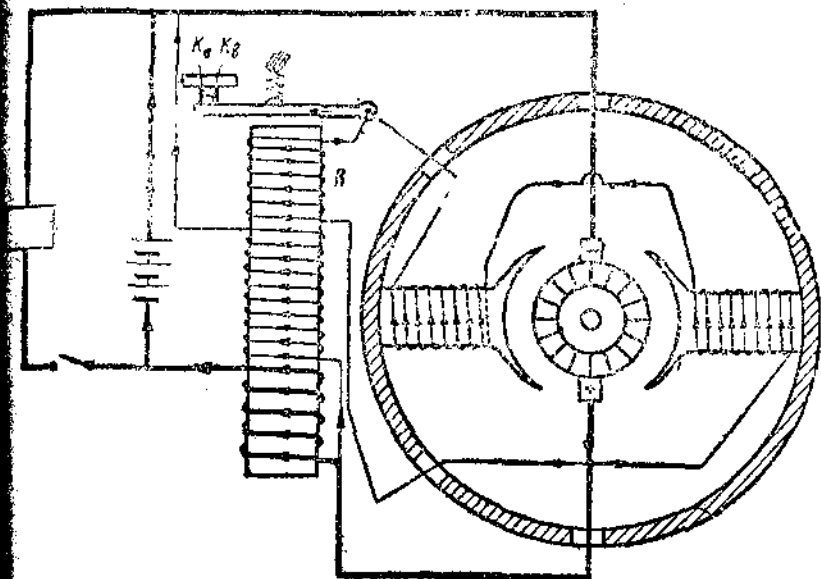


Рис. 93

Когда аккумуляторная батарея вследствие заряда будет иметь повышенную Э. Д. С., сила зарядного тока станет уменьшаться, поле, созданное последовательной обмоткой, также ослабнет; пружина вибратора удерживает контакты K_1 и K_2 длительное время в замкнутом состоянии, что вызовет увеличение напряжения на зажимах динамомшины. Повышение напряжения способствует повышению зарядной силы тока и обеспечивает полноту зарядки батареи. Это повышение все же недопускает зарядной силе тока, в конце заряда батареи, достигнуть значения выше 0,5 - 0,3 первоначальной силы тока и ее уменьшение устраняет возможность продолжения протекания процесса заряда. Следовательно, напряжение в сети к концу заряда батареи можно повыситься.

Аналогичное значение имеет последовательная обмотка, помещаемая на двухступенный комбинированный регулятор.

Характеристики, снятые с динамомашин, снабженной комбинированным регулятором, представлены на рис. 94.

- I_p^1 — Кривая значений зарядной силы тока,
- V_p^1 — " " " " зарядно о напряжения,
- T_p^1 — " " " " температуры корпуса регулятора,
- T_s — " " " " температуры корпуса динамомашин.

Сравнивая полученные характеристики с предыдущими, указанными на рис. 92, можно вывести заключение: изменения зарядной силы тока отвечают требованиям аккумуляторной батареи.

Напряжение в сети повышается примерно на 22 — 28%. Температура корпуса регулятора снижается на 20%. Максимальная температура динамомашин снижается на 24%.

Примечание. За 100% взяты данные характеристик, полученные в отсутствие последовательной обмотки регулятора.

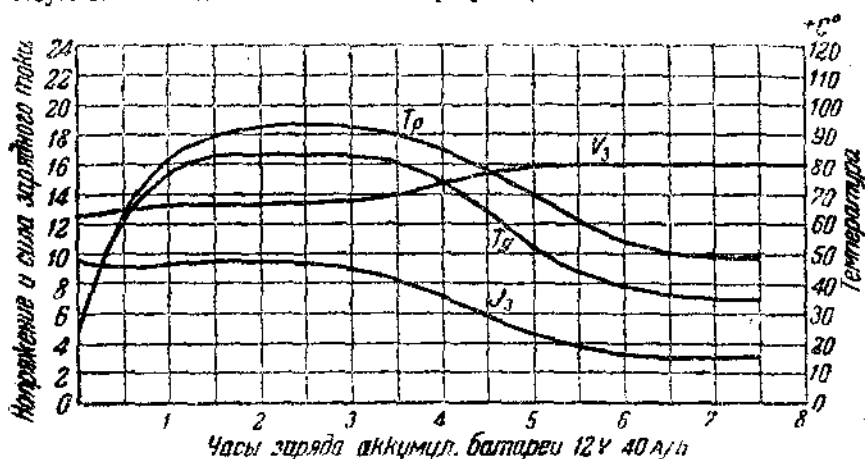


Рис. 94

Последние две схемы показывают, что внешняя нагрузка подключена непосредственно к аккумуляторной батарее. При таком включении потребителей регулятор максимальной силы тока продолжает поддерживать максимальный ток, на который он отрегулирован. Следовательно, динамомашин посылают одну ту же силу тока, независимо, включены ли потребители или нет, а значит величина зарядного тока при включенных потребителях должна понизиться или даже может происходить разряд батарей (в случае повышения силы тока потребителями против силы тока динамомашин); это крайне невыгодно.

Производить установку регулятора заранее на большую силу тока из расчета, что при включенных потребителях сила тока, посылаемая генератором в сеть, будет достаточна, но подобная регулировка не может быть допущена, так как при отключении

ных потребителей сила зарядного тока будет настолько велика, что может вызвать разрушение пластин аккумулятора.

Автоматическое реагирование регулятора на включение потребителя и на его отключение возможно получить, если питать через последовательную обмотку, как показано это на рис. 95.

Если якорь динамомашины имеет недостаточное число оборотов, при котором включенная нагрузка внешней цепи потребителя требует большую силу тока, чем это вырабатывает генератор, то часть силы тока будет послана в цепь аккумуляторной батареи, причем направление силы тока будет из аккумуляторной батареи через обмотку IV в сеть потребителя, вызовет умень-

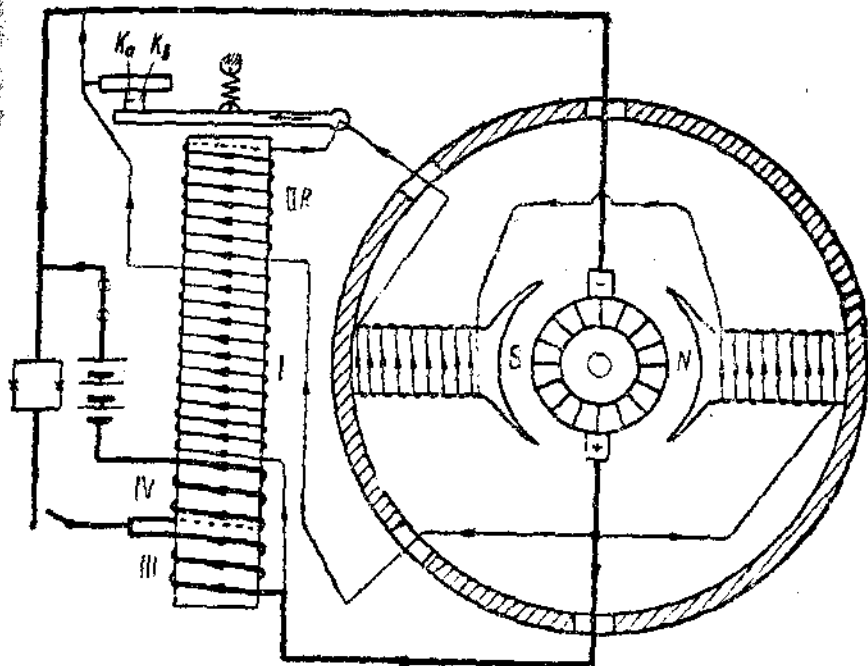


Рис. 95

шение напряженности поля сердечника и контакты K_a и K_b будут длительное время находиться в замкнутом состоянии; это способствует увеличению Э. Д. С., индуктированной в якорной обмотке, а следовательно, увеличению напряжения на зажимах, и увеличению силы тока в цепи. Как только сила тока, потребляемая генератором, покроет расход потребителя, в обмотке IV ток будет равен нулю, и если повысить число оборотов якоря, то в обмотке IV появится зарядный ток батареи, который при достижении своего максимального значения будет также действовать на вибратор, не допуская дальнейшего повышения силы зарядного тока.

Реле

(Автоматический электромагнитный выключатель)

В рассмотренных схемах отсутствовало приспособление, предотвращающее возможность разряда аккумуляторной батареи на цепь динамомашины, когда напряжение на ее зажимах будет меньше напряжения аккумуляторной батареи, или когда напряжение генератора равно нулю (при остановленном двигателе), откуда следует, что необходимо отклонение батареи от генератора.

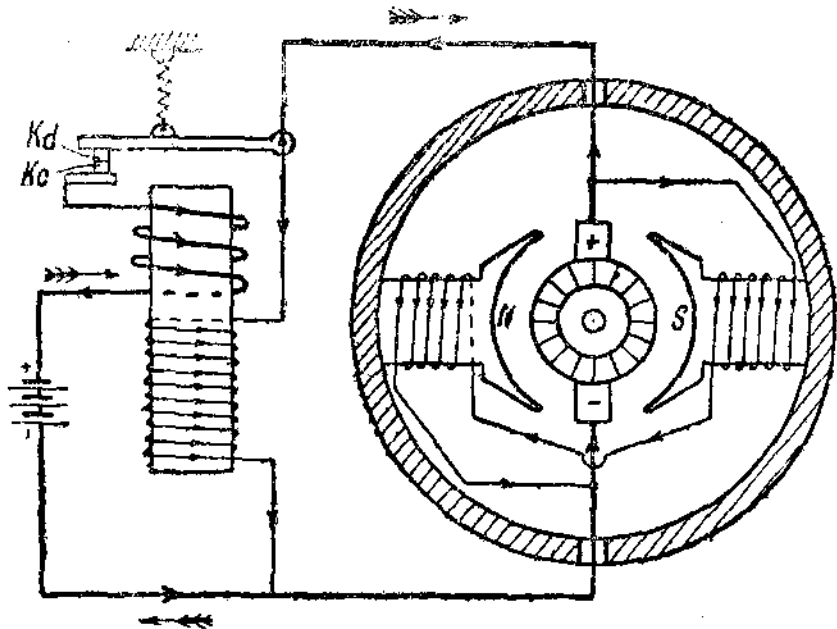


Рис. 96

Конструкция такого автоматического выключателя и его схема представлены на рис. 96. Автоматический электромагнитный выключатель работает на следующем принципе. При повышении числа оборотов якоря сила тока самовозбуждения увеличивается и вызывает увеличение магнитного потока, вследствие чего напряжение на зажимах увеличивается и сила тока в тонкой обмотке реле возрастает, напряженность магнитного поля сердечника становится больше и преодолевает упругость пружины, вызывая притяжение якорька и замыкание контактов K_c и K_d .

При замкнутых контактах аккумуляторная батарея оказывается включенной в цепь якоря генератора и зарядный ток в последовательной обмотке реле создает поле, дополняющее поле, вызванное током тонкой обмотки, магнитные свойства сердечника увеличиваются и якорек удерживается силой электромагнита. При уменьшении числа оборотов в якоря, индуктиро-

нная Э. Д. С. в якоре уменьшается; это вызовет уменьшение напряжения на зажимах генератора и зарядная сила тока уменьшаясь достигнет нулевого значения,

Магнитное поле, создаваемое зарядным током, исчезает, уменьшается также и сила тока в тонкой обмотке, так как на ее зажимах уменьшилось напряжение. Если упругость пружины достаточна, то якорец оттянется, разомкнет контакты и отключит аккумуляторную батарею от динамомашинны. Размыкание контактов K_c и K_d может произойти при различном значении силы тока в последовательной обмотке и различном его направлении. Рассмотрим подробно, от каких причин происходит замыкание и размыкание контактов. Нам известно, что напряженность магнитного поля, необходимая для того, чтобы притянуть якорец, нужна значительно большая, чем та, которая должна его удерживать в притяннутом положении.

Большая напряженность поля может быть получена в данном случае только за счет увеличения силы тока в тонкой обмотке реле; это достигается повышением напряжения на ее зажимах на 35—40%. Если динамомашинна не снабжена регулятором напряжения, то это достигнуть легко, достаточно повысить число оборотов якоря. Но, если генератор снабжен регулятором, то повышение напряжения возможно максимум на 25—28%, следовательно, приходится ослабить пружину для создания возможности замыкания контактов; но это вызовет невозможность отключить генератор от аккумуляторной батареи при нулевом значении зарядной силы тока, так как поле, создаваемое тонкой обмоткой (напряжение на зажимах которой равно напряжению батареи) будет удерживать якорец в притяннутом положении.

В этом случае необходимо ослабить поле, создаваемое тонкой обмоткой, что достигается при обратном движении электрического тока из аккумуляторной батареи в генератор. Якорец реле оттянется пружиной и контакты окажутся разомкнутыми. Измеренное повышение упругости пружины, оттягивающей якорец, недопустимо, так как такое реле не может замкнуть цепь, если оно обслуживает динамомашинну с регулятором. Если же генератор не имеет регулятора, то замыкание произойдет при довольно большом числе оборотов якоря, и достаточно незначительного уменьшения напряжения на его зажимах, как цепь будет вновь прервана с появлением искры в контактах, быстро разрушающей их.

В схеме на главных линейных проводах поставлены стрелки, показывающие направление зарядной силы тока (большие стрелки), и показывающие путь силы тока, намагничивающей сердечник (малые стрелки); стрелки впе проводов показывают мгновенное направление разрядной силы тока в момент размагничивания сердечника реле.

Из рассмотренных схем динамомашин мы не встретили ни одной, где была показана совместная работа серийно-динамомашинны и аккумуляторной батареи, это можно объяснить тем, что при совместной работе динамомашинны с аккумуляторной батареей достаточно понизить число оборотов якоря, как

в цепи появится обратный ток, вызванный электродвижущей силой батареи. Если генератор шунтовой, то имеет параллельно включенную обмотку возбуждения, и обратный ток в сети не вызовет изменения направления тока в обмотке возбуждения, полярность индукторов останется прежней, и достаточно вновь повысить число оборотов, как динамомашинка сможет создать зарядный ток.

Если генератор снабжен последовательной обмоткой возбуждения (генератор типа сериес), то изменение направления тока во внешней цепи вызовет перемагничивание индукторов, и при новом повышении числа оборотов не может вызвать появления зарядной силы тока, так как при измененной полярности, для создания индуктированной электродвижущей силы, необходимо изменить вращение якоря, потенциалы на зажимах изменятся и аккумуляторную батарею необходимо переключить. Это—одна из основных причин, препятствующих применению сериес генераторов на автомобилях, тракторах и мотоциклах.

ДИНАМОМАШИНЫ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЩЕТКОЙ

Получить постоянство напряжения (в пределах 25% от номинала) можно и без применения регулятора напряжения; для этого достаточно иметь включенную параллельно зажимам динамо-

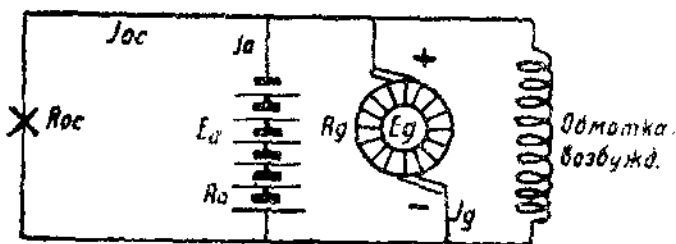


Рис. 97

машины аккумуляторную батарею.

На рис. 97 показана принципиальная схема соединения шунтового генератора, аккумуляторной батареи и внешней нагрузки. Значение букв следующее:

- E_1 — Э.Д.С. динамомашинки,
- J_1 — сила тока в обмотках якоря,
- R_1 — сопротивление якоря со щетками,
- E_2 — Э.Д.С. аккумуляторной батареи,
- J_2 — сила тока в цепи батареи,
- R_2 — сопротивление аккумуляторной батареи,
- J_3 — сила тока в осветительной установке,
- R_3 — сопротивление осветительной установки.

На основании второго закона Кирхгофа, из условия одновременной зарядки аккумуляторной батареи и обслуживания

свещения вытекает:

$$(1) J_g = J_a + J_{oc}$$

$$(2) E_g - E_a = J_g \cdot R_g + J_a R_a \text{ или } E_g = J_g R_g + J_a R_a + E_a$$

$$(3) E_g = J_g \cdot R_g + R_{oc} \cdot J_{oc}$$

Из второго и третьего уравнений вытекает:

$$E_g = J_g R_g + J_a R_a + E_a = J_g R_g + R_{oc} \cdot J_{oc}$$

если вычесть уравнение второе из уравнения третьего, то

$$R_{oc} J_{oc} = R_a J_a + E_a = V_{сетк.}$$

яо

$$R_a \cdot J_a + E_a = V_{зар.} \text{ и } V_{сетк.} = V_{зар.}$$

и установившееся напряжение в сети освещения будет равно величине падения напряжения в лампах накаливания. Так как при увеличении числа оборотов якоря, индуктированная Э.Д.С. в нем возрастает, то, считая Э.Д.С. батареи постоянной, должна возрасти величина внутреннего падения напряжения в батарее. Сопротивление же аккумуляторной батареи изменяется, но незначительно, и следовательно, увеличение падения напряжения идет за счет увеличения зарядной силы тока; как видно, напряжение на зажимах динамомашин можно получить довольно постоянной величины, для чего необходимо только не допускать изменений силы тока. Это достигается путем использования явления реакции якоря.

Из курса электротехники известно, что величина магнитного потока, созданного якорной обмоткой, зависит от силы тока и числа витков; так как число витков на якоре постоянно, то магнитный поток якоря $\Phi_a = F(J_a)$ (без учета влияния магнитной проницаемости).

На рис. 98 а изображено распределение магнитного потока в железе якоря, созданного током, возникшим под действием Э.Д.С. аккумулятора, приключенного к щеткам, причем + зажим аккумулятора присоединен к + щетке динамомашин, якорь которой полностью заторможен. Как видно из рисунка, якорь представляет электромагнит с полярностью, указанной на рис. 98 а.

На рис. 98 б изображено распределение магнитного потока при отсутствии силы тока в якорной обмотке, и только индуктора возбуждены. В этом случае магнитный поток равномерно распределен в междужелезном пространстве (см. рис. 98 б). На рис. 98 в изображено результирующее поле при одновременном явлении силы тока в обмотке возбуждения и в обмотке якоря. Как видно из рисунка, все поле повернуто от горизонтали на некоторый угол. На рис. 98 а и б в центре якоря показаны векторы, представляющие величину и направление магнитных потоков, где $\Phi_{инд.}$ — магнитный поток индукторов и Φ_a — магнитный поток якоря.

На рис. 98с изображено геометрическое суммирование векторов, где Φ_R — результирующий магнитный поток.

Если якори динамомашины дать вращение, при котором индуктированная Э.Д.С. в его обмотках будет того направления, какое имела сила тока, посылаемая аккумулятором, то, при включенной внешней нагрузке, в цепи якоря под действием индуктированной Э.Д.С. появится электрический ток, который совпадет по направлению с последней. Поле, созданное этим током, мы и называем якорным полем. Из векторной диаграммы видно, чем больше $\Phi_{нд}$, тем больше угол смещения поля, причем смещение происходит в сторону вращения якоря.

Использование явления реакции осуществлено в трехщеточной динамомашине, принцип действия которой мы и рассмотрим ниже.

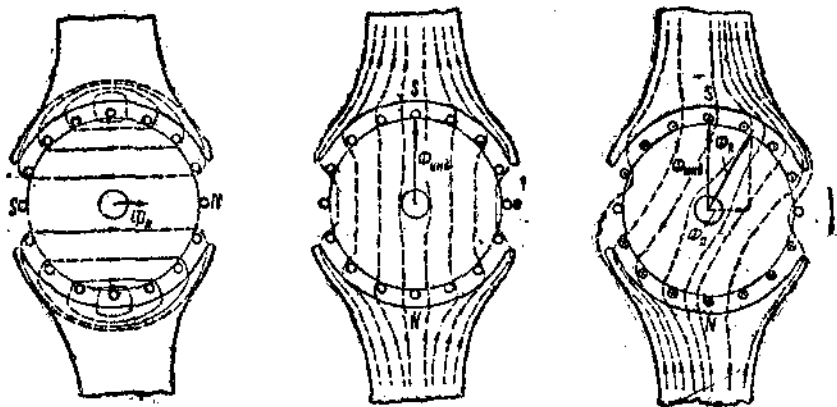


Рис. 98

Рассечем мысленно якорь по образующей, проходящей через точку a и развернем на плоскость.

На рис. 99 изображена развертка и кривые изменения $\Phi_{нд}$; $\Phi_{нд}$; Φ_R и кривые мгновенных значений Э.Д.С. в обмотке якоря в зависимости от нагрузки.

Построение кривых и их анализ

Кривая $\Phi_{нд}$. При отсутствии якорного тока величина магнитного потока на нейтральной оси (линия установки щеток I и II) равна нулю.

Считая значение магнитного потока, направленного из полюса N положительными, откладываем ординаты вверх, относительно оси абсцисс.

Под щеткою I значение $\Phi_{нд}$ становится равным нулю, и далее, величины ординат магнитного поля откладываем вниз, относительно оси абсцисс.

Кривая Φ_x . Так как якорный магнитный поток смещен на угол 90° относительно магнитного потока индукторов, то его нейтральная линия смещена также на угол 90° и должна проходить от начала координат на расстоянии $\frac{\pi}{2}$; но, так как одноименные полюсы отталкиваются, то ординаты значений Φ_x необходимо отложить в противоположном направлении. Там же,

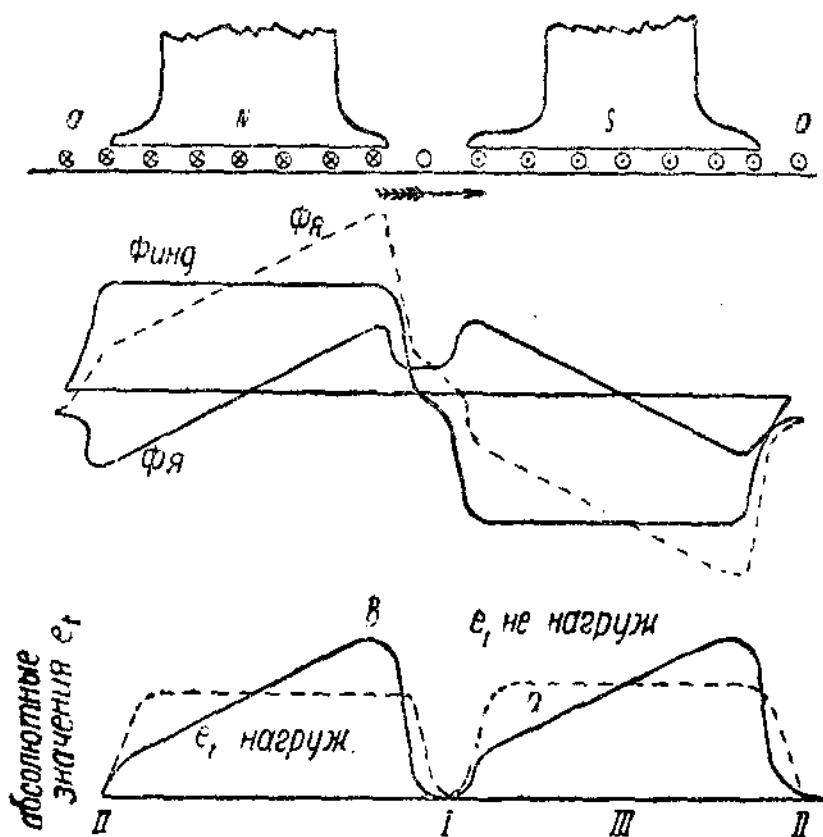


Рис. 99

где полюсы разноименные, ординаты откладываются в том же направлении, как и ординаты $\Phi_{\text{инд}}$.

Произведя алгебраическое суммирование ординат двух кривых, находим кривую изменения Φ_{R} . Из кривой значений результирующего магнитного потока видим, что он неравномерно распределен под полюсами, следовательно, и величина индуцированной Э.Д.С. в отдельных проводниках будет также различна, так как число пересекаемых линий проводником в единицу времени различно. Нам известно, что $B = \frac{\Phi}{Q}$, т. е. магнитная индукция прямо пропорциональна магнитному потоку Φ и обратно

пропорциональна площади Q , через которую он проходит, если ординаты значений Φ_R разделить на площадь, то кривая будет представлять кривую изменения магнитной индукции, но

$$e_1 = Blv 10^{-8}$$

т. е. мгновенное значение индуктированной Э.Д.С.: — e_1 в каждом проводнике при пересечении магнитного поля по нормали (оно в междужелезном пространстве так и расположено), зависит от магнитной индукции B , активной длины проводника l и окружной скорости v . В нашей формуле величина B переменна и ее закон изменения известен из кривой, следовательно, эта кривая может быть названа кривой мгновенных значений e_1 .

Установим щетку III, как показано на абсциссе кривой e_1 , произведя суммирование ординат кривой, полученной при: а) ненагруженной динамомашине и б) нагруженной динамомашине мы убедимся, что суммарное значение $\sum_1^{III} e_1$ Э.Д.С. между щетками I и III при работе без нагрузки больше, чем суммарное значение Э.Д.С. при нагрузке, т. е.

$$\sum_1^{III} e_{1 \text{ хол. хода}} > \sum_1^{III} e_{1 \text{ нагр}}$$

Пользуясь этим свойством, достаточно включить обмотку возбуждения индукторов между щетками I и III. При увеличении числа оборотов якоря Э.Д.С., индуктируемая в его обмотках, увеличится, сила тока в обмотке якоря повысится, но увеличение силы тока создает смещение результирующего поля, вследствие чего уменьшится напряжение на зажимах обмотки возбуждения, уменьшится магнитный поток индукторов и Э.Д.С. в обмотке якоря уменьшится; тем самым уменьшится сила зарядного тока. Но значение силы тока в якоре зависит не только от индуктированной в нем Э.Д.С., но и от сопротивления внешней цепи, и величины Э.Д.С. аккумуляторной батареи.

Рассматривая процесс в динамомашине, допустим, что железо индукторов далеко от магнитного насыщения, тогда повышение сопротивления в цепи аккумуляторной батареи или повышения Э.Д.С. батареи вызовет уменьшение якорной силы тока, вследствие чего якорное поле уменьшится; напряжение на зажимах обмотки возбуждения увеличится и индуктируемая Э.Д.С. в якоре возрастет и повысит силу тока в цепи. Увеличение нагрузки в сети освещения вызывает уменьшение зарядной силы тока, так как сопротивление внешней цепи уменьшается и сила тока распределяется прямо пропорционально проводимостям.

Отключение аккумуляторной батареи при работе трехщеточной динамомашинки ни в коем случае недопустимо, так как напряжение на зажимах индукторов возрастает до значений, при которых ток в обмотке возбуждения выделит количество тепла, достаточное для разрушения изоляции. При отсутствии аккумуляторной батареи недопустимо включение световой на-

етки в цепь работающей динамомашинны, так как это вызовет перегорание нитей ламп. Во всех случаях, когда динамомашинна отключена от аккумуляторной батареи и привод ее не может быть нарушен, необходимо производить короткое замыкание веток I и II.

Выше было указано, что смещение поля при нагрузке происходит в сторону вращения, при этом сила тока возбуждения уменьшается; это говорит о возможности регулирования величины тока возбуждения перемещением щетки III рукою, прием, сдвигая ее в сторону вращения, сила тока возбуждения увеличивается, магнитный поток и индуктированная Э.Д.С. в якоре повышаются и сила тока в цепи увеличивается.

При перемещении щетки III против вращения уменьшается сила тока в обмотке возбуждения, уменьшится магнитный поток индуктированная Э.Д.С., а следовательно, величина силы тока во внешней цепи понизится. Пользуясь этим свойством, можно регулировать зарядную силу тока так, чтобы к концу рабочего дня автомашины аккумуляторная батарея имела полный заряд.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ, НАПРЯЖЕНИЯ И СИЛЫ ТОКА

На рис. 100 изображены кривые изменения зарядной силы тока в зависимости от времени заряда. Кривая показывает, что по мере увеличения заряда батареи, сила зарядного тока увеличивается до такого значения, что разрушение активной массы пластин становится вполне возможным. Сильное „кипение“ электролита вызывает быстрое уменьшение его объема и повышается его плотность выше допустимых пределов; чрезмерная плотность электролита способствует образованию сернокислого свинца ($PbSO_4$). При отключении световой нагрузки (при работе автомашины в светлое время суток), все вышеперечисленные дефекты выступают еще сильнее. В целях устранения их в цепь обмотки возбуждения вводят термостат, который действует под влиянием температуры динамомашинны.

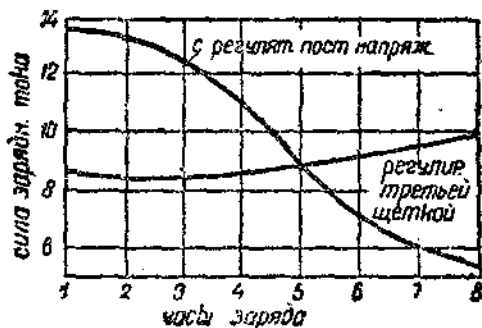


Рис. 100

ТЕРМОСТАТ

Термостат или биметаллический предохранитель имеет следующее устройство (см. рис. 101). Изогнутая пластинка состоит из двух сваренных или склепанных между собою металлических пластинок с различным коэффициентом температурного расши-

рения, причем внутрь обращена латунная сторона пластинки, а наружу — никелевая. При длительной работе динамомашин аккумуляторная батарея заряжается и сила зарядного тока повышается, температура внутри динамомашин

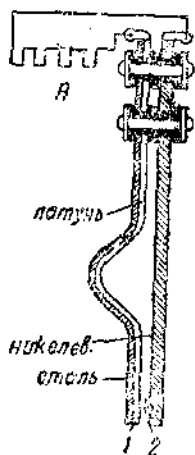


Рис. 101

увеличивается и биметаллическая пластинка будет изгибаться в сторону металла, имеющего меньший температурный коэффициент расширения.

Контакты 1 и 2 термостата окажутся разомкнутыми и в цепь возбуждения будет введено сопротивление R . Сила тока в обмотке возбуждения уменьшится и вызовет уменьшение индуктированной Э.Д.С. в якоре, вследствие чего зарядная сила тока понизится. Действие термостата в незначительной степени понижает возможность повреждения пластин аккумулятора в конце заряда и применение батарей с большей емкостью, уменьшает этот недостаток, так как последняя (батарея) менее боится большой зарядной силы тока.

Выше указывалось, что термостат действует под влиянием внутренней температуры, она же в малой степени зависит от внешней; в зимнее время контакты термостата находятся длительно

в замкнутом состоянии, а следовательно сила зарядного тока в зимнее время продолжительнее, имеет максимальную величину; это дает положительную оценку термостату, так как в зимнее время аккумуляторная батарея требует полноты зарядки, чтобы электролит не мог подвергнуться замерзанию.

Термостат также является предохранителем динамомашин от чрезмерного нагрева, что имеет место не только в случае длительной работы динамомашин под нагрузкой, но и в случае отключения от нее батарей. Размыкание контактов происходит примерно при $+70^\circ \text{C}$.

При сравнении характеристик изменения зарядной силы тока, в зависимости от времени заряда, видно, что динамомашин, снабженная комбинированным вибрационным регулятором, дает большую зарядную силу тока, чем трехщеточная без термостата в первые часы заряда, чем

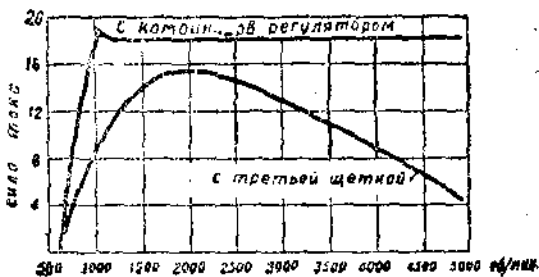


Рис. 102 а

обеспечивается заряженное состояние аккумуляторной батареи.

Это очень ярко выражено кривыми, полученными при разряженной батарее (см. рис. 102 а), где характеристика трехщеточной динамомашин показывает, что при увеличении числа оборотов якоря, а следовательно при повышении скорости авто-

обилия, обеспечить быстрый заряд батареи невозможно, так как сила зарядного тока понижается.

Характеристика динамомашины, снабженной комбинированным регулятором, показывает постоянство зарядной силы тока независимо от скорости движения автомобиля.

Из характеристик, изображенных на рис. 102 б, снятых с этих же генераторов, но работающих с заряженной батареей, можно заключить, насколько трехщеточная динамомашинка дает чрезмерно большую зарядную силу тока, которая разлагает воду на H_2 и O , тем самым вызывает уменьшение объема электролита и повышение его концентрации. Последствия чрезмерной силы тока уже указывались ранее.

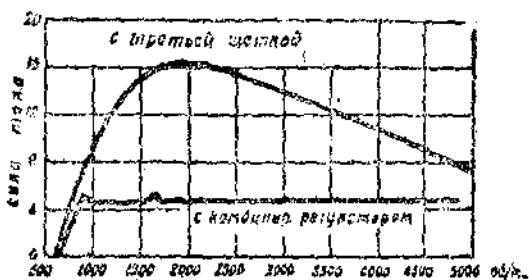


Рис. 102 б

Характеристика зарядной силы тока, полученная при совместной работе динамомашинки, снабженной комбинированным регулятором с заряженной аккумуляторной батареей, показывает, насколько зарядная сила тока незначительна при заряженной полностью батарее, а следовательно разрушительного действия на пластины батареи оказать не может.

На рис. 103 изображены две секции положительных пластин, где изображенная слева секция вынута из аккумуляторной батареи, которую обслуживала динамомашинка с комбинированным регулятором. Справа изображена секция, вынутая из аккумуляторной батареи, которую обслуживала трехщеточная динамомашинка, причем первая секция участвовала в работе примерно в 2,5 раза дольше второй секции.

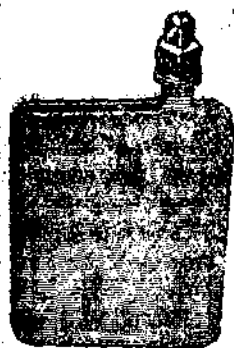


Рис. 103

Расход дистиллированной воды был различен и в установке с трехщеточной динамомашинкой оказался примерно в десять раз больше. Заканчивая сравнительную оценку, надо заметить, что простота конструкции трехщ. точной динамомашинки является

единственным ее преимуществом. Стоимость ее ниже стоимости динамомашинки, снабженной регулятором, но при необходимости иметь аккумуляторную батарею с повышенной емкостью, перво-

начальные затраты почти одинаковы, а при дальнейшей эксплуатации установки, с учетом сокращенного срока службы аккумуляторной батареи, стоимость установки с трехщеточной динамомашинной оказывается выше, чем с динамомашинной, снабженной комбинированным регулятором.

КОНСТРУКТИВНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ДИНАМОМАШИН, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА АВТОТРАНСПОРТЕ

К конструкции динамомашин, обслуживающей автотранспорт, предъявляются следующие требования:

1. При минимальном объеме и минимальном весе иметь возможно большую мощность.
2. Динамомашина должна допускать временные перегрузки в 50—100%.
3. Иметь мощность, достаточную для обслуживания включенных потребителей световой нагрузки без питания их от аккумуляторной батареи, при скорости движения автомобиля 20—25 км в час (на прямой передаче).
4. Обладать достаточной механической прочностью, допускающей повышение числа оборотов якоря при максимальной скорости автомобиля.
5. Обладать максимальной бесшумностью работы.
6. Обладать полной герметичностью.

Для выполнения первого и второго пункта прибегают к возможно полному использованию материалов, и допускаемая плотность тока в проводах значительно выше, чем в стационарных динамомашинных. Корпус динамомашинной изготавливают из мягкой стали, допускающей высокое значение магнитной индукции. Корпус представляет или цельнотянутую трубу или он свертывается из листового материала с последующей его сваркой.

Как в первом случае, так и во втором корпуса динамомашин, изготовленные на европейских заводах, имеют не только внутреннюю расточку или пройдены разверткой, а также и внешнюю обточку, причем с внешней стороны часто встречается обточка, произведенная при большой скорости подачи резца, так что поверхность получается в виде неглубокой резьбы; это делается с целью большего отвода тепла от корпуса динамомашинной, с этой же целью наружная поверхность корпуса не закрашивается, а никкелируется.

Динамомашинные, построенные на заводах США, большей частью имеют только обработку внутренней стороны корпуса и большей частью обработаны разверткой.

Для выполнения третьего пункта можно применить два способа или увеличить передаточное число между двигателем и якорем динамомашинной с целью повысить число оборотов последнего, или установить большее число полюсов.

Первый способ нежелателен, так как при быстром движении автомобиля число оборотов якоря становится настолько велико, что условия коммутации тока крайне затруднительны, а также и механическая прочность машинной может оказаться недоста-

точной. Применение большого числа пар полюсов позволяет снизить число оборотов якоря, оставляя ту же мощность генератора.

Сердечники катушек возбуждения и полюсные наконечники в современных динамомашинках изготавливаются сборными из листового легированного железа, с целью понизить нагрев сердечников токами Фуко, а также иметь большую допустимую магнитную индукцию, величина которой позволяет иметь при малом числе оборотов якоря большой магнитный поток.

Крышки динамомашинки штамуют из листовой стали, или одна из них представляет дно цельнотянутого цилиндра, иногда они отливаются из алюминия.

Первые два способа чаще встречаются на генераторах американского происхождения, последний способ более распространен в Европе.

Обмотки индукторов динамомашинки выполнены из медной проволоки, покрытой изоляцией (эмалевый лак или бумажная оплетка), сечение проволоки, применяемой для катушек, различно и зависит от мощности динамомашинки и способа включения обмоток возбуждения. Наиболее часто применяемая проволока для изготовления шунтовых катушек возбуждения на автомобильных и тракторных динамомашинках имеет диаметр от $1,2 \pm 0,8$ мм и в мотоциклетных динамомашинках диаметр от $0,6 \pm 0,4$ мм.

Якорь динамомашинки и его обмотки

Якорь состоит из стального вала, снабженного продольной шпонкой или шлицевой впадиной, на который (вал) одеваются железные диски (один из них изображен на рис. 104), которые, или покрыты с одной стороны лаком или покрыты окалиной, образовавшейся при отжиге. Собранные на вал диски представляют сердечник якоря. Сборным якорь выполняют в целях уменьшения нагрева, возникающего от токов Фуко.

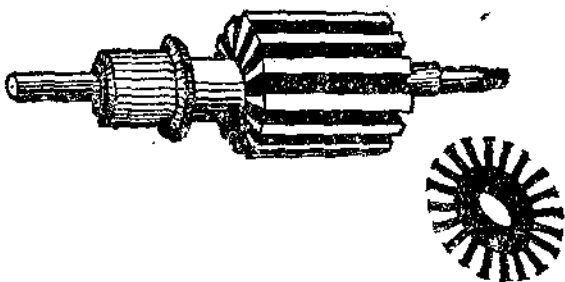


Рис. 104.

Качество железа, из которого изготовлены отдельные диски, должно быть наивысшим и иметь минимальные коэффициенты, характеризующие величину потерь на гистерезис и токи Фуко. Паузы в сердечнике могут встретиться как прямые, так и наклонные под углом $7 \pm 10^\circ$.

В целях уменьшения гудения якоря после сборки отдельных дисков, сердечник подвергают прессованию и в спрессованном виде производят закрепление дисков на валу. Для выполнения

пятого пункта вал якоря делают достаточно большого диаметра с целью иметь больший момент сопротивления, а также принимают меры для уменьшения возможности вибрации якоря, вызываемой пульсацией магнитного поля.

С этой целью, а также и с целью более бесшумной работы динамомашин, полюсные наконечники снабжаются рассеивающими кромками, или путем увеличения междужелезного пространства под краями полюсных наконечников (см. рис. 105а) или применением среза кромки полюсного наконечника под углом к образующей якоря (см. рис. 105б), или наклонным расположением пазов. Формы пазов, встречающихся на якорях автодинамомашин, бывает двух видов: 1) полузакрытый паз и 2) открытый паз.

Первый вид пазов имеет ряд преимуществ и недостатков перед вторым видом. К преимуществам надо отнести: а) меньшие пульсации магнитного поля, б) наибольшая площадь для перехода магнитного потока от индуктора к якорю и от якоря в индуктор, в) надежное укрепление обмоток с помощью клиньев и отсутствием необходимости в применении бандажей.

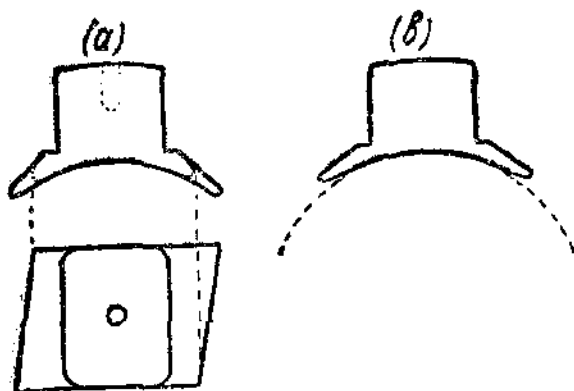


Рис. 105

ками, б) затруднение при укладке готовых секций в пазы (при шаблонной обмотке).

Второй вид пазов допускает производить быструю сборку шаблонных обмоток на якорь, но обязательно требует применения бандажей. Для увеличения бесшумности работы динамомашин желательно иметь как можно большее число пазов, но это удорожает изготовление якоря и усложняет изоляцию отдельных пазов; в целях удешевления и упрощения изготавливают якоря с минимальным числом пазов 8--14, в более же дорогих генераторах встречается якоря, имеющие 30--40 пазов, причем число пазов делают кратным числу полюсов для устранения возможности нарушения симметрии магнитных полей, могущих вызвать вибрацию якоря.

Обмотки якорей встречаются двух типов: 1) петлевая (параллельная) и 2) волновая (последовательная). Первый тип обмоток применяют чаще в двухполюсных динамомашинках, так как применение ее в многополюсных связано с необходимостью или иметь число щеток, равное числу полюсов, или вводить эквипотенциальные соединения.

Если привести сравнение двух генераторов, имеющих все идентичные данные, кроме типа обмотки, как-то число полюсов одинаковое, но большее двух, диаметр якорей и радиусы расположения обмоток одинаковы, число оборотов якорей одинаково, угол охвата полюсами якоря также одинаков, то величина напряжения на щетках окажется в два раза больше у того генератора, который имеет волновую обмотку (последовательную), сила тока во внешней цепи у генератора с петлевой (параллельной) обмоткой окажется в два раза больше, чем у генератора с волновой обмоткой.

Динамомашины, снабженные регулятором напряжения, чаще строятся четырехполюсными и снабжаются двумя щетками, расположенными под

углом 90° , вследствие чего на них (генераторах) более распространена волновая обмотка. Динамомашины с дополнительной щеткой большей частью имеют двухполюсный индуктор, но нередко можно встретить четырех и шестиполюсные (ФармаФорд, АвтоЛяйт), регулирование силы зарядного тока с помощью дополнительной щетки в многополюсных генераторах приходится производить с большой осторожностью, так как незначительное перемещение дополнительной щетки вызывает большие изменения в зарядной силе тока.

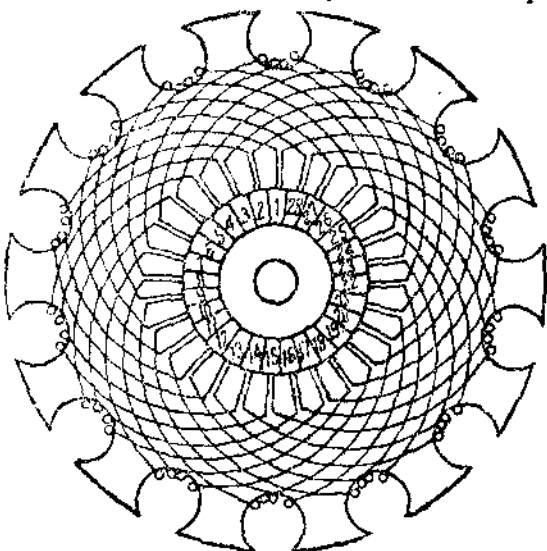


Рис. 106

За последнее время ярко выражена тенденция перехода к двухполюсным генераторам в случае применения третьей щетки. В двухполюсных генераторах, будет ли обмотка петлевая или волновая, напряжение и сила тока останутся одинаковыми; обмотка якорей двухполюсных динамомашин большей частью выполняется диаметральной, т. е. полусекции одной катушки располагаются или диаметрально противоположно, или близко к этому, в связи с чем шаблонный способ неприменим, так как невозможно произвести укладку секции в пазы. Поэтому подобные якоря наматываются или вручную или на станке и соединение обмоток производят по петлевому способу.

На рис. 106 изображена схема соединения петлевой обмотки с коллектором (потусторонние соединения не показаны) и на рис. 107 приведена развертка на плоскость обмоток этого якоря. На схемах представлена обмотка якорей трехщеточных, двух-

полюсных динамомашии, изготавливаемых Электрозаводом для автомобилей Форд АА, АМОЗ и Яз, а также фирмами Делько.

