

Практическое занятие № 1

Тема: Изучение принципа действия, конструкции и характеристик аккумуляторных батарей.

Цель: Изучить конструкцию, принцип действия и характеристики аккумуляторных батарей.

План занятия:

1. Изучить принцип действия и устройство АБ различных вариантов исполнения.
2. Изучить основные характеристики АБ.
3. Изучить подготовку АБ к эксплуатации. Изучить устройства для определения технического состояния батареи, описать их особенности и назначение.
4. Описать порядок приготовления электролита.
5. Изучить схемы и условия заряда аккумуляторов.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Принцип действия и устройство АБ. Аккумуляторная батарея обеспечивает электроснабжение электростартера при пуске двигателя, а также электроснабжение других потребителей электроэнергии на автомобиле и тракторе при неработающем генераторе или его недостаточной мощности. Во втором случае аккумуляторная батарея работает параллельно с генератором. Основным потребителем энергии аккумуляторной батареи является электростартер. Работа в стартерном режиме определяет тип и конструкцию аккумуляторных батарей и выделяет их в особый класс стартерных батарей. На автомобилях и тракторах в качестве стартерных применяются свинцовые аккумуляторные батареи. По конструктивно функциональному признаку различают батареи:

—обычной конструкции — в моноблоке с ячеечными крышками и межэлементными перемычками над крышками;

—в моноблоке с общей крышкой и межэлементными перемычками под крышкой;

—необслуживаемые* — с общей крышкой, не требующие технического обслуживания в эксплуатации.

В свинцовом аккумуляторе в токообразующих процессах участвуют диоксид свинца PbO_2 (окислитель) положительного электрода губчатый свинец Pb (восстановитель) отрицательного электрода и электролит — водный раствор серной кислоты H_2SO_4 . Активные вещества электродов представляют собой относительно жесткую электропроводящую массу с диаметром пор 1–5 мкм у диоксида свинца и 5–10 мкм у губчатого свинца. Объемная пористость активных веществ в заряженном состоянии составляет около 50%.

Часть серной кислоты в электролите диссоциирована на положительные ионы водорода H^+ и отрицательные ионы кислотного остатка SO_4^{2-} . Губчатый свинец при разряде аккумулятора выделяет в электролит положительные ионы двухвалентного свинца Pb^{2+} . Избыточные ионы отрицательного электрода по внешнему участку замкнутой электрической цепи перемещаются к положительному электроду, где восстанавливают четырехвалентные ионы свинца Pb^{4+} до двухвалентного свинца Pb^{2+} . Положительные ионы свинца Pb^{2+} соединяются с отрицательными ионами кислотного остатка SO_4^{2-} , образуя на обоих электродах сернокислый свинец $PbSO_4$ (сульфат свинца). При подключении к зарядному устройству электроны движутся к отрицательному электроду, нейтрализуя двухвалентные ионы свинца Pb^{2+} . На электроде выделяется губчатый свинец Pb . Отдавая под влиянием напряжения внешнего источника тока по два электрона, двухвалентные ионы свинца Pb^{2+} у положительного электрода окисляются в четырехвалентные ионы Pb^{4+} . Через промежуточные реакции ионы Pb^{4+} соединяются с двумя ионами кислорода и образуют диоксид свинца PbO_2 .



Рисунок 3.1-Аккумулятор Разрез АБ 6СТ 55А (Иста)



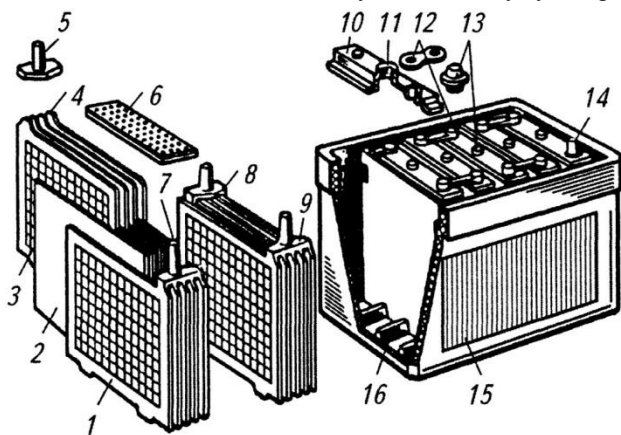
Рисунок 3.2-Аккумулятор Разрез АБ 6СТ 55А (Иста)



Рисунок 3.3-Аккумулятор АБ Bosch 74Ah



Рисунок 3.4-Аккумулятор АБ Bosch 74Ah



| | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| 1 - отрицательная пластина; | 9 – блок пластин; |
| 2. – сепаратор; | 10 – крышка; |
| 3. – положительная пластина; | 11 – заливное отверстие; |
| 4. – полублок положительных пластин; | 12 – межэлементное соединение; |
| 5. – баретка; | 13 – пробка; |
| 6. – предохранительный щиток; | 14 – полюсный вывод; |
| 7. – полублок отрицательных пластин; | 15 – моноблок; |
| 8 – мостик; | 16 – опорная призма. |

Рисунок 3.5- Устройство аккумуляторной батареи

Основные характеристики АБ. К основным характеристикам стартерных аккумуляторных батарей относятся электродвижущая сила (э.д.с.), внутреннее сопротивление, напряжение, ёмкость, коэффициент отдачи по ёмкости.

Электродвижущей силой E аккумулятора называется разность потенциалов положительного и отрицательного электродов при разомкнутой внешней цепи. Электродвижущая сила (э.д.с.) батареи E_b , состоящей из n аккумуляторов, соединённых последовательно, равна nE .

Э.д.с. аккумулятора зависит от плотности электролита, т.е.

$$E = 0,85 + \gamma. \quad (3.1)$$

где γ — плотность электролита, г/см³.

Если плотность электролита 1,27 г/см³, э.д.с. аккумулятора равна $0,85 + 1,27 = 2,12$ В. На практике э.д.с. можно измерить вольтметром с большим внутренним сопротивлением (не менее 300 Ом/В).

Как и любой источник тока, аккумулятор имеет внутреннее сопротивление, которое проявляется при прохождении по аккумулятору зарядного или разрядного тока.

Внутреннее сопротивление аккумулятора:

$$R = R_o + R_n. \quad (3.2)$$

где R_o — омическое сопротивление электродов, электролита, сепараторов и других токопроводящих частей;

R_n сопротивление поляризации, которое обусловлено изменением э.д.с. при прохождении тока.

Если омическое сопротивление аккумулятора имеет ту же природу, что и сопротивление всех проводников, то природу сопротивления поляризации следует пояснить особо. Сопротивление поляризации можно представить следующим образом. При прохождении через аккумулятор зарядного или разрядного тока изменяется плотность электролита, находящегося в непосредственном контакте с электродами. Это вызывает изменение э.д.с. аккумулятора. При разряде плотность электролита у электродов уменьшается и уменьшается э.д.с. аккумулятора на величину, которая называется э.д.с. поляризации разряда $E_{п.р.}$. При заряде происходит увеличение плотности электролита и, следовательно, э.д.с. аккумулятора на величину э.д.с. поляризации заряда $E_{п.з.}$. Поэтому измерить истинное значение э.д.с. аккумулятора, соответствующее состоянию, когда плотность электролита одинакова по всему объёму, непосредственно после заряда или разряда невозможно. Необходима значительная выдержка (несколько часов), чтобы в результате диффузии плотность электролита по всему объёму выровнялась. Следовательно, сопротивление поляризации отражает появление э.д.с. поляризации. Связь между ними определяется формулой $E_p = R_n I$.

Внутреннее сопротивление аккумулятора зависит от степени его разряженности, температуры и силы тока. Внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи в заряженном состоянии незначительно и составляет несколько тысячных долей ома. В полностью заряженном состоянии сопротивление возрастает в несколько раз. С понижением температуры сопротивление также возрастает. Например, при изменении температуры от 30 до —40°С сопротивление возрастает почти в 3 раза. С увеличением силы тока (заряда или разряда) внутреннее сопротивление уменьшается. Это связано с уменьшением сопротивления поляризации.

При разряде аккумулятора его э.д.с. распределяется на внутреннем участке цепи, где она преодолевает внутреннее сопротивление, и на внешнем участке цепи, где в результате присоединённого потребителя (нагрузки) электрическая энергия преобразуется в другой вид энергии. Та часть э.д.с., которая при разряде относится к внешнему участку цепи, называется *напряжением разряда* U_p аккумулятора. Потери же на внутреннем участке цепи носят название внутренних потерь напряжения $R I_p$. Связь э.д.с.

напряжения разряда и внутренних потерь напряжения выражается формулой:

$$U_p = E - R I_p = E - E_{п.р.} - R_o I_p. \quad (3.3)$$

Напряжение разряда меньше э.д.с. на величину внутреннего падения напряжения, которое определяется суммой э.д.с. поляризации разряда и потерь на омическом сопротивлении аккумулятора. Зная характер изменения э.д.с. и внутреннего сопротивления от ряда факторов, можно сказать, что напряжение разряда уменьшается с увеличением разряженности аккумулятора, с понижением температуры электролита и с увеличением разрядного тока.

При заряде напряжение внешнего источника должно преодолевать э.д.с. аккумулятора и падение напряжения на внутреннем сопротивлении, т.е. должно выполняться условие:

$$U_z = E + RI_z = E + E_{н.з.} + RoI_z. \quad (3.4)$$

Изменение напряжения аккумулятора при разряде током постоянной величины показано на рисунке 3.6.

В начале разряда (рисунок 3.6а) происходит резкое падение напряжения (участок **аб**) на омическом сопротивлении батареи. Затем происходит быстрое, но плавное снижение напряжения (участок **бв**) за счёт появления э.д.с. поляризации. Нарастание э.д.с. поляризации происходит до тех пор, пока не установится разность концентраций электролита (у поверхностей электродов и в общем объёме), обеспечивающая поступление к электродам необходимого для реакций количества электролита.

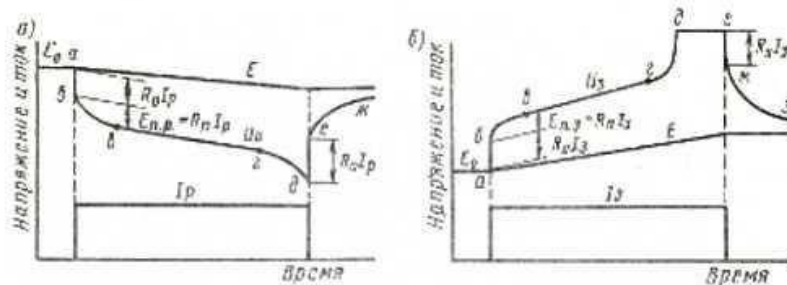


Рисунок 3.6 - Изменение напряжения свинцового аккумулятора: а — разряда; б — заряда

Следующий участок **вг** характеризуется относительно медленным уменьшением напряжения, которое определяется уменьшением э.д.с. аккумулятора, так как происходит снижение плотности электролита во всём объёме. К концу разряда, когда активные вещества электродов на всей поверхности превратились в сульфат свинца, а к находящимся в глубине электрода доступ электролита затруднён, снова нарастает э.д.с. поляризации и напряжение падает (участок **гд**). При прекращении разряда напряжение повышается скачком на значение омических потерь (участок **де**), а затем происходит плавное увеличение э.д.с. (участок **еж**) в результате уменьшения э.д.с. поляризации, вызванного выравниванием плотности электролита у поверхности электродов и в общем объёме.

В начале заряда (рисунок 3.6 б) происходят те же процессы, что и в начале разряда, но протекают они в обратном направлении. Сначала (участок **аб**) происходит резкое увеличение напряжения заряда по отношению к э.д.с. на значение падения напряжения на омическом сопротивлении.

Участок **бв** характеризуется нарастанием э.д.с. поляризации, связанным с быстрым увеличением плотности электролита у поверхности электродов. Затем (участок **вг**) напряжение нарастает медленно, что обусловлено ростом э.д.с. в результате общего увеличения плотности электролита. К концу заряда, когда в основном весь сульфат свинца превратился в двуокись свинца на положительном электроде и в губчатый свинец на отрицательном, происходит разложение воды. В результате разложения воды увеличивается э.д.с. аккумулятора, что приводит к увеличению напряжения заряда (участок **гд**). На участке **де** происходит только разложение воды, проявляющееся в виде пузырьков газа (кислорода и водорода), которые появляются на поверхности электролита. На этом участке напряжение остаётся постоянным.

Обильное газовыделение («кипение» электролита) и постоянство напряжения служат признаком конца заряда. При прекращении заряда напряжение скачком падает на значение падения напряжения на омическом сопротивлении (участок **еж**). Затем происходит плавное уменьшение э.д.с. поляризации, которое заканчивается при полном выравнивании плотности электролита во всём объёме (участок **жз**).

Напряжение аккумуляторной батареи при разряде будет равно сумме напряжений её аккумуляторов за вычетом падения напряжения на межэлементных соединениях. При заряде падение напряжения на межэлементных соединениях суммируется с напряжением аккумуляторов.

В зависимости от количества активных веществ и электролита аккумулятор одним и тем же током может разряжаться различное время. Количество электричества, которое аккумулятор отдаёт при разряде, называют ёмкостью.

Ёмкость в ампер—часах.

$$C = I t_{\text{пр}} \quad (3.5)$$

где I — ток разряда, А; $t_{\text{пр}}$ — продолжительность разряда, ч.

Стартерные аккумуляторные батареи собирают из аккумуляторов одной ёмкости. Так как аккумуляторы соединяются последовательно, ёмкость батареи равна ёмкости аккумулятора. При определённом количестве активных веществ и электролита ёмкость в значительной степени зависит от коэффициента их использования.

Теоретически для получения количества электричества в 1 А·ч необходимы: 4,46 г двуокиси свинца, 3,87 г свинца и 3,66 г серной кислоты. У современных стартерных аккумуляторных батарей активных веществ расходуется в 2 раза больше.

Важнейшими факторами, определяющими *коэффициент использования активных веществ*, являются пористость активной массы, толщина электродов, плотность электролита, режим разряда. Повышение пористости активной массы позволяет улучшить условия поступления электролита в глубь электродов и за счёт этого увеличить количество веществ, участвующих в реакциях. Уменьшение толщины электродов позволяет значительно увеличить коэффициент использования активной массы, особенно при больших токах разряда. При этом у тонких электродов внутренние слои активной массы используются эффективнее, нежели у толстых.

С увеличением плотности электролита коэффициент использования активной массы растёт. Однако повышенная плотность приводит к снижению срока службы стартерных батарей. Поэтому основным критерием, определяющим значение плотности электролита, являются условия эксплуатации аккумуляторных батарей.

Различают длительные режимы разряда, при которых разряд происходит небольшими токами в течении нескольких часов (например, 10— и 20— часовом режиме разряда), и короткие, или стартерные, при которых разряд токами большой силы длится несколько минут.

Увеличение тока разряда уменьшает коэффициент использования активной массы и, следовательно, ёмкость. Происходит это по следующим причинам. При больших токах разряда поверхностные слои электродов быстро превращаются в сульфат свинца, который закупоривает поры, и внутренние слои активной массы почти не принимают участия в реакциях.

Для сравнения различных стартерных батарей введено понятие номинальной ёмкости. Номинальная ёмкость C_{20} определяется в 20—часовом режиме разряда при температуре электролита 18 — 27°C током такой силы, при которой через 20 ч напряжение на 12—вольтовой аккумуляторной батарее снижается до 10,5 В.

При стартерных режимах разряда ёмкость не рассчитывают. Для оценки характеристик аккумуляторных батарей в стартерных режимах пользуются значением напряжения и положительностью разряда. Значение разрядного тока обычно задаётся численно равным утроенному значению номинальной ёмкости $3C_{20}$ А.

Чтобы восстановить ёмкость аккумуляторной батареи, отданную при разряде, необходимо в режиме заряда сообщить батарее несколько большую ёмкость. Это объясняется тем, что часть энергии при заряде идёт на побочные процессы, например на процесс разложения воды. Отношение числа ампер— часов, отданных при разряде, к числу ампер—часов, полученных аккумуляторной батареей при заряде, называют *коэффициентом отдачи по ёмкости*. Для стартерных батарей он равен **0,85**.

Аккумуляторная батарея, отключенная от разрядной цепи, самопроизвольно разряжается. Такой разряд аккумуляторной батареи, происходящий при отключенных потребителях, называют *саморазрядом*.

Во время эксплуатации аккумуляторных батарей бывает *нормальным и повышенным саморазряд*. *Нормальный саморазряд* — явление естественное и неизбежное в отличии от повышенного. Нормальный саморазряд новых аккумуляторных батарей не должен превышать 10% за 14 суток. Нормальный саморазряд аккумулятора происходит по следующим причинам. Решётка положительного электрода, состоящая из свинца, не полностью контактирует с активной массой (двуокись свинца), и между свинцом решётки и активной массой в присутствии электролита из—за различного химического состава материалов электрода возникает разность потенциалов. Иными словами, в этих местах образуются гальванические элементы, которые сами, находясь в состоянии разряда, постепенно разряжают электрод.

Решётка отрицательного электрода, состоящая из свинца, и его активная масса (губчатый свинец) представляют собой два электрода, между которыми также возникает разность потенциалов, вызывающая саморазряд. Кроме того, причинами нормального (естественного) саморазряда являются

трудноудаляемые примеси металлов, содержащиеся в материалах, из которых изготавливают электроды, и примеси, находящиеся в электролите.

Повышенный саморазряд аккумуляторных батарей происходит по следующим причинам. При небрежной заливке электролита в аккумуляторы, а также при бурном газовыделении наружная поверхность аккумулятора может оказаться смоченной электролитом, что значительно увеличивает саморазряд. Значение такого саморазряда в некоторых случаях превышает 5—10% ёмкости аккумуляторной батареи в сутки.

Причиной повышенного саморазряда аккумуляторной батареи может служить также применение дистиллированной воды или электролита, содержащих вредные примеси. Содержание в электролите даже незначительного количества меди и особенно железа намного увеличивает саморазряд батареи.

При соблюдении правил эксплуатации, установленных инструкцией по эксплуатации «Батареи аккумуляторные свинцовые стартерные», заводами— изготовителями установлены гарантийные сроки службы батарей. Гарантируется нормальная работа аккумуляторной батареи в течении 18 месяцев при наработке не более 60 тыс. км. пробега. Гарантийный срок службы исчисляется со дня приведения аккумуляторных батарей в рабочее состояние, если оно осуществляется не позднее установленных сроков хранения. Срок хранения аккумуляторных батарей, не залитых электролитом, составляет 3 года с момента изготовления.

Фактические сроки службы аккумуляторных батарей, как правило, значительно превышают гарантийные. Они зависят от многих факторов и поэтому неодинаковы даже для одинаковых марок автомобилей при различных режимах и условиях эксплуатации. Ниже приведён минимальный срок службы и наработка батарей при условии согласования применяемости данного типа батареи и соблюдения инструкции по эксплуатации:

| | | |
|-------------------------------|----|---|
| Минимальный срок службы, мес. | 2 | 4 |
| Наработка, тыс. км, не более | 50 | 0 |

Каждый тип аккумуляторных батарей имеет своё условное обозначение, которое наносится на моноблоке, крышке или перемычке и называется *маркировкой*.

Типы батарей характеризуются числом аккумуляторов в батарее, назначением батареи, номинальной ёмкостью. В условном обозначении первая цифра определяет число последовательно соединённых аккумуляторов, буквы СТ — назначение батареи — стартерная, число после букв — номинальную ёмкость батареи в ампер—часах при 20—часовом режиме разряда.

В зависимости от материала моноблока после числа, обозначающего номинальную ёмкость, ставятся буквы:

Э — эбонит, Т — термопластмасса.

Затем ставятся буквы, обозначающие материал сепараторов:

М — мипласт, Р — мипор.

Буква Н обозначает несухозаряженное исполнение аккумуляторных батарей, А — исполнение с общей крышкой.

Например, обозначение 6СТ—75ТР даёт следующую информацию: батарея состоит из шести последовательно соединённых аккумуляторов, т.е. её номинальное напряжение 12 В, стартерная, номинальная ёмкость 75 А•ч, моноблок из термопластмассы, сепараторы из мипора.

Подготовка к эксплуатации. Приведению аккумуляторных батарей в рабочее состояние предшествует процедура *приготовления электролита*. Особые требования предъявляются к химической чистоте электролита, которая оказывает существенное влияние на характеристики и срок службы аккумуляторных батарей. Поэтому для приготовления электролита используют дистиллированную воду и специальную аккумуляторную серную кислоту сортов А и Б.

Концентрированная серная кислота представляет собой прозрачную маслянистую жидкость без запаха. Наиболее часто применяется кислота плотностью 1,83 г/см³. Серная кислота обладает способностью в значительных количествах поглощать влагу. Если оставить полную бутылку с концентрированной серной кислотой открытой, через некоторое время кислота, поглощая влагу из окружающего воздуха, переполнит бутылку и начнёт выливаться. По той же причине пролитый электролит долгое время не высыхает.

Приготовление электролита. Электролит может быть приготовлен из концентрированной серной кислоты плотностью 1,83 г/см³ и дистиллированной воды. Однако при растворении кислоты в воде выделяется большое количество тепла. Поэтому во избежание излишнего повышения температуры раствора концентрированную серную кислоту рекомендуется разбавить до плотности 1,40 г/см³, а затем из этого раствора готовить электролит необходимой плотности.

Для приготовления электролита рекомендуется применять пластмассовую или керамическую посуду. Стеклопосуда для этой цели непригодна, так как из-за сильного разогрева раствора она может лопнуть.

Запрещается при приготовлении электролита лить воду в кислоту. Вода в месте соприкосновения с концентрированной кислотой быстро нагревается, вскипает и разбрызгивается вместе с кислотой, которая, попадая на кожу человека, может вызвать ожоги. При вливании в воду кислота быстро погружается в её толщу, в следствии чего тепло распределяется в большем объёме и разбрызгивания не происходит.

Раствор серной кислоты плотностью 1,4 г/см³ приготавливают следующим образом. Предварительно в сосуд наливают нужное количество дистиллированной воды. Затем при непрерывном помешивании кислотостойкой палочкой вливают в воду небольшими порциями необходимое количество серной кислоты из расчёта 0,714 л. серной кислоты плотностью 1,83 г/см³ на 1 литр дистиллированной воды. Нормы расхода компонентов для приготовления электролита приведены в таблице 3.1.

Плотность электролита определяют приспособлением (рисунок 3.7), состоящим из денсиметра 4, стеклянной пипетки 3 с резиновой грушей 1 и пробкой 2 с отверстиями и эбонитового наконечника 6 с пробкой 5.

