

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ



**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Конспект лекций

Новосибирск 2022

Кафедра автомобилей и тракторов

Составитель: ст. преподаватели: *Матяш С.П., Г.В. Шнитков*

Рецензент: к.т.н., доц. *В.А. Понуровский*

Электротехника и электрооборудование транспортных средств:
краткий курс лекций / С.П. Матяш, Г.В. Шнитков / Новосиб. гос. аграр. ун-т.
Инженер. ин-т. – Новосибирск, 2022. – 116 с.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения, изучающих дисциплину «Электротехника и электрооборудование транспортных средств», направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профиль Автомобильный сервис. И студентов очной формы обучения по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов», профиль Организация и безопасность движения.

Утверждены и рекомендованы к изданию методическим советом Инженерного института (протокол №11 от 28 июня 2022 г.)

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2022

© Инженерный институт, 2022

1. Общие сведения об электрооборудовании автомобилей

Электрооборудование современных автомобилей представляет собой сложный комплекс приборов зажигания, сигнализации, электрических машин, контрольно-измерительных приборов, предохранителей и соединительных проводов, объединенных в общую электрическую схему.

Электрооборудование автомобиля включает в себя источники тока, потребители тока (электрические приборы и системы автомобиля), провода, коммутационную и защитную аппаратуру.

В схеме электрооборудования выделяют приборы, образующие следующие самостоятельные системы: электроснабжения; пуска; зажигания; контрольно-измерительных приборов; освещения и сигнализации; отопления и вентиляции; стеклоочистки; дополнительного оборудования; аудиооборудования и др.

Все потребители подключаются к источнику тока параллельно, поэтому включение и выключение одних потребителей происходит независимо от других.

Приборы электрооборудования подсоединяются к источникам тока по-разному. Кратковременно работающие мощные потребители (стартер, прикуриватель), а также приборы, работа которых необходима в аварийных случаях (звуковой сигнал, аварийная сигнализация, розетка переносной лампы, подкапотная лампа), подключаются к линии «аккумулятор – генератор» или «аккумулятор – амперметр» там, где установлен амперметр. Потребители, включаемые при работающем двигателе (стеклоочиститель, отопитель, контрольно-измерительные приборы, указатели поворотов, фонарь заднего хода), подсоединяются в цепь питания через выводы выключателя зажигания. На автомобилях с дизельным двигателем они включаются через выключатель приборов и стартера. Все приборы наружного освещения подключаются через выключатель наружного освещения. Аварийная сигнализация указателей поворота управляется своим выключателем.

На автомобилях применяется однопроводная система включения приборов электрооборудования, при которой вместо второго провода используются рама и кузов автомобиля, блок двигателя и другие металлические части, по которым может проходить электрический ток («масса» автомобиля). Использование однопроводной системы уменьшает число проводов и значительно удешевляет и упрощает всю схему проводки. Двухпроводным подключением обеспечены лишь отдельные потребители, например стояночные огни и звуковые сигналы.

Схема электрооборудования объединяет в единый комплекс источники электроэнергии и потребителей, аппараты защиты и коммутации электрических цепей. Отечественным стандартом предусмотрены два вида схем – принципиальная схема и схема соединений. Принципиальная схема облегчает понимание принципа действия электрооборудования, поиск неисправностей, даёт полное представление о взаимодействии всех изделий электрооборудования. Главные питающие цепи на схеме располагаются горизонтально, а потребители электроэнергии включаются между ними и «массой» автомобиля. Схема соединения показывает действительное

расположение изделий электрооборудования на автомобиле, фактическое их подключение в бортовую сеть автомобиля с указанием выхода из пучка каждого провода, расположение переходных колодок, элементов защиты цепи и т.д.

В электрическую цепь любого прибора или системы электрооборудования, помимо приборов и источников тока, входят также провода, коммутационная (выключатели, переключатели, кнопки, реле, контакторы) и защитная (предохранители) аппаратура.

Автомобильные провода. Для соединения всех приборов электрооборудования применяют провода низкого напряжения марок ПВА и ПГВА различных сечений в полихлорвиниловой изоляции. Провода низкого напряжения состоят из медных токопроводящих жил с изоляцией из поливинилхлоридного пластика или резины. Жилы выполняются из луженой или нелуженой медной проволоки, обладающей высокой электропроводностью, эластичностью и технологически просто соединяемой с наконечниками, штекерами и т.п. Провода могут иметь бронированную изоляцию для защиты от механических повреждений и экранирующую оплетку для снижения уровня радиопомех на автомобиле. Для удобства монтажа и защиты от механических повреждений провода соединены в пучки. Концы проводов снабжены наконечниками под винтовой зажим или под штекерное соединение. Провода имеют различную окраску – это облегчает их нахождение в пучке. При замене приборов электрооборудования необходимо соединить электропровода в строгом соответствии со схемой. При нарушении изоляции провода могут касаться «массы» автомобиля, что вызывает короткое замыкание, а при неисправности предохранителей – и пожар. Для удобства монтажа и защиты проводов от повреждений их соединяют в пучки с оплеткой.

Защитная аппаратура. Все электрические цепи, кроме цепей зажигания и пуска, должны быть защищены от коротких замыканий и перегрузок. Защита электрических цепей от коротких замыканий и перегрузок осуществляется плавкими, термобиметаллическими предохранителями и резисторами. Предохранители предназначены для защиты потребителей, источников тока, а также проводов от тока короткого замыкания и перегрузок, которые могут привести к выходу из строя всей системы электрооборудования автомобиля. Один предохранитель защищает одну цепь, подключение предохранителей – последовательное. Принцип действия любого типа предохранителя заключается в размыкании электрической цепи в случае короткого замыкания или перегрузки в цепи.

Защита от коротких замыканий в цепях зажигания и пуска не вводится, чтобы не снижать их надежность. Современные электронные системы зажигания имеют схемную защиту от перегрузок. Введение предохранителей в цепь заряда аккумуляторной батареи не является обязательным, но многие зарубежные фирмы устанавливают предохранитель и в эту цепь. Возможна защита одним предохранителем нескольких электрических цепей, однако такая групповая защита не допускается для взаимозаменяемых устройств и аварийных цепей.

Все электрические цепи, кроме цепей зажигания и пуска, должны быть защищены от коротких замыканий и перегрузок. Защита электрических

цепей от коротких замыканий и перегрузок осуществляется плавкими или термобиметаллическими предохранителями либо резисторами.

Плавкие предохранители снабжены калиброванной ленточкой, расплавляющейся, если ток в цепи достигает опасных значений. При прохождении по цепи тока выше расчетного значения ленточка (проволока) начинает плавиться и разомкнет цепь. Для замыкания цепи необходимо заменить проволоку либо весь предохранитель.

У малогабаритных предохранителей штекерного типа калиброванная ленточка помещена в пластмассовую оболочку, что увеличивает скорость их срабатывания (рис. 1а, б).

Плавкая вставка не должна расплавляться в течение 30 мин при силе тока в 1,5 раза превышающей номинальную и должна разрывать электрическую цепь не более чем за 10 с при силе тока в 3 раза превышающей номинальную. Малогабаритный плавкий предохранитель срабатывает при двухкратном повышении силы номинального тока не более чем за 5 с.

Термобиметаллические предохранители. Действие таких предохранителей основано на прогибе биметаллических пластин при прохождении по ним тока. Термобиметаллические предохранители более инерционны по сравнению с плавкими, их рекомендуется применять в цепях защиты электродвигателей. Термобиметаллические предохранители могут быть одно-кратного или многократного действия.

Термобиметаллический предохранитель многократного действия состоит из корпуса с неподвижным контактом и биметаллической пластины с подвижным контактом. При нормальной силе тока в цепи биметаллическая пластина прижимает подвижный контакт к неподвижному и замыкает цепь. Если по пластине пойдет ток выше расчетного значения, то вследствие нагрева биметаллическая пластина начнет выгибаться, что приведет к размыканию контактов и разрыву цепи. После охлаждения пластина выпрямляется и вновь замыкает цепь. Если перегрузка в цепи не устранена, то контакты замыкаются и размыкаются многократно, что сопровождается хорошо слышимым щелканьем.

Термобиметаллический предохранитель многократного действия кнопочного типа состоит из корпуса, вмонтированных в него контактов и биметаллической пластины (рис. 1в). При перегрузках пластина, выгибаясь, размыкает цепь. Для возвращения пластины предохранителя в первоначальное положение нужно нажать кнопку.

Эффективность действия предохранителей определяется по их амперсекундной характеристике, связывающей силу тока, проходящего через предохранитель, и время его срабатывания.

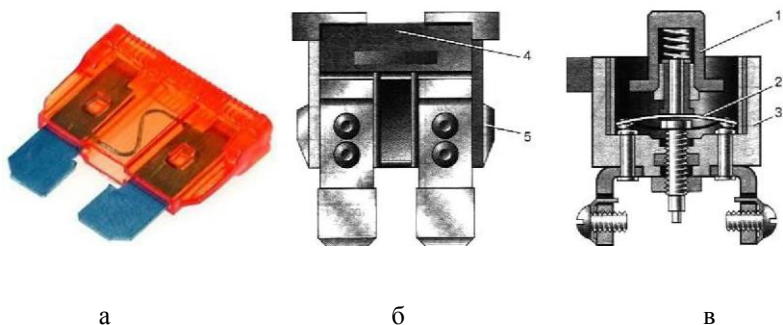


Рис. 1 – Предохранители:

а – внешний вид плавкого предохранителя штекерного типа; б – устройство плавкого предохранителя; в – устройство термобиметаллического предохранителя; 1 – кнопка возврата; 2 – биметаллическая пластина; 3 – корпус; 4 – плавкий элемент; 5 – пластмассовая оболочка

Термобиметаллические предохранители при нормальных температурных условиях и силе тока, в 2,5 раза превышающей номинальную, срабатывают не более чем за 25 с. Предохранители такого типа с самовозвратом при кратности тока около двух срабатывают не более чем за 3 мин. Плавкие предохранители обычно объединяются в блоки.

Позисторы широко применяются для защиты электрических цепей электродвигателей зарубежных автомобилей. Позистор представляет собой вид полупроводникового терморезистора, у которого сопротивление при достижении определенной температуры (точки Кюри) возрастает на несколько порядков. Материалом для позисторов служит титанатбариевая керамика с примесью редкоземельных элементов.

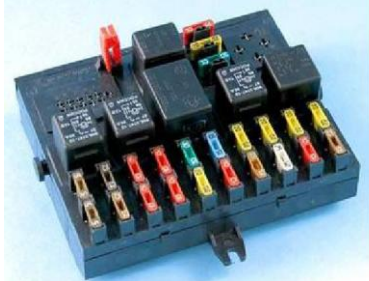
С увеличением протекающего через позистор тока возрастает его нагрев и при достижении током критической величины позистор резко увеличивает свое сопротивление, защищая цепь от перегрузки. Для приведения схемы в нормальное состояние напряжение с участка цепи, защищаемой позистором, следует отключить.

Обычно предохранители всех цепей электрооборудования сведены в общий блок (блок предохранителей, монтажный блок) (рис. 2). Он позволяет оптимально решить две задачи. Первая – объединить в одном месте ключевые участки электрических цепей, оснастить их необходимыми реле и предохранителями. Вторая – упростить сборку цепей (что особенно важно для современного автомобиля, у которого схема электрооборудования достаточно сложная). С этой целью монтажный блок снабжен множеством разъемов, а подключаемые к ним пучки проводов и реле легко заменить в случае повреждения.

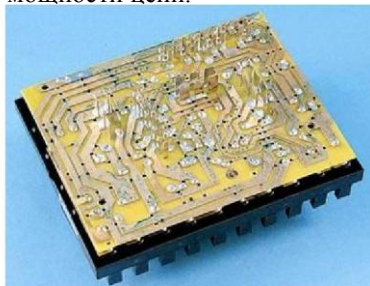
Монтажные блоки (или блоки предохранителей) могут размещаться: в моторном отсеке, в салоне, в пространстве между моторным щитом и основанием ветрового стекла, под задним сидением и т.п. В моторном отсеке предохранители неплохо защищены от внешних воздействий в виде дождя, снега. В салоне предохранители защищены хорошо, но возможна

конденсация влаги при плохой вентиляции салона, особенно в холодную погоду. В пространстве между моторным щитом и основанием ветрового стекла предохранители очень слабо защищены, поэтому это место расположения предохранителей в конструкции современных автомобилей встречается очень редко. В иномарках монтажный блок размещают и в других местах, например, под задним сиденьем.

Есть в автомобиле и цепи, не защищенные предохранителями, например: цепи зажигания, пуска двигателя, зарядки батареи. Впрочем, на некоторых зарубежных автомобилях и эти цепи защищены – конечно, такими предохранителями, которые соответствуют мощности цепи.



а



б

Рис. 2 – Монтажный блок:
а – вид сверху; в – вид блока с обратной стороны

Коммутационная аппаратура. Коммутационная аппаратура связывает электропотребителей и бортовую сеть и делится на коммутационную аппаратуру прямого действия (выключатели, переключатели, кнопки) и аппаратуру дистанционного действия (реле, контакторы). Аппаратура прямого действия может объединяться в комбинированные многофункциональные устройства. В рукоятки элементов коммутационной аппаратуры прямого действия в ряде случаев встраиваются лампы со светофильтрами, цвет которых зависит от функционального назначения аппаратуры: красный – необходимо принять меры для предотвращения аварийной ситуации, оранжевый – необходимо принять меры для обеспечения нормальной работы, зеленый – идет нормальная работа, синий – включен дальний свет, двигатель находится в холодном состоянии. Встраиваются лампы подсветки, облегчающие поиск переключателей в темноте.

Условные обозначения, поясняющие функциональное назначение включаемого устройства, стандартизованы. По конструктивному исполнению выключатели и переключатели делятся на кнопочные, клавишные, поворотные, в том числе со съемным ключом, рычажные (рис. 3).



а



б



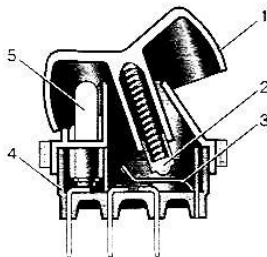
в

Рис. 3 – Выключатели и переключатели:
а – клавишный; б – поворотный; в – рычажный

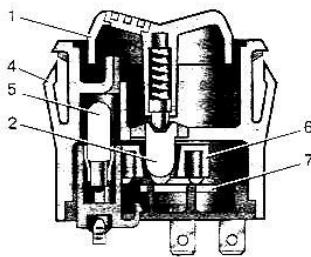
Клавишные выключатели и переключатели широко распространены на автомобилях. Они имеют два или три фиксированных положения. В перекидной конструкции при нажатии клавиши пружинный толкатель перекидывает контактную пластину, замыкающую контакты (рис. 4а). В ползунковой конструкции толкатель перемещает контактную пластину (рис. 4б). При этом происходит самоочистление контактов.

Поворотные конструкции применяются в выключателях зажигания, климатконтроля, отопления и вентиляции и т.д.

Выключатель зажигания коммутирует системы зажигания, пуска, стеклоочистителей, указателей поворота, фонаря заднего хода, а в некоторых случаях фар головного света и радиоприемника. Основой выключателя является контактный узел, состоящий из подвижных и неподвижных контактных дисков. Некоторые выключатели зажигания оборудованы проти-воугонным устройством, блокировкой от повторного включения стартера и сигнализацией об оставленном ключе зажигания. В таком случае повторное включение стартера возможно лишь после возврата выключателя в нулевое положение.



а



б

Рис. 4 – Устройство клавишных выключателей:

а – перекидного; б – ползункового; 1 – клавиша; 2 – толкатель; 3 – перекидная пластина; 4 – корпус; 5 – лампа подсветки; 6 – подвижные контакты; 7 – неподвижный контакт

Подрулевые переключатели имеют несколько отдельных контактных узлов, управляемых собственными рукоятками. Переключатель наружного освещения и световой сигнализации управляет переключением фар с

близкого на дальний свет и обратно, указателями поворота, стояночными огнями. Переключатель стеклоочистителя изменяет режимы работы стеклоочистителя ветрового стекла: работа на большой или малой скорости, прерывистый режим, включен омыватель, включены стеклоочистители заднего стекла и его омыватель. Положения выключателя предусмотрены фиксированные и нефиксированные, например для включения омывателя ветрового стекла.

Конструкция кнопочных выключателей аналогична общепромышленным. В них нажатие кнопки переводит подвижный контакт из одного положения в другое. Кнопочный выключатель без фиксации замыкает контакты, отжимаемые затем пружиной.

В системах электрооборудования автомобиля применяются электромагнитные и электронные реле. Обычно на выходе электронного реле устанавливается реле электромагнитное. Устройство малогабаритного электромагнитного реле представлено на рис. 5.

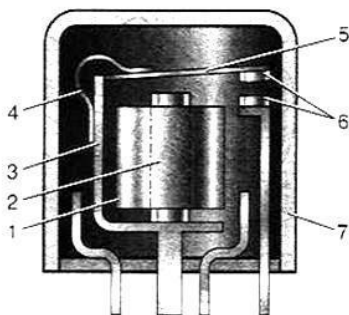


Рис. 5 – Устройство электромагнитного реле:

1 – обмотка; 2 – сердечник; 3 – ярмо; 4 – пружина; 5 – якорь; 6 – контакты; 7 – крышка

Для установки на печатные платы выпускается специальная модификация реле, допускающая распайку ее выводов прямо на печатных платах. Реле используются в цепях указателей поворотов, звуковых сигналов, света фар. Электронные реле имеют схемное исполнение в соответствии со своим функциональным назначением. Современные электронные реле, как правило, выполняются с использованием интегральных микросхем.

Для удобства обслуживания реле современных автомобилей располагаются в едином блоке с предохранителями. Блок реле и предохранителей (монтажный блок) представляет собой центральное распределительное устройство, связанное через штекерные разъемы и жгуты проводов со всеми элементами бортовой сети автомобиля. Блок заключен в пластмассовый корпус, на крышке которого нанесены символы функционального назначения располагающихся под ним элементов.

Реле по числу соединительных контактов бывают 3-х, 4-х, 5 контактные.

Схемы соединения 4 и 5 контактных электромагнитных реле показаны на рисунке 6.

Реле имеющие в своей конструкции диод, являются полярными, и при их подключении нужно соблюдать полярность. А именно 86 - всегда "+", а 85 - всегда "-". Для проверки реле, вам потребуется источник постоянного тока в 12В и мультиметр, способный выяснить замкнуты контакты или нет (мультиметр или лампочка с крокодилами на проводках).

Учитывая, то что 5-и контактное реле это то же 4-х контактное, но со штатно включенным контактом 87а, который постоянно замкнут на контакт 30, проверку можно описать как: подаете на контакты 85, 86 ток, при этом контакт 30 должен отомкнуться от контакта 87а и замкнуться к контакту 87.

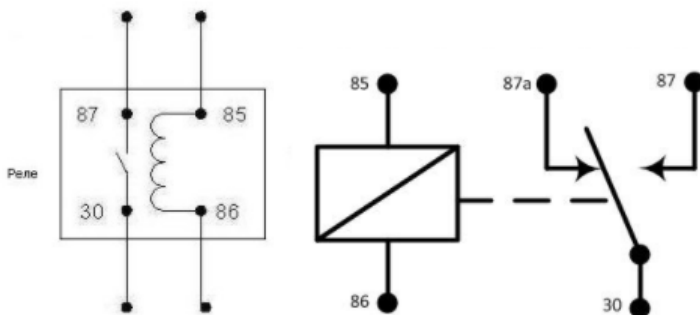


Рис. 6 – Схемы соединения 4 и 5 контактных электромагнитных реле

Для коммутаций силовых цепей на автомобилях и автобусах применяются контакторы, отличающиеся от реле массивной контактной системой, рассчитанной на коммутацию значительной силы тока, наличием двойного разрыва цепи, повышающего надежность работы устройства, а также наличием двух обмоток – втягивающей и удерживающей. Дистанционные выключатели «массы» на аккумуляторных батареях также предназначены для коммутации силовых электрических цепей на автомобилях и автобусах. Электромагнит при подаче электропитания на его обмотку втягивает якорь и через шток перемещает контактное устройство, замыкая контакты. При замыкании фиксатор попадает в выемку рычага стопорного устройства, фиксируя контактное устройство в замкнутом положении. После снятия питания с обмотки электромагнита при следующей подаче питания на обмотку шток воздействует на рычаг стопорного устройства, который, проворачиваясь, утапливает фиксатор, после чего пружина контактного устройства разрывает контакты. Выключатель допускает и ручную коммутацию цепи нажатием через резиновый чехол на якорь электромагнита.

Маркировка выводов изделий электрооборудования и соответствующее обозначение их на схемах электрооборудования автомобилей осуществляется в соответствии со стандартом. Стандарт определяет следующие обозначения некоторых выводов: 1 – низковольтная цепь катушки зажигания и распределителя; 4 – высоковольтная цепь этих же

устройств; 15 – вывод через выключатель зажигания аккумуляторной батареи на систему зажигания; 30 – выход бортовой сети; 31 – масса; 49 – указатель поворота; 50 – стартер; 53 – стеклоочиститель; 56 – головной свет (56а – дальний, 56в – ближний свет); 58 – габаритные огни; 85, 86 – выводы обмотки электромагнитного реле; 87, 88 – контакты реле. Буквенные индексы конкретизируют номерные обозначения выводов.

Маркировка проводов по цвету изоляции создает удобство при их монтаже и ремонте. Сплошная расцветка выполняется в 10 цветов, комбинированная – дополнительно на цветную расцветку наносятся полосы или кольца белого, черного, красного или голубого цвета. Применение цветных проводов на автомобиле подчиняется определенным правилам. Все соединения изделий с корпусом автомобиля (массой) должны выполняться проводами одного цвета. Провод, соединяющий коммутирующий прибор (выключатель, переключатель) или предохранитель с линией электроснабжения, должен иметь тот же цвет, что и провод сети, к которой подключаются.

Участки цепи, проходящие через разборные или неразборные контактные соединения, должны выполняться проводом одинаковой расцветки. Участки цепи, разделенные контактами реле, предохранителями, резисторами, должны иметь различную расцветку. Расцветка проводов, проложенных в разных жгутах, может повторяться.

Мультиплексная система проводки. Развитие электроники позволяет значительно упростить схему бортовой сети автомобиля, сократить число жгутов и снизить массу соединительных проводов. Для этого в конструкции многих современных автомобилей используется мультиплексная система электропроводки. Такая система предусматривает подведение ко всем устройствам, входящим в систему, двух общих шин – силовой, по которой к потребителям подводится «плюс» питающей сети, и управляющей, по которой проходит сигнал на включение или выключение, зашифрованный в двоичном коде. Сигнал формируется в мультиплексоре при нажатии соответствующего выключателя. Демультиплексор потребителя, получив сигнал, расшифровывает его и подключает его к питающей сети, если он соответствует коду включения этого потребителя. Подобным же образом происходит отключение потребителей. Электронный блок осуществляет синхронизацию прохождения сигналов. Управляющая шина может представлять собой световод в системе оптической связи. В этом случае управляющий сигнал преобразуется из электрического в световой.

Одна из самых распространенных шин – CAN (Controller Area Network – сеть контроллеров). Преимущества CAN-шины перед классической схемой электрооборудования очевидны, например удешевление сборки на конвейере. Кроме того, CAN-шина облегчает диагностику и ремонт вышедших из строя компонентов. Универсальная проводка подойдет и для разных комплектаций одного автомобиля – дополнительные устройства просто подключаются к нужным разъемам. Цифровая передача данных надежнее обычной аналоговой – шина лучше защищена от помех, контакты надежнее изолированы от внешних воздействий.

Под новые стандарты подстраиваются и сторонние производители дополнительного оборудования. Например, в напичканной электроникой

иномарке подключить противоугонную систему по старинке, врезавшись в цепь, порой просто невозможно. Поэтому выпускают специальные адаптеры для автомобилей разных марок.

CAN-шина относится к типу последовательных шин. Данные передаются бит за битом, из них складываются так называемые кадры – основные информационные единицы. Для последовательной передачи нужно минимальное число проводников. Чаще всего используют двухпроводную витую пару или однопроводное соединение, где функцию второго проводника, как в обычной автомобильной электросхеме, выполняет кузов («масса»). Проводниками могут служить также радиоканал, инфракрасное излучение или оптоволокно. В результате запутанная схема с толстенными жгутами и многочисленными подключениями уступает место единственному проводу со стандартными разъемами.

CAN – мультимастерная шина, т.е. без центрального управляющего устройства. Все подключаемые электронные блоки (или контроллеры) равноправны – любой может иметь доступ к передаваемым данным и может сам передавать. Контроллеры отслеживают информацию по принципу «слушаю всех» – каждый читает все проходящие по шине кадры, но принимает лишь данные, адресованные ему. Например, блок управления климатической установкой пропускает мимо ненужные ему сигналы от датчика уровня топлива или ABS, а читает только необходимые сведения о температуре забортного воздуха, охлаждающей жидкости, частоте вращения коленчатого вала и т.п.