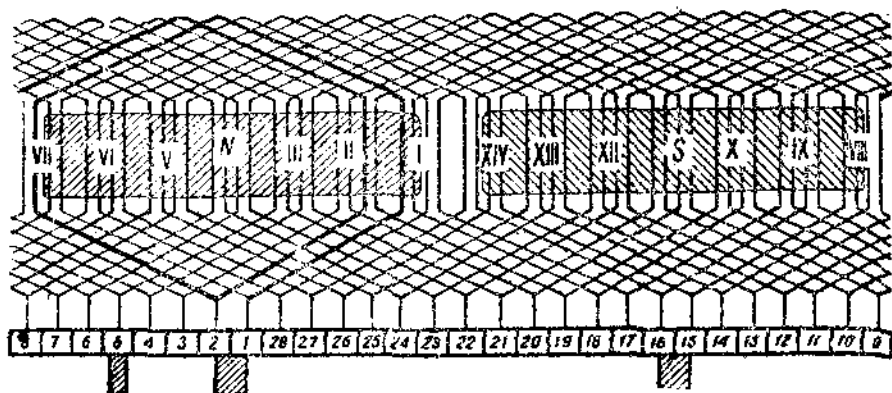


Рис. 107

Реми, Авто-Ляйт и Марелли. Монтажные данные некоторых из них приведены в таблице 5.

Таблица 5

Ф и р м а	Делько-Реми	Авто Ляйт	Электрозавод
Мощность в ваттах	50	60	100
Напряжение	12	6	6
Число полюсов	2	2	4
Число пазов	14	14	17
Шаг обмотки	6	6	5
Число секций	28	28	34
Число витков в секции	10	5	4
Диаметр проволоки якорной обмотки	0,8	1,1	11
Вес проволоки якорной обмотки	300 г	325 г	398
Число ламелей на коллекторе	28	28	33
Число витков на индукторах	400	200	142
Диаметр проволоки на индукторах	0,8	1,1	1
Вес проволоки обмотки индукторов	420 г	460 г	—
Сопротивление обмотки возбуждения в омах	1,5—5	0, — 0,7	—

Выше уже указывалось, что якоря четырехполюсных динамомашии чаще снабжаются волновой обмоткой. На рис. 108 изображена схема соединения якорной волновой обмотки с коллектором, часть обмотки, расположенной на торце якоря (противоположном коллектору), на схеме не указана. На рис. 109 дана развертка на плоскость волновой обмотки динамомашины Роберт-Б.ш. Из схемы видно, что число ламелей не кратно числу пазов, т. е. ламелей 39, а следовательно и секций 39, но количество пазов равно 20 и число помещенных секций равно 40. Как видно из схемы, одна секция остается невключенной и все же она помещена на якорь (обозначена на рис. 108 в виде черных круж-

и расположена в пятом и двадцатом пазах), ее присутствие необходимо для балансировки якоря. Ее называют балластной

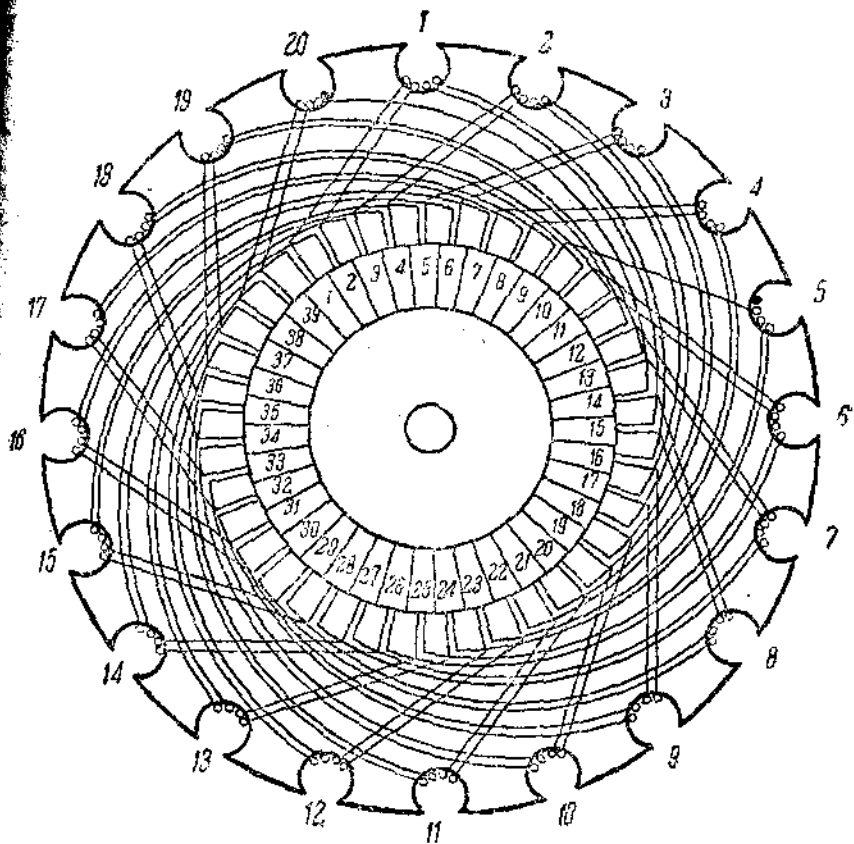


Рис. 108

режией. Из курса „Электротехники“ известно, что выполнение волновой двухслойной обмотки возможно при соблюдении усло-

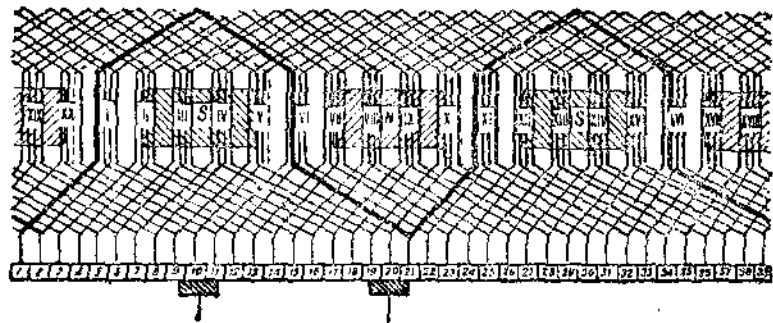


Рис. 109

вия, что шаг обмотки должен быть числом целым и нечетным

$$y_1 + y_2 = \frac{S \pm 2}{4P}; \quad y_1 + y_2 = \frac{78 \pm 2}{8} = 10; \quad v_1 = y_2 = 5,$$

где

y_1 и y_2 — шаги обмотки,
 S — число полусекций
 P — число пар полюсов,

Из условий наименьшей вибрации якоря необходимо иметь число пазов, кратное числу полюсов, выполнить данные условия возможно, но при наличии баластной секции. Применение волновой обмотки ухудшает условия коммутации тока щетками, так как число витков, замыкаемых щеткою, в два раза больше при волновой обмотке, чем при петлевой (считая, что число ламелей одинаково и число полюсов равно 4):

Увеличение числа витков в два раза вызывает увеличение Э.Д.С. самоиндукции в них в четыре раза, так как коэффициент самоиндукции связан квадратной зависимостью с числом витков.

Улучшить процесс коммутации можно различными способами:

1. Увеличением числа ламелей, а следовательно уменьшением числа витков в отдельных секциях.

2. Применением щеток, материал которых имеет большое удельное сопротивление.

3. Применением открытых пазов.

4. Сдвигом щеток в сторону вращения.

5. Установкой дополнительных полюсов.

6. Применением компенсационных обмоток.

Из перечисленных шести способов только первые три нашли применение на генераторах автомашин.

Коллектор

Коллектор является неотъемлемой частью динамомашин постоянного тока и служит для выпрямления переменного тока,

созданного индуктированной Э. Д. С. в обмотках якоря. Процесс выпрямления мы не рассматриваем, так как читающему данную книгу он известен из курса „Электротехники“.

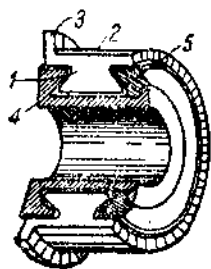


Рис. 110

На рис. 110 представлен разрез коллектора, который собран из пластин (ламелей), изготовленных из электролитической меди. Каждая ламель изолирована миканитом, как от якоря так и от соседних ламелей. Миканит подбирают по твердости, близкой к твердости меди, в целях равномерного износа всей трущейся поверхности, но практика показала, что более верным способом является углубление миканитовой изоляции на один миллиметр от внешней поверхности коллектора.

Большую глубину иметь не рекомендуется, так как в глубоких выемках может удерживаться угольно-графитовая пыль от

щетки, которая создаст замыкание между ламелями. Изготовленный коллектор укрепляется на вал якоря гайкой, но чаще всего коллектор одевается на вал при помощи прессы и удерживается трением.

Для предупреждения быстрого износа щеток коллектор после обточки шлифуют и полируют.

Учитывая значительный нагрев коллектора, припайку выводов обмоток производят чистым оловом, но не третником, предварительно произведя очистку и смазку канифолью поверхностей, подлежащих пайке. Применять хлористый цинк (травляющую соляную кислоту) при пайке обмоток недопустимо, так как самое незначительное присутствие его разрушает изоляцию и материал проводника.

Щетки и щеткодержатели

Динамомашин, применяемые на автотранспорте, встречаются с рабочим напряжением в 6, 12 и 24 вольт. В связи с тем, что напряжения довольно низкие, необходимо иметь материал щеток большой проводимости. Удельное сопротивление колеблется в пределах $0,00003 - 0,00009 \text{ ом/см}^2$, причем первая цифра относится к щеткам генераторов с напряжением в 6 вольт и вторая к щеткам генераторов с напряжением в 24 вольт. Удельное сопротивление щеток зависит от материала, из которого они изготовлены. По материалу щетки имеют различное название, напр.: 1) медно-графитовые, 2) угольно-графитовые, 3) угольные.

По условиям наименьшего падения напряжения в щетках, желательно иметь минимальное удельное сопротивление их. По условиям коммутации тока щетками желательно иметь большее сопротивление, с целью уменьшить значение силы тока самоиндукции, появляющейся при замыкании щеткою двух рядом лежащих ламелей. Уменьшение величины тока самоиндукции препятствует перераспределению силы тока под щетками и их искрению. При работе динамомашин щетки нагреваются от трех причин: 1) вследствие трения щетки о коллектор, 2) вследствие выделения Джоулева тепла и 3) вследствие искрения щеток.

Для уменьшения нагрева щеток и коллектора, вызванного трением, в состав материала щеток вводят графит, так как он понижает коэффициент трения. Сила трения зависит не только от коэффициента трения, но и величины нормального давления, а значит, не следует чрезмерно повышать упругость пружин, прижимающих щетки к коллектору. Повышение температуры щеток различно влияет на проводимость их в зависимости от материала, из которого щетки изготовлены. Если в состав материала входит большой процент содержания угля, то при нагреве проводимость будет повышаться, так как уголь имеет отрицательный температурный коэффициент. Если в состав материала входит большой процент содержания меди, то проводимость щеток будет понижаться, так как медь имеет положительный температурный коэффициент. Можно подобрать такое соотно-

шение между содержанием угля и меди, что проводимость останется постоянной, независимо от изменения температуры.

В целях понижения возможности нагрева щеток Джоулевым теплом желательно иметь большую проводимость материала их, а также не повышать плотность тока более $4-10$ ампер на см^2 . Достаточную площадь касания щетки с коллектором возможно получить путем утолщения щетки или путем увеличения ее ширины. Утолщение щетки недопустимо, так как число одновременно замыкаемых ламелей будет больше, чем это предусматривается конструкцией якоря и коллектора.

Увеличение ширины щетки может вызвать неплотное прилегание поверхности щетки к коллектору, а следовательно создается возможность искрения; выход из затруднения дает способ установки двух щеток, расположенных по образующей коллектора, и в этом случае, условия охлаждения щеток так же улучшаются.

Устанавливают щетки в щеткодержатели. Щеткодержатели встречаются двух типов: 1) щетка жестко скреплена со щеткодержателем и 2) щетка имеет полужесткое крепление, позволяющее ей радиально перемещаться в щеткодержателе. Сравнивая эти способы, можно сказать следующее: при полужестком креплении щетки подвижной массой является только масса, заключенная в ней, гибком проводе (соединяющем ее со щеткодержателем) и части пружины. В случае жесткого крепления, помимо вышеуказанной массы движущихся частей, еще прибавляется и масса щеткодержателя. Увеличение подвижной массы создает большую склонность к вибрации щетки, а следовательно и большому искрению под нею.

В целях предупреждения вибрации увеличивают упругость пружины, но это вызывает повышение температуры коллектора. В трехщеточных динамомашинах условия коммутации третьей щеткой крайне затруднены, так как коммутируемая секция находится в большом магнитном потоке. В целях уменьшения искрения под третьей щеткой она выполняется меньшей толщины и перекрывает максимум две ламели. Условия правильной работы коллектора и щеток также зависят от состояния поверхности касания.

Попадание масла на коллектор вызывает сильное искрение щеток, а иногда невозможность самовозбуждения генератора. Для предупреждения попадания масла на коллектор и обмотки устанавливают отражательные кольца или в виде диска с острыми кромками, с которых масло сбрасывается центробежной силой в специальный маслоуловитель, или же верхняя часть диска снабжается нарезкой, по которой масло отводится обратно в подшипник.

Первый способ более простой и допускает реверсирование якоря.

Второй же способ действителен только при вращении якоря в определенном направлении, т. е. при вращении якоря вправо (если смотреть с наружной стороны подшипника), нарезка резьбы должна быть правой и наоборот.

МОЩНОСТЬ ДИНАМОМАШИН, ВЫБОР МЕСТА ДЛЯ УСТАНОВКИ И ИХ КРЕПЛЕНИЕ

Автомашинны имеют различные области применения и различную мощность световой и силовой установки, так например: малолитражные автомобили, двух- и четырехместные требуют меньшую мощность световой установки, чем автобусы и грузовые автомобили. Автомобили с двигателями быстрого сгорания, требуют меньшую мощность стартера (электродвигателя для пуска), чем автомобили, снабженные двигателями постепенного сгорания (дизелями). Учитывая потребную мощность установки, выбирают генератор соответствующей мощности с таким расчетом, чтобы при скорости движения автомобиля 20—25 км в час (на прямой передаче) развиваемая мощность генератором покрывала всю нагрузку, которая может быть включена в темное время суток (исключая стартера).

Иметь генератор, пригодный для автомобилей различных мощностей, и для различных условий работы, невозможно, и фирмы изготавливают их различной мощности от 25 до 1000 ватт и с различным минимальным числом оборотов.

Число оборотов двигателя внутреннего сгорания, а также возможность получить то или иное передаточное число между валом двигателя и якорем, диктует выбор генератора по минимальному числу оборотов якоря.

Выбор места для установки генератора имеет немаловажную роль. Выше уже указывалось, что нагрев генератора очень высок и для предупреждения возможности перегрева динамомашину устанавливают там, где скорость течения воздуха не менее двух метров в секунду.

На автомобилях это место находится ближе к радиатору, причем если имеется вентилятор, то динамомашинка, благодаря лапоте, который направляет струю воздуха вдоль двигателя, получает достаточное охлаждение. Крепление динамомашинки может быть осуществлено или при помощи фланца (см. рис. 111), которым снабжается генератор, или укрепляется стальной лентой к площадке, представляющей часть отливки картера, или выполненную в виде кр. штейна с болтовым креплением. Привод якоря осуществляется различно на автомобилях и тракторах: 1) при помощи трапециевидного ремня, 2) при помощи бесшумной цепи или 3) зубчатым зацеплением. На мотоциклах иногда встречается фрикционный способ, где шкив генератора изготовлен из кожи.

При передаче цепью или зубчатыми шестернями рекомендуется устанавливать пр. межзубчатое звено, выполняющее роль амортизатора. Амортизаторы встречаются различных типов; фирма S. A. Y. ставит ряд стальных пластинок, собранных в виде ресоры (см. рис. 112a), фирма Паллас и фирма Бош применяют

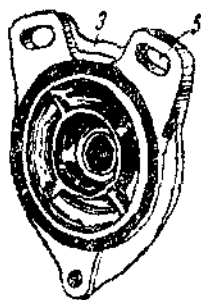


Рис. 111

упругую прокладку между ведомой и ведущей частью (см. рис. 112б) и 112с).

Наличие упругого соединения значительно влияет на сохранность генератора, а также и на бесшумность сцепления.

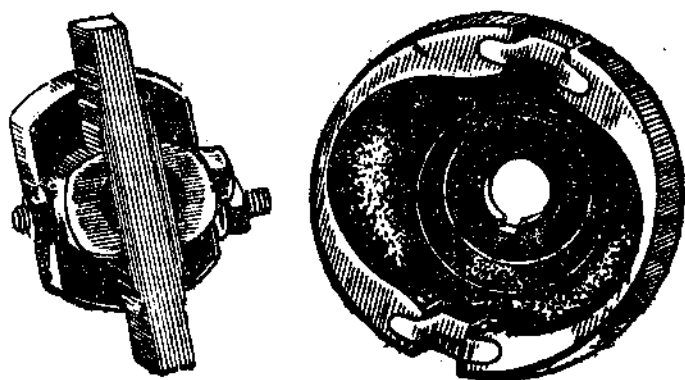


Рис. 112а

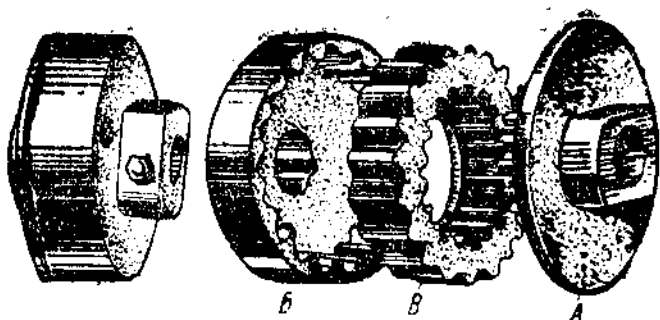


Рис. 112б

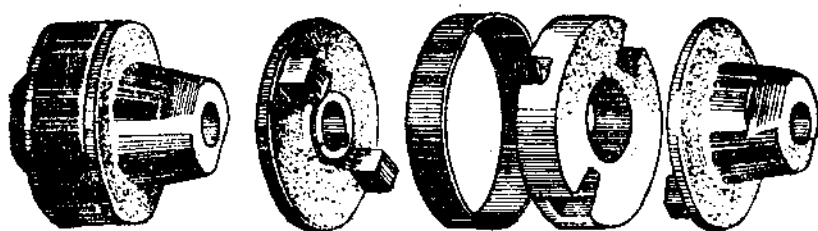


Рис. 112в

КОНСТРУКТИВНОЕ ОПИСАНИЕ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ДИНАМОМАШИН В АВТОТРАКТОРНОМ ПАРКЕ СССР

Динамомашинa фирмы Делько-Ремп

На рис. 113 представлен общий вид динамомашины фирмы Делько-Ремп, устанавливаемой на тракторах фирмы Клетрак 40 и Клетрак 100.

номинальное напряжение 12 вольт.

номинальная мощность 50 ватт, при 900 об./мин.

на рис. 114 изображена схема соединения обмоток возбуждения, термостата и обмоток реле.

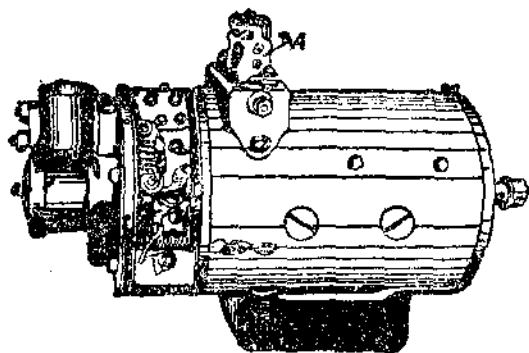


Рис. 113

В таблице 6 приведены монтажные данные реле (данные обмоток якоря и индукторов приведены в таблице 5).

Таблица 6

Проволока с эмалевой изоляцией	Последоват. медная	Параллельн. медная
Диаметр с изоляцией	1,64 мм	0,17 мм
Диаметр без изоляции	1,6 мм	0,15 мм
Число витков	17	1,90
Длина проволоки	1,12 м	46 м
Вес проволоки	20 г	8 г
Сопротивление	0,014 ом	43,7 ом

Регулирование реле

Правильно отрегулированное реле должно работать следующим образом: при крайнем положении третьей щетки, сдвинутой против направления вращения якоря, контакты K_c и K_d должны замыкаться при 750 об/мин. и размыкаться при 700 об/мин. при условии совместной работы генератора с аккумуляторной батареей).

При крайнем положении третьей щетки, сдвинутой в сторону вращения якоря, контакты K_c и K_d должны замыкаться при 800 об/мин. и размыкаться при 600 об/мин. при условии совместной работы. Регулирование момента замыкания и размыкания контактов достигается путем подгибания упора пружины, стягивающей якорек, а также перед регулировкой упругости пружины необходимо установить ограничительный упор ОУ, который не позволяет якорьку реле отходить дальше, чем на

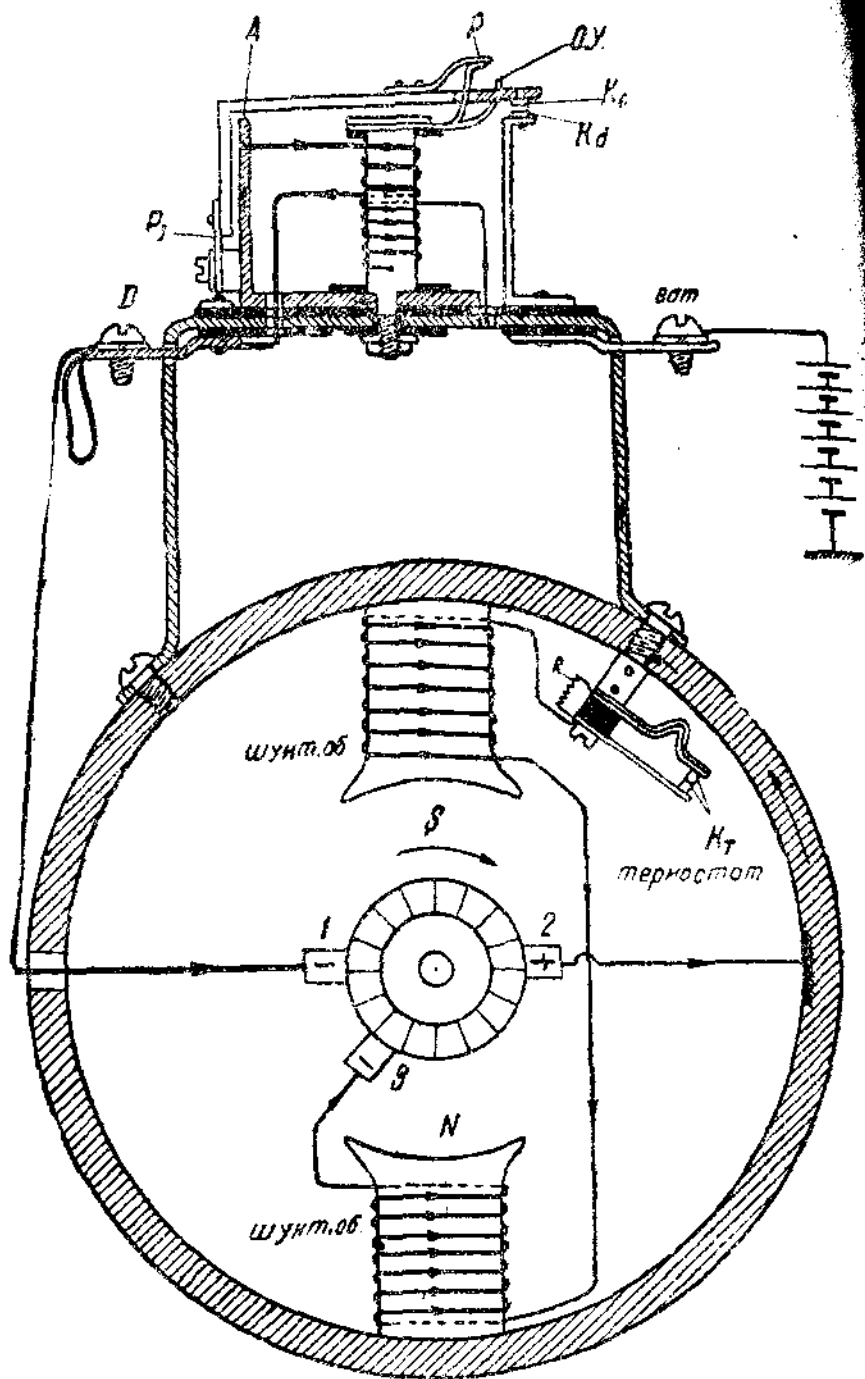


Рис. 114

такое расстояние, при котором зазор между контактами будет в пределах 0,4 — 0,75 мм; если его величина окажется больше, то замыкание контактов будет происходить при большем напряжении и следовательно при большем числе оборотов якоря, если же уменьшить упругость пружины, с тем, чтобы контакты замыкались при прежнем напряжении, то размыкание контактов сможет происходить только при обратном токе в последовательной обмотке.

Уменьшение зазора, а также чрезмерное уменьшение упругости пружины, не рекомендуется, так как замыкание контактов будет происходить при незначительном повышении числа оборотов якоря и как только аккумуляторная батарея окажется включенной, то напряжение на зажимах динамомашинны уменьшится за счет величины падения напряжения в обмотках якоря, и появится возможность движения электрического тока из батареи в генератор.

Размагничивающее действие последовательной обмотки немедленно вызовет размыкание контактов, а затем вновь напряжение генератора повысится и весь процесс будет повторяться.

Вибрация якорька реле вызовет появление искры, которая быстро разрушает материал контактов. Материалом для контактов чаще всего служит серебро.

На рис. 114 изогнутая часть магнитопровода Λ служит для уменьшения сопротивления магнитной цепи, которая имела бы большее значение в случае пропуска магнитного потока через пружину P_1 и, следовательно, для создания прежней напряженности магнитного поля пришлось бы увеличить ампервитки катушки реле.

Динамомашинна снабжена термостатом, контакты K_T которого должны размыкаться при температуре $+70^\circ\text{C}$. К термостату приключено сопротивление в 0,4 ома, изготовленное из никкельевой проволоки диаметром 0,4 мм и длиной 0,3 м.

Динамомашинна фирмы Форд, модель AA

Динамомашинна автомобиля Форд имеет незначительное отличие в конструкции по сравнению с динамомашинною фирмы Делько-Реми, а именно отсутствует термостат и реле имеет двойную магнитную цепь.

Номинальное напряжение 6 вольт. Номинальная мощность 60 ватт при 900 об/мин.

В таблице 7 сведены монтажные данные реле (данные обмоток генератора см. в таблице 5).

Отрегулированное реле должно работать следующим образом при крайнем положении третьей щетки, сдвинутой против направления вращения якоря, контакты K_0 и K_2 должны замыкаться при 1200 об/мин, и размыкаться при 1100 об/мин.

При крайнем положении третьей щетки, сдвинутой в сторону вращения якоря, контакты K_0 и K_2 должны замыкаться при 800 об/мин, и размыкаться при 700 об/мин.

Проволока с эмалевой изоляцией	Последоват. медная	Параллельная медная
Диаметр с изоляцией	1,64 мм	0,17 мм
Диаметр без изоляции	1,6 мм	0,15 мм
Число витков	22	1.480
Длина проволоки	1,29 м	51,4 м
Вес пр. волоки	23 г	10 г
Сопротивление	0,019 ом	56,12 ом

Ограничитель якорька ОУ не должен допускать установления величины зазора между контактами, большей 0,4 мм.

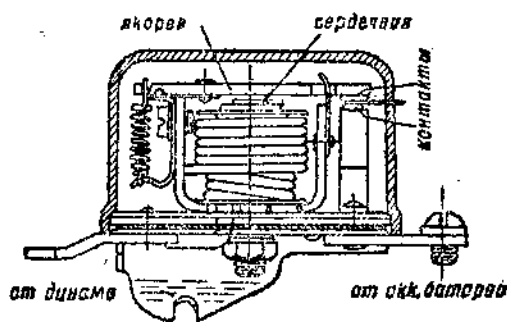


Рис. 115

Регулирование упругости пружины производится путем подгибания упора пружины.

Реле, изготавливаемые фирмой Авто-Ляйт и Электрозаводом, имеют схему соединения обмоток, полностью совпадающую со схемой реле динамомашин фирмы Делько-Реми.

По конструкции магнитопровода реле Авто-Ляйт, реле Электрозаво-

да и реле Форд отличны от реле Делько-Реми, так как имеют разветвленную магнитную цепь.

На схеме 114 изображен магнитопровод реле Делько-Реми.

На схеме 115 изображен магнитопровод реле Авто-Ляйт и Электрозавода.

Сравнивая их, можно сказать, что наиболее целесообразна магнитная цепь, изображенная на рис. 115, так как сопротивление магнитной цепи значительно уменьшено.

Динамомашинна фирмы Сцинтилла с комбинированным одноступенным регулятором напряжения, максимальной силы тока и реле

Номинальное напряжение 12 вольт.

Номинальная мощность 80 ватт, при 900 об/мин.

На рис. 116 представлен разрез комбинированного реле регулятора, римскими цифрами обозначены те обмотки, которые указаны на монтажной схеме (см. рис. 116б). Динамомашинна фирмы Сцинтилла снабжена четырехполюсным индуктором с шунтовой обмоткой и имеет на коллекторе четыре щетки, расположенные под углом 90°.

Комбинированный регулятор — реле фирмы Сцинтилла устанавливается отдельно от динамомашин и имеет электрическую связь с ней при посредстве двух проводов 17—17', 18—18' „массы“.

Регулятор — реле имеет железный корпус, который выполняет роль магнитопровода, а также и является защитой для обмоток. Благодаря внутренней железной перегородке, осуществляется возможность иметь две магнитных цепи, причем левая часть выполняет функции реле, а правая — регулятора напряжения и максимальной силы тока.

Рассмотрим действие данного регулятора и пути тока. При неподвижном якоре динамомашин и включенном выключателе, под действием Э. Д. С. аккумуляторной батареи в цепи контрольной лампы появится электрический ток, путь тока сле-

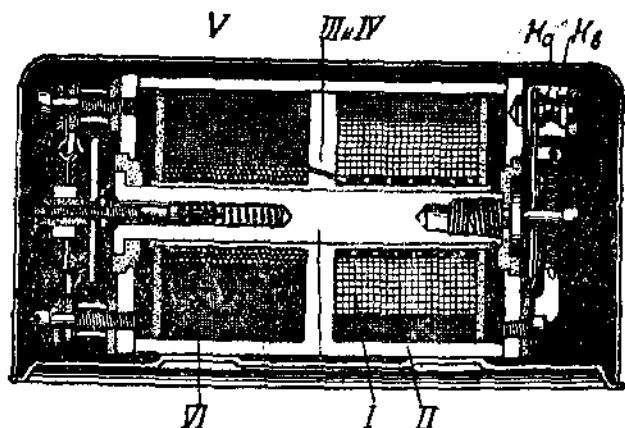


Рис. 116а

дующий: + зажим аккумуляторной батареи, „масса“, + щетки, ламели коллектора, обмотки якоря, ламели коллектора, —, щетки, зажим 17, провод 17—17', зажим регулятора 17' металлическая пластинка, зажим 5, выключатель Вк, контрольная лампа, зажим 3 обмотка III зажим 4 провод к батарее и — зажим ее.

Примечание. Все другие параллельные пути не рассматриваем.

При увеличении числа оборотов якоря динамомашин в его обмотках индуцируется Э. Д. С., которая будет направлена навстречу Э. Д. С. аккумуляторной батареи. Сила тока в контрольной лампе уменьшаясь пройдет нулевое значение и начнет увеличиваться. Одновременно от + щеток генератора ток поступает в зажим 27 и от него разветвится по трем направлениям: 1) в вибратор, контакты K_b и K_a , зажим 18', провод 18'—18, зажим 18, шунтовая обмотка возбуждения, зажим 17 и — щетки; 2) в обмотку I, зажим 17, зажим 17, провод 17'—17 и — щетки; 3) в обмотку VI, обмотку V, обмотку IV, зажим 5, зажим 17, провод 17'—17 и — щетки.

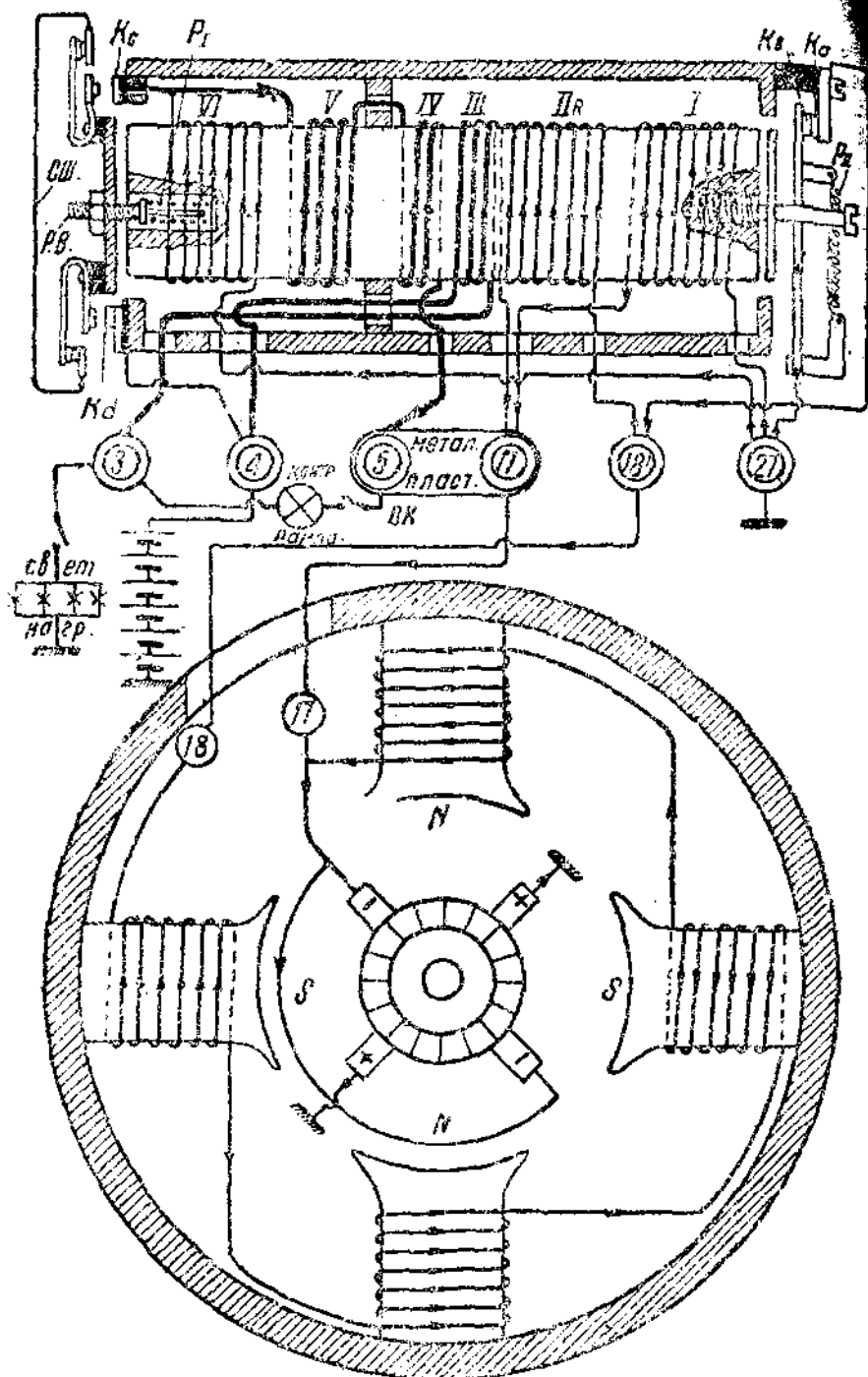


Рис. 1166

дновременно при замкнутых контактах K_a и K_b от за-
жима 18' ток ответвится в обмотку III и поле, созданное, им
создаст поле, созданное током в обмотке I . Обмотки I и III
служивают регулятор напряжения, причем, если напряжение
в зажимах динамомашинны значительно повысится, то суммарное
созданное поле обмоток I и III вызовет притяжение вибра-
тора и контакты K_a и K_b разомкнутся.

Размыкание контактов вызовет отключение обмотки возбуж-
дения индукторов от „массы“ и обмотка III также окажется
отключенной от „массы“, вследствие разрыва цепи возбуждения
ней возникает Э.Д.С. самоиндукции и появляется экстраток,
направленный из шунтовой обмотки возбуждения в зажим 17,
провод 17—17', зажим 17', в обмотку III , зажим 18' про-
вод 18'—18, зажим 18 и обмотки возбуждения. Ясно, что
экстраток в обмотке III будет обратного направления и соз-
даст магнитное поле, противоположное полю обмотки I и так
как результирующее поле окажется очень малым, то вибратор
под действием пружины P_{II} замкнет контакты K_a K_b . Об-
мотка возбуждения вновь будет приключена к „массе“ и ток
возбуждения увеличится. Весь процесс будет повторяться и виб-
ратор станет совершать колебательное движение, все время за-
мыкая и размыкая контакты K_a K_b .

Обмотка III с одной стороны выполняет искрогаситель-
ную роль, а с другой стороны увеличивает число колебаний
вибратора.

Примечание. Подробное описание см. в главе „Регуляторы“ (два ступен-
чатых регулятора, состоят два напряжения первого типа).

При увеличении числа оборотов якоря в обмотке V увеличи-
вается сила тока и вызывает замыкание контактов K_c и K_d ,
следствие чего в цепь динамомашинны оказывается включенной
кумуляторная батарея.

При замкнутых контактах K_c и K_d нить контрольной лампы
звонится обмотками V и IV и сила тока в ней настолько
уменьшается, что нить перестает светиться.

Направление зарядной силы тока следующее: + щетки;
„масса“, + зажим аккумуляторной батареи, батареи, — зажим
2, зажим 4, контакт K_a , контакт K_c , обмотку V обмотка V ,
зажим 5 металлическая пластинка, зажим 17', провод 17'—17'
и — щетки.

Поле, созданное обмоткой V , пополнит поле, созданное об-
моткой IV и контакты K_c и K_d будут удерживаться в замк-
нутом состоянии. Так как обмотка IV является продолжением
обмотки V , то и в четвертой обмотке будет та же зарядная
сила тока. Если аккумуляторная батарея разряжена, то зарядный
ток может достигнуть большого значения, при котором актив-
ная масса пластин может вывалиться из них.

Увеличение силы тока в обмотке IV усилит поле обмотки I
вызовет колебание вибратора, тем самым предупредит возмож-
ность повышения зарядной силы тока

Из схемы видно, что световая нагрузка включена не непосредственно к зажимам батареи, а через обмотку III и в тех случаях, когда развиваемая мощность динамомашинной меньше необходимой мощности для включенной внешней нагрузки, в обмотке I появится сила тока, посылаемая аккумуляторной батареей. В этом случае магнитное поле, созданное обмоткой III, будет встречаться полю обмотки I, а следовательно вибратор длительное время находится в замкнутом состоянии и мощность динамомашинной будет повышена.

Путь тока при включенной внешней нагрузке и замкнутых контактах K_c и K_a при условии, что внешняя нагрузка питается от динамомашинной и аккумуляторной батарей, следующий:

1) Цепь динамомашинной и внешней нагрузки: + щетки, «масса» световая нагрузка, зажим 3, обмотка III, зажим 4, контакт K_c , контакт K_c , обмотка V, обмотка IV, зажим 5, металлическая пластинка, зажим 17', провод 17'—17, зажим 17 и щетки.

2) Цепь аккумуляторной батареи и световой нагрузки: + зажим аккумуляторной батареи, «масса», световая нагрузка, зажим 3, обмотка III, зажим 4 и — батареей).

В том случае, если Э. Д. С. динамомашинной окажется меньше Э. Д. С. аккумуляторной батареи, то в обмотке IV и обмотке I появится ток обратного направления (разрядный ток), причем путь тока следующий: + зажим батареи, «масса», + щетки, ламели коллектора, обмотки якоря, ламели, — щетки, зажим 17, провод 17—17', зажим 17', металлическая пластинка, зажим 5, обмотка IV, обмотка V, контакты K_c , контакт K_a , зажим 17 и — аккумуляторной батареи.

Поле, созданное током в обмотке V, будет противоположно полю, созданному током в обмотке VI и напряженность результирующего поля не сможет удержать контакты K_c и K_a в замкнутом состоянии, которые под действием пружины Р разомкнутся и отключат аккумуляторную батарею от динамомашинной.

Регулирование реле достигается путем ввинчивания или вывинчивания регулировочного винта РВ, причем если замыкание контактов K_c и K_a происходит только при большом числе оборотов якоря (динамомашинная в исправном состоянии), то необходимо винт немного вывернуть; если же размыкание контактов происходит при разрядной силе тока большей, чем 2—4 ампера, то винт необходимо подвернуть.

Данные комбинированного регулятора — реле следующие:

I	обмотка никелиновая	диаметр пров.	0,8 мм;	$W_I = 275$	вит.
II	R	.	.	0,5	$W_{II} = 240$
III	.	медная	.	1,2	$W_{III} = 4$
IV	.	.	.	1,2	$W_{IV} = 5$
V	.	.	.	1,2	$W_V = 42$
VI	.	.	.	0,2	$W_{VI} = 3563$

Номинальное напряжение 12 вольт.

Номинальная мощность 225 ватт при 800 об/мин.

На рис. 117 представлена монтажная схема соединения обмоток генератора, одноступенчатого регулятора напряжения, максимальной силы тока и реле.

Конструкция его видна из рисунка, где на общем магнитопроводе установлены два сердечника, левый сердечник снабжен двумя обмотками: параллельной (тонкой) и последовательной (толстой). Параллельная обмотка служит для создания магнитного поля, необходимого для замыкания контактов K_0 и K_1 . Контакт K_1 соединен электрически через Г-образный якорек, пружину и тело магнитопровода с $+$ щеткой. Контакт K_0 изолирован от корпуса реле и через пластинку соединен с последовательной обмоткой. Левая катушка выполняет функции реле.

Сердечник, расположенный справа, снабжен тремя обмотками. Первая обмотка служит для создания магнитного поля в сердечнике и выполняет функции регулятора напряжения. Вторая обмотка служит для увеличения числа колебаний Г-образного якорька, так как при размыкании контактов K_1 и K_2 под действием Э. Д. С. самондукции, вызванной изменяющимся полем индукторов, в обмотке II появляется достаточная сила тока, чтобы ослабить поле, созданную обмоткою I. Обмотка III выполняет функции регулятора максимальной силы тока.

Принцип действия и пути тока следующие:

При неподвижном якоре и включенном выключателе Вк под действием Э. Д. С. аккумуляторной батареи появится ток в нити контрольной лампы и она будет накаливаться. Путь тока следующий: зажим аккумуляторной батареи, контрольная лампа, выключатель Вк, зажим 61, $+$ щетка, ламели коллектора, обмотки корпуса, ламели коллектора, — щетка, „масса“ и — зажим аккумуляторной батареи.

При увеличении числа оборотов якоря индуктированная Э. Д. С. в его обмотках будет увеличиваться и в цепи контрольной лампы сила тока вначале уменьшится, дойдя до нулевого значения, затем вновь станет возрастать, но направление силы тока будет обратное, и так как одновременно в параллельной обмотке сила тока также увеличивается, то в связи с увеличением напряженности поля сердечника Г-образный якорек притянется и замкнет контакты K_0 и K_1 , в цепь динамомашинны будет включена аккумуляторная батарея. При замкнутых контактах K_0 и K_1 контрольная лампа прекратит испускание света, вследствие дунтирования нити последовательными обмотками реле и регулятора максимальной силы тока.