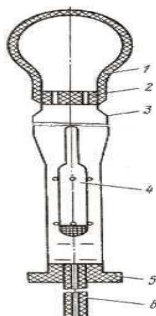


Рисунок 3.7. Приспособление для измерения плотности электролита

Для замера плотности электролита необходимо сжать грушу рукой и погрузить наконечник в электролит (рисунок 3.8). Затем отпустить грушу и после того, как уровень электролита в пипетке перестанет повышаться, прочитать значение плотности по шкале денсиметра против нижнего края мениска жидкости. При замере денсиметр не должен касаться стенок пипетки. Одновременно с замером плотности замеряют температуру электролита. Плотность электролита приводится к температуре 25°C. В зависимости от температуры электролита к показаниям денсиметра делается поправка в соответствии с таблицей 3.2

Таблица 3.1- Расход компонентов для приготовления 1 л. электролита различной плотности при температуре 25°C

| Плотность электролита, г/см ³ | Компоненты, л. | |
|--|-----------------------|--|
| | Дистиллированная вода | Серная кислота плотностью 1,83 г/см ³ |
| 1,20 | 0,859 | 0,200 |
| 1,22 | 0,839 | 0,221 |
| 1,24 | 0,819 | 0,242 |
| 1,26 | 0,800 | 0,263 |

Таблица 3.1- Расход компонентов для приготовления 1 л. электролита различной плотности при температуре 25°C

| | | |
|------|-------|-------|
| 1,28 | 0,781 | 0,285 |
| 1,40 | 0,650 | 0,423 |

Таблица 3.2 - Таблица поправок

| Температура электролита, °С | от 46 до 60 | от 31 до 45 | от 20 до 30 | от 5 до 19 | от -10 до 4 | от -25 до 11 | от -40 до 26 | от -55 до -41 |
|--|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| Поправка к показанию денсиметра, г/см ³ | +0,02 | +0,01 | 0,00 | -0,01 | -0,02 | -0,03 | -0,04 | -0,05 |

Температура электролита, заливаемого в аккумуляторы, должна быть не выше 25°C в холодном и умеренном районах, не выше 30°C в жарком, сухом и тёплом влажном районах и не ниже 15°C во всех перечисленных районах.

Заливка аккумуляторных батарей электролитом. Плотность электролита, заливаемого в аккумуляторные батареи, зависит от климатического района, в котором эксплуатируется автомобиль (таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Плотность заливаемого электролита.

| Макроклиматические районы (средняя месячная температура воздуха в январе), °С | Время года | Плотность электролита приведённая к 25 °С, г/см ³ | |
|---|-------------|--|--------------------|
| | | Заливаемого | Заряженной батареи |
| ХОЛОДНЫЙ: | | | |
| очень холодный (от -50 до -30) | Зима | 1,28 | 1,30 |
| | Лето | 1,24 | 1,26 |
| холодный (от -30 до -15) | Круглый год | 1,27 | 1,29 |
| УМЕРЕННЫЙ: | | | |
| умеренный (от -15 до -8) | Зима | 1,24 | 1,26 |
| тёплый влажный (от 0 до 4) | Лето | 1,20 | 1,22 |
| Жаркий сухой (от -15 до 4) | Круглый год | 1,22 | 1,24 |

Непосредственно перед заливкой электролита вывёртывают пробки и удаляют детали, герметизирующие вентиляционные отверстия. Если в горловине под пробкой имеется герметизирующая (резиновая) шайба, её необходимо удалить. Затем постепенно небольшой струйкой заливают электролит до тех пор, пока поверхность электролита не коснётся нижнего торца тубуса горловины крышки. При отсутствии тубуса электролит заливают до уровня на 10 — 15 мм. выше предохранительного щитка. В этом случае уровень проверяют стеклянной трубкой диаметром 3 — 5 мм., имеющей две риски на высоте 10 и 15 мм. от одного из её концов. Погрузив трубку в электролит концом до упора в предохраняющий щиток, зажимают указательным пальцем её верхний конец, затем трубку приподнимают и по уровню электролита в ней определяют уровень электролита в аккумуляторе.

Дальнейшая подготовка аккумуляторных батарей к работе. Аккумуляторные батареи выпускают в сухозаряженном и несухозаряженном исполнении. Сохранение сухозаряженности зависит от длительности и условий хранения аккумуляторных батарей. Для определения потери сухозаряженности после заливки электролита в промежутке времени от 20 мин. до 2 ч. контролируют плотность электролита. Если снижение плотности относительно плотности заливаемого электролита не превышает 0,03 г/см³ аккумуляторная батарея может быть сдана в эксплуатацию. При снижении плотности электролита более чем на 0,03 г/см³ батарею следует зарядить. Заряду подлежат также несухозаряженные батареи.

При необходимости срочного ввода в эксплуатацию сухозаряженных батарей допускается установка их на автомобили без контроля плотности электролита. Такой способ возможен, если срок хранения батарей не более одного года и к моменту введения в действие температура электролита и батареи не ниже 15°C. После возвращения автомобиля с линии такую батарею необходимо зарядить и довести плотность электролита до необходимой.

В особых случаях батареи, хранящиеся при отрицательных температурах до —30°C, допускается заливать электролитом температурой 40°C и плотностью 1,27 г/см³. После одного часа выдержки, если батарея хранилась не более одного года, её можно устанавливать на автомобиль. Если срок хранения более одного года, дальнейшие операции выполняют, как при обычном приведении в действие.

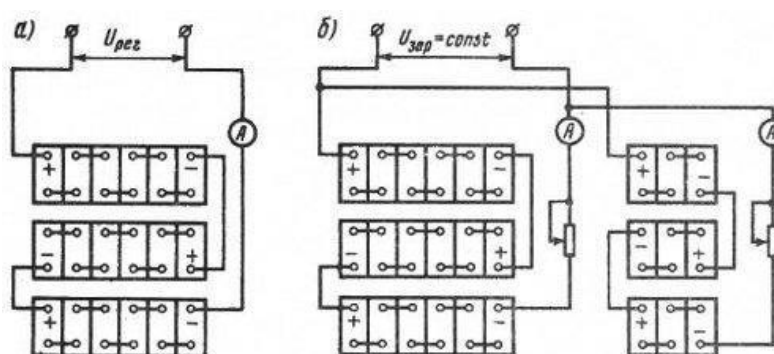
Заряд аккумуляторов. Заряд аккумуляторных батарей осуществляют от источника постоянного тока. При этом положительный полюс соединяют с положительным выводом аккумуляторной батареи, а отрицательный — с отрицательным. Для протекания зарядного тока необходимо, чтобы напряжение зарядного устройства было больше э.д.с. аккумуляторной батареи. Наиболее широко распространены два способа заряда: при постоянном зарядном токе и при постоянном напряжении. Реже применяют модифицированный заряд, при котором изменяют и ток, и напряжение, и ускоренный заряд, представляющий собой заряд токами большой величины.

При любом способе заряда аккумуляторные батареи можно заряжать, если температура в них не выше 30°C в холодной и умеренной климатических зонах и не выше 35°C в жаркой и тёплой влажной зонах. Не допускается повышение температуры электролита во время заряда выше 45°C в холодной и умеренной зонах и выше 50°C в условиях жаркой и тёплой влажной зонах.

Заряд при постоянном значении зарядного тока. Такой заряд применяют на зарядных станциях и в аккумуляторных отделениях автотранспортных предприятий. Постоянство зарядного тока достигается различными способами: регулированием напряжения зарядного агрегата; изменением сопротивления реостата, включенного в цепь заряда; применением различных стабилизаторов тока.

Сила тока при этом должна быть равна $0,1 C_{20}A$ (C_{20} — номинальная ёмкость аккумуляторной батареи). При заряде таким током вначале почти вся электроэнергия идёт на основные реакции. Когда аккумуляторной батарее будет сообщено около 90% ёмкости, которую она отдала при предшествующем разряде, для поддержания тока заряда необходимо повысить напряжение до значения, при котором начинается разложение воды. В конце заряда при положительных температурах электролита напряжение может достигать 2,7 В. При этом наблюдается быстрое повышение температуры электролита. При повышении температуры электролита до критической рекомендуется снизить зарядный ток в 2 раза или прекратить заряд до охлаждения электролита до температуры 30 — 35°C.

Аккумуляторная батарея считается заряженной, если во всех аккумуляторах наблюдается постоянство плотности электролита в течении 2 ч. Обычно на заряд при регулируемом напряжении зарядного агрегата подключают группу последовательно соединённых аккумуляторных батарей (рисунок 3.9а) с одинаковой или близкой по значению ёмкостью.



а) последовательное соединение батарей;

б) параллельное соединение батарей.

Рисунок 3.9 - Схемы включения аккумуляторных батарей на заряд

Если зарядный агрегат обеспечивает большие токи, к нему можно подключать параллельно несколько групп батарей (рисунок 3.9б) с включёнными последовательно к каждой группе реостатом и амперметром.

Аналогичная схема включения используется и при применении зарядного агрегата с нерегулируемым напряжением.

Число последовательно соединённых аккумуляторных батарей подбирают в группы в зависимости от максимального выходного напряжения зарядного агрегата, чтобы на каждый аккумулятор приходилось напряжение 2,7 В.

Число групп батарей, подключаемых параллельно для одновременного заряда, рассчитывают в зависимости от значения тока, который обеспечивает зарядный агрегат, и значения токов заряда отдельных групп. Ниже приведены примеры подбора аккумуляторов в группе для заряда.

Пример 1. Необходимо зарядить аккумуляторные батареи 6СТ—75 от агрегата, который имеет напряжение на выходе 70 В и силу тока 8 А.

Подсчитываем число аккумуляторных батарей, соединяемых последовательно в одну группу, из расчёта напряжения 2,7 В на один аккумулятор:

$$K = U / (2,7n) = 70 / (2,7 \cdot 6) = 4,32 \approx 4. \quad (3.6)$$

где U — напряжение на выходе агрегата, В; n — число аккумуляторов в батарее 6СТ—75.

Таким образом, в группу можно включить батареи.

Так как зарядный ток батарей 6СТ—75 равен 7,5 А, к агрегату, обеспечивающему ток 8 А, можно подключить только одну группу батарей.

Пример 2. Необходимо зарядить аккумуляторные батареи 6СТ—45 от зарядного агрегата с выходным напряжением 140 В и силой тока 50 А. Подсчитываем число батарей в группе:

$$K = U / (2,7n) = 140 / (2,7 \cdot 6) = 8,65 \approx 8. \quad (3.7)$$

Число групп, которое можно подключить параллельно, из расчёта, что ток заряда батарей 6СТ—45 равен 4,5 А.

$$I / I_z = 50 / 4,5 = 10,1 \approx 10 \quad (3.8)$$

где I — сила тока, которую может обеспечить зарядный агрегат, A ; I_z — сила зарядного тока, A .

Таким образом, при зарядном токе $4,5 A$ можно подключить параллельно 10 групп батарей.

Сопротивление реостата, который включается последовательно каждой группе, определяется из расчёта, что начальное зарядное напряжение на одном аккумуляторе $2 V$:

$$R = (U - 2nK)/I_z = (140 - 2 \cdot 6 \cdot 8)/4,5 \approx 10 \text{ Ом} \quad (3.9)$$

Если в разных группах имеются различные типы батарей, сопротивление реостата рассчитывают отдельно для каждой группы.

Число групп определяют из условия, что сумма токов всех групп не должна превышать допустимого значения для данного зарядного агрегата.

Заряд при постоянстве напряжения. Данный способ заряда применяют в основном на автомобилях и реже на зарядных станциях. При этом способе напряжение в процессе заряда поддерживается постоянным, а зарядный ток изменяется следующим образом. В начале заряда э.д.с. аккумуляторной батареи понижена (из-за низкой плотности электролита) и ток достигает наибольших значений (до $1 \div 1,5 C_{20} A$). В процессе заряда, когда э.д.с. батареи постепенно возрастает, сила тока понижается. К концу заряда сила тока уменьшается до значений, меньших $0,1 C_{20} A$. В стационарных условиях напряжение заряда при использовании данного способа должно быть $2,3 - 2,4 V$ на один аккумулятор.

Продолжительность заряда при постоянном напряжении практически одинакова с продолжительностью заряда при постоянном значении тока. Преимуществом рассматриваемого способа является меньшее газовыделение в конце заряда из-за меньшего напряжения, а недостатком является либо значительная перегрузка зарядного агрегата в начале заряда, либо недоиспользование мощности в конце заряда.

Ускоренный заряд. В процессе эксплуатации в случаях чрезмерного разряда аккумуляторных батарей применяется ускоренный заряд. Причиной чрезмерного разряда является неисправность генераторной установки на автомобиле.

Ускоренный заряд можно осуществлять токами, численно равными $0,7 - 0,9$ номинальной ёмкости. При применении ускоренного заряда важно, чтобы количество электричества, получаемое батареей, было не более значения ёмкости, которую батарея потеряла при разряде. В случае перезаряда при ускоренном заряде сильно снижается срок службы батарей. Поэтому применение ускоренного заряда допускается только в случаях, когда известна степень разряженности аккумуляторной батареи.

Уравнительный заряд. Он проводится током $0,1 C_{20} A$. При уравнительном заряде преследуется цель полностью обеспечить восстановление активных масс электродов всех аккумуляторов батареи. Заряд ведётся до тех пор, пока во всех аккумуляторах плотность электролита не будет постоянной в течении 3 часов.

Контрольные вопросы

1. Каков принцип действия свинцового аккумулятора.
2. Перечислите основные характеристики АБ.
3. Что означает термин «саморазряд»?
4. Какие факторы оказывают влияние на саморазряд АБ?
5. Какие факторы оказывают влияние на продолжительность срока эксплуатации аккумулятора?
6. Что следует понимать под «номинальной (зарядной) емкостью»?
7. Что означает термин «разрядная емкость»?
8. Каким образом можно измерить емкость аккумулятора?
9. Как влияет температура на параметры аккумулятора? 10. Каким образом можно провести десульфатацию аккумулятора?

Практическое занятие № 2

Тема: Методы оценки технического состояния и техническое обслуживание аккумуляторных батарей.

Цель: Научиться оценивать техническое состояние аккумуляторных батарей и изучить правила технического обслуживания аккумуляторных батарей.

План занятия:

1. Изучить техническое обслуживание и хранение аккумуляторных батарей
2. Записать в таблицу типичные неисправности АБ и способы их устранения.
3. Провести проверку технического состояния АБ.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Обслуживание аккумуляторных батарей. Обслуживание аккумуляторных батарей осуществляется при техническом обслуживании автомобиля.

Аккумуляторная батарея должна содержаться в чистоте, поскольку загрязнение ее поверхности приводит к повышенному саморазряду. В процессе технического обслуживания следует протирать поверхность аккумуляторной батареи 10%-ным раствором нашатырного спирта или кальцинированной соды, после протирания батарею нужно вытереть сухой ветошью. В процессе заряда в результате химической реакции выделяются газы, которые сильно увеличивают давление внутри батареи. Поэтому необходимо своевременно прочищать тонкой проволокой вентиляционные отверстия в пробках. Кроме этого при работе батареи образуется гремучий газ, который представляет собой смесь кислорода и водорода, поэтому нельзя осматривать батарею вблизи источников огня. Необходимо проверять уровень электролита, а также его плотность.

Минимальный срок службы аккумуляторной батареи в эксплуатации считается до момента уменьшения разрядной емкости ниже 40 % номинальной емкости или снижения продолжительности стартерного разряда до 1,5 мин при температуре (25 ± 2) С до конечного разрядного напряжения 4,5 и 9,0 В соответственно для 6 и 12 вольтовых батарей.

Минимальный срок службы батарей обычной конструкции и с общей крышкой в эксплуатации должен составлять один год при наработке транспортного средства не более 90 тыс. км пробега.

Минимальный срок службы необслуживаемых батарей в эксплуатации должен составлять три года при наработке транспортного средства не более 100 тыс. км пробега.

При первом техническом обслуживании автомобиля аккумуляторную батарею очищают от пыли и грязи, электролит имеющийся на поверхности батареи, вытирают сухой тряпкой или ветошью, смоченной 10%-ными растворами кальцинированной соды или нашатырного спирта. Проверяют надёжность крепления батареи и соединения наконечников проводов с выводами батареи. Окислившиеся наконечники проводов и выводы зачищают. При этом следует снимать минимальный слой металла, иначе нельзя будет надёжно соединить выводы батареи с наконечниками проводов. Следует также учесть, что провода не должны быть натянуты, так как это может привести к поломке выводов или крышек аккумуляторов. Наконечники проводов и выводы рекомендуется смазать техническим вазелином.

При первом техническом обслуживании автомобиля проверяют и, если необходимо, доводят до нормы уровень электролита во всех аккумуляторах, доливая в них дистиллированную воду. В холодное время года, чтобы избежать замерзания, воду следует доливать непосредственно перед пуском двигателя для быстрого её перемешивания с электролитом. Доливать электролит запрещается, кроме случаев, когда точно известно, что понижение уровня произошло за счёт выплёскивания электролита.

Чрезмерно быстрое снижение уровня электролита является признаком перезаряда батареи, характеризующегося протеканием зарядного тока через полностью заряженную батарею. При перезарядке наблюдается также выбрызгивание электролита на поверхность аккумуляторной батареи. Перезаряд вреден для батарей, так как приводит к снижению их срока службы. При первых признаках перезаряда необходимо проверить исправность генераторной установки.

При втором техническом обслуживании автомобиля (ТО-2), кроме перечисленных работ, дополнительно проверяют степень заряженности аккумуляторов батареи по плотности электролита (до долива воды) и работоспособность аккумуляторной батареи по напряжению аккумуляторов под нагрузкой. Плотность электролита измеряют денсиметром, а напряжение аккумуляторов — нагрузочной вилкой.

Нагрузочная вилка (рисунок 4.1) состоит из вольтметра 1 с пределами измерений 3—0—3 В, двух металлических контактных ножек 4, двух нагрузочных резисторов 5 и 6, гаск 3 и 7 включения резисторов, защитного кожуха 8 и пластмассовой рукоятки 2.

Нагрузочная вилка Э 108 обеспечивает проверку аккумуляторов батарей ёмкостью до 190 А•ч. При напряжении под нагрузкой более 1,4 В аккумулятор работоспособен, при напряжении под нагрузкой менее 1,4 В аккумулятор сильно разряжен или неисправен.

В связи с появлением аккумуляторных батарей с общей крышкой выпускается нагрузочная вилка Э107, обеспечивающая проверку аккумуляторных батарей в целом. После определения плотности электролита в аккумуляторной батарее можно установить её разряженность по таблице 4.1.

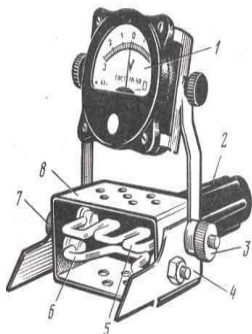


Рисунок 4.1-Нагрузочная вилка

Таблица 4.1- Плотность электролита, приведённая к 25 °С, г/см³

| Плотность заряженной батареи | Батарея разряжена на | |
|------------------------------|----------------------|------|
| | 25% | 50% |
| 1,30 | 1,26 | 1,22 |
| 1,28 | 1,24 | 1,20 |
| 1,26 | 1,22 | 1,18 |
| 1,24 | 1,20 | 1,16 |
| 1,22 | 1,18 | 1,14 |

Если аккумуляторная батарея разряжена более чем на 25% зимой и более 50% летом, её необходимо подзарядить. После заряда поверхность аккумуляторных батарей нейтрализуют содовым раствором и насухо протирают ветошью. Для более точного определения технического состояния определяют фактическую ёмкость батареи и продолжительность стартерного разряда. Батарея считается неисправной при снижении ёмкости до 40% от номинальной или снижение продолжительности стартерного разряда, производимого при температуре электролита $25 \pm 2^\circ\text{C}$, до 1,5 мин.

Перед определением фактической ёмкости аккумуляторную батарею сначала полностью заряжают током 0,1 С20 А до напряжения не менее 2,4 В на каждом аккумуляторе, после чего ток уменьшают на 50% от первоначального и доводят батарею до состояния полного заряда.

Заряд следует проводить до обильного газовыделения, постоянства напряжения и плотности электролита в аккумуляторах, равной $1,28 \pm 0,01$ г/см³ при температуре 25°С, а затем корректировать уровень электролита.

Разряд можно проводить током 20-часового или 10-часового режима. Разряд батарей при 10- и 20-часовых режимах ведётся до конечного напряжения на выводах соответственно: у 6-вольтовых батарей — 5,1 и 5,25 В; у 12-вольтовых — 10,2 и 10,5 В. При разряде температура электролита должна находиться в пределах от 18 до 27°С.

Для сравнения с номинальной полученную фактически ёмкость приводят к температуре 25°С:

$$C = \frac{C}{1 + 0,01(t_{cp} - 25)} \quad (4.1)$$

где С — ёмкость полученная при испытаниях, А•ч;

t_{cp} — средняя температура электролита при разряде, °С, определяемая как среднее арифметическое начального и конечного значений температуры электролита.

Перед определением продолжительности стартерного разряда батареи так же, как и при испытании на определение ёмкости. После заряда температуру электролита доводят до 25°C. Разряд проводят непрерывно токами, значения которых указаны в таблице 4, до конечного напряжения на выводах 4,5 В у 6-вольтовой батареи и 9 В у 12-вольтовой батареи.

В условиях низких температур (климатические районы со среднемесячной температурой в январе от —50 до —30°C) при переходе с летней эксплуатации аккумуляторных батарей на зимнюю и наоборот изменяют плотность электролита в соответствии с таблицей 2. Эту операцию проводят при ТО—2. Уменьшение плотности электролита добиваются отсасыванием части электролита и добавлением дистиллированной воды. При повышении плотности в аккумуляторы добавляют электролит плотностью 1,40 г/см³.

Стартерные свинцовые аккумуляторные батареи могут эксплуатироваться при температуре окружающей среды от 40 до 60 С (аккумуляторные батареи группы I) и от 50 до 60 С (батареи группы II). При этом рабочая температура электролита должна быть не выше 50 С. При повышении температуры электролита батареи разрушаются электроды, ускоряется сульфитация. Для уменьшения химической активности электролита его плотность в жарких и теплых влажных климатических районах понижают до 1,25–1,27 г/см³. Рост температуры вызывает интенсивное испарение воды из электролита. Эксплуатируемые при низких температурах, рекомендуется заполнять электролитом большей плотности (1,29–1,31 г/см³) и содержать в заряженном состоянии.