Другой принцип общения с помощью шины заимствован из компьютерных сетей и называется «один говорит – остальные слушают». Единоновременно передавать данные может только один контроллер. Если вмешивается еще кто-то, конфликт разрешает служба арбитража. Работает она по такому алгоритму. Каждый из контроллеров сравнивает бит, передаваемый на шину, с битом другого блока управления. Если значения этих битов равны, то оба контроллера переходят к сличению следующей пары. И так до тех пор, пока биты не будут отличаться. Приоритет получает тот контроллер, который пытался передать логический ноль

– другой блок управления ждет, пока шина освободится. Учитывая огромную скорость передачи информации по шинам, разные контроллеры передают информацию, не мешая друг другу.

2. Общие сведения о аккумуляторных батареях.

Аккумуляторные батареи, применяемые в системе электрооборудования, являются источниками электрической энергии, обеспечивающие питание потребителей при неработающем двигателе внутреннего сгорания или при недостаточной мощности, развиваемой генератором. Тип и конструкция аккумуляторной батареи определяются условиями ее разряда в стартерном режиме при пуске двигателя. Поскольку этот режим наиболее тяжелый (максимальный ток и мощность), то такие батареи называют стартерными.

Характеристики аккумуляторных батарей:

– Емкость – показывает, сколько электрической энергии может запасти

устройство. Измеряется в ампер часах. Чтобы узнать емкость, нужно силу тока, которую отдает АКБ умножить на время его работы до полного разряда.

- Температурный режим при разрядке;

- Ток холодной прокрутки — это ток, который отдает аккумулятор при температуре -18°C на протяжении 10 секунд после включения (при этом напряжение на клеммах должно упасть до 7,5 В.). То есть этот параметр показывает максимальное значение силы тока, которую может выдать аккумулятор в течение 10 секунд.

- Напряжение — измеряется вольтметром на клеммах АКБ. Измерение проводится на ненагруженном аккумуляторе при температуре $+18^{\circ}\text{C}$.

- Внутреннее сопротивление.

- Срок хранения.

- Срок службы.

- Саморазряд батареи. Характеризует процесс потери емкости при длительном бездействии АКБ.

- масса и габаритные характеристики.

Классификация аккумуляторных батарей.

По виду обслуживания аккумуляторные батареи бывают:

- Необслуживаемые аккумуляторные батареи исключают возможность заливки воды внутрь.

- Обслуживаемые аккумуляторные батареи требуют постоянного ухода (заливка воды внутрь).

По типу пластин:

- свинцово-сурьмянистые,

- свинцово-малосурьмянистые

- свинцово-кальциевые,

- гибридные.

По назначению – стартерные, тяговые, стационарные, для портативной техники и устройств.

По состоянию электролита – с жидким, с гелеобразным, с абсорбированным электролитом.

Свинцово-сурьмянистые аккумуляторы.

В свинцово-сурьмянистых аккумуляторах содержится примерно пять процентов сурьмы. Эта добавка нужна для увеличения плотности свинца, ведь свинец в чистом виде — мягкий металл, и его нельзя использовать в АКБ. Кроме того, сурьма усиливает электролиз.

Сурьмянистые аккумуляторы (рис.7) нуждаются в обслуживании, их нужно заливать дистиллированной водой и проверять плотность электролита. Этот вид АКБ является устаревшим и уже не используется в автомобилях.



Рис.7 – Сурьмянистая АКБ.

Аккумуляторы этого типа устанавливались на советские автомобили и некоторые иномарки выпущенные в 70-80 годах прошлого века.

Свинцово-малосурьмянистые аккумуляторы (рис.8) содержат уменьшенную долю сурьмы, что позволило снизить интенсивность испарения электролита. Благодаря этому проверять плотность электролита теперь можно реже. Такие АКБ дольше держат заряд благодаря уменьшению уровня саморазряда.

Производители называют такие устройства малообслуживаемыми или необслуживаемыми. Однако избавиться от потерь электролита не удалось, и вода испаряется, хоть и в намного меньших объемах.



Рис. 8– Малосурьмянистая АКБ.

К преимуществам данного типа батарей можно отнести нетребовательность к параметрам бортовой сети и низкую цену.

Такие аккумуляторы часто устанавливаются на автомобили российского производства из-за их неприхотливости и низкой стоимости.

В Свинцово-кальциевых аккумуляторах (рис.9) для уменьшения процесс выкипания электролита, используется кальций вместо сурьмы. Такие АКБ маркируются «Ca/Ca». Некоторые производители добавляют небольшое количество серебра в пластины, благодаря этому уменьшается внутреннее сопротивление устройства и увеличиваются коэффициент полезного действия и емкость батареи.

В кальциевых аккумуляторах практически не происходит испарение воды, поэтому они не нуждаются в проверке электролита на плотность и не нуждаются в обслуживании. Саморазряд у них на 70% ниже по сравнению с сурьмянистыми.



Рис. 9 – Кальциевая АКБ.

Аккумуляторы этого типа чувствительны к перезарядке. Их емкость резко уменьшается уже после 3-4 случаев неправильной зарядки. Кроме этого, данный вид АКБ нуждается в стабильном напряжении бортовой сети.

Кальциевые аккумуляторы применяются в иномарках среднего ценового диапазона. На таких авто обычно установлено качественное электрическое оборудование.

Гибридные аккумуляторные батареи (рис.10) отличаются тем, что пластины гибридного АКБ сделаны с использованием разных примесей. Отрицательные являются кальциевыми, а положительные — малосурьмянистыми. По техническим характеристикам такие батареи располагаются посередине между кальциевыми и малосурьмянистыми. Такие батареи имеют устойчивость к перезарядам и переразрядам. Вода в них выкипает примерно в два раза медленнее, чем в малосурьмянистых АКБ. Маркируются эти изделия «Ca+» или «Ca/Sb».



Рис. 10 – Гибридная АКБ

Для гибридной батареи глубокий разряд перестал быть губительным. В связи с тем, что практически перестал выкипать электролит, такой тип батареи стал считаться полностью необслуживаемым.

Ключевая особенность гибридных аккумуляторов — лучшая виброустойчивость, которую высоко ценят водители. Такой результат достигнут благодаря толстым литым пластинам, применение которых позволило повысить срок эксплуатации до семи лет. Минусом гибридной АКБ является довольно высокая цена.

В тракторах и автомобилях используются стартерная аккумуляторная батарея, которая представляет собой, химический источник тока, т. е. устройство, в котором происходит непосредственное преобразование энергии химической реакции двух реагентов (окислителя и восстановителя) в электрическую энергию. Причем он является, так называемым, вторичным химическим источником тока, допускающим многократное использование. После разряда производится его повторный заряд путем пропуска тока от внешней зарядной цепи в обратном направлении. При этом из продуктов реакции разряженного аккумулятора регенерируются исходные активные материалы.

К стартерным аккумуляторным батареям предъявляются следующие требования:

1. минимальное внутреннее сопротивление, то есть обеспечение нужного для работы стартера разрядного тока (особенно при пониженных температурах);
2. достаточный запас энергии, для питания потребителей при неработающем двигателе, а также для обеспечения необходимого количества попыток пуска двигателя с установленной продолжительностью;
3. максимальное количество энергии, отдаваемой с единицы массы;
4. минимальная общая масса, малые габариты и большая механическая прочность;
5. малое падение напряжения в процессе разряда;

6. быстрое восстановление емкости в процессе заряда;
7. надежность и простота обслуживания в эксплуатации;
8. сохранение работоспособности в течение длительного времени при температуре окружающей среды от -40 до $+70$ °C;
9. невысокая стоимость при массовом производстве.

Наиболее полно перечисленным требованиям удовлетворяют свинцово-кислотные аккумуляторы, получившие широкое распространение в качестве стартерных для тракторов и автомобилей. Помимо них в различных областях техники также применяются щелочные аккумуляторы: никель-кадмиевые, никель-железные, никель-цинковые, серебряно-цинковые и т. д.

Устройство аккумуляторных батарей.

АКБ представляет собой батарею аккумуляторов, размещенных в едином корпусе. АКБ состоит из следующих элементов (рис. 11):

- корпус (аккумуляторный бак) с крышкой;
- отрицательные пластины, собранные в полублок;
- положительные пластины, собранные в полублок;
- сепараторы;
- баретки, связывающие пластины в полублоки;
- положительный и отрицательный выводные штыри (борны, клеммы);
- заливные пробки;
- электролит (раствор серной кислоты и дистиллированной воды).

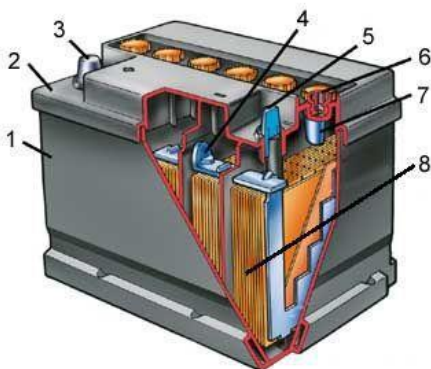


Рис. 11 – Аккумуляторная батарея:

- 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – «плюсовая» клемма; 4 – один из шести аккумуляторов; 5 – «минусовая» клемма; 6 – пробка; 7 – заливное отверстие; 8 – пластины аккумулятора

Отрицательные и положительные пластины выполнены в виде решетки, отлитой из свинцово-сурьмянистого сплава. Решетка заполнена

пористым активным материалом. Активный материал: в отрицательных пластинах – губчатый свинец (серого цвета); в положительных пластинах – диоксид свинца (темно-коричневого цвета). Полублоки пластин вставлены друг в друга таким образом, что разнознаковые пластины чередуются. Во избежание замыкания пластины разделены сепараторами. Полость бака заполнена электролитом.

Принцип действия. Пластины, опущенные в электролит, в результате химической реакции приобретают определенный электрический потенциал по отношению к электролиту становятся положительными и отрицательными электродами. Потенциалы электродов имеет разные значения, и при их соединении проводником через него течет электрический ток. При разряде АКБ ток течет от отрицательного электрода к положительному. При заряде АКБ ток от постороннего источника потечет от положительного электрода к отрицательному.

Маркировка АКБ.

Маркировка аккумуляторных батарей российского производства производится согласно ГОСТ 959-91. Значение условно делится на четыре категории, которые сообщают определенную информацию. Указывается количество элементов (банок) в корпусе батареи. Стандартным количеством является шесть. Каждый дает напряжение чуть больше 2В, что в сумме составляет 12В. Второе буквенное обозначение показывает тип аккумулятора. Для автомобильных это буквы «СТ», что означает «стартерная». Следующие цифры показывают емкость батареи в ампер-часах. Далее буквы могут указывать на материал корпуса и состояние батареи.

Рассмотрим на примере батареи 6СТ-75 ЭМСЗ. В марке АКБ указывается: 6 – число аккумуляторов в батарее; СТ – батарея стартерная; 75 – номинальная емкость; Э – материал бака (эбонит); МС – материал сепараторов (микропористая пластмасса со стекловолокном); 3 – сухозаряженная батарея.

Физико-химические процессы в свинцово-кислотном аккумуляторе.

Химический источник представляет собой совокупность реагентов (окислителя и восстановителя) и электролита. Восстановитель электрохимической системы в процессе рабочей реакции отдает электроны и окисляется (отрицательный электрод), а окислитель восстанавливается (положительный электрод). Электролитом служит жидкостное химическое соединение, обладающее хорошей ионной проводимостью и крайне малой электронной.

В свинцово-кислотных аккумуляторах восстановителем служит губчатый свинец Pb (серого цвета), а окислителем - двуокись свинца PbO₂ (темно-коричневого цвета). Электролит - водный раствор серной кислоты H₂SO₄ с массовой концентрацией от 28 до 40 %.

Физические процессы, происходящие в аккумуляторе, связаны со

свойством электролитического растворения металлов, которое заключается в переходе положительно заряженных ионов металла в раствор.

Разряд аккумулятора. Свинец, который является активной массой отрицательного электрода, частично растворяется в электролите и окисляется в растворе с образованием положительных ионов Pb^{2+} . Освободившиеся при этом избыточные электроны сообщают электроду отрицательный заряд и начинают движение по замкнутому участку внешней цепи к положительному электроду.

Положительно заряженные ионы свинца Pb^{2+} вступают в реакцию с отрицательно заряженными сульфат-ионами SO_4^{2-} с образованием сульфата свинца $PbSO_4$, который имеет незначительную растворимость и поэтому осаждается на поверхности отрицательного электрода. В процессе разряда аккумулятора активная масса отрицательного электрода преобразуется из губчатого свинца в серноокислый свинец с изменением серого цвета на светло-серый.

Двуокись свинца PbO_2 при взаимодействии с водой диссоциирует (распадается в растворе на заряженные частицы - ионы), образуя ионы четырехвалентного свинца Pb_{4+} и ионы гидроксила O_- .

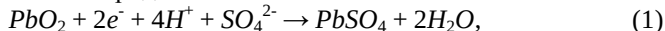
Ионы Pb^{4+} сообщают электроду положительный потенциал и, присоединяя электроны, пришедшие по внешней цепи от отрицательного электрода, восстанавливаются до ионов двухвалентного свинца Pb^{2+} .

Ионы Pb^{2+} взаимодействуют с ионами SO_4^{2-} , образуя серноокислый свинец $PbSO_4$, который по указанной выше причине также осаждается на поверхности положительного электрода, как это имело место на отрицательном. Активная масса положительного электрода по мере разряда преобразуется из двуокиси свинца PbO_2 в сульфат свинца $PbSO_4$ с изменением ее цвета из темно-коричневого в светло-коричневый.

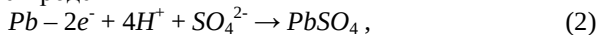
В результате разряда аккумулятора активные материалы и положительного (PbO_2), и отрицательного (Pb) электродов превращаются в сульфат свинца $PbSO_4$. При этом на образование сульфата свинца расходуется серная кислота и образуется вода из освободившихся ионов H^+ и OH^- , что приводит к снижению плотности электролита при разряде.

Согласно теории двойной сульфатации, итоговые реакции разрядного и зарядного процессов в аккумуляторе таковы:

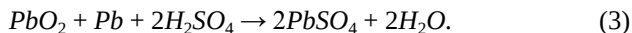
на положительном электроде



на отрицательном электроде



суммарная реакция



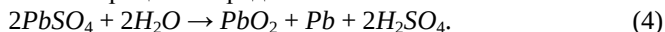
Заряд аккумулятора. В электролите у обоих электродов присутствуют в небольших количествах ионы сульфата свинца Pb^{2+} , SO_4^{2-} и воды H^+ , OH^- . Под влиянием напряжения источника постоянного тока, во внешней цепи

устанавливается направленное движение электронов к отрицательному выводу аккумулятора.

Двухвалентные ионы свинца у отрицательного электрода нейтрализуются (восстанавливаются) поступившими двумя электронами, превращая активную массу отрицательного электрода в металлический губчатый свинец. Оставшиеся свободными ионы SO_4^{2-} и H^+ образуют серную кислоту.

У положительного электрода под действием зарядного тока двухвалентные ионы свинца Pb^{2+} отдают два электрона, окисляясь в четырехвалентные Pb^{4+} . Последние, соединяясь через промежуточные реакции с двумя ионами кислорода, образуют двуокись свинца PbO_2 , которая выделяется на электроде. Ионы SO_4^{2-} и H^+ так же, как и у отрицательного электрода, образуют серную кислоту, в результате чего при заряде растёт плотность электролита.

Суммарное уравнение процесса заряда



Характеристики АКБ.

Автомобильная аккумуляторная батарея обеспечивает запуск двигателя автомобиля и питание различных потребителей в автомобиле в тот момент, когда двигатель заглох или работает с малой частотой вращения коленчатого вала (холостой ход). При работе мотора на высокой частоте вращения питание потребителей идёт от генератора. АКБ также вступает в дело, когда генератор не справляется с нагрузкой.

На степень заряженности АКБ оказывает влияние большое количество параметров и её точное значение определить довольно сложно. Но при эксплуатации АКБ для проверки состояния хватит оценочных значений. Степень заряженности аккумулятора можно узнать по напряжению и плотности электролита (рис. 11).

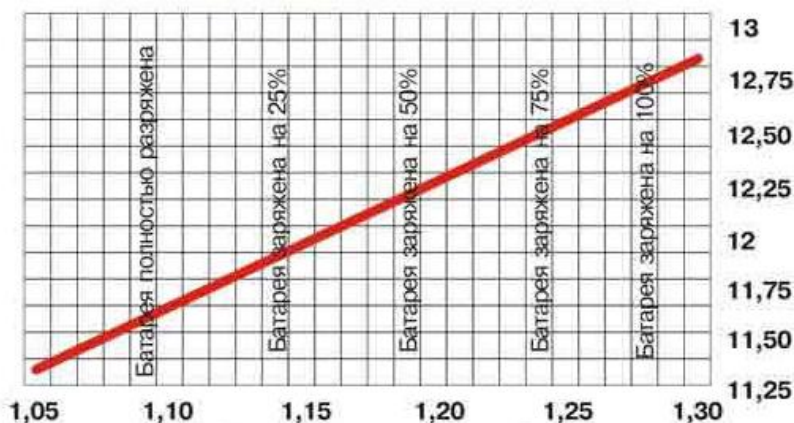


Рис. 11 – Зависимость плотности электролита и напряжения АКБ.

Аккумуляторная батарея находится в заряженном состоянии, когда ее напряжение на клеммах составляет больше 12,5 Вольт. При этом плотность электролита должна находиться в диапазоне 1,25 г/см³ до 1,27 г/см³. При низких температурах плотность электролита понижается, что приводит к уменьшению заряда АКБ.

Главной причиной снижения зарядных и разрядных показателей при низких температурах является увеличение вязкости и сопротивления электролита. При снижении температуры от +20 до -25°C пусковые характеристики АКБ снижаются в два-три раза. При этом одновременно возрастает сопротивление прокручиванию вала двигателя, что приводит к увеличению тока стартера и, соответственно, к увеличению тока разряда батареи.

Омическое сопротивление АКБ имеет ту же природу, что и сопротивление всех проводников. У заряженного аккумулятора оно составляет несколько тысячных долей Ома. Однако по мере разряда меняется химический состав активной массы электродов и уменьшается плотность электролита, что вызывает изменение омического сопротивления АКБ (рис. 12).

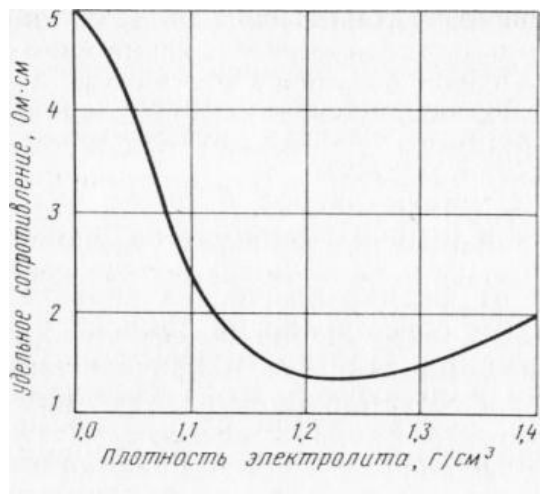


Рис. 12 – Зависимость удельного сопротивления электролита от его плотности.

Удельное сопротивление электролита имеет минимум при плотности электролита 1,23 г/см³. Так как плотность электролита в процессе разряда изменяется примерно от 1,27 до 1,1 г/см³, то сопротивление электролита по мере разряда сначала несколько уменьшается, а затем растет.

Кроме того, с понижением температуры уменьшается значение разряженности батареи, при котором начинается резкое увеличение

сопротивления. При низких температурах вязкость электролита возрастает и увеличивается его сопротивление прохождению электрического тока, а также затрудняется перемешивание, необходимое для проникновения свежего электролита в поры активной массы электродов (рис.13).

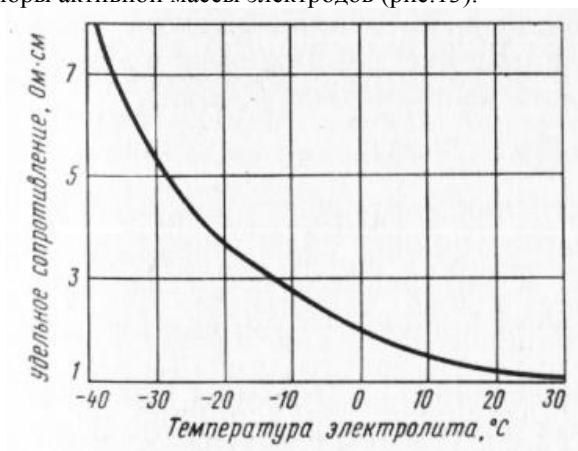


Рис. 13 – Зависимость удельного сопротивления электролита от температуры.

Данный график показывает, что удельное сопротивление резко возрастает при понижении температуры электролита в зимний период времени.

Помимо возрастания вязкости электролита в АКБ, возможно его замерзание даже при полностью заряженной АКБ. При не полностью заряженной АКБ шанс замерзания электролита возрастает (рис. 14).

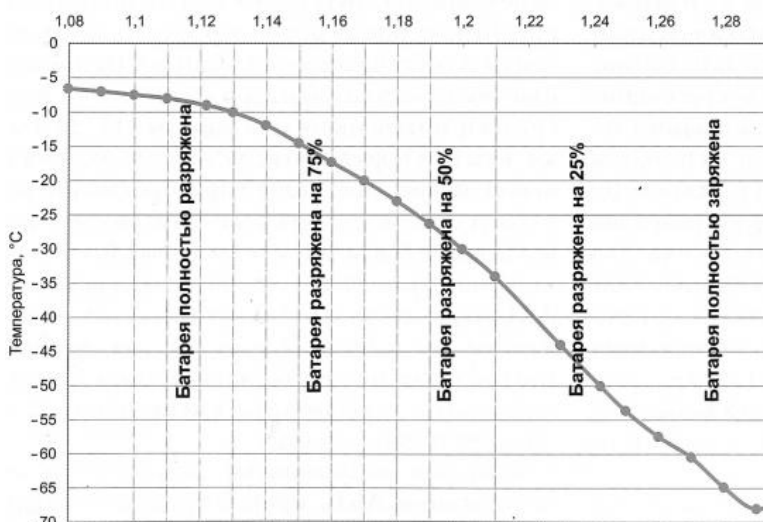


Рис. 14 – Температура замерзания АКБ от плотности электролита

Из графика видно, что у заряженной батареи при номинальной плотности электролита $1,25 \text{ г/см}^3$, температура замерзания электролита составляет минус 53°C . Полностью разряженная АКБ с плотностью электролита $1,1 \text{ г/см}^3$ замерзает при температуре электролита минус 7°C . При замерзании электролита происходит полная потеря работоспособности АКБ. Работа АКБ при низкой заряженности приводит к ускоренному оплыванию активной массы электрода и сокращению срока ее надёжной работы. Поэтому АКБ необходимо всегда содержать в заряженном состоянии.

Ёмкость аккумуляторной батареи – это характеристика, показывающая количество электричества, которое он отдаёт, разряжаясь до минимально допустимого напряжения. Измеряется ёмкость в Ампер-часах (А·ч). Номинальную ёмкость автомобильной АКБ проверяют следующим образом. Ведётся разрядка аккумулятора до напряжения 10,5 Вольт силой тока, составляющей 0,05 от указанной ёмкости АКБ, в течение 20 часов. Температура электролита при этом должна находиться в интервале $18\text{--}27$ градусов Цельсия. Ёмкость АКБ зависит от многих параметров. Это количество пластин и их конструкция, температура, изношенность, сила разрядного тока и режим разряда. Зависимость ёмкости АКБ от температуры можно увидеть из диаграммы (рис. 15).

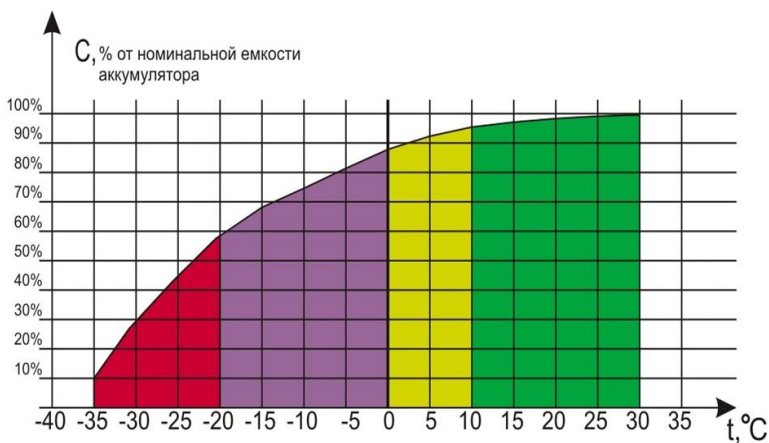


Рис. 15 – Зависимость емкости АКБ от температуры ОС.

От количества емкости батареи зависит сколько аккумуляторная батарея может отдать пускового тока и чем емкость АКБ выше тем дольше сможет батарея отдавать пусковой ток при запуске двигателя. При понижении емкости АКБ до 50% батарея непригодна для использования.