При увеличении числа оборотов якоря, в действие вступает регулятор. Путь тока при работе регулятора следующий: при замкнутых контактах K_1 и K_2 в обмотке II, имеющей сопротивление $r_2 = 3,3$ ома, сила тока ничтожно мала, так как она

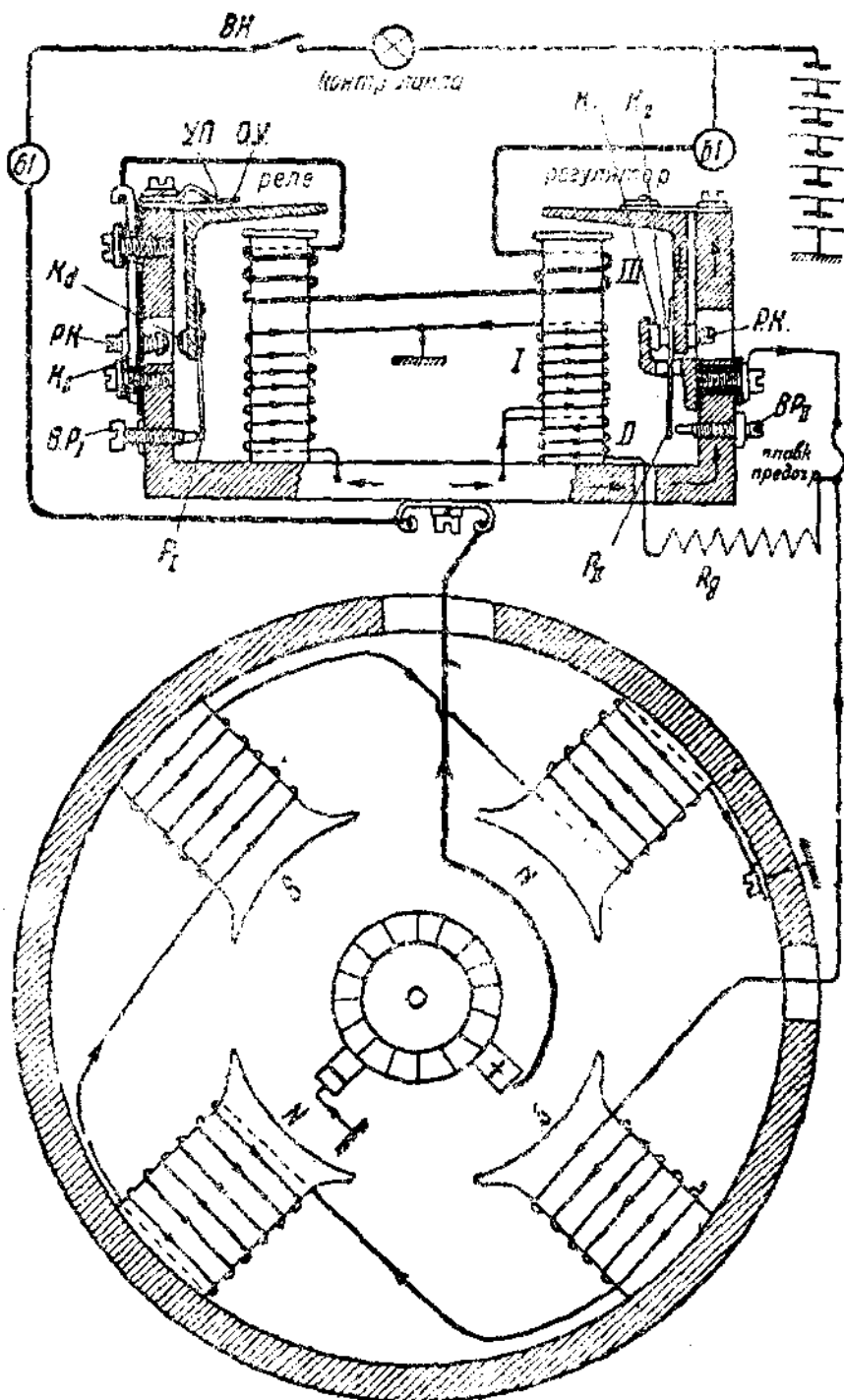


Рис. 117

обмотка) включена последовательно через дополнительное сопротивление $R_2 = 100$ ом и при напряжении в 12 вольт достигает значения $I_{II} = 0,16$ ампера. Благодаря малому числу витков и малой силе тока, размагничивающее действие обмотки II ничтожно мало и заметного влияния на магнитные свойства сердечника не оказывает.

Когда напряжение на зажимах обмотки увеличится (вследствие уменьшения нагрузки или увеличения числа оборотов якоря), Г-образный якорек притянется и вызовет размыкание контактов K_1 и K_2 . Под действием Э. Д. С. самоиндукции появится экстра-ток размыкания который будет иметь следующее направление: обмотка индукторов, „масса“, — щетка, ламели коллектора, обмотки якоря, ламели коллектора, + щетка, тело магнитопровода, обмотка II, дополнительное сопротивление R_2 , обмотка индукторов.

Так как Э. Д. С. самоиндукции достигает значения порядка 100—200 вольт, то в обмотке II и сопротивлении R_2 сила тока будет примерно 1—2 ампера. Поле, созданное током в обмотке II, окажет размагничивающее действие на сердечник, благодаря чему ускорит замыкание контактов K_1 и K_2 и будет происходить восстановление тока возбуждения.

В данном типе динамомашин в цепь возбуждения введен плавкий предохранитель, который предупреждает возможность перегрева изоляции обмотки возбуждения в случае чрезмерной силы тока в ней, что может иметь место в случае слайки контактов K_1 и K_2 , вызванной появлением искры, которая в данном регуляторе достигает довольно большой величины.

Регулирование реле. Момент замыкания контактов K_2 и K_4 зависит от величины зазора между сердечником и Г-образным якорьком, а также от упругости пружины P_1 . Величина зазора регулируется перемещением упорной пластинки УП или подгибанием ограничительного упора ОУ и не должна превышать $2 \pm 1,4$ мм в месте наибольшего удаления якорька от сердечника. Регулирование упругости пружины P_1 достигается вращением регулирующего винта В, P_1 до тех пор, пока не будет происходить замыкание контактов K_2 и K_4 при напряжении на зажимах динамомашин 13,5—14 вольт.

В целях устранения возможности „прилипания“ Г-образного якорька к сердечнику необходимо произвести регулирование подвижного контакта K_2 так, чтобы величина зазора между Г-образным якорьком и сердечником была в пределах $0,5 \pm 0,8$ мм. Регулирование реле считают выполненным, если размыкание контактов K_2 и K_4 происходит при разрядной силе тока 4 ± 4 ампера. Аккумуляторная батарея, включенная в цепь динамомашин, должна находиться в полужаряженном состоянии, так как ее Э. Д. С. зависит от состояния заряда. Величина же разрядного тока зависит от разности между Э. Д. С. динамомашин и Э. Д. С. аккумуляторной батареи.

Регулирование регулятора. Регулирование можно производить двояко: 1) при наличии аккумуляторной батареи и 2) без нее.

1. При наличии аккумуляторной батареи динамомашину устанавливают на stand и последовательно в цепь между батареей и генератором включают амперметр. Затем, изменяя число оборотов якоря от 800 до 3.000 об./мин. путем подвинчивания винта BP_{II} , добиваются, чтобы сила тока при разряженной батарее не превышала 18 до 19 ампер.

2. Если регулирование производят без батареи, то создают нагрузку нагрузочным реостатом.

Изменяя число оборотов якоря, подбирают сопротивление реостата таким, чтобы сила тока в нем была 15 до 16 ампер при напряжении на зажимах 13 до 13,5 вольта.

Испытания на stand проводят в течение 30 мин. с тем, чтобы нагретый генератор имел нужное напряжение на зажимах.

Динамомашинa Электрoзавoдa, тип Г. Б. Т., устанавливаемая на тракторах СТЗ

Номинальное напряжение 6 вольт.

Номинальная мощность 65 ватт при 1000 об./мин.

Данный тип динамомашин снабжен двухступенным регулятором постоянства напряжения и предназначен для электрооборудования тракторов и комбайнов, не имеющих аккумуляторных батарей.

На рис. 118 представлена схема соединения обмоток динамомашины и регулятора постоянства напряжения. На сердечнике регулятора расположены три обмотки: первая I выполнена из медной проволоки и включена последовательно с обмоткою II , выполненной из никкелина. Ток в обмотках I и II производит намагничивание сердечника. Так как сопротивление медной обмотки I меньше сопротивления никкелиновой обмотки II и составляет примерно 20% от суммарного сопротивления, то изменение температуры обмоток не оказывает заметного влияния на величину регулируемого напряжения, так как температурный коэффициент никкелина очень мал.

Обмотка III выполнена из никкелиновой проволоки и включена последовательно с обмоткою II , она предназначена для увеличения числа колебаний вибратора, так как при размыкании контактов K_1 и K_2 в ней появляется сила тока обратного направления, что способствует размагничиванию сердечника регулятора, а при замыкании контактов K_1 и K_2 она усиливает магнитное свойство сердечника.

При малом числе оборотов якоря при большой нагрузке, контакты K_1 и K_2 замкнуты. При замкнутых контактах K_1 и K_2 ток от + щетки поступает по „массе“ динамомашины в „массу“ регуляторного постаемента, откуда в начало обмотки II и через обмотку I к — щетки.

Одновременно имеем вторую цепь: от + щетки, по „массе“ регуляторного постаемента в стойку регулятора CP через контакты K_1 и K_2 , в вибратор, через латунную пружину P_{IV} , по

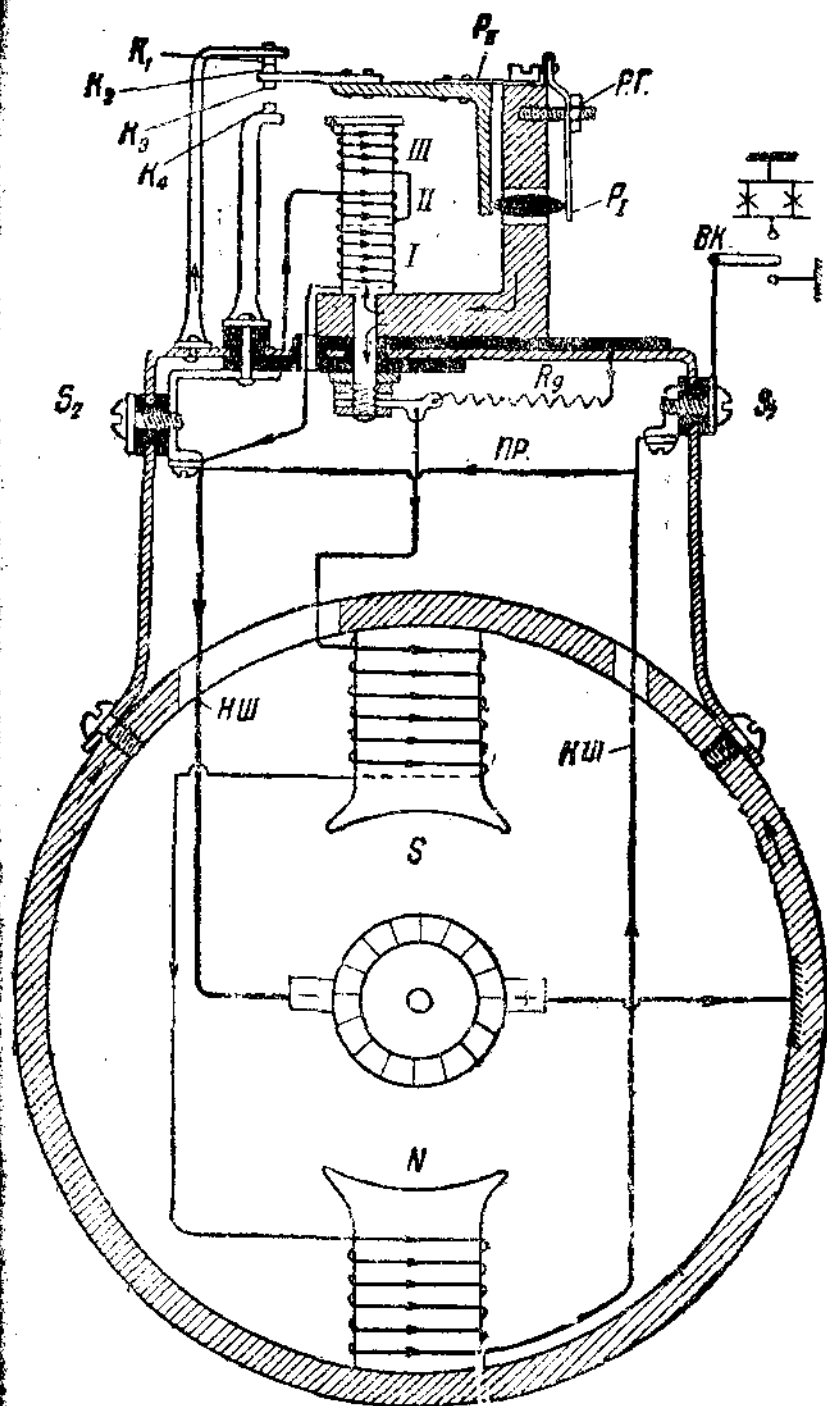


Рис. 118

магнитопроводу в шунтовую обмотку возбуждения и через соединительный провод $П_p$ к — щетке.

Часть тока поступает через контакты K_1 и K_2 в магнитопровод и тем самым отвлекается в обмотку III , увеличивая магнитный поток сердечника.

При замкнутых контактах K_1 и K_2 в дополнительном сопротивлении R_g сила тока ничтожно мала, так как оно (сопротивление) шунтировано контактами K_1 и K_2 .

При увеличении числа оборотов якоря или уменьшении нагрузки происходит размыкание контактов K_1 и K_2 .

При разомкнутых контактах K_1 и K_2 дополнительное сопротивление $R_g = 4,93$ ома включено последовательно в обмотку возбуждения индукторов, а также и обмотка III оказывается включенной через обмотку II в цепь индукторов, вследствие чего и направление силы тока в обмотке III окажется противоположным тому, которое было при замкнутых контактах K_1 и K_2 .

При обратном направлении силы тока в обмотке III магнитное поле сердечника окажется ослабленным и вибратор под действием пружины P_1 замкнет контакты K_1 и K_2 и восстановит силу тока возбуждения индукторов динамомашинны.

При большом числе оборотов якоря или отсутствии нагрузки происходит замыкание контактов K_3 и K_4 .

При замкнутых контактах K_3 и K_4 происходит шунтирование обмотки возбуждения, так как контакт K_3 представляет начало шунта $НШ$, а контакт K_4 — конец шунта $КШ$.

Регулирование производится путем изменения упругости пружины P_1 , вращая регулировочную гайку $РГ$.

Латунная пружина P_{II} является одновременно проводником тока возбуждения, а также служит для упругой подвески Г-образного якорька.

Примечание. Подробное описание двухступенчатого регулятора дано в главе „Регуляторы“.

Монтажные данные регулятора напряжения динамомашинны Электрзавода

Таблица 8.

Проволока с эмалевой изоляцией	I. Обмотка медная	II. Обмотка никелированная	III. Обмотка никелиновая
Диаметр проволоки без изоляции	0,41 мм	0,23 мм	0,14 мм
Диаметр проволоки с изоляцией	0,43 мм	0,35 мм	0,16 мм
Число витков	215 в	24 в	35 в
Длина проволоки	—	11,92 м	2,81 м
Сопротивление	2,8 ом	0 ом	71,8 см
Вес	25 г	1,72 г	0,47 г

Динамомашинa Электрoзавода, тип Г. А. У., устанавливаемая на тракторы ЧТЗ „Стальнец 60“

Номинальное напряжение 6 вольт.

Номинальная мощность 100 ватт при 900 об./мин.

Этот тип динамомашин снабжен двухступенным регулятором постоянства напряжения и представляет полную копию регулятора, устанавливаемого на динамомашине типа Г. Б. Т.

Данные регулятора те же и только между зажимами S_1 и S_2 отсутствует замыкающий их провод.

Динамомашинa типа Г. А. У. (см. рис. 119) отличается от типа Г. Б. Т. тем, что имеет четырехполюсный индуктор, снабженный компаундной обмоткой.

В связи с тем, что компаундмашины боятся короткого замыкания, для защиты их обмоток от чрезмерной силы тока устанавливают плавкий предохранитель.

Якорь динамомашины снабжен волновой обмоткой, что позволяет иметь при четырехполюсном индукторе только две щетки и 2, расположенные под углом 90° .

На коллекторе установлена, помимо главных щеток, дополнительная, которая, помимо вибрационного регулятора, способна в некоторых пределах поддерживать постоянство напряжения, используя реакцию якоря.

Из схемы видно, что третья щетка подключена к шунтовой обмотке возбуждения и так как напряжение между щеткой 3 и щеткой 2, меньше напряжения между щеткой 1 и щеткой 2, то условия работы контактов регулятора улучшены, так как искрение между ними меньше и часть регулирующей работы выполняет третья щетка.

Применение серийной обмотки позволяет при меньшем числе оборотов якоря иметь нормальное напряжение, так как создаваемый ею магнитный поток усиливает поле, созданное током шунтовой обмотки.

Серийная обмотка в компаундмашине выполняет регулируемую роль, что также облегчает работу вибрационного регулятора и увеличивает срок службы контактов.

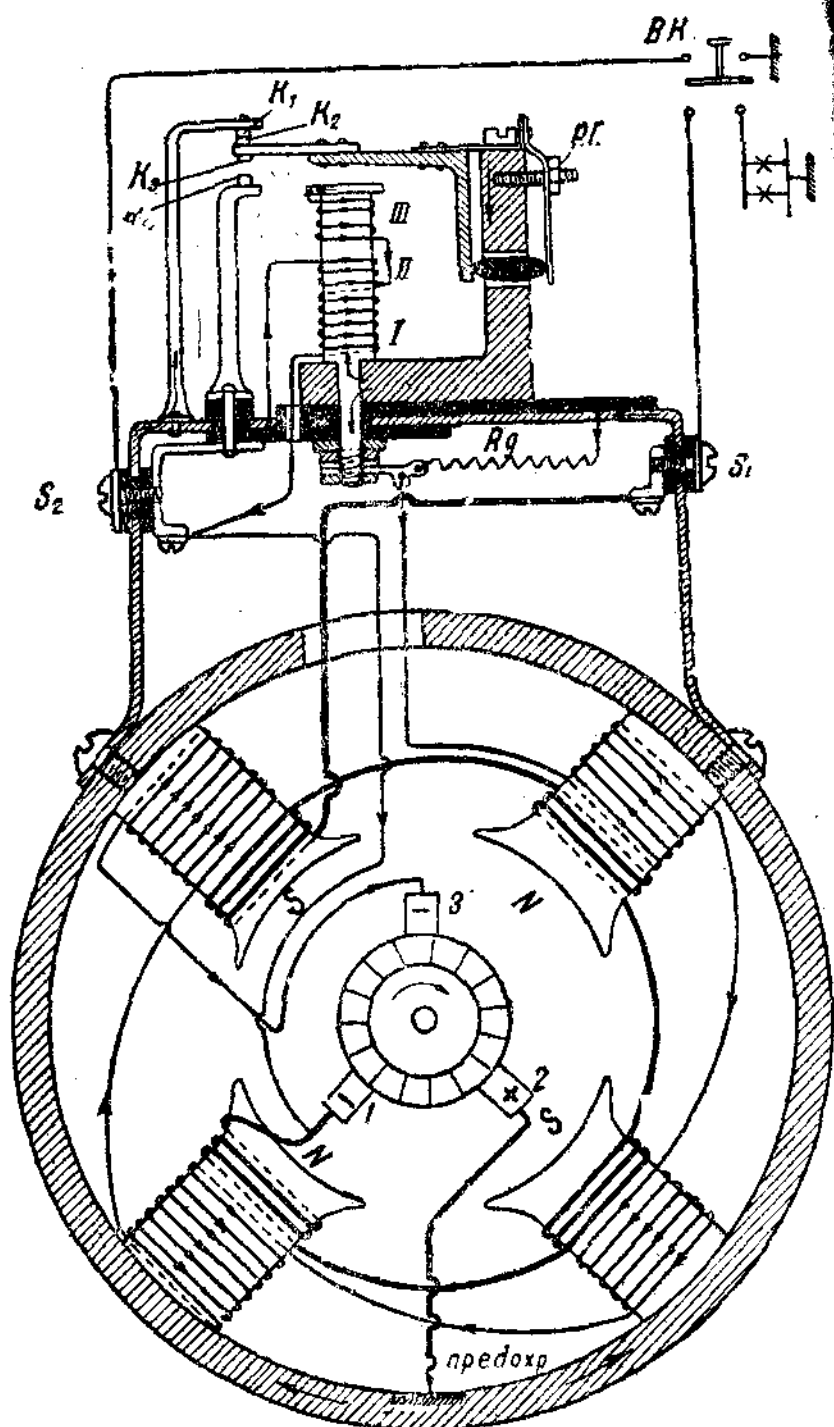
Устройство выключателей освещения B_k в динамомашинax типа Г. Б. Т. и Г. А. У. позволяет при выключении освещения замыкать генератор на-коротко.

Это делается для того, чтобы при отсутствии надобности освещения шунтовые обмотки генератора не имели тока возбуждения.

В генераторе типа Г. А. У. введен специальный провод, соединенный с зажимом S_3 , он служит для того, чтобы короткое замыкание генератора производилось помимо серийной обмотки.

Следует помнить, что производить короткое замыкание можно или при остановленном двигателе или при минимальном числе оборотов коленчатого вала.

Соблюдение указанного выше правила предупреждает возможность обгорания коллектора, а также и перегорание предохранителя.



Динамомашинa фирмы Р. Бош, тип $RK \frac{100}{12} 700$

Номинальное напряжение 12 вольт.

Номинальная мощность 100 ватт при 700 об/мин.

Данный тип динамомашин снабжен комбинированным регулятором напряжения, максимальной силы тока и реле.

На рис. 120 *a* представлен общий вид динамомашины с комбинированным регулятором реле.

На рис. 120 *b* представлена монтажная схема, обозначения контактов и их функции остаются те же, что и при рассмотрении принципов действия двухступенных регуляторов. Для удобства изображения регулятор из горизонтальной плоскости повернут в вертикальную. Данный комбинированный регулятор называется регулятором плоского типа и его расположение на автомашине играет большую роль.

Если представить, что он расположен так, как изображено на схеме, то все толчки, получаемые автомашинной от неровности дороги, могут вызвать колебание Г-образного якорька без воздействия на него магнитного поля, это вызовет нарушение его правильной работы и напряжение на зажимах динамомашинной может изменяться в больших пределах. Для уяснения работы реле-регулятора, не нарушая принципов монтажной схемы, можно прибегнуть к упрощенной принципиальной схеме динамомашинной, комбинированного регулятора—реле, контрольной лампы и аккумуляторной батареи (см. рис. 120 *c*).

При включенном выключателе *Вк* и неподвижном якоре динамомашинной под действием Э. Д. С. аккумуляторной батареи появится ток в цепи лампы, направленный от + зажима батареи, в нить контрольной лампы, зажим *61*, + щетку, коллектор, обмотку якоря, коллектор — щетку, „массу“ и — зажим аккумуляторной батареи.

Наличие тока в лампе вызовет накал нити, и контрольная лампа своим светом сигнализирует о том, что батарея в данное время не заряжается.

При увеличении числа оборотов в якоре динамомашинной в его обмотках индуктированная электродвижущая сила действует навстречу Э. Д. С. аккумуляторной батареи, и сила тока в лампе будет уменьшаться. При каком-то числе оборотов якоря сила

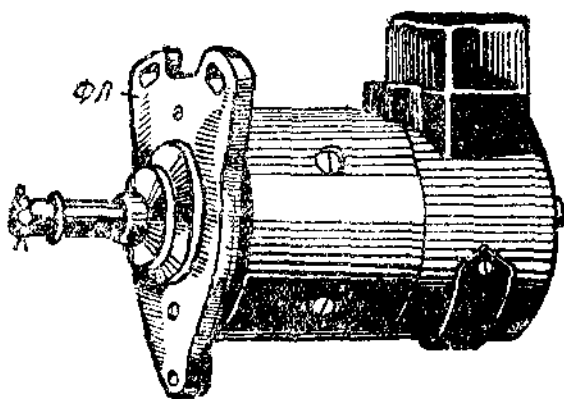


Рис. 120а

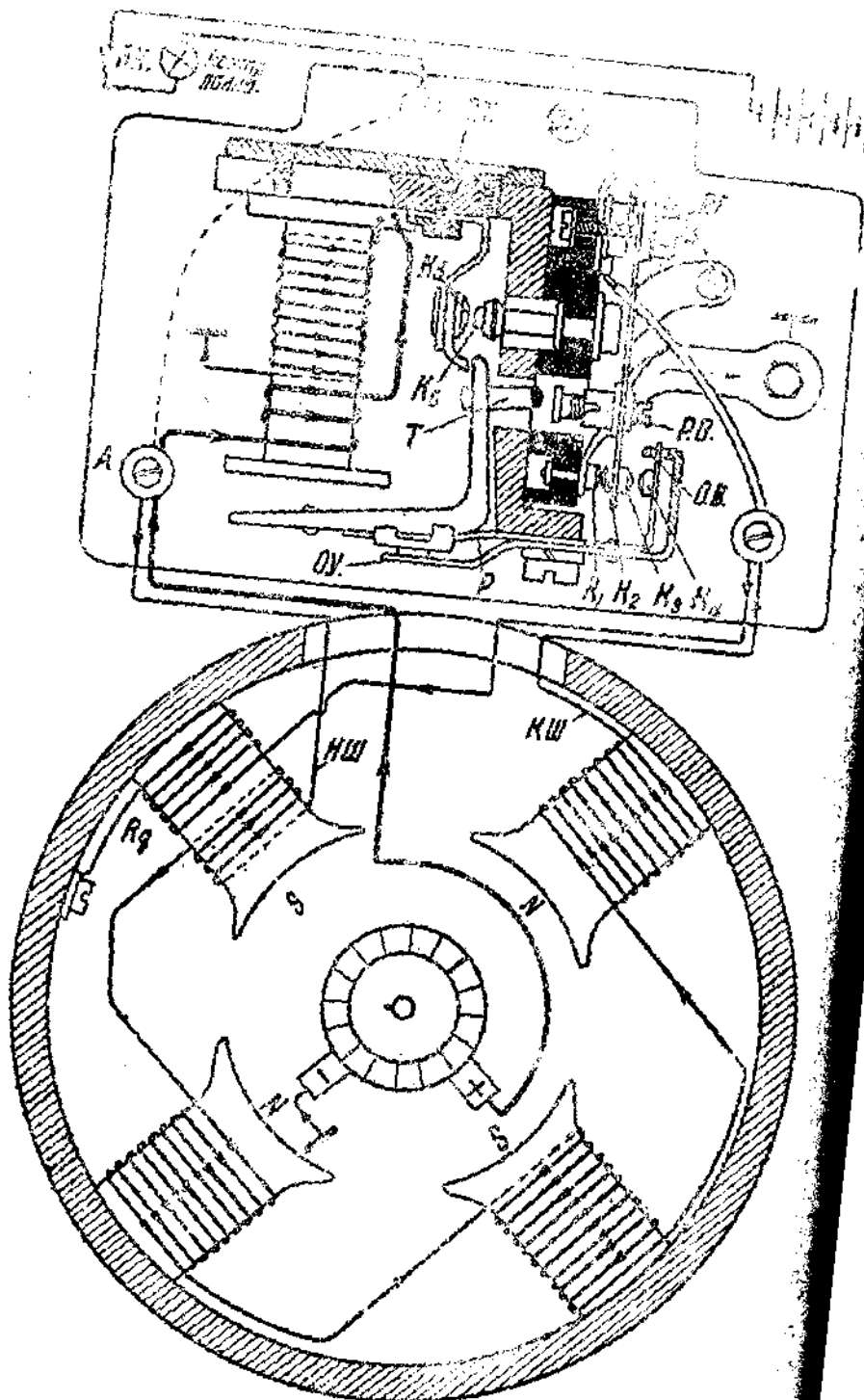


Рис. 120б

ока в лампе станет равной нулю и дальнейшее увеличение числа оборотов якоря вызовет появление силы тока в ней, но обратного направления, нить лампы будет иметь все больший и больший накал.

Но так как одновременно в тонкой обмотке комбинированного регулятора-реле сила тока увеличивается как функция напряжения, то Г-образный якореk будет притянут настолько, что контакт K_4 под действием упругости пластинки (на которой укреплен) замкнется с контактом K_1 и аккумуляторная батарея окажется включенной в цепь динамомашины, причем путь зарядной силы тока будет следующий: + щетка, последовательная обмотка регулятора-реле, контакты K_2 и K_3 , зажим 61, + зажим аккумуляторной батареи, батарея, — зажим ее, „масса“, — щетка, коллектор и обмотка якоря.

Так как нить контрольной лампы при замкнутых контактах K_2 и K_3 оказывается зашунтированной малым сопротивлением контактов и последовательной обмоткой, то сила тока распределится пропорционально проводимостям цепей, и в нити лампы она будет настолько мала, что окажется недостаточной для накала ее и свечение ее прекратится.

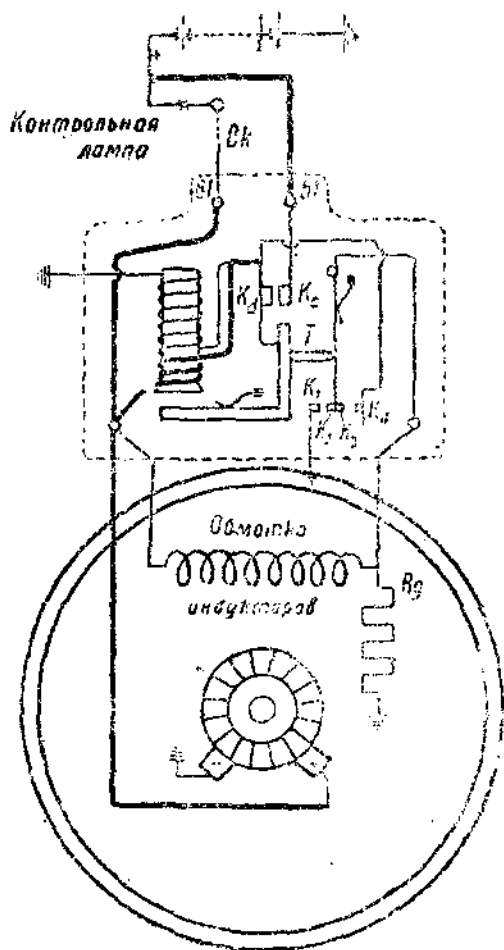


Рис. 120:

При дальнейшем повышении числа оборотов якоря, Г-образный якореk и притягивается ближе к сердечнику и изолированный толкатель T приводит в действие вибратор с контактами K_2 и K_3 , которые выполняют функции регулятора силы тока в обмотке возбуждения, регулирование которой необходимо для поддержания постоянства напряжения на зажимах динамомашины. При малом числе оборотов якоря или большой нагрузке генератора контакты K_1 и K_2 замкнуты и конец шунтовой обмотки возбуждения $K13$ включен на „массу“.

При мгновенном положении вибратора, когда контакты K_1 и K_2 разомкнуты, а контакты K_3 и K_4 еще не замкнулись, конец шунтовой обмотки возбуждения соединен через реостат R_2 на „массу“.

При мгновенном положении вибратора, когда контакты K_3 и K_4 замкнуты, происходит шунтирование обмотки возбуждения, так как контакт K_3 соединен с концом ее K_{13} , а контакт K_4 через корпус регулятора (он не имеет непосредственного соединения с „массой“) и последовательную обмотку его соединен с началом шунтовой обмотки H_{13} .

Во время зарядки аккумуляторной батареи в последовательной обмотке циркулирует зарядный ток, величина и направление которого увеличивают магнитные свойства сердечника, тем самым выполняя функции регулятора максимальной силы тока.

При уменьшении числа оборотов якоря индуктированная Э. Д. С. в его обмотке уменьшается, и когда достигнет значений, меньших Э. Д. С. аккумуляторной батареи, в последовательной обмотке появится разрядный ток ее, который уменьшит магнитное поле, созданное тонкой (параллельной) обмоткой. Г-образный якорек под действием пружины займет первоначальное положение, произведет размыкание контактов K_4 и K_5 и выключит аккумуляторную батарею из цепи динамомашинны.

Так как шунтирование контрольной лампы прекращено, то сила тока в нити будет достаточна для ее накала и контрольная лампа своим светом сигнализирует о прекращении зарядки.

Упругая пластинка, на которой укреплен контакт K_5 , изготовлена биметаллическою и в случае чрезмерного увеличения силы тока, проходящий через нее ток вызовет нагрев и так как часть пластинки, обращенная в сторону контакта K_4 , имеет больший температурный коэффициент расширения, то вся пластинка получит продольный изгиб и контакты K_5 окажутся разомкнутыми. Динамомашинна будет отключена от внешней цепи.

В целях уменьшения влияния нагрева обмоток регулятора на величину регулируемого напряжения, последовательно с тонкой обмоткой включена обмотка из никкелина, который имеет большое удельное сопротивление и малый температурный коэффициент (подробное изложение этого вопроса дано в главе „Регуляторы“).

Монтажные данные регулятора—реле динамомашинны $RK \frac{100}{12} 700$ даны в таблице 9.

Регулирование комбинированного реле-регулятора динамомашинны фирмы Р. Бош, тип $RK \frac{100}{12} 700$. Первоначально рукой нажимают Г-образный якорек, чтобы он прижался к сердечнику регулятора. Если контакт K_3 не замкнется с контактом K_4 , то необходимо регулировочный винт PB отверткой вращать вправо, пока не будет достигнуто замыкание контактов K_3 и K_4 . Затем

Проволока с эмалевой изоляцией	Послед. медная	Паралл. медная	Никкель-нов.
Диаметр с изоляцией	1,75 мм	0,34 мм	0,45 мм
Диаметр без изоляции	1,7 мм	0,29 мм	0,4 мм
Число витков	8	835	94
Длина проволоки			
Вес проволоки			
Сопротивление			

проверяют замыкание контактов K_c и K_d , они должны размыкаться раньше, чем упор якорька начнет отводить пластинку вибратора, если контакт K_c даже при полном нажатии на якорек не замыкается с контактом K_d , то необходимо биметаллическую пластинку придвинуть к контакту K_d , предварительно ослабив винт BT и после вновь его закрепить. Уменьшая давление руки на якорек, следят, когда контакты K_3 и K_1 замкнутся.

В это время размыкание контактов K_c и K_d еще не должно происходить, и только после полного устранения давления руки на якорек они должны разомкнуться. При этом положении якорька величина зазора между контактами K_3 и K_4 не должна превышать $0,2 \pm 0,25$ мм, а так как контакт K_4 укреплен на амортизирующей пластинке, то она должна упираться в ограничительный выступ OB . После произведенной регулировки проверяют величину зазора между контактами K_c и K_d , она должна быть в пределах $0,5 \pm 0,3$ мм, если зазор недостаточен, то отгибают латунный упор OU , если же зазор слишком велик, то необходимо упор подогнуть.

Чрезмерная величина отхода якорька от сердечника нежелательна и более 2,5 мм (в месте наибольшего удаления якорька от сердечника) не рекомендуется, так как в противном случае замыкание контактов K_c и K_d будет происходить при повышенном числе оборотов якоря.

После произведенной регулировки динамомашину устанавливают на испытательный stand, соединяют $+$ зажим аккумуляторной батареи, через амперметр с зажимом $5I$ и $+$ зажим аккумуляторной батареи с „массой“ динамомашин, после чего медленно вращая гайку регулируют PG , регулируют зарядную силу тока, величина которой почти не должна изменяться при изменении числа оборотов якоря в диапазоне от минимального (указанного на корпусе динамомашин) до максимального значения (которое превышает минимальное в 4—5 раз). Вращая гайку PG по часовой стрелке, зарядная сила тока увеличивается и наоборот, вращая против часовой стрелки, уменьшается.

При уменьшении числа оборотов якоря динамомашин, контакты K_c и K_d могут разомкнуться только в том случае, если в последовательной обмотке появится разрядная сила тока аккумуля-

муляторной батареи. Вращение динамомашинной (она в роли электродвигателя) вала электродвигателя, который до этого вращал ее, не требует больших усилий и сила тока в последовательной обмотке окажется настолько мала что не сможет размагнитить сердечник и вызвать размыкание контактов K_c и K_d и аккумуляторная батарея не будет отключена. На автомашине якорь генератора жестко сцеплен с валом двигателя и это явление не может иметь место, так как динамомашинна не сможет вращать вал двигателя внутреннего сгорания и обратный ток в последовательной обмотке обеспечит размыкание контактов K_c и K_d .

Динамомашинна фирмы Р. Бош, тип RIB $\frac{75}{6}$ 900

Номинальное напряжение 6 вольт.

Номинальная мощность 75 ватт, при 900 об/мин.

Данный тип устанавливается на тракторах Катерпиллар 30 и 60.

Общий вид и монтажная схема динамомашинны ничем не отличаются от выше рассмотренной и только монтажные данные другие (см. таб. 10).

Регулирование реле-регулятора значительно упрощается, так как на тракторах Катерпиллар 60 аккумуляторная батарея отсутствует и контакты K_c и K_d являются ненужными.

Реле-регулятор

Таблица 10

Проволока с эмалевой изоляцией	Послед. медная	Паралл. медная	Никкелиновая.
Диаметр с изоляцией	1,83 мм	0,42 мм	0,52 мм
Диаметр без изоляции	1,8	0,40 мм	0,50
Число витков	6	500	13
Длина проволоки	0,46 м	24,25 м	2,7 м
Вес проволоки	8,5 г	26 г	4 г
Сопротивление	0,036 ом	4 ом	7 ом

Данные динамомашинны (обмотки возбуждения выполнены в виде четырех катушек)

Проволока марки ПБД	1, 2, 3, катуш. медная	4 катуш. медная	Дополит. сопротивление никкелин.
Диаметр без изоляции	0,83 мм	0,8 мм	П.Б.О. 0,5 мм
Число витков	110,3	120	13
Длина проволоки	25,3	26 м	3,3 м
Вес проволоки	155,2 г	135 г	8 г
Сопротивление	—	—	—

Регулирование ведется на испытательном стенде при включенном вольтметре, амперметре и нагрузочном резисторе, сопротив-

ение которого определяется в зависимости от мощности генератора и его номинального напряжения, т. е.

$$I = \frac{P}{V}; R = \frac{V}{I}$$

например для данной динамомашини:

$$I = \frac{75}{6} = 12,5 \text{ A}; R = \frac{6}{12,5} = 0,48 \text{ }\Omega$$

Путем подвертывания или отвертывания регулировочной гайки $РГ$ добиваются получения постоянного напряжения, равного 6 вольт при изменении числа оборотов от 900 об/мин. до 4000 об/мин. при изменении величины нагрузки напряжение также не должно изменяться.

Данный тип динамомашин изготовлен для совместной работы с аккумуляторной батареей или постоянно включенной нагрузкой, и так как на тракторах в светлое время суток нагрузки световая отсутствует, то падение напряжения в обмотке якоря ничтожно мало и контакт регулятора K_2 вибрирует в пределах контакта K_1 , вследствие чего дополнительное сопротивление R_2 и ходится чаще включенным в цепь якоря, это вызывает повышение его температуры и обугливание изоляции не только самого сопротивления, но и катушки возбуждения одного из полюсов, на котором расположено сопротивление.

Для предупреждения под броска явления необходимо до пуска двигателя в ход контакт $6I$ соединить с массой, т. е. замкнуть на коротко $+$ щетку с $-$ щеткой. С целью предотвратить обугливание изоляции при вращении якоря генератора без нагрузки можно поставить выключатель в обмотку возбуждения индукторов. Его удобнее всего включать последовательно между выходом A и началом обмотки возбуждения $НШ$.

В случае совместной работы динамомашини тип RIB с аккумуляторной батареей необходимо при везти регулировку таким способом, как производили регулирование реле-регулятора динамомашини типа $РК \frac{100}{12} 700$.

Динамомашини фирмы Р. Бош, тип $KAB \frac{100}{12} 650$

Номинальное напряжение 12 вольт.

Номинальная мощность 100 ватт, при 650 об/мин.

Конструкция динамомашини и чем не отличается от вышерассмотренных. Комбинированный регулятор — реле хотя и работает на том же принципе (двухступенчатое регулирование), но конструктивно оформлен иначе. В этой конструкции благодаря подвесу якорька на двух плоских мембранах, значительно понижается влияние на него толчков, получаемых автомобилем от неровности дорог, а также благодаря цилиндрической железной оболочке регулятор заэкранирован от действия посторонних магнитных полей и имеет полную герметичность. Желез-

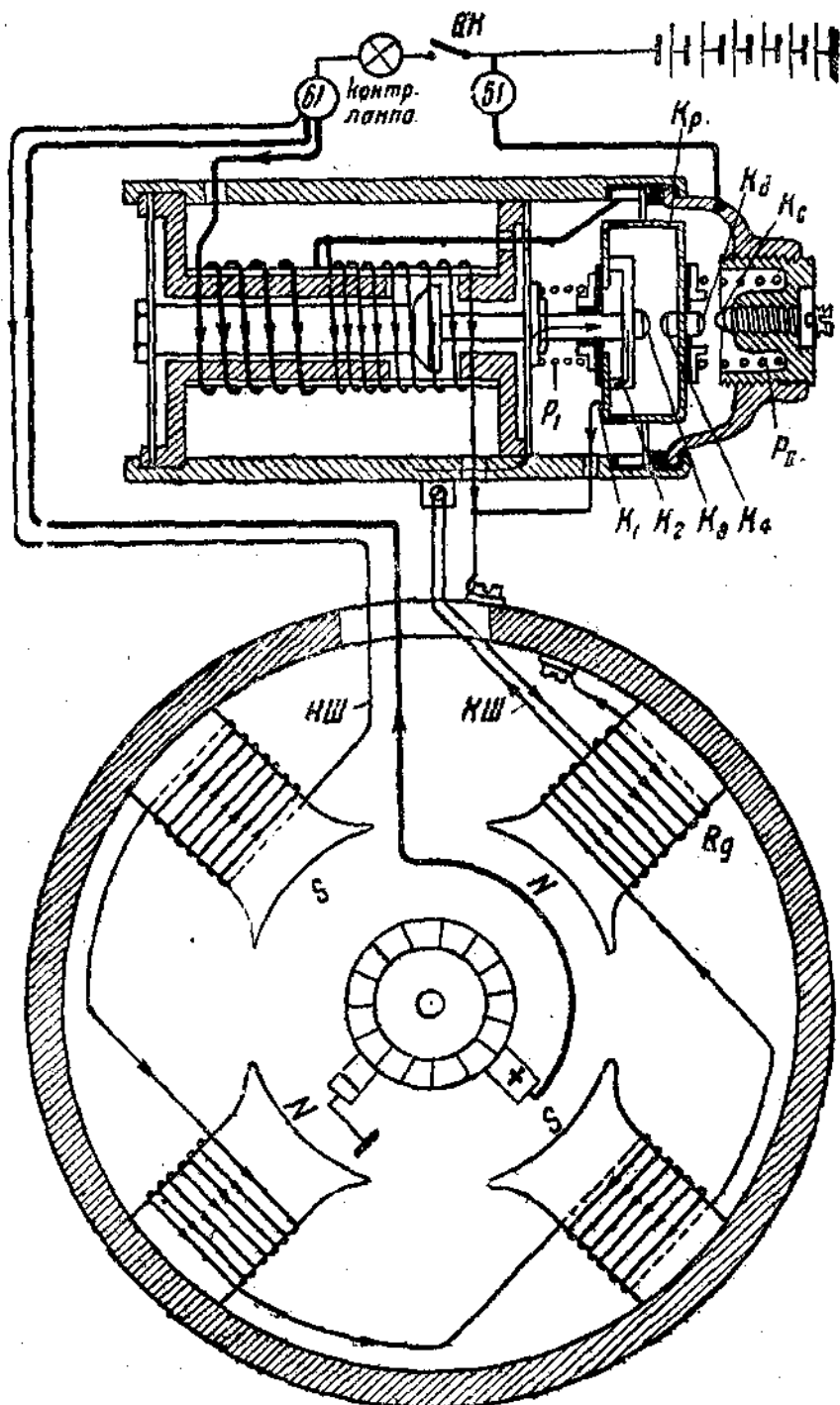


Рис. 121

ый корпус регулятора является хорошим магнитопроводом и величина намагничивающего тока может иметь меньшее значение.

На схеме 121 представлена динамомашинка тип $KAB \frac{100}{12} 650$, причем обозначения остаются теми же, с которыми мы встречались ранее. Принцип действия заключается в следующем: при неподвижном якоре или при малом числе оборотов его, под действием Э. Д. С. аккумуляторной батареи (при включенном выключателе ВК появится электрический ток в цепи контрольной лампы и нить ее будет накалена.

При повышении числа оборотов якоря напряженность магнитного поля катушки увеличится и сердечник переместится вправо, так как упругость пружины P_1 больше упругости пружины P_{11} , то сократится вначале пружина P_{11} , контакты K_3, K_4 замкнутся и в цепь динамомашинки включится аккумуляторная батарея на заряд. Нить контрольной лампы будет зашунтирована и сила тока в ней окажется недостаточной для того, чтобы вызвать свечение.

При дальнейшем увеличении числа оборотов якоря напряженность магнитного поля катушки регулятора усилится и так как перемещение коробки Kp вправо ограничено контактом K_5 , то пружина P_1 сокращаясь позволит сердечнику переместиться вправо и вызвать размыкание контактов K_1 и K_2 , вследствие чего окажется в цепь обмотки возбуждения индукторов введенным дополнительное сопротивление R_2 , расположенное на одном из полюсов.

Сила тока возбуждения индукторов уменьшится и понизится напряжение на зажимах тонкой обмотки регулятора, контакты K_1 и K_2 замкнутся и процесс вновь и вновь повторится.