Хранение аккумуляторных батарей. Новые, не залитые электролитом аккумуляторные батареи можно хранить в неотапливаемом помещении при температуре окружающего воздуха не ниже —30°C

Батареи следует устанавливать вне зоны действия прямых солнечных лучей на расстоянии не менее 1 м. от отопительных печей или других нагревательных приборов. Максимальный срок хранения батареи в сухом виде не должен превышать 3 лет.

Заряженные аккумуляторные батареи с электролитом следует хранить в сухом прохладном помещении по возможности при температуре не выше 0°C, так как при пониженной температуре процессы саморазряда и коррозии решёток во время бездействия аккумуляторов замедляются. Минимальная температура помешивания должна быть не ниже —30°C.

Батареи, снятые с автомобилей после небольшого срока эксплуатации, а также батареи заряженные, но не бывшие в эксплуатации, устанавливают на хранение только после их заряда.

Батареи, хранящиеся в качестве резерва, который может потребоваться в любой момент для работы на автомобилях, должны поддерживаться в состоянии полной заряженности. Поэтому если батареи хранятся при положительной температуре, то для восстановления ёмкости, потерянной ими от саморазряда, их следует 1 раз в месяц подзаряжать.

Температуру и плотность электролита в аккумуляторных батареях, хранящихся при температуре 0°C и ниже, проверяют ежемесячно и подзаряжают только в тех случаях, когда установлено падение плотности более чем на 0,04 г/см³.

Типичные неисправности АБ и способы их устранения. Основными причинами выхода из строя АБ являются:

- необратимая сульфитация электродов в результате частого разряда током стартерного режима, длительного хранения при положительной температуре без подзаряда и высокой плотности электролита;

- коррозия решеток вследствие содержания в электролите посторонних примесей, оголения электродов (низкий уровень электролита), длительного перезаряда и длительного хранения сухозаряженных батарей (более 3х лет);

- коробление электродов из-за неравномерности реакции по поверхности электродов вследствие большого тока, а также при большой зарядном токе;

- выпадение активной массы положительных электродов, происходящее при перезаряде, а также при заряде, когда температура электролита выше 40⁰ С, от сильной вибрации, после замерзания электролита;

- короткое замыкание электродов осыпающейся активной массой.

1) **Саморазряд** связан с переходом сурьмы в раствор серной кислоты в результате коррозии решеток положительных электродов. Сурьма увеличивает скорость коррозии и способствует выделению водорода.

Саморазряд заряженной батареи, кроме необслуживаемой, после бездействия в течение 14 сут при температуре окружающей среды (20 ± 5)⁰ С не должен превышать 7 % (0,5 % в сут), а после бездействия в течение 28 сут – 20 % номинальной емкости. Саморазряд необслуживаемой батареи после бездействия в течение 90 сут не должен превышать 10 % (0,11 % в сут), а после бездействия в течение одного года – 40 % номинальной емкости.

2) **Не аккумулярует**

3) *Уменьшение емкости.* Его снижение происходит при увеличении плотности разрядного тока и понижении температуры. Причиной ограничения емкости положительного электрода при коротких режимах разряда может быть замедление диффузии электролита в поры активной массы. При стартерных режимах разряда и низких температурах емкость ограничивает отрицательный электрод.

Проверка технического состояния АБ. Проверка технического состояния АБ производится в следующем порядке:

- 1) Внешний осмотр батареи, измерение уровня, плотности и t_0 электролита.
- 2) Определение ЭДС аккумуляторов и АБ.
- 3) Определение степени разряженности АБ, измерение напряжения под нагрузкой, измерение напряжения 2-х соседних аккумуляторов.
- 4) Определение падения напряжения на мастики.

Для проведения оценки технического состояния АБ используется оборудование: стеклянная трубка D 5–8 мм, денсиметр с пипеткой со шкалой 1,100–1,300г/см³, термометр со шкалой от 0 до 1000С, вольтметр магнитоэлектрической системы со шкалой от 0 до 15В и ценой деления 0,2В, аккумуляторные пробники-S107, S-108.

Ход работы:

Внешний осмотр

Визуально определяют состояние моноблока, крышек, пробок, мастики, выводов батарей, обращает внимание на наличие электролита и состояние его поверхности. Моноблок и крышки должны быть очищены от грязи и электролита и не иметь трещин.

Загрязненные крышки и мастику протирают тканью смоченной 10% раствором питьевой соды или нашатырного спирта. Если батарея имеет трещины, то она подлежит ремонту. Проверяют и прочищают вентиляционные отверстия в крышках АБ (пробках).

Трещины в мастике устраняют оплавлением ее нагретым паяльником, сильно поврежденную заменяют. Покачивание выводов определяют плотность их крепления. Окисленные выводы зачищают шкуркой или специальной щеткой, и смазывают техническим вазелином или маслом для двигателя.

Наблюдая за поверхностью электролита обращают внимание на выделение пузырьков газа, наличие пузырьков свидетельствует об ускоренном саморазряде из-за загрязнения электролита посторонними веществами. При наличии разряда электролит заменяют. Перед этим АБ необходимо разредить током, равным 0,1 емкости батареи до напряжения 1,2 В на одном аккумуляторе (или до 7,2 В на зажимах батареи).

Сливают электролит, предварительно замерив его плотность. Затем в аккумуляторы заливают чистый электролит той же плотности, которую имел загрязненный электролит после разряда, и заряжают батарею.

Измерение уровня электролита

Уровень электролита в аккумуляторах должен быть на 10...15 мм (у аккумуляторной батареи 6СТ-55 5...10 мм) выше предохранительного щитка.

Уровень электролита измеряют стеклянной трубкой, которая опускается в аккумулятор до упора в предохранительный щиток, затем закрывается сверху пальцем и приподнимается.

Если уровень электролита ниже нормального, то в аккумуляторы заливают дистиллированную воду, если выше, то электролит отбирают резиновой грушей во избежание его расплескивания при эксплуатации батареи.

Доливку воды в аккумуляторы производят непосредственно перед зарядом батареи, а на автомобиле – при работающем двигателе. Несоблюдение этого требования может вызвать замерзание воды в аккумуляторах и ускоренный саморазряд из-за разной плотности электролита в верхней и нижней частях аккумулятора.

Необходимо помнить, сто после доливки воды без заряда плотность электролита замерить невозможно.

Нельзя повышать уровень доливкой в аккумуляторы электролита, так как это приведет к повышению его плотности. Электролит доливают только в случае вытекания (например, при опрокидывании батареи). По цвету электролита в измерительной трубке можно судить о его загрязненности. Электролит бурого цвета свидетельствует об осыпании активного вещества «плюсовых» электродов аккумулятора. *Измерение плотности электролита*

Плотность электролита в каждом аккумуляторе измеряют **денсиметром** или **плотномером**.

Для измерения плотности электролита необходимо с помощью резиновой груши несколько раз (для удаления пузырьков воздуха со стенок пипетки) набрать электролит в пипетку до всплытия денсиметра. Не вынимая пипетку из аккумулятора и не допуская касания денсиметром стенок пипетки по нижней части мениска электролита в пипетке по шкале денсиметра, определяют плотность электролита. Допускается отклонение плотности электролита в аккумуляторах одной батареи не более чем на 10 кг/м³ (0,01г/см³). При большем отклонении батарею нужно зарядить. Для определения величины температурной поправки необходимо измерить температуру электролита.

Если измерения проводились при температуре, отличной от +25°C, то необходимо привести плотность $\gamma_{тк}$ температуре +25°C по формуле:

$$\gamma_{25} = \gamma_t + 0,00075(t - 25), \text{ г/см}^3 \quad (4.2)$$

где t – температура окружающей среды, °C.

Определение степени разреженности аккумуляторов и батарей. Снижение плотности электролита на 10 кг/м³ по отношению к плотности у полностью заряженного аккумулятора соответствует разряду аккумулятора примерно на 6 %. Например, если плотность электролита в заряженном аккумуляторе была 1280 кг/м³, а измерения при 2980K (+250C) – 1220 кг/м³, то плотность понизилась на 60 ед., что соответствует 36 % разреженности.

Степень разреженности батареи определяется по степени разреженности аккумулятора, имеющего самую низкую плотность электролита.

Батареи, имеющие степень разреженности более 25 % зимой и 50 % летом, должны сниматься с эксплуатации и заряжаться.

Необходимо учитывать, что снижение плотности электролита в аккумуляторах может происходить не только в результате разряда, но и в результате действия неисправностей (сульфатация, замыкание электродов).

Для того чтобы определить эти неисправности и подтвердить подсчитанную степень разреженности, необходимо *измерить ЭДС и напряжение аккумулятора под нагрузкой*.

Определение ЭДС аккумуляторов по плотности и вольтметром ЭДС аккумулятора определяется по уравнению:

$$E_0 = 0,84 + \gamma \quad (4.3)$$

Но величину ЭДС с достаточной точностью можно определить и вольтметром без нагрузки так как:

$$U_v = E_0 - I_v R_a, \quad (4.4)$$

где U_v – показания вольтметра, В;

I_v – сила тока, потребляемая вольтметром, А;

R_a – внутреннее сопротивление аккумулятора.

Так как величины I_v и R_a малы, то практически величина $I_v R_a$ близка нулю и вольтметр показывает величину E_0 , т. е. $U_v = E_0$. Сравнивая величины ЭДС, подсчитанной и измеренной, судят о наличии неисправностей батареи. Если $U_v = E_0$, то степень разреженности, подсчитанная по плотности, соответствует действительной. Если $U_v = 0$, то в аккумуляторе имеет место полное короткое замыкание электродов или обрыв в цепи. Для определения обрыва необходимо замерить напряжение батареи. Если $U_v = 0$, то в аккумуляторе имеет место полное короткое замыкание электродов или обрыв в цепи. Для определения обрыва необходимо замерить напряжение батареи. Если U_v значительно меньше E_0 (например, $U_v = 0,5 \dots 1,5$ В), в аккумуляторе имеется частичное замыкание электродов. Если U_v больше E_0 , то в аккумуляторе сульфатированы электроды или отстоялся электролит.

У аккумуляторных батарей со скрытыми межэлементными соединениями измеряются ЭДС всей батареи, а ЭДС по плотности подсчитывается как сумма E_0 всех аккумуляторов. Если при измерении вольтметром ЭДС батареи равна нулю, то в цепи одного или нескольких аккумуляторов имеется обрыв. Если напряжение батареи, измеренное вольтметром, равно 10 В, то в одном аккумуляторе полное или в нескольких – частичное короткое замыкание. Частичное замыкание электродов можно устранить промывкой аккумулятора дистиллированной водой. При полном коротком замыкании батарею нужно ремонтировать.

С помощью измерения и подсчета ЭДС невозможно выявить наличие таких неисправностей, как уплотнение активного вещества и разрушение электродов.

Определить эти неисправности, а также выявить общую пригодность аккумуляторных батарей к эксплуатации позволяет измерение напряжения под нагрузкой.

Измерение напряжения под нагрузкой

Напряжение каждого аккумулятора под нагрузкой, близкой к стартерной, измеряется аккумуляторным пробником Э108 или нагрузочной вилкой ЛЭ2.

Для проверки аккумуляторов батарей емкостью 45...100А/ч пробником Э108 необходимо:

Затянуть гайку и отвернуть гайку; Если емкость батареи 100...145А/ч, то гайку заворачивают, отвертывают; Если емкость батареи 145...190А/ч, заворачивают до упора обе гайки. Испытывая аккумуляторы, плотно прижимают острия ножек к выводам проверяемого аккумулятора и в конце пятой секунды определяют напряжение по вольтметру. На сильно окисленных выводах необходимо сделать царапины ножками приборов для создания надежного электрического контакта. Так как величина тока разряда близка к стартерной, то повторные измерения напряжения под нагрузкой

будут несколько ниже вследствие частичного разряда аккумуляторов. Увеличивать время проверки аккумулятора нельзя, так как это повлечет за собой получение неверного результата измерений.

Напряжение исправного и полностью заряженного аккумулятора в конце пятой секунды при проверке нагрузочной вилкой ЛЭ2 должно быть не менее 1,7В и не менее 1,4В при проверке пробником Э108. Напряжение всех аккумуляторов не должно отличаться более чем на 0,1В. При меньших величинах напряжения к эксплуатации непригодна и ее нужно заряжать или ремонтировать.

Заключение о техническом состоянии аккумуляторов делается с учетом всех ранее замеренных и подсчитанных параметров (таблица 4.2). Например, если $\gamma_{25}=1270 \text{ кг/м}^3$; $U_B=E_0$ (батарея заряжена), но напряжение под нагрузкой $U_n=1,3\text{В}$, то это свидетельствует о разрушении электродов или уплотнении активного вещества. Такая батарея требует ремонта.

Таблица 4.2-Результаты испытания аккумуляторной батареи марки

| Показатели | Норма по ТУ | № секции | | | | | |
|---|-------------|----------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Уровень электролита, мм | 10-15 | | | | | | |
| Плотность электролита, г/см ³ , при T= | - | | | | | | |
| Плотность электролита, приведенная к температуре +25°C, г/см ³ | 1,27-1,28 | | | | | | |
| Напряжение под нагрузкой, В | 10,2-10,8 | | | | | | |
| Напряжение без нагрузки, В | 12,6-12,8 | | | | | | |
| Степень разряженности, % | - | | | | | | |
| Внутреннее сопротивление батареи, Ом | <0,01 | | | | | | |

Контрольные вопросы

1. Какие существуют способы заряда аккумуляторных батарей?
2. Какие работы проводят при техническом обслуживании аккумуляторной батареи?
3. Какие особенности эксплуатации аккумуляторной батареи в зимнее время?
4. Какие факторы определяют э.д.с., внутреннее сопротивление и напряжение свинцового аккумулятора?
5. Что такое ёмкость аккумулятора и коэффициент отдачи по ёмкости?
6. Каким образом маркируют свинцовые стартерные аккумуляторные батареи?
7. Как приготовить электролит и каковы правила ввода а эксплуатацию свинцовых батарей?
8. Перечислите правила хранения аккумуляторных батарей.

Практическое занятие № 3

Тема: Изучение схем и конструкций автомобильных генераторов.

Цель: Изучить конструктивные особенности, принцип действия генераторов переменного тока.

План занятия:

1. Изучить конструкцию генератор переменного тока 37.3701 и записать технические характеристики, достоинства и недостатки в таблицу.
2. Зарисовать электрическую схему генератора 37.3701.
3. Записать соотношения основных показателей:
 - коэффициент использования (максимальный);
 - удельный коэффициент использования;
 - удельный коэффициент использования по холостому ходу.
4. Изучить конструкцию генератор переменного тока 2102.3701 и записать технические характеристики, достоинства и недостатки в таблицу.
5. Зарисовать электрическую схему генератора 2102.3701.
6. Изучить конструкцию генератор переменного тока 49.3701 и записать технические характеристики, достоинства и недостатки в таблицу.
7. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Генератор 37.3701. На карбюраторных двигателях устанавливается генератор типа 37.3701 (таблица 1.1), на двигателе ВАЗ-2111 — типа 9402.3701. Эти генераторы конструктивно схожи и представляют собой синхронные электрические машины переменного тока с электромагнитным возбуждением, с встроенным выпрямителем на кремниевых диодах и с электронным регулятором напряжения. Ротор генератора приводится во вращение от шкива коленчатого вала двигателя (на части двигателей ВАЗ-2111 — от демпфера) клиновым (на двигателе ВАЗ-2111 — поликлиновым) ремнем.

Типичным генератором переменного тока с контактными кольцами является генератор 37.3701 (рисунок 1.1), устанавливаемый на автомобилях ВАЗ-2108 и их модификациях. По габаритным, присоединительным и установочным размерам он взаимозаменяем с генераторами Г221 и Г222, но конструктивно от них отличен. Генератор имеет мощность 750 Вт и рассчитан на номинальное напряжение 14 В и номинальный ток 55 А. Ресурс не менее 125 000 км пробега автомобиля, масса без шкива 4,4 кг.

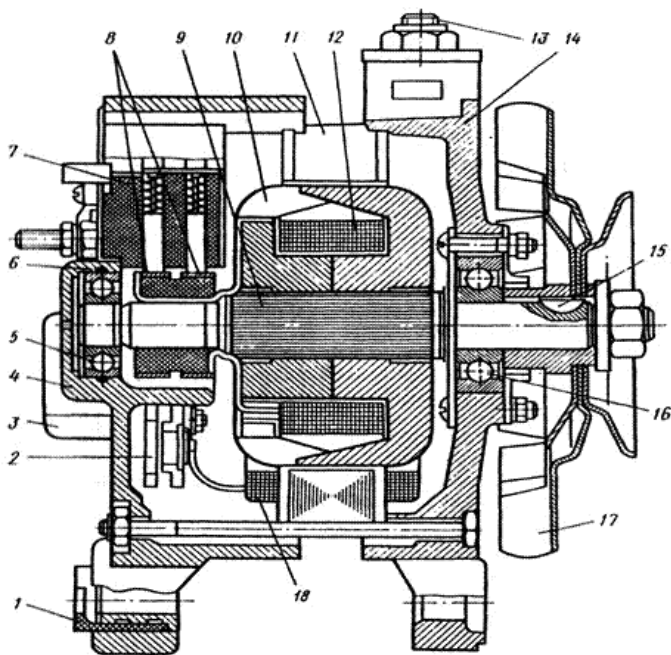
Таблица 1.1 - Технические характеристики генераторов

| <i>Технические характеристики генератора 37.3701</i> | |
|---|-----------|
| Максимальный отдаваемый ток (при 13В и 6000 мин ⁻¹), А | 55 |
| Напряжение, В | 13,6–14,6 |
| Направление вращения (со стороны привода) | правое |
| <i>Технические характеристики генератора 9402.3701</i> | |
| Максимальный отдаваемый ток (при 13 В и 6000 мин ⁻¹), А | 80 |
| Напряжение, В | 13,2–14,7 |
| Направление вращения (со стороны привода) | правое |

Статор и крышки генератора стянуты четырьмя винтами. Пакет статора набран из пластин электротехнической стали толщиной 1 мм, соединенных при помощи сварки в четырех точках. Трехфазная обмотка статора расположена в пазах полузакрытой формы. Обмотка трехплоскостная, двухслойная, с числом пазов на полюс и фазу, равным 1. Фазные обмотки соединены в двойную «звезду». Число витков в фазе 54. Диаметр фазного провода 0,95 мм, сопротивление фазы в холостом состоянии 0,155 Ом.

В статоре генератора расположена трехфазная обмотка, выполненная по схеме «звезда» (выводы фазных обмоток имеют общую точку). Вторые выводы фазных обмоток соединены с выпрямительным мостом, состоящим из шести кремниевых диодов (вентилей) — трех «положительных» и трех «отрицательных». Вентили запрессованы в две подковообразные алюминиевые пластины-держатели в соответствии с полярностью (положительные и отрицательные — на разных пластинах); на одной из пластин также находятся три дополнительных диода, через которые питается обмотка возбуждения генератора после пуска двигателя. Пластины объединены в выпрямительный блок, закрепленный на задней крышке генератора (под пластмассовым кожухом генератора 9402.3701).

Ротор включает в себя вал, обмотку возбуждения, клювообразные полюсы и контактные кольца. Вал ротора вращается в подшипниках, установленных в крышках. Смазка, заложенная в подшипники на заводе, рассчитана на весь срок службы генератора. Задний подшипник генератора 9402.3701 напрессован на вал ротора и поджимается задней крышкой через пластмассовую втулку, передний подшипник запрессован и завальцован в передней крышке и заменяется только вместе с ней. Его внутренняя обойма вместе с упорным кольцом и шайбой зажата гайкой между шкивом и ступенькой на валу ротора. Передний подшипник генератора 37.3701 стянут четырьмя винтами между внутренней и наружной шайбами и может заменяться отдельно от передней крышки. Задняя часть генератора 9402.3701 закрыта пластмассовым кожухом на защелках.



- | | |
|---|--|
| 1 – втулка; | 10 – ротор; |
| 2 – выпрямительный блок; | 11 – статор; |
| 3 – конденсатор 2,2 мкФ ±20% для подавления радиопомех; | 12 – обмотка возбуждения; |
| 4 – крышка генератора со стороны контактных колец; | 13 – стальной болт; |
| 5 – шариковый подшипник вала ротора со сторон контактных колец; | 14 – крышка со стороны привода; |
| 6 – резиновое кольцо; | 15 – сегментная шпонка; |
| 7 – щеткодержатель; | 16 – шариковый подшипник вала ротора со стороны привода; |
| 8 – клювообразные полюсы и контактные кольца; | 17 – центробежный вентилятор; |
| 9 – вал ротора; | 18 – трехфазная обмотка статора. |

Рисунок 1.1- Генератор 37.3701

Обмотка возбуждения изолирована от полюсов пластмассовым каркасом. Концы обмотки возбуждения припаяны к контактным кольцам. Для предотвращения проворачивания и междувиткового замыкания обмотка пропитана лаком, а ротор в сборе для снижения вибрации сбалансирован в двух плоскостях. Обмотка имеет следующие параметры: число витков 420, диаметр медного провода 0,8 мм и сопротивление обмотки в холодном состоянии 2,6 Ом.

Питание к обмотке возбуждения подводится через две щетки. Контактные кольца генератора (9402.3701) уменьшенного диаметра для понижения окружной скорости вращения и уменьшения износа щеток. Щеткодержатель конструктивно объединен с регулятором напряжения и закреплен на задней крышке генератора. Регулятор напряжения — неразборный, при выходе из строя его заменяют.

До 1996 г. у генератора 37.3701 щеткодержатель и регулятор напряжения представляли собой отдельные узлы (напряжение от клеммы «30» генератора подавалось на вывод «Б» регулятора напряжения). Теперь напряжение подается только к выводу «В» (вывод «Б» отсутствует). По своим характеристикам

новый и старый регуляторы напряжения одинаковы и в сборе со щеткодержателем взаимозаменяемы.

Для защиты бортовой сети от скачков напряжения при работе системы зажигания и снижения помех радиоприему между выводами «положительных» и «отрицательных» вентилях (между «+» и «массой» генератора) подключен конденсатор емкостью $2,2 \pm 0,04$ мкФ, расположенный на выпрямительном блоке генератора 9402.3701 и задней крышке генератора 37.3701.

При включении зажигания напряжение к обмотке возбуждения генератора (вывод «D» генератора 9402.3701 и «В» генератора 37.3701) подводится через контрольную лампу в комбинации приборов (лампа при этом горит) и подсоединенные параллельно ей резисторы. После пуска двигателя обмотка возбуждения питается от дополнительных диодов выпрямительного блока (контрольная лампа гаснет). Если после пуска двигателя лампа горит, это указывает на неисправность генератора или его цепей.