Ток холодной прокрутки - величина максимальной выходной мощности, которую аккумулятор может выдавать в течение 30 секунд при температуре минус 18 $^{\circ}\text{C}$. В условиях низких отрицательных температур данный показатель играет важную роль при запуске двигателя. Этот показатель показывает сколько энергии может одновременно отдать батарея стартеру для запуска двигателя. Так как в мороз повышается сопротивление при запуске автомобиля поэтому, чем ниже температура воздуха, тем выше должно быть значение пускового тока. При этом ток холодной прокрутки с уменьшением температуры также уменьшается (табл.1).

Таблица 1 – Характеристика тока холодной прокрутки при различной температуре окружающей среды.

Параметр	Температура, $^{\circ}\text{C}$			
	+25	0	-18	-30
Ток хол. прокрутки, А	400	350	250	200

С понижением температуры помимо повышения сопротивления при запуске двигателя, так же понижается и ток холодной прокрутки, что приводит к проблематичному запуску двигателя автомобиля. На работоспособность АКБ сильно влияет температура окружающей среды. Считается, что свинцово-кислотная аккумуляторная батарея теряет ~1 % отдаваемой ёмкости при снижении температуры на каждый градус от +20 $^{\circ}\text{C}$.

То есть, при температуре -30°C свинцово-кислотная аккумуляторная батарея покажет примерно 50 % ёмкости и этого будет не достаточно для запуска двигателя. Для уверенного запуска двигателя необходимо, чтобы ёмкость АКБ была не ниже 75%. Снижению ёмкости и токоотдачи при низких температурах обусловлено, в первую очередь, повышением вязкости электролита, что приводит к снижению скорости протекания химических реакций.

Анализ исследования характеристик аккумуляторной батареи показывает, что главным условием работоспособности батареи является ее температурный режим. При сохранении работоспособности АКБ можно рассчитывать на уверенный запуск двигателя при отрицательных температурах. Одним из способов сохранения работоспособности АКБ является сохранение тепла различными теплоизоляционными материалами.

3. Общие сведения о генераторных установках

Генераторная установка вырабатывает электрический ток, необходимый для питания всех приборов электрооборудования автомобиля, а также для заряда аккумуляторной батареи.

Автомобильные генераторные установки представляют собой совокупность генератора, выпрямителя (если используется генератор переменного тока) и регулятора напряжения.

В настоящее время коллекторные генераторы постоянного тока практически полностью вытеснены вентильными генераторами—генераторами переменного тока со строенными в них выпрямителями. Это обусловлено следующим: вентильные генераторы при той же мощности в 1,8-2,5 раза легче генераторов постоянного тока, имеют большую максимальную мощность, более надежны. Современные вентильные генераторы включают в свою конструкцию и выпрямитель, и регулятор напряжения. В схемы генераторных установок стали добавляться элементы защиты от аварий.

Классификация автомобильных генераторов.

Генераторы классифицируются по напряжению, роду тока, возбуждению, наличию щеток, степени защиты от внешних воздействий

Независимо от уровня напряжения генераторы могут быть постоянного и переменного тока.

К генераторам постоянного тока относятся такие, у которых переменный ток преобразуется в постоянный щеточно-коллекторным узлом. Все остальные генераторы условно относятся к генераторам переменного тока, в том числе и генераторы, у которых вырабатываемый ими ток полностью выпрямляется встроенным в корпус генератора устройством.

Возбуждение генераторов может осуществляться от электромагнитов и постоянных магнитов.

Генераторы с постоянными магнитами обладают целым рядом преимуществ по сравнению с генераторами, имеющими электромагнитное

возбуждение. Основные из них: более высокая надежность в работе и простота конструкции. Однако наряду с указанными преимуществами генераторы переменного тока с возбуждением от постоянных магнитов имеют и недостатки, которые ограничивают их широкое распространение - это трудности регулирования напряжения и низкий предел мощности.

Генераторы с электромагнитным возбуждением классифицируются в зависимости от схемы включения обмотки возбуждения. Если, обмотка возбуждения включена последовательно с якорем, генератор называется генератором с последовательным возбуждением, а если параллельно - с параллельным возбуждением. Генераторы со смешанным возбуждением имеют параллельную и последовательную обмотки. Если обмотка возбуждения питается от постороннего источника постоянного тока, такой генератор называется генератором с независимым возбуждением. Если же обмотка возбуждения питается от зажимов якоря, такой генератор называется генератором с самовозбуждением.

Генераторы могут быть со щетками и без щеток. Щетки применяются для обеспечения электрического контакта между подвижными и неподвижными деталями. Поскольку в этом узле имеет место трение скольжения, щетки истираются, имеют ограниченный ресурс и низкую надежность. Поэтому разработаны конструкции бесщеточных генераторов, лишенных вышеуказанных недостатков.

Требования, предъявляемые к генератору:

–выходные параметры генератора должны быть таковы, чтобы в любых режимах движения автомобиля не происходил прогрессивный разряд аккумуляторной батареи;

–напряжение в бортовой сети автомобиля, питаемой генератором, должно быть стабильно в широком диапазоне изменения частоты вращения и нагрузок. Номинальное напряжение генератора 14 и 28 В (для дизельных двигателей).

Обозначение элементов генераторной установки:

– xxxx.3701–генератор;

– xxxx.3702–регулятор напряжения.

Перед точкой в обозначении ставятся соответствующие цифры. Первые две цифры обозначают порядковый номер модели, третья–модификацию изделия, четвертая–исполнение (1–для холодного климата, 2–общеклиматическое исполнение, 3–для умеренного и тропического климата, 6–экспортное исполнение, 7–тропическое исполнение, 8–экспортное исполнение для стран с холодным климатом, 9–экспортное общеклиматическое исполнение).

Устройство вентильного генератора.

Действие автомобильных генераторов основано на явлении электромагнитной индукции. Это явление состоит в том, что если с определенной скоростью изменять магнитный поток, пронизывающий

катушку, то на ее выводах появится напряжение, равное произведению числа ее витков на скорость изменения магнитного потока.

Вентильные генераторы делятся на щеточные и бесщеточные.

Упрощенная схема генератора переменного тока с ротором показана на рисунке 16.

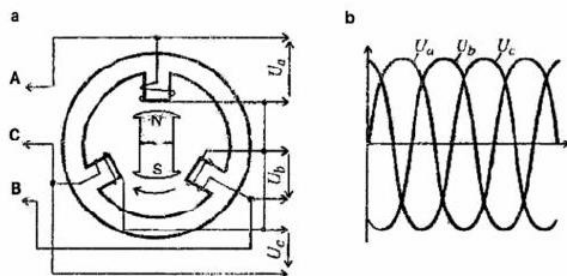


Рис. 16– Упрощенная схема генератора переменного тока с ротором
а–упрощенная конструкция генератора, б–временные диаграммы
фазных напряжений

На автомобилях применяются трехфазные генераторы переменного тока с вращающейся обмоткой возбуждения и встроенными выпрямителями. Часто в конструкцию генератора входит и регулятор напряжения.

Автомобильный генератор состоит из следующих основных деталей (рис. 17):

- ротора, имеющего вал с шариковыми подшипниками, обмотку возбуждения и клювообразные полюса;
- щеток и контактных колец, посредством которых постоянный ток подается к обмотке возбуждения;
- статора с трехфазной обмоткой, выполненной в виде отдельных катушек, насаженных на зубцы статора;
- передней и задней крышек генератора, которые имеют кронштейны для крепления генератора к двигателю;
- стяжных болтов, соединяющих в единый корпус статор и крышки;
- выпрямительного блока, установленного в задней крышке;
- вентилятора для охлаждения обмоток и шкива привода генератора, установленных на выступающем конце вала ротора.

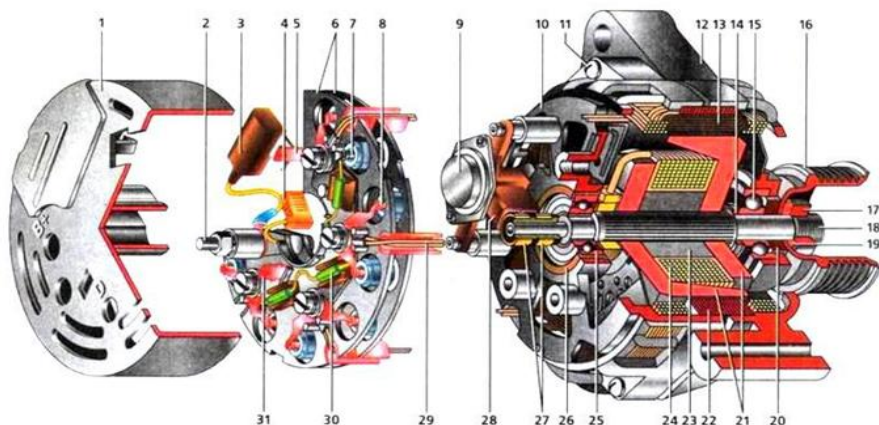


Рис. 17 – Устройство генератора:

1 – кожух; 2 – вывод «В+» для подключения потребителей; 3 – конденсатор; 4 – наконечник провода для подсоединения к выводу регулятора напряжения; 5 – вывод «W»; 6 – пластины выпрямительного блока; 7, 8 – диоды выпрямительного блока; 9 – регулятор напряжения; 10 – задняя крышка; 11 – стяжной винт; 12 – передняя крышка; 13 – обмотка статора; 14 – дистанционное кольцо; 15 – передний подшипник вала ротора; 16 – шкив; 17 – гайка; 18 – вал ротора; 19 – пружинная шайба; 20 – упорная втулка; 21 – клювообразные полюсные наконечники ротора; 22 – сердечник статора; 23 – втулка; 24 – обмотка ротора; 25 – задний подшипник ротора; 26 – втулка подшипника; 27 – контактные кольца; 28 – щеткодержатель; 29 – выводы обмотки статора; 30 – дополнительный диод; 31 – вывод «D» (общий вывод дополнительных диодов)

Привод генератора осуществляется от шкива коленчатого вала через ременную передачу. Генератор устанавливается на специальном кронштейне двигателя и приводится в действие от шкива коленчатого вала через ременную передачу.

Принцип действия генератора. Вал ротора приводится во вращение от коленчатого вала двигателя через клиноременную передачу. Магнитное поле создается обмоткой возбуждения и двенадцатиполусным магнитом, которые находятся в роторе. Обмотка возбуждения закреплена на втулке ротора, а ее выводы припаяны к контактным кольцам. Постоянный ток в обмотку возбуждения подается от АКБ через выключатель зажигания, реле-регулятор, щетки и контактные кольца. При вращении ротора его магнитное поле пересекают силовые линии проводников обмотки статора, и в них индуцируется переменный электрический ток. Переменный ток поступает в трехфазный выпрямительный блок. В выпрямительном блоке происходит преобразование переменного тока в постоянный, и во внешнюю цепь

подается постоянный ток. Контроль за работой генератора водитель осуществляет с помощью сигнальной лампы или амперметра, установленных на щитке приборов. При включении зажигания лампа загорается красным светом, а когда двигатель запустится, она должна погаснуть, что означает начало работы генератора. Если же лампочка не погасла, то генератор не дает заряд на АКБ.

Генератор включен в электрическую цепь автомобиля параллельно аккумуляторной батарее. Поэтому питать потребителей и заряжать батарею генератор будет только в том случае, если вырабатываемое им напряжение превысит напряжение аккумуляторной батареи.

А произойдет это тогда, когда двигатель автомобиля начнет работать на оборотах выше холостых, так как напряжение, вырабатываемое генератором, зависит от скорости вращения его ротора. Однако по мере увеличения частоты вращения ротора генератора вырабатываемое им напряжение может превысить требуемое. Для поддержания в сети постоянного напряжения, вырабатываемого генератором, независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя и для защиты генератора от перегрузок служит реле-регулятор. Реле-регулятор старых моделей автомобильных генераторов состоит из регулятора напряжения, реле обратного тока и ограничителя тока.

На вал ротора напрессованы клювообразные полюсы из электротехнической стали – вместе с валом они образуют своеобразный сердечник электромагнита. Между полюсами помещена обмотка возбуждения. Ее концы выведены через отверстия в полюсе и припаяны к контактным кольцам. Питание к кольцам подведено через угольные щетки. На валу ротора обязательно закреплена крыльчатка охлаждения генератора; в некоторых конструкциях она объединена со шкивом привода генератора (рис.18).

Таким образом, Обмотка возбуждения с полюсной системой, валом и контактными кольцами образуют ротор, его важнейшую вращающуюся часть, которая и является источником переменного магнитного поля.

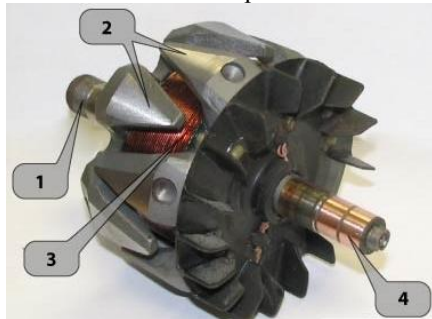


Рис. 18– Ротор генератора

1–вал ротора; 2.–полюса ротора; 3–обмотка возбуждения;4–контактные

кольца.

Полюсная система ротора имеет остаточный магнитный поток, который присутствует даже при отсутствии тока в обмотке возбуждения. Однако его значение невелико и способно обеспечить самовозбуждение генератора только на слишком высоких частотах вращения. Поэтому, для первоначального намагничивания ротора через его обмотку пропускают небольшой ток от аккумуляторной батареи, обычно через лампу контроля работоспособности генератора. Сила этого тока не должна быть слишком большой, чтобы не разряжать аккумуляторную батарею, но и не слишком малой, чтобы генератор мог возбудиться уже на холостых оборотах двигателя. Исходя из этих соображений, мощность контрольной лампы обычно составляет 2...3 Вт. После того, как напряжение на обмотках статора достигает рабочей величины, лампа тухнет, и питание обмотки возбуждения осуществляется от самого генератора. В этом случае генератор работает на самовозбуждении.

Статор имеет следующую конструкцию.

Основа корпуса – это набор из тонких пластин электротехнической стали, связанных сваркой. На внутренней стороне корпуса полужакрытые пазы, в которые уложена трехфазная обмотка, закрепленная чаще всего пластмассовыми трубками, иногда деревянными клинышками. Обмотка изолированная. В каждой фазной обмотке шесть катушек, которые соединены в «звезду» (рис.19).

Выходное напряжение снимается с обмоток статора. При вращении ротора напротив катушек обмотки статора появляются попеременно "северный" и "южный" полюсы ротора, т. е. направление магнитного потока, пронизывающего катушку статора, меняется, что и вызывает появление в ней переменного напряжения. Частота этого напряжения зависит от частоты вращения ротора генератора и числа его пар полюсов.



Рис. 19– Статор генератора

1 – обмотка статора; 2 – выводы обмоток; 3 – магнитопровод.

Обмотка статора трехфазная (рис.20). Она состоит из трех отдельных обмоток, называемых обмотками фаз или просто фазами, намотанных по определенной технологии на магнитопровод. Напряжение и токи в обмотках смещены друг относительно друга на треть периода, т.е. на 120 электрических градусов, как это показано на рисунке.

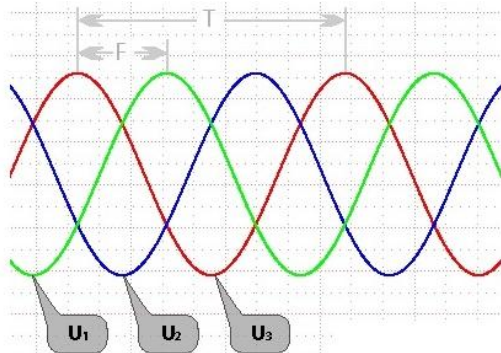


Рис. 20 – Осциллограммы фазовых напряжений обмоток

U_1, U_2, U_3 – напряжения обмоток; T – период сигнала (360 градусов);
 F – фаза смещения (120 градусов).

Фазовые обмотки могут соединяться в "звезду" или "треугольник", которые показаны на рисунке 21.

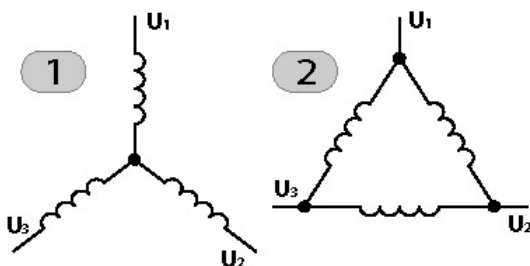


Рис. 21 – Виды соединения обмоток

1 – соединения обмоток звездой; 2 – соединения обмоток треугольником.

При соединении в "треугольник" ток в каждой из обмоток в 1,7 раза меньше тока, отдаваемого генератором. Это значит, что при том же отдаваемом генератором токе, ток в обмотках при соединении в "треугольник" значительно меньше, чем у "звезды". Поэтому в генераторах

большой мощности довольно часто применяют соединение в "треугольник", т. к. при меньших токах обмотки можно наматывать более тонким проводом, что технологичнее. Более тонкий провод можно применять и при соединении типа "звезда". В этом случае обмотку выполняют из двух параллельных обмоток, каждая из которых соединена в "звезду", т. е. получается "двойная звезда".

Для того, чтобы магнитный поток обмотки возбуждения подводился непосредственно к обмотке статора и не рассеивался в пространстве, катушки помещены в пазы стальной конструкции — магнитопровода. Так как переменное магнитное поле наводится не только в катушках, но и в магнитопроводе статора, то это приводит к возникновению паразитных вихревых токов, которые ведут к потере мощности и нагревают статор. Для уменьшения проявления этого эффекта магнитопровод изготавливают из набора стальных пластин (пакета железа).

Бортовая сеть автомобиля требует подведения к ней постоянного напряжения. Поэтому обмотка статора питает бортовую сеть автомобиля через выпрямитель, встроенный в генератор (рис.22). Выпрямитель для трехфазной системы содержит шесть силовых полупроводниковых диодов, три из которых соединены с выводом "+" генератора, а другие три с выводом "-" ("массой").

Полупроводниковые диоды находятся в открытом состоянии и не оказывают существенного сопротивления прохождению тока при приложении к ним напряжения в прямом направлении и практически не пропускают ток при обратном напряжении.

Многие производители в целях защиты электронных узлов автомобиля от всплесков напряжения заменяют диоды силового моста стабилитронами.

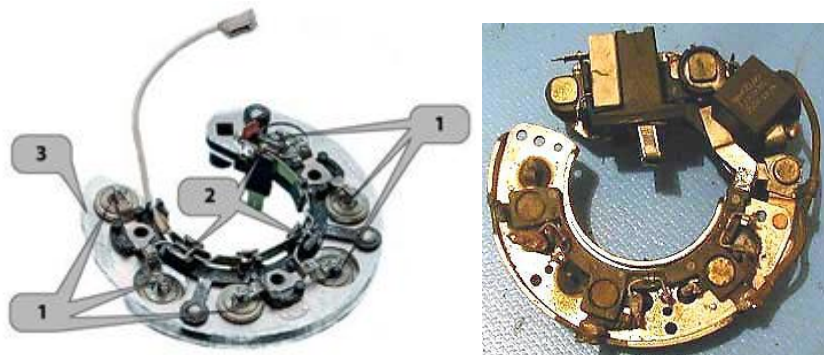


Рис. 22 – Выпрямитель с диодами:

1 – силовые диоды; 2 – дополнительные диоды; 3 – теплоотвод

Упрощенная схема конструкции вентильного щеточного генератора

показана на рисунке 23.

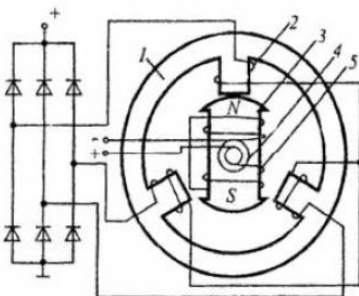


Рис. 23— Упрощенная схема конструкции вентильного щеточного генератора:

1—статор; 2—обмотка статора; 3—полюс ротора; 4—контактные кольца; 5—обмотка возбуждения.

Недостатком конструкции вентильного щеточного генератора является наличие трущихся электрических контактов. Этот недостаток устранен в бесщеточных генераторах индукторного типа и генераторах с укороченными полюсами.

Упрощенная схема конструкции генератора индукторного типа показана на рисунке 24.

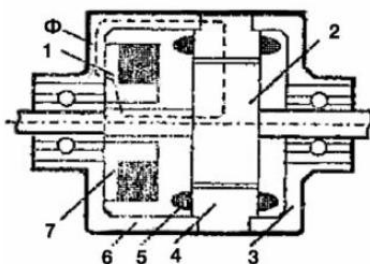


Рис. 24—Упрощенная схема конструкции генератора индукторного типа:

1—индуктор; 2—ротор (многолучевая стальная звездочка); 3—задняя крышка; 4—магнитопровод; 5—обмотка статора; 6—передняя крышка—магнитопровод; 7—обмотка возбуждения.

В индукторных генераторах (рис. 24) обмотка возбуждения жестко закреплена на стальной передней крышке. Ротор генератора представляет собой многолучевую звездочку 2, надетую на вал. Статор по конструкции не отличается от статора щеточного генератора. При вращения ротора напротив обмоток статора попеременно оказываются то зубец, то впадина ротора. Поэтому магнитный поток, проходящий через них, то увеличивается, то уменьшается. В катушках появляется переменное напряжение.

Существующие конструкции индукторных генераторов обладают рядом недостатков, которые сдерживают их использование в автомобилях. К ним относятся невысокие удельные показатели, повышенный уровень пульсации выпрямленного напряжения, повышенный магнитный шум.

Упрощенная схема конструкции вентильного генератора с укороченными полюсами показана на рисунке 25.

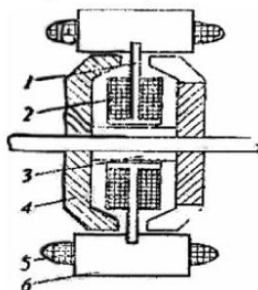


Рис. 25– Упрощенная схема конструкции вентильного генератора с укороченными полюсами:

1–крепление обмотки возбуждения; 2–обмотка возбуждения; 3–втулка; 4–укороченные полюсные половины; 5–обмотка статора; 6–статор

По конструкции вентильный генератор с укороченными полюсами занимает промежуточное положение между генераторами с клювообразным ротором и индукторными генераторами. В этих генераторах клювы ротора укорочены настолько, что полученной щели хватает для размещения проводов питания обмотки возбуждения и деталей для закрепления обмотки возбуждения между полюсными половинами.

Переменный ток, наводимый в обмотках статора, выпрямляется полупроводниковым выпрямителем, собранным из диодов по мостовой схеме, указанной на рисунке 26.

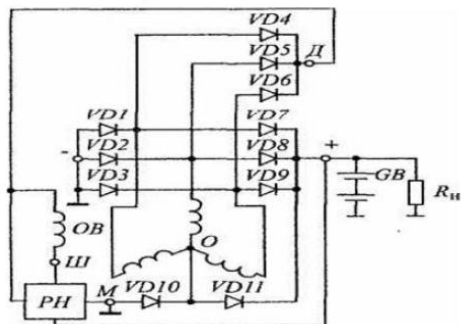


Рис. 26– Генераторная установка, имеющая дополнительное плечо: Диоды VD-1– VD-3, VD-1– VD-9 образуют силовой выпрямитель. Катоды

диодов VD-7– VD-9 соединены с выводом «+» генератора, а аноды диодов VD-1– VD-3–с выводом «-». Диоды VD-1– VD-6 образуют дополнительный выпрямитель для обмотки возбуждения, подключенной к нему через вывод «Д». Этот выпрямитель предотвращает разряд аккумуляторной батареи на обмотку возбуждения генератора при неработающем двигателе автомобиля.

В моделях современных генераторов силовой выпрямитель содержит дополнительное плечо из диодов VD-10– VD-11, соединенное с нулевой точкой 0 генератора. Дополнительное плечо используется, если фазное напряжение генератора по форме отличается от синусоиды. Введение дополнительного плеча позволяет подавать в нагрузку вместо линейного напряжение фазное. Это позволяет увеличить мощность генератора на 15% при той же массе.

Характеристики генераторов переменного тока

Основные параметры генераторов переменного тока – напряжение U , частота вращения ротора n и мощность P (или сила тока, отдаваемая генератором при заданном напряжении).

Основными характеристиками генераторов переменного тока являются:

1. внешняя;
2. скоростная регулировочная;
3. токоскоростная.

Внешняя характеристика — это зависимость напряжения генератора от тока $U_r(I_r)$ при постоянной частоте вращения n . Она может определяться при самовозбуждении и при независимом возбуждении (рис. 27).

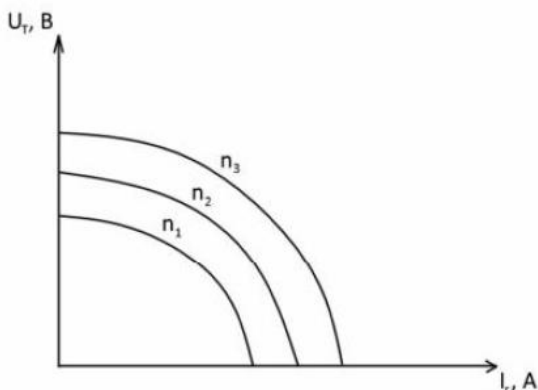


Рис. 27 – Внешняя характеристика генератора переменного тока с независимым возбуждением

При увеличении нагрузки (а значит, и силы тока) происходит снижение выходного напряжения генератора (рис. 27). Причиной этого являются:

- 1) падение напряжения в активном и индуктивном сопротивлениях обмоток статора;

- 2) размагничивающее действие реакции якоря, уменьшающей магнитный поток в воздушном зазоре;
- 3) падение напряжения к цепи выпрямителя,
- 4) в случае самовозбуждения — падение напряжения на обмотке возбуждения.