При большом числе оборотов величина сопротивления R_2 окажется недостаточной и в работу вступят контакты K_3, K_4 дальнейшая работа регулятора полностью совпадает с подробным объяснением работы двухступенного регулятора напряжения и максимальной силы тока и абсолютно ничем не отличается от описания, данного к схеме 120.

Для устранения влияния изменения температуры на величину регулируемого напряжения и силы тока часть тонкой обмотки выполнена из никкелина.

Динамомашинка фирмы Р Бош, тип $LVA \frac{100}{12} 600$

Номинальное напряжение 12 вольт.

Номинальная мощность 100 ватт, при 600 об/мин.

Данный тип динамомашинки имеет на якоре полузакрытые пазы, расположенные по образующим. Дополнительное укрепление обмоток на якоре достигается установкой бандажей. В целях уменьшения гудения и вибрации якоря полюсные наконечники снабжаются рассеивателями. Увеличение рассеивания магнитного

потока достигается увеличением между железного пространства под сбегающей и набегающей кромками полюсных наконечников.

На рис. схеме 122 видны две катушки S_c и R_d , левая катушка представляет реле, а правая катушка R_d двухступенный регулятор. Каждая катушка имеет наружный цилиндр, который является одновременно не только внешним защитным футляром, но и магнито-проводом. В цилиндр Π вставлены два железных фланца Φ_1 и Φ_2 , внутрь одного вставлен железный сердечник $СЖ$ и внутрь другого вставлен латунный сердечник $СЛ$, являющийся продолжением железного.

Связанные механически оба сердечника установлены на плоские латунные мембраны, которые электрически связаны с внешним цилиндром. Передняя и задняя крышки, в которые ввертываются чашки с контактами, изолированы от внешнего цилиндра прессшпаном и электрически соединиться с сердечником могут только при замыкании какой-либо пары контактов. Между собою корпуса непосредственно электрически не связаны.

Включение и выключение контрольной лампы производится дополнительно установленными контактами K_c и K_r . В предыдущих схемах контрольная лампочка прекращала испускание света до того момента, когда контакты K_c и K_d замкнутся, т. е. для того, чтобы накал нити был незаметен, достаточно иметь равенство $V_g = E_a$, а следовательно отсутствие света контрольной лампочки не значило, что замкнуты контакты K_c и K_d . В реле динамомашинны тип LVA замыкание контактов K_c и K_r осуществляется под действием пружины и размыкание цепи контрольной лампы происходит под действием магнитного поля, созданного силой тока в тонкой обмотке катушки S_c , причем расстояние между контактами K_c и K_d невелико и как только напряжение на зажимах динамомашинны будет достаточно, произойдет размыкание контактов K_c и K_r и замыкание контактов K_c и K_d . При замкнутых контактах K_c и K_d аккумуляторная батарея включена на заряд и путь тока следующий: + щетка, соединяющий провод A последовательные обмотки реле и регулятора максимальной силы тока, контакт K_d , контакт K_c , корпус реле (он изолирован от массы), зажим $B1$, + зажим аккумуляторной батареи, батарея — зажим ее, „масса“ и — щетка.

При увеличении числа оборотов якоря динамомашинны напряжение на ее зажимах, а следовательно и сила зарядного тока, увеличивается, а так как в это время в параллельной и последовательной обмотках регулятора (катушка) R_d сила тока увеличивается, то напряженность магнитного поля также увеличивается, вследствие чего происходит размыкание контактов K_1 и K_2 , в цепь обмотки возбуждения индукторов вводится сопротивление R_g , сила тока возбуждения уменьшается, контакты K_1 и K_2 вновь замыкаются и весь процесс повторяется при вращении контакта K_3 в пределах контакта K_4 . При дальней-

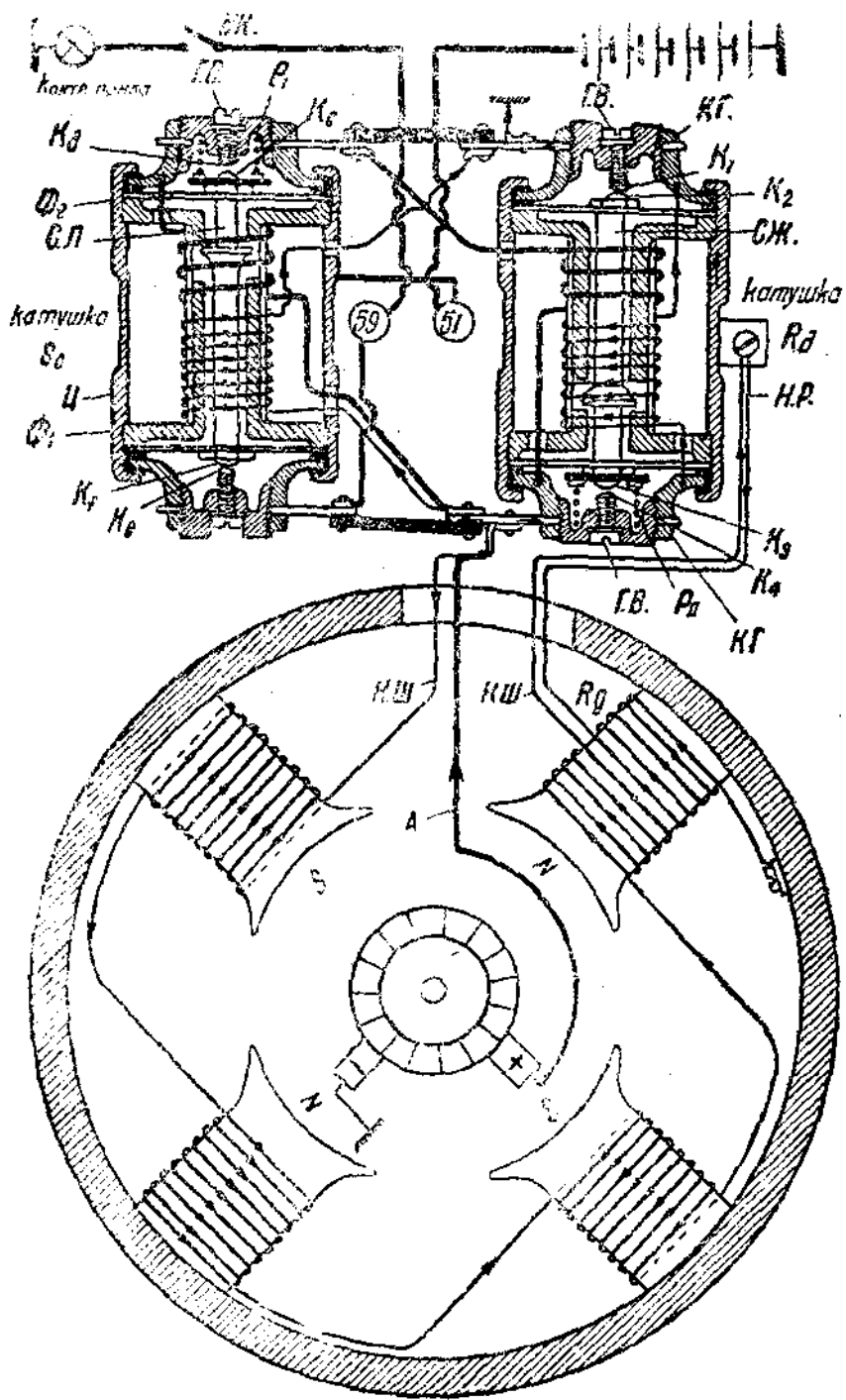


Рис. 122

шем увеличении числа оборотов якоря генератора вступают в работу контакты K_2 и K_4 и в замыкании которых происходит шунтирование обмотки возбуждения индукторов.

Корпус катушки Rd не имеет непосредственного соединения с „массой“ и к нему приключены два провода: 1) провод $KIII$ конец шунтовой обмотки и 2) провод HP начало сопротивлений. Из схемы видно, что контакт K_4 соединен с началом шунтовой обмотки индукторов III , а контакт K_2 соединен через металлические мембраны с корпусом катушки Rd , а следовательно с концом обмотки возбуждения $KIII$ и при замыкании контактов K_2 и K_4 начало и конец обмотки возбуждения замкнуты малым сопротивлением, вследствие чего сила тока в обмотке индукторов значительно уменьшится. (Подробное пояснение действия двухступенного регулятора изложено в главе „Двухступенное регулирование“).

Регулирование реле и регулятора динамомашины тип LVA . В данной конструкции измерить непосредственно величину зазоров между контактами невозможно и о величине можно судить только по числу оборотов в контактной чашке и шагу резьбы с достаточной для практики точностью. Шаг резьбы у чашек динамомашин фирмы Р. Бош $h=1$ мм. На рис. 122 изображена контактная чашка с контактом K_2 , контргайкой, контактным винтом $ГВ$ и контргайкой $КГ$ чашки.

Регулирование катушки регулятора Rd . Предварительную регулировку производят так: освобождают гайку $ГВ$ и подвертывают контактный винт то тех пор, пока поверхность контакта не совпадет с крайней кромкой чашки. В таком положении гайку $ГВ$ закрепляют. После чего заднюю чашку катушки Rd , т. е. ту, которая обращена к индуктору, завинчивают до отказа, без большого усилия, и затем для получения возможности перемещения сердечника на величину $0,75$ мм чашку отвертывают на $3/4$ оборота и закрепляют гайку $КГ$.

Перед установкой передней чашки необходимо предварительно поставить из лирующую шайбу, сверх ее укладывается латунная шайба и после этого устанавливается пружина P_{II} и ввертывается передняя чашка до упора, а затем, для получения необходимой величины зазора между контактами K_2 и K_4 равного $0,5$ мм чашку отвертывают на $1/4$ оборота и закрепляют контргайку $КГ$.

Регулировка катушки реле S_2 . В катушке S_2 правило установки контактов остается прежнее, но ввертывают первоначально переднюю чашку с контактом Ke до отказа, а затем для получения возможности двигаться сердечнику отвертывают чашку на $3/4$ оборота и закрепляют гайку $К'$, после чего переходят к установке задней чашки с контактом K_0 , предварительно положив изолирующую и латунную шайбы, а также вложив пружину P_I ввертывают до отказа чашку с контактом K_0 и отвертывают ее на $1/4$ оборота, после чего закрепляют контргайку.

Когда реле и регулятор собраны, приступают к электрической

регулировке действия катушки Rd . Для этого динамомашину устанавливается на stand, с зажимом 51 соединяют + зажим аккумуляторной батареи (собранный из 6 аккумуляторных элементов, включенных последовательно), зажим — батареи через амперметр соединяют с „массой“ динамомашины. К зажиму 59 включают контрольную лампочку, которая одним проводом соединена с массой, после чего подвертыванием или отвертыванием чашки с контактом K_4 достигается постоянства силы зарядного тока при различном числе оборотов якоря. Максимальное значение силы тока при полуразряженной батарее не должно превышать $I = \frac{P}{V}$, т. е. для данного типа $P=100$ ватт и $V=12$ вольт, тогда $I = \frac{100}{12} \cong 8,3A$.

После регулировки катушки Rd приступают к регулировке реле, путем подвертывания и отвертывания чашки с контактом K_d , добиваясь того, чтобы размыкание контактов K_c и K_d происходило при силе разрядного тока 2 амп. Необходимо помнить, что при регулировке поворот чашек делается на ничтожно малый угол, после чего чашки закрепляются контргайками и пломбируются для того, чтобы не могла нарушиться регулировка. Пломбирование чашек делают целлюлоидным клеем (клей-Равид, клей-Шедвр). Для окончательного заключения о правильности произведенной регулировки необходимо испытание на standе проводить не менее 30 минут.

Динамомашинa фирмы Р. Бош, тип $K \frac{50}{6} 500$

Номинальное напряжение 6 вольт.

Номинальная мощность 50 ватт, при 500 об/мин.

Данный тип динамомашин предназначен для работы без аккумуляторной батареи и снабжен компаундной обмоткой и трехступенным регулятором.

На рис. 123 в представлена монтажная схема. Действительное положение катушек относительно динамомашинны отлично от изображенного на схеме на угол 90° , т. е. оси катушек совпадают с осью динамомашинны. Из схемы видно, что конструкция катушек трехступенного регулятора незначительно отличается от вышерассмотренных. Правая катушка $R7$ имеет четыре контакта K_1, K_2, K_3 и K_4 и не имеет последовательной обмотки, т. е. не имеет регулятора максимальной силы тока. Катушка $R7$ имеет только тонкую обмотку, корпус катушки непосредственного соединения с „массой“ также не имеет и к нему присоединены конец шунтовой обмотки возбуждения и начало дополнительного сопротивления R_2 . Катушка $S7$ имеет две обмотки, причем начало толстой обмотки соединено с внешним цилиндром, следовательно и с сердечником, на котором расположен контакт K_5 . Как видно из схемы катушки $S7$, в ней находится всего два контакта, в верхней же части вместо контакта K_4 поставлен фарфоровый упор, который предупреждает

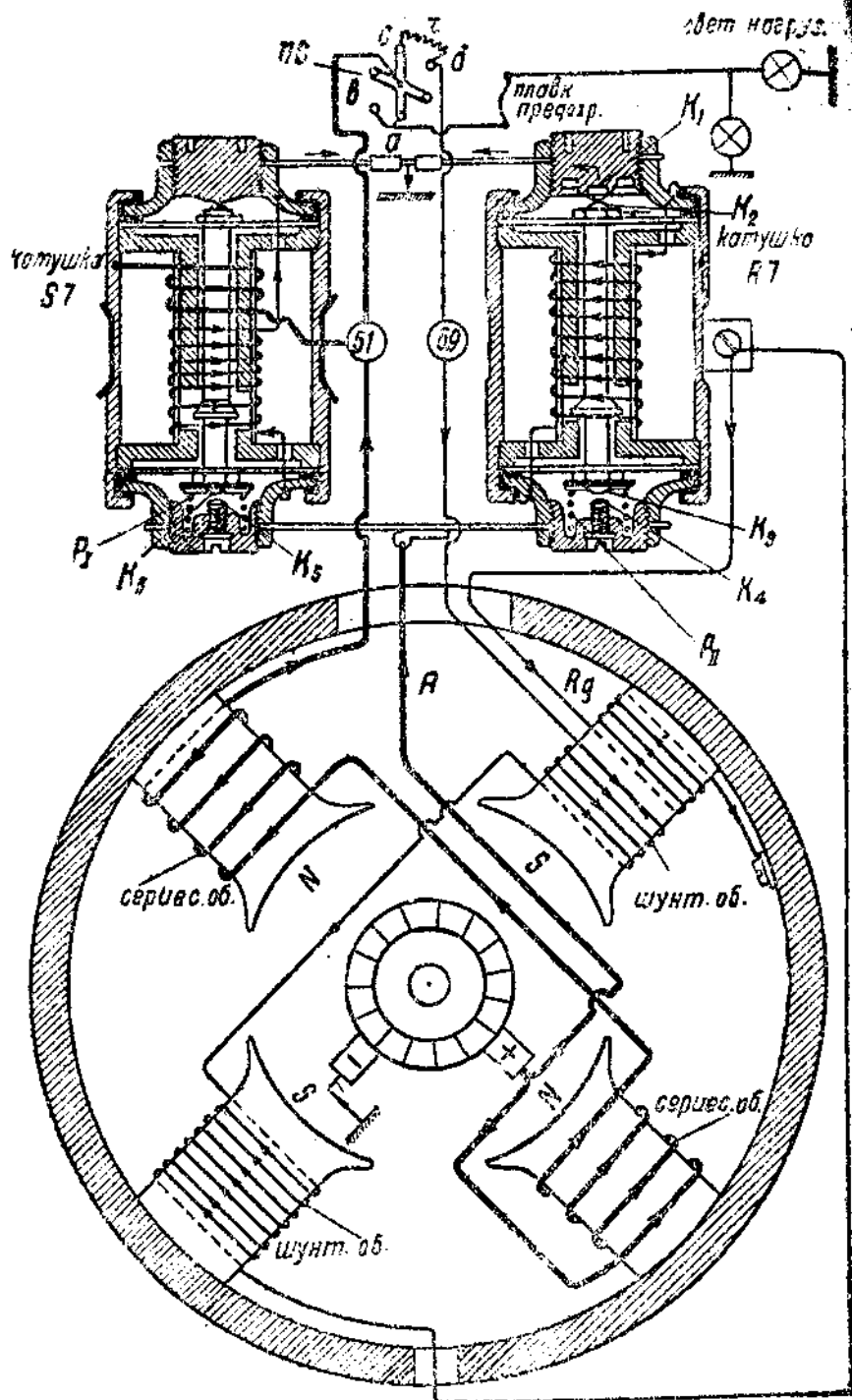


Рис. 123

возможность электрической связи сердечника с „массой“. Назначение пружины P_1 — производить замыкание контактов K_2 и K_6 . С целью лучшего уяснения работы регулятора приведен пример. На схеме (рис. 123) изображен переключатель света $ПС$ при повороте его по часовой стрелке, когда металлическая пластинка $ПС$ замкнет контакт c и контакт a . Зажим $5I$ окажется соединенным с внешней цепью и через сопротивление r с зажимом 69 , а следовательно с шунтовой обмоткой возбуждения индукторов. Это положение переключателя позволяет иметь на зажимах динамомашинны пониженное напряжение, так как в цепь возбуждения введено сопротивление r , благодаря чему накал нити ламп будет понижен и соответствует затемненному состоянию, которое необходимо при встречах с другими автомашинами. На переключателе это положение отмечено *Dim*. При положении переключателя, когда металлическая пластинка $ПС$ замкнет контакты d и v , шунтовая обмотка возбуждения индукторов окажется включенной непосредственно (помимо реостата r) к зажиму $5I$ и вследствие этого сила тока возбуждения будет максимальна и напряжение на зажимах примет номинальное значение. Нить лампы будет иметь полный накал. Это положение на переключателе отмечено *On*.

Для решения численного примера введены следующие обозначения:

- V_2 — напряжение на щетках динамомашинны. (Для облегчения расчета принято постоянным),
- R_2 — сопротивление внешней нагрузки, полученное при параллельном включении двух ламп накаивания мощностью 25 ватт каждая и напряжением 6 вольт,
- $R_{ш}$ — сопротивление шунтовой обмотки возбуждения индукторов динамомашинны
- R_c — сопротивление серийной обмотки возбуждения,
- $R_{т.о.}$ — сопротивление толстой обмотки катушки $S7$ регулятора.
- R_g — дополнительное сопротивление,
- $J_{ш}$ — сила тока возбуждения в шунтовой обмотке,
- J_c — сила тока возбуждения в серийной обмотке,
- $J_{в.ц.}$ — сила тока во внешней цепи.
- J_R — сила тока в дополнительном сопротивлении,
- $W_{ш}$ — число витков в шунтовой обмотке,
- W_c — число витков в серийной обмотке.

Данные динамомашинны тип $K \frac{50}{6}$ 500 и внешней нагрузки следующие:

$$\begin{array}{lll}
 V_2 = 6,5 \text{ вольт} & R_2 = 0,72 \text{ ом} & R_{ш} = 2,5 \text{ ом} \\
 R_c = 0,15 \text{ ом} & R_{т.о.} = 0,2 \text{ ом} & R_g = 6 \text{ ом} \\
 W_{ш} = 360 \text{ витков} & W_c = 90 \text{ витков} &
 \end{array}$$

Примечание. При решении все цифры получены при подсчете на логарифмической линейке.

Первый случай

**Контакты K_1 и K_2 замкнуты.
Контакты K_3 и K_6 разомкнуты.**

$$J_{\text{ш}} = \frac{V_3}{R_{\text{ш}} + R_c}; \quad J_{\text{ш}} = \frac{6,5}{2,5 + 0,15}$$

$$\boxed{J_{\text{ш}} = 2,45 \text{ A}}$$

$$J_{\text{ш}} = \frac{V_3}{R_c + R_{\text{т}}} + J_{\text{ш}}; \quad J_c = \frac{6,5}{0,15 + 0,72} + 2,45$$

$$\boxed{J_c \cong 10 \text{ A}}$$

Второй случай

**Контакты K_1 и K_2 замкнуты.
Контакты K_3 и K_6 замкнуты.**

$$J_{\text{ш}} = \frac{V_3}{R_{\text{ш}} + \frac{1}{\frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_{\text{т.о}}}}}; \quad J_{\text{ш}} = \frac{6,5}{2,55 + \frac{1}{\frac{1}{6,66} + 5}}$$

$$\boxed{J_{\text{ш}} = 2,52 \text{ A}}$$

$$J_c' + J_{\text{т.о}} = J_{\text{ш}}' + J_{\text{в.ц}}; \quad \text{где } J_{\text{в.ц}} = \frac{V_3}{R_{\text{т}} + \frac{1}{\frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_{\text{т.о}}}}}$$

$$J_{\text{в.ц}} = \frac{6,5}{0,8}; \quad J_{\text{в.ц}} = 8,15 \text{ A.}$$

$$J_c' + J_{\text{т.о}} = 2,52 + 8,15$$

$J_{\text{т.о}} = 10,67 - J_c'$ на основании первого закона Кирхгофа.

$$\frac{J_c'}{J_{\text{т.о}}} = \frac{R_{\text{т.о}}}{R_{\text{т}}}; \quad \frac{0,2}{0,15} = 1,33;$$

$$J_c' = 1,33 \cdot J_{\text{т.о}}$$

подставляя значение $J_{\text{т.о}}$

$$J_c' = (10,67 - J_c') \cdot 1,33;$$

$$\boxed{J_c' = 6,1 \text{ A}}$$

Третий случай

Контакты K_1 и K_2 разомкнуты.

Контакты K_6 и K_5 замкнуты.

$$J''_{ш} = \frac{V_0}{R_{ш} + R_8 + \frac{1}{\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_{т.о}}}}; \quad J''_{ш} = \frac{6,5}{2,5 + 6 + 0,08}$$

$$J''_{ш} = 0,76 \text{ A}$$

$$J''_c = J_{в.п.} + J''_{ш} - J_{т.о.}$$

$$J''_c = 8,15 + 0,76 - J_{т.о.}$$

$$\frac{J''_c}{J_{т.о.}} = \frac{R_{т.о.}}{R_0} = 1,33.$$

$$J''_c \approx 5,08 \text{ A}$$

Четвертый случай

Контакты K_3 и K_4 замкнуты.

Контакты K_5 и K_6 замкнуты.

В данном случае определены значения силы тока возбуждения в шунтовой обмотке при двух возможных комбинациях: а) при выключенной внешней нагрузке: сопротивление провода А, соединяющего щетку с контактами K_0 и K_4 незначительно и не превышает $R_A = 0,005$ ом.

Так как сопротивление R_A , шунтирующее шунтовую и серийные обмотки динамомашинны и реле, ничтожно мало, то можно пренебречь увеличением проводимости, вызванной параллельными цепями. Сила тока в дополнительном сопротивлении

$$J_A = \frac{V}{R_8} = 1,08 \text{ A}$$

тогда сила тока шунтовой обмотки возбуждения

$$J'''_{ш} = J_A - J_V; \text{ подставим значение } J_A$$

$$J_A = 1,08 - J'''_{ш}$$

$$\text{обозначим } R_2 = R_{ш} + \frac{1}{\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_{т.о}}}; \quad R_2 = 2,508$$

$$\frac{J'''_{ш}}{J_A} = \frac{R_A}{R_2}; \quad \frac{0,005}{2,508} = 0,002$$

$$J'''_{ш} = 0,002 \cdot J_A$$

подставим значение J_A

$$J'''_{ш} = 0,002 \text{ A}$$

б) при включенной внешней нагрузке. При включенной внешней нагрузке и замкнутых контактах K_3 и K_4 падение напряжения в цепи дополнительного сопротивления больше, чем в шунтовой обмотке и внешней нагрузке, вследствие чего в шунтовой обмотке возбуждения появится сила тока, направленная от контактов K_4 и K_3 в шунтовую обмотку, но в обратном направлении; ее численное значение

$$J_{в. ш} = \frac{V_{ш}}{R_{ш} + \frac{1}{\frac{1}{R_{в. н}} + \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_{т. о}}}}; J_{в. ш} = 8,13 \text{ A}$$

Обозначая

$$\frac{1}{\frac{1}{R_{в. н}} + \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_{т. о}}} = R_{ш}$$

получим $R_{ш} = 0,08$ ома.

Суммарная сила тока в последовательных обмотках динамомашин и регулятора обозначена $J_{ш}$, тогда на основании первого закона Кирхгофа

$$J_{в. ш} = J_{ш}''' + J_{ш}; J_{ш} = 8,13 - J_{ш}'''$$

$$\frac{J_{ш}'''}{J_{ш}} = \frac{R_{ш}}{R_{ш}}; \frac{0,08}{2,5} = 0,032;$$

подставим значения $J_{ш}$ и решим

$$J_{ш}''' \approx 0,26 \text{ A}$$

но эта сила тока будет создавать магнитное поле, противоположное тому, которое необходимо для создания Э. Д. С. в обмотках якоря (при данном направлении его вращения) и если бы не ампер-витки серийной обмотки, то произошло бы уничтожение остаточного магнетизма и динамомашин не смогла бы вновь возбуждаться. Числовое значение ампер-витков шунтовой обмотки равно

$$W_{ш} \cdot J_{ш}''' = 360 \cdot 0,26; W_{ш} \cdot J_{ш}''' = 93,5 \text{ ам.витка}$$

Числовое значение ампер-витков серийной обмотки определится предварительно найдя значение J_c'''

$$J_c = J_{в. ш} - J_{ш}'''; J_c = 7,87 \text{ A}$$

$$\frac{J_c}{J_{т. о}} = \frac{R_{т. о}}{R_c}; \frac{0,2}{0,15} = 1,33$$

$$J_c = 1,33 \cdot J_{т. о} \text{ но } J_{т. о} = J_c - J_c$$

$$\text{тогда } J_c = (7,87 - J_c) \cdot 1,33$$

$$J_c''' = 4,5 \text{ A} \quad J_c''' W = 105 \text{ ам.витков}$$

данные, полученные при подсчете, характеризуют конечные значения силы тока при замкнутом и разомкнутом состоянии контактов. Все же промежуточные значения силы тока возбуждения зависят от вибрации сердечника в пределах того или иного участка.

Данный подсчет также характеризует изменение величины силы тока в дополнительном сопротивлении R_2 , причем она достигает своего максимального значения в момент замыкания контактов K_3 и K_4 , а следовательно и нагрев сопротивления в этом случае более вероятен. Данный тип динамомашины снабжен серийной обмоткой и включение генератора в цепь плавкового предохранителя недопустимо, так как, в случае короткого замыкания во внешней цепи, в серийной обмотке и обмотке якоря, сила тока окажется достаточной, чтобы вызвать дугливание изоляции.

Регулирование трехступенного регулятора динамомашины фирмы Р. Бош, тип $K \frac{50}{6} 500$. Установка контактов в чашках производится точно так же, как в динамомашине тип LVA , и только порядок установки контактных чашек изменяется в связи односторонним действием обеих катушек, т. е. магнитные поля, созданные обмотками катушек $S7$ и $R7$, стремятся переместить сердечники в одном направлении, а именно от крышки динамомашины наружу к зрителю, который смотрит на генератор со стороны коллектора.

Сборка и регулировка катушки $S7$. Установка чашек в катушке $S7$ ведется в следующем порядке: первой ввертывают заднюю чашку до отказа, после чего необходимо отвернуть, поворачивая в обратную сторону на $\frac{3}{4}$ оборота и закрепляют контргайку, это делается с целью дать возможность перемещаться сердечнику под действием силы пружины или напряженности магнитного поля. Величина зазора между упором чашки и фарфоровым выступом при этой регулировке будет равна 0,75 мм.

Перед установкой передней чашки катушки $S7$ вкладывают изолирующую и медную шайбы, затем вставляют пружину P_1 и ввертывают контактную чашку до отказа, после чашку поворачивают $\frac{1}{2}$ оборота в обратную сторону и закрепляют контргайку. При данной регулировке необходимо помнить, что поверхность контактов K_6 должна находиться на уровне чашки и амплитуда качания сердечника равна 0,5 мм.

Сборка и регулировка катушки $R7$. Последовательность сборки и регулирование зазоров производится точно и в той же последовательности, как это описано для регулятора динамомашины типа LVA . Электрическое регулирование производят на станде, со включенной через амперметр внешней нагрузкой (роль которой выполняет реостат), включенным параллельно нагрузке вольтметром и замкнутыми между собою зажимами 57 и 69.

Якорю динамомашины дают 350 об/мин. и если при напряжении 4,5 вольта сила тока в реостате равна 3 амперам, то следовательно контакты K_3 и K_4 не замкнуты (что и должно

КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРИБОРЫ

Нередко на автомобилях с целью иметь минимальный габарит установки, а также избежать необходимости в дополнительном приводе, применяют комбинированный тип генератора с прибором зажигания, причем можно встретить соединенные в один агрегат, динамомашину с установленным на задней крышке механическим прерывателем первичной цепи bobины, распределителем тока высокого напряжения и автоматом опережения.

Иногда на динамомашину укрепляют и bobину. Подобный агрегат устанавливается на автомобилях Бьюик и изготавливается фирмой Делько-Реми (см. рис. 124). Также подобный агрегат устанавливается на мотоциклах Харлей-Давидсон, у которых распределитель высокого напряжения отсутствует.

Агрегат может быть представлен соединением динамомашинки с магнето, которое получает привод от вала генератора. Магнето в таких агрегатах встречается с вращающимися и неподвижными обмотками. Фирма Марелли снабжает свои комбинированные приборы трехщеточным генератором и магнето с вращающимися обмотками (см. рис. 125). Из рисунка видно, что магнето отличается от нормального типа только формой передней крышки, которая выполняет одновременно и роль крышки динамомашинки.

Фирма Р. Бош снабжает генератор или прерывателем и распределителем батарейного зажигания (см. рис. 126), или магнето высокого напряжения с неподвижными обмотками и вращающимся магнитом (см. рис. 127).

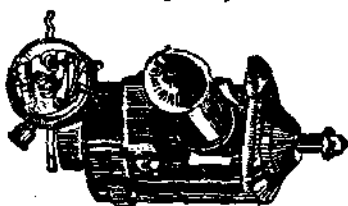


Рис. 124

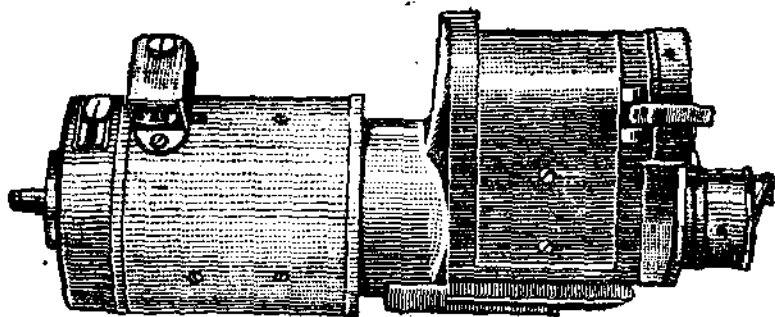


Рис. 125

Выше рассмотренные комбинированные приборы имеют механическую связь и не пользуются общим магнитным потоком и в случае соединения динамомашинки с магнето их называют „динамо-магнето“.

На мотоциклах часто в целях получения еще более портативных приборов связывают магнето и генератор общей магнитной

целью, причем якорь генератора является дополнением к магнету, а эти комбинированные приборы называют „магдина или магдинетта“.

На рис. 128 представлена магдина фирмы Р. Бош, где изображены магнитные части магнето и динамомашинны. Два магнита

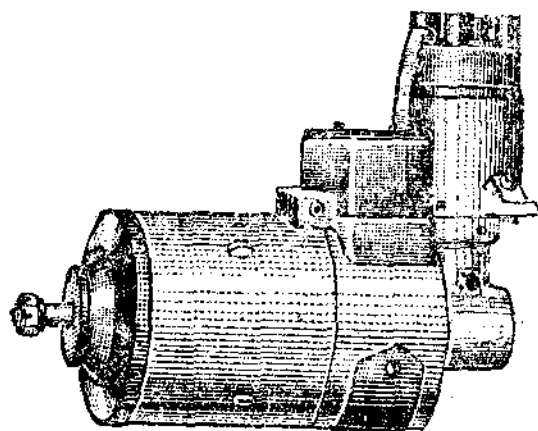


Рис. 128

М и М действуют параллельно и сердечник якоря магнето является общим участком магнитной цепи для двух магнитных потоков. Верхний полюсный наконечник магнитной цепи якоря магнето является одновременно нижним полюсом динамомашинны. Верхний полюс ее снабжен шунтовой обмоткой, сила тока в которой регулируется двухступенным регулятором.

Магдины фирмы Р. Бош выпускаются с номинальным напряжением в 6 вольт и номинальной мощностью в 15 ватт и 30 ватт, для одноцилиндровых и двухцилиндровых двигателей. Магдина

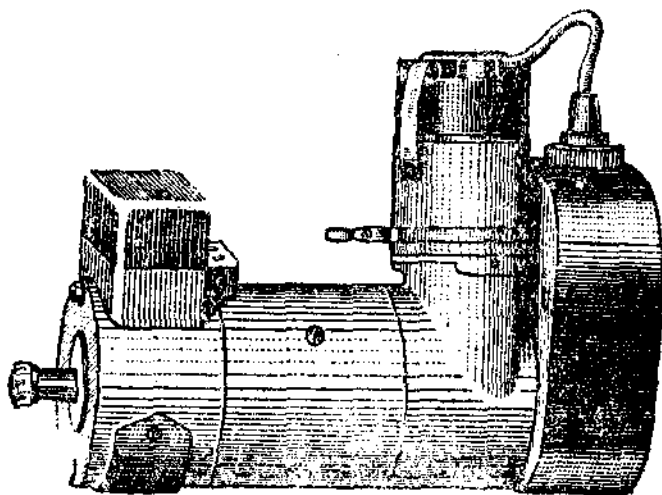


Рис. 127

мощностью в 15 ватт имеет регулятор напряжения, регулятор максимальной силы тока и реле, выполненные цилиндрической формы и конструктивно напоминают конструкции реле регулятора динамомашинны LVA.

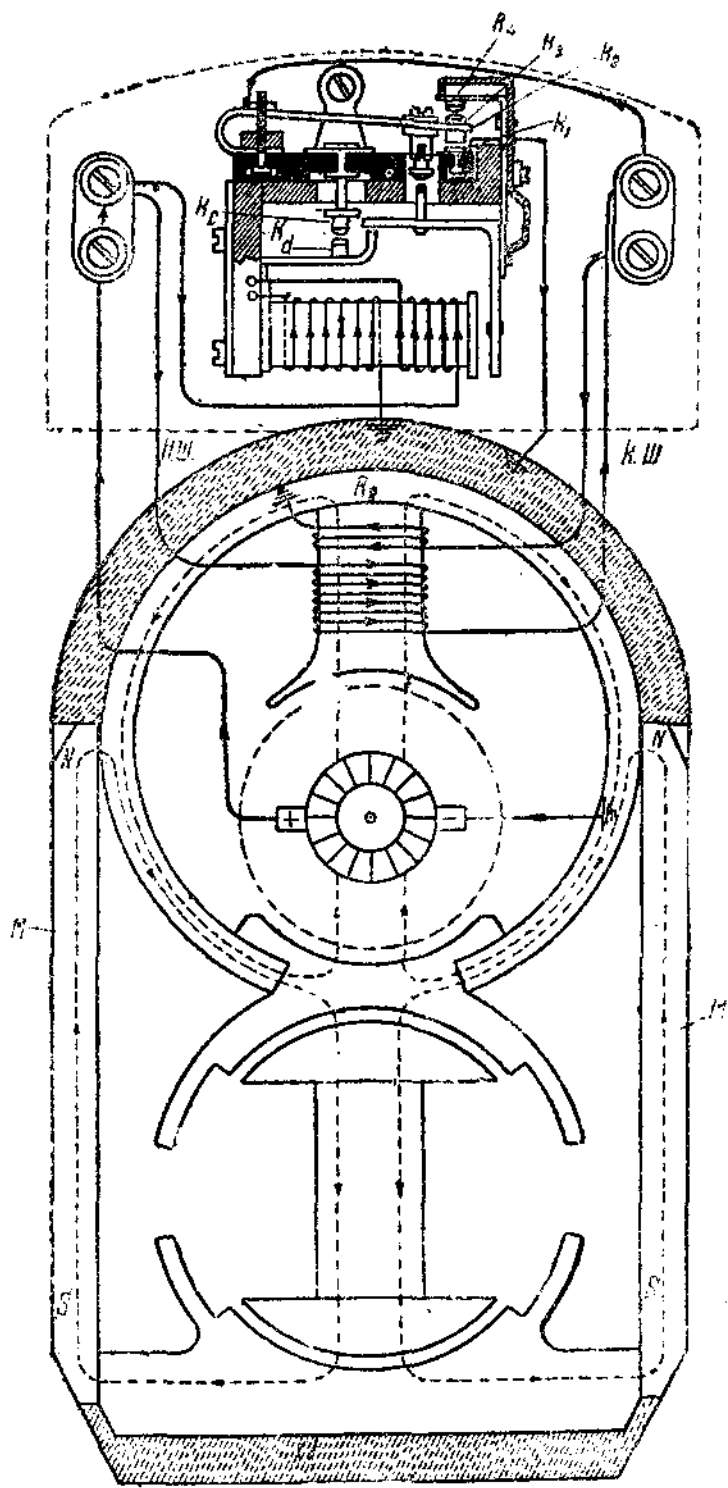


Рис 128

Реле и регулятор установлены отдельно от магдины и заключены в общий футляр с переключателем и предохранителем. Магдина фирмы Р. Бош мощностью 30 ватт (см. рис. 128) снабжена комбинированным двуступенным регулятором-реле плоского типа и установленным непосредственно на магдину. Конструкция и схема соединения обмоток полностью совпадают с описанием динамомашин *РК* и *РJB*, пояснение принципа действия не дается, так как принцип действия был объяснен ранее.

Некоторые фирмы объединяют в одном приборе магнето и генератор, имеющие общий магнитопровод и Э.Д.С. индуктируется в обмотках зажигания и освещения от изменяющегося магнитного потока, созданного постоянными магнитами, но генераторы подобных комбинированных приборов маломощны (порядку 5—10 ватт) и часто не имеют коллектора, что не позволяет использовать их для зарядки аккумуляторной батареи. Единственным преимуществом таких приборов является их простота и незначительные размеры.

НЕИСПРАВНОСТИ, ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ, УСТРАНЕНИЕ И УХОД ЗА ДИНАМОМАШИНАМИ

В тех случаях, когда динамомашина не дает зарядного тока, необходимо убедиться исправна ли проводка и исправен ли генератор. Если имеется генератор с регулятором напряжения или комбинированным регулятором-реле, то прежде чем снять его (генератор) с двигателя, предварительно отключив проводку от внешней нагрузки, включают лампу между „массой“ и зажимом *51* (динамомашина Р. Бош) или зажимом *5* (динамомашины Сцинтилла) и дают двигателю работать при среднем числе оборотов.

Если вить лампы будет иметь полный накал, то генератор исправен и повреждение необходимо искать в проводке. В противном случае необходимо осмотреть коллектор, не загрязнен ли он и плотно ли прилегают к нему щетки. Если при осмотре окажется, что состояние щеток и коллектора хорошее, то необходимо попытаться возбудить генератор от аккумуляторной батареи. Возбуждение генератора можно произвести следующим образом: при среднем числе оборотов вала работающего двигателя и нормально включенной аккумуляторной батареи открывают крышку реле и пальцем прижимают на 5—10 секунд якорек реле (это возможно проделать в динамомашине Р. Бош тип *РК*, *РJB*, *FQA* и *KAB*, динамомашине Сцинтилла, а так же в динамомашине Делько-Реми и Авто-Ляйт) и если реле останется замкнутым, то генератор возбудился и амперметр должен показать зарядный ток аккумуляторной батареи (при наличии контрольной лампы она должна погаснуть).

Можно возбудить динамомашину и не открывая реле-регулятора, для этого достаточно при работающем двигателе на 5—10 секунд замкнуть проводником зажимы *51* и *61* (у генераторов Р. Бош, см. схемы 120, 121, 117), зажимы *4* и *5* (у генератора Сцинтилла) и зажимы *D* и *Ват* (у генераторов Делько-

Реми, Форд и Авто-Ляйт). Если возбуждение генератора от аккумуляторной батареи было произведено, но он все же не дал зарядного тока, в таком случае необходимо отключить провод, снять генератор с двигателя и направить в ремонтную мастерскую. В том случае, когда генератор типа FQA или ГАУ потерял возбуждение, проверить цел ли плавкий предохранитель.

В электроремонтной мастерской производят внешнюю очистку, осматривают коллектор и щетки и предварительно пробуют генератор, как электродвигатель, для чего приключают + зажим батареи к зажиму *BI* и — зажим батареи соединяют с корпусом динамомашинны. Если генератор исправен, то он должен вращаться с малым числом оборотов в ту сторону, в которую имел привод на двигателе, причем при нажатии на Г-образный якорек в динамомашиннах *RK* и *RJB* или на сердечник реле регулятора (динамомашинна) *KAB*. Число оборотов якоря должно увеличиться и при замыкании контактов K_3 и K_4 якорь генератора должен получить очень большое число оборотов, так как

$$n = \frac{v - J_A R_A}{C\Phi}$$

Проведенное испытание показывает, что обмотка возбуждения и механизм регулятора исправны. После чего устанавливают генератор на stand и испытывают при различном числе оборотов якоря. Если нужно, то проводят регулировку регулятора — реле (см. описание конструкций динамомашин, регуляторов-реле и их регулирование).

В том случае, если якорь генератора, при испытании его в роли электродвигателя, вращался в противоположном направлении тому, которое имел от привода на двигателе внутреннего сгорания, то необходимо поменять места присоединения начало шунтовой обмотки возбуждения *НШ* и конца ее *КШ* после чего генератор вновь ставят на stand и проверяют его работу.

Если на standе не удалось достигнуть нормальной работы генератора, его разбирают и удаляют пыль, грязь и т. п., после чего проверяют цел ли обмотка возбуждения.

Проверка обмотки может быть произведена или приключением ее к источнику постоянного тока, или испытанием катушек на специальном трансформаторе, на котором вторичной обмоткой является испытуемая катушка. Последний способ более точный, так как позволяет не только установить обрыв, но и витковое замыкание, что нередко имеет место. Если в катушках не обнаружено дефектов, то переходят к испытанию якоря.

Первоначально испытывают обмотки якоря, проверяя, не имеют ли они соединения с „массой“, для этого один провод источника соединяют непосредственно с валом, а другим через последовательно включенную лампу накаливания или вольтметр касаются ламелей коллектора, причем, если обмотки не замкнуты на массу, то нить лампы не накалится или вольтметр не обнаружит напряжения между точками касания. В тех случаях, когда желают проверить, нет ли виткового соединения в секциях

якорной обмотки, прибегают к проверке якоря на специальном трансформаторе.

Если испытан е обмоток возбуждения и обмоток якоря показало, что они вполне исправны, то переходят к разборке реле-регулятора и, не вскрывая обмоток, обращают внимание главным образом на состояние контактов, поверхность которых должна иметь полусферическую форму и отсутствие слоя окислов.

Если обнаружите, что контакты K_1 и K_2 сильно разрушены, необходимо проверить цело ли дополнительное сопротивление R_g и не нарушается ли связь между ним и вибратором, или между ним и „массой“. В ех случаях когда генератор, с абженный регулятором-реле, не отдаст полной мощности, необходимо для выявления неисправностей придерживаться той же последовательности.

При эксплуатации трехщеточных динамомашии в случае отказа их в работе необходимо проверить цел ли предохранитель в обмотке возбужде ия (динамомашина фирмы Марелли) и в случае пониженной мощности генератора, имеющего термостат (динамомашина фирмы Делько-Ремп), следует обратить внимание на контакты термостата, замкнуты ли они при температуре окружающего воздуха.

В случае обнаружения поврежденной поверхности коллектора или ее неровности, вследствие выступаия миканитовых прокладок, необходимо произвести его обточку, причем толщина стружки, которую снимает резец при обточке, должна быть минимальна.

Обточку вести до момента полного устранения раковин и ссадин на поверхности ламелей.

До обточки якорь точно выверяют, не доверяясь состоянию центров на валу. После обточки удаляют часть миканита на глубину 0,5 мм, затем поверхность коллектора шлифуется и полируется.

При замене щеток необходимо, чтобы щетка не только подходила по размерам, но и состав ее и твердость были такими, какие имела изношенная или поврежденная щетка. Лучше всего пользоваться теми щетками, которые рекомендует завод, изготавливающий генераторы. Надо помнить, что щетки от высоковольтных коллекторных машин абсолютно непригодны для генераторов, применяемых на авто-тракторно-мотомашинах, так как дают очень большое переходное сопротивление и генератор не может самовозбудиться.

После установки поверхность щетки необходимо тщательно пригнать к поверхности коллектора с помощью стеклянной бумаги.