«Минус» аккумуляторной батареи всегда должен подключаться к «массе» автомобиля, а «плюс» — к выводу «В+» генератора 9402.3701 («30» генератора 37.3701). Обратное включение приведет к пробоем вентилях генератора.

При работе генератора не рекомендуется отсоединять аккумуляторную батарею (особенно на двигателях, оснащенных системой впрыска). Возникающие при этом броски напряжения в бортовой сети могут повредить электронные компоненты схемы.

Вентили генератора (и другие устройства в бортовой сети автомобиля при подключенном генераторе) следует проверять под напряжением не выше 15 В, более высокое напряжение (например, при проверке мегомметром) может вызвать повреждение вентилях.

При необходимости проверки изоляции обмоток высоким напряжением генератор следует снять, а выводы обмоток — отсоединить от выпрямительного блока и регулятора напряжения.

Схема подключений генератора модели 37.3701. При повороте ключа зажигания напряжение для включения генератора подключается к выводу через контрольную лампочку и резисторы. После того, как движок запущен, напряжение поступает в обмотку возбуждения от трех вентилях, присутствующих на выпрямительном блоке. При этом контрольная лампочка не горит, так как через нее не проходит ток. Основное напряжение подается на вывод регулятора непосредственно от вывода генератора.

С 1996 года в генератор модели 37.3701 внесли изменения, а именно изменили устройство регулятора и щеткодержателя. С этого момента регулятор напряжения находится в металлическом корпусе с прикреплен к щеткодержателю. То есть они стали неразборными.

Помимо рассмотренной модели генератора на автомобилях ВАЗ 2109 можно увидеть еще генераторы немецкие, болгарские и, как упоминалось выше, словенские. Их всех можно заменить на 37.3701. Отличия, конечно, есть, но они небольшие и связаны с самой конструкцией генератора, а по техническим данным и размерам они одинаковы.

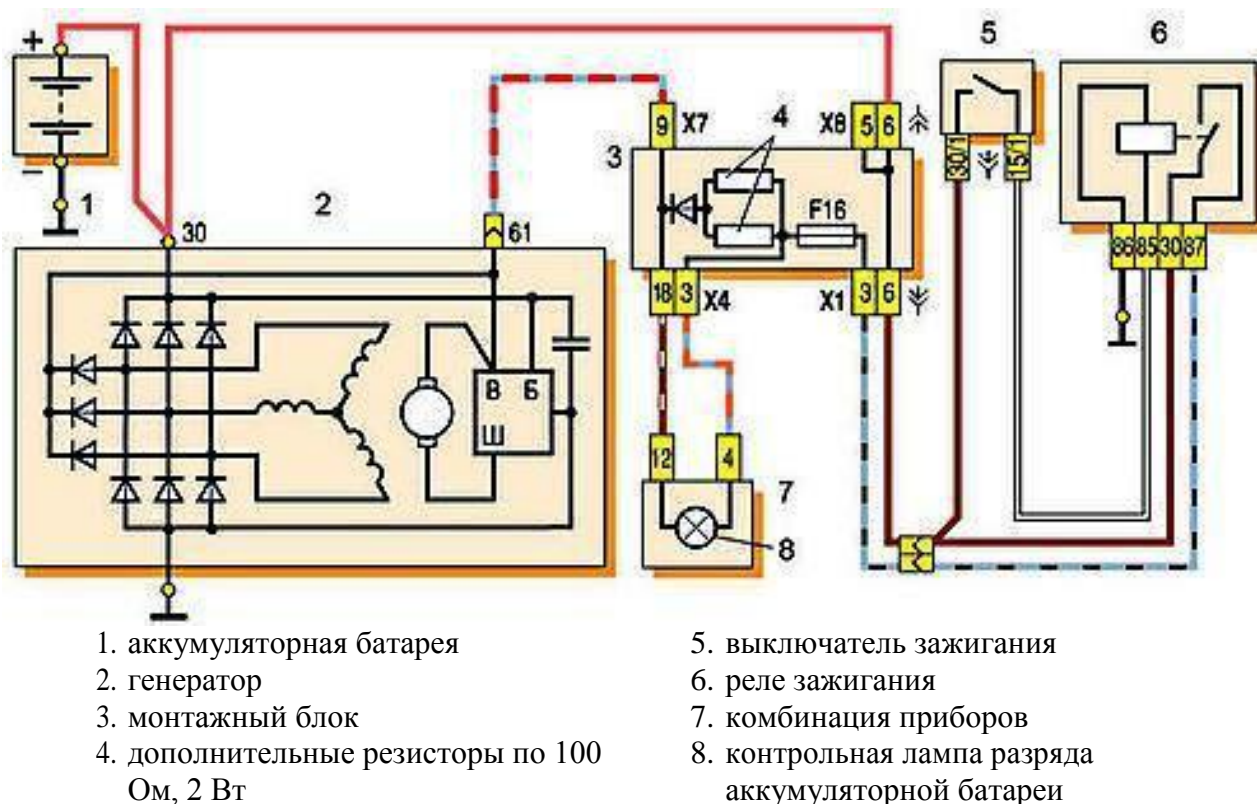


Рисунок 1.2 – Электрическая схема генератора 37.3701

Показатели использования материалов. Для оценки использования материалов генераторов применяют коэффициент использования (максимальный):

$$K_{max} = P_{г max} / G_г \quad (1.1)$$

где $P_{г max}$

– максимальная мощность генератора, Вт;

$G_г$ – масса генератора (без шкива), кг.

Максимальная мощность генератора переменного тока:

$$P_{г max} = U_n / I_{г max} \quad (1.2)$$

где U_n – номинальное выпрямленное напряжение (14 или 28 В);

$I_{г max}$ – максимальный ток нагрузки генератора.

Учитывая, что масса электрических машин зависит от момента на валу, пользоваться коэффициентом K_{max} можно только для сравнения технического уровня генераторов с одинаковой или близкой частотой вращения.

Для более объективной оценки технического уровня генератора применяется удельный коэффициент использования, учитывающий различную частоту вращения:

$$K_{уд} = U_n I_{рас} / (G_г n_{рас}) \quad (1.3)$$

где $I_{рас}$ – расчетный ток, соответствующий 70...75 % I_2

$n_{рас}$; $n_{рас}$ – частота вращения, соответствующая $I_{рас}$.

На практике пользуются удельным коэффициентом использования по холостому ходу:

$$K_x = U_n I_2 / (G_2 \max n_x) \quad (1.4)$$

где n_x – начальная частота вращения при холостом ходе.

Генератор 2102.3701. Генератор 2102.3701 (рисунок 1.3) относится к семейству индукторных генераторов и предназначен для установки на автомобилях КамАЗ и «Урал». Генератор представляет собой одноименнополюсную семифазную индукторную машину с односторонним электромагнитным возбуждением и встроенными кремниевыми выпрямителями.

У статора 14 зубца, на которых закреплены катушки семифазной обмотки. Обмотка – катушечная, однослойная, одноплоскостная, имеет по две последовательно соединенные катушки в фазе. Фазы соединены в семиугольник (рисунок 1.4).

Ротор представляет собой цилиндрический пакет с зубцами снаружи (10 зубцов) и цилиндрическими отверстиями внутри. Ротор соединен с приводом консольно с помощью стального фланца. Система возбуждения состоит из обмотки возбуждения и внешнезамкнутого магнитопровода, наружная часть которого – центральная втулка 2, ось 1, переходная втулка 13.

Максимальная мощность генератора 1680 Вт, ресурс 400 000 км пробега для автомобиля и 16 тыс. мото-ч для гусеничного тягача, масс 14,3 кг.

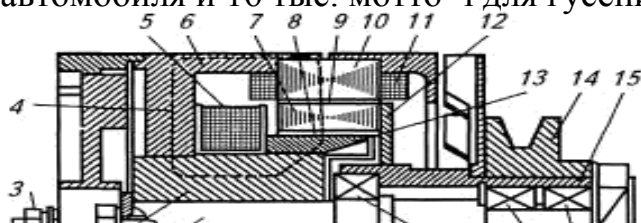


Рисунок 1.3 – Генератор 2102.3701

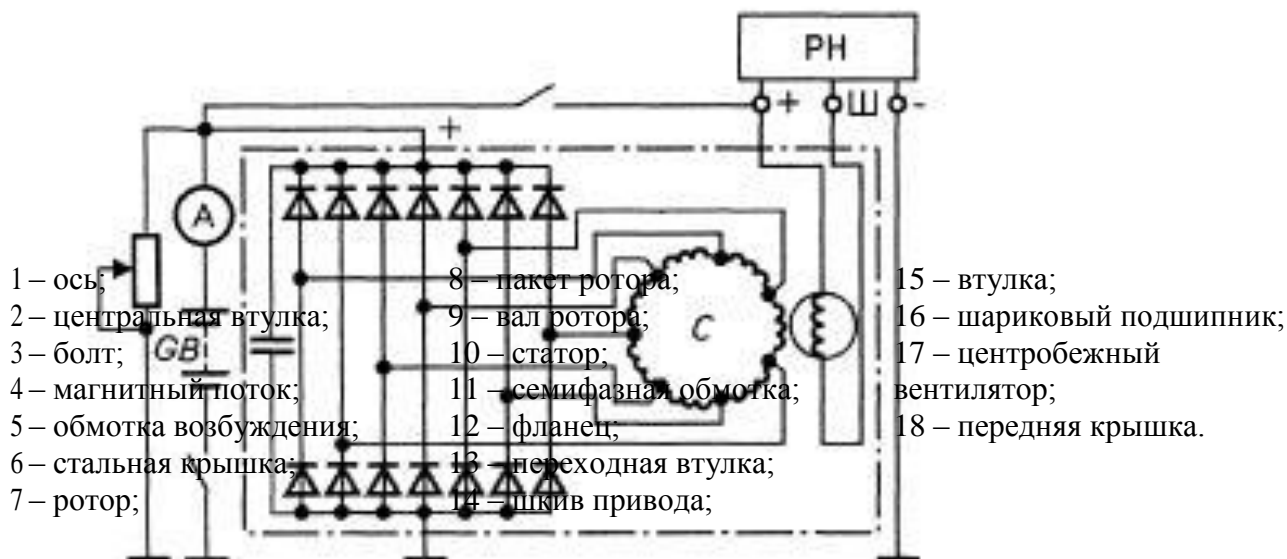


Рисунок 1.4 – Электрическая схема генератора 2102.3701

Генератор 49.3701. представителем семейства бесконтактных генераторов с укороченными полюсами является генератор 49.3701 (рисунок 1.5).

Ротор генератора состоит из двух клювообразных полюсных половин, между которыми размещена втулка с обмоткой возбуждения. Полюсные половины и втулка напрессованы на рифленый вал. Обмотка возбуждения крепится на алюминиевом каркасе, который закреплен в канавке посередине статора. Обмотка статора трехфазная, соединенная «звездой», размещена в равномерно распределенных по окружности 18 пазах.

Концы обмотки статора соединены со встроенным в генератор выпрямительным блоком БПВ 4-60-02 (рисунок 1.6). Блок БПВ 4-60-02 имеет отрицательную сборную шину, в которую запрессованы три диода типа ВА-20 обратной полярности, и положительную сборную шину, в которую запрессованы три диода того же типа, но прямой полярности. Сборные шины электрически полностью изолированы друг от друга и являются токоведущими элементами, одновременно их используют для теплоотвода.

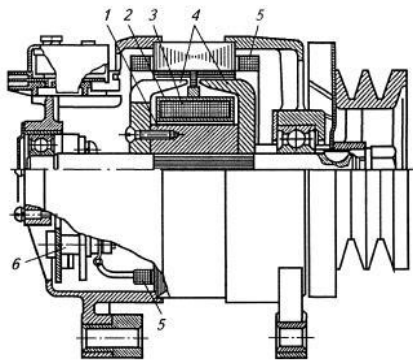
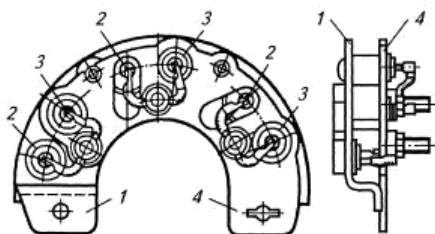


Рисунок 1.5 – Генератор 49.3701

- | | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| 1 – втулка; | 4 – клювообразные полюсные половины; |
| 2 – алюминиевый каркас; | 5 – обмотка статора; |
| 3 – обмотка возбуждения; | 6 – выпрямительный блок. |



- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1 – отрицательная сборная шина; | 3 – три диода типа ВА-20 |
| 2 – три диода типа ВА-20 | прямой полярности; |
| обратной полярности; | 4 – положительная сборная |
| | шина. |

Рисунок 1.6 – Генератор 49.3701

В сборных шинах имеются вентиляционные отверстия. Шесть диодов блока соединены между собой и образуют трехфазную двухполупериодную схему выпрямления. В местах соединения разнополярных диодов имеются клеммы для присоединения фазных обмоток генератора.

Трудоемкость технического обслуживания генератора 49.3701 сведена к минимуму, так как они не нуждаются в замене щеток, зачистке и проточке контактных колец и в периодической очистке каналов щеткодержателя.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей предназначена генераторная установка?
2. Дайте общую характеристику генераторной установке.
3. Перечислите технические требования, предъявляемые к генераторной установке.
4. Перечислите состав (узлы, элементы) генераторной установки и их назначение.
5. Поясните принцип действия генератора переменного тока.
6. Перечислите преимущества и недостатки генератора переменного тока.
7. В каких условиях могут использоваться генераторы постоянного тока?
8. Почему необходимо автоматическое регулирование работы генератора?
9. Чем вызвана необходимость выпрямления напряжения?
10. Поясните назначение и принцип действия выпрямительного блока.
11. Чем вызвано использование генераторов компактной конструкции?
12. В чем отличие генераторов компактной конструкции от обычных генераторов?
13. В чем преимущества генераторов с жидкостным охлаждением?

Практическое занятие № 4

Тема: Изучение конструкций и принципа работы регуляторов напряжения.

Цель: Изучить назначение, типы, конструкцию и принцип действия регуляторов напряжения.

План занятия:

1. Изучить основы процесса автоматического регулирования напряжения.
2. Зарисовать принципиальную электрическую схему электромагнитного регулятора.
3. Записать в таблицу достоинства и недостатки электромагнитного регулятора.
4. Изучить конструкцию регулятора напряжения РР380 и принцип действия.
5. Зарисовать принципиальную электрическую схему регулятора смешанного типа.
6. Записать в таблицу достоинства и недостатки регулятора смешанного типа.
7. Изучить конструкцию регулятора напряжения электронного.
8. Зарисовать принципиальную электрическую схему регулятора электронного.
9. Записать в таблицу достоинства и недостатки регулятора электронного.
10. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Регулирование напряжения в бортовой сети автомобиля.

Независимо от типа генератора в системе электроснабжения необходим регулирующий элемент. Поддержание постоянного напряжения при увеличении частоты вращения ротора генератора возможно лишь при уменьшении магнитного потока. Уменьшения тока возбуждения, а следовательно, и магнитного потока можно добиться закорачиванием обмотки возбуждения, прерыванием цепи возбуждения или включением последовательно с обмоткой возбуждения добавочного резистора.

С увеличением частоты вращения ротора возрастает ЭДС и напряжение генератора превышает регулируемое значение. При этом регулятор напряжения одним из указанных способов уменьшает ток возбуждения, что приводит к уменьшению магнитного потока, ЭДС и напряжения генератора. Снижение напряжения приводит к необходимости увеличения тока возбуждения. Этот процесс повторяется периодически, благодаря чему напряжение генератора колеблется около регулируемого значения.

Функциональная схема регулятора напряжения представлена на рисунке 2.1. В систему автоматического регулирования напряжения входят: объект регулирования – генератор и регулятор напряжения, состоящий из чувствительного элемента, регулирующего органа и задающего элемента. Обратная связь в системе регулирования осуществляется через чувствительный элемент.

При подключении добавочного резистора наблюдается противоположная зависимость – с увеличением частоты вращения понижается скорость спада напряжения. При включенном резисторе сопротивление цепи возбуждения равно сопротивлению обмотки возбуждения R_v , а при включенном резисторе сопротивление цепи возбуждения равно сумме сопротивлений добавочного резистора и обмотки возбуждения.



Рисунок 2.1- Функциональная схема системы автоматического регулирования напряжения в бортовой сети автомобиля

Регуляторы напряжения. Описанный выше принцип регулирования может быть реализован устройствами различного типа. На автомобилях нашли широкое применение регуляторы напряжения электромагнитного, электронного и смешанного типов.

С переходом на системы электроснабжения с генератором переменного тока регуляторы электронного и смешанного типов практически вытеснили электромагнитные регуляторы, которые широко применялись в основном с генераторами постоянного тока. Причиной этому явились следующие обстоятельства:

- ток возбуждения генераторов переменного тока в 1,5 – 2,0 раза выше, чем генераторов постоянного тока. Контакты электромагнитного регулятора напряжения при таких токах имеют низкую надежность и небольшой срок службы;

- одной из основных задач, решаемых при переходе на генераторы переменного тока, является повышение срока службы генераторной установки; - электронный регулятор имеет срок службы до 200 – 250 тысяч км.

пробега, в то время как средний срок службы электромагнитного регулятора 120-150 тысяч км. пробега;

- электронный регулятор не содержит подвижных частей, подгорающих контактных поверхностей и пружин и поэтому не подвержен регулировкам в процессе эксплуатации, что характерно для электромагнитного регулятора.

Принципиальная схема (рисунок 2.2) регулирования напряжения электромагнитным регулятором. Последовательно с обмоткой возбуждения 6 включен добавочный резистор 2, величина сопротивления которого обеспечивает регулирование на номинальное напряжение при достижении максимальной частоты вращения. Параллельно добавочному резистору включены контакты 3.

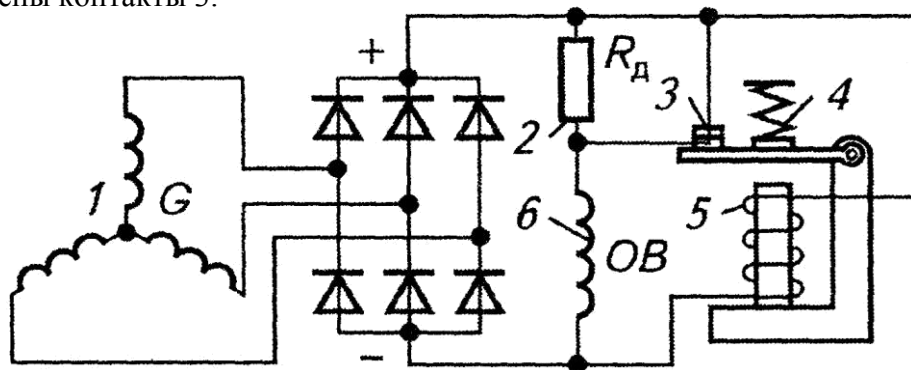


Рисунок 2.2.-Принципиальная схема регулирования напряжения генератора электромагнитным регулятором

При неработающем генераторе под действием пружины 4 контакты замкнуты, тем самым добавочный резистор включается из цепи возбуждения. Обмотка электромагнита 5 включена параллельно генератору 1.

С увеличением частоты вращения возрастает ЭДС и напряжение генератора превышает регулируемое значение. При этом ток в обмотке электромагнита возрастает, усилие притяжения увеличивается и контакты размыкаются. В цепь возбуждения включается сопротивление добавочного резистора, что приводит к уменьшению тока возбуждения, магнитного потока, ЭДС и напряжения генератора. Снижение напряжения приводит к ослаблению усилия притяжения электромагнита и пружина замыкает контакты. Добавочный резистор включается и напряжение опять возрастает, пока контакты вновь не разомкнутся.

Для контактов электромагнитного регулятора напряжения характерно искрение, которое оказывает на них разрушающее воздействие. Степень этого воздействия характеризуется разрывной мощностью, равной произведению напряжения на контактах на ток возбуждения.

Напряжение на контактах, в свою очередь, равно произведению тока возбуждения на величину сопротивления добавочного резистора:

$$P_k = I_B^2 / R_d \quad (2.1)$$

где I_B - ток возбуждения, А;

R_d – сопротивление добавочного резистора, Ом.

Для надежной работы контактов разрывная мощность не должна превышать 150-200 В·А. В рассмотренных регуляторах напряжения величину сопротивления добавочного резистора нельзя уменьшить, т.к. она определяет максимальную частоту вращения, при которой возможно регулирование напряжения. Уменьшения тока возбуждения ведет к увеличению габаритов и массы генератора. С возрастанием мощности генератора искусственное ограничение тока возбуждения становится все более затруднительным, поэтому применяют либо двухступенчатый регулятор, либо разделяют обмотки генератора на две параллельные ветви.

Контактная группа РР-380 содержит (рисунок 2.3) нормально разомкнутую и нормально замкнутую пары, причем перекидывающий контакт расположен на якорьке. Первая ступень контактной группы – нормально замкнутые контакты РН1-включены между «плюсом» и клеммой «Ш». Вторая ступень контактной группы – нормально разомкнутые контакты РН2 включены между клеммой «Ш» и «минусом».

Электромагнитный регулятор напряжения содержит одну обмотку РН, включенную через резистор температурной компенсации R_T непосредственно на напряжение генератора.

Параллельно контактам первой ступени включен добавочный резистор R_d и дроссель L . Дроссель служит для замедления скорости нарастания тока через контакты второй ступени РН2, облегчая их работу.

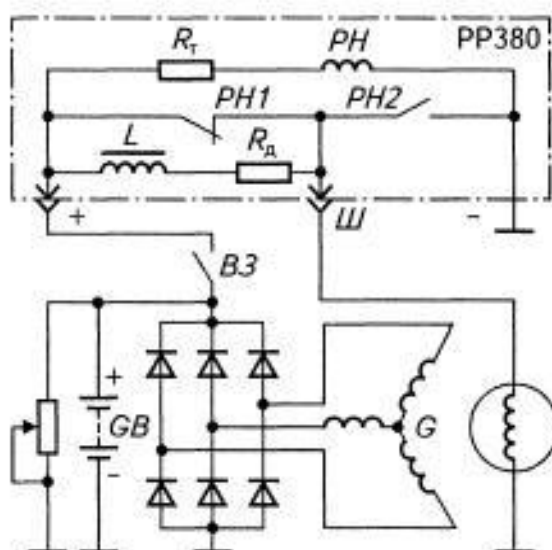


Рисунок 2.3 - Реле-регулятор РР380

До момента достижения регулируемого напряжения якорек реле находится в исходном положении, т.е. контакты РН1 замкнуты, и ток возбуждения определяется лишь напряжением генератора и сопротивлением обмотки возбуждения. При достижении регулируемого напряжения электромагнитное усилие, созданное обмоткой РН, преодолевает усилие пружины и контакты размыкаются. При этом ток возбуждения пройдет по добавочному резистору, величина его уменьшится, следовательно, уменьшится и напряжение. Таким образом, работа первой ступени аналогична работе обыкновенного электромагнитного регулятора. Отличительная особенность схемы двухступенчатого регулятора состоит в том, что параллельно контактам РН1 включается резистор, сопротивление которого в 10-15 раз меньше, чем у одноступенчатых регуляторов.