Из семейства внешних характеристик определяется максимальный ток, который обеспечивается при заданном или регулируемом значении напряжения.

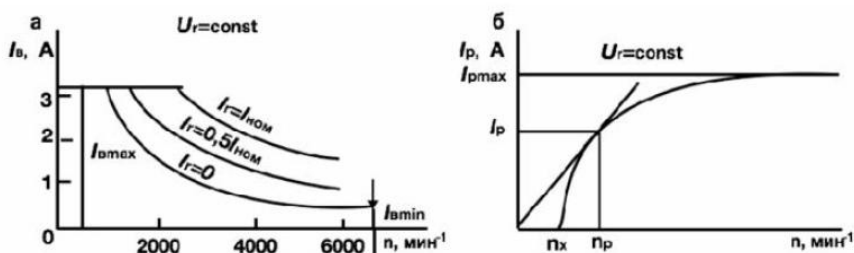


Рис. 28 – Характеристики генератора переменного тока при $U_r = \text{const}$
 а — скоростная регулировочная характеристика; б — токоскоростная характеристика

Скоростная регулировочная характеристика $I_b(n)$ (рис. 28, а) обычно определяется при нескольких значениях тока нагрузки. Минимальное значение тока возбуждения определяется при токе нагрузки генератора, равном нулю, и максимальной частоте вращения. Скоростные регулировочные характеристики позволяют определить диапазон изменения тока возбуждения с изменением нагрузки при повышенном напряжении.

Токоскоростная характеристика $I_r(n)$ (см. рис. 28. б) имеет важное значение при разработке и выборе генератора.

Все современные автомобильные генераторы обладают свойством самоограничения максимального тока. Это связано с тем, что с увеличением частоты вращения ротора генератора, а следовательно, и частоты индуцированного в обмотке статора переменного тока увеличивается индуктивное сопротивление обмотки статора генератора. При большой частоте вращения генератора полное сопротивление цепи Z_{Σ} , в которую включен генератор, становится практически равным индуктивному сопротивлению X_L обмотки статора, так как в этом случае $X_L \gg R_n$ (R_n — сопротивление нагрузки). ЭДС генератора и индуктивное сопротивление X_L обмотки статора изменяются, как известно, пропорционально частоте вращения генератора n . Поэтому при изменении частоты вращения генератора в диапазоне больших частот сила тока генератора остается неизменной.

Регуляторы напряжений

Выходное напряжение генератора зависит от трех величин:

- 1) частоты вращения его ротора;
- 2) выходной силы тока генератора;
- 3) силы тока в обмотке возбуждения генератора.

Так как первые две величины в автомобильном генераторе постоянно изменяются, то для обеспечения стабильного напряжения необходимо соответствующим образом воздействовать на силу тока в обмотке возбуждения генератора. Для этого в генераторную установку вводится регулятор напряжения.

Любой регулятор напряжения (рис. 29) содержит измерительное устройство, устройство сравнения, задающее устройство и устройство воздействия.

Измерительное устройство преобразует выходное напряжение генератора в величину, пропорциональную этому напряжению.

Устройство сравнения сравнивает величину на выходе измерительного устройства с эталонной величиной.



Рис. 29 – Структурная схема регулятора напряжения

Эталонной величиной может быть как напряжение, так и любая другая достаточно стабильная физическая величина, например, сила натяжения пружины в вибрационных и контактно-транзисторных регуляторах. Значение эталонной величины устанавливается с помощью задающего устройства. В зависимости от результатов сравнения устройство сравнения формирует соответствующий сигнал и подает его на устройство воздействия, Устройство воздействия непосредственно влияет на силу тока, протекающего через обмотку возбуждения генератора.

По своей конструкции регуляторы делятся на вибрационные (реле-регуляторы), контактно-транзисторные и бесконтактные (транзисторные) регуляторы.

В вибрационных регуляторах устройством сравнения является электромагнитное реле. При повышенном напряжении на выходе генератора это реле своими контактами включает в цепь питания обмотки возбуждения добавочный резистор. При пониженном напряжении добавочный резистор отключается (шунтируется).

Основным недостатком вибрационных регуляторов является искрение контактов, вызывающее их ускоренный износ.

Контактно-транзисторный регулятор работает аналогично вибрационному. Отличие заключается в том, что контакты электромагнитного реле, входящего в состав контактно-транзисторного регулятора, служат для управления транзистором. Транзистор работает в ключевом режиме и выполняет ту роль, которую в вибрационном регуляторе выполняют контакты электромагнитного реле. Так как управление транзистором осуществляется малыми токами, то износ контактов в контактно-транзисторном регуляторе существенно ниже, чем в вибрационном.

Общим недостатком вибрационных и контактно-транзисторных регуляторов является нестабильность регулируемого напряжения, вызываемая старением возвратной пружины электромагнитного реле. Этот недостаток полностью исключается в бесконтактных регуляторах напряжения (рис. 30).

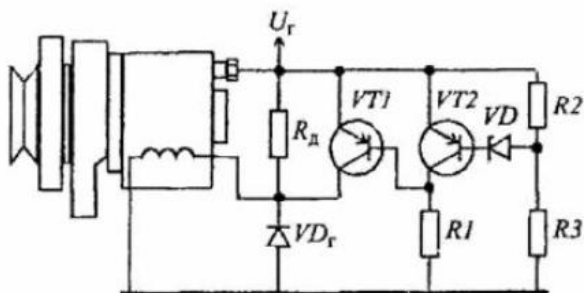


Рис. 30 – Принципиальная схема бесконтактного регулятора напряжения

Функции задающего устройства и устройства сравнения в бесконтактном регуляторе напряжения выполняют стабилитрон VD и транзистор VT2, функцию измерительного устройства — делитель напряжения на R_1 и R_3 , функцию устройства воздействия — резистор R_d , транзистор VT1 и резистор R_1 .

При снижении напряжения генератора ниже регулируемого значения стабилитрон VD закрывается, вследствие чего закрывается транзистор VT2, обеспечивая открытие транзистора VT1. Открытый транзистор VT1 шунтирует добавочный резистор R_d , что приводит к возрастанию тока, питающего обмотку возбуждения генератора. Повышение напряжения на выходе генератора вызовет пробой стабилитрона VD (снижение его

сопротивления). Поэтому транзистор VT2 перейдет в открытое состояние, а транзистор VT1 — в закрытое. Ток, питающий обмотку возбуждения генератора, снизится, так как в этом случае он будет протекать не через открытый транзистор VT2, а через добавочный резистор Rд.

Разновидностью бесконтактных регуляторов являются интегральные регуляторы, представляющие собой микросхему, имеющую небольшие размеры и способную работать при высоких температурах. Поэтому интегральные регуляторы легко встраиваются в генератор, что положительно сказывается на надежности генераторной установки в целом.

Электрические схемы генераторных установок

Схемы генераторных установок с вентильными генераторами различаются между собой, в основном, спецификой соединения регулятора напряжения и обмотки возбуждения. Выходное напряжение генераторов подводится к выводам, обозначенным «+» и «М» («масса»). У генераторов автомобилей ВАЗ эти выводы обозначены «30» к «31» соответственно. У обмотки возбуждения один ее вывод подключается к выводу регулятора напряжения, обозначенному «Ш» (у генераторов ВАЗ — «67»), другой вывод может быть подключен к различным точкам:

- бортовой сети;
- к «+» бортовой сети;
- к выводу «Д» (у генераторов ВАЗ — «61») дополнительного выпрямителя;
- к средней точке обмотки статора генератора.

4. Система электрического пуска двигателя.

Система электрического пуска предназначена для искусственного проворачивания коленчатого вала двигателя.

На автомобилях для искусственного проворачивания коленчатого вала двигателя используется стартер.

Классификация стартеров.

В зависимости от места применения стартеры подразделяют на группы: для легковых автомобилей, для грузового автотранспорта и прочей техники.

Классификация стартеров по конструктивным особенностям весьма разнообразна. Электростартеры отличаются по способу подключения обмотки возбуждения – электродвигатели с последовательным возбуждением и смешанным возбуждением (в тяжелых условиях), конструкции коллектора, типу механизма привода, степени защиты от проникновения посторонних тел и воды, а также по способу крепления на двигателе.

В электродвигателе с последовательным возбуждением обмотка возбуждения включена последовательно с обмоткой якоря. Это самый распространенный тип двигателя для легковых автомобилей, такой двигатель дает высокий пусковой момент, падающий при повышении скорости вращения. Такая характеристика идеальна для преодоления большого сопротивления при вращении коленчатого вала с места.

Наряду с двигателями, имеющими электрическое возбуждение, в эксплуатации есть и двигатели с возбуждением от постоянных магнитов, имеющие неплохие весовые показатели.

Двигатели с постоянным магнитом имеют малые габариты и просты по конструкции. Поскольку у них нет обмотки возбуждения, падение напряжения в них определяется только сопротивлением обмотки якоря. Для съема высокой мощности с вала такие двигатели могут иметь встроенную механическую передачу от якоря к выходному валу.

Двигатели со смешанным возбуждением используются в тех случаях, когда нужна большая мощность. Двигатели этого типа имеют как последовательную, так и параллельную обмотки, которые включаются в два этапа:

а) При включении двигателя сначала параллельная обмотка включается последовательно с якорем и выполняет роль балластного сопротивления. Благодаря этому, ток якоря ограничен и двигатель развивает небольшой момент, необходимый для плавного ввода в зацепление шестерни стартера.

б) На втором этапе обмотки соответствуют своему названию: параллельная

По типу и принципу работы механизма привода можно выделить следующие основные группы стартеров - с принудительным механическим или электромеханическим вводом шестерни в зацепление и выводом из зацепления с зубчатым венцом маховика, с принудительным электромеханическим вводом шестерни в зацепление с зубчатым венцом маховика и ее автоматическим выводом из зацепления после пуска двигателя (комбинированный привод).

На автомобилях используют электростартеры с принудительным электромеханическим включением шестерни привода. Для предотвращения разноса якоря после пуска двигателя в электростартеры устанавливают роликовые, храповичные и храповично-фрикционные муфты свободного хода.

Требования, предъявляемые к электростартерам.

Общие требования:

–Требуемые пусковые частоты вращения коленчатого вала для бензиновых двигателей - 40...85 мин⁻¹, а для дизелей - 50...200 мин⁻¹.

–Минимальные габариты и масса;

–Длительная и надежная работа в режиме штатных нагрузок;

–Удобство технического обслуживания и ремонта.

Специфические требования:

Якорь стартера должен иметь надежный привод к коленчатому валу при пуске двигателя и автоматически отключаться от него после осуществления пуска. Конструкция стартера и зубчатая передача должны обеспечивать надежный ввод шестерни в зацепление и передачу коленчатому валу двигателя вращающего момента. Шестерня привода стартера не должна

самопроизвольно входить в зацепление с венцом маховика. Муфта свободного хода привода должна защищать якорь от механических повреждений.

Тяговое реле стартера должно обеспечивать ввод шестерни в зацепление и включение стартера при снижении напряжения до 9 В для номинального напряжения $U_n = 12В$ и до 18В для $U_n = 24 В$ при температуре окружающей среды $20 \pm 5^\circ С$. Контакты тягового реле должны оставаться замкнутыми при снижении напряжения на выводах: стартера до 5,4 и 10,8 В при номинальных напряжениях соответственно 12 и 24 В.

Не допускается нагружать стартер более номинальной нагрузки. Повышение температуры стартера во время пусковых циклов не должно приводить к изменениям, отрицательно влияющим на его работоспособность.

При пуске стартера ток разряда АКБ составляет 100...1500 А, поэтому время работы стартера ограничено. По существующим нормативам продолжительность попытки пуска бензинового двигателя составляет 10 с, дизеля – 15 с, интервал между попытками – 60 с, а после 3 попыток – 3 мин.

Система электростартерного пуска.

Стартер предназначен для дистанционного пуска двигателя автомобиля. Он представляет собой электродвигатель постоянного тока с электромагнитным тяговым реле и механизмом привода.

При включении замка зажигания срабатывает тяговое реле (рис. 31), в результате чего шестерня привода входит в зацепление с венцом маховика двигателя, и замыкаются силовые контакты в цепи питания электродвигателя. Якорь стартера через механизм привода приводит во вращение коленчатый вал и сообщает ему обороты, необходимые для начала самостоятельной работы двигателя. Минимальное пусковое число оборотов, при котором двигатель может начать работу, для карбюраторных систем составляет 60...90 об/мин, а для дизельных двигателей и систем с впрыском бензина соответственно – 100...200 и 300...400 об/мин.

После запуска двигателя автомобиля отпускается ключ зажигания, размыкаются силовые контакты, тяговое реле и электродвигатель отключаются от аккумуляторной батареи и привод стартера выводится из зацепления с венцом маховика.

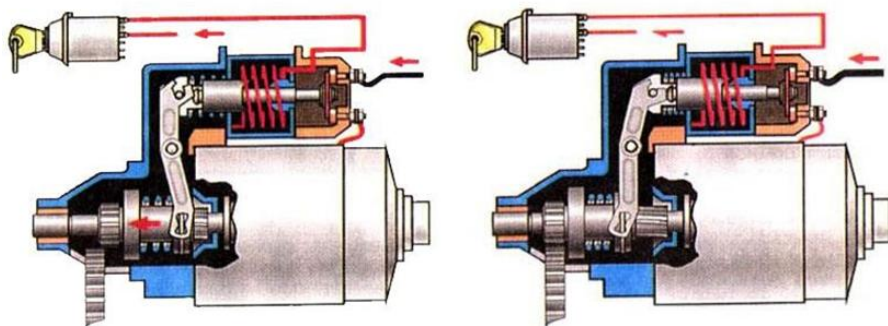


Рис. 31 – Зацепление шестерни привода с венцом маховика двигателя:

Реле может иметь одну или две обмотки, намотанные на латунную втулку, в которой свободно перемещается стальной якорь, воздействующий на шток с подвижным контактным диском (рис. 32). Два неподвижных контакта в виде контактных болтов закрепляют в пластмассовой крышке.

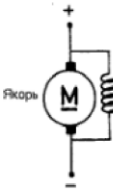
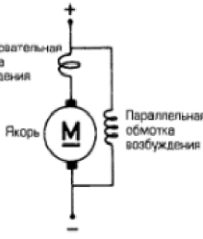
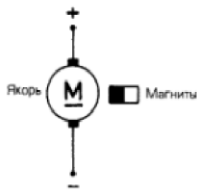
Двигатель с параллельным возбуждением	 Электродвигатель общего назначения. В качестве стартера не используется. Обмотке возбуждения имеет много витков и значительное сопротивление.
Двигатель с последовательным возбуждением	 Большой пусковой момент, идеален для проворачивания поршневого двигателя. Обмотка возбуждения имеет небольшое число витков из толстого провода или металлических полос с малым сопротивлением.
Двигатель со смешанным возбуждением	 Иногда используется для стартеров большой мощности. Включается в две стадии: 1 Параллельная обмотка включается последовательно с якорем для получения небольшого момента, необходимого для входа шестерни стартера в зацепление с маховиком двигателя. Последовательная обмотка отключена. 2 Включается, как показано на рисунке - полный ток якоря.
Двигатель с постоянным магнитом	 Используется в качестве стартеров благодаря достижениям в области постоянных магнитов, позволяющим создать эффективный электродвигатель с хорошими весовыми показателями.

Рис.32 – Классификация электродвигателей постоянного тока

Устройство стартеров.

Стартер состоит из корпуса, в котором смонтированы катушки

возбуждения с полюсами; якоря с обмоткой и коллектором; крышек (со стороны коллектора и со стороны привода); привода, состоящего из рычага приводной шестерни и муфты свободного хода; и тягового реле, состоящего из катушки, ярма, якоря, штока с контактной пластиной, крышки с контактными болтами (рис.33).

Корпус электростартера изготавливают из трубы или стальной полосы (сталь Ст.10 или Ст.2) с последующей сваркой стыка. В корпусе предусмотрено отверстие для выводного болта обмотки возбуждения, но не имеется окон для доступа к щеткам (с целью улучшения герметизации).

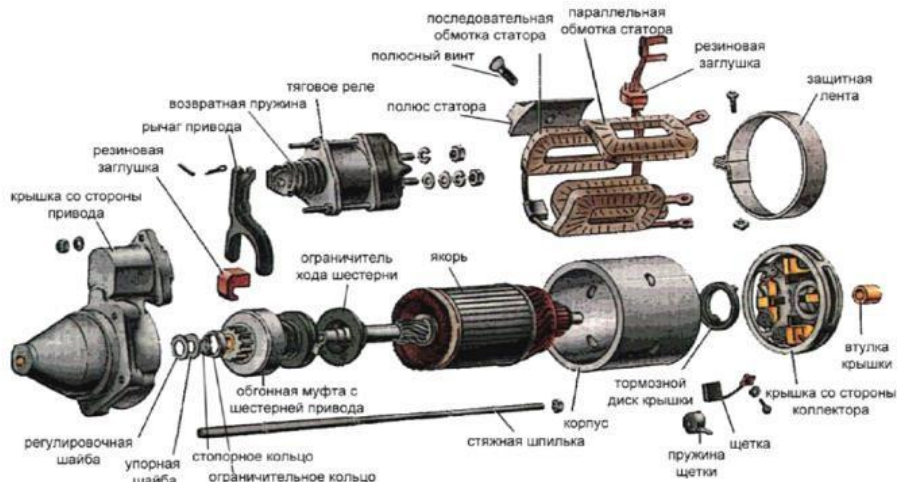


Рис.33 – Устройство стартера

К корпусу винтами крепят полюсы с катушками обмотки возбуждения. Все автомобильные стартеры выполняют четырехполюсными. Катушки последовательных (серийных) и параллельных (шунтовых) обмоток возбуждения устанавливают на отдельных полюсах, поэтому число катушек равно числу полюсов. Катушки последовательной обмотки имеют небольшое число витков неизолированного медного провода прямоугольного сечения марки ПММ. Между витками катушки прокладывают электроизоляционный картон толщиной 0,2...0,4 мм. Катушки параллельной обмотки возбуждения наматывают изолированным круглым проводом марок ПЭВ-2 или ПЭТВ. Снаружи катушки изолируют лентой из изоляционного материала (хлопчатобумажная тафтяная лента, батистовая лента Б-13). Внешняя изоляция после пропитывания лаком и просушивания имеет толщину 1...1,5 мм. Перспективно применение полимерных материалов при изолировании катушек, с помощью которых можно получить покрытия, равномерные по толщине, стойкие к воздействию агрессивной среды и повышенной температуры.

Якорь стартера представляет собой шихтованный сердечник, в пазы которого укладываются секции обмотки. В шихтованном сердечнике меньше потери на вихревые токи. Пакет якоря напрессован на вал, вращающийся в двух или трех опорах с бронзографитовыми подшипниками, подшипниками из другого порошкового материала, либо с подшипниками качения. Пакет якоря набирают из стальных пластин (СТ 0,8 КП или СТ 10) толщиной 1...1,2 мм. Крайние пластины пакета из электроизоляционного картона ЭВ толщиной 2,5 мм предохраняют от повреждения изоляционный материал лобовых частей обмотки якоря.

В электростартерах применяют меднографитные щетки с добавками свинца и олова (рис. 34). Графита больше в щетках для мощных стартеров и стартеров для тяжелых условий эксплуатации. Размеры щеток и падение напряжения под ними зависят от допустимой плотности тока. Обычно плотность тока в щетках электростартеров находится в пределах 40...100 А/см².

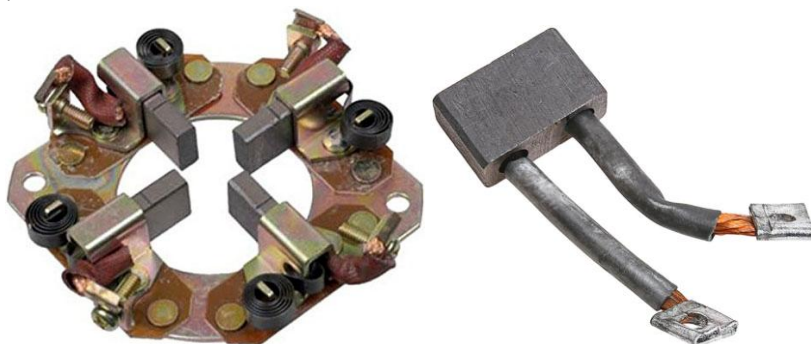


Рис. 34 – Внешний вид меднографитных щеток

Тяговое реле обеспечивает ввод шестерни в зацепление с венцом маховика и подключает стартерный электродвигатель к аккумуляторной батарее (рис. 35). На большинстве стартеров тяговое реле располагают на приливе крышки со стороны привода. С фланцем прилива крышки реле соединяют непосредственно или через дополнительные крепежные элементы.

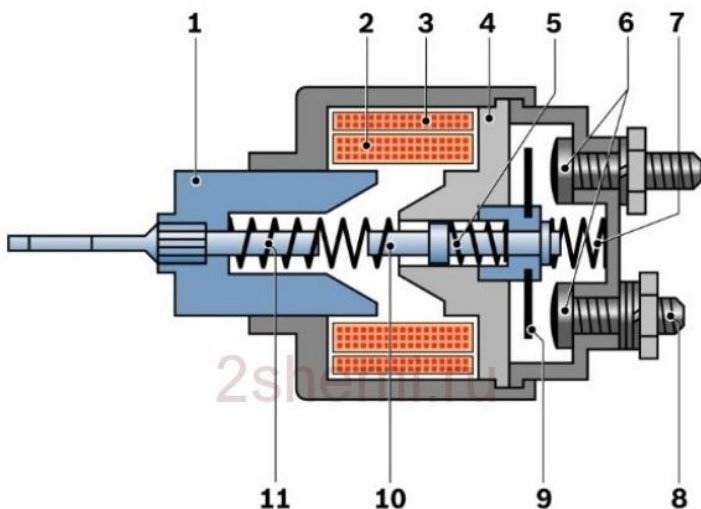


Рис.35 – Устройство тягового реле стартера

1–якорь втягивающего реле; 2–втягивающая обмотка; 3–удерживающая обмотка; 4–сердечник реле стартера; 5–пружина; 6–контакты; 7–возвратная пружина контактной пластины; 8–контактный болт; 9–контактная пластина; 10–шток втягивающего реле; 11–возвратная пружина якоря

Реле может иметь одну или две обмотки, намотанные на латунную втулку, в которой свободно перемещается стальной якорь, воздействующий на шток с подвижным контактным диском (рис. 36). Два неподвижных контакта в виде контактных болтов закрепляют в пластмассовой крышке.

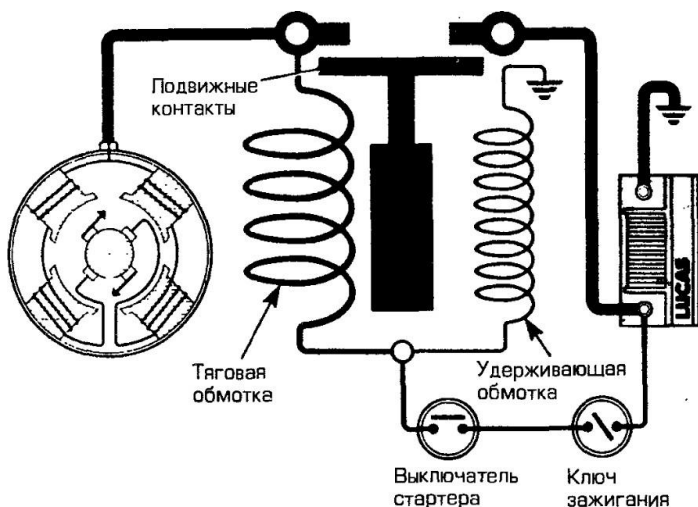


Рис.36 – Электрическая схема тягового реле стартера

В двухобмоточном реле удерживающая обмотка, рассчитанная только на удержание якоря реле в притянутом к сердечнику состоянии, намотана проводом меньшего сечения и имеет прямой выход на «массу». Втягивающая обмотка подключена параллельно контактам реле. При включении реле она действует согласно с удерживающей обмоткой и создает необходимую силу притяжения, когда зазор между якорем и сердечником максимален. Во время работы стартерного электродвигателя замкнутые контакты тягового реле шунтируют втягивающую обмотку и выключают ее из работы.

Тяговое реле рычагом связано с механизмом привода, расположенным на шлицевой части вала. Рычаг воздействует на привод через поводковую муфту. Его отливают из полимерного материала или выполняют составным из двух штампованных стальных частей, которые соединяют заклепками или сваркой.