УХОД ЗА ГЕНЕРАТОРАМИ

Не следует злоупотреблять смазкою, так как одной из основных причин отказа в работе генератора является попадание масла на коллектор, щеткодержатели, щетки и обмотки. Так как большинство генераторов имеет вал якоря, установленный

на шарикоподшипниках, то смазка их производится тавотом или солидолом один раз в сезон при чистке и разборке динамомашинны.

В тех комбинированных приборах, где имеются винтовые шестерни, приходится производить примерно через 3000 км пробега автомашины и на тракторах через 100 часов работы, впуская по нескольку капель масла.

Чрезмерная смазка вызывает прилипание щеток к щеткодержателям и нередко к их застреванию (в случае полужесткого крепления щетки в щеткодержателе). Излишки смазки вызывают загрязнение коллектора, искрение щеток, а нередко и полный отказ генератора в работе.

Необходимо следить за коллектором и щетками и через 100 часов работы производить обтирание его поверхности чистой тряпкой, и если поверхность коллектора сильно загрязнена, обтирание делают тряпкой, смоченной бензином. Следует придерживаться правила, что после 300 + 400 часов работы необходимо разобрать генератор (не разбирая регулятора-реле), очистить и посмотреть все детали, и положить необходимое количество смазки и после сборки проверить работу генератора на станде. В случае надобности произвести регулировку с предварительным исправлением и подчисткой контактов реле-регулятора.

Необходимо также помнить, что в случае неправильного соединения аккумуляторной батареи (перепутаны + зажим и — зажим) к генератору, он изменит полярность. Если аккумуляторную батарею включить так, как она должна быть включена по стандартной схеме, то как только генератор возбудится и замкнутся контакты реле, в толстой обмотке появится разрядный ток аккумуляторной батареи. В это время в тонкой обмотке сила тока будет близка к нулю, так как в ней Э. Д. С. аккумуляторной батареи будет противоположно направлена индуктированной Э. Д. С. обмоток якоря.

Напряженность поля, созданного толстой обмоткой, окажется недостаточной для того, чтобы удерживать якорек, и он под действием пружины будет оттянут, контакты K_1 и K_2 разомкнутся. Одновременно при замкнутых контактах в обмотках индукторов динамомашинны сила тока также будет уменьшаться (по той же причине, что и в тонкой обмотке реле), то после замыкания, за счет остаточного магнетизма, динамомашинна вновь возбудится, тонкая обмотка реле вызовет замыкание контактов и весь процесс вновь и вновь будет повторяться.

При наличии контрольной лампы в установке, нить ее окажется под напряжением, равным сумме Э. Д. С. аккумуляторной батареи и динамомашинны, вследствие чего сила тока в ней (нити) окажется достаточной для ее перегорания. При наличии амперметра в цепи батареи и динамомашинны можно будет наблюдать данный процесс по качанию стрелки. Подобная ошибка при включении аккумуляторной батареи вредно отзывается на состоянии контактов, а также вызывает разряд батареи.

Контрольные вопросы

1. Какие преимущества имеет двухступенный регулятор перед одноступенным, работающим с дополнительным сопротивлением.
2. Чем вызвана необходимость применения последовательной обмотки в комбинированном регуляторе.
3. Оказывает ли влияние на работу регулятора постоянства напряжения степень заряженности аккумуляторной батареи.
4. Почему при трехщеточных генераторах аккумуляторные батареи имеют большую емкость, чем при генераторах, снабженных регуляторами.
5. Чем объяснить невозможность пользования трехщеточным генератором для освещения при отсутствии аккумуляторной батареи.
6. Какие меры применяют для уменьшения влияния нагрева регулятора на величину регулируемого напряжения.
7. Какие меры способствуют улучшению зарядной характеристики в трехщеточных генераторах.
8. Дать оценку одноступенным регуляторам первого и второго типа.
9. Имеет ли значение место включения внешней нагрузки, т. е. непосредственно к аккумуляторной батарее или через обмотку регулятора силы тока.
10. Чем достигается повышение частоты колебаний вибратора.
11. Обязательно ли появление разрядной силы тока в обмотке реле для замыкания контактов K_c и K_d .
12. Как можно повысить величину зарядной силы тока в генераторах, снабженных регулятором, и в генераторах с третьей щеткой.
13. В чем заключаются основные требования к установке и приводу генераторов на автомашинах.
14. Как определить, в чем заключается неисправность динамомашины, снабженной регулятором, в случае падения напряжения на зажимах.
15. Перечислите основные правила ухода за динамомашинными.

ОТДЕЛ ПЯТЫЙ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПУСК ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

За последнее десятилетие все автомобили и некоторые тракторы снабжаются пусковым электродвигателем, при помощи которого осуществляется пуск двигателя внутреннего сгорания. Применение пусковых электродвигателей (в дальнейшем будем их называть стартерами) вызвано не только удобством, но и подчас невозможностью пуска двигателя от руки, вследствие высокой степени сжатия, напр. дизеля.

Распространение стартера также способствовало привлечению женщин в качестве водителей машин. Все преимущества стартера перед ручным пуском настолько очевидны, что не стоит их перечислять.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТАРТЕРУ

Для пуска двигателя внутреннего сгорания необходимо приложить к коленчатому валу вращающий момент (примерно от 5—20 кг·метров, величина которого зависит от рабочего объема цилиндра и степени сжатия).

Для получения такого большого вращающего момента от электродвигателя пришлось бы иметь последний больших размеров, что конечно абсолютно не позволило применить его на автомобиле. Получение достаточного вращающего момента можно осуществить, применяя понижающую зубчатую передачу с необходимым точным передаточным числом i , где

$$i = \frac{Z_m}{Z_c}$$

Z_m — число зубьев на шестерне маховика,

Z_c — число зубьев на шестерне стартера.

В тот момент, когда коленчатый вал двигателя начинает вращаться, приходится преодолеть инерцию масс, трение в двигателе и давление сжимаемой газовой смеси или воздуха.

Все перечисленное требует от электродвигателя, чтобы он при минимальном числе оборотов якоря имел максимальный вращающий момент. Таким требованиям отвечает серийный электродвигатель, т. е. двигатель с последовательным включением обмоток возбуждения в цепь якоря. Из курса „Электротехники“

известно

$$M_n = K I_a \Phi \text{ в к. м.} \quad (1)$$

где

M_n — момент якоря,

I_a — сила тока в якорной обмотке,

Φ — магнитный поток,

K — пост-явный коэффициент, зависящий от числа пар полюсов (P), числа пар параллельных цепей обмотки якоря a , числа проводников, находящихся на якоре W и площади сечения полюса Q

т. е.

$$K = \frac{P}{a} \frac{W}{200 \cdot 10 \cdot 981000}$$

Сила тока в обмотках якоря зависит $I_a = \frac{V - E_n}{R_n + r_n}$

где

V — напряжение на зажимах электродвигателя,

E_n — противоэлектродвижущая сила,

R_n — сопротивление обмоток якоря, коллектора и щеток,

r_n — сопротивление обмоток возбуждения.

Величина противоэлектродвижущей силы зависит от скорости вращения проводника в магнитном поле, его активной длины и величины магнитной индукции. Откуда следует, что в момент включения стартера сила тока I_a имеет максимальную величину, а так как обмотки возбуждения включены последовательно с обмотками якоря, то и в них сила тока будет та же, что и в обмотки якоря, а следовательно магнитная индукция будет максимальна, так как она зависит от числа ампер-витков.

На основании формулы (1) заключаем, что момент будет максимален. Как только якорь начнет вращаться, в проводниках появится противоэлектродвижущая сила, и так как разность $V - E_n$ по мере увеличения числа оборотов будет уменьшаться, то и сила тока в якоре и индукторах также понизится, вызывая уменьшение вращающего момента. Зависимость числа оборотов якоря выражена формулой

$$n = \frac{V - I_a (R_n + r_n)}{c \Phi}$$

где

V — напряжение на зажимах электродвигателя,

c — постоянный коэффициент, характеризующий двигатель,

Φ — магнитный поток,

Из формулы видно, что при увеличении реактивного момента величина падения напряжения в якоре $e = I_a R_n$ увеличивается, и разность $V - I_a R_n$ уменьшается. Но одновременно с увеличением силы тока в якоре увеличивается и сила тока в обмотке возбуждения и величина магнитного потока повышается. Уменьшение числителя и увеличение знаменателя вызывает быстрое падение числа оборотов n . Если же нагрузка на вал якоря уменьшится, то число оборотов быстро возрастет и при отсут-

ствии тормозного момента может достигнуть такого значения, что механическая прочность якоря и крепление на нем обмоток окажутся недостаточными и двигатель потерпит аварию. На рис. 129 изображены основные характеристики серийс двигателя.

В установках, имеющих напряжение 6 вольт, максимальное значение силы тока достигает 300 + 500 ампер и в установках с напряжением 12 вольт 150 + 300 ампер.

Время, необходимое для получения пускового числа оборотов коленчатым валом, зависит от вращающего момента стартера,

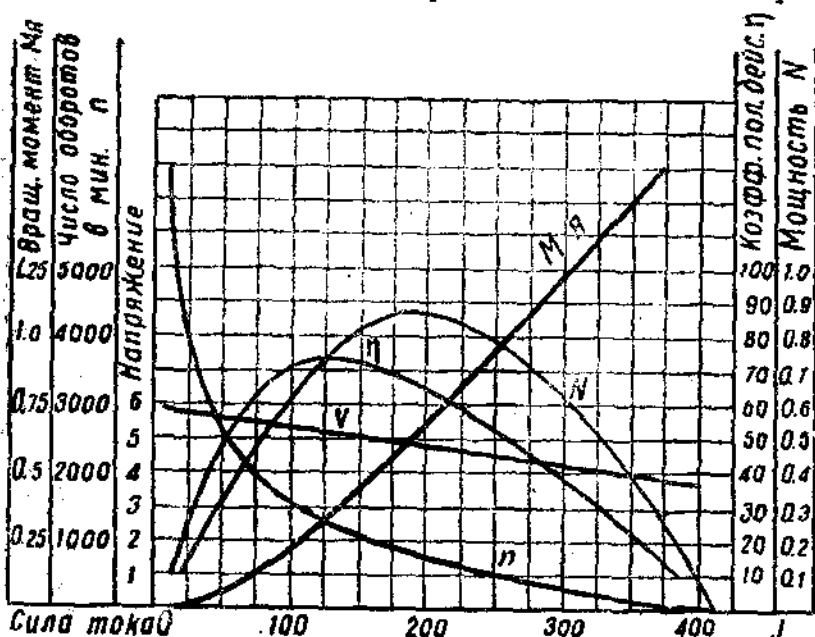


Рис. 129

передаточного числа между ним и двигателем, от затяжки подшипников, от вязкости масла и от напряжения на зажимах стартера.

При батарейном зажигании двигатель пускается при 60 + 80 об/мин. коленчатого вала.

Во время пуска при одном и том же стартере, той же аккумуляторной батарее, том же состоянии ее заряда и том же передаточном числе, число оборотов якоря стартера, а следовательно и число оборотов коленчатого вала, может изменяться в пределах от 60 + 200 об/мин. в зависимости от состояния двигателя внутреннего сгорания. Так, напр., при приработавшихся подшипниках и вполне заряженной батарее, но холодном двигателе, максимальное число оборотов коленчатого вала достигает 80 об/мин. В том же двигателе, но в нагретом состоянии максимальное число оборотов коленчатого вала достигает 200 об/мин.

Необходимо отметить, что значение вращающего момента в первом случае будет больше и вал двигателя достигает максимального числа оборотов через большее время, чем во втором случае, когда двигатель в нагретом состоянии. Это говорит, что в холодное время года аккумуляторная батарея, которая имеет пониженную емкость при низких температурах, при пользовании стартером будет быстрее разряжена.

Для экономии электрической энергии запасенной в аккумуляторной батарее, а так же в целях сохранности ее, не рекомендуется производить пуск двигателя путем нескольких чередующихся через малый промежуток времени последующих включений и выключений, так как в момент пуска сила тока имеет значительную величину. Лучше пуск производить следующим образом: когда есть уверенность, что топливо в карбюраторе имеется, приоткрывают дроссель, закрывают доступ воздуха и при выключенном зажигании включают стартер; когда в цилиндры двигателя поступит газовая смесь, не выключая стартера, включают зажигание. Исправный двигатель при соответствующем топливе заведется и тогда открывают воздушную заслонку и выключают стартер. Если пуск двигателя не удался, необходимо сделать паузу в 1—3 мин., прежде чем приступить к следующему пуску. Необходимость в паузе вызвана обильным выделением химически-чистой воды в порах активной массы пластины, которая является нетокопроводящим веществом, и значительно повышает внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи и уменьшает напряжение на зажимах стартера.

Мощность электрического тока представляет $P=VI$. Напряжение V в автоустановке очень низкое, и необходимо иметь цепи с малым сопротивлением, чтобы в них была большая сила тока при малом падении напряжения в них. С этой целью провод, соединяющий стартер с аккумуляторной батареей, берут большего сечения от 35—95 мм². С этой же целью материал щеток должен иметь малое удельное сопротивление, равное 0,000002—0,000001 ом/см.³

В целях уменьшения сопротивления обмоток возбуждения и якоря их делают из медного провода, большей частью прямоугольного сечения. В целях получения минимального сопротивления часто обмотки возбуждения выполняют в виде двух параллельных цепей, последовательно включенных в цепь якоря.

Чтобы иметь максимальный момент при минимальном числе оборотов якоря, применяют многополюсные индукторы, так как

$$M_s = \frac{P}{a} \frac{WBI_a}{200 \cdot 10^9 981000} \text{ кг м}$$

т. е. момент прямо пропорционален числу пар полюсов P и обратно пропорционален числу пар параллельных цепей a на якоре. Для выполнения последнего требования применяют волновую обмотку, но число щеток ставят равное числу полюсов, с целью уменьшить плотность тока в них (щетках), которая превышает нормальную, для стационарных электродвигателей примерно в 10 раз.

Определение необходимой мощности стартера

В тех случаях, когда приходится заменить один тип стартера другим, рекомендуется произвести проверку, пригоден ли данный стартер для пуска двигателя.

Выше уже указывалось влияние температуры двигателя и вязкости масла на потребную мощность и величину вращающего момента стартера, необходимых для надежного пуска двигателя. Произведя подсчет мощности для холодного двигателя, можно обеспечить пуск нагретого двигателя. Расчет ведется для двигателя, имеющего температуру 0°C и вязкость масла в котором 6-8 по Энглеру при температуре $+50^{\circ}\text{C}$.

Вращающий момент стартера определяется на основании эмпирической формулы

$$M = 1,3 \cdot C \cdot V_{II} \text{ в кг м,}$$

где

C — коэффициент, зависящий от числа цилиндров и степени сжатия, его значения для четырехцилиндровых двигателей при нормальной степени сжатия $C = 3$ и повышенной степени сжатия $C = 3,5$. Для двигателей с 6-8 цилиндрами при нормальной степени сжатия $C = 3,5$ и повышенной степени сжатия $C = 4$,

V_{II} — рабочий объем всех цилиндров, выраженный в кубических дециметрах.

Учитывая минимальное число оборотов коленчатого вала, при котором магнето сможет дать искровой разряд в свече, способный воспламенить газовую смесь, определяют необходимую мощность

$$N = \omega M, \text{ но}$$
$$\omega = \frac{2\pi n_{\min}}{60}$$

делая подстановку, находят

$$N = M \frac{2\pi}{75 \cdot 60} n_{\min} \text{ в л. с.}$$

или

$$N = 0,0014 \cdot n_{\min} M$$

Если характеристика стартера, который собираются установить на двигатель внутреннего сгорания, имеет показатели, равные или большие полученных при подсчете, то установка допустима.

ПРИВОД ОТ СТАРТЕРА К ДВИГАТЕЛЮ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Передача вращающего момента от якоря стартера к коленчатому валу двигателя внутреннего сгорания необходима только на время пуска последнего, и потребности в постоянном сцеплении не имеется.

Выше уже указывалось на необходимость в большом передаточном числе между якорем стартера и коленчатым валом. Наиболее подходящим местом на двигателе для привода в современных автомобилях и тракторах является зубчатая передача через шестерню, укрепленную на маховике, благодаря ее боль-

шому диаметру, относительно диаметра шестерни якоря стартера, имеется возможность получить большое передаточное число, порядка $i \approx 10-20$.

Сцепление зубчатой шестерни маховика с шестерней якоря происходит вследствие осевого перемещения последней. Перемещение шестерни якоря происходит или вместе с ним, или же она имеет полужесткое крепление на валу, позволяющее ей перемещаться относительно вала.

Осевое перемещение можно вызвать или воздействием силы, приложенной извне (действием ноги на систему рычагов), или используя ускорение вала якоря и инерцию шестерни (принцип Бендикса) или же используя втягивающие свойства электромагнита.

Механизм сцепления должен отвечать следующим условиям:

1. Передача вращающего момента должна происходить только после того, как зуб шестерни войдет в полное зацепление.

2. Для предупреждения поломки зубьев венца маховика и зубьев шестерни якоря, необходимо иметь амортизационное устройство, смягчающее удар между зубьями.

3. После того, как двигатель внутреннего сгорания будет пущен, должно произойти полное расцепление между зубьями венца маховика и шестерней стартера.

4. После пуска двигателя, до момента расцепления, в целях предупреждения чрезмерного увеличения числа оборотов якоря стартера (он из ведущего переходит в ведомый) желательно снабдить передаточный механизм втулкой свободного хода.

Примечание. Этот пункт не относится к механизмам сцепления типа Бендикс.

5. Желательно в целях уменьшения пусковой силы тока и увеличения мощности стартера (см. рис. 129, кривая изменения мощности как функция числа оборотов якоря) иметь такой механизм сцепления, при котором до передачи вращающего момента коленчатому валу якорь получил бы некоторое ускорение, благодаря чему в обмотках якоря появится противоэлектродвижущая сила, и сила тока в цепи стартера понизится.

КОНСТРУКТИВНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ СТАРТЕРА, МЕХАНИЗМОВ СЦЕПЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Стартер фирмы Делько-Реми, устанавливаемый на автомобилях Л 1 и Бьюик.

На рис. 130 представлен разрез стартера, изготавливаемого фирмой Делько-Реми.

Принцип действия заключается в следующем: при нажатии педали усилие ноги передается через систему рычагов вилке B_k кольцо и через пружину P втулке, которая находится на шлицах вала якоря. Со втулкой соединена, при помощи фрикционного сцепления, зубчатая шестерня. С торцевой стороны, обращенной к венцу маховика, зуб шестерни стартера имеет скошенные фазки, зуб же венца имеет закругленную форму

с торцевой части, обращенной к стартеру. Это сделано с целью обеспечить попадание зубьев шестерни стартера во впадины зубчатого венца маховика. После того, как произошло полное зацепление, дальнейшее движение вилки будет сжимать пружину и рычаг произведет замыкание контактов *A* и *B*. Обмотки стартера будут включены в цепь аккумуляторной батареи.

Появление силы тока в обмотках создаст большой вращающийся момент, и так как в это время необходимо преодолеть инерцию маховика и других вращающихся масс двигателя, то приложенный момент окажется настолько велик, что сила трения в фрикционном сцеплении окажется недостаточной и произойдет пробуксовывание. Как только маховик получит ускорение, сила трения окажется достаточной чтобы шестерня стартера вращалась с той же угловой скоростью, какую имеет вал якоря.

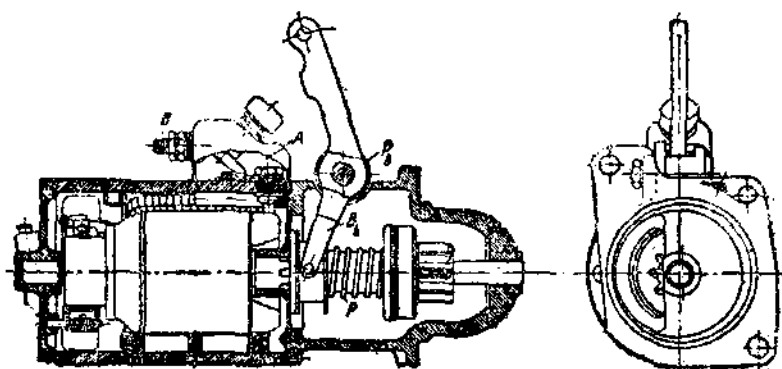


Рис. 130

Применение фрикционной муфты устраняет возможность поломки зубчатых шестерен.

Применение фрикционного сцепления, хотя в крайне незначительной мере, но способствует уменьшению пусковой силы тока и увеличению мощности стартера вследствие повышения числа оборотов в момент пуска двигателя.

В данной конструкции стартера расцепление достигается возвратной пружиной I_2 , одновременно с прекращением действия силы на педаль (независимо от того, завелся двигатель или нет)

Такой тип стартера не имеет звена холостого хода, и в случае заедания шестерни на валу якоря последний приобретает большое число оборотов, при котором механическая прочность бандажей, удерживающих обмотки в открытых пазах якоря, окажется недостаточной и их (обмотки) выкинет центробежной силой.

К большому недостатку надо отнести отсутствие электромагнитного выключателя, так как невозможно отключить стартер от аккумуляторной батареи ключом, выключающим зажигание и предупредить возможность пользования стартером постороннему лицу, не имеющему ключа

Стартеры с автоматическим сцеплением Бенликс, изготавливаемые Электрозаводом и фирмами Делько-Реми, Форд, Авто-Лайт, Р. Бош и др.

На рис. 131а представлен разрез стартера, изготавливаемого Электрозаводом для автомобилей ГАЗ им. Молотова. Устройство его и принцип действия следующий: вал якоря покоится на двух подшипниках скользящего типа. На конце вала, противоположном коллектору, при помощи стопора C_T укреплено кольцо с пружиной P , которая в свою очередь с помощью болта B укреплена к трехходовому винту с прямоугольной, резьбой, свободно одетому на вал якоря.

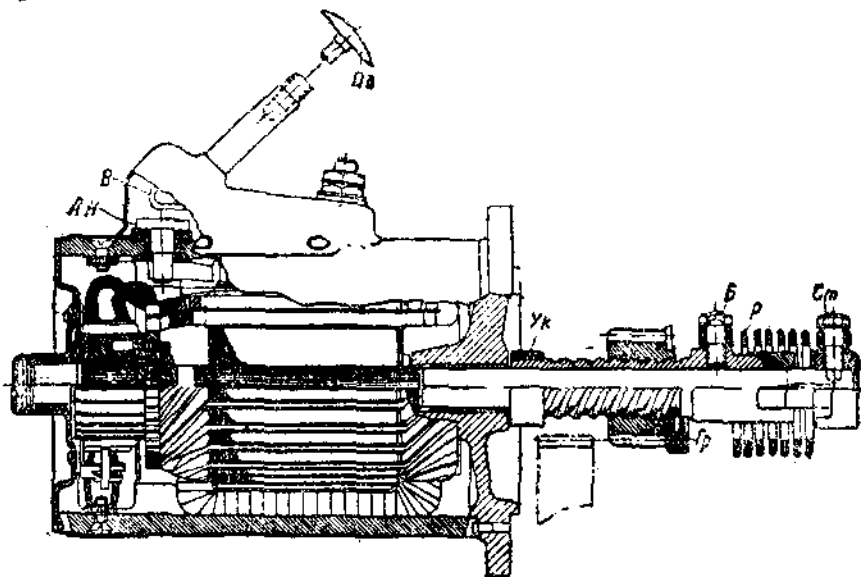


Рис. 131а

Если смотреть на двигатель со стороны радиатора, то стартер расположен справа и так как вращение маховика происходит по часовой стрелке, то вращение якоря стартера должно быть левым, т. е. против часовой стрелки. При нажатии пусковой педали $П_d$ произойдет замыкание контактов A и B и ток (см. рис. 131б) от $+$ зажима аккумуляторной батареи по „массе“ поступит в щетки a , ламели коллектора, обмотку якоря, ламели, в щетки b , откуда в обмотки возбуждения индукторов, в контакт A , контакт B , зажим B_A и по проводу в — зажим аккумуляторной батареи.

Поле, созданное током в обмотке якоря, взаимодействуя с полем индукторов, создаст вращающий момент и якорь получит ускорение. На трехходовом винте расположена шестерня с внутренней резьбой, снабженная грузиком G_p , в котором установлена пружинка и тормозной штифт.

При ускорении вала якоря момент передается через пружину к трехходовому винту, который также получит ускорение. Так как грузик нарушает симметрию расположения массы шестерни, то реактивный момент, представляющий прои- в-де-ие равнодействующей силы грузика на радиус, будет препятствовать вращению шестерни вместе с винтом, вследствие чего она вынуждена перемещаться влево, т. е. ближе к телу стартера, как только зуб шестерни стартера выйдет в полное зацепление с венцом, торцевая сторона шестерни получит упор в кольцо УК, которое ограничивает ее осевое перемещение.

В связи с тем, что маховик находится в покое, а якорь имеет довольно большую угловую скорость, удар зубьев оказался бы настолько велик, что ножку зуба могло срезать, но благодаря пружине Р удар будет смягчен, так как часть энергии будет ею воспринята.

Необходимо помнить, что пружина должна иметь направление витков, при котором происходило бы обвивание вокруг промежуточной муфты при передаче вращающего момента коленчатому валу, т. е. она должна работать на закручивание, а не на раскручивание.

После того, как двигатель будет пущен, маховик получит ускорение от коленчатого вала и шестерня стартера перестанет быть ведущей и окажется в роли ведомой. Вал якоря развить такого числа оборотов (его максимальное значение при холостом ходе $n = 4000$ об/мин.) не сможет, которое получит шестерня стартера от венца маховика, и она, имея большую угловую скорость, чем трехходовой винт, будет премещаться по резьбе вправо и выйдет из зацепления. Для того чтобы предупредить возможность ее перемещения по винту вследствие тряски автомобиля в грузике установлен тормозок, штифт которого входит в углубление, образованное кольцевой заточкой на трехходовом винте.

Для исправной работы автоматического сцепления не следует нарезку винта покрывать смазкой, имеющей большую вязкость.

На рис. 132 представлен стартер фирмы Р. Бош, который имеет сцепление Бендикс и конструктивно отличается от вышеописанного стартера наличием трех подшипников и отсутствием пускового выключателя, устанавливаемого отдельно от стартера.

Стартеры фирмы Делько-Реми, Авто-Ляйт и Р. Бош тип АУ ничем не отличаются от вышерассмотренных и описание их не дается.

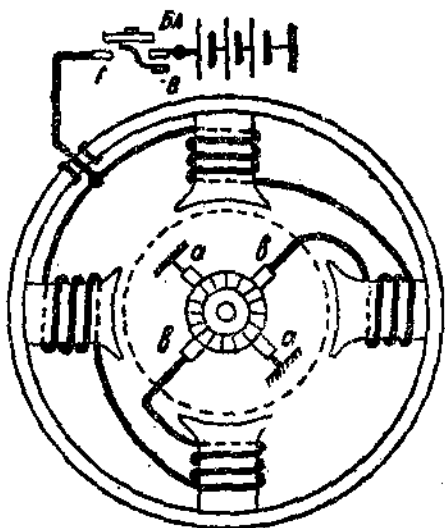


Рис. 131Б

Стартер фирмы Р. Бош, тип ВСВ, ВЈГ

Данный тип стартера снабжен электромагнитным выключателем и перемещение зубчатой шестерни достигается осевым перемещением самого якоря.

На рис. 133а представлена монтажная схема подобного типа стартера и на рис. 133б изображен разрез стартера. Индуктор имеет четыре полюсных наконечника, причем на двух противоположных имеется серия снзя обмотка малого — круглого сечения и на двух других наконечниках имеется серия снзя обмотка большого — прямоугольного сечения.

Соединение обмоток произведено так, чтобы два рядом лежащие полюса имели разноименную полярность. Последовательная обмотка малого сечения имеет большое число витков и при небольшом значении силы тока в ней создается сильный магнитный поток.

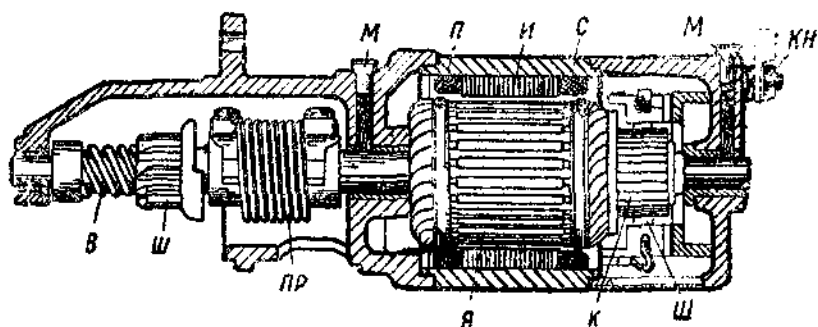


Рис. 132

Принцип действия стартера и электромагнитного выключателя заключается в следующем. При нажатии пусковой кнопки *ПК* под действием Э. Д. С. аккумуляторной батареи в обмотке электромагнитного выключателя появится ток и поле, созданное им, втянет железный сердечник. Перемещение сердечника ограничено упорной планкой *УИ*, которая упирается в гашетку *Г* и при этом перемещении сердечника произойдет замыкание контактов *I* и *II*.

При замкнутых контактах в тонкой последовательной обмотке индукторов, а также и в обмотке якоря появится электрический ток. При этом положении контактов путь его следующий: + зажим аккумуляторной батареи, контакт *I*, контакт *II*, тонкая серия снзя обмотка, щетки *A* и *A*, ламели коллектора, обмотки якоря, ламели, щетки *B* и *B*, „масса“ и — зажим аккумуляторной батареи. Вследствие большого сопротивления тонкой обмотки возбуждения значение силы тока окажется очень малым.

Из разреза и схемы видно, что активное железо якоря не находит полностью против полюсов, так как пружина *P*₁ оттягивает якорь вправо до крайнего положения.

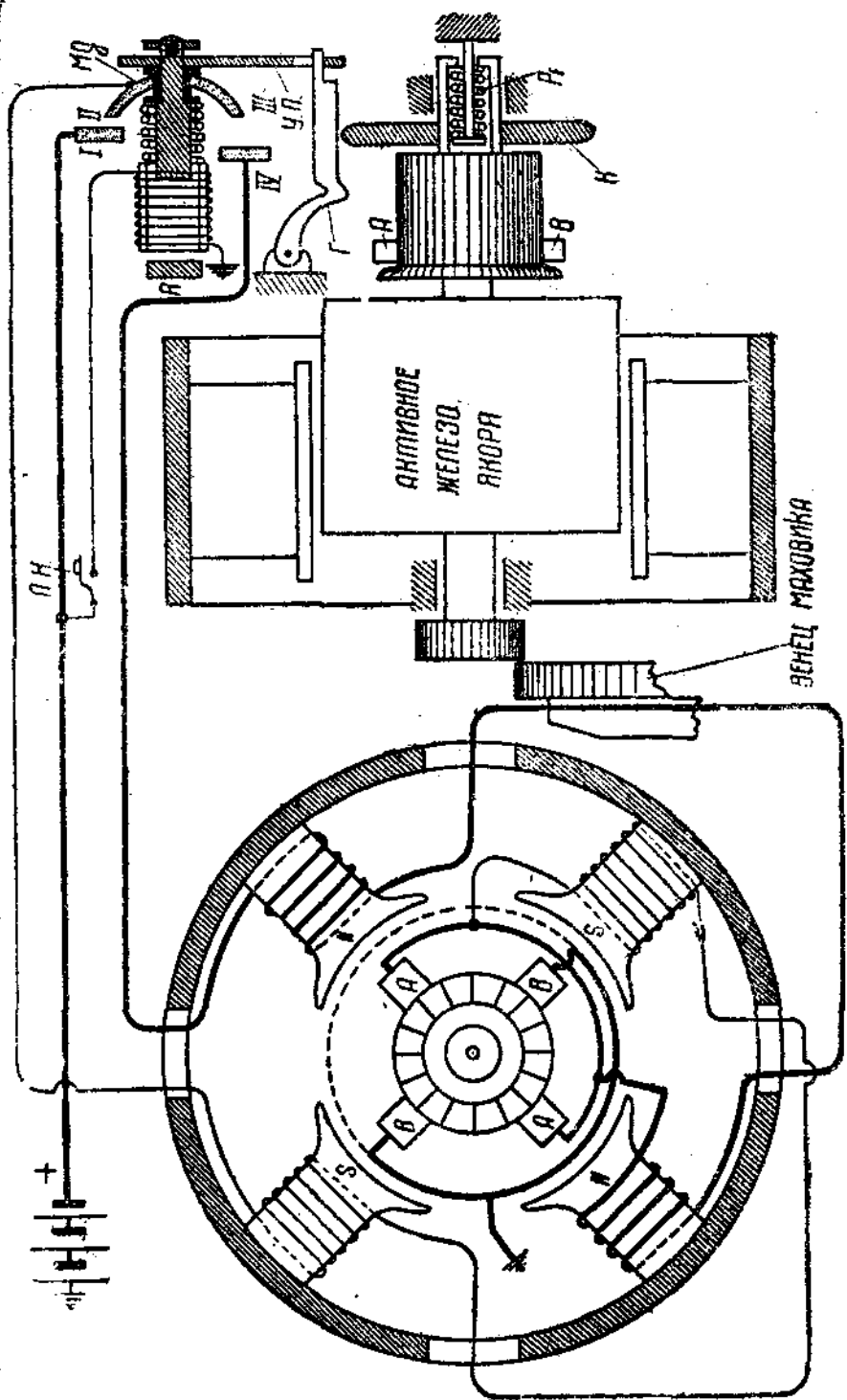


Рис. 182а

Появившийся ток в тонкой последовательной обмотке индукторов создаст мощный магнитный поток, который втягивает, преодолевая упругость пружины P_1 , якорь, до полного совпадения активного железа с полюсами.

Ранее уже указывалось, что вращающий момент якоря зависит от силы тока в обмотке якоря и величины магнитной индукции, т. е. $M_{\text{я}} = K I_{\text{я}} B$.

Значение магнитной индукции велико, но сила тока в обмотках якоря очень мала и при замкнутых контактах *I* и *II* вращающий момент настолько мал, что его только достаточно для преодоления трения в подшипниках, трения щеток о коллектор и трения поверхностей зуба при зацеплении. С другой стороны

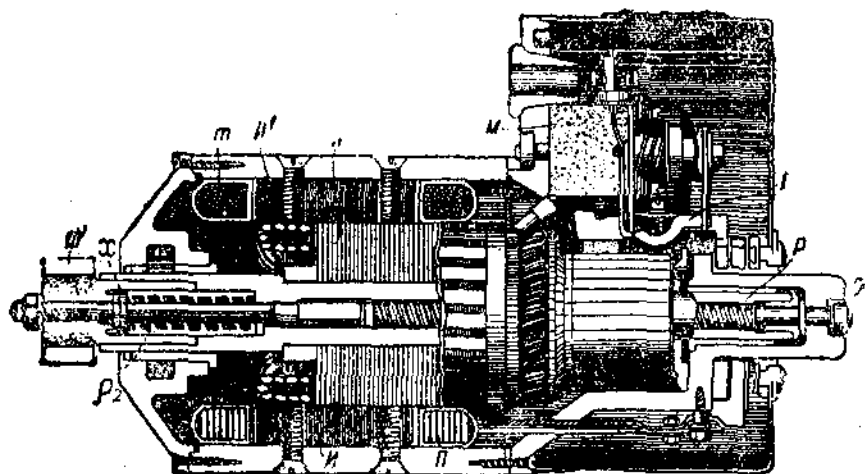


Рис. 133б

известно, что число оборотов якоря обратно пропорционально величине магнитного потока, в данном случае он очень велик, а следовательно число оборотов якоря очень мало и не превышает $80 \div 100$ об/мин.

Последние два положения, как-то малое число оборотов и малый крутящий момент, обеспечивают попадание зубьев шестерни якоря во впадины между зубьями венца маховика, и гарантируют невозможность повреждения зубчатых шестерен.

Как только зубья войдут в полное зацепление, перемещающееся вместе с якорем кольцо *K*, которое жестко закреплено на валу, приподнимет гашетку *Г* и освободит упорную пластинку. Это позволит соленоиду электромагнитного включателя глубже втянуть сердечник и замкнуть контакты *III* и *IV*, вследствие чего толстая последовательная обмотка окажется включенной в цепь аккумуляторной батареи.

При этом положении контактов путь тока следующий: + зажим аккумуляторной батареи, контакт *I*, контакт *II*, медная

дуга *Mg*, контакт *III*, контакт *IV*, толстая серийная обмотка, щетки *A A*, ламели коллектора, обмотки якоря, ламели коллектора, щетки *B B*, „масса“ и — зажим аккумуляторной батареи.

Сопротивление этой обмотки (толстой) незначительно и сила тока в ней и обмотке якоря примет большое значение. Появление тока большой силы в обмотке якоря, при наличии мощного магнитного потока индукторов, позволяет иметь большой крутящий момент, он способен преодолеть все сопротивления в двигателе внутреннего сгорания и дать необходимое для пуска двигателя число оборотов коленчатому валу.

В целях смягчения возможного удара зубьев, вследствие броска тока при замыкании контактов *III* и *IV*, шестерня соединяется с валом якоря через амортизационную пружину *P₂* или многодисковую фрикционную муфту (подобное устройство имеется у стартеров тип *BNE* и *BPA*).

Пружина *P₂* установлена внутри вала якоря и связана с шестерней через храповик с „волчьим“ зубом.

Если к пружине приложить крутящий момент, который будет стремиться ее раскручивать, то пружина при увеличении диаметра витков упруется в стенки втулки, в которую она вставлена, и сила трения окажется достаточной, чтобы передать крутящий момент втулке. В данном случае втулкой является выточка в шестерне. Если же приложить крутящий момент к самой шестерне от венца маховика, то пружина будет завиваться, диаметр витков уменьшится и будет иметь место холостой ход этой шестерни, т. е. шестерня не сможет вращать якоря.

Храповик поставлен на случай заедания пружины во втулке, и если двигатель заведется, а расцепление не произошло, то храповик предупредит возможность передачи момента от венца маховика к валу якоря.

Выше был рассмотрен вопрос о сцеплении, необходимо рассмотреть, благодаря чему достигается автоматическое расцепление. Как только двигатель заведется, якорь перестает передавать крутящий момент венцу, а следовательно, реактивный момент равен нулю (пренебрегая трением в самом стартере) и число оборотов якоря увеличится, вследствие чего противоэлектродвижущая сила увеличится и сила тока в последовательных обмотках возбуждения уменьшится.

Магнитный поток индукторов настолько ослабнет, что напряженность поля не сможет преодолевать упругости пружины *P₁*, которая втянет якорь в исходное положение.

Если пусковая кнопка не выключена, то якорь будет продолжать вращаться, не имея сцепления с венцом маховика. Необходимо помнить, что повторное нажатие пусковой кнопки допустимо только после того, когда есть полная уверенность в том, что двигатель не работает.

Если пусковая кнопка будет нажата при работающем двигателе, то поломка зубчатого венца, шестерни, якоря и амортизационной пружины неизбежны, нередко и вал якоря и крышка стартера приходят в полную негодность.

Фирмой Р. Бош предусмотрено использование стартера и в случае необходимости обратной стороны вращения якоря. Для этого необходимо заменить амортизационную пружину P_2 и храповичок X . Изменение направления вращения якоря достигается без всяких переделок, для этого достаточно отвернуть две гайки и два винта, крепящих перемычку щеткодержателей и, повернув ее на угол 180° вокруг центра фигуры, вновь закрепить теми же гайками и теми же винтами.

При повороте планки на 180° происходит замыкание щеток A и A на „массу“ вместо щеток B и B . Следовательно направление тока в обмотках якоря будет обратное и направление вращения будет противоположно тому, которое было до переключения.

Фирмой Р. Бош выпускаются стартеры мощностью от 0,4 л. с. до 6 л. с., причем стартеры типа BNE и BPA , т. е. мощные

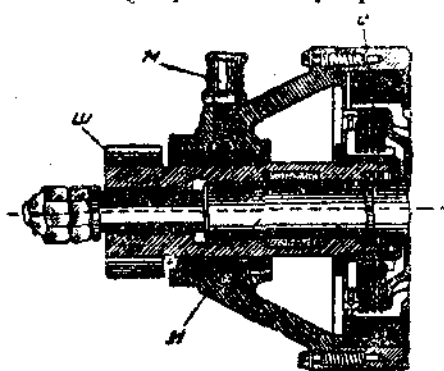


Рис. 131

стартеры, снабжаются многодисковой фрикционной муфтой, цель которой уменьшить возможность срезывания зуба шестерен в момент замыкания контактов III и IV , так как амортизационной пружины не имеется. На рис. 134 представлен разрез передней крышки стартера, вала якоря, шестерни и фрикционного амортизатора.

На каждом стартере имеется буквенный и дробный показатель. Числитель дроби показывает мощность в лошадиных

силах, а знаменатель номинальное напряжение аккумуляторной батареи, от которой стартер получает энергию.

Стартер фирмы Сцинтилла с электромагнитным включателем

Фирмой Сцинтилла выпускаются стартеры мощностью от 0,6 л. с. до 3 л. с., снабженные электромагнитным включателем и реверсивным переключателем.

Реверсивный переключатель позволяет якорю иметь правое и левое вращение в зависимости от того, произошло зацепление шестерни якоря с шестерней маховика или нет. На рис. 135 представлен разрез реверсивного стартера типа $HP-9$.

Она типа стартеров работают в одном принципе и отличаются между собой только конструктивным выполнением. Реверсивные стартеры фирмы Сцинтилла являются самыми сложными по конструкции и для уяснения принципов их работы приведена схема стартера $VC-9$, с некоторым упрощением конструкции (см. рис. 136).

При нажатии пусковой кнопки $ПК$ замыкается цепь электромагнитного включателя и поле, созданное током (дуть кото-

рого: — зажим аккумуляторной батареи, „масса“, обмотка электромагнитного включателя, зажим 14, пусковая кнопка ПК, и — зажим аккумуляторной батареи), притянет железное кольцо вследствие чего пружинный контакт *a* замкнется с полукольцом II, пружинный контакт *b* будет соединен с полукольцом III, пружинный контакт *c* будет замкнут с полукольцом IV и пружинный контакт *d* замкнется полукольцом VI.

При этом положении контактов путь тока следующий: + зажим аккумуляторной батареи, „масса“, щетки А А, ламели коллектора, обмотки якоря, ламели коллектора, щетки В В, полукольцо V, контакт *c*, по латунной пружине, контакт *d*, полукольцо VI, обмотки индукторов, полукольцо I, контакт *a*, латунная пластинка, контакт *b*, полукольцо II, зажим 16 и — зажим аккумуляторной батареи.

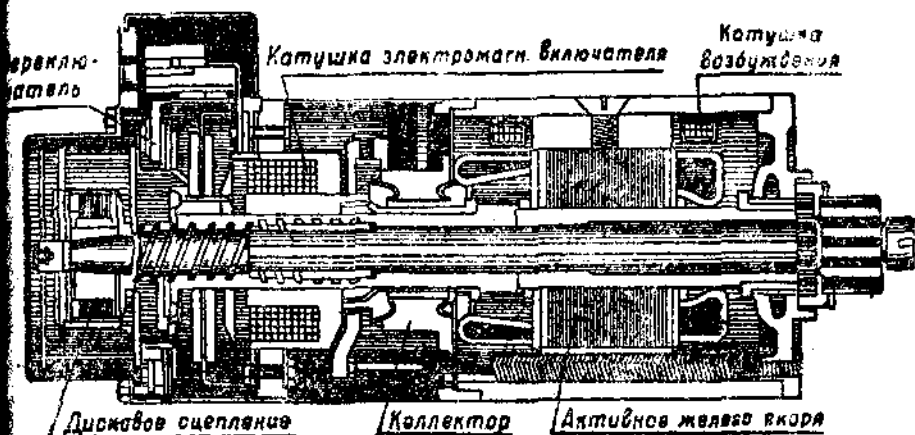


Рис. 135

При этом пути тока, полярность полюсов 1—N, 2—S, 3—N, и 4—S. Вращение якоря будет против часовой стрелки, если смотреть со стороны коллектора. Крутящий момент от якоря передается через шлицы ведущим диском, и от них через ведомые диски гайке, которая заставит перемещаться винт с шестерней вправо.

Если зуб шестерни якоря не совпал со впадиной зуба венца, то дальнейшее перемещение ее вправо прекратится и дисковое сцепление будет перемещаться по шлицам влево и передаст движение переключателю, который передвинет железное кольцо влево и переключит ко такты.

При крайнем левом положении железного кольца будут замкнуты: контакт *a* с полукольцом II, контакт *b* с полукольцом III, контакт *c* с полукольцом IV и контакт *d* с полукольцом V.