Сопротивление добавочного регистра вместе с незначительным сопротивлением дросселя рассчитана таким образом, чтобы при частоте вращения, равной половине максимальной, контакты первой ступени перестали замыкаться, т.е. регулирование напряжения уменьшается до 1,2-1,3) А.

При дальнейшем увеличении частоты вращения генератора напряжение будет возрастать до того момента, пока не замкнутся контакты РН2. При их замыкании обмотка возбуждения шунтируется (т.е. замыкается накоротко). Токи возбуждения напряжения упадут, при этом контакты РН2 снова разомкнутся. Этот процесс будет повторяться с достаточно большой частотой (рисунок 2.4).

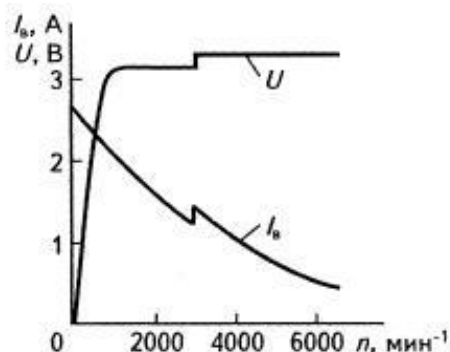


Рисунок 2.4- Регулировочная характеристика регулятора напряжения РР380

Для увеличения тока возбуждения и срока службы регулятора напряжения были разработаны регуляторы смешанного типа – контактно-транзисторные, в которых основной ток – ток возбуждения проходит через силовой транзистор, а роль контактов сводится к коммутированию небольшого по величине тока управления транзистором. Принципиальная схема такого регулятора представлена на рисунке 2.5.

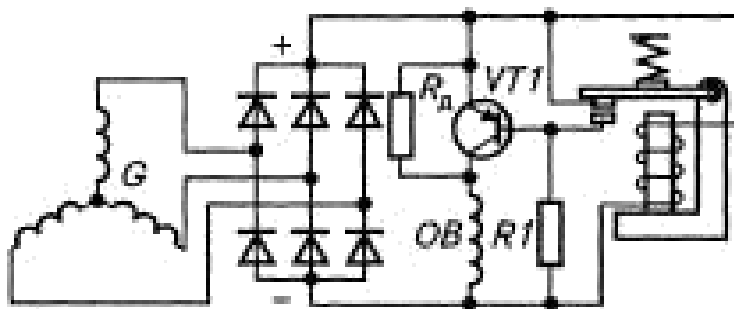


Рисунок 2.5- Принципиальная схема регулятора напряжения смешанного типа

На схеме транзистор VT1 работает в режиме ключа. Управляющим органом являются контакты, включенные в цепь базы, а чувствительным элементом обмотка электромагнита, включенная на напряжение генератора.

При напряжении генератора, меньшем регулируемого, транзистор VT1 открыт, т.к. имеется его ток базы сопротивление цепи возбуждения определяется лишь сопротивлением обмотки и с увеличением частоты вращения ротора напряжения генератора возрастает. При напряжении генератора выше регулируемого усилие электромагнита преодолевает сопротивление пружины и контакты замыкаются. В результате этого шунтируется переход эмиттер-база, транзистор закрывается и сопротивление цепи возбуждения приходит по добавочному резистору R_д. Уменьшение тока возбуждения вызывает уменьшение магнитного потока, ЭДС напряжения, что в свою очередь приведет к ослаблению усилия электромагнита, и контакты разомкнутся.

Преимущества контактно -транзисторных регуляторов заключается в том, что контакты, будучи нагружены малым током, работают гораздо более легких условиях– не подгорают и не изнашиваются. Кроме того, величина тока возбуждения определяется лишь характеристиками транзистора и не влияет на работоспособность контактов.

Недостатком регулятора смешанного типа является нестабильность регулируемого напряжения, т.к. вследствие старения изменяются характеристики возвратной пружины регулятора. Поэтому в эксплуатации данный регулятор, также как и электромагнитный, должен периодически проверяться.

Эти недостатки полностью исключены в электронных регуляторах напряжения (рисунок 2.6), где в цепь возбуждения также включен транзистор, работающий режиме ключа.

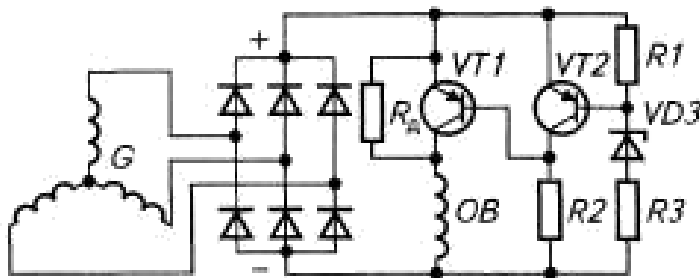


Рисунок 2.6 - Принципиальная схема регулятора напряжения электронного (бесконтактного) типа

Функцию чувствительного элемента выполняет стабилитрон VD3. Задающими элементами являются резисторы R2 и R3.

При напряжении генератора ниже регулируемого стабилитрон VD3 закрыт, закрыт транзистор VD1 открыт. Сопротивление цепи возбуждения минимально и с увеличением частоты вращения ротора напряжение генератора увеличивается. При напряжении генератора выше регулируемого стабилитрон пробивается, VT2 открывается, что приводит к закрытию VT1, т.к. на его базу подается положительный потенциал. В цепь возбуждения включается добавочный резистор и напряжения генератора подает. Уменьшение напряжения вызывает запираение стабилитрона, закрытие транзистора VT2 и открытие транзистора VT1. Этот процесс повторяется с большой частотой, в результате напряжение генератора колеблется около регулируемого значения.

Контрольные вопросы

1. Принцип действия регулятора напряжения.
2. Схемное и конструктивное исполнение регуляторов напряжения.
3. Поясните назначение регулятора напряжения.
4. Перечислите основные типы регуляторов, их преимущества и недостатки.
5. Сущность сохранения постоянства напряжения генератора при изменении частоты вращения генератора.
6. Работа регулятора напряжения вибрационного типа.
7. Работа бесконтактного регулятора напряжения типа 22.3702.
8. Работа интегрального регулятора напряжения Я112.
9. Интервал регулировочного напряжения генераторов для различных климатических зон.
10. Какие бывают типы регуляторов напряжения, в чем их преимущества и недостатки?
- 11 Два варианта включения регуляторов напряжения с обмоткой возбуждения
12. При регулировании напряжение и величины сопротивления добавочного резистора, значение какого параметра генератора определяется?
13. Скорость нарастания напряжения генератора от чего зависит?
14. При разработке и выборе генератора какая характеристика имеет важное значение?
15. За счет чего в современных автомобильных генераторах происходит ограничение максимального тока?
16. Каким образом происходит процесс регулирования напряжения генератора?

Тема: Генератор переменного тока.

Цель: Изучение автомобильных систем электроснабжения; определение технического состояния и испытание автомобильного трехфазного генератора переменного тока с полупроводниковым выпрямителем и регулятором напряжения.

2.1. Основные сведения.

Определение и назначение автомобильной генераторной установки.

Современная генераторная установка (ГУ) – система, состоящая из генератора переменного тока с мощным полупроводниковым выпрямителем и регулятором напряжения. ГУ предназначена для обеспечения электрической энергией всех электроприемников бортовой сети автомобиля при работающем двигателе, а также для своевременной подзарядки стартерной аккумуляторной батареи.

Генератор переменного тока (обычно трехфазный) предназначен для преобразования механической энергии автомобильного двигателя (являющегося приводом генератора) в электрическую энергию переменного тока. Для получения постоянного тока, необходимого для питания бортового электрооборудования, устанавливают на генератор мощный выпрямитель, собранный из полупроводниковых диодов.

Для поддержания неизменным выходного напряжения (зависящего от частоты вращения двигателя) генератор снабжен регулятором напряжения.

Генератор. Устройство. Принцип работы.

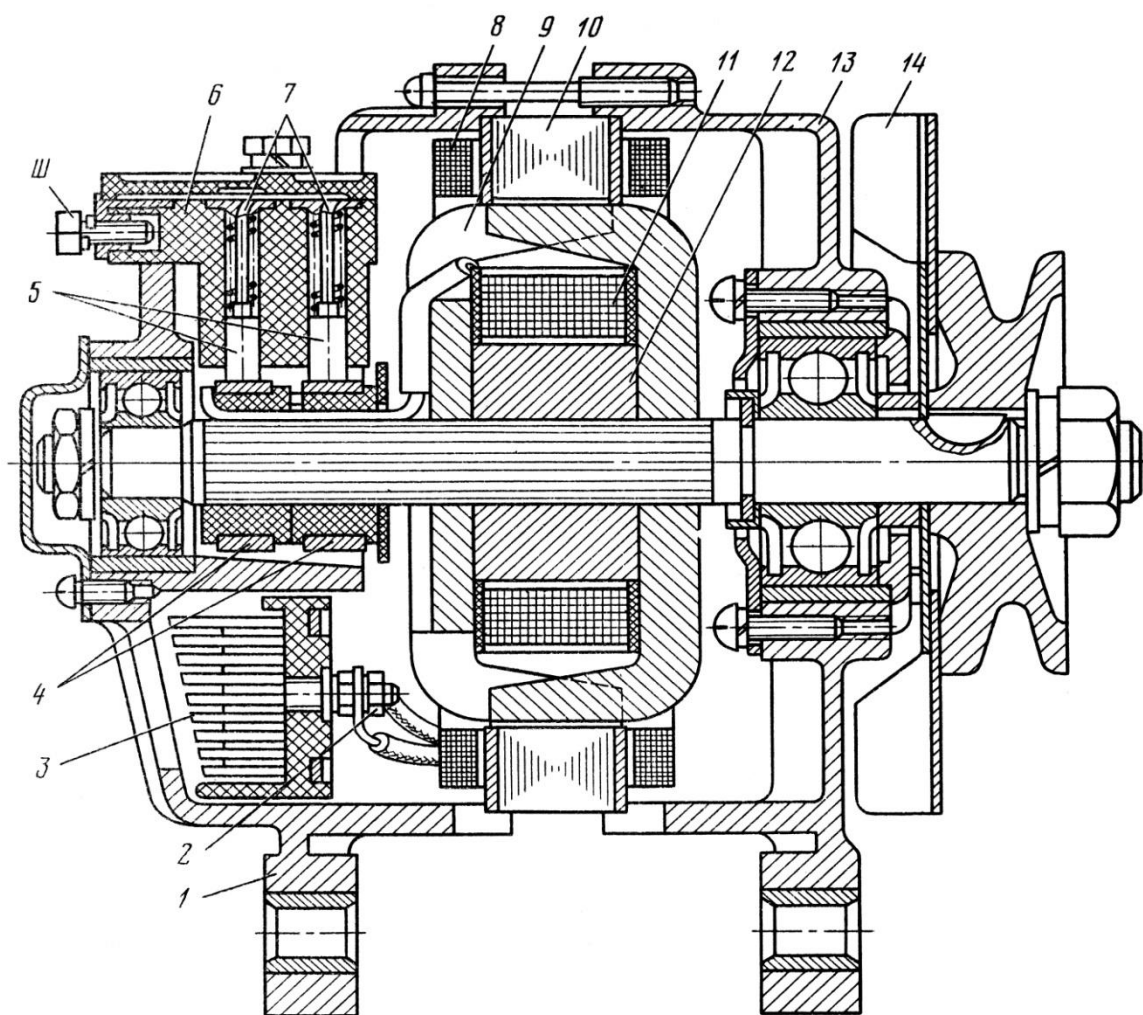
Генератор – электрическая машина, преобразующая механическую энергию первичного двигателя в электрическую. На автомобилях устанавливают генераторы постоянного и переменного тока.

Последние из-за ряда существенных преимуществ (способности самоограничения силы тока, наличие кремниевых полупроводниковых выпрямителей, препятствующих протеканию тока от АБ по обмоткам статора) нашли более широкое применение.

Основными частями генератора являются: неподвижная часть – статор, и подвижная часть – ротор (рис. 2.1).

Статор генератора состоит из сердечника 10, набранного из изолированных листов электротехнической стали, и обмотки 8, в которой индуцируется переменная Э. Д.С..

Сердечник статора закреплен между двумя **алюминиевыми** крышками 1 и 13, стянутыми винтами. Внутренняя поверхность сердечника статора имеет зубцы, равномерно расположенные по окружности, на которые надеты катушки обмотки статора. Каждая из трех фаз обмотки статора (соединенных между собой по схемам «звезда» или «треугольник») объединяет одинаковое количество последовательно соединенных катушек.

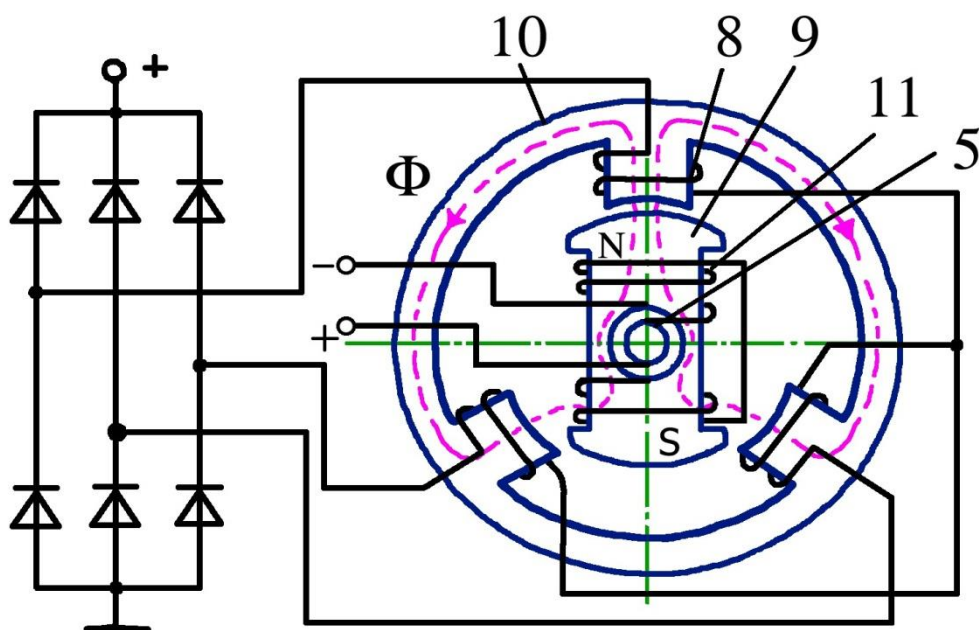


Свободные концы фаз обмотки статора присоединены к трем клеммам 2 встроенного выпрямительного блока 3. Шесть кремниевых диодов выпрямительного блока соединены по трехфазной двухполупериодной схеме.

Выпрямительный блок крепится к крышке болтами, соединенными с контактными пластинами выпрямительного блока и выполняющими функцию токопроводов. Три болта замыкают на корпус контактную пластину диодов обратной проводимости. Один болт, образует на крышке 1 изолированный от корпуса вывод «+» генератора, а винт, ввернутый в крышку 1, служит отрицательным выводом.

Обмотка возбуждения 11 выполнена в виде одной круглой катушки, закрепленной на стальной втулке 12. С боков обмотка закреплена двумя клювообразными половинами 9 сердечника ротора. Сердечник ротора напрессован на вал, опорами которому служат два шариковых подшипника закрытого типа, установленных в крышках генератора. Концы обмотки возбуждения припаяны к двум медным контактными кольцам 4, закрепленных на валу при помощи изоляционных втулок.

На крышке 1 крепится щеткодержатель 6, в котором установлены две графитовые щетки 5. Пружины 7 прижимают щетки к контактными кольцам. Одна из щеток соединена с корпусом генератора, другая – изолирована от корпуса и соединена с наружным зажимом. Генераторы оснащены крыльчаткой 14, предназначенной для воздушного охл



аждения через окна в крышках.

В трехфазном синхронном генераторе (рис.2.2) магнитный поток создается током, текущим по обмотке возбуждения 11 расположенной на полюсах (обычно их двенадцать) ротора 9.

При вращении ротора напротив выступов статора 10 с расположенными на них обмотками фаз 8 оказывается то северный (N), то южный (S) полюсы ротора. Магнитный поток Φ , пронизывающий обмотки статора, изменяется по величине и направлению, благодаря чему в них индуцируется переменная ЭДС индукции, а на их зажимах появляется переменное напряжение, преобразуемое полупроводниковым выпрямителем в постоянное напряжение бортовой сети.

Генераторы переменного тока с электромагнитным возбуждением не обладают свойством самовозбуждения, поэтому в начале его работы обмотка возбуждения питается от АБ. Ток к вращающейся обмотке возбуждения подводится через щетки и контактные кольца.

Наличие у данного типа генератора такого контактного узла является существенным недостатком. Даже специальная защита кардинально не решает проблему его загрязнения и выхода из строя. Более надежными и долговечными в этом плане являются бесщеточные индукторные генераторы, хотя и уступающие по некоторым параметрам (КПД, масса, габариты) генераторам с контактными кольцами.

Выпрямители автомобильных генераторов.

Синусоидальное напряжение, вырабатываемое автомобильным генератором переменного тока преобразуется при помощи мощного полупроводникового устройства в постоянное напряжение необходимое для питания электрооборудования бортовой системы автомобиля. Такие выпрямительные устройства состоят, как правило, из кремниевых диодов, соединенных по определенной схеме. Наиболее распространенной в автомобильных генераторах переменного тока получила, так называемая схема Ларионова (рис 2.3.), имеющая три пары диодов VD1-VД6. Одно плечо выпрямителя образуют диоды VD1-VД3 прямой проводимости, которые катодами соединены с положительным выводом генератора. Во втором плече установлены диоды VD4-VД6 обратной полярности, аноды которых соединены с массой.

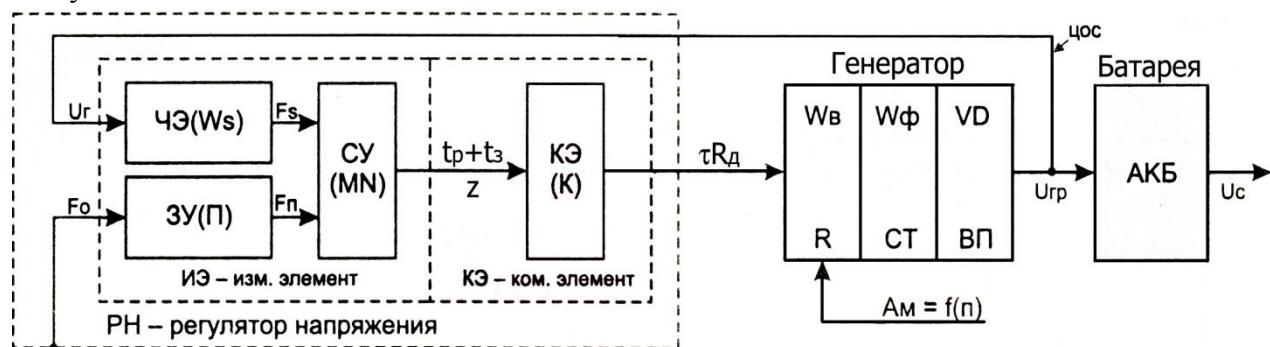
В проводящем направлении работает один из диодов VD1, VD2 или VD3, у которого анод имеет наибольший потенциал, в группе VD4-VD6 – диод с самым низким потенциалом. В момент времени, когда в фазе А генератора напряжение положительно и максимально, а в фазах В и С напряжения отрицательны и равны, ток в нагрузку R поступает через открытый диод VD1 и два диода VD5 и VD6. В момент времени, когда напряжение фазы А равно нулю, в фазе В – положительно, а в фазе С – отрицательно, ток проводят диоды VD2 и VD4. Остальные диоды тока не пропускают.

У многих типов генераторов обмотка возбуждения питается от собственного выпрямителя, собранного по схеме «звезда» на дополнительных трех диодах, анодами подключенными к фазовым выводам генератора. Это препятствует протеканию через обмотку возбуждения при неработающем двигателе тока разряда АБ.

Регуляторы напряжения автомобильных генераторов.

Напряжение генераторов зависит от многих факторов (частоты вращения ротора, значения отдаваемого тока, магнитного потока возбуждения и т. д.). Причем в грубом приближении выходное напряжение генератора прямо пропорционально величине магнитного потока и частоте вращения ротора.

Таким образом, для обеспечения необходимого постоянства напряжения генератора при изменении частоты вращения ротора нужно обратно пропорционально ей изменять магнитный поток. Поскольку магнитный поток определяется силой тока возбуждения, регулирование напряжения осуществляется периодическим включением в цепь возбуждения генератора добавочного резистора с постоянным сопротивлением. Током возбуждения можно управлять и без добавочного резистора (электронные и интегральные регуляторы напряжения), закорачивая обмотку возбуждения или разрывая токовую цепь возбуждения.



Классическая генераторная установка (рис 2.4) состоит из генератора переменного тока со встроенным полупроводниковым выпрямителем, регулятора напряжения и бортовой аккумуляторной батареи.

В состав генератора входят: фазные обмотки \$W_\phi\$ на статоре СТ, вращающийся ротор R, силовой выпрямитель ВП на полупроводниковых диодах VD, обмотка возбуждения \$W_v\$ (с активным сопротивлением \$R_v\$). Механическую энергию \$A_m=f(n)\$ ротор получает от ДВС. Регулятор напряжения состоит из коммутирующего элемента КЭ и измерительного элемента ИЭ.

Коммутирующий элемент КЭ – это вибрационный электрический контакт К, замыкающий или размыкающий добавочное сопротивление \$R_d\$, которое последовательно включено с обмоткой возбуждения \$W_v\$.

Измерительный элемент ИЭ – часть электромагнитного реле, которая реализует следующие функции:

- функцию сравнения СУ механической упругой силы F_p с магнитодвижущей силой F_S ;
- функцию чувствительного элемента ЧЭ в цепи обратной связи ЦОС регулятора напряжения;
- функцию задающего устройства ЗУ.