Для передачи вращающего момента от вала якоря коленчатому валу используется специальный механизм привода. По типу и принципу работы приводных механизмов выделяют стартеры с электромеханическим перемещением шестерни привода, с инерционным или комбинированным приводом. Для предотвращения разноса якоря после пуска двигателя в автомобильные электростартеры устанавливают роликовые, храповые или фрикционно-храповые муфты свободного хода. Наибольшее распространение в электростартерах получили электромеханический привод шестерни и роликовые муфты свободного хода.

Роликовые муфты свободного хода технологичны в изготовлении, бесшумны в работе и способны при небольших размерах передавать большие крутящие моменты. Они малочувствительны к загрязнению, не требуют ухода

и регулирования в эксплуатации. Работает такая муфта следующим образом (рис. 37).

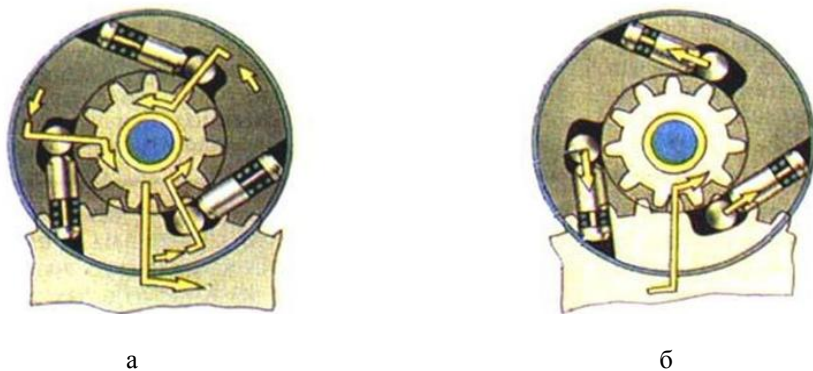


Рис.37 – Схема работы роликовой обгонной муфты при пуске (а) и после пуска (б) двигателя автомобиля

При включении стартерного электродвигателя наружная ведущая обойма обгонной муфты свободного хода вместе с якорем поворачивается относительно неподвижной еще ведомой обоймы. Ролики под действием прижимных пружин и сил трения между обоймами и роликами перемещаются в узкую часть клиновидного пространства, и муфта заклинивается (рис.37,а). Вращение от вала якоря ведущей обоймы муфты передается шлицевой втулкой. После пуска двигателя частота вращения ведомой обоймы с шестерней превышает частоту вращения ведущей обоймы, ролики переходят в широкую часть клиновидного пространства между обоймами, поэтому вращение от венца маховика к якорю стартера не передается – муфта проскальзывает (рис. 37,б).

Стартер с понижающей передачей.

Работы в области совершенствования электродвигателей позволили создать простую и достаточно легкую конструкцию стартера с возбуждением постоянными магнитами и с понижающей передачей (рис. 38).

Понижающая передача представляет собой планетарный ряд, солнечная (центральная) шестерня которого закреплена на валу якоря, а выходная мощность снимается с водила, на осях которого установлены свободно вращающиеся сателлиты. Шестерни планетарной передачи с наружными зубьями изготовлены из стали, а эпициклическая шестерня (с внутренними зубьями) из полиамидного компаунда с минеральными добавками для повышения износостойкости.

Такой стартер на 40% легче стартера обычного исполнения и рассчитан на применение с двигателями объемом до 5 литров.

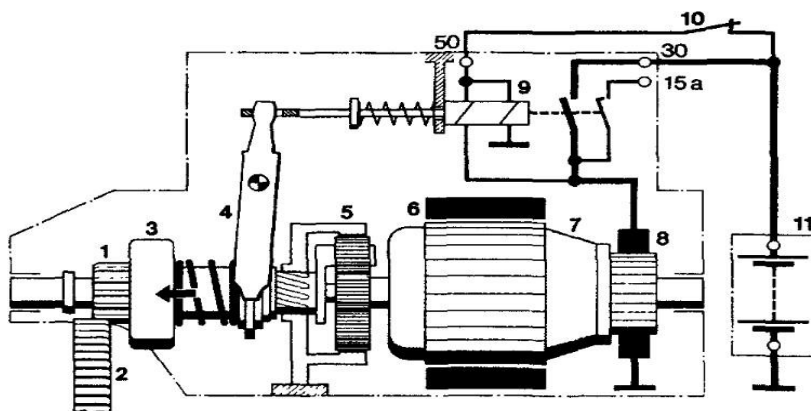


Рис. 38 – Схема стартера BoshDW с постоянными магнитами и понижающей передачей:

1–шестерня; 2–венец маховика; 3–обгонная муфта; 4–управляющий рычаг; 5–планетарная передача; 6–постоянный магнит; 7–якорь; 8–коллектор с графитовыми щетками; 9–электромагнитный привод тяговой и удерживающей обмотки; 10–ключ стартера; 11–аккумулятор

Схемы подключения стартера на автомобилях и тракторах

Схема подключения стартера на Лада Приора ВАЗ-2170, 2171 и 2172 (рис. 39).

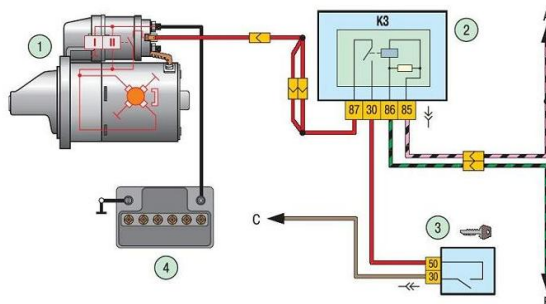


Рис. 39 – Схема подключения стартера на Лада Приора ВАЗ-2170, 2171 и 2172

1 – стартер; 2 – монтажный блок; 3 – замок зажигания; 4 – АКБ; А – к главному реле, вывод «30»; В – к контакту «50» ЭБУ; С – к основному блоку предохранителей (F3); КЗ – реле включения стартера лада приора

На Приорах ВАЗ-2170 и аналогичных устанавливают стартер типа 2111.3708010-01. со следующими техническими характеристиками:

Номинальное напряжение 12 Вольт, Номинальная мощность 1,2 КВт

Потребляемая сила тока: при максимальной мощности 375 Ампер; в

заторможенном состоянии, не более 700 Ампер и на холостом ходу 80 Ампер.

Потребляемый ток тягового реле: втягивающая обмотка 43 Ампера; удерживающая обмотка 12 Ампер

Шестерня привода: число зубьев = 9; модуль = 2,116 мм; угол исходного контура = 12 градусов

Схема подключения стартера на Лада Веста показана на рисунке 40.

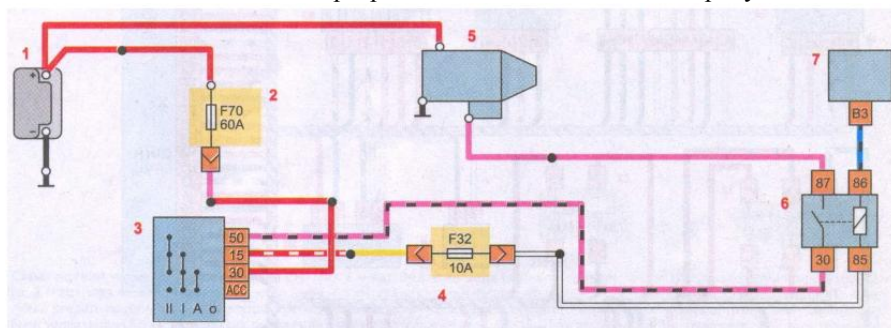


Рис.40 – Схема подключения стартера на Лада Веста

1 – аккумулятор; 2 – монтажный блок в моторном отсеке; 3 – замок зажигания; 4 – блок предохранителей в салоне; 5 – стартер; 6 – реле стартера K23; 7 – блок управления электрооборудованием.

Схема подключения стартера Беларусь 1522 показана на рисунке 41.

высокого напряжения выполняет катушка зажигания, которая работает по принципу трансформатора и имеет вторичную обмотку (тонкий провод, много витков), намотанную на железный сердечник и первичную обмотку (толстый провод, мало витков), намотанную сверху на вторичную. При прохождении тока по первичной обмотке катушки зажигания в ней создается магнитное поле. Принцип работы системы зажигания заключается в накоплении и преобразовании катушкой зажигания низкого напряжения (12В) электрической сети автомобиля в высокое напряжение (до 30000В), распределении и передаче высокого напряжения к соответствующей свече зажигания и образовании в нужный момент искры на свече зажигания.

Влияние угла опережения зажигания.

Средняя длительность горения искры 1 – 1,5 миллисекунды (одна тысячная секунды). Температура в стержне пробоя достигает отметки 10000° С. Тот объем ТВС, что находится в этом промежутке пробоя, сгорает практически мгновенно. Далее, от тепла, которое выделилось при сгорании, происходит дальнейшее распространение фронта пламени по камере сгорания. Первоначальная скорость горения – около 1 м/с. Далее по мере распространения фронта скорость горения достигает 50-80 м/с. Последние порции ТВС, находящиеся около относительно холодных стенок камеры сгорания догорают с гораздо меньшей скоростью. Таким образом, весь процесс горения занимает около 30° угла поворота коленчатого вала.

Рассмотрим, что происходит в цилиндре двигателя при различных углах опережения зажигания.

Нормальный угол опережения зажигания показан на рисунке 42.

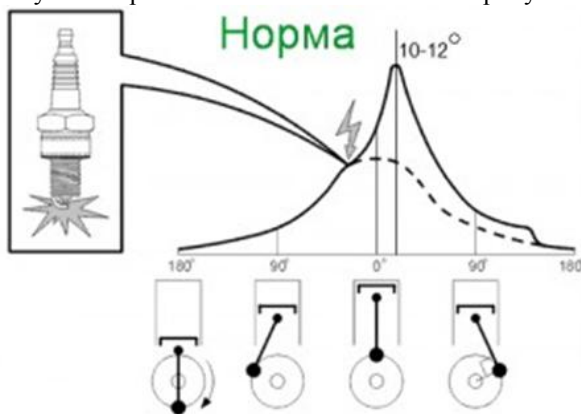


Рис. 42 – Диаграмма зависимости давления в цилиндре при нормальном УОЗ

Здесь максимум давления газов приходится почти сразу (10 - 15°), как только поршень пройдет верхнюю мертвую точку. Мощность и

крутящий момент такого двигателя на максимуме.

Поздний угол опережения зажигания показан на рисунке 43.

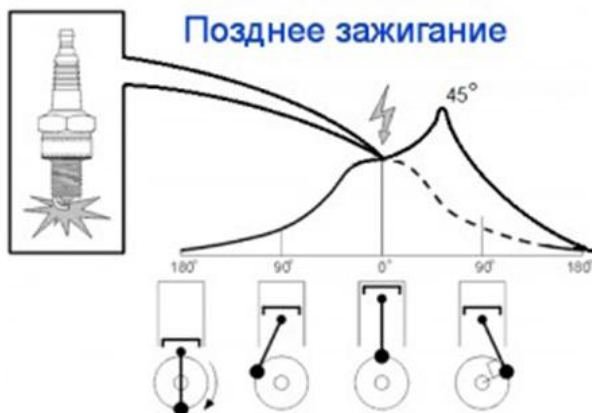


Рис. 43 – Диаграмма зависимости давления в цилиндре при позднем УОЗ

Как видно пик максимального давления газов сместился также в более позднюю сторону и сам по себе он гораздо ниже, чем при нормальном УОЗ. То есть получается, что ТВС сгорая, как бы догоняет уходящий поршень вниз. КПД такого двигателя оставляет желать лучшего.

Иногда смесь может продолжить гореть и после открытия выпускных клапанов, тогда раскаленные выпускные газы могут раньше времени поджечь поступающий свежий заряд ТВС. В таком случае, при позднем зажигании, могут наблюдаться хлопки во впускной коллектор.

Ранний угол опережения зажигания рис.44.

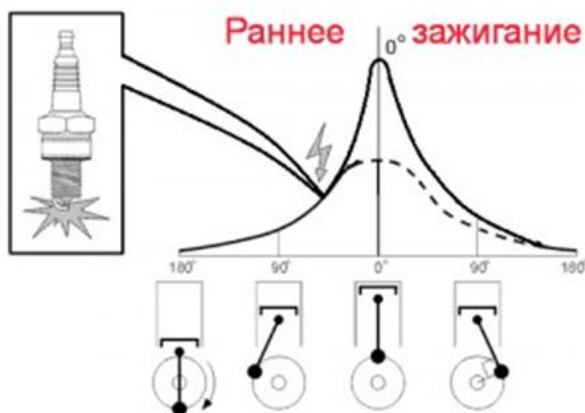


Рис. 44 – Диаграмма зависимости давления в цилиндре при раннем УОЗ

Пик максимального давления газов приходится на верхнюю мертвую точку движения поршня или даже раньше. То есть на начальном этапе сгорания ТВС газы давят на поршень в противоход, что естественно тоже снижает мощность двигателя и может стать причиной такого нежелательного явления как детонация.

От чего зависит угол опережения зажигания.

1. Прежде всего УОЗ зависит от скорости вращения коленчатого вала двигателя. Чем больше количество оборотов в минуту делает коленчатый вал, тем раньше надо воспламенить ТВС, чтобы пик максимального давления был в нужной нам точке.
2. От температуры. Чем ниже температура двигателя и ТВС, тем ниже скорость реакции окисления (сгорания), соответственно УОЗ должен быть более ранним. И соответственно наоборот.
3. От нагрузки на двигатель. Чем больше нагрузка на двигатель, тем больше цикловое наполнение цилиндра ТВС, соответственно тем меньше должен быть УОЗ для того чтобы избежать детонации.

С появлением микропроцессорных систем управления двигателем появилась возможность более точно настраивать УОЗ для различных режимов работы двигателя. Если в трамблерах за изменение УОЗ отвечал вакуумный и центробежный регулятор, то умная электроника на основании данных с датчиков системы управления двигателем сама высчитывает необходимый оптимальный угол согласно картам калибровок, заложенных в прошивке контроллера. Вот типичный пример трехмерной карты калибровок УОЗ для одного режима работы двигателя (ВАЗ, блок М73).

Классификация систем зажигания.

В зависимости от способа управления процессом зажигания различают следующие типы систем зажигания:

- контактная система зажигания;
- бесконтактная (транзисторная) система зажигания;
- электронная (микропроцессорная) система зажигания.

Несмотря на различия в конструкции можно выделить следующее общее устройство системы зажигания:

- источник питания (автомобильный генератор и аккумуляторная батарея);
- выключатель зажигания;
- устройство управления накоплением энергии (прерыватель, транзисторный коммутатор, электронный блок управления);
- накопитель энергии (катушка зажигания);
- устройство распределения энергии по цилиндрам (механический распределитель, электронный блок управления);
- высоковольтные провода, которые служат для подачи тока высокого напряжения;
- свечи зажигания, которые предназначены для воспламенения

топливно-воздушной смеси путем образования искрового разряда.

Контактная система зажигания.

Общая схема контактной системы зажигания показана на рисунке 45.

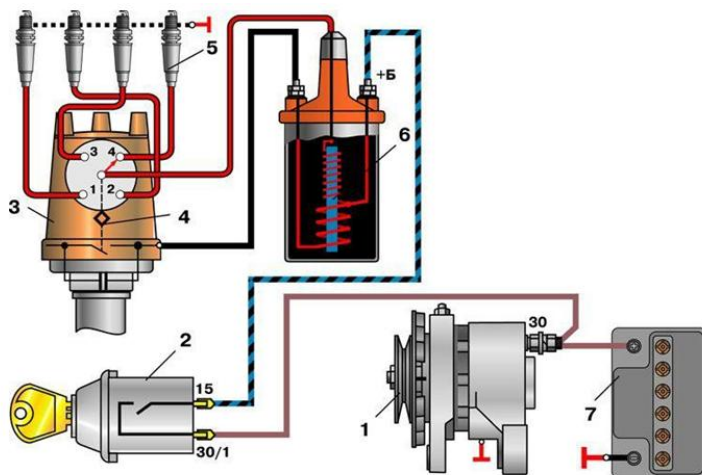


Рис.45 – Схема контактной системы зажигания

1–генератор; 2–выключатель зажигания; 3–распределитель; 4–прерыватель;
5–свечи зажигания; 6–катушка зажигания; 7–аккумуляторная батарея

Систему зажигания можно условно разделить на две части: низковольтную, обеспечивающую в нужный момент прерывание тока низкого напряжения в первичной обмотке высоковольтного трансформатора (катушки зажигания), и высоковольтную, обеспечивающую получение импульсов высокого напряжения и своевременное распределение их по свечам соответствующих цилиндров.

Цепь низкого напряжения (низковольтная часть системы зажигания) состоит из аккумуляторной батареи 2, выключателя (замка) зажигания 3, первичной обмотки 5 катушки зажигания 4, подвижного 7 и неподвижного 8 контактов прерывателя, изолирующего контакта 10 подвижного контакта, валика прерывателя 9 и конденсатора 6 (рис. 46). «Минусовая» клемма аккумулятора и неподвижный контакт прерывателя соединены с «массой» автомобиля в точке 1.

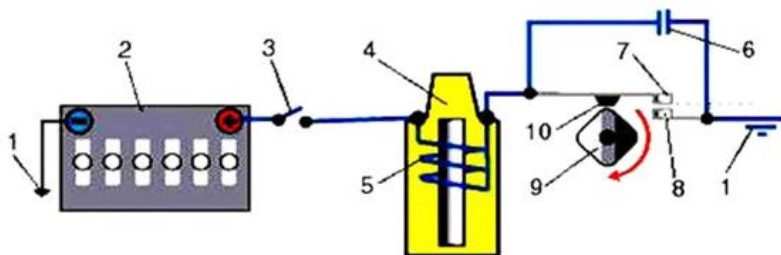


Рис. 46 – Цепь низкого напряжения контактной системы зажигания:
 1 – масса автомобиля; 2 – аккумуляторная батарея; 3 – замок зажигания; 4 – катушка зажигания; 5 – первичная обмотка катушки зажигания; 6 – конденсатор; 7 – подвижный контакт прерывателя; 8 – неподвижный контакт прерывателя; 9 – валик прерывателя; 10 – изолирующий контакт.

Цепь высокого напряжения (высоковольтная часть системы зажигания) состоит из вторичной обмотки 2 катушки зажигания 1, центрального высоковольтного провода 3, передающего импульсы высокого напряжения от высоковольтного вывода катушки зажигания через крышку распределителя зажигания и графитовый центральный контакт 9 к ротору-распределителю (бегунку), на котором установлен помехоподавляющий резистор 8 (рис. 47). Импульсы высокого напряжения пробивают воздушный зазор между концом бегунка и ближним к нему в этот момент контактом крышки, затем идут по высоковольтным проводам 5 к соответствующей свече зажигания 6.

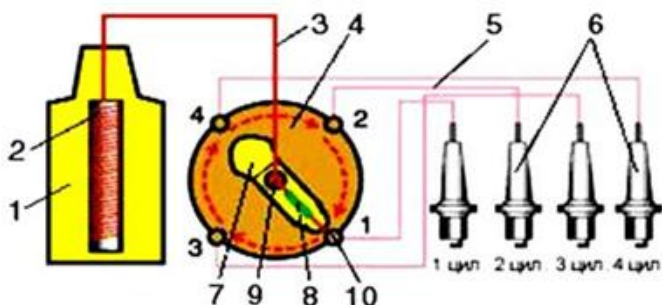


Рис. 47 – Цепь высокого напряжения:
 1 – катушка зажигания; 2 – вторичная обмотка системы зажигания; 3 – центральный высоковольтный провод; 4 – распределитель зажигания; 5 – высоковольтные провода; 6 – свечи зажигания; 7 – ротор (бегунок); 8 – помехоподавляющий резистор; 9 – центральный контакт; 10 – свечные контакты распределителя

Принцип работы контактной системы зажигания:

Поворачивается ключ зажигания, что позволяет току низкого напряжения аккумуляторной батареи поступить на первичную обмотку катушки зажигания.

При появлении тока на первичной обмотке возникает магнитное поле.

Размыкаются контакты прерывателя, за счет проворачивания двигателя, который первоначально приводится в действие стартером.

Исчезает ток низкого напряжения и магнитное поле, которое индуцирует на вторичную обмотку ток высокого напряжения.

Образованный ток высокого напряжения поступает на центральную клемму катушки зажигания, а оттуда – на крышку распределителя.

На распределителе происходит распределение тока на каждую свечу зажигания.

Появившийся на свече ток образует искровой разряд между электродами, который воспламеняет топливно-воздушную смесь.

Ток самоиндукции появляется не только на вторичной, но и на первичной обмотке, что приводит к обгоранию контактов и искрению. Для уменьшения эффекта используется параллельно подключенный к контактам прерывателя конденсатор.

Механический прерыватель (рис.48) предназначен для размыкания цепи низкого напряжения (цепи первичной обмотки катушки зажигания), вследствие чего во вторичной обмотке создается высокое напряжение и распределения тока высокого напряжения катушки между свечами зажигания цилиндров.

Механический прерыватель оснащен механизмами, которые обеспечивают требуемое изменение угла опережения зажигания в зависимости от режима работы двигателя.

Для защиты контактов от обгорания в цепь параллельно контактам включен конденсатор.

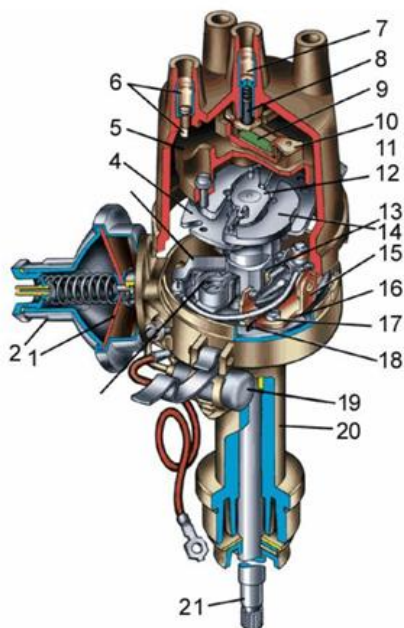


Рис. 48 – Устройство прерывателя распределителя

1–диафрагма вакуумного регулятора; 2–корпус вакуумного регулятора; 3–тяги; 4–опорная пластина; 5–ротор распределителя; 6–боковой контакт крышки; 7–центральный контакт крышки; 8–контактный уголек; 9–резистор; 10–наружный контакт пластины ротора; 11–крышка распределителя; 12–пластина центробежного регулятора; 13–кулачок прерывателя; 14–грузик; 15–контактная группа; 16–подвижная пластина прерывателя; 17–винт крепления контактной группы; 18–паз для регулировки зазора в контактах; 19–конденсатор; 20–корпус прерывателя распределителя; 21–приводной вал; 22–фильтр для смазки кулачка

Механический распределитель обеспечивает распределение тока высокого напряжения по свечам цилиндров двигателя.

Распределитель состоит из ротора (обиходное название «бегунок») и крышки. В крышке выполнены центральный и боковые контакты. На центральный контакт подается высокое напряжение от катушки зажигания. Через боковые контакты высокое напряжение передается на соответствующие свечи зажигания.

Прерыватель и распределитель конструктивно объединены в одном корпусе и приводятся в действие от коленчатого вала двигателя.

Центробежный регулятор опережения зажигания служит для изменения

угла опережения зажигания в зависимости от числа оборотов коленчатого вала двигателя. Конструктивно центробежный регулятор состоит из двух грузиков. Грузики воздействуют на подвижную пластину, на которой расположены кулачки прерывателя. Установка угла опережения зажигания производится регулировкой положения прерывателя-распределителя в двигателе.

Вакуумный регулятор опережения зажигания обеспечивает изменение угла опережения зажигания в зависимости от нагрузки на двигатель. Нагрузка на двигатель определяется степенью открытия дроссельной заслонки (положением педали газа). Вакуумный регулятор соединен с полостью за дроссельной заслонкой и, в зависимости от степени разрежения в полости, изменяет угол опережения зажигания.

Катушка зажигания (рис.49) служит для преобразования тока низкого напряжения в ток высокого напряжения.



Рис.49 – Устройство катушки зажигания

Катушку зажигания можно назвать высоковольтным импульсным трансформатором с двумя обмотками.

В катушке зажигания имеются обмотки низкого и высокого напряжения. Толстые провода первичной обмотки имеют небольшое количество витков и рассчитаны на ток низкого напряжения, а вторичная обмотка имеет большее количество витков (от 15 до 30 тыс. витков) и изготовлена из тонкого провода. Именно во вторичной обмотке создается ток высокого напряжения от 25 до 35 тыс. вольт. Один конец вторичной обмотки соединен с отрицательной клеммой первичной обмотки, а другой конец – с центральной

клеммой на крышке катушки, которая обеспечивает вывод высокого напряжения. Ток высокого напряжения вырабатывается по формуле: индукция в витке умножается на количество витков.

Полученное высокое напряжение от катушки зажигания через высоковольтный кабель подаётся на прерыватель-распределитель, который распределяет ток высокого напряжения по свечам зажигания. Высокое напряжение обеспечивает качественную искру между электродами свечи зажигания, что приводит к воспламенению горючей смеси.