При этом положении контактов путь тока следующий: + зажим аккумуляторной батареи, „масса“, щетки А А, ламели коллектора, обмотки якоря (ток направлен в них в прежнем

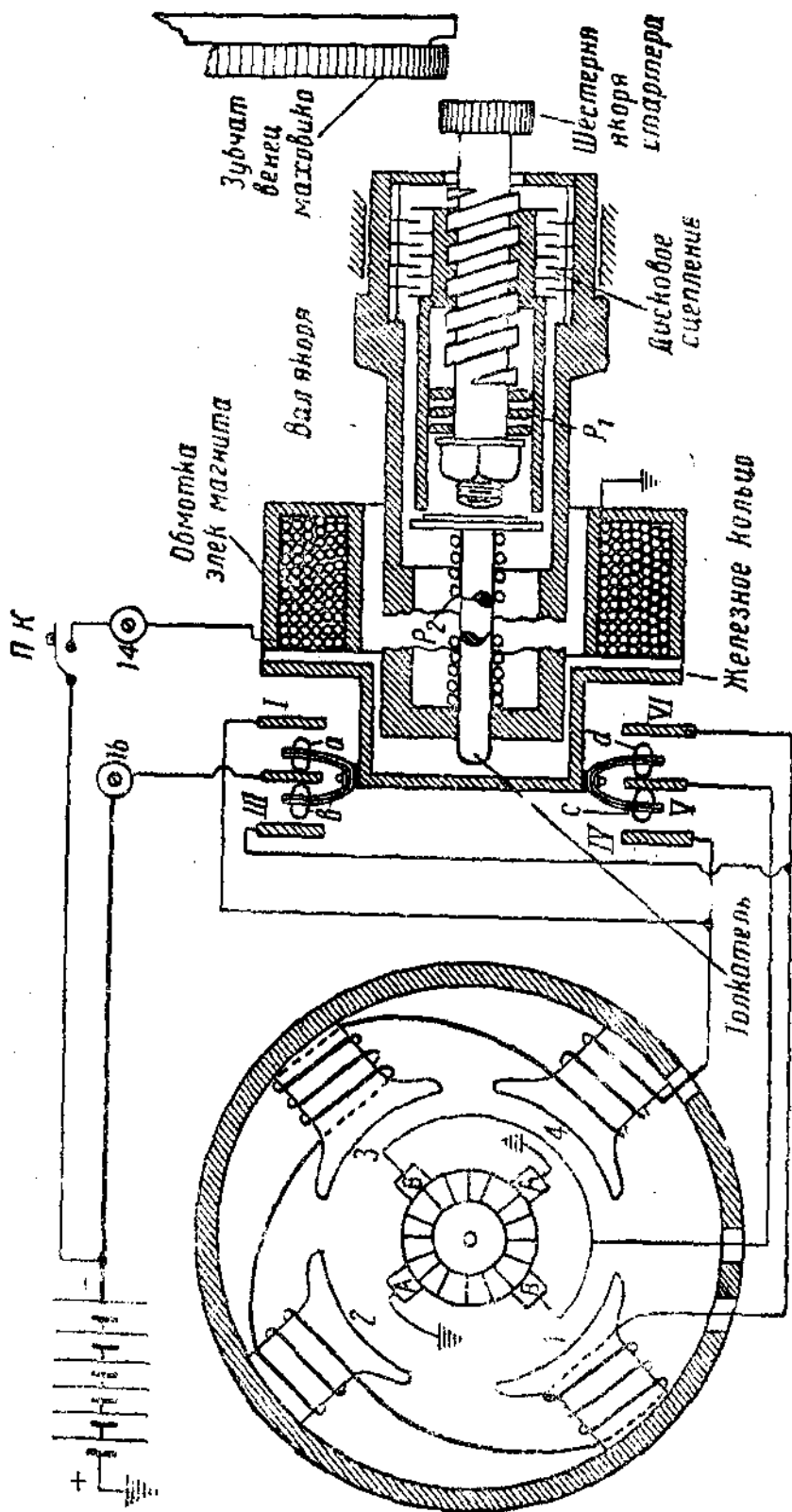


Рис. 136

правлении), ламели коллектора, щетки $B B$, полукольцо V , контакт d , контакт c , полукольцо IV обмотки возбуждения индукторов (направление тока в них противоположно первоначальному), полукольцо III , контакт b , контакт a , полукольцо зажим $1b$ и — зажим аккумуляторной батареи.

При переключенном положении контактов полярность полюсов будет обратная той, которая была до переключения, т. е. $1-S$, $2-N$, $3-S$ и $4-N$, так как в обмотках индукторов сила тока имеет обратное направление.

Известно из курса „Электротехники“, что при изменении полярности индукторов двигателя и прежнем направлении силы тока обмотках якоря вызывается обратное вращение якоря, а следовательно гайка будет навинчиваться и вначале она переместится вправо, дойдя до упора, а затем вынудит двигаться винт влево — шестерня займет исходное положение.

Но так как действие силы на толкатель прекратилось, то стальной упор вновь переместится вправо и весь процесс автоматически повторится, если зубчатка якоря не придет в зацепление.

Если зацепление произошло, то гайка получает упор в амортизационную пружину P_1 , роль которой — смягчить удар. Помимо пружинного амортизатора имеется и многодисковая фрикционная муфта сцепления, которая в значительной степени способствует сохранности стартера.

После того как двигатель будет пущен, шестерня якоря получит ускорение от зубчатого венца и будет при помощи гайки оставлена в исходное положение.

Этим и достигается автоматическое расцепление, действующее по принципу Бендикса.

УСТАНОВКА СТАРТЕРА

В большинстве случаев привод стартером коленчатого вала осуществлен через шестерню, устанавливаемую на маховике. Для правильного зацепления зубчатых колес необходимо после установки зубчатого венца на маховик проверить его concentricity. Допустимая величина отклонения не должна превышать 0,2 мм.

Для бесшумности передачи необходимо также иметь зазор между зубьями шестерен, величина которого находится в пределах 0,5—0,7 мм.

В случае замены одного стартера другим, но отличающимся от первого типа, необходимо проверить расстояние между центрами H , величину которого можно определить на основании следующей формулы, которая учитывает величину необходимого зазора, равного 0,7 мм.

$$H = \frac{m}{2} (Z_{\text{вен.}} + Z_{\text{ст.}}) + 2 \text{ в мм.}$$

где

m — модуль,

$Z_{\text{вен.}}$ — число зубьев на венце маховика,

$Z_{\text{ст.}}$ — число зубьев на шестерне якоря.

Наиболее распространен в стартерных передачах модуль $m = 3$ и $m = 3,175$, а так как $m = \frac{t}{z}$, то при $m = 3$, $t = 9,42$ откуда толщина зуба — S (по начальной окружности)

$$S = \frac{t}{2} = 4,712$$

Практически встречается толщина зуба меньше на 0,08—0,1 мм, так как зуб фрезеруется глубже.

Крепление стартера встречается флянцевое (на автомобилях Г. А. З. и З. И. С., тракторах Клетрик и др.) и затяжными хомутами, причем сила трения между хомутами и станиной стартера должна быть достаточной, чтобы предотвратить возможность провертывания при передаче крутящего момента маховику.

НЕИСПРАВНОСТИ, ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ

Неисправная работа стартера может быть вызвана не только повреждением в самом стартере, но и повреждениями в проводке, а также неисправном состоянии аккумуляторной батареи.

Во всех случаях отказа в работе стартера необходимо прежде всего установить, имеет ли достаточный заряд аккумуляторная батарея. Для определения этого необходимо контрольным вольтметром (который зашунтирован сопротивлением, позволяющим пропустить силу тока порядка 40—80 ампер) убедиться, что напряжение не падает ниже 1,8 вольт на один аккумуляторный элемент. После того как есть уверенность в том, что батарея имеет заряд, проверяют, плотно ли присоединены зажимы и не окислены ли они. Затем проверяют соединение с „массой“ в хорошем ли оно состоянии.

Если стартер все же не работает, т. е. якорь не вращается, то проверяют состояние контактов выключателя и, не найдя в них неисправности, переходят к осмотру щеток и коллектора (см. „Уход за динамомашинами“).

Часто можно наблюдать следующее явление: после нажатия пусковой кнопки якорь стартера вращается до момента сцепления с венцом маховика, после чего останавливается. В этом случае причины те же самые, что и вышерассмотренные, но необходимо еще проверить достаточно ли давление пружин на щетки, а так же не слишком ли густо масло в двигателе внутреннего сгорания, что часто имеет место зимой; при пользовании маслом Автол Т.

В тех случаях, когда обнаружено, что пуск стартером невозможен, вследствие сильно разряженной батареи, и загустевшей смазки, рекомендуется произвести пуск за заводную ручку.

Стартеры, снабженные сцеплением Бендикс, имеют помимо указанных неисправностей следующие: при нажатии пусковой кнопки якорь получил ускорение, но шестерня не переместилась по винту и не вошла в зацепление. Это может иметь место: 1) при употреблении густой смазки винта, 2) при загрязнении винта, 3) слишком упруга пружина тормозка, 4) слишком туго двигается шестерня по винту.

Если при вращении якоря шестерни с винтом остаются неподвижны, то следовательно амортизационная пружина повреждена.

В случае, когда после пуска двигателя шестерня стартера не расцепляется (это обнаруживается по сильному гудению при увеличении подачи газовой смеси), необходимо немедленно заглушить двигатель и снять стартер.

Возможная неисправность — это заедание шестерни на винтовой нарезке.

Вообще надо помнить, что пользоваться стартером следует тогда, когда двигатель так отрегулирован, что легко заводится от руки.¹ В целях сохранности аккумуляторной батареи необходимо перед пуском холодно о двигателя (зимой) предварительно провернуть коленчатый вал от руки. С этой же целью (сохранность батарей) пуск двигателя производят следующим образом: при выключенном зажигании и закрытой воздушной заслонке включается стартер, и после того как в цилиндр поступит газовая смесь, не отпуская выключателя стартера включают зажигание. Как только двигатель будет пущен, открывают воздушную заслонку и выключают стартер. Длительность такого пуска не должна превышать 10—15 сек.

Если стартер после всех вышеуказанных проверок отказывается работать, его необходимо направить в ремонтную мастерскую.

После произведенной перемотки обмоток якоря или обмоток индукторов, а также и после замены изношенных и поврежденных щеток, необходимо произвести испытание стартера на величину вращающего момента, который должен иметь стартер при неподвижном состоянии коленчатого вала.

Для испытания необходимо следующее оборудование: 1) пружинный динамометр (безмен) до 16 кг с делениями, позволяющими измерять десятые доли килограмма, 2) рычаг с хомутовым креплением с плечем $L=0,5$ м, между точкой прирыва динамометра и центром вала, 3) амперметр постоянного тока до 600 ампер, 4) стартерный выключатель, 5) стартерную аккумуляторную батарею, 6) зажим для крепления стартера (можно тиски), 7) вольтметр для определения напряжения батареи до 12 в.

Схема испытательной установки дана на рис. 137. Данное испытание позволяет определить качество произведенного ремонта, причем данные, полученные при испытании, не должны иметь отклонения выше 0,1 кгм против заводских данных.

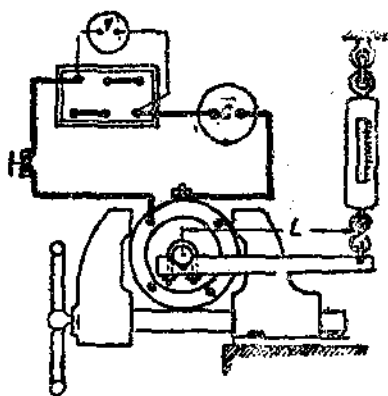


Рис. 137

¹ Исключая дизельмоторы.

Если при испытании окажется, что сила тока в цепи стартера равна или больше указанной заводом, а величина момента меньше той, которую должен иметь стартер, то на этом опыте выявляется неисправное состояние обмоток якоря или индукторов, выраженное витковым замыканием в них. Если окажется, что сила тока ниже нормальной, указанной в таблице, то необходимо обратить внимание на места припайки обмоток к петушкам ламелей, а также на плотность прилегания щеток к коллектору, давление пружин на них.

Если окажется все это в надлежащем состоянии, то остается заменить щетки, поставив щетки, изготовленные из материала с большей проводимостью. Следует однако помнить, что длина и сечение соединяющих проводов стартера с аккумуляторной батареей должны быть такими, какие были на данной автомашине (считая длину их и сечение по заводским данным).

При данном испытании следует помнить, что батарея должна иметь минимум $\frac{3}{4}$ заряда и испытание проводить не длительнее 3—5 сек., так как в противном случае может пострадать изоляция обмоток, а большая разрядная сила тока разрушительно подействует на пластины аккумуляторных батарей.

Для сравнения стартера различных фирм, а также обслуживающих их аккумуляторных батарей снимают характеристики, получить которые возможно в лаборатории. На рис. 129 даны характеристики стартера, получающего энергию от аккумуляторной батареи напряжением 6 вольт.

УХОД ЗА СТАРТЕРНОЙ УСТАНОВКОЙ

Большинство стартеров имеет якорь, установленный на подшипниках скользящего типа и редко на шарикоподшипниках, в последних не имеется большой необходимости, так как работа стартера очень кратковременна.

Потребности в частной смазки не имеется, так как в большинстве своем подшипники снабжены фитильной подачей масла. Фитиль раз в сезон напитывается маслом. Если имеются специальные масленки, то они заполняются маслом раз в три месяца.

Злоупотребление смазкой вызывает загрязнение коллектора, его обгорание и отказ в работе стартера.

В тех случаях когда имеется сцепление Бендикс, следует нарезку винта покрывать раз в месяц жидким маслом с предварительным промыванием его (винта) в бензине. Но это относится главным образом к открытым маховикам, зубчатый венец которых так же приходится не реже одного раза в месяц очищать от грязи.

В целях получения хорошего контакта в месте присоединения кабеля стартерной проводки к зажиму аккумуляторной батареи, желательно иметь освинцованные хомутики с целью предотвратить их окисление, с этой же целью поверхность их надлежит смазывать вазелином.

Лудить оловом медные хомуты бесцельно, так как полуда быстро разрушается под действием серной кислоты и если прибегают

полуде, то в целях лучшего пристаивания свинца, который оседает слоем при погружении луженых хомутиков в расплавленный свинец. Обыкновенно покрытие свинцом делают гальваническим способом.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРИБОРЫ

На автомашинах иногда встречаются комбинированные приборы, совмещающие в себе динамомашину и стартер. Такие приборы получили название диностарта и выпускались фирмами S. A. V., Пари-Рон, Рено, Делько, Норд-Ист и др.

Так как для совместной работы генератора с аккумуляторной батареей необходимо иметь параллельное возбуждение, то такой генератор в роли электродвигателя будет иметь очень малый начальный вращающий момент, вследствие чего такой электродвигатель для целей пуска двигателя внутреннего сгорания не пригоден. Необходимо снабдить индуктор помимо параллельной обмотки и последовательной.

Для того, чтобы иметь возможность пропустить большую силу тока для создания большего вращающего момента, необходимо иметь минимальное сопротивление якоря. С этой целью сечение проволоки якорной обмотки надо увеличить, не уменьшая активной длины проводника, так как в противном случае генератор будет иметь низкое напряжение. Увеличение сечения вызывает и увеличение габаритов якоря, что нежелательно, так как в значительной мере уменьшаются преимущества одноагрегатной установки. Правда на ее стороне остается преимущество, а именно отпадает необходимость иметь два привода (что имеет место при двухагрегатной установке). Но это приобретает дорогую цену, так как появляется необходимость в редуцировании числа оборотов.

Для генератора передаточное число между коленчатым валом и якорем бывает от 1:1 до 1:2, т. е. максимум якорь генератора имеет удвоенное число оборотов против коленчатого вала.

Для передачи крутящего момента от якоря стартера к валу двигателя применяют передачи 1:10 и даже 1:18. Редуцирование числа оборотов достигается применением планетарной передачи (эпициклический механизм), снабженной втулкой холостого хода и тормозным барабаном, который затормаживается при пусковом положении и позволяет иметь большое передаточное число.

В некоторых конструкциях диностартов прибегают, для получения большого пускового момента, к многополюсным индукторам, причем иногда якорь снабжается двумя обмотками и двумя коллекторами. Одна обмотка работает при пуске, а другая при работе диностарта в качестве генератора. В этих случаях можно иметь меньшее передаточное число. Иногда в диностартах последовательную обмотку возбуждения используют как противокомпаундную и для поддержания силы зарядного тока применяют способ трехщеточной динамомашинны.

Иногда диностарт имеет вибрационный регулятор, как например диностарт фирмы S. A. V.

Вышеперечисленные причины в значительной мере препятствуют широкому применению комбинированных приборов и за последние 8 лет, т. е. за период с 1925 г., применение одноагрегатных установок значительно сократилось, и если можно встретить диностарт, то на малолитражных моделях и в самом ограниченном количестве.

На рис. 138 представлена схема диностарта, изготавливаемого фирмой Пари-Рон. Диностарт имеет шестиполюсный индуктор (число полюсов взято большим, чтобы при минимальном числе оборотов иметь максимальный момент), снабженный противокомпаундной обмоткой. Регулирование силы зарядного тока

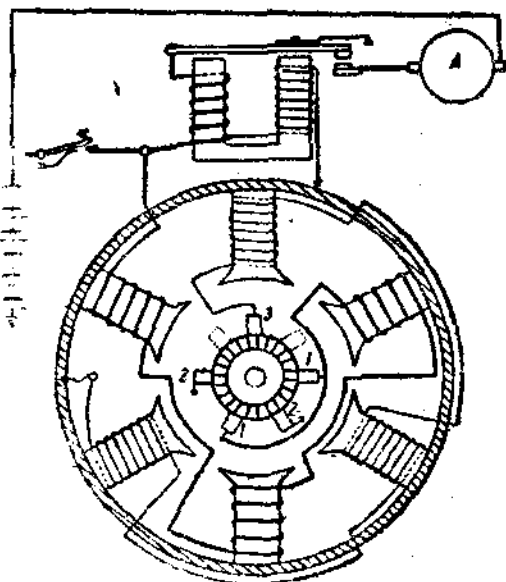


Рис. 138

достигается помощью "третьей" щетки и противокомпаундной обмоткой. Из схемы видно, что число щеток равно пяти, где щетки 1—1 и щетка 3 являются положительными, а щетки 2—2 отрицательными (при работе диностарта в качестве генератора). Подобное расположение щеток и их количество, неравное числу полюсов, требуют или применения петлевой обмотки с эквипотенциальными соединениями или волновой обмотки.

В целях получения минимального сопротивления якоря желательно иметь петлевую обмотку, но так как величина вращающего момента обрат-

но пропорциональна числу параллельных цепей обмоток якоря, то более желательна волновая обмотка. При использовании диностартом в роли генератора также желательно иметь волновую обмотку, так как при меньшем числе оборотов якоря можно получить ту же величину индуктированной Э. Д. С.

Применение петлевой обмотки без эквипотенциальных соединений вызывает необходимость в дополнительной установке двух щеток (места указаны пунктиром), но это увеличило бы нагрев коллектора, так как сила трения возросла бы (считая, что давление пружин на ранее установленные щетки осталось прежним).

В данном диностарте якорь имеет волновую обмотку, но уменьшение сопротивления достигнуто за счет увеличения сечения проволочки. В целях повышения силы тока в якоря, когда он работает стартером, питание его происходит от аккумуляторной батареи, имеющей напряжение 12 вольт.

Применение в установке напряжения, равного 12 вольт, преследует две цели: 1) стартер развивает полную мощность при силе тока в два раза меньшей, чем в установке с напряжением 6 вольт и 2) иметь возможность заряжать аккумуляторную батарею при силе тока в два раза меньшей, так как аккумуляторная батарея при напряжении 12 вольт берется меньшей емкости (в ампер-часах), чем при напряжении в 6 вольт.

Иногда подобные диностарты имеют привод цепной, и передаточное число, равное $2 + 4$, но в этих случаях холодный двигатель (в зимнее время) пускается стартером, но с большим трудом, а иногда приходится предварительно за заводную ручку повернуть вал двигателя, прежде чем стартер сможет повернуть коленчатый вал.

Контрольные вопросы

1. Что влияет на выбор мощности и величины крутящего момента стартера.
2. Какие преимущества имеет электромагнитный выключатель стартера перед непосредственным линейным выключателем.
3. Дайте объяснение принципу сцепления и расцепления зубчаток в стартерах, снабженных механизмом Бендикса.
4. Чем объяснить, что при отсутствии зубчатого венца после нажатия пусковой кнопки якорь выдвинется вперед и, продолжая вращаться, возвратится в исходное положение.
5. Перечислите применяемые в стартерах амортизационные устройства и дайте оценку им.
6. Объясните действие реверсивного стартера и допускает ли он включение его под напряжение при работающем двигателе внутреннего сгорания.
7. Какие детали подлежат замене в случае необходимости и: изменить направление вращения якоря в стартерах: 1) снабженных сцеплением Бендикса, 2) с передвижной шестерней, 3) с передвижным якорем и 4) реверсивного стартера Сдвингала.
8. Укажите какие причины препятствуют широкому применению диностарта.
9. В какой последовательности следует разыскивать причины, вызывающие отказ в работе стартера.
10. Какие правила необходимо соблюдать при пользовании стартером и уходе за стартерной установкой.

ОТДЕЛ ШЕСТОЙ

ИСТОЧНИКИ СВЕТА И ПРОЧИЕ ДЕТАЛИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Условия работы тракторов, автомобилей и мотоциклов в темное время суток требуют наличия на них осветительной установки, которая должна не только обеспечить освещение самой машины, но и дать хорошее освещение пути, по которому она следует.

Все большее и большее увеличение скорости механического транспорта ставит жесткие требования к конструкции источника света.

Использование тракторов на пахоте и других полевых работах требует также хорошего освещения, так как от состояния осветительной установки в значительной степени зависит качество обработки почвы.

СВЕТОВЫЕ ЕДИНИЦЫ

Световой поток

Глаз человека воспринимает часть лучистой энергии, испускаемой светящимся телом. Видимую часть лучистой энергии называют световым потоком F .

Лучистая энергия может излучаться источником и может отражаться телом, воспринявшим эту энергию. Для того, чтобы можно было сравнить величины светового потока, введена единица его измерения, называемая люменом. Если поместить в центр сферы точечный, одинаково светящийся по всем направлениям источник света силою в одну международную свечу, то световой поток, заключенный в телесный угол, равный стерadianу, будет равен одному люмену.

Примечание. Стерadian есть единица телесного угла. Он равен телесному углу, образуемому внутри конуса с вершиной, упирающейся в центр шара, а основанием лежит на поверхности шара с площадью, равной квадрату радиуса.

Сфера, окружающая источник света, заключает в себе 4π стерadianов и световой поток источника света силою в одну международную свечу равен $4\pi = 12,56$ люмена.

Чтобы иметь представление о силе света в одну международную свечу, достаточно помнить, что шестериковая стеариновая свеча (т. е. таких свечей изготавливалось из одного фунта стеарина шесть штук) имеет силу света в горизонтальной плоскости 1,3 международных свечи. Но световой поток может падать на

большую или меньшую площадь, в связи с чем освещенность ее будет различна, т. е. $E = \frac{F}{S}$.

Если световой поток, равномерно распределенный на поверхности в 1 кв. м, равен одному люмену, то освещенность этой поверхности принимают за единицу и она имеет название люкс. Если световой поток в один люмен падает на поверхность в 1 кв. см, то освещенность данной поверхности принимают за единицу называемую фот.

Светящаяся поверхность различных источников различна, в зависимости от силы света, излучаемой одним кв. см поверхности. За единицу яркости принимается яркость равномерно светящейся поверхности в один кв. см при силе света в одну международную свечу. Единица яркости называется стильб. Для представления яркости различных источников приводим таблицу:

Таблица 12

Название источника	Стильб
Пламя стеариновой свечи	0,7
керосиновой лампы	1,1
Угольная нить лампы накаливания	40 — 75
Вольфрамовая нить пустотной лампы	140 — 200
газом наполненной лампы	800 — 1 200
Кратер вольтовой дуги (угольные электроды)	18 000
Солнце в зените	100 000 — 150 000

НОРМИРОВАНИЕ СВЕТА¹

Освещение пути перед движущимся автомобилем или мотоциклом должно быть таким, чтобы водитель машины хорошо мог различать состояние дороги, причем резких теней не должно быть, так как контрастное освещение быстро утомляет зрение. Необходимо также применять такую арматуру светильников, которая устраняет возможность ослепления пешеходов и водителей встречного транспорта.

Нормирование света в Швейцарии, Бельгии, Финляндии, Швеции и некоторых других странах еще не проведено, но в некоторых странах имеются твердые нормы для освещения авто-мототранспорта. Например:

Во Франции при загородной езде на расстоянии 100 м перед автомобилем должна быть освещенность $E \approx 0,5$ люкса. При городской езде на расстоянии 25 метров на высоте 1,4 м освещенность $E = 0,8$ люкса.

В Голландии при загородной езде на расстоянии 100 метров перед автомобилем освещенность $E \approx 0,2$ люкса. При городской

¹ В СССР требования к фарам следующие: хорошо освещать на расстоянии 30 м перед машинной и что бы луч света не поднимался выше 1,4 м над дорогой.

езде на расстоянии 30 м и высоте 1,5 м над поверхностью земли освещенность $E \approx 3$ люкса и на 2 м в сторону от машины $E \leq 1$ люкс.

ТРЕБОВАНИЯ К ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЕ

Из вышеизложенного видно, что осветительные приборы должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Изменять силу света или направление светового потока при эксплуатации авто-мототранспорта в черте города и за городом.

2. При быстрой езде за городом освещенность пути должна быть достаточна, чтобы видеть состояние дороги.

3. Освещенность пути должна быть как можно равномернее, не вызывая контрастов.

4. При минимальной затрате электроэнергии иметь максимальный световой поток (допустимый по нормам). Всем этим требованиям (почти полностью) отвечает современный фар, снабженный газонаполненной лампой.

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ

Мощность ламп, применяемых на автомобиле и мотоцикле, различна в зависимости от их значения светильника. Данные об автомобильных лампах помещены в таблице 13.

Таблица 13

Форма исполнения	Номинальное напряжение в вольтах	Номинальная мощность в ваттах	Средняя сферическая сила света в свечах	Световой поток в люмен	Удельное потребление мощности в ваттах на свечу
Шарообразная	6	5	3,3	41,5	1,52
	6	10	7,6	94,5	1,33
	6	25	25,0	314	1,00
	12	5	3,5	44	1,43
	12	10	8,0	100	1,25
	12	15	28,0	354	0,89
	12	35	40,0	502	0,87
Пальцеобразная	6	5	2,5	31,5	2,00
	6	10	5,0	63,0	2,00
	12	5	2,5	31,5	2,00
	12	10	5,0	63,0	2,00
Плафонная	6	10	5,0	63,0	2,00
	12	10	5,0	63,0	2,00

Лампы мощностью в 5 ватт устанавливаются для следующих целей:

1. Контрольные лампы заряда батарей и системы смазки.
2. Инструментальные лампы.

3. Задний фар (красный сигнал и номерной).

4. Габаритные или контурные лампы.

5. Освещение при стоянке ночью.

Лампы мощностью 10 ватт устанавливаются для следующих целей:

1. Подфарки и малый свет при городской езде.

2. Внутреннее освещение автомобиля в 2, 4 и 6-местных машинах.

3. Указатели (семафоры) направления движения автомобиля.

4. Сигнал "Стоп".

5. Освещение инструментального щитка.

6. Переносная лампа (при ремонте автомашины).

Лампы мощностью 25 ватт устанавливаются для следующих целей:

1. Главные фары (при загородной езде).

2. Прожектор.

3. Внутреннее освещение в автобусах (чаще 10 ватт).

Лампы мощностью 35 ватт устанавливаются для следующих целей:

1. Главные фары (при загородной езде).

2. Прожектор.

Лампы изготавливают для напряжений сети 6 вольт и 12 вольт. Лампы, работающие в установке с напряжением в 6 вольт, имеют нить в два раза большего сечения и меньше подвержены повреждениям при сотрясении (что имеет место на автомашине). Это говорит в пользу 6-вольтных установок. Лампы изготавливаются пустотные и газонаполненные. Наполнение баллона производят инертным газом, чаще всего азотом, это позволяет до больших температур нагревать нить, не допуская испарения металла ее.

Нить изготавливают из осмия или вольфрама. Температура плавления осмия 2500°C и температура нити в газонаполненных лампах не должна превышать 1900°C . Температура плавления вольфрама 3350°C и температура нити в газонаполненных лампах не должна превышать 2500°C . Наполнение баллона инертным газом увеличивает потери тепла нитью, способствуя передаче его окружающей среде, благодаря повышенной теплопроводности газов. В газонаполненных лампах применяют нить в виде спирали с диаметром витков 1 мм, что уменьшает теплоотдачу. Газонаполненные лампы имеют меньший расход энергии на свечу.

Стеклянный баллон с нитью укрепляется к цоколю, который служит для укрепления лампы в armатуре. Цоколя ламп, применяемых на транспорте, не имеют винтовой нарезки, так как от тряски лампы могут вывернуться. Цоколь имеет штыковое соединение с патроном и снабжается одним или двумя контактами. Стандарт цоколей в СССР следующий:

1. Свая малый одноконтakтный и двухконтakтный,

2. Тип Б (Бош),

3. Тип Р (Рено),

4. Тип Ф (Фиат),

5. Тип плафонный.

За последние пять лет, как в Америке, так и в Европе появились лампы с двумя нитями, заключенными в один баллон. Американская лампа фирмы Маэда называется „Дубльфиламен“ и европейская лампа фирмы Срам называется „Билюкс“. Цель установок двух нитей в одном баллоне преследует возможность изменения силы света и направления светового потока, что достигается смещенным расположением нити малой мощности относительно фокуса рефлектора (подробно см. ниже).

ОСВЕТИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

Осветительная арматура автомашины применяется следующая: 1) главные фары, 2) боковые фары, 3) подфарники, 4) прожектор, 5) задний фар, 6) габаритные фары, 7) плафон, 8) патрон для контрольной лампы, 9) патроны для ламп, освещающих инструментальную доску, 10) переносная лампа.

Наиболее ответственную работу несут главные фары, конструкция и оптика которых следующая. Для того, чтобы световой поток падал на дорогу в нужном направлении, применяют рефлектор.

Форма рефлектора редко встречается сферическая, чаще параболическая.

Рефлектор изготовляют реже из стекла с зеркальной наводкой и чаще из меди, придавая пугниую форму листу меди на давальном станке. Применение меди объясняется легкостью обработки как на давальном станке, так и на полировочном. Легкая окисляемость полированной поверхности меди, а также плохая способность отражать синие лучи, заставляет прибегнуть к покрытию ее серебром, никкелем или хромом. Серебро имеет максимальную отражательную способность, процент отражения = 93. Никкель имеет меньшую, а именно процент отражения = 60 и хром еще меньшую, т. е. 55% (при длине световой волны 500 миллимикрон).

Серебро легко полируется и имеет наилучшую отражательную способность, этим и объясняется широкое применение серебрения рефлекторов. Но оно требует полной герметичности фара, предупреждающей доступ к рефлектору не только пыли, но и серо-углерода, который вызывает потускнение полированной поверхности. Фары, изготовляемые в СССР, чаще имеют рефлектор, покрытый никкелем и в последнее время появляются хромированные рефлекторы.

Хромированные поверхности обладают большой механической и химической стойкостью и на них действуют только хлористые соединения.

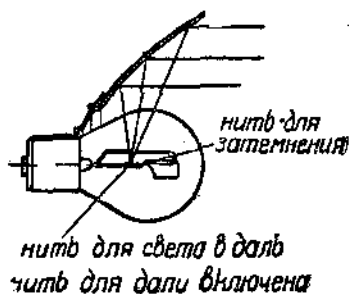
Конструкция фара должна допускать извне регулирование положения лампы в рефлекторе, с тем чтобы нить лампы помещалась в фокусе параболической поверхности. Правильное положение нити позволяет направить световой поток на большое расстояние, не допуская большого рассеивания (при загородной езде). Но рефлектор не может дать удовлетворительного освещения пути перед автомашиной, направляя световой

поток в даль. Это вызывает необходимость применения рифленых стекол, которые дают нужное рассеивание и дают равномерную освещенность пути. Рифление стекла заключается в том, что его поверхность представляет ряд призм, которые получают при горячей прессовке стекол, иногда с последующей шлифовкой их. Рифление иногда делают не только с целью рассеивания, но и с целью искривления лучей света, направляя их на дорогу.

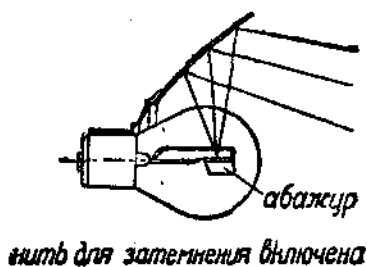
Выше указывалось на недопустимость применения мощных ламп при городской езде, ослепляющих водителей встречного транспорта и пешеходов.

Выполнение этого требования разрешается различными способами:

1. Установкой дополнительных фар включаемых при городской езде (главные фары выключаются).



а



б

Рис. 139

2. Установка светофильтров в главные фары, которые (светофильтры) надвигаются на лампу в виде затемняющего абажура.

3. Наклоном главных фар при встрече.

4. Введением дополнительного сопротивления последовательно в цепь с лампами.

5. Переключение двух ламп (вместо параллельного) на последовательное соединение.

6. Установкой дополнительных ламп в главные фары, располагая нить меньшей мощности вне фокуса рефлектора.

7. Установкой ламп с двумя нитями.

В настоящее время чаще применяют седьмой способ, реже первый и еще реже шестой.

На рис. 139а представлена лампа Билюкс и часть параболического рефлектора, причем включена нить для загородной езды, нить расположена в фокусе и выполнена из проволоки большего сечения, чем нить для городского движения. Сила света помимо всех других параметров лампы находится в квадратичной зависимости от силы тока и так как нить для загородной езды имеет большую проводимость, то и сила тока и сила света будут больше. Расположение первой нити в фокусе рефлектора позволяет иметь параллельные лучи, хорошо

освещающие даль. На рис. 139б показано направление светового потока при включенной второй нити (для городского движения). Нить расположена вне фокуса, благодаря чему лучи теряют параллельность и рассеиваются, причем нить закрыта снизу от рефлектора абажуром, тем самым предупреждая отражение лучей вверх, могущих ослеплять.

Рефлектер с лампой устанавливается в корпус фара, изготавливаемый цельнотянутым из железа и имеющий внешнюю поверхность эмалированную, никкелированную или хромированную. Корпус имеет приспособление для укрепления фара на автомашине, крепящее приспособление должно допускать регу-

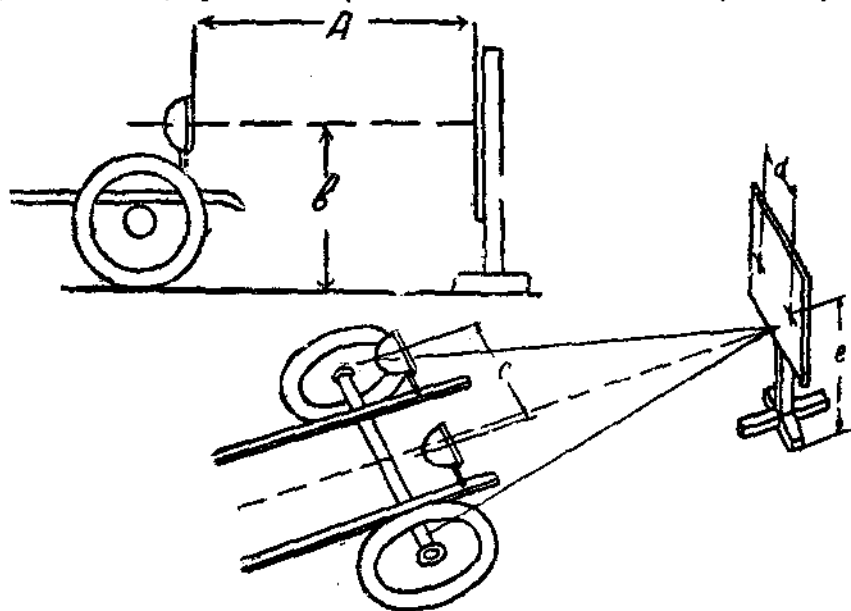


Рис. 140

лирование положения фара при его установке. Установка фара производится следующим образом: на площади длиной 10 м и шириной 3 м устанавливают автомашину. Если машина легковая, то на каждое сиденье кладут груз 50—60 кг, и если грузовая, то она должна иметь 0,75% нормальной нагрузки.

Перед машиной устанавливают экран на расстоянии $A = 5$ м, считая от стекла фара до экрана (экран имеет размеры: длину 2 м и ширину 1,5 м). Центр экрана должен находиться от земли на высоте 1 м. На экране располагаются горизонтальная полоска и две вертикальных, каждая шириной 15 мм и длиной 300 мм. Экран должен быть перпендикулярен к оси движения машины и вертикальная линия экрана, проходящая через его центр, должна пересекаться с осевой линией машины.

На рис. 140 представлена установка экрана. Если расстояние между центрами фар обозначить через c , то расстояние d между вертикальными полосками экрана будет равно $d = c + f$.

Где

f — опытный коэффициент, зависящий от диаметра стекла фара (фирмы Р. Бош)
Его значение следующее: $D = 150$ мм $f = 130$ мм,

$$\begin{aligned} D = 200 \text{ мм} & \quad f = 100 \text{ мм.} \\ D = 240 \text{ мм} & \quad f = 150 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Каждая вертикальная полоска отстоит от центра на расстоянии $\frac{d}{2}$, горизонтальные полоски на экране устанавливаются на высоте e , которая меньше расстояния b от земли до центра фара на 20 мм, т. е. $e = b - 20$ мм.

Затем включают свет для загородной езды и регулируют фары относительно автомашины, добиваясь чтобы центры световых лучей приходились в точках пересечения вертикальных и горизонтальных полос экрана. Правый фар наводят на правый крест, а левый фар на левый крест крана.

На автомашине устанавливают помимо фар прожектор, который располагают сбоку машины, слева при левом рулевом управлении и справа при правом управлении. Прожектор снабжается стеклом без рифления, так как он должен давать концентрированный луч. Корпус прожектора снабжается выключателем света и поворотным шарниром, позволяющим направлять свет в нужном направлении. Часто на выключатель укрепляется зеркало, позволяющее следить за состоянием дороги позади автомашины.

С целью предупреждения наезда сзади едущих машин при торможении передней машины, устанавливают стоп-сигнал, включающийся автоматически при торможении.

С целью уменьшить аварийность при встрече машин устанавливают на крылья машины контурные или габаритные лампы. Они так же служат для освещения автомобиля на стоянках и при движении по хорошо освещенным улицам.

Иногда в главных фарах устанавливаются лампочки мощностью в 5 ватт каждая, которые включаются при стоянке автомобиля ночью.

На рис. 141 представлена осветительная арматура $a-a$ передний фар автомобиля Форд А: 1) стекло 2) двухнитевая лампа, 3) параболический рефлектор, 4) прокладка, 5) оправа стекла, 6) пружина, отодвигающая патрон с лампой, 7) винт для установки вити лампы в фокусе рефлектора, 8) патрон, 9) тело кронштейна, для укрепления фара, 10) болт для закрепления фара, 11) пружинная шайба, 12) гайка, 13) передняя крышка фара, 14) замок передней крышки.

β — прожектор, K — кронштейн, допускающий поворот прожектора в горизонтальной плоскости, O — ось вращения прожектора в вертикальной плоскости, c — плафон для внутреннего освещения кабины автомобиля, d — инструментальная лампа: л) лампа, к) металлический корпус, п) постамент, укрепленный к инструментальной доске, e — переносная лампа: в) выключатель, ш) штепсель.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗВУКОВЫЕ СИГНАЛЫ

Применение электрической установки на авто-мотомашинах вытеснило звуковые сигналы, действующие сжатым воздухом и только на специальных машинах: напр., скорой помощи, аварийных и милиции поставлены звуковые сигналы Габриэля,

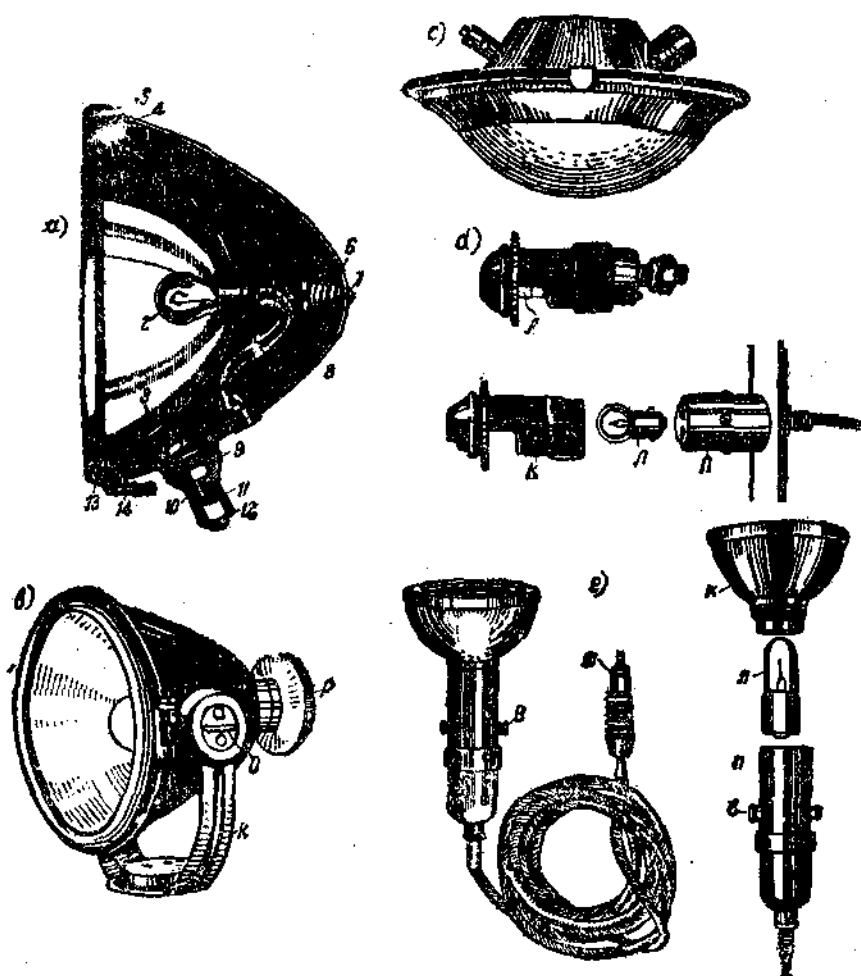


Рис. 141

действующие отработанным газом или сигналы, устанавливаемые на цилиндр двигателя и действующие рабочей газовой смесью (на пожарных машинах).

Электрические звуковые сигналы встречаются двух типов: 1) вибрационные и 2) моторные. Вибрационные гудки в свою очередь делятся на зуммерные и барабанные.

Вибрационные гудки

На рис. 142 представлен вибрационный гудок зуммерного типа. Принцип действия гудка заключается в следующем. При нажатии кнопки сигнала, под действием Э. Д. С. аккумуляторной батареи в цепи появится ток, имеющий направление от + зажима батареи, по „массе“ через контакты сигнальной кнопки, контакты 1, 2 в обмотку Ш-образного электромагнита и к — аккумуляторной батарее. Поле, созданное током в обмотке, будет иметь достаточную напряженность, чтобы, преодолевая упругость пружины *P* и упругость стальной мембраны, при-

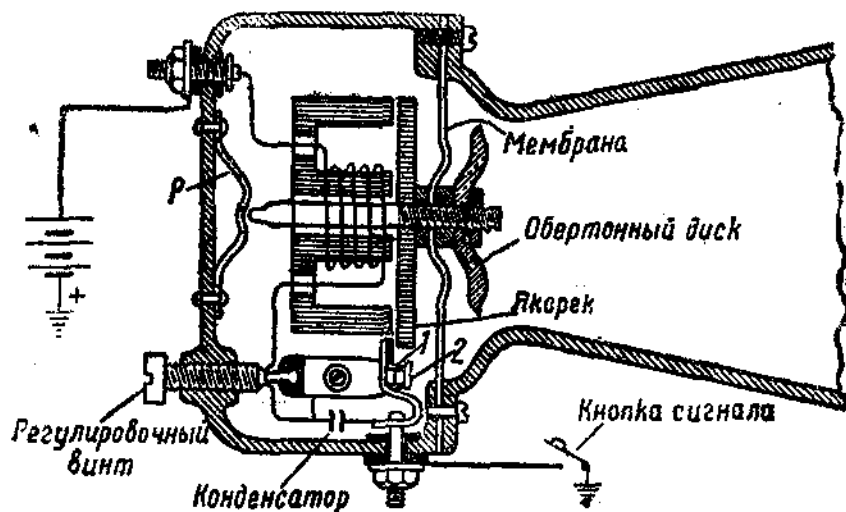


Рис. 142

тянуть якорек, который при своем перемещении нажмет на пластинку с укрепленным к ней контактом 1 и разомкнет цепь электромагнита. Напряженность поля уменьшится и якорек под действием энергии, запасенной пружиной и мембраной, не только займет исходное положение, но переместится за его пределы. Электрическая цепь электромагнита восстановится и весь процесс вновь повторится.