Примером вибрационного регулятора напряжения может служить регулятор типа РР380. Ненадежность вибрационных регуляторов напряжения из-за чувствительности к механическим воздействиям и подверженности к разрегулировке привела к их усовершенствованию а замене на контактно-транзисторные регуляторы.

В полупроводниковых регуляторах сила тока возбуждения генератора регулируется при помощи транзисторов, эмиттерно - коллекторная цепь которых включена последовательно с обмоткой возбуждения.

Транзистор в схемах этих регуляторов работает аналогично контактам вибрационного регулятора. При повышении напряжения генератора выше заданного уровня транзистор переключается в закрытое состояние, в котором его сопротивление составляет доли ома. При понижении напряжения транзистор переключается в открытое состояние, в котором значение его сопротивления стремится к бесконечности. Полупроводниковые регуляторы напряжения могут выполняться контактно-транзисторными (рис. 2.5) и бесконтактными (рис. 2.6).

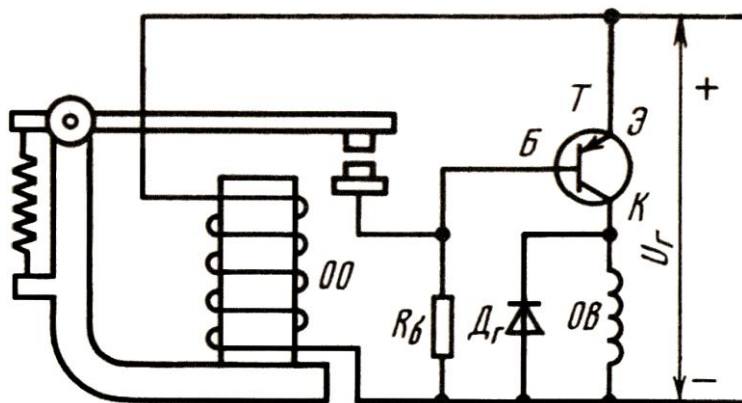


Рис. 2.5. Схема контактно-транзисторного регулятора напряжения.

В контактно-транзисторном регуляторе основной ток возбуждения проходит через мощный транзистор, а функция контактов реле сводится к коммутации тока управления транзистором, работающим в режиме ключа. То есть контакты, включенные в цепь базы транзистора, выполняют функции органа управления. Чувствительным элементом в этом регуляторе является обмотка электромагнита, находящаяся под напряжением генератора. При напряжении генератора, меньшем регулируемого, контакты разомкнуты, а благодаря наличию тока базы транзистор открыт. Сопротивление цепи возбуждения определяет только сопротивление самой обмотки возбуждения. С увеличением частоты вращения ротора напряжение генератора возрастает. При напряжении генератора больше регулируемого электромагнит преодолевает сопротивление пружины, и контакты замыкаются, шунтируя переход эмиттер-база. Транзистор запирается, а сопротивление цепи возбуждения увеличивается, т. к. ток возбуждения должен проходить через добавочный резистор. Уменьшение тока возбуждения вызывает уменьшение магнитного потока, ЭДС и напряжения генератора. Это, в свою очередь, приводит к ослаблению усилия электромагнита, и в какой-то момент контакты размыкаются. Этот процесс

повторяется периодически, и напряжение генератора колеблется около заданного регулируемого напряжения.

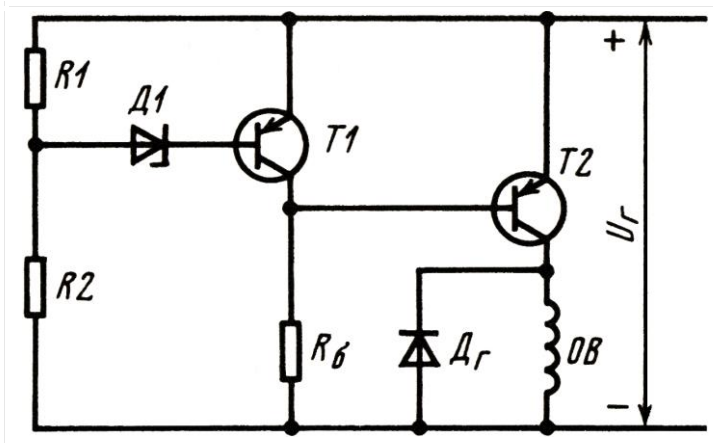


Рис. 2.6. Схема бесконтактного регулятора напряжения.

Основу бесконтактных транзисторных регуляторов напряжения составляют транзисторная схема с эмиттерной или коллекторной обратной связью.

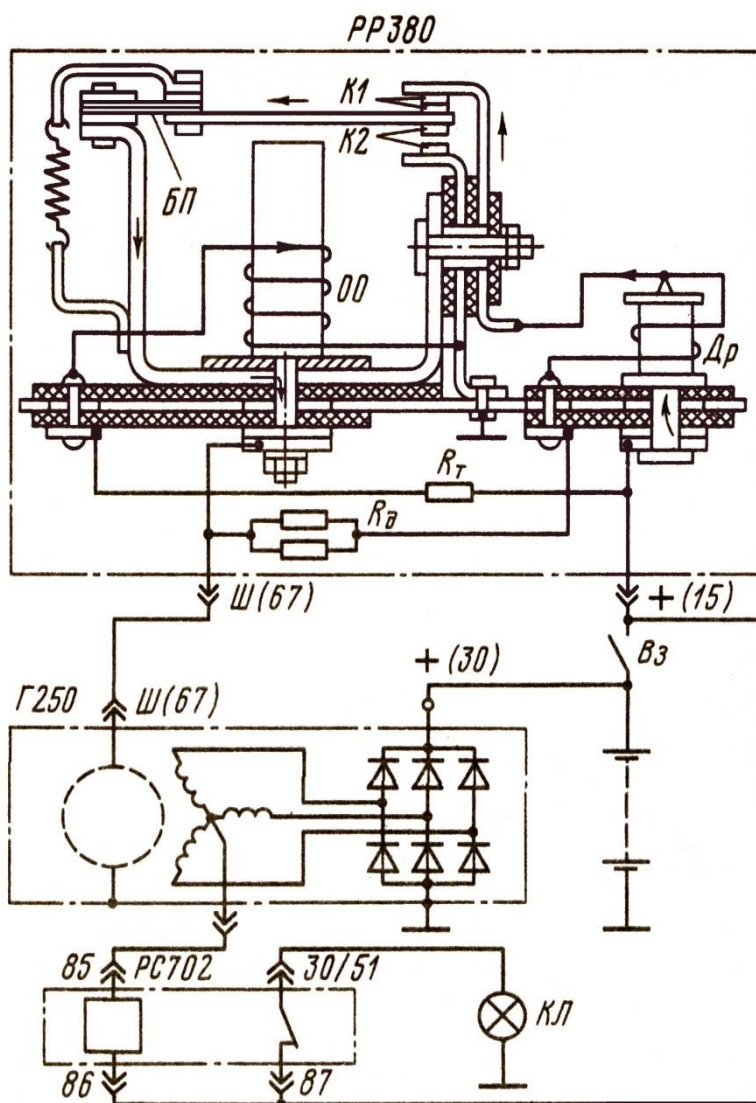
При напряжении генератора меньше регулируемого значения напряжение на резисторе R_1 , включенном параллельно стабилитрону D_1 , меньше значения, соответствующего пробоему стабилитрона. Стабилитрон при этом не проводит ток, следовательно, ток базы транзистора T_1 равен нулю. Транзистор T_1 закрыт, что соответствует разомкнутому состоянию контактов, при этом транзистор T_2 открыт.

При достижении генератором уровня напряжения, соответствующего регулируемому значению, напряжение на резисторе R_1 повышается до значения, при котором стабилитрон пробивается. Т. е. его сопротивление в обратном направлении резко уменьшается. В результате возникает ток базы транзистора T_1 , протекающий по цепи: «+» генератора, переход эмиттер – база транзистора T_1 , стабилитрон D_1 , резистор R_2 , «-» генератора. Транзистор T_1 при этом открывается, что соответствует замкнутому состоянию контактов, транзистор T_2 запирается, а ток возбуждения и напряжение генератора уменьшаются. Вследствие этого напряжение на стабилитроне снижается ниже напряжения стабилизации, и он запирается, прерывая ток базы транзистора T_1 .

Транзистор T_1 запирается, а транзистор T_2 переключается в открытое состояние и т. д. Соотношение сопротивлений резисторов R_1 и R_2 определяет уровень регулируемого напряжения.

С освоением **микроэлектронной** технологии регуляторы напряжения сначала выпускались в гибридном исполнении, при котором бескорпусные полупроводниковые приборы и навесные миниатюрные радиоэлементы включались в электронную схему регулятора вместе с толстопленочными микроэлектронными резистивными элементами. Это позволило значительно уменьшить массу и габариты регулятора напряжения.

Описание лабораторной установки.



Лабораторная установка состоит из автомобильного генератора типа Г250 с электрическим управляемым приводом (имитирующим ДВС), вибрационного регулятора напряжения типа РР380, реле контроля заряда АБ типа РС702, стартерной АБ. Рассмотрим работу установки, схема, которой представлена ниже (рис. 2.7).

При неработающем двигателе и включенном выключателе зажигания В3 контрольная лампа КЛ светится. Она питается от АБ через замкнутые контакты РС702.

При работающем генераторе по обмотке реле идет ток, контакты его размыкаются, разрывая цепь питания контрольной лампы. Если лампа продолжает гореть при работе генератора, это свидетельствует о неисправности генератора или реле РС702.

Регулятор РР380 двухступенчатый вибрационный. Он имеет две пары контактов К1 (включенные между выводами «+» и Ш) и К2 (включенные между выводом Ш и корпусом). Основная обмотка ОО регулятора включена между корпусом и через резистор R_t с выводом «+». Добавочное сопротивление R_d состоит из двух параллельно соединенных резисторов. Последовательно сопротивлению R_d включен дроссель Др, предназначенный для уменьшения скорости нарастания силы тока, проходящего через контакты К1.

При неработающем генераторе обмотка возбуждения через контакты выключателя зажигания питается от АБ. Путь тока возбуждения: положительный вывод АБ – вывод «+»(15) регулятора напряжения – стойка неподвижного контакта первой ступени –

контакты К1 и корпус реле – вывод Ш(67) регулятора – вывод Ш(67) генератора – обмотка возбуждения – корпус автомобиля – отрицательный вывод АБ. Путь тока возбуждения остается таким же пока напряжение генератора меньше регулируемого. С увеличением частоты вращения ротора напряжение генератора растет и достигает регулируемой величины при которой сила притяжения якорька к сердечнику становится достаточной для размыкания контактов К1. При этом ток возбуждения от вывода «+» к выводу Ш регулятора проходит через дроссель Др и сопротивление Rд. В результате ток возбуждения и, следовательно, напряжение генератора снижаются, и контакты К1 вновь замыкаются (иначе говоря происходит вибрация контактов).

Если при этом частота вращения ротора продолжает расти (растет соответственно и напряжение генератора), то увеличивается и ток обмотки ОО регулятора (соответственно растет сила притяжения якорька к сердечнику), что приводит к замыканию контактов К2. В результате вывод Ш регулятора окажется замкнутым на корпус, ток возбуждения снизится до нуля и резко уменьшится напряжение генератора. При уменьшении напряжения уменьшится сила тока в обмотке ОО регулятора и под действием пружины контакты К2 разомкнутся. Процесс периодически повторяется и графически может быть проиллюстрирован скоростными характеристиками генераторной установки (рис. 2.8).

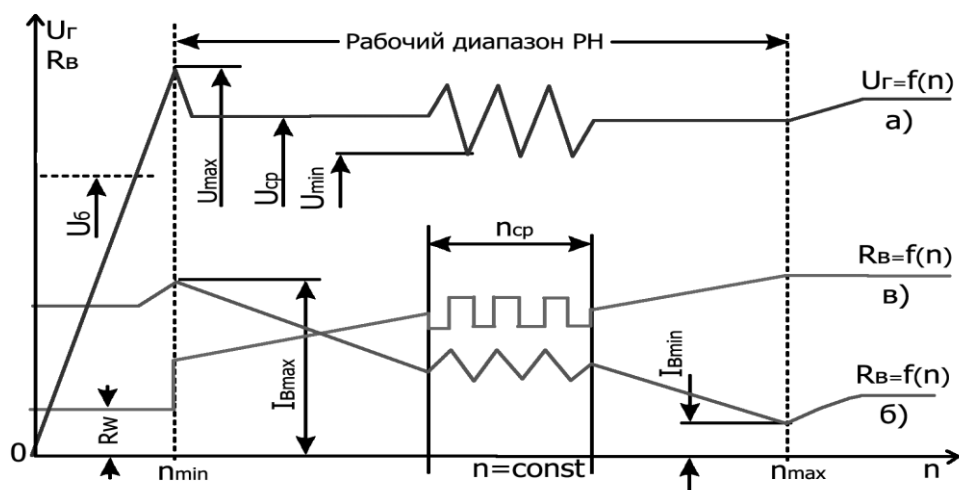
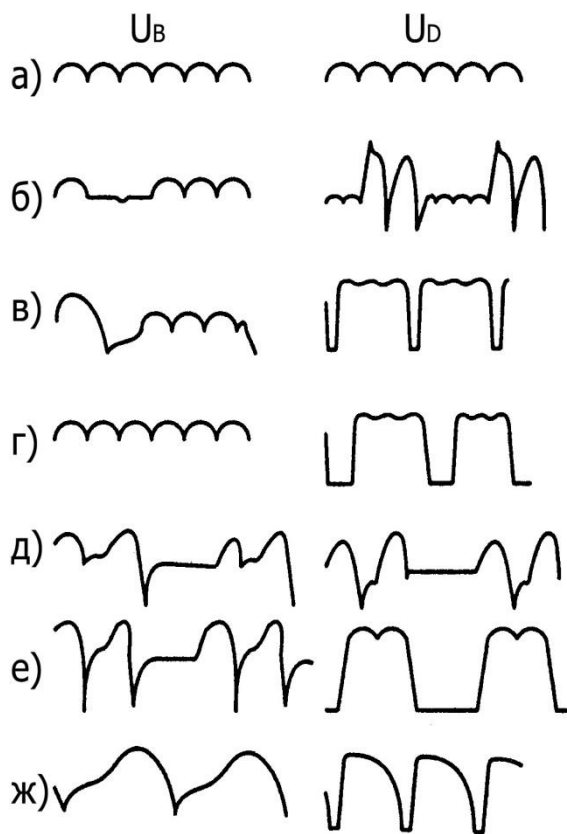


Рис. 2. 8. Скоростные характеристики генераторной установки.

Кроме исследования работы и снятия скоростных характеристик, на лабораторном стенде можно имитировать некоторые неисправности генераторной установки, с целью изучения методов их обнаружения.

Генераторная установка может иметь как механические (перетирание шкивом генератора приводного ремня, разрушение подшипников ротора, износ деталей крепления и т. д.), так и электрические повреждения, связанные с нарушением целостности электрических цепей или с их коротким замыканием.



Информацию об электрических неисправностях можно получить как без снятия генератора с автомобиля (по осциллограммам выпрямленного напряжения (рис. 2.9), используя при этом мотор-тестер с осциллоскопом, специальный сканер или обычный осциллограф), так и на контрольно - диагностическом стенде предварительно сняв с автомобиля генератор.

Рис.2.9. Осциллограммы выпрямленных напряжений генератора (U_B – напряжение на выходе силового выпрямителя; U_D – напряжение на выходе дополнительного выпрямителя):

- а) исправное состояние;
- б) обрыв основных диодов прямой полярности;
- в) обрыв основных диодов обратной полярности;
- г) обрыв дополнительных диодов прямой полярности;
- д) короткое замыкание основных диодов прямой полярности;
- е) короткое замыкание основных диодов обратной полярности или дополнительных диодов;
- ж) обрыв или короткое замыкание фазы.

2.2. Последовательность выполнения работы.

2.2.1. Изучить общую схему электрооборудования автомобиля (схема выдается преподавателем) и составить согласно ней принципиальную электрическую схему системы электроснабжения данного автомобиля.

2.2.2. После изучения, включить экспериментальную установку при ненагруженном генераторе (ручка реостата R_n в крайнем положении против часовой стрелки) и постепенно увеличивая обороты двигателя (посредством изменения частоты питающего тока при помощи преобразователя частоты МФЦ-311) снять скоростную характеристику генератора $U_{гф}=f(n)$. Фазное напряжение генератора $U_{гф}$ измеряется вольтметром

подключенным к зажимам X8 и X9 генератора. Обороты ротора n генератора рассчитываются по формуле: $n=53,4*f$

где f – частота в герцах (отражаемая на дисплее МФЦ-311) переменного тока питающего электропривод генератора. Экспериментальные и расчетные данные свести в таблицу.

2.2.4. Подключить к выходу генератора осциллограф (предварительно настроив его, если это необходимо) и снять осциллограммы выходного напряжения при различных неисправностях (искусственно имитируемых по указанию преподавателя) генераторной установки.

2.2.5. Зарисовать осциллограммы, полученные в п. 2.2.4.

2.3. Контрольные вопросы.

2.3.1. Каково назначение генераторной установки?

2.3.2. Перечислить основные элементы генераторной установки и объяснить их назначение.

2.3.3. Классифицировать автомобильные генераторы.

2.3.4. Объяснить принцип действия генератора.

2.3.5. Объяснить устройство генератора переменного тока.

2.3.6. В чем заключается принцип регулирования выходного напряжения генератора?

2.3.7. Объяснить по схеме работу генераторной установки.

2.3.8. Перечислить основные электрические неисправности генераторов и способы их обнаружения.

2.3.9. В чем заключается техническое обслуживание генераторных установок?

Практическое занятие № 6

Тема: "Изучение контактных регуляторов напряжения."

Цель занятия – изучить конструкции и принцип работы регуляторов напряжения, а также методы испытаний автомобильных генераторных установок переменного тока.

Содержание работы

1. По настоящим МУ, учебной литературе, плакатам, макетам и разрезным узлам изучить:
 - назначение, устройство и принцип работы вибрационного регулятора напряжения;
 - начальные сведения о транзисторных регуляторах напряжения;
2. Зарисовать от руки график изменения напряжения генератора U_g и силы тока возбуждения I_e от частоты вращения ротора n ;
3. Очень кратко описать содержание изученного материала.
4. Дополнить описание ксерокопиями:
 - конструкции вибрационного регулятора напряжения;
 - рабочих скоростных характеристик .
5. Оформить отчёт и представить его к проверке.
6. Подготовиться к защите отчёта.

Отчёт должен содержать очень краткое описание изученного материала; указанные в пункте 2 зарисовки; ксерокопии рисунков по пункту 4, заключение.

При подготовке к защите использовать настоящие МУ, свой отчёт, конспекты лекций и техническую литературу по теме (см. список литературы).

Теоретический блок. Генератор предназначен для выработки электрического тока, необходимого для питания всех приборов электрооборудования автомобиля, а также для заряда аккумуляторной батареи. На автомобилях применяются трехфазные генераторы переменного тока с вращающейся обмоткой возбуждения.

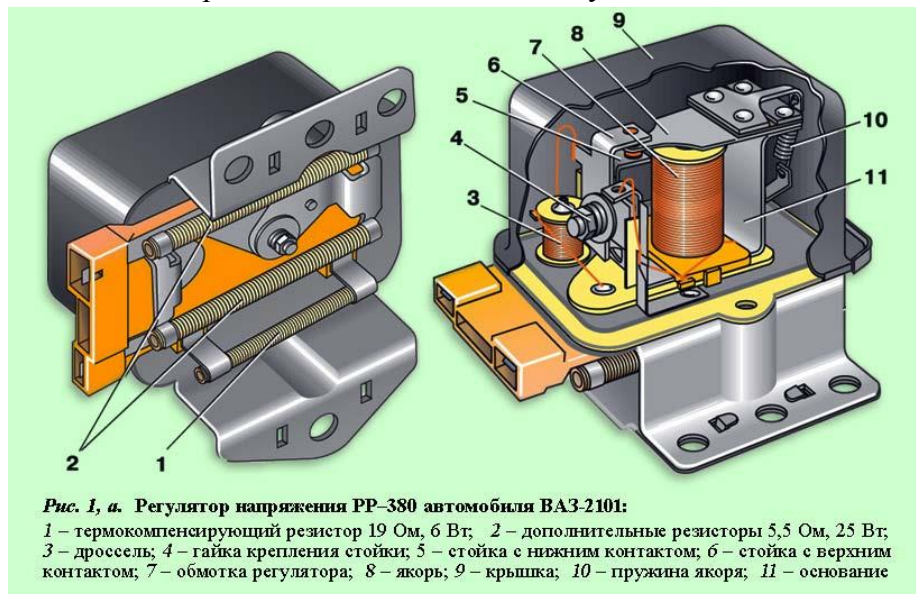
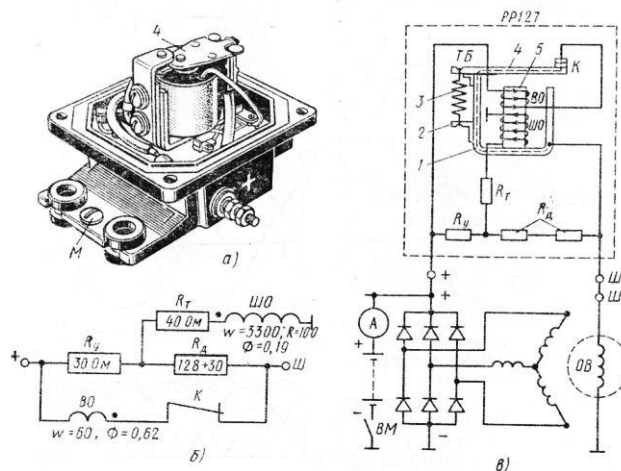


Рисунок 1 Регулятор напряжения РР 380

У него есть магнитная система, состоящая из цилиндрического сердечника и V образного ярма 13, катушка с обмоткой 9 на пластмассовом каркасе, якорь 10 с подвижным контактом и две стойки 7 и 8 с неподвижными контактами. Пазы в стойках позволяют передвигать их

вверх и вниз при регулировке регулятора. Верхний и нижний контакты якоря в сочетании с контактами стоек образуют две пары контактов верхнюю (контакты 1 й ступени регулирования) и нижнюю (контакты 2 й ступени регулирования). Пружиной якорь прижат к контакту верхней стойки. Подгибая нижний кронштейн пружины, можно изменять ее натяжение и этим регулировать величину напряжения, при котором будет размыкаться верхняя пара контактов. Под основанием на изоляционной прокладке находятся термокомпенсирующий и два дополнительных резистора 2 с общим сопротивлением 5,5 Ом. Термокомпенсирующий резистор обеспечивает снижение температурной зависимости напряжения, поддерживаемого регулятором.