Работа катушки в общей схеме системы зажигания

На первичную обмотку катушки зажигания подается постоянный ток от АКБ. Когда поршень приближается к ВМТ, контакты прерывателя (контакты размыкаются кулачком на валу распределителя или с помощью электронных ключей) размыкают цепь первичной обмотки.

В последнее время широкое распространение получили индивидуальные катушки зажигания на каждую свечу (в зависимости от числа цилиндров).

Основные характеристики катушки зажигания:

- Индуктивность первичной обмотки (возможность накопления энергии);
- Сопротивление первичной и вторичной обмотки (первичная обмотка – 0,25-0,55 Ом., вторичная обмотка – 2-25 кОм);
- Коэффициент трансформации (во сколько раз катушка зажигания увеличивает напряжение, поданное на первичную обмотку);
- Энергия искры (зависит от времени за которое сгорает горючая смесь от искры, измеряется в Дж. и составляет 0,05-0,1 Дж.);
- Напряжение пробоя (характеристика, которая зависит от зазора на электродах свечи);
- Количество образующихся искр в минуту (в зависимости от числа оборотов двигателя).

Устройство свечей зажигания.

Свечи зажигания (spark plug) необходимы для образования искрового разряда и зажигания рабочей смеси в камере сгорания двигателя. Свечи устанавливаются в головке цилиндра. Когда импульс тока высокого напряжения попадает на свечу зажигания, между ее электродами проскакивает искра – именно она воспламеняет рабочую смесь.

Основные детали свечи зажигания (рис. 50): корпус 4, высоковольтный контакт 1, контактный стержень 2, изолятор 3, токопроводящий стеклогерметик 5; уплотнительное кольцо на плоской опорной поверхности 6; центральный электрод с жаропрочной оболочкой 7; тепловой конус изолятора 8, выступающий из корпуса; боковой электрод 9 «массы».

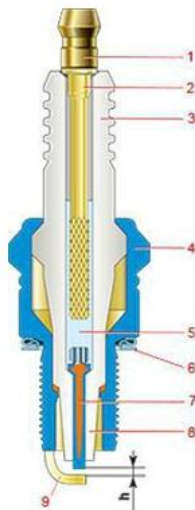


Рис.50 – Устройство свечи зажигания

1 — контакт высоковольтный; 2 — контактный стержень; 3—изолятор, 4 —корпус; 5 — токопроводящий стеклогерметик (может выполнять функцию встроенного резистора); 6— уплотнительное кольцо на плоской опорной поверхности; 7—центральный электрод (медный, с жаропрочной оболочкой); 8 — тепло-вой конус изолятора, выступающий из корпуса; 9 — боковой электрод «массы»; h — искровой зазор

Свеча зажигания состоит из металлического корпуса, изолятора и центрального проводника.

Контактный вывод, расположенный в верхней части свечи, предназначен для подключения свечи к высоковольтным проводам системы зажигания или непосредственно к индивидуальной высоковольтной катушке зажигания.

Могут встречаться несколько слегка различных вариантов конструкции. Наиболее часто провод к свече зажигания имеет защёлкивающийся контакт, который надевается на вывод свечи. В других типах конструкции провод может крепиться к свече гайкой. Часто вывод свечи делают универсальным: в виде оси с резьбой и навинчивающегося защёлкивающегося контакта.

Рёбра изолятора предотвращают электрический пробой по его поверхности, образуя лабиринт.

Изолятор, как правило, делается из алюминисиево-оксидной керамики, которая должна выдерживать температуры от 450 до 1 000 °С и напряжение до 60 000 В. Точный состав изолятора и его длина частично определяют тепловую маркировку свечи. Часть изолятора, непосредственно прилегающая к центральному электроду, наиболее сильно влияет на качество работы свечи зажигания.

Уплотнители служат для предотвращения проникновения горячих газов

из камеры сгорания.

Цоколь (корпус) служит для заворачивания свечи и удержания её в резьбе головки блока цилиндров, для отвода тепла от изолятора и электродов, а также служит проводником электричества от «массы» автомобиля к боковому электроду.

Как правило, изготавливается из легированной никелем и марганцем стали. Приваривается контактной сваркой к корпусу. Боковой электрод, зачастую, очень сильно нагревается во время работы, что может привести к калильному зажиганию. Некоторые конструкции свечей используют несколько боковых электродов. Для увеличения долговечности электроды дорогих свечей снабжают напайками из платины и других благородных металлов.

С 1999 года на рынке появились свечи нового поколения – так называемые плазменно-форкамерные свечи, где роль бокового электрода играет сам корпус свечи. При этом образуется кольцевой (коаксиальный) искровой зазор, где искровой заряд перемещается по кругу. Такая конструкция обеспечивает большой ресурс и самоочистку электродов.

Центральный электрод как правило соединяется с контактным выводом свечи через керамический резистор, это позволяет уменьшить радиопомехи от системы зажигания. Наконечник центрального электрода изготавливают из железоникелевых сплавов с добавлением меди, хрома и благородных и редкоземельных металлов. Обычно центральный электрод – наиболее горячая деталь свечи. Кроме того, центральный электрод должен обладать хорошей способностью к эмиссии электронов, для облегчения искрообразования (предполагается, что искра проскакивает в той фазе импульса напряжения, когда центральный электрод служит катодом). Поскольку напряжённость электрического поля максимальна вблизи краёв электрода, искра проскакивает между острым краем центрального электрода и краем бокового электрода. В результате этого края электродов подвергаются наибольшей электрической эрозии. Раньше свечи периодически вынимали и удаляли следы эрозии наждаком. Сейчас, благодаря применению сплавов с редкоземельными и благородными металлами (иттрий, иридий, платина, вольфрам, палладий), нужда в зачистке электродов практически отпала. Срок службы при этом существенно вырос.

Зазор – минимальное расстояние между центральным и боковым электродом. Величина зазора – это компромисс между «мощностью» искры, то есть размерами плазмы, возникающей при пробое воздушного зазора и между возможностью пробить этот зазор в условиях сжатой воздушно-бензиновой смеси.

Факторы, определяемые зазором:

Чем больше зазор – тем больше размеры искры, тем больше вероятность воспламенения смеси и больше зона воспламенения. Всё это положительно влияет на потребление топлива, равномерность работы, понижает требования к качеству топлива, повышает мощность. Слишком увеличивать за-

зор тоже нельзя, иначе высокое напряжение будет искать более лёгкие пути пробивать высоковольтные провода на корпус, пробивать изолятор свечи и т. д.

Чем больше зазор — тем сложнее пробить его искрой. Пробоем изоляции называют потерю изоляцией изоляционных свойств при превышении напряжением некоторого критического значения, называемого пробивным напряжением.

Зазор свечей не является константой, один раз заданной. Он может и должен подстраиваться под конкретную ситуацию эксплуатации двигателя.

Маркировка отечественных свечей

К основным характеристикам свечей относятся присоединительные размеры, калильное число, выступание теплового конуса, материал электродов и наличие встроенного резистора.

Маркировка свечей содержит расширенную информацию об их конструкции и свойствах.

Основные размеры и характеристики свечей зажигания закодированы в их маркировке. За рубежом она своя у каждой фирмы, а в России для всех производителей принята единая система. Обозначение отечественных свечей состоит из цифр и букв (рис. 51). Количество символов может быть различным (см. примеры расшифровки обозначений).

Присоединительные размеры – резьба на корпусе, тип опорной поверхности (плоская или коническая), размер шестигранника «под ключ» и длина резьбовой части корпуса. В настоящее время отечественная промышленность производит свечи зажигания только с плоской опорой. Тем не менее стандартом предусмотрены «конические» свечи, они должны отличаться буквой «К» в маркировке.

Калильное число – условное понятие, обозначаемое одной или двумя цифрами. Оно характеризует способность свечи зажигания работать в исправном двигателе (на качественном бензине и моторном масле) без перегрева при полной нагрузке и без образования нагара на тепловом конусе изолятора на холостом ходу. Небольшой налет, неизбежно образующийся в этих условиях, не влияет на работоспособность. Но в случае некоторых неисправностей двигателя свеча может покрываться различными видами нагара или перегреваться. Выступление теплового конуса за торец корпуса ускоряет прогрев свечи зажигания после пуска двигателя, благодаря чему увеличивается ее стойкость к нагарообразованию. Такие свечи не применяют на форсированных двигателях, так как при полной нагрузке они перегреваются.

Материал электродов – жаростойкий сплав, медь в жаростойкой оболочке или благородный металл (платина, иридий) – определяет долговечность свечи. Для снижения ее себестоимости дорогие металлы применяют, как правило, только в качестве небольших напаяек на обычные электроды в искровом зазоре.

Встроенный резистор – электрическое сопротивление в цепи центрального электрода для снижения помех радиоприему.



Рис. 51 – Условное обозначение российских искровых свечей зажигания

В маркировке отечественных свечей используется:

- обозначение резьбы на корпусе (А – резьба М14х1,25; М – резьба М18х1,5);
- обозначение вида опорной поверхности корпуса (плоская не обозначается, К – конусная);
- калильное число (от 8 до 26);
- обозначение длины резьбовой части корпуса (Н – 11 мм; С – 12,7 мм; Д – 19 мм; длина 12 мм не обозначается);
- обозначение выступающего теплового конуса изолятора за торец корпуса (отсутствие выступающего не обозначают, при выступании – В);
- обозначение герметизации соединения изолятор – центральный электрод (Т – термоцементом, герметизация иным герметиком не обозначается);
- специальные обозначения (Р – встроенный помехоподавительный резистор);
- материал центрального электрода (нихром не обозначается, М – медь с нихромом, П – платина, С – серебро);
- порядковый номер конструкторской разработки (через дефис).

Примеры расшифровки обозначений.

А11 – резьба М14х1,25; шестигранник «под ключ» 20,8 мм; калильное число 11; длина резьбы 12,7 мм; тепловой конус не выступает из корпуса; нет встроенного резистора; центральный электрод из жаростойкого сплава; базовая конструкция;

А11Р – свеча А11 со встроенным резистором;

А17ДВ – резьба М14х1,25; шестигранник «под ключ» 20,8 мм; калильное число 17; длина резьбы 19 мм; тепловой конус выступает из корпуса; нет встроенного резистора; центральный электрод из жаростойкого

сплава; базовая конструкция;

A17ДВ-10 – свеча А17ДВ с увеличенным до 0,7 мм искровым зазором (базовая конструкция имеет зазор 0,5 мм)

AУ17ДВРМ – резьба М14х1,25; шестигранник «под ключ» 16 мм; калильное число 17; длина резьбы 19 мм; тепловой конус выступает из корпуса; есть встроенный резистор; центральный электрод медный с жаростойкой оболочкой; базовая конструкция.



Рис. 52 – Виды свечей зажигания

Таблица 2– Взаимозаменяемость свечей зажигания

Россия	Bosch, Германия	Champion, Англия	Motor kraft, США	- Ma- relli, Италия	NGK, Япо- ния	Применение
A11	W8A, W9A	L88	AE52	CW3N	V5HS	ГАЗ-53А, ЗИЛ-431410, УАЗ-469
A14Д	W8CC	N5	AG3, AG31	CW5L	–	ГАЗ-3102 "Волга", с двигателем ЗМЗ-4022.10
A17Д	W7CC	N4	AG2, AG21	CW6L	B6ES	Дефорсированный двигатель УЗАМ-412ДЭ
A17ДВ	W7DC, W7DP	N10Y	AG252	CW7LP	BP6E S	ВАЗ 2101-2107, АЗЛК-2141 с двигателем ВАЗ-2106-70
A17ДВ-10	W7DC, W7DP	N9Y	AG252	CW7LP	BP6E S	ВАЗ 2108, -2109, ЗАЗ-1102
A20Д-1 A20Д-2	W6CC	N3	AG4	CW7L	B7ES	"Москвич"-412, 2140, 21412, ИЖ-2125
A23	W5A	LW81, LW82	AE2, AE3	CW7N	B7HS	МеМЗ-968, -969

Контакты, с которыми соединяется высоковольтный провод, бывают нескольких типов. Используемые наиболее часто показаны на рис. 53, причем на разных концах провода

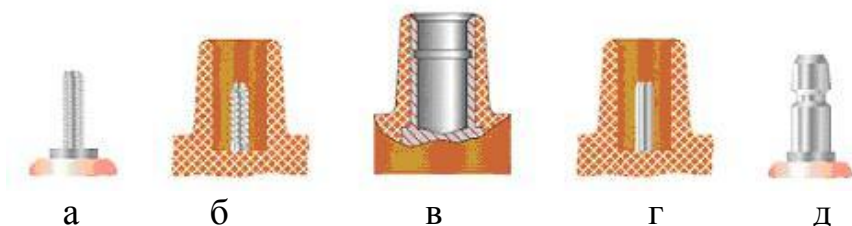


Рис. 53 – Различные типы гнезд (контактов) на свече, крышке распределителя и катушке зажигания, с которыми соединяются наконечники высоковольтных проводов: а – М 4; б – SCREW/VRUT; в – DIN; г – D4; д – SAE

Высоковольтные провода. В системе зажигания автомобилей используются высоковольтные провода. Их свойства, в зависимости от особенностей устройства, могут различаться. Основная задача высоковольтных проводов – передача электрических импульсов от катушки зажигания на свечи. Поэтому они должны соответствовать следующим

требованиям: выдерживать высокое напряжение (до 40 000 В), передавать импульсы с небольшими потерями, обеспечивать минимум помех для радиоэлектронной аппаратуры, иметь хорошую изоляцию для предотвращения утечек тока, сохранять свои свойства в широком интервале температур – от -30°C зимой до $+100^{\circ}\text{C}$ и более при работе двигателя летом.

Для передачи высоковольтного импульса с минимальными потерями желательно уменьшить электрическое сопротивление провода. Не случайно вначале пользовались проводами с медной токопроводящей жилой. Но с началом широкого распространения радиоэлектронных устройств (радиоприемников, телевизоров, электронных бортовых систем в самом автомобиле и т.д.) стал проявляться их основной недостаток – излучение большого количества электромагнитных помех. Для их снижения в высоковольтной цепи системы зажигания используют дополнительное электрическое сопротивление. Помехоподавительный резистор может быть встроен в ротор распределителя (бегунок), свечу или ее колпачок в различных сочетаниях. Кроме того, сопротивлением обладает угольный электрод в крышке распределителя. В настоящее время эффективным и наиболее распространенным способом снижения помех является использование высоковольтных проводов с распределенным сопротивлением.

Современные провода состоят из токопроводящей жилы, изоляции (защитного слоя), металлических контактов и колпачков (рис. 54).

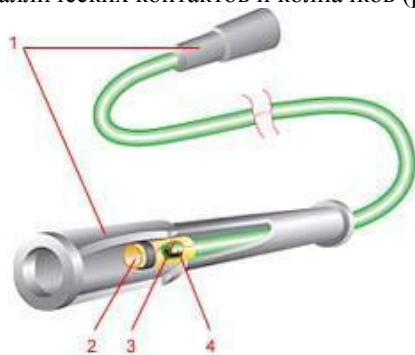


Рис. 54 – Высоковольтный автомобильный провод:

1 – защитные колпачки; 2 – металличе-ский контакт (наконечник); 3 – изоляция; 4 – токопроводящая жила

Токопроводящая жила бывает нескольких типов:

Медная многожильная. К таким проводам необходимы дополнительные помехоподавительные резисторы (рис. 55 а).

Неметаллическая с металлической «обвивкой» (рис. 55 б). Центральную часть сердечника изготавливают из стекловолокна, пропитанного графитом, льняной нити или кевлара. Часто бывает покрыта слоем ферропласта,

который за счет своих свойств также препятствует распространению помех. Сверху навивается тонкая металлическая проволока. Требуется, как правило, дополнительные резисторы, подавляющие помехи.

Неметаллическая с высоким распределенным сопротивлением (рис. 54 в). Провода с такой жилой устанавливают без резисторов. Жила такого типа может быть изготовлена из различных материалов, например:

- из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной сажевым раствором (иногда сверху ее усиливают хлопчатобумажной или капроновой оплеткой);
- из полимера (внутри которого может быть пропущена упрочняющая нить);
- из стекловолоконных нитей с графитовой обсыпкой.

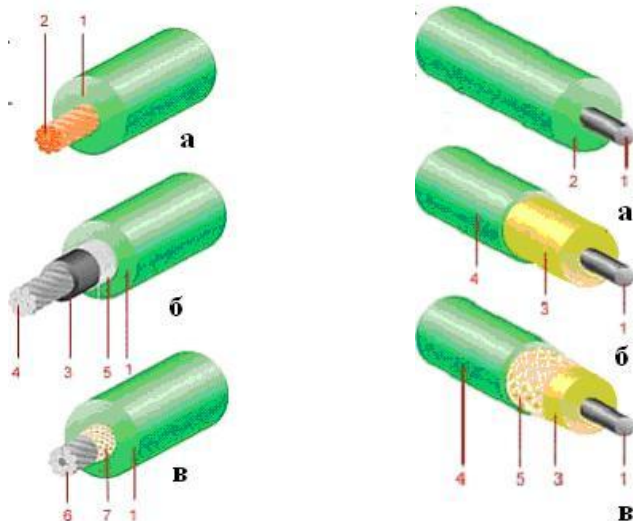


Рис. 55– Высоковольтные провода с различными типами токопроводящей жилы: а – медная многожильная; б – неметаллическая с ме- таллической обвивкой; в– неметаллическая; 1 – изоляция; 2 – медная многожильная токопроводя- щая жила; 3 – ферропластовая оболочка; 4 – сердечник; 5 – обвивка из металлической проволоки; 6– неметаллический токопроводящий сердечник; 7 – упрочняющая неметаллическая оплетка

Рис. 56 – Высоковольтные провода с различными типами изоляции: а – однослойная; б – двухслойная; в – двухслойная с упрочняющей оплеткой; 1 – токо- проводящая жила; 2 – изоляция; 3 – диэлектрический слой; 4 – защитный слой; 5 – упрочняющая оплетка

Изоляция – однослойное или многослойное защитное диэлектрическое покрытие токопроводящей жилы (рис. 56). Предназначена для предотвращения утечек электрического тока и предохранения жилы от воздействия влаги, горюче-смазочных материалов, вредных паров и высоких температур в моторном отсеке, а также механических повреждений. Выполняется из разных видов пластмасс (например, полихлорвинила), силикона, резины в различных сочетаниях. Иногда механическую прочность изоляции увеличивают за счет тканевой, хлопчатобумажной, капроновой, стеклотканевой или полимерной оплетки.

Металлические контакты (наконечники) обеспечивают электрическое соединение токопроводящей жилы с соответствующими контактами (гнездами, высоковольтными выводами) свечи и катушки зажигания или крышкой распределителя.

Основные требования:

- надежный контакт с токопроводящей жилой провода. Достигается обжимом или пайкой (с медным сердечником);
- прочность крепления на проводе. Достигается плотным обжимом и иногда дополнительно «зубцами» и специальной выпуклостью (рис. 57);

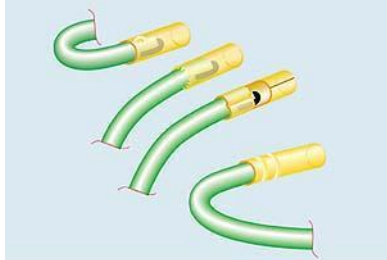


Рис. 57 – Способы крепления наконечников

надежное соединение с выводами свечи и катушки зажигания или крышки распределителя. Для этого контакт провода может иметь выступ, лепесток или специальную пружину (рис. 58);



Рис. 58 – Различные типы наконечников высоковольтных проводов

- достаточная коррозионная устойчивость для сохранения надежного контакта в процессе эксплуатации. Достигается использованием цветных металлов или покрытия, защищающего от внешних воздействий.

Колпачки защищают места соединений контактов провода с соответствующими выводами катушки, распределителя и свечей зажигания от агрессивных воздействий внешней среды и предотвращают утечку электрического тока. Основные требования к ним – максимально плотное соединение с деталями системы зажигания, чтобы пыль и влага не проникали к контактам, и устойчивость к воздействию высоких и низких температур, а также к их резкому перепаду.

Колпачки имеют различную форму, изготавливаются из резины, силикона, пластмассы или эбонита (рис. 59 а). Колпачок состоит из корпуса, гнезда для подсоединения высоко-вольтного провода и гнезда для соединения со свечой (рис. 59 б). В некоторые из них встраивают дополнительный помехоподавительный резистор или металлический экран для уменьшения помех.

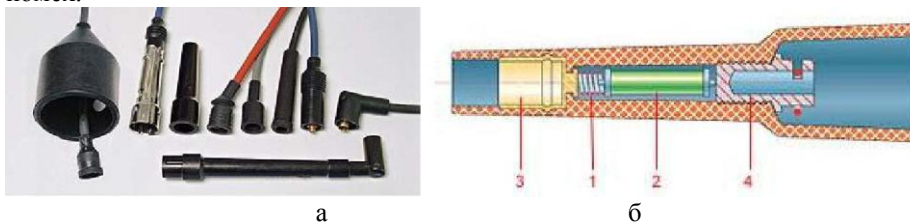


Рис. 59 – Свечной колпачок:

а – внешний вид различных типов колпачков; б – устройство колпачка со встроенным помехоподавительным резистором; 1 – колпачок; 2 – резистор; 3 – гнездо для подсоединения высоковольтного провода; 4 – гнездо для соединения со свечой

Регуляторы угла опережения зажигания. Автоматическую регулировку угла опережения зажигания в составе системы зажигания осуществляют вакуумный и центробежный регуляторы, а также октан-корректор. Общие сведения по регуляторам угла опережения зажигания в системном виде представлены в таблице.

Центробежный регулятор опережения зажигания предназначен для изменения момента возникновения искры между электродами свечей зажигания в зависимости от скорости вращения коленчатого вала двигателя. Центробежный регулятор опережения зажигания находится в корпусе прерывателя-распределителя. Он состоит из двух плоских металлических грузиков, каждый из которых одним из своих концов закреплен на опорной пластине, жестко соединенной с приводным валом (рис. 60 а). Шипы грузиков входят в прорези подвижной пластины, на которой закреплена втулка кулачков прерывателя. Эта пластина имеет возможность проворачиваться на небольшой угол относительно приводного валика

прерывателя-распределителя. По мере увеличения числа оборотов коленчатого вала двигателя возрастает и частота вращения валика прерывателя-распределителя. Грузики, подчиняясь центробежной силе, расходятся в стороны и сдвигают втулку кулачков прерывателя «в отрыв» от приводного валика, т.е. набегающий кулачок поворачивается на некоторый угол по ходу вращения навстречу молоточку контактов (рис. 60 б). Соответственно контакты размыкаются раньше, угол опережения зажигания увеличивается.

При сокращении скорости вращения приводного валика центробежная сила уменьшается, и под воздействием пружин грузики возвращаются на место – угол опережения зажигания уменьшается.

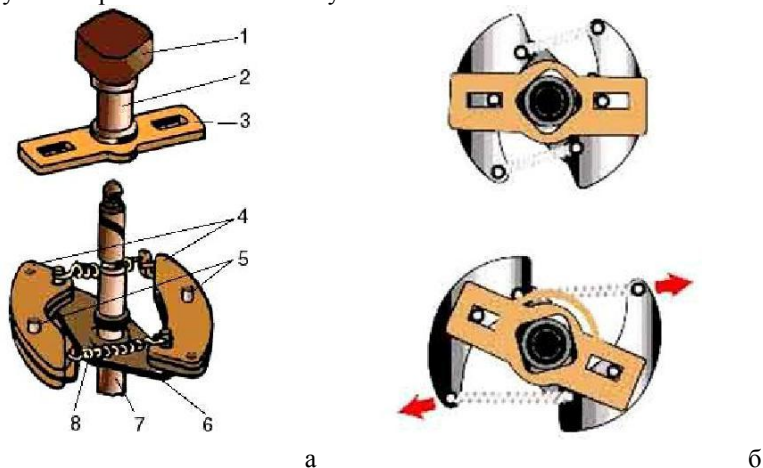


Рис. 60 – Устройство (а) и схема работы (б) центробежного регулятора угла опережения зажигания:

1 – кулачок прерывателя; 2 – втулка кулачков; 3 – подвижная пластина; 4 – грузики; 5 – шипы грузиков; 6 – опорная пластина; 7 – приводной валик; 8 – стяжные пружины

Вакуумный регулятор опережения зажигания предназначен для изменения момента возникновения искры между электродами свечей зажигания в зависимости от нагрузки на двигатель (рис. 61). Вакуумный регулятор крепится к корпусу прерывателя-распределителя (рис. 62). Корпус регулятора разделен диафрагмой на два объема. Один из объемов связан с атмосферой, а другой с помощью трубки соединен с полостью под дроссельной заслонкой. Диафрагма регулятора посредством тяги соединена с подвижной пластиной, на которой располагаются контакты прерывателя. При увеличении угла открытия дроссельной заслонки (нагрузка на двигатель возрастает) разрежение под ней уменьшается. Под воздействием пружины диафрагма через тягу сдвигает на небольшой угол пластину вместе с

контактами в сторону от набегающего кулачка прерывателя. Контакты будут размыкаться позже – угол опережения зажигания уменьшится, наоборот – угол увеличится, если отпустить педаль акселератора, т.е. прикрыть дроссельную заслонку. Разряжение под ней возрастает, передается к диафрагме, которая, преодолевая сопротивление пружины, тянет на себя пластину с контактами. Это означает, что кулачок прерывателя раньше встретится с молоточком контактов и разомкнет их. Тем самым мы увеличили угол опережения зажигания для плохо горящей рабочей смеси.