Мембрана будет совершать колебательные движения, вызывая колебание воздуха, тем самым создавая звук высокого или низкого тона. Для получения большей силы звука желательно иметь большую амплитуду колебаний, и с этой точки зрения желательно иметь в гудке большой размах мембраны. Это необходимо для того, чтобы гудок автомобиля выделялся из других шумов улицы. Так как он должен обладать помимо силы звука и музыкальным тоном, то необходимо увеличить число колебаний для получения большей высоты звука. В современных зуммерных гудках число колебаний в секунду бывает в пределах 600—300. Повышение числа колебаний достигается следующим:

1. Якорек и сердечник электромагнита собирают из пластинок железа. Благодаря чему уменьшаются токи Фуко и это способствует быстрому намагничиванию и размагничиванию железа.

2. Стремятся по возможности уменьшить вес колеблющейся системы (уменьшают живую силу).

3. Шунтируют контакты прерывателя емкостью, т. е. включают конденсатор. Его назначение то же, что и в приборах зажигания, т. е. он способствует быстрому убыванию тока в обмотке и большей скорости убывания магнитного потока в электромагните, а также способствует сохранности контактов 1. 2.

4. Мембрану и пружину ставят с большой упругостью. В целях придания нужного тембра звучанию гудка, к мембране укрепляется алюминиевый диск (обертонный диск). При наличии этого диска помимо основной ноты, издаваемой мембраной, присо-

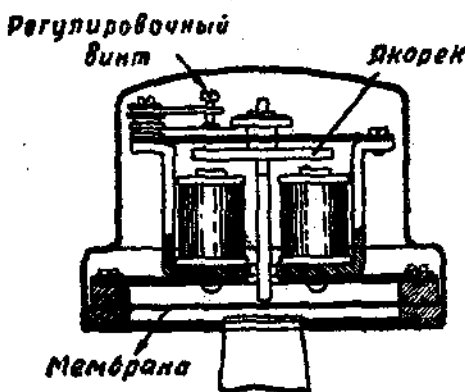


Рис. 143

иняются дополнительные ноты, более слабые, но большей высоты называемые, обертонами. Обертоны вызваны собственными колебаниями алюминиевого диска. Пружина *P* одновременно является и центрирующим приспособлением для оси якорька.

Регулирование зуммерного гудка на нужную высоту звука и его силу требует большого навыка. Вращая регулировочный винт (на доли оборота) мы можем достигнуть различной частоты колебаний мембраны, и одновременно сила звука будет изменяться, так как при той же упругости пружины и мембраны, с увеличением числа колебаний, амплитуда будет уменьшаться.

Для получения высокого тона и большой силы звучания требуется увеличить упругость пружины и мембраны. Это достигается вращением стержня якорька, предварительно ослабив контргайку. Вращая стержень по часовой стрелке, увеличивают силу давления между мембраной и пружиной, что вызывает удаление якорька от электромагнита. Увеличение упругости и удаление якорька требуют больший намагничивающий ток в обмотке, необходимый для притяжения якорька и размыкания вибратора, и расход электрической энергии увеличивается.

В целях направления звуковой волны и придания нужной акустики на мембрану одевается рупор той или иной формы. В целях экономии электрической энергии иногда применяют гудки барабанного типа.

На рис. 143 представлен разрез вибрационного гудка барабанного типа. В данном типе, в отличие от вышерассмотренного, мембрана не имеет жесткой связи с якорьком, который приво-

дится в движение так же, как и в предыдущем случае. Мембрана получает колебательные движения вследствие ударов по ней производимых стержнем якорька. Звук, издаваемый мембраной, очень резкий и слышен на большом расстоянии, но высота тона, в этих гудках значительно ниже и издаваемый звук мембраной не обладает музыкальностью тона.

Потребная сила звука, издаваемая сигналом, зависит не только от величины окружающего шума, но и скорости движения механического транспорта.

Так, напр., при загородной езде, где скорость авто-мото-машины значительно повышена, желательно иметь сильно звучащий гудок, чтобы впереди движущийся транспорт освободил путь и был предупрежден о предстоящем обгоне его. Применение сильно звучащих гудков в черте города недопустимо, так как они повышают шум улицы и нередко вызывают испуг у пешеходов, что не только уменьшает количество несчастных случаев, а даже увеличивает их.

С целью иметь один гудок, отвечающий тем и другим требованиям, применяют переключатель силы звука. Он представляет небольшой реостат, который вводят при городской езде и выводят при загородной езде. В вышерассмотренных гудках сила звука при введенном сопротивлении уменьшается за счет уменьшения амплитуды.

На рис. 144 представлен двухмембранный гудок фирмы Р. Бош. Конструкция его отличается от обыкновенного зуммерного гудка тем, что у него имеется вторая мембрана, снабженная отверстием. При нажатии кнопки сигнала при введенном дополнительном сопротивлении мембрана, связанная жестко с якорьком, колеблется и вызывает колебание второй мембраны, воздействуя на нее через воздух.

Звук, издаваемый гудком в этом случае, не имеет большой силы и вполне достаточен для городского движения автомашины. При выведенном дополнительном сопротивлении амплитуда мембраны, связанной с якорьком, настолько велика, что мембрана ударяет по второй мембране, через посредство стальных закаленных винтов, установленных в центре. Звук, издаваемый гудком, в этом случае имеет большую силу и слышен

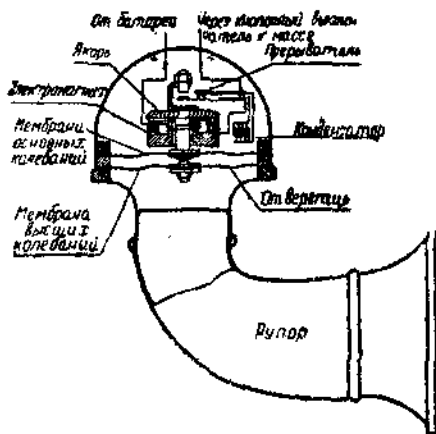


Рис. 144

на большое расстояние, что используется при быстрой загородной езде. Такое устройство гудка позволяет его назвать зуммерно-барабанным. Большое влияние оказывает на звучание гудка способ его укрепления к авто-мотомашине.

Необходимо помнить, что крепление должно быть такое, при котором колебания самого гудка не передавались бы машине. Это достигается или установкой гудка на рессорной пластинке или на резиновых амортизаторах.

Моторные гудки

В моторных гудках звук издает также мембрана, но ее колебания вызываются ударной шайбой (напоминающей торцевую шарошку), приводимой в движение валом серийного электродвигателя. Нам известно, что серийные двигатели имеют большой начальный вращающийся момент, это благоприятно для быстрого увеличения угловой скорости якоря и звучание мем-

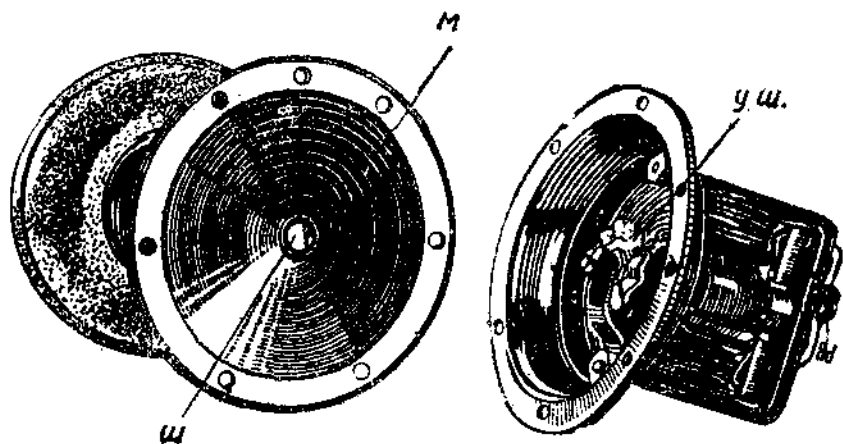


Рис. 145

браны наступает почти одновременно с нажатием кнопки сигнала, но так как число оборотов якоря изменяется от 0 до какого-то определенного значения (в момент включения) и от этого значения до нуля (при выключении), то и высота звука изменяется в этой же зависимости и установившийся тон будет зависеть от числа оборотов якоря и числа выступов на ударной шайбе.

На рис. 145 представлен гудок моторного типа. Обозначения следующие: мембрана *M* имеет стальной штифт *Ш*, по которому ударяют зубья ударной шайбы *УШ*. Якорь покоится на подшипниках скользящего типа и задний подшипник имеет регулировочный винт *РВ*, который снабжен упорным шариком. Вращая регулировочный винт в направлении вращения часовой стрелки, приближают якорь к мембране. Это вызывает увели-

чение амплитуды ее колебания и звук приобретает большую силу.

Для большей деформации мембраны необходима большая сила, которая создает реактивный момент, приложенный к якорю. Сила тока вследствие этого в обмотках якоря индукторов увеличивается и число оборотов уменьшается. Это вызывает уменьшение числа колебаний мембраны и звук будет иметь более низкий тон. Известно, что число оборотов серийного двигателя зависит не только от реактивного момента, но и от приложенного напряжения к зажимам двигателя.

При работе сигнала на авто-мотомашине напряжение в установке изменяется от 5,4 до 7,2 вольта или от 10,8 до 14,4 вольта в зависимости от степени заряда аккумуляторной батареи. Такие колебания напряжения в значительной мере отзываются на тональности моторного гудка и за последние годы применение его значительно сократилось. Применение же вибрационных гудков увеличилось.

Вибрационный гудок требует меньше время от момента включения до момента звучания на отрегулированную высоту тона.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ НА АВТОМАШИНАХ

В современном электрооборудовании авто-мотомашины применяются следующие измерительные приборы, использующие действие электрического тока.

Вольтметры

Вольтметры очень редко устанавливаются на инструментальную доску автомашины и если ими пользуются, то для целей проверки заряженности аккумуляторной батареи.

Амперметры

Амперметр является неотъемлемой частью электрооборудования авто-мотомашины. Хотя некоторые фирмы, устанавливая контрольную лампу для зарядки аккумуляторной батареи, и уверяют в том, что ее установка исключает необходимость в амперметре, но надо помнить, что по контрольной лампе судить о силе зарядного тока невозможно и она только фиксирует факт, заряжается или нет аккумуляторная батарея.

Применяемые амперметры на авто-мотомашинах конструктивно очень просты и очень дешевы. Построены они на принципе магнитно-электрической системы, т. е. имеют постоянный магнит и проводник, по которому пропускают ток. На рис. 146 представлен такой амперметр. Железный якорек намагничивается от постоянного магнита, расположенного неподвижно на корпусе.

Магнитное поле магнита устанавливает стрелку в вертикальное положение, в связи с чем никаких пружин не требуется.

Пропуская ток по проводнику от *a* к *b*, магнитное поле, созданное током, стремится повернуть железный якорек в положение, перпендикулярное проводнику. В данном случае стрелка амперметра будет отклоняться влево. При пропускании тока по шине в обратном направлении, т. е. от *b* к *a* стрелка амперметра будет отклоняться вправо. Таким образом амперметр не только показывает величину силы тока, но и его направление. Зная направление тока, легко определить, идет ли заряд или разряд аккумуляторной батареи.

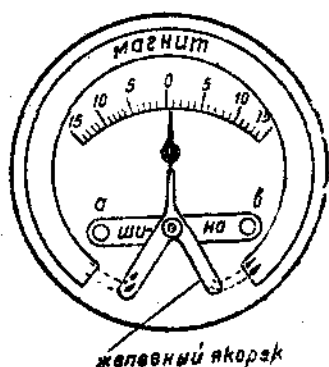


Рис. 146

Обыкновенно на амперметре пишут справа Chargé (заряд) и слева Dischargé (разряд). Иногда на автомобилях устанавливают указатель заряда и разряда аккумуляторной батареи. Принципиального отличия в конструкции такого прибора от амперметра нет и только в специальном окошке появляется та или иная надпись

Chargé или Dischargé и на таком приборе отсутствует шкала с делениями.

Указатели скорости, движения авто-мотомашин и числа оборотов вала двигателя

В указателях скорости движения авто-мотомашин, а также в указателях числа оборотов двигателя используется диск Араго, в котором использованы токи Фуко для передачи вращающего момента.

В этих приборах вращающейся частью является магнит приводимый во вращение через посредство гибкого вала от двигателя или трансмиссии авто-мотомашин. Над полюсами магнита располагается на оси алюминиевый диск и цилиндр, на котором непосредственно наносят шкалу в километрах или числе об/мин., укрепляя неподвижно стрелку против вращающейся шкалы.

Иногда к алюминиевому диску прикрепляют стрелку, двигающуюся против неподвижно укрепленной шкалы. Как в том, так и в другом случае повороту диска препятствует спиральная пружина, которая заводится при увеличении вращающегося момента, вызванного токами Фуко и при уменьшении его пружина возвращает диск в исходное положение. Одновременно вместе с показателями скорости движения автомобиля (называемых спидометрами), в корпус спидометра устанавливают счетчик пройденного пути в километрах, который получает привод от этого же гибкого вала.

Бывают спидометры, работающие на принципе центробежного регулятора, но объяснение их не входит в курс изучения электрооборудования.

Указатели уровня топлива

Указатели уровня топлива работают на различных принципах. Они встречаются: 1) поплавковые, 2) пневматические, 3) гидравлические и 4) электрические. Требования, предъявляемые к электрическому указателю уровня топлива, таковы:

1. Чтобы показания количества горючего в баке не зависели от изменения напряжения в сети автомобильной электроустановки.

2. Электроуказатель должен иметь конструкцию, дающую полную гарантию невозможности воспламенения паров бензина в баке, что может иметь место при появлении искры в регулирующем приборе указателя.

3. Минимальный расход электрической энергии на обслуживание электроуказателя уровня топлива. Всем этим требованиям отвечает указатель, изготавливаемый фирмой Делько-Реми, устанавливаемый на автомобили Л. 1 и Бьюик.

На рис. 147 изображен данный тип указателя. Устройство его следующее: на инструментальной доске устанавливается прибор, внешне напоминающий амперметр или вольтметр. Его внутреннее устройство следующее: два железных сердечника снабжены обмотками, включенными последовательно между собою. Направления намотки и тока в обмотке позволяют иметь постоянно одну и ту же полярность, причем одноименные, т. е. внизу оба полюса S.

Сердечник, расположенный справа, имеет железную планку П, которая на конце, обращенном к якорю стрелки, имеет полярность N. Левый сердечник укреплен на биметаллической пластинке БЛ, которая корректирует показание прибора при изменении его температуры. Реостат R устанавливается на топливном баке и все изменения уровня топлива вызывают перемещение ползунка реостата.

На рис. 147а представлено распределение магнитного поля в сердечнике указателя, при отсутствии топлива в баке. В этом случае ток поступает от + зажима аккумуляторной батареи в ползунок реостата, и так как сопротивление его выведено полностью, то в обмотке правого сердечника сила тока ничтожно мала, вследствие шунтирования ее ползунком, и магнитный поток в нем также мал. В левом же сердечнике сила тока имеет максимальное значение и якорек стрелки притянут к нему.

На рис. 147 б представлено распределение магнитного потока при наполненном баке топливом. В этом случае сила тока по-

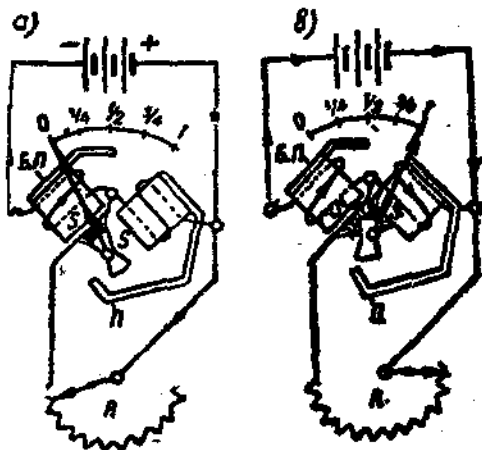


Рис. 147.

ступает и в обмотку правого сердечника, в котором магнитный поток будет значительно больше, чем в левом сердечнике, так как сопротивление магнитной цепи у него меньше. В этом случае якорек со стрелкой будет притянут к правому сердечнику и стрелка займет правое крайнее положение. Все промежуточные положения ползунка реостата будут способствовать установке стрелки на промежуточных делениях шкалы.

Вследствие последовательного включения обмоток обоих сердечников и выводом к реостату от их средней точки напряжение в сети не вызывает погрешности в показаниях измерителя уровня топлива.

ПРОЧИЕ ДЕТАЛИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМАШИНЫ

Контрольные лампы

На современных автомобилях широкое применение получили контрольные лампы. Их применяют не только для контроля зарядки и разрядки аккумуляторных батарей, а также и для контроля минимального давления масла в силовой смазке, а иногда для контроля максимальной температуры охлаждающей воды в двигателе. Действие контрольной лампы заряда и разряда аккумуляторной батареи при ее совместной работе с динамомашинной описывалось в разделе „Динамомашинны и регуляторы“. Контрольная лампа в системе смазки включается движением плунжера в случае уменьшения давления масла в трубках.

Уменьшение давления может быть вызвано: 1) пониженной вязкостью масла, 2) чрезмерным зазором между шейками вала и телом подшипника (при износе или выплавлении бабита), 3) повреждением маслопроводов и 4) в случае повреждения масляного насоса. При включении контрольной лампочки (красный или синий свет) водитель невольно обращает на нее внимание, несмотря на то, что он увлечен состоянием пути, по которому следует машина.

Контрольная лампа в системе охлаждения включается ртутным контактом термометра при повышении охлаждающей воды выше допускаемой температуры.

Независимо от назначения контрольной лампы она не может заменить амперметр, манометр или термометр, так как она сигнализирует только о критическом состоянии той системы, которую она обслуживает. Но контрольная лампа имеет то преимущество, что заставляет обратить внимание водителя на неисправность той или иной системы.

Стеклоочиститель

Все автомашины снабжаются передним стеклом, защищающим водителя от встречного ветра, пыли и атмосферных осадков. Видимость пути зависит от состояния переднего стекла, которое покрывается снаружи пылью, водой или снегом в зависимости от времени года, погоды и состояния пути. Установка стеклоочистителя или стекловытирателя позволяет во время движения

автомобиля производить очистку стекла. Стеклоочистители встречаются трех типов: 1) механический, приводимый в действие рукою водителя, 2) пневматический, действующий разрежением, создаваемым во всасывающей трубе двигателя, и 3) электрический.

Электрический стеклоочиститель получает привод от серийного электродвигателя. Устройство передачи от вала якоря стеклоочистительной щетки осуществляется различно, одна из таких передач представлена на рис. 148: шестерня I укреплена на валике серийного двигателя, она изготовлена из стали и имеет число зубьев $Z_I = 9$; шестерня II изготовлена из папье-маше (прессованный картон) и имеет число зубьев $Z_{II} = 81$, к ней прикреплена бронзовая шестерня III с числом зубьев $Z_{III} = 9$, которая зацепляется с шестерней IV, изготовленной также из папье-маше, имеющей число зубьев $Z_{IV} = 81$. Зубчатая передача в две пары позволяет уменьшить число оборотов шестерни IV в 81 раз.

На шестерне IV эксцентрично расположен палец, на который одет шатун, заканчивающийся кремальерой (гребенкой), которая заставляет шестерню V вращаться то вправо, то влево. К шестерне V прикреплен держатель резиновой щетки, удаляющей со стекла пыль, воду и снег. Щетка совершает

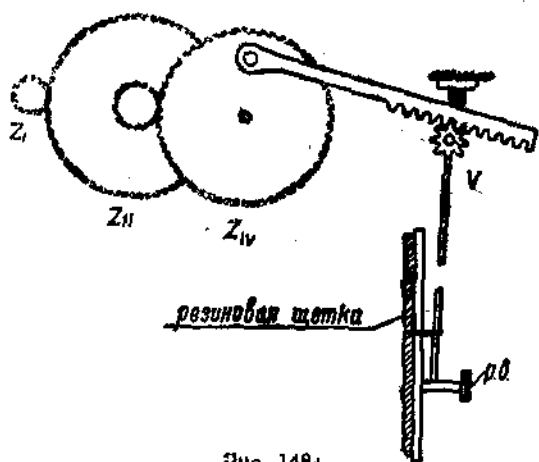


Рис. 148

качание вокруг центра шестерни V, очищая поверхность стекла в виде полукруга. На некоторых стеклоочистителях щетка снабжается регулировочным винтом, который изменяет величину давления щетки на стекло. Из курса «Электротехники» известно, что серийные двигатели не обладают постоянством числа оборотов якоря при изменяющейся нагрузке, а так как при увеличении давления щетки на стекло нагрузка на двигатель увеличивается, то число качаний ее уменьшается. Таким образом мы можем отрегулировать работу стеклоочистителя так, чтобы качание щетки не вызывало утомление зрения водителя.

Электромотор и передача очень миниатюрны и габариты не превышают $0,3 - 0,5$ дц³, что позволяет устанавливать его на рамку стекла. Иногда устанавливают на переднем стекле и второй стеклоочиститель, оторый получает движение от первого. Существует и другой тип передачи от электромотора к щетке, в котором также вращательное движение преобразуется в качательное при помощи двух секторов.

Указатель поворотов автомашины (семафор)

Прежде чем произвести крутой поворот автомашины вправо или влево, водитель обязан предупредить об этом движущийся сзади транспорт во избежание наезда. В открытых машинах водитель может сигнализировать рукой, но этот способ крайне неудобен и в закрытых машинах совершенно невозможен. С этой целью применяют световую сигнализацию.

На задних крыльях автомашины устанавливают два фара, в каждом из них находятся две лампочки. Нижние лампы малой мощности каждая по 5 ватт освещают номерной знак и имеют два темнокрасных стекла (задние защитные световые сигналы). При крутом повороте машины водитель включает или верхнюю левую лампочку или верхнюю правую закрытые желтым или белым стеклом. Включение той или другой лампы делается в зависимости от того, куда делается поворот. Эти же лампы связаны с выключателем сигнала „стоп“, который действует при торможении, включая одновременно обе лампы. Иногда лампы, сигнализирующие о повороте машины, устанавливаются в отдельные фары (малых размеров), которые укрепляются к кузову автомашины. На современных автомобилях часто устанавливаются семафоры, которые преследуют вышеуказанные цели. Такой семафор изображен на рис. 149, его устройство следующее: внутри футляра установлен соленоид, в который втягивается железный сердечник, в случае пропускания тока по обмотке.

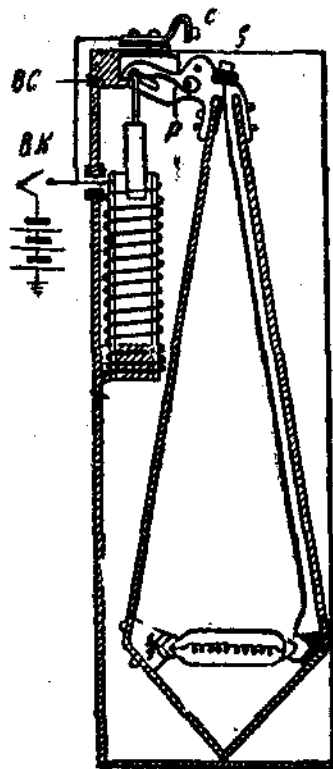


Рис. 149

Железный сердечник шарнирно связан с двухплечным рычагом к которому прикреплено крыло семафора. В алюминиевый каркас крыла устанавливается лампочка плафонного типа, которая закрыта снаружи прозрачными целлюлоидными крышками, окрашенными в красный цвет. Устройство шарнирной связи между двухплечным рычагом и железным сердечником соленоида имеет запорный механизм, который не позволяет крылу семафора выдвинуться из корпуса, если к нему будет приложена сила извне (напр., центробежная сила, при повороте).

Если же в обмотку соленоида поступит ток при включенном выключателе *Вк*, то железный сердечник будет перемещаться по шлицевому вырезу в двухплечном рычаге, преодолевая пружину *Р*. Этим устраняется возможность упора в выступ *BC*

и сердечник, втягиваясь в соленоид, повернет двухплечный рычаг. Крыло семафора быстро выставится за пределы корпуса машины и вызовет замыкание контактов *ав*, тем самым включив нить лампы, которая красным цветом предупредит не толькозади двигающийся транспорт, но и регулировщика движения, сигнализируя ему о направлении, в котором водитель желает вести автомашину.

Электрический насос для подачи горючего в карбюратор

На современных автомашинах все реже встречается подача топлива самотеком. Ее вытесняет подача топлива насосом механическим или электрическим.

Компания С. Ю. изготавливает электрический насос, называемый бензино-подъемник Моррискота.

На рис. 150 представлен насос этой фирмы, принцип действия его заключается в следующем: при включении зажигания ток от аккумуляторной батареи поступает по двум цепям: 1) прибор зажигания и 2) электрический насос. При отсутствии топлива в насосе пробковый поплавок *П* находится на дне резервуара *Р*, в это время железный якорек *Я* шунтирует магнитную цепь двух постоянных магнитов *М*, в связи с чем напряженность поля магнитов недостаточна чтобы притянуть контактную пластинку *КТ* и контакты в этом случае замкнуты.

Ток от аккумуляторной батареи поступает в соленоид *С* и железный сердечник (в данном случае поршень *П_р*) будет втянут внутрь соленоида. Поршень при своем подъеме создаст разрежение в нижней камере и топливо из бака через отверстие *О* и фильтр *Ф* заполнит пространство, освобожденное поршнем.

При подъеме поршня поднимается и толкающее кольцо *ТК*, которое переместит якорек *Я* и нарушит шунтирование цепи постоянных магнитов. Это вызовет увеличение напряженности поля у кон активной пластинки и электрическая цепь соленоида прервется, вследствие чего магнитные свойства соленоида исчезнут и железный поршень, опускаясь вниз, будет давить на топливо, которое заполнило часть цилиндра, освобожденную поршнем при

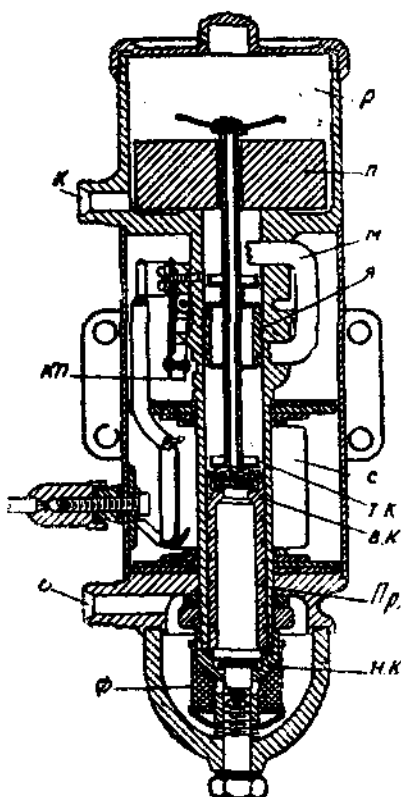


Рис. 150

его подъеме. В это время нижний дисковый клапан НК будет закрыт, а верхний откроется и топливо поступит в резервуар Р, откуда самотеком через отверстие К в поплавковую камеру карбюратора.

Примечание. Действие поршня и клапанов то же, что в ливерах, применяемых при перекачке топлива из бочек.

Когда железный поршень опустится, то верхнее толкающее кольцо вновь вызовет шунтирование постоянных магнитов и весь процесс повторится. Эти движения поршня будут до тех пор, пока пробковый поплавок в резервуаре не всплывет и тогда контакты будут в разомкнутом состоянии, и действие поршня прекратится. Как только запас топлива в резервуаре будет иссякать, насос автоматически вступит в работу.

Расход энергии таким насосом не превышает 8 ватт в час при непрерывной его работе. Производительность такого насоса 47 литров в час. Конструкция насоса предусматривает полную невозможность воспламенения топлива искровым разрядом, который возникает при замыкании цепи соленоида. Это достигнуто благодаря тому, что между бензинопроводом насоса и соленоидом имеется полная герметичность.

Центральные переключатели

Желание сконцентрировать управление всей системой электрооборудования на автомашине вызвало появление центральных переключателей. Центральный переключатель позволяет одним ключом выводить из действия всю электроустановку и без ключа никто не может пользоваться автомашиной. Центральный переключатель заключает в себе:

1. Выключатель прибора зажигания.
2. Выключатель стартера (при наличии на нем электромагнитного включения).
3. Выключатель ламп для стоянки машины ночью.
4. Выключатель света для городской езды.
5. Выключатель света для загородной езды.
6. Контрольную лампу заряда аккумуляторной батареи.
7. Предохранители для осветительной нагрузки (устанавливаются некоторыми фирмами).

При включенном переднем свете (независимо — стоянка ночью, городская езда или загородная езда) включается задний красный свет и номерной свет, причем устройство переключателя предусматривает, что при выключенном зажигании и гудок также выключен.

Конструкции центральных переключателей настолько разнообразны и многочисленны, а также и возможные комбинации переключений различны, что подробно останавливаться на их описании не позволяет объем книги.

Предохранительные коробки

В некоторых схемах электрооборудования устанавливают плавкие предохранители для каждого потребителя отдельно.

В этих случаях предохранители устанавливаются в специальных предохранительных коробках.

Иногда вместо плавких предохранителей устанавливаются реле максимальной силы тока, которые в случае короткого замыкания в проводке производят включение и выключение этой цепи и лампы сигнализируют о неисправном состоянии проводки тем, что начинают вспыхивать и гаснуть.

Переходные коробки

В целях удобства монтажа проводки, как-то отсутствие необходимости в зачистке изоляции посреди проводника, пайки и покрытия изоляцией места соединения, применяют переходные или соединительные коробки. Количество выведенных контактов в них зависит от сложности схемы, которая устанавливается на данной машине.

Закуриватель

Для предупреждения ослепляющего действия, производимого спичкою во время закуривания водителем машины, устанавливают электрический закуриватель, который представляет никромовую спираль, накаливаемую проходящим током от аккумуляторной батареи. Спираль укрепляется в специальные розетки, соединяется гибким проводом с источником электрической энергии. Включение закуривателя происходит автоматически, для чего достаточно розетку со спиралью приблизить к папиросе и натянутый провод произведет замыкание цепи. Встречаются и другие типы электрических закуривателей, в которых отсутствует автоматическое включение а иногда отсутствует гибкий провод и спираль с розеткой, после того как накалится, подносят для закуривания.

Примечание. В СССР водителям механического транспорта курить на машине строго запрещено.

ОТДЕЛ СЕДЬМОЙ

ПОЛНЫЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМАШИН,
ТРАКТОРОВ И МОТОЦИКЛОВ

СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРА СТЗ

На тракторах Сталинградского Тракторного завода устанавливается электрооборудование, изготавливаемое Электrozаводом. На рис. 151 представлена схема электрооборудования трактора СТЗ. Динамомашина тип Г.Б.Т. $\frac{60}{6}$ 900 (см. стр. 166) снабжена двухступенным регулятором постоянства напряжения и обслу-

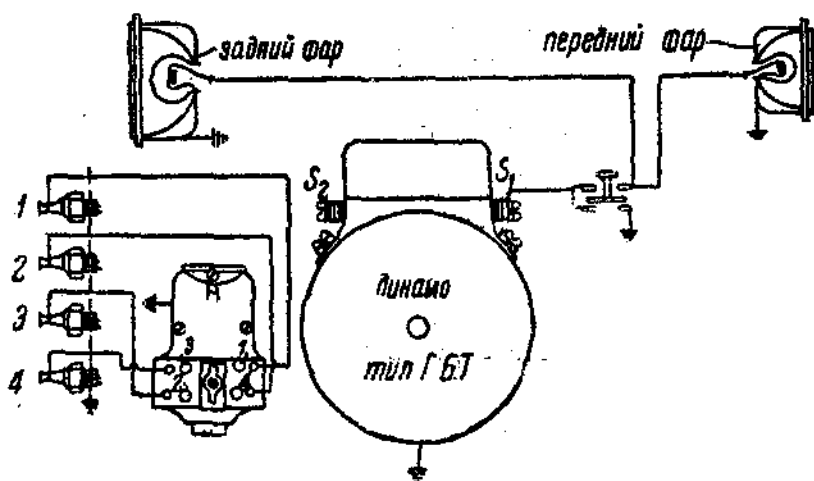


Рис. 151

живает передний и задний фар. Мощность генератора достаточна, чтобы обслужить две лампочки одновременно по 25 ватт каждая и одну лампочку 10 ватт или три лампочки по 20 ватт каждая. Напряжение на жажмах генератора 6—7 вольт и лампы включаются параллельно. Устройство выключателя ВК позволяет одновременно с выключением фар замкнуть генератор на коротко. При коротком замыкании шунтового генератора ток в обмотке возбуждения будет близок к нулю. Это способствует сохранности генератора и регулятора в том случае, когда невозможно разобщить привод (при снятой внешней нагрузке).

Выключение световой нагрузки следует производить при малом числе оборотов коленчатого вала или при остановленном двигателе. В противном случае при коротком замыкании на коллекторе под щетками появляется искрение, которое разрушительно действует на поверхность коллектора.

СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРА ФП

На тракторах и тягачах ФП для целей освещения используют электрическую энергию генератора переменного тока, который обслуживает четыре bobины прибора зажигания. Генератор

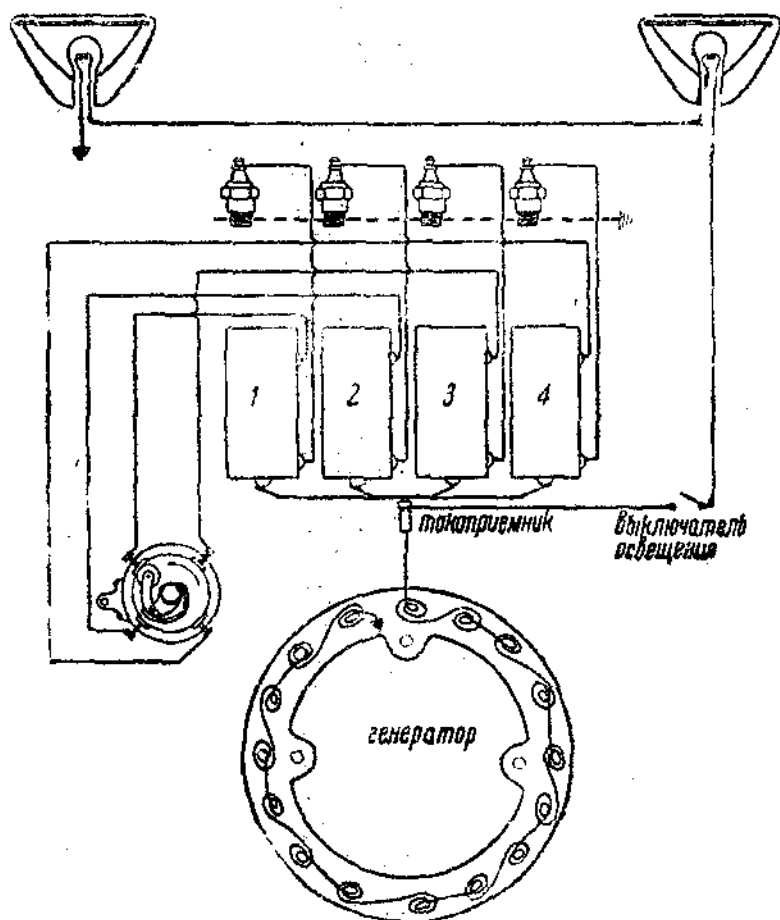


Рис. 152

ратор ФП имеет напряжение на зажимах 20 вольт при 1000 об/мин. и максимальная мощность его при этом числе оборотов не превышает 60 ватт. Так как для обслуживания 4 обин требуется не больше 10 ватт, то 50 ватт можно использовать для освещения.

Лампы, применяемые для авто-транспорта, стандартизованы на напряжения 6 вольт и 12 вольт, а так как напряжение на зажимах генератора 20 вольт, то необходимо лампы включать последовательно, если лампы рассчитаны на напряжение 6 вольт, то следует включить последовательно три лампы и если лампы для напряжения 12 вольт, то включают последовательно две. В первом случае лампы будут работать в более нормальных условиях, т. е. нити будут иметь полный накал (нити этих ламп рассчитаны для напряжения 6—8 вольт) и во втором случае будет недокал нитей. Конечно срок службы ламп будет больше во втором случае, но сила света значительно понизится.

Последовательное включение ламп имеет большой недостаток в том отношении, что перегорание одной лампы оставляет машину совершенно без освещения. Использование для освещения понижающего трансформатора с коэффициентом трансформации $n=3$, позволяет параллельно включать лампы, предназначенные для напряжения 6 вольт, и перегорание одной лампы не нарушает цепи другой лампы.

Использование генератора для осветительных целей допустимо при наличии регулятора числа оборотов коленчатого вала, так как в противном случае вследствие чрезмерного увеличения числа оборотов напряжение может повыситься настолько, что нить лампы будет сожжена.

Необходимо помнить, что при включенном освещении пуск двигателя крайне затруднителен, а иногда и совершенно невозможен. Так как вращение заводной ручки недостаточно, чтобы дать магниту скорость, при которой выработанная энергия окажется достаточной, чтобы обслужить лампы и бобины. Схема электрооборудования трактора ФП представлена на рис. 152.

СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРОВ „ИНТЕРНАЦИОНАЛ“ И „КЕЙС“

На тракторах „Интернационал“ и „Кейс“ устанавливается электрооборудование, изготавливаемое фирмой Р. Бош (см. рис. 153). Динамомашинa — с компаундной обмоткой, тип $K \frac{50}{6} 500$, снабженная трехступенным регулятором постоянства напряжения. Как указывалось ранее, компаунд-машина нуждается в защитном предохранителе, который плавился бы в случае короткого замыкания во внешней цепи или в случае перегрузки. Предохранитель должен плавиться при силе тока в цепи якоря, равной $12 \div 15$ ампер (для данного типа динамомашины).

Центральный переключатель, устанавливаемый в данной схеме электрооборудования, позволяет иметь три положения:

1. Выключено освещение *Off*,
2. Затемненный свет *Dim*,
3. Яркий свет *On*.

При первом положении шунтовая обмотка выключена и динамомашинa не возбуждается. Это позволяет не затрачивать напрасно энергию и освобождает регулятор напряжения от необ-

ходимости работать, удлиняя срок службы его. Мощность динамо-машины, как уже указывалось ранее, равна 50 ватт при 500 об/мин. и допускает установку в фары двух ламп по 25 ватт каждая.

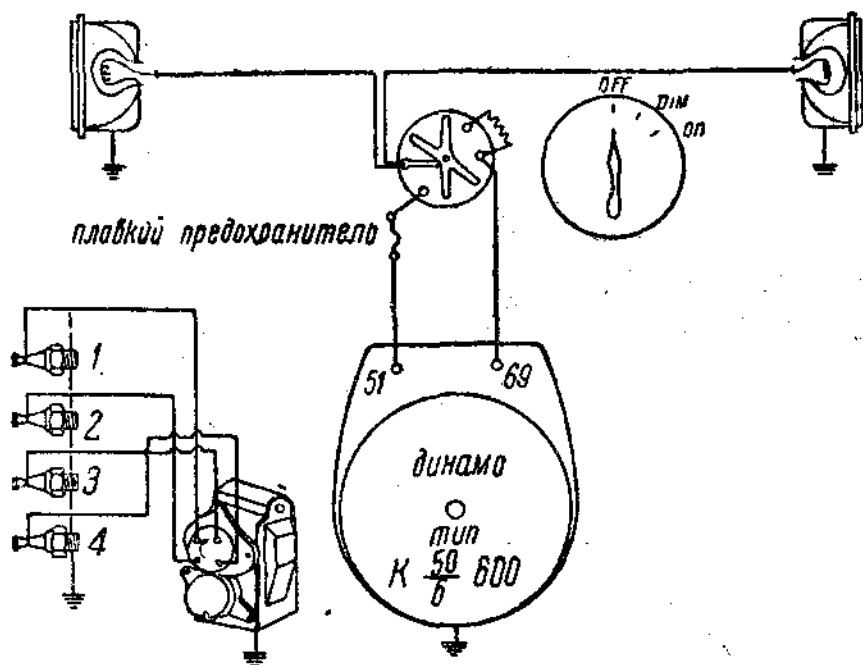


Рис. 153

СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРОВ КЛЕТРАК 40

На рис. 154 представлена схема электрооборудования трактора Клетрак. Электрооборудование изготавливается фирмой Делько-Рем. Динамомашинa снабжена третьей щеткой и термостатом. Рабочее напряжение в установке 12 вольт. Мощность динамо-машины 120 ватт при 900 об/мин. Аккумуляторная батарея фирмы Виллард емкостью 120 ампер-часов.

Осветительная арматура представлена: 1) двумя передними фарами, 2) задним красным фаром, 3) боковым фаром и инструментальной лампой. Все нужные переключения достигаются поворотом ручки центрального переключателя. Для того, чтобы уяснить работу переключателя, подвижной диск представлен в зеркальном отображении. На нем расположены по окружности пружинные контакты *A, B, C, D*, соединенные между собою общей шиной, и контакты *E, F*, также соединенные между собою.

На неподвижном диске расположены на большей окружности контакт 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, и на меньшей окружности два сегмента 10, 11.

Контакты 2, 3 обслуживают задний красный свет.

Контакты 4 и 5 обслуживают боковой фар.

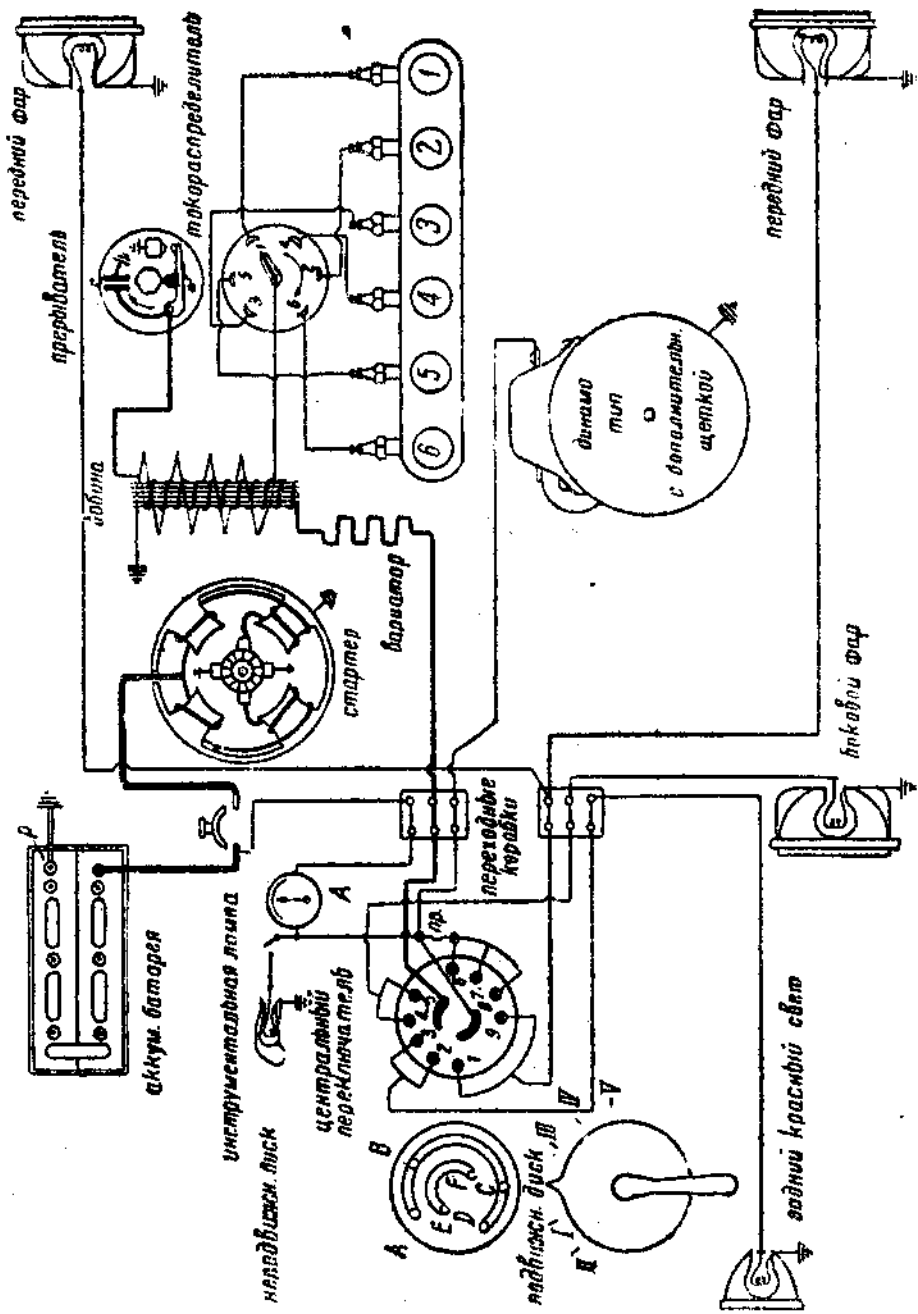


Рис. 154

Контакты 6, 7 и 8 соединены с источником электрической энергии через плавкий предохранитель ПР.