Реле-регулятор предназначен для поддержания в сети постоянного напряжения, вырабатываемого генератором, независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя и для защиты генератора от перегрузок.

Реле-регулятор состоит из следующих приборов: регулятор напряжения; реле обратного тока; ограничитель тока.

Регулятор напряжения предназначен для автоматического поддержания постоянного напряжения на выходе генераторной установки независимо от частоты вращения якоря (ротора) и нагрузки генератора. Реле обратного тока включает генератор в систему электрооборудования, когда его напряжение выше, чем напряжение АКБ, и отключает, когда его напряжение ниже напряжения АКБ. Ограничитель тока предназначен для защиты генератора от перегрузки (при коротком замыкании, разряженной АКБ и т.п.).

По способу регулирования силы тока возбуждения их подразделяют на два вида: - регуляторы непрерывного действия, в которых все сигналы представляют собой непрерывные функции времени (например, угольный регулятор напряжения); - регуляторы дискретного действия, осуществляющие модулирование сигналов (АИМ, ШИМ, ВИМ, ЧИМ и др.) Практическое применение для регулирования напряжения и тока автомобильного генератора нашли дискретные регуляторы. По конструктивным признакам и применяемой элементной базе регуляторы напряжения подразделяют на контактные (вибрационные), контактно-транзисторные и бесконтактные (транзисторные, теристорные и интегральные). На первых моделях автомобилей семейства ВАЗ широко использовались вибрационные двухступенчатые регуляторы напряжения типа РР380, которые позднее без каких-либо

изменений в системе электрооборудования автомобиля заменены на электронный бесконтактный регулятор типа Устройство регулятора напряжения РР-380. Регулятор напряжения РР-380 представляет собой электромагнитное реле

В настоящее время все большее распространение получают бесконтактные (транзисторные и интегральные) реле-регуляторы. В современных генераторах, обладающих свойством самоограничения и имеющих кремниевые выпрямители, из конструкции исключены ограничители тока и реле обратного тока. Регуляторы напряжения современных генераторов имеют в конструкции только регулятор напряжения.

Бесконтактные реле-регуляторы состоят из измерительного и регулирующего устройств.

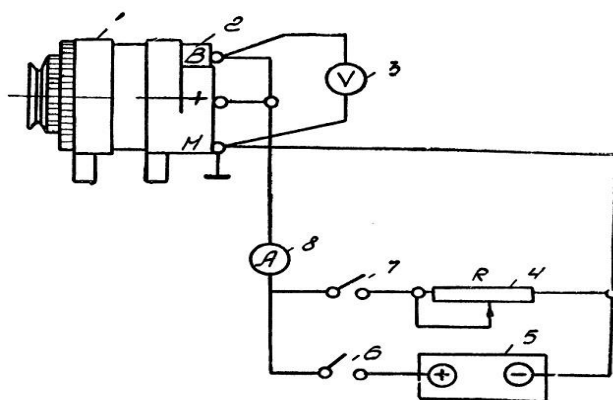


Рис. 6.
 Схема проверки регулятора напряжения Я112А на стенде
 1. Генератор. 6. Рубильник аккумуляторной батареи.
 2. Регулятор напряжения. 7. Рубильник нагрузочного реостата.
 3. Вольтметр. 8. Амперметр.
 4. Нагрузочный реостат.
 5. Аккумуляторная батарея.

Рисунок 6 Схема проверки регулятора напряжения б) установить на источнике напряжения (ИН) значение 12В. Отметить состояние контрольной лампы; в) плавно повышать напряжение ИН до тех пор, пока лампочка не погаснет, и записать это значение напряжения; г) плавно уменьшать напряжение ИН до тех пор, пока лампочка не загорится, и также записать это значение напряжения. Результаты оценки технического состояния исследуемых регуляторов напряжения занести в таблицу Э4.1 (согласно приведенному образцу). Сделать заключение о соответствии параметров исследованного регулятора напряжения исправному. Таблица Э4.1 п/п 1 2 Регулятор напряжения РР-380 Описание технического состояния Окисление контактов отсутствует. Зазоры между контактами в норме и т.д. Заключение Регулятор (не) исправен 3. По результатам проделанной работы сделать обобщенные выводы для каждого исследованного регулятора напряжения и оформить отчет.

Контрольные вопросы.

1. Каково назначение регуляторов напряжения?
2. Как устроен регулятор напряжения (РР-380 или 121.3702)?
3. Какими параметрами характеризуется регулятор напряжения?
4. Каков принцип работы регулятора напряжения?
5. Как провести проверку технического состояния регулятора напряжения?

Практическое занятие № 7

Тема: Изучение устройства, принципа действия и основных параметров стартерных электродвигателей.

Цель: Изучить конструктивные особенности, принцип действия и основные параметры стартерных электродвигателей.

План занятия:

1. Изучить конструкцию стартерного двигателя СТ230 и записать технические характеристики, достоинства и недостатки в таблицу.
2. Зарисовать электрическую схему стартера СТ230.
3. Изучить конструкцию стартерного двигателя СТ221 и записать технические характеристики, достоинства и недостатки в таблицу.
4. Зарисовать электрическую схему стартера СТ221.
5. Изучить конструкцию стартерного двигателя СТ103 и записать технические характеристики, достоинства и недостатки в таблицу.
6. Зарисовать электрическую схему стартера СТ103.
7. Изучить конструкцию стартерного двигателя СТ142 и записать технические характеристики, достоинства и недостатки в таблицу.
8. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения

Двигатель внутреннего сгорания начинает самостоятельно работать при условии, что его коленчатый вал вращается с определенной (пусковой) частотой, при которой обеспечивается нормальное протекание процессов смесеобразования, воспламенения и сгорания топлива. Пусковая частота вращения карбюраторных двигателей составляет 40 — 50 об/мин. У дизелей необходимо вращать коленчатый вал с большей частотой (100 — 250 об/мин), так как при медленном вращении сжимаемый воздух не нагревается до необходимой температуры, и топливо, впрыснутое в камеру сгорания, не воспламеняется.

Устройством, обеспечивающим вращение коленчатого вала с пусковой частотой, является стартер. При прокручивании двигателя стартер должен преодолеть момент сопротивления, создаваемый силами трения и компрессией, а при включении — и момент инерции вращающихся частей двигателя. Составляющие, которые определяют развиваемый стартером крутящий момент, зависят от литража и конструкции двигателя, числа цилиндров, степени сжатия, вязкости масла и частоты вращения.

Стартер состоит из электродвигателя постоянного тока, механизма привода и механизма управления.

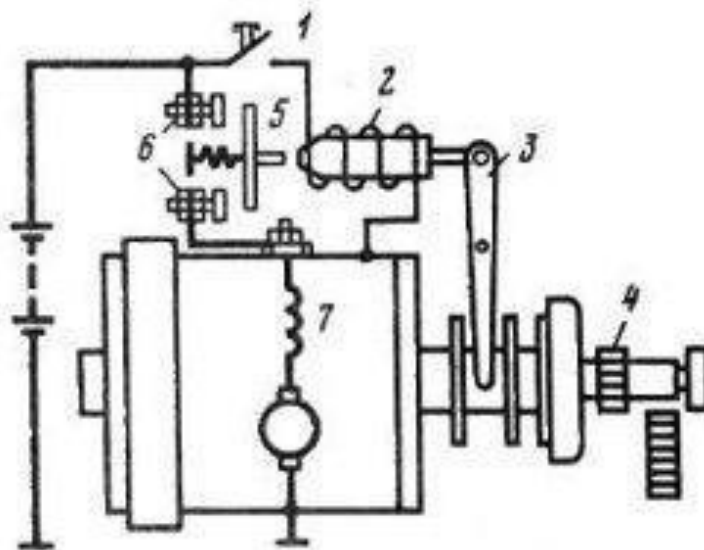
Конструкция электродвигателей почти одинакова у всех стартеров. Они изготавливаются четырёхполюсными. Наиболее часто применяются электродвигатели *последовательного возбуждения*. Недостатком этих двигателей является значительная частота вращения якоря в режиме холостого хода. При этом возрастают центробежные силы, действующие на якорь, и может произойти его разрушение (разнос). Для уменьшения частоты вращения якоря в режиме холостого хода применяют электродвигатели *смешанного возбуждения*.

Передача крутящего момента от стартера к коленчатому валу осуществляется через шестерню, находящуюся в зацеплении с зубчатым венцом маховика. Для увеличения крутящего момента на коленчатом валу применяется понижающая передача с передаточным числом 10 — 15.

Шестерня стартера должна находиться в зацеплении с зубчатым венцом только во время пуска двигателя. Для этого шестерня и вал электродвигателя снабжены шлицами, которые допускают осевое перемещение шестерни по валу для сцепления и расцепления ее с зубчатым венцом маховика. Перемещение шестерни в современных стартерах осуществляется электромагнитным реле, подвижной сердечник которого через рычаг передает на шестерню осевое усилие. Работой электромагнитного реле управляет водитель.

После пуска частота вращения коленчатого вала достигает 1000 об/мин. Если при этом вращение будет передаваться на якорь стартера, его частота вращения повысится до 10 000 — 15 000 об/мин. Даже при кратковременном увеличении частоты вращения якоря до такой величины (пока водитель не отключит стартер) возможен разнос якоря. Для предохранения якоря стартера от разноса усилие от вала якоря к шестерне привода у большинства стартеров передается через муфту свободного хода. Муфта обеспечивает передачу крутящего момента только в одном направлении — от вала якоря к маховику.

На современных автомобилях применяют стартеры (рисунок 5.1) с электромагнитным включением и дистанционным управлением. Принцип работы стартера заключается в следующем. При замыкании контактов выключателя 1 по обмотке 2 электромагнита протекает ток и якорь электромагнита втягивается, а соединённый с ним рычаг 3 перемещает шестерню 4. Одновременно якорь давит на пластину 5, которая в момент ввода шестерни в зацепление с венцом маховика замыкает контакты 6. Ток через замкнутые контакты 6 поступает в обмотку 7 электродвигателя и якорь начинает вращаться.



5.1- Схема включения стартера

После пуска двигателя водитель выключателем 1 разрывает цепь обмотки 2. Под действием пружины размыкаются контакты 6 и шестерня 4 возвращается в исходное положение.

Устройство стартеров.

Стартеры серии СТ230. Стартеры с электромагнитным включением и дистанционным управлением (рисунок 5.2) получил наиболее широкое распространение. Номинальное напряжение стартеров СТ230 12 В.

Электродвигатель стартера представляет собой четырёхполюсную машину постоянного тока последовательного возбуждения. Полюсы и корпус 9 изготавливают из мягкой стали. На каждом полюсе закреплена катушка 10 обмотки возбуждения, состоящая из двух ветвей. В каждую ветвь включены последовательно две катушки, изготовленные из голого медного провода прямоугольного сечения. Межвитковая изоляция выполняется из плотной бумаги. Каждая катушка после намотки оплетается хлопчатобумажной лентой и пропитывается лаком. Два конца параллельных ветвей обмотки возбуждения соединены вместе и выведены на контактный болт с выводом 16, закрытый резиновым чехлом. Два других конца присоединены к двум изолированным щёткам 15, установленным в щёткодержателях. Щёткодержатели крепятся к крышке 13 винтами и изолированы от неё прокладками из гетинакса. Две другие щётки («массовые») установлены в щёткодержатели, соединённые с корпусом. В крышке 13 имеются окна для осмотра щёточно—коллекторного узла. Герметизация полости корпуса обеспечивается кожухом 12 с резиновой прокладкой 11.

Крышки 13, 31 и промежуточная опора 30 крепятся к корпусу винтами. В крышках и опорной шайбе установлены три бронзовых подшипника скольжения, в которых вращается вал якоря 8. Обмотка якоря состоит из 29 секций. В каждой секции один виток. Концы секций припаяны к пластинам коллектора 14. Секции выполняют из голого медного провода прямоугольного сечения. Для изоляции секций от железа сердечника якоря используется электротехнический картон. Осевой люфт вала якоря регулируют изменением толщины регулировочной шайбы 1, которая удерживается упорным кольцом 2 с замочным кольцом.

Электромагнитное реле стартера имеет втягивающую 21 и удерживающую 22 обмотки, намотанные на латунную втулку. Удерживающая обмотка намотана поверх втягивающей и её сопротивление больше. Обмотки имеют один общий конец, который соединён с выводом 17, закреплённым на пластмассовой крышке 19. Второй конец удерживающей обмотки соединён с корпусом. Втягивающая обмотка вторым концом соединена с болтом 16. Обмотки защищены от механических повреждений корпусом 23, который является также магнитопроводом реле. Внутри латунной трубки, на которой намотаны обмотки реле, свободно перемещается

якорь 24. Пружина 25 удерживает якорь в исходном положении. Контактный диск 20 изолирован от штока, на котором он установлен, изоляционными шайбами и втулкой. Конструкция его такова, что диск может перекашиваться и перемещаться на штоке в результате сжатия пружины. Такое конструктивное решение обеспечивает хороший контакт диска с контактными болтами, имеющими выводы 16 и 32 (болт с выводом 32 на рисунке 36,а не виден). На некоторых стартерах (например СТ 130-А1) на крышке 19, кроме указанных контактов, установлен контакт с выводом КЗ, с помощью которого на период пуска закорачивается добавочный резистор в цепи катушки зажигания. Пружина 18 (см. рисунок 5.2,а) удерживает шток с диском 20 в исходном положении (контакты разомкнуты).

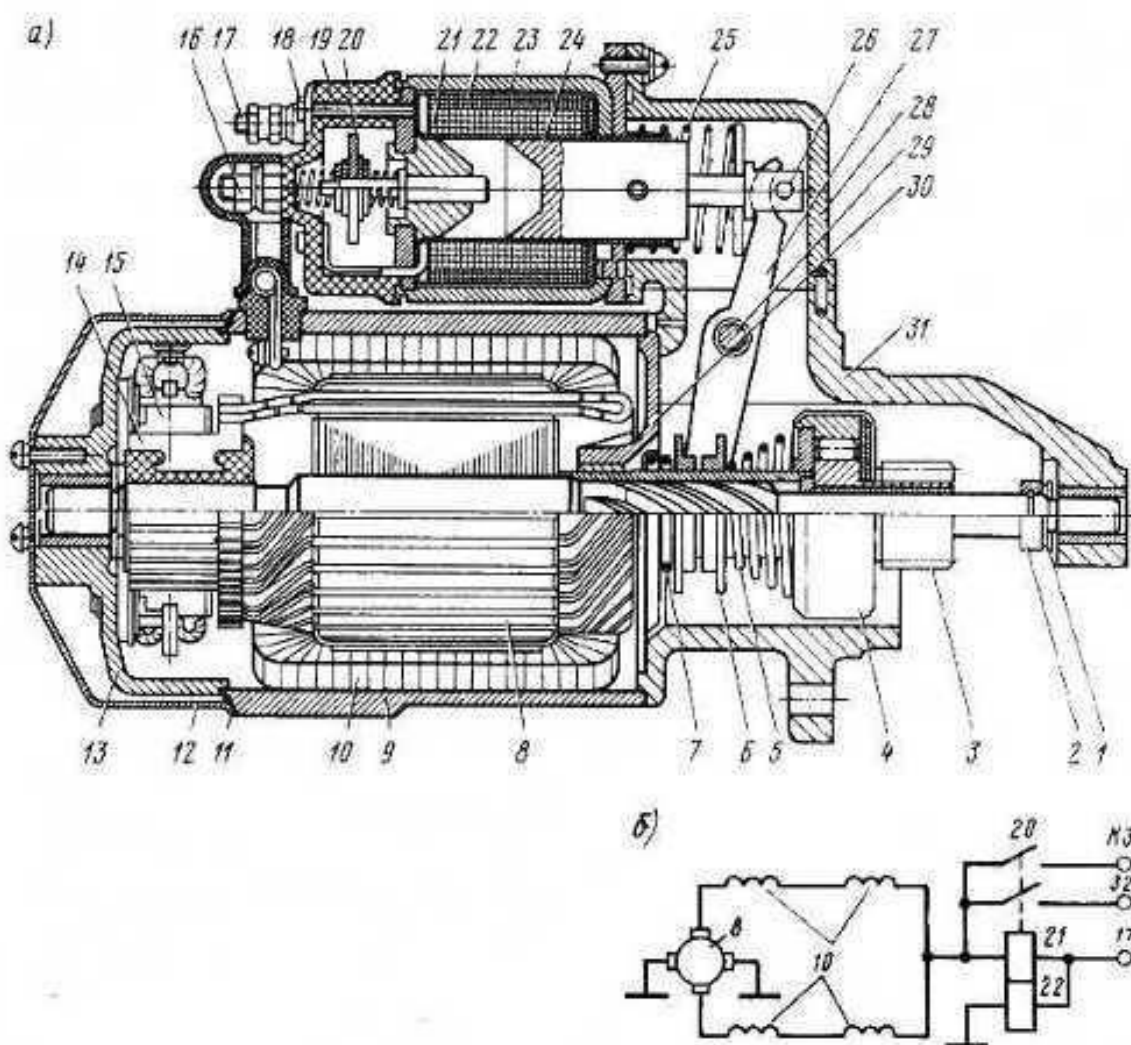


Рисунок 5.2- Стартер СТ230
а — общий вид; б — электрическая схема

Реле стартера воздействует на механизм привода через рычаг 27, на который при втягивании якоря 24 внутрь реле давит палец 26.

Рычаг 27 вращается вокруг эксцентриковой оси 29, при помощи которой регулируется положение шестерни 3 привода в момент замыкания диском 20 контактных болтов с выводами.

Нижний конец рычага 27 имеет вид вилки, которая входит в канавку разрезной втулки 6. При включении стартера рычаг 27 давит на правую часть втулки 6 и пружину 5 и перемещает механизм привода по ленточной нарезке на валу якоря до ввода шестерни 3 в зацепление с венцом маховика. Для лучшего зацепления шестерня и венец маховика имеют зубья закруглённой формы со скосами на торце.

Пружина 7 позволяет перемещать рычаг 27 влево для отключения питания стартера в случае, если происходит заклинивание шестерни привода в венце маховика. Механизм привода защищен крышкой 28 и снабжен роликовой муфтой 4 свободного хода (рисунок 5.3,а), которая обеспечивает передачу крутящего момента от вала якоря на маховик. Втулка 1, имеющая на внутренней поверхности шлицы для перемещения на валу якоря, жёстко соединена с обоймой 4. Цилиндрическая поверхность ступицы шестерни 7 и фигурные углубления обоймы 4 образуют четыре клинообразных паза, в которых размещены ролики 3. Ролики посредством плунжеров 9 слегка прижаты пружинами 10 к суженным концам пазов. С противоположной от плунжеров стороны в пружины вставлены упоры 11. Шайбы 5 и ограничивают осевое перемещение роликов. Весь механизм защищен кожухом 2. Бронзовые втулки 8 установлены для уменьшения трения при вращении шестерни привода на валу якоря.

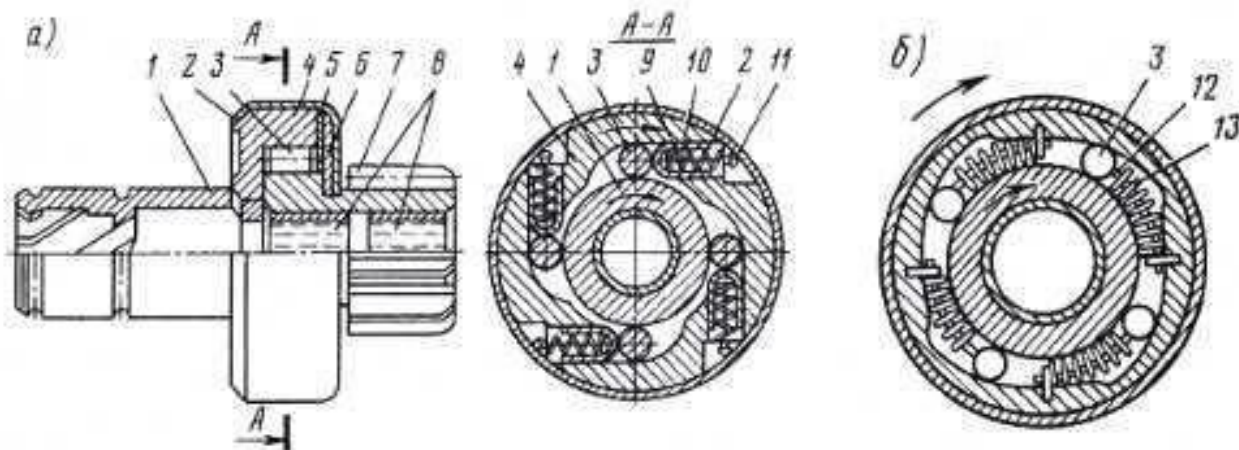


Рисунок 5.3- Муфта свободного хода: а — плунжерная; б — бесплунжерная

В конструкции муфты бесплунжерного типа (рисунок 5.3,б) в качестве прижимного устройства использованы специальные Г—образные стальные толкатели 12, подпирающие ролики 3 пружинами 13. При передаче момента от обоймы к ступице шестерни ролики, сильно прижимаясь к поверхностям

клиновидных пазов, заклинивают муфту. После пуска двигателя, когда скорость венца маховика превысит скорость шестерни привода, ролики, увлекаемые ступицей шестерни, преодолевают сопротивление пружин и расклинивают муфту. Вращение от двигателя не передаётся на стартер.

Стартер СТ221. Стартер (рисунок 5.4) выполняется с электромагнитным включением и дистанционным управлением. Номинальное напряжение стартера 12 В. Стартер СТ221 существенно отличается от стартера СТ230.

Электродвигатель стартера имеет смешанное возбуждение (рисунок 5.4,б). Параллельная обмотка состоит из двух последовательно включенных катушек, которые намотаны тонким изолированным проводом.