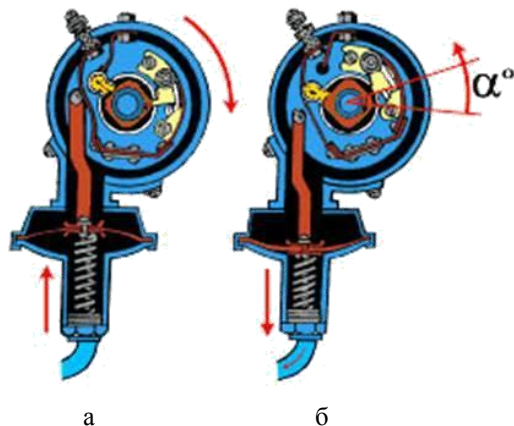


Рис. 61 – Вакуумный регулятор угла опережения зажигания:
а – угол опережения зажигания уменьшен; б – угол опережения зажигания увеличен

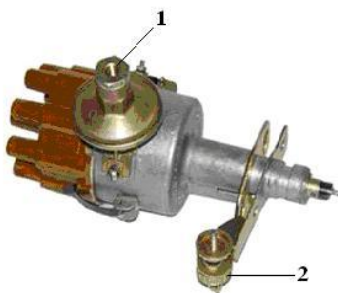


Рис. 62 – Расположение регуляторов угла опережения зажигания на корпусе прерывателя-распределителя: 1 – вакуумный регулятор; 2 – октан-корректор

Октан-корректор предназначен для изменения угла опережения зажигания в зависимости от октанового числа топлива. Обычный механический октан-корректор входит в конструкцию прерывателя-распределителя и состоит из неподвижной пластины со шкалой,

подвижной пластины с указателем, регулировочных гаек и фиксирующего болта или гайки (рис. 62).

Регулировка угла опережения зажигания механическим октан-корректором осуществляется не автоматически, а вручную. Для изменения угла опережения зажигания необходимо:

- 1) отпустить фиксирующий болт или гайку;
- 2) при помощи регулировочных гаек (а при их отсутствии вручную) повернуть корпус прерывателя-распределителя относительно ведущего валика на нужный угол, который определяется с помощью шкалы и указателя;
- 3) затянуть фиксирующий болт или гайку.

Кроме механических существуют электронные октан-корректоры, которые предназначены для регулировки угла опережения зажигания во время движения автомобиля. Эти приборы могут использоваться на автомобилях с карбюраторным двигателем и контактной или бесконтактной системой зажигания. Основной блок прибора монтируется в салоне и подключается к штатному электрооборудованию. Изменение угла опережения зажигания производится при помощи органов управления (кнопки «+» и «-» или вращающейся рукоятки), расположенных на лицевой панели прибора.

Принцип действия. Электронные октан-корректоры представляют собой управляемые транзисторные коммутаторы, размыкающие и замыкающие цепь первичной обмотки катушки зажигания, и работают по аналоговому или цифровому принципам.

Аналоговые октан-корректоры после размыкания штатных контактов прерывателя или сигнала бесконтактного датчика задерживают размыкание цепи катушки и образование искрового разряда на свече. Эта задержка выбирается водителем. Аналоговый октан-корректор дает возможность устанавливать угол опережения зажигания не только меньше, но и больше предписанного заводом-изготовителем автомобиля. Для этого при установке прибора необходимо поворотом распределителя выставить начальный момент зажигания раньше «заводского», а затем с помощью электронного октан-корректора восстановить его требуемое значение.

Недостаток такой схемы – при отказе прибора придется возвращать распределитель в исходное положение. Аналоговые октан-корректоры, как правило, позволяют изменять угол опережения зажигания в пределах $12...16^\circ$ угла поворота коленчатого вала.

Цифровые октан-корректоры обеспечивают большую, чем у аналоговых, точность регулирования угла опережения зажигания благодаря встроенному микропроцессору. По сигналам, получаемым микропроцессором от прерывателя или бесконтактного датчика, определяется частота вращения коленчатого вала. По этому параметру с учетом заданной водителем поправки вычисляется необходимый момент

зажигания (момент подачи высоковольтного импульса на свечу). При этом разброс опережения зажигания для разных цилиндров может частично устраняться, а работа центробежного регулятора оптимизироваться. Благодаря цифровой обработке сигнала октан-корректор способен вносить собственную поправку, автоматически корректируя момент зажигания на небольшой угол (не более $1 \dots 1,5^\circ$).

При установке цифровых октан-корректоров не требуется выставлять заведомо раннее зажигание поворотом распределителя. Диапазон регулировки угла опережения зажигания такими приборами составляет обычно $\pm 15^\circ$ по углу поворота коленчатого вала (как в сторону «позднего», так и «раннего» зажигания).

Дополнительные функции. Все представленные на рынке электронные октан-корректоры сконструированы так, чтобы в большей или меньшей степени изменять параметры штатной системы зажигания. Так, при установке на автомобиль с контактной системой зажигания такие приборы превращают ее в контактно-транзисторную. Это позволяет уменьшить ток, пропускаемый через прерыватель, сделать его более надежным и долговечным, а также увеличить ток во вторичной обмотке и тем самым достичь более мощного искрового разряда.

Помимо корректирования угла опережения зажигания большинство приборов имеет ряд дополнительных функций: многоискрового режима, аварийного вибратора, оптимизации работы экономайзера принудительного холостого хода, дополнительного иммобилайзера, отключения октан-корректора и возврата к штатному режиму работы системы зажигания в случае выхода его из строя, электронного тахометра и вольтметра с цифровым индикатором.

Многоискровой режим исключает пропуски воспламенения топливной смеси при пуске двигателя. В этом режиме на свечу подается несколько следующих один за другим (так называемая «пачка») высоковольтных импульсов на каждый такт сжатия. Благодаря этому повышается вероятность воспламенения смеси.

Аварийный вибратор необходим в случае отказа в пути прерывателя или бесконтактного датчика и позволяет автомобилю добраться до места ремонта своим ходом. Прибор имеет генератор импульсов, вырабатывающий сигнал, способный обеспечивать работу двигателя при частоте вращения коленчатого вала 2000...2800 об/мин. В этом режиме импульсы не синхронизируются с положением коленчатого вала и момент зажигания оказывается практически произвольным. Ротор распределителя лишь обеспечивает «попадание искры в нужный цилиндр». При этом система зажигания работает с повышенной нагрузкой, возможна сильная детонация. Длительная работа двигателя с аварийным вибратором нежелательна.

Следует иметь в виду, что при включенном многоискровом режиме или режиме аварийного вибратора показания автомобильного тахометра

могут существенно искажаться.

Оптимизация работы экономайзера принудительного холостого хода (ЭПХХ). Штатные блоки управления экономайзером многих отечественных автомобилей работают неудовлетворительно, что приводит к «провалам» и «дерганию» при трогании и переключении передач.

Программируемый блок управления ЭПХХ, объединенный с электронным октан-корректором, подключается к штатному микропереключателю и запорному клапану карбюратора. Задавая прибору обороты коленчатого вала, на которых клапан ЭПХХ должен открываться и закрываться, можно улучшить работу экономайзера и настроить его под параметры двигателя, например при установке нештатного отечественного карбюратора на иностранный автомобиль.

Имобилайзер – противоугонная блокировка цепи первичной обмотки зажигания, за-пираемая цифровым кодом или отдельным выключателем. Имеет не очень высокую противоугонную надежность, но полезен как дополнительное средство защиты автомобиля.

Отключение октан-корректора и возврат к штатному режиму работы системы зажигания в случае выхода его из строя производится переключением аварийного тумблера на лицевой или задней панели прибора.

Электронный тахометр и вольтметр с цифровым индикатором имеют бóльшую точность и чувствительность, чем штатные стрелочные приборы.

Особенности эксплуатации. Каждая модель октан-корректора предназначена для работы с определенным типом системы зажигания автомобиля. Устанавливая октан-корректор, необходимо обеспечить надежный контакт во всех электрических соединениях (плохой контакт может стать причиной неудовлетворительной работы системы зажигания).

Наличие в автомобиле электронного октан-корректора не дает возможность переходить на бензин с более низким октановым числом. Прибор позволяет избежать вредного влияния детонации, несколько увеличивая при этом расход топлива и токсичность отработавших газов.

Использовать октан-корректор можно не только для устранения негативного влияния топлива низкого качества. Иногда с его помощью подстраивают мощностные показатели двигателя под условия движения автомобиля. Например, установив режим более позднего зажигания, можно улучшить тяговые свойства двигателя при низких оборотах коленчатого вала. Это позволяет избежать пробуксовывания ведущих колес при трогании в грязи или на льду.

Электронный октан-корректор удобен, если автомобиль эксплуатируется попеременно на двух видах топлива (бензин / сжиженный газ). Октановое число газового топлива – около 100 единиц – позволяет устанавливать опережение зажигания на 4...7° больше, чем при работе двигателя на бензине.

Бесконтактная система зажигания.

Бесконтактная система зажигания является конструктивным продолжением контактно-транзисторной системы зажигания. В данной системе зажигания контактный прерыватель заменен бесконтактным датчиком.

Бесконтактная система зажигания стандартно устанавливается на ряде моделей отечественных автомобилей. Применение бесконтактной системы зажигания позволяет повысить мощность двигателя, снизить расход топлива и выбросы вредных веществ за счет более высокого напряжения разряда (30000В) и соответственно более качественного сгорания топливно-воздушной смеси.

Бесконтактная система зажигания показана на рисунке 63.

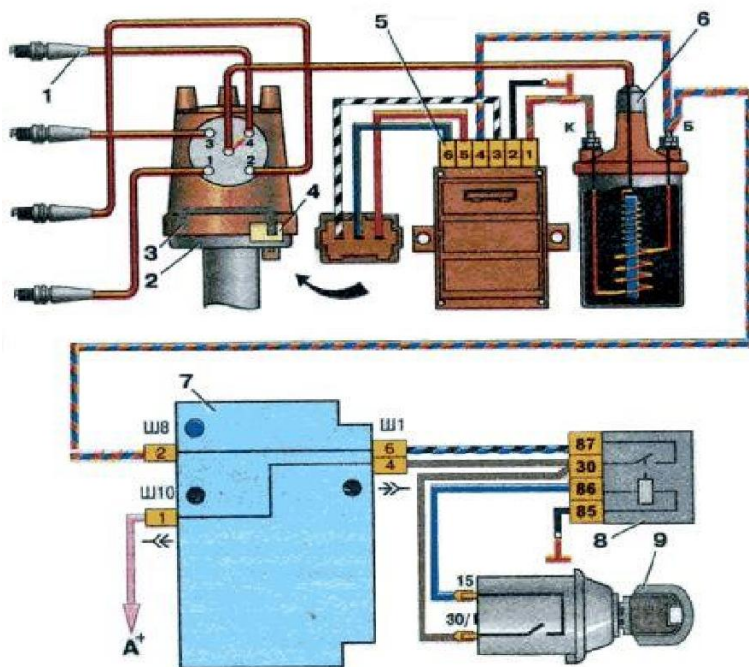


Рис. 63 – Общий вид бесконтактной системы зажигания.

1–свечи зажигания; 2–распределитель; 3–прерыватель; 4–датчик импульсов; 5–коммутатор; 6–катушка зажигания; 7–монтажный блок; 8–реле зажигания; 9–замок зажигания

В целом устройство бесконтактной системы зажигания аналогично контактной системе зажигания, за исключением следующих устройств: датчика

импульсов и транзисторного коммутатора.

Транзисторный коммутатор служит для прерывания тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания в соответствии с сигналами датчика импульсов. Прерывание тока осуществляется за счет отпирания и запираания выходного транзистора.

Датчик импульсов предназначен для создания электрических импульсов низкого напряжения.

Датчик импульсов конструктивно объединен с распределителем и образуют одно устройство – датчик-распределитель. Датчик-распределитель внешне подобен прерывателю-распределителю и имеет аналогичный привод от коленчатого вала двигателя.

Наибольшее распространение получили магнитоэлектрические датчики индукционные (системы с ними маркируются TSZi) и датчики Холла (системы с ними маркируются TSZh).

Индуктивный датчик

Работа индуктивного датчика (рис. 64) положена основана на изменении индукции чувствительного элемента при изменении зазора между ним и ферромагнитным движущимся объектом. Ферромагнитный объект — объект, обладающий ферромагнитными свойствами (т.е. оно активно притягивает к себе магнит и активно притягивается магнитом). В индуктивном датчике имеются катушка из обмотки провода и магнит. В качестве сопряженной детали используется ротор, состоящий из пластин определенного размера.

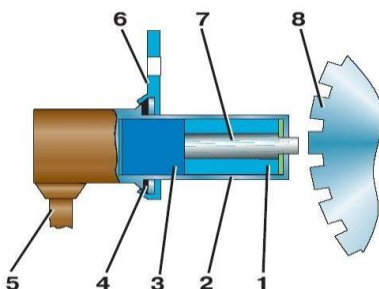


Рис. 64 – Общий вид индуктивного датчика:

1 – обмотка датчика; 2 – корпус; 3 – магнит; 4 – уплотнитель; 5 – кабель; 6 – кронштейн крепления; 7 – магнитопровод; 8 – диск синхронизации.

Каждый раз, когда пластина ротора проходит около датчика импульсов, изменяется магнитное поле, в результате чего в обмотке катушки индуцируется импульсное напряжение.

Индуктивный датчик вырабатывает сигнал, близкий к синусоидальному, поэтому его приходится преобразовывать в форму, более удобную для управления током в первичной обмотке (то есть сигнал датчика

искусственно преобразуется в форму, близкую к прямоугольной, увеличивается крутизна фронта и спада, обрезается верхушка импульса и т.п.).

Датчик Холла.

Магнитоэлектрический датчик Холла (рис. 65) получил свое название по имени Э.Холла, американского физика, открывшего в 1879 г. важное гальваномагнитное явление.

Суть данного явления заключалась в следующем: Если на полупроводник, по которому (вдоль) протекает ток, воздействовать магнитным полем, то в нем возникает поперечная разность потенциалов (ЭДС Холла). Датчик Холла имеет щелевую конструкцию. С одной стороны щели расположен полупроводник, по которому при включенном зажигании протекает ток, а с другой стороны постоянный магнит. В щель датчика входит стальной цилиндрический экран с прорезями. При вращении экрана, когда его прорезы оказываются в щели датчика, магнитный поток воздействует на полупроводник с протекающим по нему током и управляющие импульсы датчика Холла подаются в коммутатор, в котором они преобразуются в импульсы тока в первичной обмотке катушки зажигания.

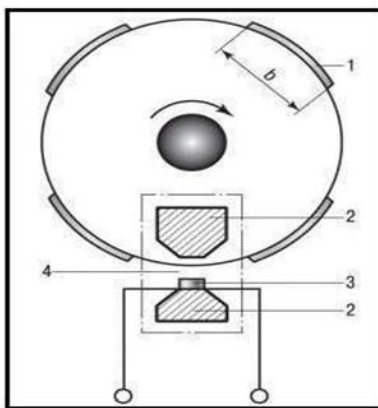


Рис. 65 – Датчик Холла

Датчик состоит из постоянного магнита 2, пластины полупроводника 3 и микросхемы. Между пластинкой 3 и магнитом 2 имеется зазор 4. В зазоре датчика находится стальной экран 1 с прорезями. Когда через зазор проходит прорезь экрана, то на пластинку полупроводника действует магнитное поле и с нее снимается разность потенциалов. Если же в зазоре находится тело экрана, то магнитные силовые линии замыкаются через экран и на пластинку не действуют. В этом случае разность потенциалов на пластинке не возникает. Прорезь в стальном экране пропускает магнитное поле и в полупроводниковой пластине возникает напряжение. Стальной экран не пропускает магнитное поле, и напряжение на полупроводниковой пластине не возникает. Че-

редование прорезей в стальном экране создает импульсы низкого напряжения.

Транзисторный коммутатор служит для прерывания тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания в соответствии с сигналами датчика импульсов. Прерывание тока осуществляется за счет отпирания и запираания выходного транзистора. Коммутатор управляет замыканием первичной цепи катушки зажигания «на массу». При этом он не просто разрывает первичную цепь по сигналу с импульсного датчика – коммутатор должен обеспечить предварительную зарядку катушки необходимой энергией, т.е. до управляющего импульса с датчика коммутатор должен «предугадать», когда нужно замкнуть катушку для того, чтобы зарядить. Причем, он должен это сделать так, чтобы время заряда катушки было приблизительно постоянным (достигался максимум накопленной энергии, но не допускался перезаряд катушки). Для этого коммутатор вычисляет период импульсов, приходящих с датчика. И в зависимости от этого периода вычисляет время начала замыкания катушки. Чем выше частота вращения двигателя, тем раньше коммутатор будет начинать замыкать, но время замкнутого состояния будет одинаковым.

Принцип работы бесконтактной системы зажигания.

При вращении коленчатого вала двигателя датчик-распределитель формирует импульсы напряжения и передает их на транзисторный коммутатор. Коммутатор создает импульсы тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания. В момент прерывания тока индуцируется ток высокого напряжения во вторичной обмотке катушки зажигания. Ток высокого напряжения подается на центральный контакт распределителя. В соответствии с порядком работы цилиндров двигателя ток высокого напряжения подается по проводам высокого напряжения на свечи зажигания. Свечи зажигания осуществляют воспламенение топливно-воздушной смеси.

При увеличении оборотов коленчатого вала регулирование угла опережения зажигания осуществляется центробежным регулятором опережения зажигания.

При изменении нагрузки на двигатель регулирование угла опережения зажигания производит вакуумный регулятор опережения зажигания.

Микропроцессорная система зажигания.

Электронной системой зажигания называется система зажигания, в которой создание и распределение тока высокого напряжения по цилиндрам двигателя осуществляется с помощью электронных устройств. Система имеет другое название - микропроцессорная система зажигания.

Необходимо отметить, что контактно-транзисторная система зажигания и бесконтактная система зажигания также включают электронные компоненты, но данные системы уже имеют свои устоявшиеся названия.

С другой стороны электронная система зажигания не имеет механических контактов, поэтому, по сути, является бесконтактной системой зажигания.

Электронная система зажигания

На современных автомобилях электронная система зажигания является

составной частью системы управления двигателем. Данная система осуществляет управление объединенной системой впрыска и зажигания, а на последних моделях автомобилей и рядом других систем – впускной и выпускной системами, системой охлаждения.

Электронные системы зажигания можно разделить на два вида: системы зажигания с распределителем;

системы прямого зажигания.

Первый вид электронных систем зажигания в своей работе использует механический распределитель, с помощью которого осуществляется подача тока высокого напряжения на конкретную свечу. В системах прямого зажигания подача тока высокого напряжения на свечу производится непосредственно с катушки зажигания.

Отличительной особенностью микропроцессорной системы зажигания является наличие входных датчиков, подключенных к электронному блоку управления. Входные датчики фиксируют текущие параметры работы двигателя и преобразуют их в электрические сигналы. Система электронного зажигания в своей работе использует входные датчики, входящие в состав системы управления двигателем:

- датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- датчик положения распределительного вала;
- датчик массового расхода воздуха;
- датчик детонации;
- датчик температуры воздуха;
- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- датчик давления воздуха;
- датчик положения дроссельной заслонки;
- датчик положения педали газа;
- датчик давления топлива;
- кислородный датчик;
- и другие.

Номенклатура датчиков на разных моделях автомобилей может различаться.

Схема микропроцессорной системы зажигания показана на рисунке 66.



Рис. 66 – Общий вид микропроцессорной системы зажигания.

Электронный блок управления двигателем обрабатывает сигналы входных датчиков и формирует управляющие воздействия на воспламенитель.

Основу воспламенителя составляет транзистор. При открытом транзисторе ток протекает по первичной обмотке катушки зажигания, при закрытом происходит его отсечка и наводка тока высокого напряжения во вторичной обмотке.

Коммутатор («воспламенитель», igniter) – это транзисторные ключи, которые в зависимости от сигнала с ЭБУ включают или отключают питание первичной обмотки катушки (катушек) зажигания. В зависимости от устройства конкретной системы зажигания коммутатор может быть как один, так их может быть и несколько (если в системе зажигания используется несколько катушек).

Существует несколько типов систем с разным расположением коммутаторов:

- а) в одном блоке с ЭБУ;
- б) отдельно для каждой катушки (несколько коммутаторов);
- в) в отдельном блоке коммутаторов;
- г) вместе с катушками соответствующих цилиндров.

Электронная система зажигания может иметь одну общую катушку зажигания, индивидуальные катушки зажигания или сдвоенные катушки зажигания.

Общая катушка зажигания применяется в электронной системе зажигания с распределителем. Индивидуальные катушки зажигания устанавливаются непосредственно на свечу, поэтому необходимость в высоковольтных проводах отпадает.

В системах прямого зажигания также используются сдвоенные катушки зажигания. На четырехцилиндровом двигателе устанавливается две таких катушки: одна для 1 и 4 цилиндров, другая для 2 и 3 цилиндров. Каждая из катушек создает ток высокого напряжения на двух выводах, поэтому искра зажигания всегда происходит одновременно в двух цилиндрах. В одном из цилиндров она воспламеняет топливно-воздушную смесь, в другом происходит вхолостую.

Принцип работы электронной системы зажигания.

В соответствии с сигналами датчика положения коленчатого вала электронный блок управления вычисляет оптимальные параметры работы системы. Осуществляется управляющее воздействие на воспламенитель, который обеспечивает подачу напряжения на катушку зажигания. В цепи первичной обмотки катушки зажигания начинает протекать ток.

При прерывании напряжения, во вторичной обмотке катушки индуцируется ток высокого напряжения. По высоковольтным проводам или непосредственно с катушки зажигания ток высокого напряжения подается к соответствующей свече зажигания. Создающаяся искра в свече зажигания воспламеняет топливно-воздушную смесь.

При изменении скорости вращения коленчатого вала датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя и датчик положения распределительного вала подают сигналы в электронный блок управления, который в свою очередь осуществляет необходимое изменение угла опережения зажигания.

При увеличении нагрузки на двигатель управление углом опережения зажигания осуществляется с помощью датчика абсолютного давления воздуха. Дополнительную информацию о процессе воспламенения и сгорания топливно-воздушной смеси дает датчик детонации. Другие датчики представляют дополнительную информацию о режимах работы двигателя.

6. Система освещения и световой сигнализации

Система освещения и световой сигнализации предназначена для освещения дороги, передачи информации об автомобиле (габаритных размеров, наличии прицепа и полуприцепа и о предполагаемом маневре), а также для освещения кабины, приборов, подкапотного пространства, номерного знака и др. Эта система имеет большое значение в обеспечении безопасности движения.

К приборам системы освещения и световой сигнализации, обязательным к установке на автотранспортные средства относятся:

- фары головного света «ближнего» и «дальнего»;
- передние, задние габаритные фонари;
- указатели поворота передние, задние и боковые (на современных автомобилях совмещены с аварийной сигнализацией);
- фонари заднего хода;

- фонарь сигнала торможения;
- фонарь освещения заднего номерного знака;
- задние противотуманные фонари;
- боковые габаритные огни на транспортных средствах длиной более 6м;
- передние и задние светоотражающие устройства нетреугольной формы;
- боковое светоотражающее устройство на автомобилях длиной более 6м;
- опознавательные фонари автопоезда.

К необязательным световым приборам относятся:

- передние противотуманные фары;
- дневные ходовые огни;
- фонарь подсветки поворота;
- прожектор или фара-искатель.

На прицепах обязательна установка следующих приборов:

- переднего габаритного огня (при ширине прицепа более 1,6м);
- фонарь сигнала торможения;
- фонарь заднего хода (для прицепов массой более 750кг);
- заднего светоотражающего устройства треугольной формы;
- бокового светоотражающего устройства нетреугольной формы.

К необязательным световым приборам на прицепах относятся:

- фонарь заднего хода (для прицепов массой до 750 кг);
- фонарь переднего габаритного огня при ширине прицепа менее 1,6 м;
- заднего светоотражающего устройства нетреугольной формы.

Так же в автомобиле должны быть:

- лампы освещения шкал приборов;
- плафон освещения кабины и подкапотного пространства;
- контрольные лампы.

По функциональному назначению приборы системы освещения можно разделить следующим образом:

Фары– предназначены для освещения дороги в условиях недостаточной освещенности.

Фонари– предназначены для обозначения транспортного средства и подачи световых предупреждающих сигналов, в том числе подсветки государственных регистрационных номеров.

Плафоны подсветки– предназначены для местного освещения указателей приборной панели, кнопок управления, салона автомобиля, дверного проёма, моторного отсека или багажного отделения.

Контрольные лампы– предназначены для индикации неисправностей (например: давление масла, заряд АКБ), включении какой-либо системы (противотуманные фары).