Контакты 9 и 10 обслуживают передние фары,

Сегмент 10 соединен с источником электрической энергии и сегмент 11 с первичной обмоткой bobины через вариатор.

Рассмотрим возможные комбинации переключений.

Положение переключателя 0

Контакт А находится на контакте 3.

Контакт В находится на контакте 5.

Контакт С находится на контакте 9.

Контакт D находится на изоляторе.

Контакт E находится на изоляторе.

Контакт F находится на изоляторе.

При этом положении переключателя все потребители энергии отключены от источника.

Положение переключателя I:

Контакт А находится на контакте 2.

Контакт В находится на контакте 4.

Контакт С находится на контакте 8.

Контакт D находится на изоляторе.

Контакт E находится на изоляторе.

Контакт F находится на изоляторе.

При этом положении переключателя включены задний красный свет и боковой фар.

Положение переключателя II:

Контакт А находится на контакте 1.

Контакт В находится на контакте 3.

Контакт С находится на контакте 7.

Контакт D находится на контакте 9.

Контакт E находится на контакте 10.

Контакт F находится на изоляторе.

При этом положении переключателя включены задний красный свет и передние фары.

Положение переключателя III:

Контакт А находится на контакте 4.

Контакт В находится на изоляторе.

Контакт С находится на изоляторе.

Контакт D находится на контакте 1.

Контакт E находится на сегменте 11.

Контакт F находится на сегменте 10.

При этом положении переключателя включено зажигание. Осветительная нагрузка выключена, так как шина А, В, С не имеет соединения с источником, т. е. не соединена с контактами 6, 7 и 8.

Положение переключателя IV:

Контакт А находится на контакте 5.

Контакт В находится на контакте 6.

Контакт С находится на изоляторе.

Контакт D находится на контакте 2.

Контакт *E* находится на сегменте *II*.
Контакт *F* находится на сегменте *IO*.

При этом положении переключателя включено зажигание, боковой фар и задний красный свет.

Положение переключателя *V*:

Контакт *A* находится на изоляторе.
Контакт *B* находится на контакте *7*.
Контакт *C* находится на контакте *1*.
Контакт *D* находится на контакте *3*.
Контакт *E* находится на сегменте *II*.
Контакт *F* находится на сегменте *IO*.

При этом положении переключателя включено зажигание, задний красный свет и передние фары.

Плавкий предохранитель включен только в осветительную сеть. Все остальные детали электрооборудования подробно рассматривались в соответствующих разделах

СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРА ЛИНКЕ-ГОФМАН С ДИЗЕЛЬМОТОРОМ

На тракторах Линке-Гофман устанавливается электрооборудование, изготовленное фирмой Р. Бош. Схема представлена на рис. 155. Для пуска дизельмотора требуется большой крутящий момент, и мощность стартера, устанавливаемого на двигатель, необходимо иметь довольно большую при малом числе оборотов якоря. Стартер, обслуживающий дизельмотор этого трактора, имеет мощность 6 л. с. и питается от двух последовательно включенных аккумуляторных батарей, каждая напряжением 12 вольт и емкостью 120 ампер-часов.

Необходимость иметь напряжение, равное 24 вольта на зажимах стартера, вызвана стремлением уменьшить пусковую силу тока, не вызывая уменьшения крутящего момента (активная длина проводника в этом случае в два раза больше).

Стартер снабжен электромагнитным включателем и имеет подвижной якорь, подробное описание его устройства дано на стр. 208.

Динамомашинка имеет мощность 225 ватт при напряжении 12 вольт и снабжена комбинированным регулятором напряжения силы тока и реле (см. стр. 180). Для зарядки аккумуляторных батарей от данной динамомашинки требуется включить батареи параллельно. Переключение их происходит автоматически. При вставленном ключе в центральный переключатель и при нажатии стартерного включателя *CB* происходит размыкание контактов *AB* и *CD* и замыкание контактов *EF*, *MN* и *KL*. В этом случае ток от + зажима аккумуляторной батареи *I* поступит в контакт *M*, контакт *N*, по пластинке в контакт *K*, контакт *L* в — зажим аккумуляторной батареи *II* и из + зажима батареи через предохранитель 40 А в контакт *E* контакт *F*, зажим стартера *50*, обмотка электромагнитного включателя *ЭВ* „масса“ и — зажим аккумуляторной батареи *I*.

Под действием поля, созданного током в обмотке электромагнитного выключателя, сердечник втянется и замкнет контакты I и II. Ток поступит от + зажима двух последовательно включенных батарей в тонкую сериесную обмотку $T_{он} CO$ и в дополнительную намагничивающую обмотку Д.Н.О. Поле, созданное этими двумя обмотками, втянет якорь и произведет сцепление шестерен, после чего автоматически замкнутся кон-

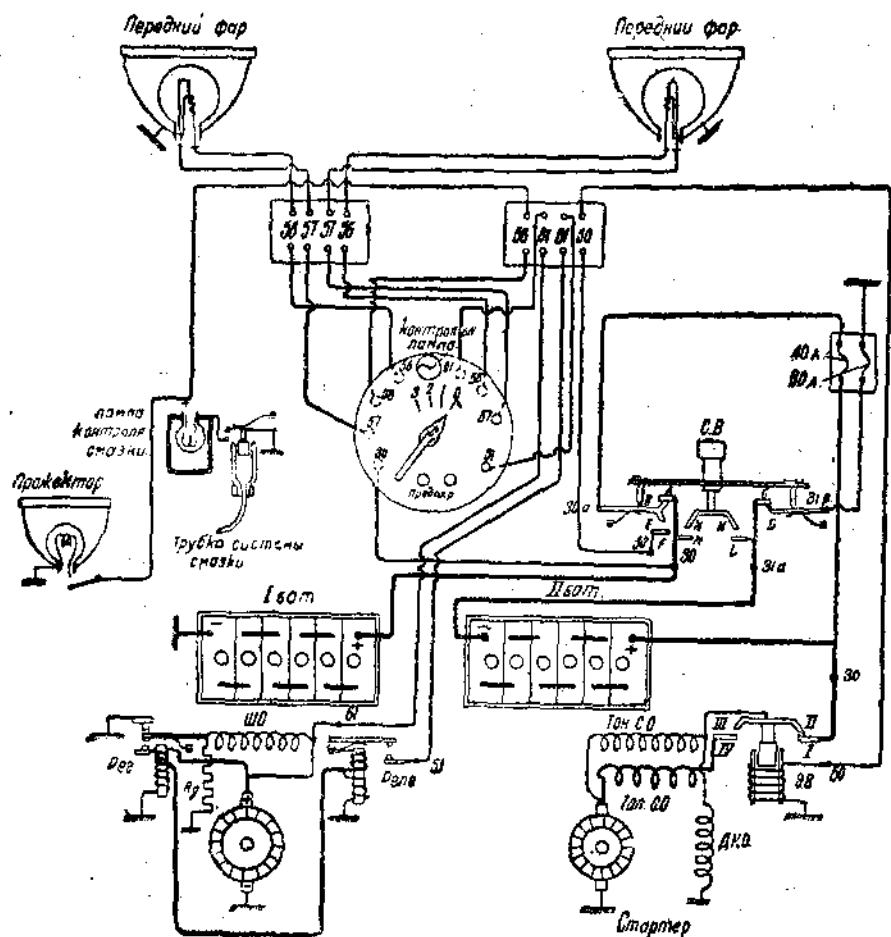


Рис. 155

такты III и IV и ток поступит в толстую сериесную обмотку $T_{ол. CO}$.

После того как двигатель будет пущен, стартерный выключатель СВ отпускают и происходит замыкание контактов АВ и CD. При этом ток от + зажима 51 динамомшины поступает по проводу 51 через центральный переключатель провод 30 и оттуда разветвляется: 1) в батарею I и 2) через контакт А в контакты В через провод и плавкий предохранитель

в + зажим батареи II, откуда через контакт С контакт D, плавкий предохранитель на „массу“. В этом случае обе аккумуляторные батареи включены параллельно к зажимам динамомашинны.

Для контроля за состоянием системы смазки в дизельномоторе установлена специально лампа с автоматическим включателем, действующим подобно манометру, но только без шкалы, который соединен посредством трубки с системой смазки.

Центральный переключатель снабжен ключом и позволяет включать яркий свет и затемненный. В переключателе установлена контрольная лампа, заряда и разряда аккумуляторных батарей, а также установлены два плавких предохранителя каждый на максимальную силу тока 40 А.

СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ ФОРД, МОДЕЛЬ АА

На рис. 156 представлена схема электрооборудования автомобиля Г.А.З. им. Молотова и автомобиля Форд.

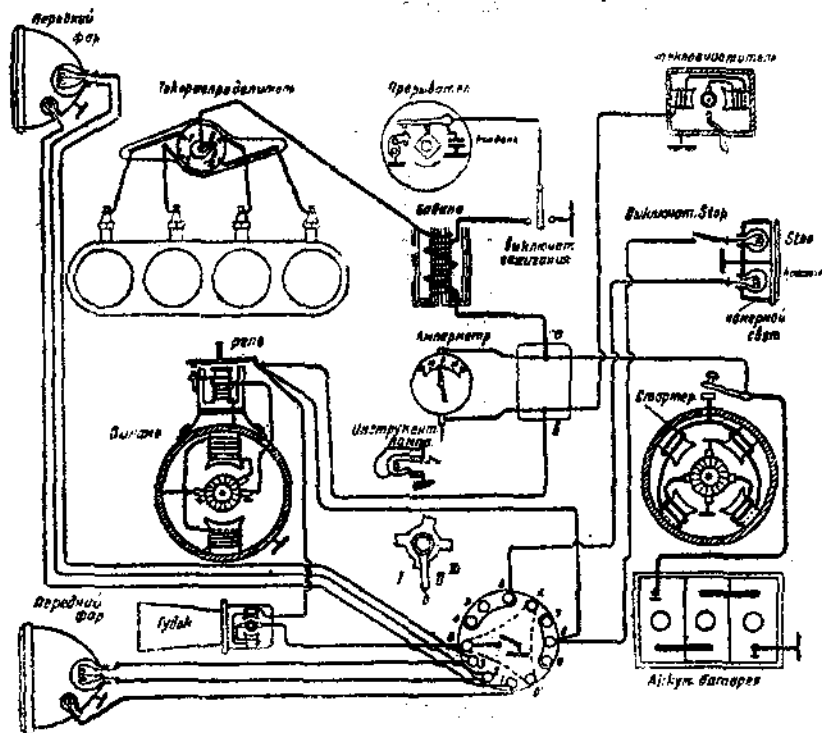


Рис. 156

Электрооборудование для автомобиля Г.А.З. изготовляет Электрзавод. Напряжение в установке 6 вольт. Динамомашинна с третьей щеткой. Мощность в 60 ватт при 900 об/мин. Емкость аккумуляторной батареи 80 ампер-часов. Амперметр фиксирует

заряд и разряд аккумуляторной батареи на осветительную установку и стеклоочиститель.

Разряд аккумуляторной батареи на зажигании амперметр не фиксирует и при остановленном двигателе нельзя определить замкнута или нет цепь первичной обмотки bobины. Невозможность определить наличие тока в первичной обмотке нередко является причиной обугливания ее изоляции и причиной полного разряда аккумуляторной батареи.

Это имеет место в том случае, когда мотор остановлен путем прекращения подачи топлива и контакты прерывателя находятся в замкнутом состоянии, при включенном выключателе зажигания. Чтобы устранить этот недостаток, т. е. создать возможность наблюдения за наличием силы тока в первичной обмотке, достаточно провод, соединяющий bobину, переключить к винту в переходной коробки.

При пуске двигателя также желательно видеть, есть ли ток в первичной обмотке и прерывается ли он, когда коленчатый вал проворачивается стартером. Вышеупомянутое переключение позволяет также и за этим наблюдать.

Центральный переключатель имеет неподвижный диск с контактами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Контакт 1 обслуживает лампы для освещения автомобиля при стоянке его ночью.

Контакт 2 обслуживает нить ламп для загородной езды.

Контакт 3 обслуживает нить ламп для городской езды.

Контакты 4, 5 и 6 обслуживают задний красный фар и номерной свет, они все вместе соединены общей шиной.

Контакты 7, 8 и 9 соединены шиной и обслуживают световой переключатель. К ним подводится электрическая энергия от источника (генератора или аккумуляторной батареи).

По контактам скользят подвижные контакты А, В, С, соединенные между собою электрически. Световой переключатель позволяет иметь четыре положения.

Положение 0:

Осветительная установка выключена, за исключением инструментальной лампы и „стоп“-сигнала.

Положение I:

Контакт С находится на контакте 1.

Контакт В находится на контакте 4.

Контакт А находится на контакте 7.

При этом положении переключателя включены малые лампы для стоянки автомобиля ночью и включен задний красный свет.

Положение II:

Контакт С находится на контакте 9.

Контакт В находится на контакте 3.

Контакт А находится на контакте 6.

При этом положении переключателя включены нити ламп для городского движения автомобиля и задний красный свет.

Положение III:

Контакт С находится на контакте 8.

Контакт В находится на контакте 2.

Контакт А находится на контакте 5.

При этом положении переключателя включены нити для загородной езды автомобиля и задний красный свет.

СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ АМО-3

На рис. 157 представлена схема электрооборудования, изготовляемого фирмой Р. Бош. Система зажигания от аккумуляторной батареи и bobины. Bobина снабжена вариатором, ко-

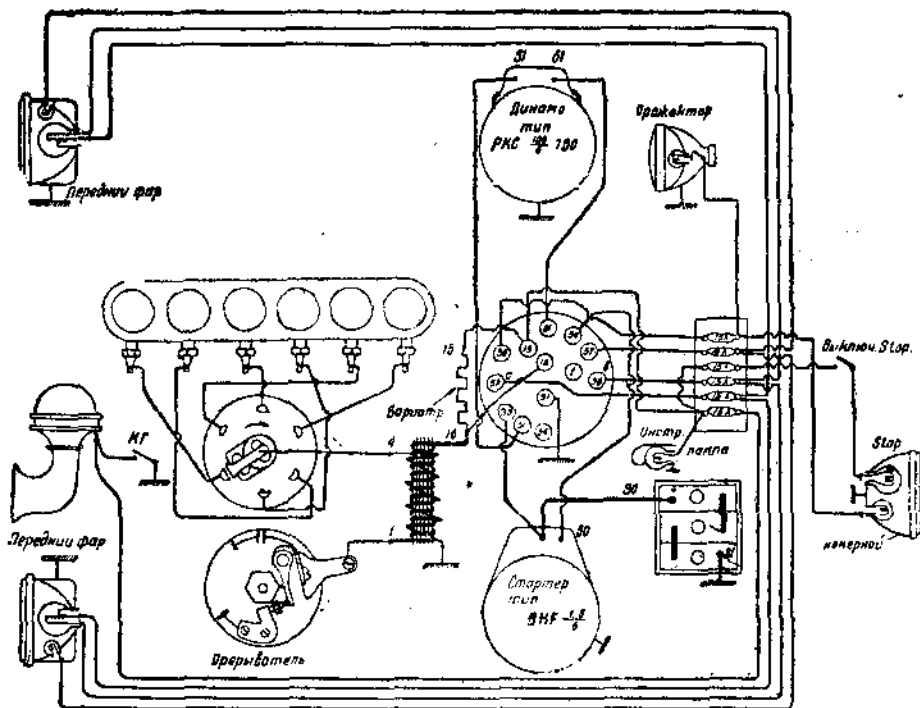


Рис. 157

торый все время включен в цепь первичной обмотки при работе двигателя. Bobина имеет дополнительную клемму 16, которая соединяется с центральным переключателем проводником, имеющим большое сопротивление, т. е. 1,5 ома, сопротивление этого проводника значительно меньше сопротивления вариатора. Этот провод необходим в тех случаях, когда двигатель туго запускается.

Включение bobины через клемму 16 происходит автоматически при нажатии пусковой кнопки стартера. Стартер снабжен передвижным якорем и электромагнитным включателем. При-

менение последнего позволяет установить пусковую кнопку на центральный переключатель. Пусковой кнопкой является оправа, в которую заключено красное стекло контрольной лампы.

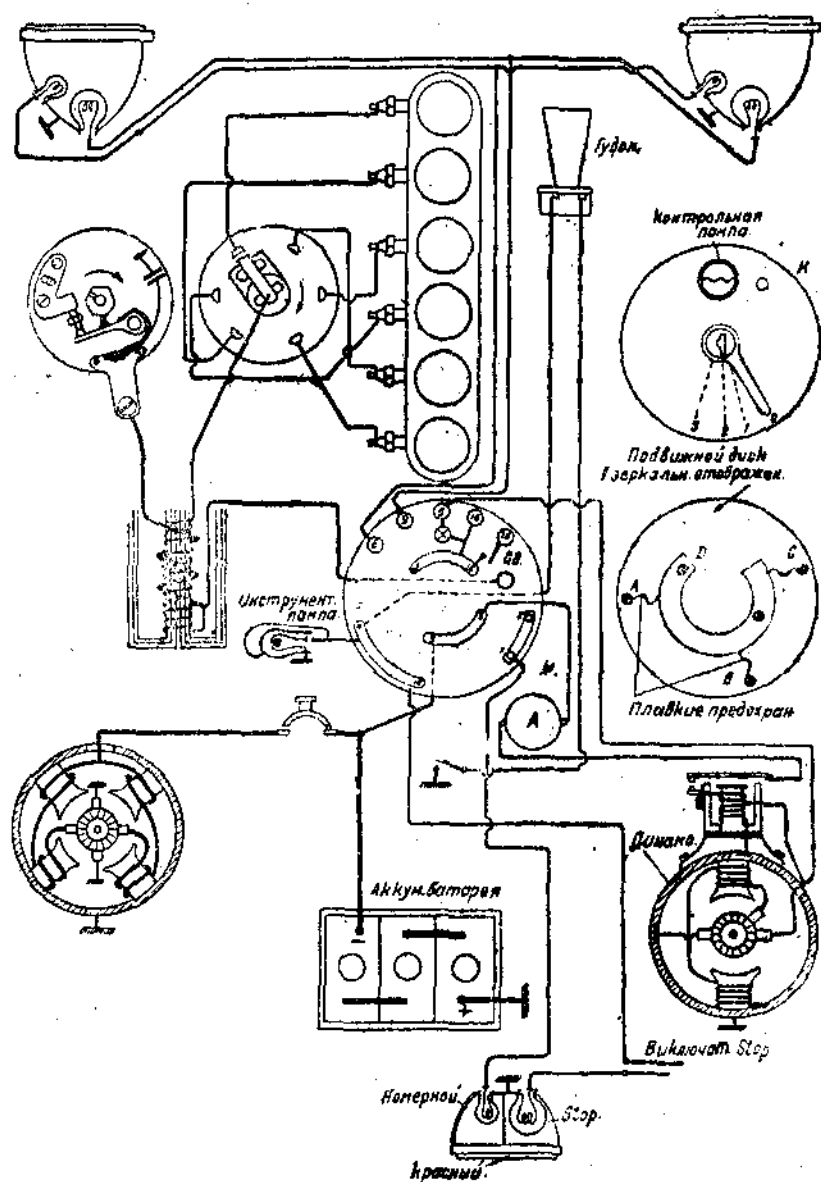


Рис. 158

Токораспределитель искрового типа и обслуживает цилиндр двигателя в следующем порядке 1, 5, 3, 6, 2, 4. Данамомашина снабжена комбинированным двухступенным регулятором-реле.

На автомобилях АМО-3 устанавливается электрооборудование, изготовляемое Электрозаводом и артелью Зет (Z). На рис. 158 представлена схема электрооборудования. Дистанктор, bobина, динамомашина и стартер изготовлены Электрозаводом. Центральный переключатель и гудок изготовлены артелью Зет. Центральный переключатель позволяет иметь четыре положения.

Положение 0:

Все потребители выключены.

Контакты *A, B, C, D, E* находятся на изоляторе.

Положение I:

Контакт *A* и *C* находится на изоляторе.

Контакт *B* находится на пластинке 10—11.

Контакт *D* находится на пластинке *S—15*.

Контакт *E* находится на пластинке 3—3.

При этом положении переключателя включены следующие потребители: зажигание, контрольная лампа, провод „стоп“-сигнала и гудок.

Положение II:

Контакт *A* находится на клемме 6.

Контакт *B* находится на пластинке 10—11.

Контакт *C* находится на клемме 8.

Контакт *D* находится на пластинке *S—15*.

Контакт *E* находится на пластинке 3—3.

При этом положении переключателя включены следующие потребители: зажигание, гудок, контрольная лампа, провод „стоп“-сигнала, малые лампы фар и задний красный свет.

Положение III:

Контакт *A* находится на клемме 9.

Контакт *B* находится на пластинке 10—11.

Контакт *C* находится на клемме 7.

Контакт *D* находится на пластинке *S—15*.

Контакт *E* находится на пластинке 3—3.

При этом положении переключателя включены следующие потребители: зажигание, гудок, центральные лампы фар, провод „стоп“-сигнала, задний красный свет и контрольная лампа.

Электрооборудование на автомобилях АМО встречается с установленным магнето вместо bobины. Магнето, устанавливаемое на АМО, выпускается Электрозаводом или же фирмой Сцинтилла. В том случае, когда установлено магнето, к клемме 2 центрального переключателя присоединяется провод от магнето, который служит для выключения зажигания. Аккумуляторная батарея состоит из трех аккумуляторов и имеет напряжение 6 вольт и емкость 105 ампер-часов.

Центральный переключатель, выпускаемый артелью Зет, снабжен стартерной пусковой кнопкой *CB* на случай установки стартера с электромагнитным включателем, провод от которого соединяют с клеммой 14. В центральном переключателе имеются три плавких предохранителя, которые включены в осветительную сеть.

Электрооборудование изготовлено фирмой Делько-Ремп. Его схема представлена на рис. 159. Система зажигания от аккумуляторной батареи и бобины. На динамомашине установлен дистрибьютор и бобина. В целях улучшения восстановления тока в первичной обмотке бобины, прерыватель обслуживает квадратная размыкающая шайба, которая производит размыкание двух молоточков. Действие такого прерывателя объяснено в разделе „Зажигание“ с той лишь разницей, что на рис. 11 представлен прерыватель для шестицилиндрового двигателя, а не восьмицилиндрового.

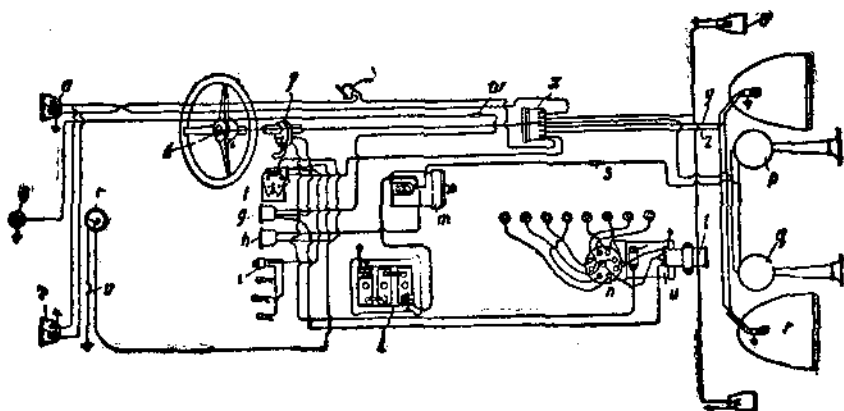


Рис. 159

Выключатель зажигания установлен на рулевой колонке, при повороте ключа одновременно выключается зажигание и запирается рулевая колонка, после чего повернуть штурвал невозможно. Осветительная арматура представлена двумя главными фарами с двухнитевыми лампами, двумя задними фарами с красным номерным светом и „стоп“-сигналом, двумя габаритными фарами, тремя лампами инструментальной доски и лампами внутреннего освещения. Вся осветительная установка защищена автоматическим максимальным реле на случай чрезмерного повышения напряжения в сети, что имеет место при случайном отключении аккумуляторной батареи от динамомашин. Реле является также ограничителем силы тока, предохраняя аккумуляторную батарею от разряда, в случае короткого замыкания в осветительной проводке.

Точно такую же схему электрооборудования имеет автомобиль „Красного Путиловца“, тип Л1.

На данных автомашинах устанавливаются два звуковых сигнала, один высокого тона и другой низкого тона. Включены они параллельно и действуют одновременно. Установлен также и электрический указатель уровня топлива.

СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ ЛИНКОЛЬН

На рис. 160 представлена схема электрооборудования автомобиля Линкольн. Оборудование изготовляется фирмой Авто-Ляйт. Установка имеет трехщеточную динамомашину и аккумуляторную батарею с номинальным напряжением в 6 вольт. В целях улучшения восстановления силы тока в первичной обмотке bobины при большом числе оборотов коленчатого вала устанавливают две bobины, причем каждая обслуживает четыре цилиндра и имеет свой прерыватель. Это позволяет уменьшить в два раза число прерываний, происходящих на bobину, против того, что имело бы место при обслуживании одной bobиной всех восьми цилиндров. Оба прерывателя заключены в общий кожух дистрибутора и обслуживаются квадратной размыкающей шайбой.

Токораспределителей два, но они скоббинированы в одном приборе. Крышка токораспределителей общая и на ней расположены восемь борнов по окружности, один центральный борт от bobины I и второй в виде кольца соединен с bobиной II. Ротор токораспределителя имеет два борна, изолированные друг от друга и сдвинутые один относительно другого на 45°. Один борт ротора имеет соединение с центральным проводом bobины I, а другой борт ротора при помощи скользящего контакта соединен с кольцом и bobиной II. Порядок работы цилиндров двигателя следующий: I п—3 л—3 п—4 л—4 п—2 л—2 п—1 л. Буквенные обозначения „п“ и „л“ соответствуют правым и левым цилиндрам V-образного двигателя.

Включение и выключение зажигания производится выключателем, установленным на рулевой колонке. При повороте ключа происходит выключение зажигания и одновременно запирается рулевое управление. Система зажигания получает электрическую энергию непосредственно от аккумуляторной батареи или динамомашин. Осветительная же установка имеет три защитных реле, которые снабжены тонкими параллельными обмотками и толстыми последовательными.

Принцип действия их следующий: в случае повышения напряжения в установке (отключилась аккумуляторная батарея при работе динамомашин) сила тока в параллельной обмотке увеличится и вызовет увеличение напряженности поля соленоида, сердечник втянется и разомкнет цепь освещения, тем самым предупредит перегорание нитей ламп. В том случае, когда происходит короткое замыкание в осветительной проводке, сила тока в последовательной обмотке реле увеличится и вызовет размыкание контактов. Таким образом прервется цепь, сила тока в толстой обмотке уменьшится, контакты вновь замкнутся и т. д. Следовательно такое реле будет являться ограничителем силы тока.

Световой переключатель позволяет иметь четыре положения:

1. Свет выключен.
2. Включены габаритные лампы, установленные на передних крыльях.
3. Включен свет для городского движения.
4. Включен свет для загородного движения.

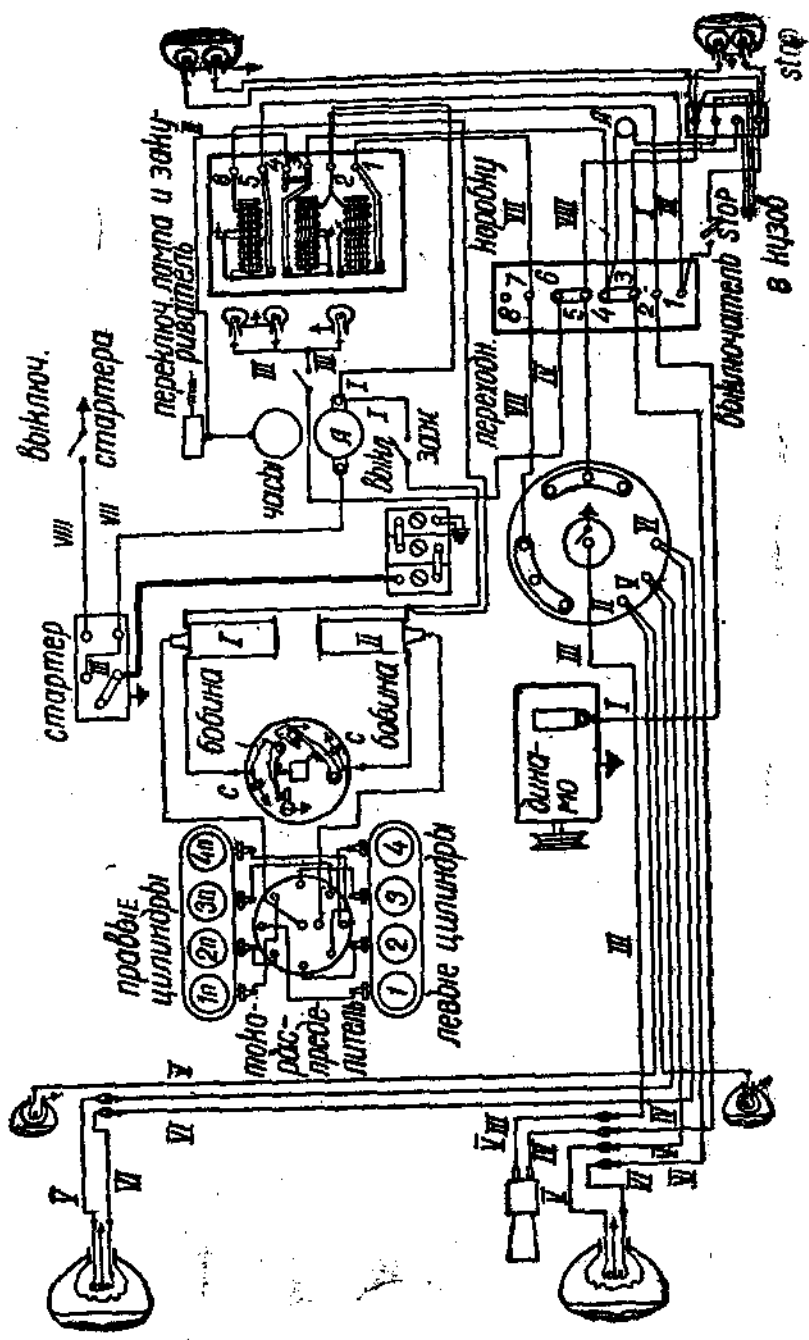


Рис. 160

Независимо от положения светового переключателя при включенном зажигании также включен провод „стоп“-сигнала. Инструментальная доска освещается тремя лампами, которые имеют свой выключатель. На инструментальной доске также расположены закуриватель и часы.

Стартер снабжен электромагнитным включателем, что позволяет иметь все преимущества, которые присущи данному типу включения (подробное описание см. стр. 208). В системе электрооборудования установлен автофон, позволяющий пассажирам сообщать шоферу о своем желании изменить путь следования автомашинны. Провода, соединяющие фары и гудок, имеют штепсельные соединения, а также вся проводка соединена через переходную коробку, что представляет удобства при съемке кузова с шасси.

Для облегчения монтажа провода имеют оплетку различного цвета, цвет проводов следующий:

- I. Зеленый с двумя черными нитками.
- II. Зеленый.
- III. Черный.
- IV. Желтый с двумя черными нитками.
- V. Желтый с двумя красными нитками.
- VI. Розовый с двумя желтыми нитками.
- VII. Желтый.
- VIII. Красный.
- IX. Розовый.
- X. Желтый с черной ниткой

СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ МОТОЦИКЛА ФИРМЫ ХАРЛЕЙ ДЕВИДСОН, МОДЕЛЬ 1931 г.

На мотоциклах фирмы Харлей Девидсон установлено электрооборудование, в системе которого имеется батарейное зажигание. Особенностью данного зажигания является следующее: двигатель двухцилиндровый с V-образным расположением цилиндров. В связи с таким расположением цилиндров воспламенение рабочей смеси в них должно происходить не через равные промежутки времени, а после воспламенения смеси в первом цилиндре (считая по ходу вращения), воспламенение во втором цилиндре должно произойти после поворота кривошипа на угол $360^\circ + \gamma$, где γ — угол наклона цилиндров. Это вызвало необходимость в установке кулачковой шайбы с несимметричным очертанием.

На мотоциклах фирмы Харлей Девидсон модели с 1925 г. до 1929 г. на кулачковой шайбе устанавливался ротор искрового токораспределителя и bobина имела один вывод провода высокого напряжения, который соединялся с центральным электродом токораспределителя. На мотоциклах модель 1930 г. и позже токораспределитель отсутствует и bobина имеет выводы начала и конца вторичной обмотки, идущие к свечам.

При размыкании контактов в прерывателе одновременно в двух свечах появляется искровой разряд. Причем в первом цилиндре искровой разряд воспламеняет рабочую смесь, а во втором в это время происходит выхлоп отработанных газов

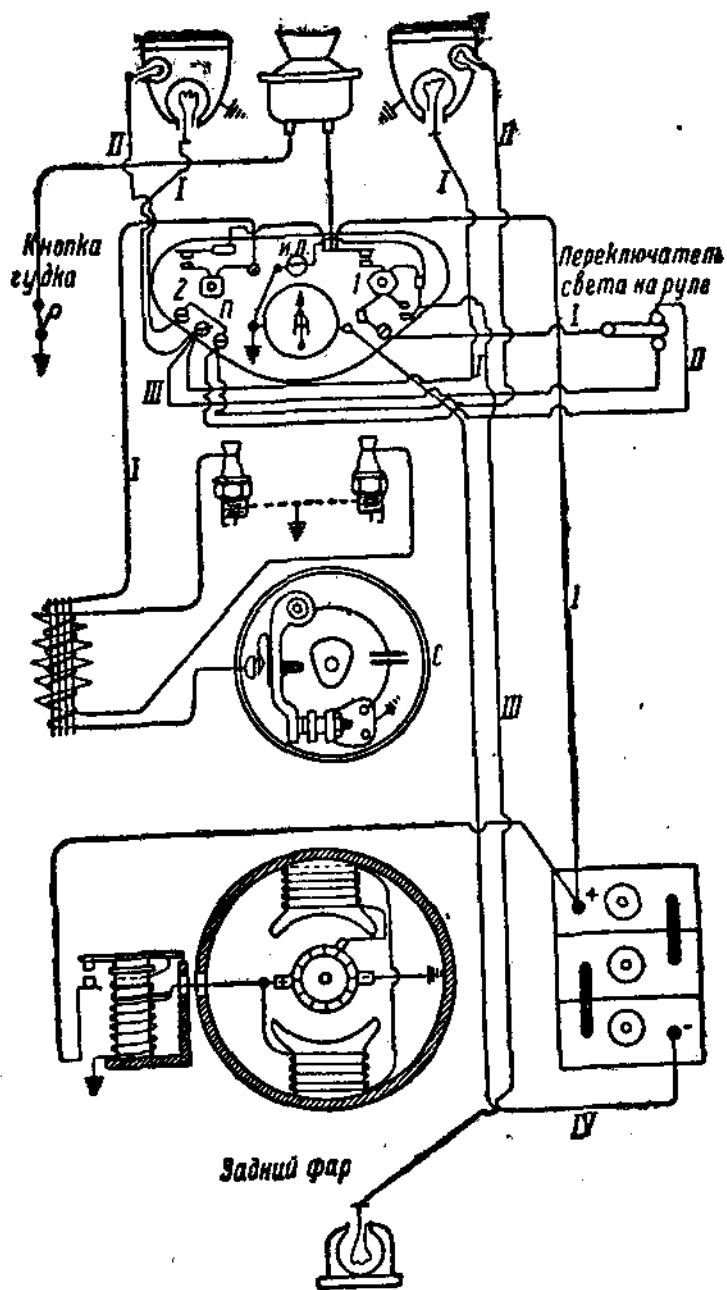


Рис. 161

и появление искры в этом цилиндре не может нарушить этого процесса. При следующем замыкании контактов произойдет воспламенение во втором цилиндре, а в первом в это время идет выхлоп.

Включение и выключение зажигания достигается поворотом выключателя 2. При включенном выключателе ток поступает от + аккумуляторной батареи на выключатель 2 по проводу в первичную обмотку bobины, на прерыватель „массу“, в амперметр и к — зажиму аккумуляторной батареи.

Осветительную установку обслуживает выключатель 1 и переключатель света, установленный на руле. При повороте выключателя 1 включается инструментальная лампочка III и переключатель на руле. В зависимости от его положения будет включен главный или затемненный свет. Иногда включают только малую лампу левого фара и перемычки II между винтами не имеют.

Динамомашинка трехщеточная, снабжена реле, которое укрепляется к аккумуляторному футляру. Аккумуляторная батарея составлена из трех элементов свинцового аккумулятора имеет напряжение 6 вольт и емкость 30 ампер-часов.

Амперметр, установленный на щитке переключателя света и зажигания фиксирует заряд и разряд аккумуляторной батареи. При заряде ток от + щетки динамомашинки поступает через замкнутые контакты реле в + зажим аккумуляторной батареи и из ее — зажима в амперметр, на „массу“ и к — щетке динамомашинки. При разряде аккумуляторной батареи ток поступает от + зажима аккумуляторной батареи на щиток и оттуда, в зависимости от включенной нагрузки, в ту или иную цепь, попадая на „массу“, ток проходит в амперметр и к — зажиму аккумуляторной батареи.

Для удобства монтажа проводки электрооборудования провода имеют цветную оплетку. Римскими цифрами обозначены провода, которые имеют цветную оплетку, значение цифр следующее:

- I — красный.
 - II — зеленый
 - III — черный
 - V — синий.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОТДЕЛ ПЕРВЫЙ

Процессы электрического зажигания

Физические процессы электрического зажигания рабочей смеси в двигателях внутреннего сгорания 3. Общие требования к приборам зажигания 5.

ОТДЕЛ ВТОРОЙ

Приборы зажигания высокого напряжения

Получение высокого напряжения и теория искры 8. Процесс получения высокого напряжения при батарейном зажигании 9. Процесс получения высокого напряжения при зажигании от магнето 18. Требования, предъявляемые к конструкциям отдельных деталей и их материалу 31. Приспособления, облегчающие пуск двигателя внутреннего сгорания 45. Автоматы, регулирующие момент воспламенения газовой смеси 48. Конструктивное выполнение прибора зажигания от бобин и магнето низкого напряжения 50. Конструктивное выполнение приборов батарейного зажигания 52. Конструктивное выполнение магнето высокого напряжения различными фирмами 54. Сравнительная оценка приборов зажигания 69. Двухискровое магнето 69. Запальные свечи 71. Установка приборов зажигания на двигатель 77. Неисправности их определение и устранение 78. Контрольные вопросы 80.

ОТДЕЛ ТРЕТИЙ

Аккумуляторы и зарядные установки

Свинцовый или кислотный аккумулятор 81. Химические процессы свинцового аккумулятора 81. Емкость аккумулятора 83. Заряд аккумулятора 84. Разряд аккумулятора 85. Работа и коэффициент полезного действия свинцового аккумулятора 85. Конструкция свинцовых аккумуляторов 87. Выбор аккумуляторной батареи 89. Установка, уход и ремонт аккумуляторных батарей 90. Испытание аккумуляторной батареи с помощью кадмия 90. Щелочные аккумуляторы 92. Химический процесс щелочного аккумулятора 93. Качественная оценка кислотных и щелочных аккумуляторов 95. Зарядные установки 95. Умформер 95. Требования, предъявляемые к генераторам постоянного тока 96. Механические выпрямители 99. Вибрационный выпрямитель 102. Ртутный выпрямитель 104. Электролитический выпрямитель 106. Купроксный выпрямитель 107. Катодные выпрямители 108. Резюме 109. Контрольные вопросы 110.

ОТДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

Динамомашинны, регуляторы постоянства напряжения и ограничители максимальной силы тока

Условия работы динамомашин на автотранспорте 111. Магнито-электрические машины 111. Генератор переменного тока фирмы K. W. 112. Динамомашинны постоянного тока и способ автоматического поддержания постоянства напряжения 114. Одноступенное регулирование 118. Второй тип одноступенного регулятора постоянства напряжения 121. Двухступенное регулирование 123. Трехступенное регулирование 126. Регулятор максимальной силы тока 129. Комбинированный регулятор напряжения и максимальной силы тока 131. Реле 134. Динамо-

машины с дополнительной щеткой 136. Построение кривых и их анализа 138. Сравнительная оценка способов регулирования, напряжения и силы тока 141. Термостат 141. Конструктивное выполнение динамомашин, применяемых на автотряспорте 144. Якорь динамомашин и его обмотки 145. Коллектор 150. Щетка и щеткодержатели 151. Мощность динамомашин, выбор места для установки и их крепление 153. Динамомашинa фирмы Делько-Реми 154. Динамомашинa фирмы Форд моде-ль AA 157. Динамомашинa Сцинтилла с комбинированным одноступенным регулятором напряжения максимальной силы тока и реле 158. Динамомашинa фирмы Р. Бош тип FQA $\frac{225}{12}$ 800 163. Динамомашинa Электрoзавода тип ГБТ 166. Динамомашинa Электрoзавода тип ГАУ 169. Динамомашинa фирмы Р. Бош тип RK $\frac{100}{12}$ 700 171. Динамомашинa фирмы Р. Бош тип RJB $\frac{75}{6}$ 900 176. Динамомашинa фирмы Р. Бош тип KAB $\frac{100}{12}$ 650 177. Динамомашинa фирмы Р. Бош тип LVA $\frac{100}{12}$ 600 179. Динамомашинa фирмы Р. Бош тип K $\frac{60}{6}$ 500 183. Комбинированные приборы 191. Неисправности, их определение, устранение и уход за динамомашинaми 194. Уход за генераторами 196. Контрольные вопросы 198.

ОТДЕЛ ПЯТЫЙ

Электрический пуск двигателя внутреннего сгорания

Требования, предъявляемые к стартеру 199. Определение необходимой мощности стартера 203. Привод от стартера к двигателю внутреннего сгорания 203. Стартер фирмы Делько-Реми 204. Стартеры с автоматическим сцеплением Бендикс 206. Стартер фирмы Р. Бош тип BGB, BIG 208. Стартер фирмы Сцинтилла с электромагнитным включателем 212. Установка стартера 215. Неисправности, их определение и устранение 216. Уход за стартерной установкой 218. Комбинированные приборы 219. Контрольные вопросы 221.

ОТДЕЛ ШЕСТОЙ

Источники света и прочие детали электрооборудования

Световые единицы 222. Нормирование света 223. Требования к осветительной арматуре 224. Осветительная арматура 226. Электрические звуковые сигналы 230. Вибрационные гудки 231. Моторные гудки 234. Измерительные приборы на автомашинaх 235. Прочие детали электрооборудования автомашин 238.

ОТДЕЛ СЕДЬМОЙ

Подные схемы электрооборудования автомашин, тракторов и мотоциклов

Схемы электрооборудования тракторов СТЗ 244. Интернационал и Кейс 246. Клетрак 247. Линке-Гофман с дизельмотором 250. Схемы электрооборудования автомашин Форд модель AA 252. АМО-3 254. Бьюик модель 1932 г. 257. Линкольн 258. Схема электрооборудования мотоцикла фирмы Харлей Дэвидсон модель 1931 г. 260.

Ленинград. Типография им. Володарского, Фонтанная, 57.

Ленинград № 39227

Тираж 20200 экз.

Знака тира. №3231

Издано 13-Г СКХГЭС № 4253

„Лен.-Восст.“ 1934 г.

Бушга 62 × 94 $\frac{1}{2}$

Объем 18 $\frac{1}{2}$

печати. лист. 20 $\frac{1}{2}$, авт. лист. 8 $\frac{1}{4}$, буш. листов 91400 типографских знаков в 1 печатном листе

Подписана и печатана 22 декабря

Сдана в набор 27 июля

Техн. редактор Н. Иванов

Корректор Ш. Прусович

Редактор Е. Горюна

Цена 3 рубля Переплет 75 коп.

Замеченные опечатки в книге „Электрооборудование тракторов
и автомобилей“

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
10	14 сверху	$\int_0^t \frac{dt}{E_a - IR}$	$\int_0^t \frac{dt}{E_a - IR}$	корр.
93	18 сверху	$2 Ni(OH)_2 + 2 OH +$ <p style="text-align: center;">Анод Катод</p> $+ Fe(OH)_2 + H_2$	$2 Ni(OH)_2 + 2 OH +$ <p style="text-align: center;">Анод Катод</p> $+ Fe(OH)_2 + H_2$	типогр.
100	10 .	$e_t = E_m S_n \omega t$	$e_t = E S n \omega t$	авт.
168	2 снизу	0 ом	10 ом	типогр.
175	11 .	и + зажим	и — зажим	авт.
200	2 сверху	в кг/м	в кгм	типогр.
229	8 .	$f = 10 \text{ мм}$	$f = 140 \text{ мм}$	типогр.

Цена 3 р. 75 к.

RLST



0000000041013

282054
9127 ✓

КНИГА-ПОЧТОЙ 1934

Высылает по заказам
имеющиеся в продаже
книги по всем отраслям
знания наложенным пла-
тежом без задатка.

Заказы направляйте
по адресу:

Москва, Могиа
„Книга-почтой“
и Ленинград
„Универкнига-почтой“
Пр. 25 Октября, 28