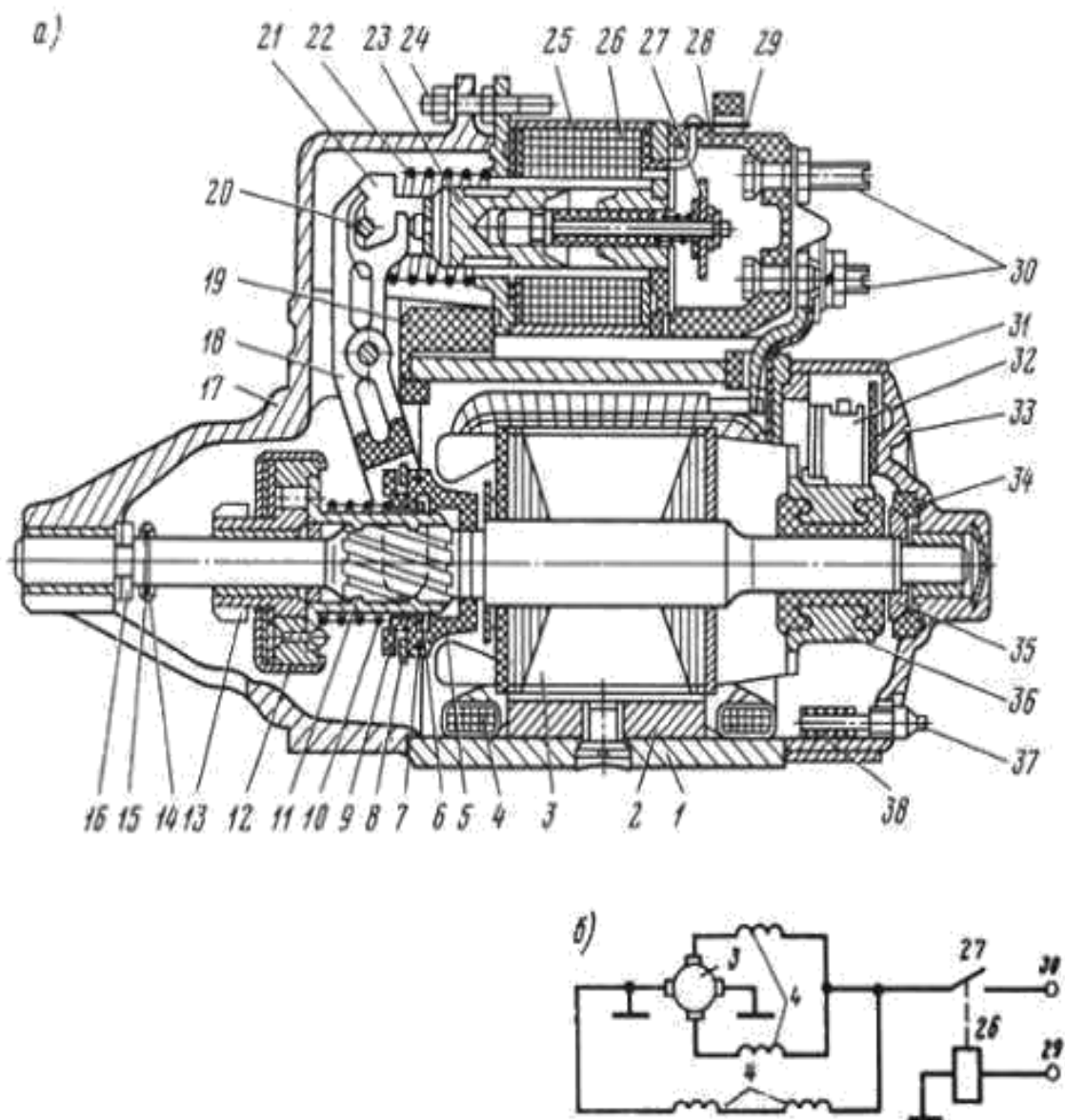
Корпус и полюсные наконечники анодированы для предотвращения коррозии. Крышка 33 (рисунок 5.4,а), на который установлены щёткодержатели, для улучшения отвода тепла изготовлена из алюминиевого сплава. Окна в крышке закрыты защитной лентой 31. Передняя крышка 17 из чугуна полностью защищает механизм привода.

Реле стартера имеет только одну обмотку 26, один конец которой соединён с корпусом, а другой выведен на штекерный вывод 29. Реле загерметизировано резиновой заглушкой 19. Поводок 21 приклепан к якорьку 23 реле.

Пластмассовый рычаг 18 привода нижним концом шарнирно соединён с двумя шипами стального поводкового кольца 8. Усилие от реле рычаг получает через палец 20. При включении реле стартера рычаг 18 через поводковое кольцо передаёт усилие на пластмассовую поводковую муфту 9 и буферную пружину 10. Под действием буферной пружины механизм привода перемещается по червячной нарезке вала якоря.

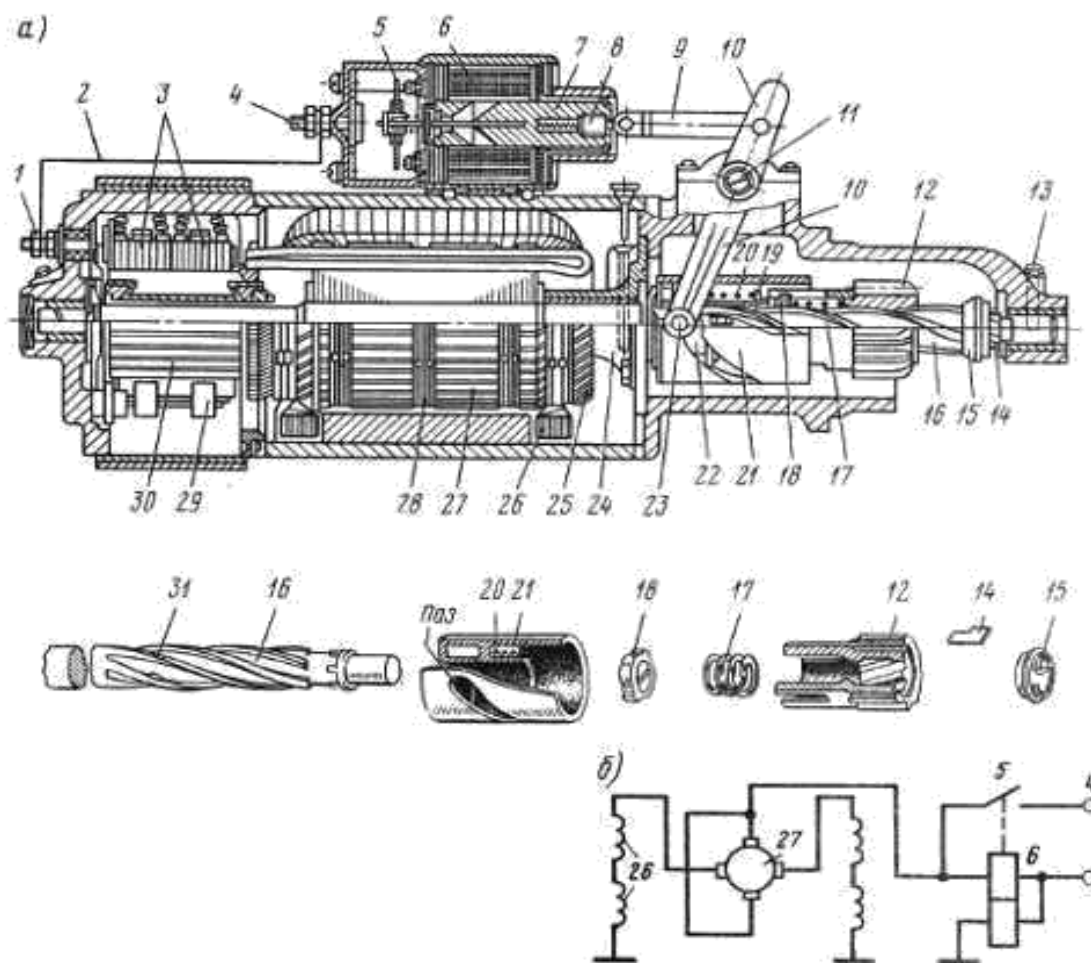
Для быстрой остановки вала якоря при выключении стартер снабжен тормозным устройством, состоящим из стального конуса 35 и пластмассового тормозного диска 34. Конус напресован на вал якоря, а диск установлен в крышке 33. При включении стартера пластмассовый фланец 7 ударяется о пластмассовый фланец 5, что приводит к смещению якоря по оси назад. При этом вращающийся конус 35 и неподвижный тормозной диск 34 соприкасаются и в результате трения их поверхностей якорь быстро останавливается.

Стартер СТ103. Выполняется с электромагнитным включением и дистанционным управлением. Номинальное напряжение стартера 24 В. Основное отличие стартера СТ103 (рисунок 5.5) от ранее рассмотренных заключается в конструкции механизма привода.



1 — корпус; 2 — полюсный сердечник; 3 — якорь; 4 — обмотки возбуждения; 5 — фланец; 6 — запорное кольцо; 7 — упорный фланец; 8 — поводковое кольцо; 9 — поводковая муфта; 10 — буферная пружина; 11 — шлицевая втулка; 12 — муфта свободного хода; 13 — шестерня; 14 — упорное кольцо; 15 — замочное кольцо; 16 — регулировочные шайбы; 17 и 33 — крышки; 18 — рычаг; 19 — резиновая заглушка; 20 — палец поводка; 21 — поводок; 22 — возвратная пружина; 23 — якорёк; 24 — шпилька крепления реле; 25 — тяговое реле; 26 — обмотка; 27 — контактная пластина; 28 — крышка реле; 29 — штекерный вывод обмотки реле; 30 — зажимы; 31 — защитная лента; 32 — щёткодержатель; 34 — тормозной диск; 35 — конус; 36 — коллектор; 37 — шпилька; 38 — изоляционная трубка

Рисунок 5.4 - Стартер СТ221:
 а — общий вид; б — электрическая схема



1 — зажим траверсы; 2 — проводник; 3 — щётки; 4 — зажимы тягового реле; 5 — контактный диск; 6 — обмотка реле; 7 — якорёк; 8 — винт; 9 — тяга; 10 — рычаг; 11 — возвратная пружина; 12 — шестерня привода; 13 — маслénка; 14 — сухарь; 15 — упорное кольцо; 16 — вал; 17, 20 — пружина; 18 — ведущая гайка; 19 — шайба; 21 — стакан; 22 — паз; 23 — палец рычага; 24 — опорная шайба; 25 — обмотка якоря; 26 — обмотка возбуждения; 27 — якорь; 28 — бандаж; 29 — пружина щёткодержателя; 30 — коллектор; 31 — углубление

Рисунок 5.5 - Стартер СТ103:
а — общий вид; б — электрическая схема

На валу 16 якоря нарезана резьба с большим шагом. По наружной поверхности резьбы свободно перемещается своей втулкой стакан 21, в котором профрезерован косой паз 22, в этот паз входят пальцы 23 рычага 10.

По резьбе вала перемещается ведущая гайка 18, выступы которой входят в пазы хвостовика шестерни 12 и передают ей вращающий момент. Шестерня также сидит на резьбе вала, но между боковыми гранями ниток резьбы и шестерни имеется боковой зазор, который облегчает её ввод в зацепление с венцом маховика.

На втулке стакана 21 сидит пружина 20, упирающаяся в шайбу 19. Конец втулки стакана отбортован наружу. Ход шестерни ограничивается кольцом 15, которое закреплено сухарём 14.

Привод работает следующим образом. При втягивании якоря реле стартера рычаг через пальцы передаёт усилие стакану и перемещает его вправо по валу якоря. При движении стакана шайба 19 упирается в хвостовик шестерни, пружина сжимается и стакан нажимает на гайку 18. Преодолевая усилие пружины 17, гайка выходит из углублений 31 в резьбе вала якоря. При этом шестерня, поворачиваясь, перемещается по резьбе до упорного кольца и входит в зацепление с венцом маховика.

В конце хода шестерни диск 5 реле стартера замыкает цепь электродвигателя стартера и вал якоря начинает вращаться, передавая вращающий момент шестерне через резьбу вала якоря и ведущую гайку 18. Стакан, увлекаемый валом якоря, поворачивается и благодаря косому пазу отодвигается в исходное положение, освобождая место для обратного хода шестерни. Шестерня остаётся в зацеплении с венцом маховика до тех пор, пока передаёт вращающий момент от вала якоря маховику двигателя, так как осевое усилие, возникающее в резьбе, прижимает её к упорному кольцу 15.

Как только двигатель начнет работать, шестерня становится ведомой и, вращаясь относительно вала якоря вместе с гайкой 18, получает осевое перемещение влево. Гайка входит в углубления, фиксируя шестерню на валу якоря.

При включении стартера рычаг пружинной 11, установленной на пальце рычага, возвращается в первоначальное положение. При этом палец проходит по пазу в уступ, поворачивая при этом стакан механизма привода.

В настоящее время начался выпуск стартеров 25.3708, которые предназначены для замены стартеров СТ103. Конструкция стартера 25.3708 аналогична конструкции стартера СТ142.

Стартер СТ142. Стартер (рисунок 5.6) выполнен с электромагнитным включением и дистанционным управлением. Номинальное напряжение стартера 24 В.

Электрическая схема стартера СТ142 аналогична электрической схеме стартера СТ230 (см. рисунок 5.2,б). Конструктивная особенность его заключается в том, что стартер полностью герметизирован и совершенно исключена возможность попадания внутрь пыли, влаги и других посторонних тел и веществ. Такое решение обеспечивает работоспособность стартера в тяжёлых условиях эксплуатации и способствует повышению надёжности и увеличению срока службы. Герметизация осуществляется при помощи уплотнительных колец, установленных в сопряжениях деталей стартера. Уплотнительные кольца установлены в стыках крышки 1 (см. рисунок 5.6) со стороны коллектора и корпуса 7, корпуса и держателя 6 промежуточного подшипника, держателя промежуточного подшипника и крышки 4 со стороны привода, тяговое реле 2 с прилегающим к нему фланцем крышки со стороны привода, изоляционной крышки реле стартера и корпуса последнего. Выводные болты стартера уплотнены резиновыми шайбами. Крышка со стороны коллектора выполнена без смотровых окон. Реле стартера крепится не к корпусу стартера, а к крышке со стороны привода. Кроме того, для предупреждения попадания в стартер посторонних частиц со стороны

двигателя якорь реле стартера уплотнен резиновым сальником 3, а вал в промежуточном подшипнике — резиновой армированной манжетой 5.

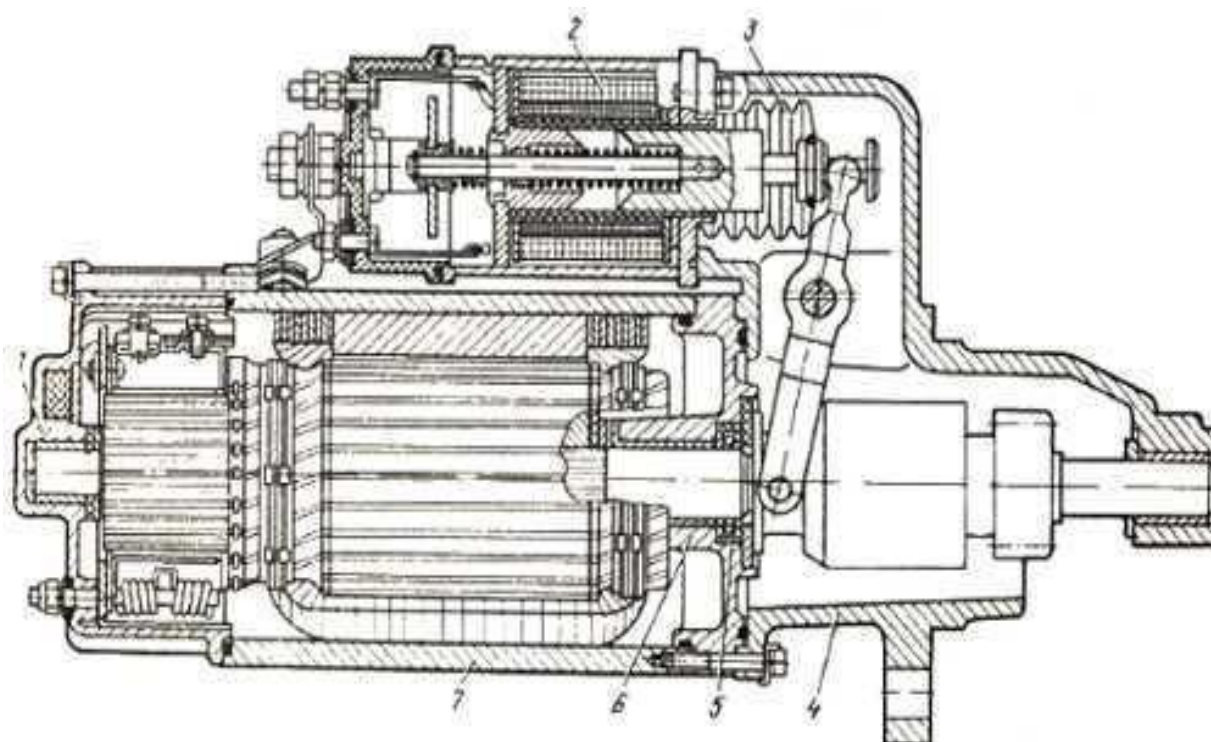


Рисунок 5.6-Стартер СТ142

Другой отличительной чертой стартера СТ142 является конструкция привода с храповой муфтой свободного хода (рисунок 5.7). Детали привода сидят на направляющей втулке 1, имеющей шлицы по внутреннему диаметру и многозаходную ленточную резьбу по наружному диаметру. Втулка посажена на шлицы вала якоря и может перемещаться по ним в продольном направлении. На резьбе втулки сидит ведущая половина 8 храповой муфты. Ведомая половина 13 муфты с шестерней привода может вращаться на шейке втулки. Для облегчения вращения в ведомую половину запрессованы две самосмазывающиеся подшипниковые втулки из специального графитированного томпака.

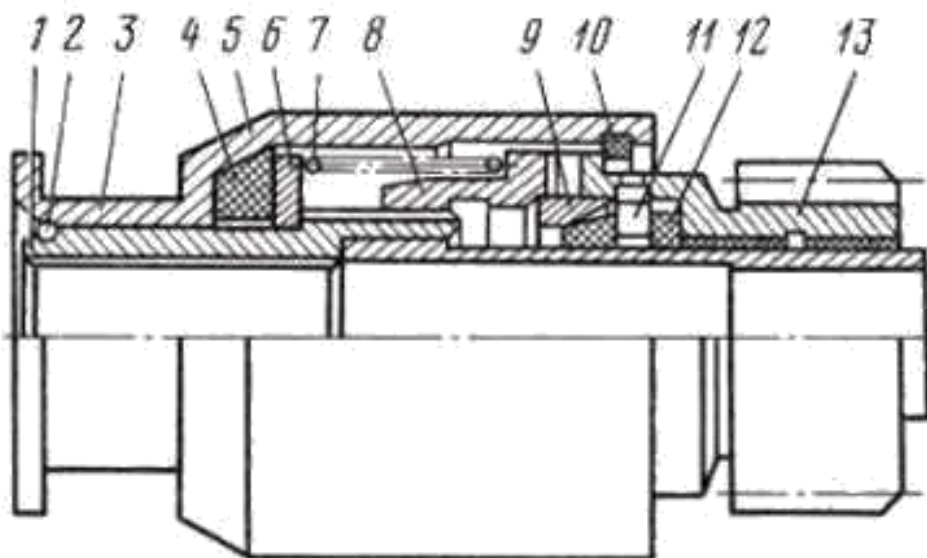


Рисунок 5.7-Храповая муфта свободного хода

Прилегающие друг к другу торцы половины муфты снабжены храповыми зубцами, допускающими проворачивание ведомой половины относительно ведущей половины в направлении вращения якоря стартера и препятствующие проворачиванию в противоположном направлении. Пружина 7 прижимает ведущую половину муфты к ведомой половине и обеспечивает храповое зацепление. Ведомая половина заперта в корпусе 5 замковым кольцом 10. Корпус выполнен за одно целое с втулкой отводки 3. Замковое кольцо 2 предохраняет корпус от перемещения вдоль втулки 1. В корпусе под пружиной находится стальная шайба 6 и резиновая шайба 4, амортизирующая удар при включении стартера.

Храповая муфта снабжена устройством для автоматической блокировки в расцепленном состоянии при пробуксовке. Внутри ведомой половины муфты находятся три сухаря 12, изготовленные из пластмассы и имеющие форму сегментов втулки. Сухари расположены равномерно по окружности ведомой половины. В сухарях имеются радиальные отверстия, в которые входят направляющие штифты 11, запрессованные в ведомую половину. Наружная поверхность сухарей имеет большую коническую фаску. В ведущую половины муфты установлена стальная втулка 9, имеющая внутреннюю коническую поверхность.

Втулка 9 прилегает своей конической поверхностью к фаскам сухарей и прижимает последние к направляющей втулке 1.

Привод работает следующим образом. В момент включения реле стартера рычаг перемещает привод вдоль шлицев вала и вводит шестерню в зацепление с венцом маховика. При этом замыкаются контакты реле стартера и включается электродвигатель стартера. Крутящий момент от вала якоря передаётся на шестерню привода через шлицевое соединение вала с направляющей втулкой 1,

далее через ленточную резьбу на ведущую половину муфты и через храповое зацепление на ведомую половину муфты и шестерню привода. При передаче вращения через ленточную резьбу возникает осевое усилие, плотно прижимающее друг к другу ведущую и ведомую половины муфты.

Когда пуск двигателя уже закончился, но стартер ещё не выключен, происходит пробуксовка храповой муфты. Во время пробуксовки ведущая половина отодвигается от ведомой на высоту зубца храпового зацепления, сжимая пружину. Ведущая половина давит на втулку⁹, освобождая сухари. Последние под действием центробежной силы перемещаются вдоль штифтов и блокируют храповую муфту в расцепленном состоянии, предохраняя её зубцы от износа. После выключения стартера ведущая половина муфты под действием пружины вновь прижимается к ведомой половине муфты и втулка⁹ возвращает сухари в исходное положение.

Привод стартера СТ142 разборный, что допускает его ремонт и замену деталей. Это является преимуществом по сравнению с неразборными приводами роликовых муфт свободного хода.

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет приводной механизм стартера?
2. Как изменяются электромеханические характеристики стартера при изменении вольтамперной характеристики аккумуляторной батареи?
3. Из каких частей состоит стартер?
4. Почему называются стартерные двигатели независимого возбуждения?
5. Чем определяется величина момента сопротивления двигателя прокручиванию?
6. От каких факторов зависит минимальная пусковая частота вращения двигателя?
7. Как осуществляется выбор мощности электропусковой системы?
8. Объясните назначение и принцип действия стартера.
9. Объясните устройство стартера СТ230.
10. Объясните устройство стартера СТ103.
11. Объясните устройство стартера СТ142.