Маркировка ламп.

Конструкцию, применяемость и способы контроля лампы оценивают по следующим характеристикам: категория, тип лампы, номинальное и расчетное

напряжения, номинальное и предельное значения мощности и светового потока, средняя продолжительность горения, световая отдача, тип цоколя, масса, геометрические координаты положения нитевой системы относительно базовой (установочной) плоскости.

Контрольный световой поток – номинальный световой поток этой лампы, при котором измеряются оптические характеристики осветительного прибора.

Базовая плоскость – плоскость, по отношению к которой определяются основные размеры лампы.

Световая отдача – отношение излучаемого источником света светового потока к потребляемой мощности.

К основным световым параметрам источников света относятся: номинальный световой поток лампы, измеряемый в люменах, максимальная сила света, измеряемая в канделах; яркость тела накала, измеряемая в нитах.

Автомобильная лампа накаливания состоит из колбы 1 (рис. 67), одной или двух нитей накала 2 и 3, цоколя 7 с фокусирующим фланцем 5 или без него и выводов 6. Стекло колбы лампы может иметь шаровидную, каплевидную, грушевидную или цилиндрическую форму. Нити накала в двухнитевых лампах имеют различное функциональное назначение.

Цоколь лампы служит для крепления лампы в патроне светового прибора и подведения тока от источника электроснабжения к электродам, соединяющим контакты цоколя с нитями накала. Цоколи могут быть штифтовыми и фланцевыми различной конструкции. В лампе со штифтовым цоколем трудно обеспечить точное расположение нити накала относительно штифтов. Поэтому такие лампы применяются в основном в световых приборах, к которым не предъявляются жесткие требования в отношении светотехнических характеристик.

Для точной фиксации нитей накала относительно фокуса параболического отражателя лампы фар головного освещения снабжают фокусирующим фланцевым цоколем. Конструкция фланца позволяет устанавливать лампу в оптический элемент лишь в одном определенном положении.

Размеры и расположение нити накала в лампе нормируются отечественными и международными стандартами для того, чтобы при замене лампы характеристики светового прибора существенно не изменились.

При прохождении электрического тока нить накала лампы нагревается и при определенной температуре начинает излучать свет. Энергия светового излучения, воспринимаемого человеческим глазом, составляет только небольшую часть потребляемой лампой электрической энергии.

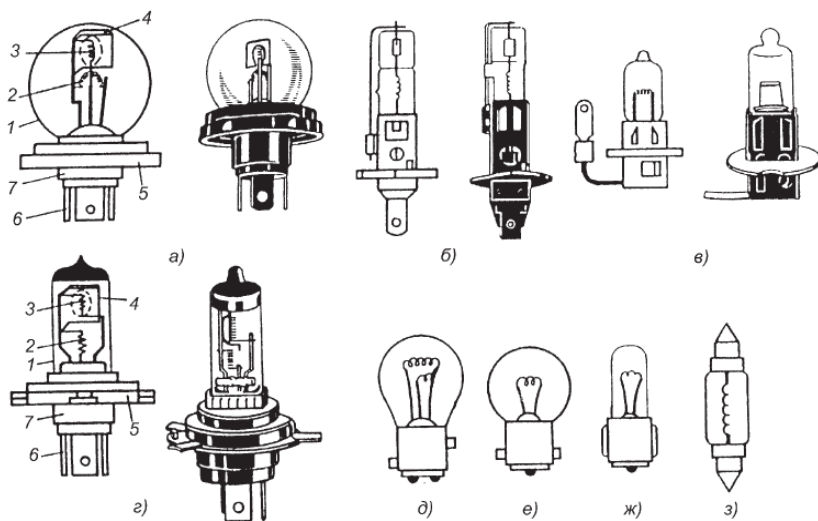


Рис. 67 – Автомобильные лампы накаливания:

а – фар головного освещения с европейской асимметричной системой светораспределения; б – галогенная категория Н1; в – галогенная категория Н3; г – галогенная категория Н4; д – двухнитевая штифтовая; е – одонитевая штифтовая; ж – пальчиковая; з – софитовая; 1 – колба; 2 – нить дальнего света; 3 – нить ближнего света; 4 – экран; 5 – фокусирующий фланец; 6 – выводы; 7 – цоколь

Большая часть электрической энергии выделяется в виде теплового излучения.

Нить накала должна выдерживать высокие температуры, иметь малые размеры. Ее изготавливают из тонкой вольфрамовой проволоки, свитой в цилиндрическую спираль. Спираль крепится к электродам и обычно имеет форму прямой линии или дуги окружности.

Тугоплавкий вольфрам имеет температуру плавления 3380 град. С повышением температуры спирали увеличиваются яркость и световая отдача лампы. Однако при температуре нити накала свыше 2400 град вольфрам интенсивно испаряется и, оседая на стенках стеклянной колбы, образует темный налет, уменьшающий световой поток лампы.

Вольфрам интенсивнее испаряется в вакуумных лампах. Поэтому лампы мощностью свыше 2 Вт заполняют смесью инертных газов аргона и азота или криптона и ксенона. Благодаря большому давлению инертных газов в колбе газонаполненной лампы допускается более высокая температура нагрева спирали, что позволяет увеличить световую отдачу до 14–18 лм/Вт при сроке службы 125–200 ч.

В зависимости от назначения фонарей и фар их габаритных размеров, характеристик светового потока, совместного использования в блочных конструкциях применяют лампы, имеющие различные габариты, электрические характеристики, присоединительный цоколь. Для исключения путаницы лампы должны быть однозначно обозначены. На данный момент существует несколько стандартов обозначения источников света.

В соответствии с ГОСТ2023.01-88 обозначение автомобильных ламп выглядит следующим образом:

A-12-21-2

где: первые буквы обозначают назначение и вид лампы

A – автомобильная лампа;

AMH – автомобильная миниатюрная лампа;

AC – автомобильная софитная лампа;

AKG – автомобильная кварцевая галогенная лампа.

Затем указано номинальное напряжение (12 В); электрическая потребляемая мощность (21 Вт) и в конце номер разработки(2). Данное обозначение неудобно, т.к. в ней не зашифрован тип лампы, а номер разработки относится к конкретной модели лампы. Если мощность указана через дробь – лампа двухрежимная.

Более подробная маркировка типа лампы, конструкции и присоединительным размерам принята в европейском стандарте ECE, но значение питающего напряжения не оговорена, и указывается отдельно:

W – после цифры обозначает мощность(60/55W), либо если “W” в начале маркировки это означает, что лампа имеет стеклянный цоколь

(W5W);

T – миниатюрная цокольная лампа(T4W 12V);

R – лампа с 15-мм цоколем и колбой диаметром до 19 мм(R5W);

P – лампа с 15-мм цоколем и колбой диаметром до 26,5 мм(P21W);

H – указывает, что лампа галогенная(H6W);

C – софитная лампа, патрон расположен с двух сторон(C5W);

Цифра после первой буквы – номер модели лампы(H1, H4, H7);

HB – лампа соответствует американским стандартам(HB1, HB3).

Y – перед числом означает, что цвет колбы оранжевый(PY21W);

D2S и D2R – обозначают газоразрядную лампу, цифра указывает на поколение лампы(1 и 3 со встроенным блоком питания); буква S лампа применяется в прожекторной оптике, R – лампа применяется в рефлекторной оптике.

Маркировка фар и фонарей.

Любой автомобильный световой прибор, сконструирован в соответствии с установленным регламентом, должен иметь маркировку для однозначного определения его назначения, структуры и характеристик. Маркировка на фарах и фонарях различных производителей автомобилей немного отличается по структуре и месту нанесения, но имеет одинаковые

буквенно-цифровые обозначения. В России применяется европейская маркировка, в качестве примера разберем маркировку фары автомобиля европейского производства (рис. 68).

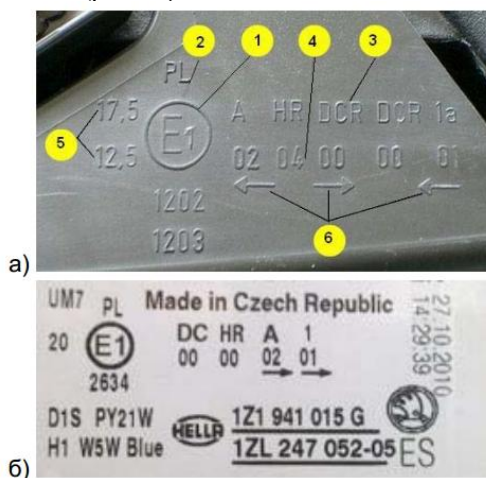


Рис. 68 – Маркировка фары европейского автомобиля:

а-выполненная на корпусе фары; б-на приклеенной дублирующей этикетке

Маркировка наносится, чаще всего, на стекле рассеивателя фары, реже– на корпусе фары, но обязательно в месте, где её можно считать, не демонтируя фару. Также маркировка может быть продублирована приклеенной этикеткой.

Маркировку выполняют таким образом, чтобы в неё нельзя было внести изменения в заводских условиях: при нанесении на корпусе символы наносятся методом формовки при изготовлении корпуса, дублирующая этикетка при попытке её отделения от корпуса-разрушается. При маркировке фары значения параметров расставляют в определенном положении, при отсутствии каких-либо параметров, свойственных этой фаре или фонарю, поле оставляют пустым.

Рассмотрим обозначения и расшифровку параметров в указанных (рис. 68 а) полях: Поле 1. Знак официального утверждения. Знак состоит из круга, в котором проставлена буква «Е», если световой прибор соответствует европейским нормам, правее ставится код страны, предоставившей официальное утверждение, под кругом указывается номер официального утверждения. Расшифровка кодов стран представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Коды стран

1 – Германия;	20 – Польша;	40 – Республика Македония
2 – Франция;	21 – Португалия;	(бывшая Югославия);
3 – Италия;	22 – Российская Федерация;	42 – страны ЕС;
4 – Нидерланды;	23 – Греция;	43 – Япония;
5 – Швеция;	24 – Ирландия;	45 – Австралия;
6 – Бельгия;	25 – Хорватия;	46 – Украина;
7 – Венгрия;	26 – Словения;	47 – Южная Африка;
8 – Чешская Республика;	27 – Словакия;	48 – Новая Зеландия;
9 – Испания;	28 – Беларусь;	49 – Кипр;
10 – Сербия;	29 – Эстония;	50 – Мальта;
11 – Соединенное	31 – Босния и Герцеговина;	51 – Республика Корея;
Королевство;	32 – Латвия;	52 – Малайзия;
12 – Австрия;	34 – Болгария;	53 – Таиланд;
13 – Люксембург;	36 – Литва;	56 – Черногория;
14 – Швейцария;	37 – Турция;	58 – Тунис.
16 – Норвегия;	39 – Азербайджан;	не присвоенные коды:
17 – Финляндия;		15, 30, 33, 35, 38, 41,
18 – Дания;		44, 54, 55, 57.
19 – Румыния;		

Вместо “Е” в круге может быть аббревиатура DOT (расшифровывается как Department Of Transport, т.е. министерство транспорта), это означает, что световое распределение пучка соответствует американскому стандарту.

Поле 2. Материал фары: PL – пластмассовый рассеиватель, S – цельностеклянная лампа-фара.

Поле 3. Код назначения фары или фонаря. Если код один, следовательно, этот прибор выполняет только одну функцию(как правило, на фонарях). Если кодов несколько, следовательно, этот блок-фонарь или блок-фара предназначены для выполнения нескольких функций.

Обозначение кодов:

HC – в блок устанавливается единственная галогенная лампа, которая обеспечивает дальнее и ближнее освещение.

CR – фара под стандартные лампы накаливания. Она считается устаревшей, ее можно встретить на автомобилях старше 10 лет.

DC, DCR, DR – международная маркировка фар под ксенон, которой придерживаются все производители оригинальных комплектующих.

Литера D обозначает, что фара укомплектована соответствующим рефлектором и линзами.

Противотуманные фары с кодом HC, HR, HC/R не предназначены под ксенон. Также запрещается устанавливать ксенон в заднее освещение.

PL – дополнительная маркировка, которая обозначает использование в блоке фары отражателя из пластмассы. Дополнительные комбинации кода для обозначения характеристик оптики: DC/DR – фара под ксенон с двумя модулями.

DCR – ксенон дальний.

DC – ксенон ближнего света.

На наклейке часто можно увидеть стрелку и набор символов для

обозначения стороны движения: LHD – левый руль. RHD – правый руль.

B – противотуманная фара;

A – габаритный огонь передний;

R – габаритный огонь задний;

S1, S2 – сигнал торможения основной;

S3 – сигнал торможения дополнительный;

R-S – двухрежимный фонарь «габарит– сигнал торможения»;

F – задний противотуманный фонарь;

AR – фонарь заднего хода;

1, 1a, 1b – указатель поворота передний;

2, 2a, 2b – указатель поворота задний;

3, 4, 5, 6 – указатель поворота боковой, комбинированием с буквой R или L указывается сторона установки;

RL – дневной ходовой огонь;

L – фонарь освещения заднего номерного знака;

SM1 – боковой габаритный огонь для грузового транспортного средства;

SM2 – боковой габаритный огонь для легкового транспортного средства;

IA – задние светоотражатели установленные на автомобилях, отдельно от задних фонарей.

IB – задние светоотражатели установленные на автомобилях, встроенные в задние фонари.

IIA – задние светоотражатели установленные на прицепах, отдельно от задних фонарей

IIIB – задние светоотражатели установленные на прицепах, встроенные в задние фонари.

Поле 4. Особенности режима работы оптических элементов. Цифра, указанная рядом с кодом назначения, говорит о серии поправок к требованиям Правил ЕЭК ООН.

Поле 5. «Ведущее число» освещенности, т.е. коэффициент максимального значения силы света для данной фары в режиме «дальний свет».

Поле 6. Направление движения. Стрелка указывает, для какой организации движения предназначено светораспределение данной фары в режиме «ближний свет». Для стран с правосторонним движением стрелка не ставится, для стран с левосторонним движением указывается стрелка. Если указаны две стрелки, направленные в разные стороны, фара пригодна и для левостороннего движения и для правостороннего.

Также рядом с маркировкой может быть указан производитель фары и производитель автомобиля, но это требование не обязательное.

На фарах указывается наклон светотеневой границы в режиме «ближний свет». Наклон указывается в процентах (1,3 %) , и характеризует,

на сколько дециметров ниже линии горизонта должна быть светотеневая граница светового пучка фары на дистанции в 10 метров. Для указанного на рисунке 10 угла, значение будет равно 130 мм.

Электрические цепи приборов освещения и сигнализации включают: источник тока (АКБ или генератор), выключатель, прибор освещения или сигнализации, соединительные провода. Кроме того, в цепь указателя поворотов включено реле.

Устройство всех приборов внешнего освещения и световой сигнализации (фар, указателей поворотов, стоп-сигналов, габаритных фонарей и т.п.) одинаковое — они состоят из следующих деталей: корпуса, патрона (ламподержателя), лампы, отражателя, рассеивателя, проводов и соединительных контактов. Рассеиватель, отражатель и лампа образуют оптический элемент.

Фара состоит из следующих основных деталей: корпуса, патрона (ламподержателя), отражателя, рассеивателя, проводов и соединительных контактов (рис. 69). Рассеиватель, отражатель и лампа образуют оптический элемент.

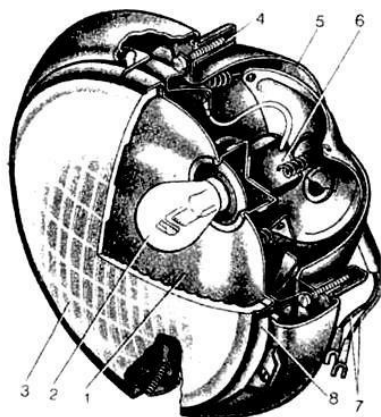


Рис. 69 – Фара:

1 – отражатель; 2 – лампа; 3 – рассеиватель; 4 – регулировочный винт; 5 – корпус; 6 – патрон; 7 – провода; 8 – ободок

На большинстве современных автомобилей используют блок-фары, которые объединяют фару, передний указатель поворотов и габаритный фонарь. Блок-фара состоит из корпуса, отражателя и рассеивателя (рис. 70). Внутри нее в специальном гнезде установлена лампа, имеющая два режима работы – ближнего и дальнего света фар. Управление режимами работы фар производится из салона автомобиля с помощью переключателя. Также в фаре находится лампа габаритного света, которая включается для обозначения размеров машины. В этом же общем корпусе располагается и лампа указателя

поворота.



Рис. 70 – Блок-фара:

а – варианты внешнего вида; б – принципиальное устройство; 1 – корпус; 2 – отражатель; 3 – рассеиватель; 4 – лампа ближнего-дальнего света; 5 – лампа габаритного света; 6 – лампа указателя поворота

В конструкции фары необходимо предусмотреть регулировку направления светового пучка, которая производится поворотом оптического элемента, если фара с подвижным рассеивателем (рис. 71), или отражателя относительно корпуса, если фара с неподвижным рассеивателем (рис. 72).

Источник света устанавливается с внутренней стороны отражателя и, при выходе из строя, достаточно легко меняется.

Лампа-фара является неразборным оптическим элементом и включает в себя рассеиватель, отражатель и лампу. Лампы-фары хорошо защищены от попадания влаги и грязи, но при перегорании спирали их приходится менять целиком. По этой причине на автомобилях такие фары применяются крайне редко.

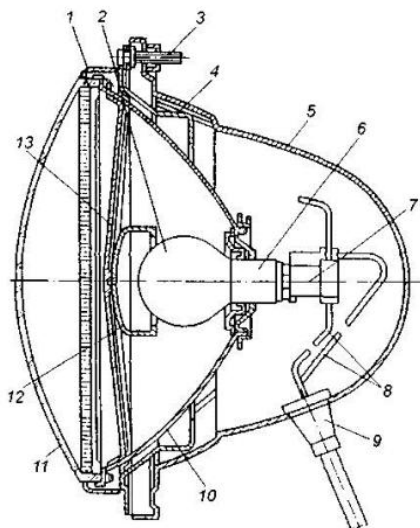


Рис. 71 – Автомобильная фара с подвижным рассеивателем:

1-внутренний ободок; 2-источник света; 3-регулирующий винт направления светового потока; 4-опорное кольцо; 5-корпус; 6-цоколь лампы; 7-соединительная колодка; 8-провода; 9-держатель проводов; 10-отражатель; 11-рассеиватель; 12-теневого экран прямого света; 13-держатель экрана

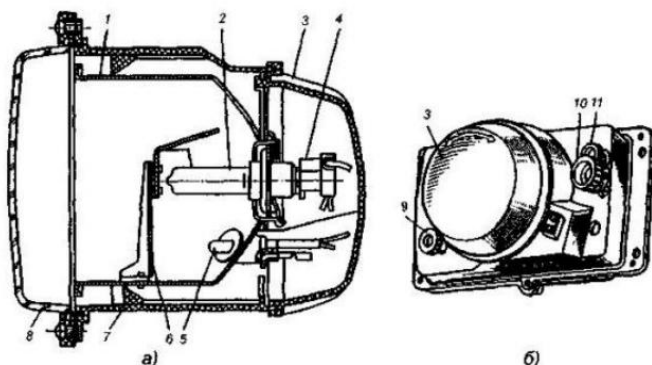


Рис. 72 – Автомобильная фара с неподвижным рассеивателем:

а- внутреннее устройство фары; б-расположение ручек регулирования; 1-отражатель; 2-источник света; 3-крышка; 4-соединительная колодка; 5-лампа габаритного огня; 6-теневого экран; 7-корпус; 8-рассеиватель; 9-ручка регулирования в горизонтальной плоскости; 10-ручка корректора; 11-ручка регулирования в вертикальной плоскости

В проекторных фарах (рис. 73) устанавливается собирающая линза. Свет

от источника попадает на отражатель и направляется на собирающую линзу которая формирует пучок света, ненужная часть светового потока поглощается теньвым экраном. Данный вид фар получает все более широкое распространение по причине своей компактности и отличной организацией светового потока.

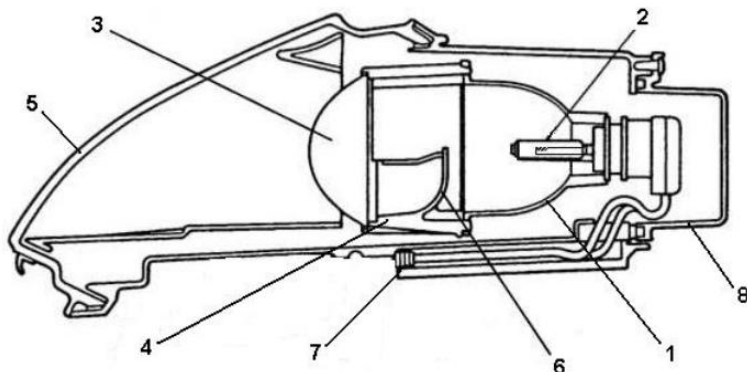


Рис. 73 – Автомобильная проекторная фара:

1-отражатель; 2-источник света; 3-собирающая линза; 4-кронштейн линзы; 5-рассеиватель; 6-теньвой экран; 7-корпус фары; 8-крышка

Если несколько световых приборов, выполняющих различные функции и работающие в разных режимах объединены в одном корпусе, то такой прибор будет называться блок-фарой или блок-фонарём.

Отражатель такой блок-фары может быть параболическим (однофокусным, двухфокусным или многофокусным), полиэллипсоидным.

Источники света

В качестве источника света применяются следующие виды электрических приборов:

- лампа накаливания вакуумная;
- лампа накаливания галогенная;
- лампа газоразрядная;
- светодиоды.

В основе работы лампы накаливания лежит эффект нагревания проводника при прохождении через него электрического тока. Тело накаливания изготавливается из тугоплавкого материала, чаще вольфрама или реже осмия. Для получения свечения видимого спектра тело накаливания нагревается до температуры 2000-2500°С, но при такой температуре в воздушной среде материал мгновенно бы окислился и разрушился, поэтому вокруг создают инертную среду. В самом простейшем случае эта среда – вакуум. Для предотвращения разрушения колбы лампы под действием разницы

давлений её форма выбрана в виде сферы.

Время службы вакуумной лампы накаливания ограничено из-за испарения материала нити во время работы, возникновению истончённых участков с повышенным электрическим сопротивлением, что, в свою очередь, ведёт к ещё большему нагреву этих участков нити и её оплавления, и как следствие, лампа выходит из строя.

Если колбу лампы накаливания заполнить инертным газом, то испарение нити накала значительно уменьшается, но все же остается (приводит к почернению колбы и снижает светоотдачу).

Галогенные лампы заполнены внутри галогенным газом под давлением от 25 до 200 МПа. При нагреве нити накала пары йода или брома препятствуют испарению вольфрама, это позволяет повысить температуру нити накала и увеличить световую отдачу на 50-60%. При работе такой лампы ее колба нагревается до температуры 600-700°C, что предъявляет определенные требования к установке этих ламп и материалам фары для исключения их разрушения. Форма колбы галогенных ламп выполнена в виде цилиндра, что позволяет противодействовать разрыву из-за внутреннего давления и минимизировать объем газа внутри, что, в свою очередь, влияет на стоимость ламп.

Газоразрядные или «ксеноновые» лампы излучают свет за счет дугового разряда в газовой среде. Внутри кварцевой колбы, заполненной под давлением около 300 МПа, парами ртути, йодидами металлов и ксенона, образуется электрическая дуга между двумя электродами.

Лампа более сложна в управлении т.к. для образования дугового разряда необходимо подать на лампу напряжение величиной 18-30 кВ, а для поддержания горения дуги на лампу подается переменное напряжение от 65 до 102 В. Напряжение, подаваемое на лампу, постоянно регулируется, и поэтому необходим специальный блок питания.

Так как температура дуги значительно превосходит температуру раскаленного вольфрама галогенной лампы, следовательно, газоразрядная лампа обеспечивает значительно больший световой поток, при этом требуя меньшей подводимой электрической мощности.

Задний фонарь – это, как правило, объединенные в одном корпусе стоп-сигнал, указатель поворота, фонарь заднего хода, габаритный фонарь и светоотражатель (рис. 74).



а б

Рис. 74 – Задний фонарь:

а – варианты внешнего вида; б – принципиальное устройство; 1 – стоп-сигнал; 2 – светоотражатель; 3 – фонарь заднего хода; 4 – габаритный фонарь; 5 – указатель поворота

Для того чтобы намерение водителя совершить поворот или перестроение было видно со всех сторон, на автомобиле устанавливают передние, задние и боковые указатели поворотов. Передние указатели обычно располагают в блок фаре, задние – в заднем фонаре, а боковые устанавливают отдельно (обычно на передних крыльях автомобиля, иногда на корпусах боковых зеркал).

На многих автомобилях в качестве опции устанавливают противотуманные фары, которые предназначены для улучшения видимости дороги и автомобиля при сложных погодных условиях (туман, сильный дождь, снег и т.п.). Противотуманные фары устанавливаются ниже основных фар и используются совместно с ними.

Устройство основных приборов системы освещения и световой сигнализации (на примере автомобиля ВАЗ 2107) представлены на рис. 75.

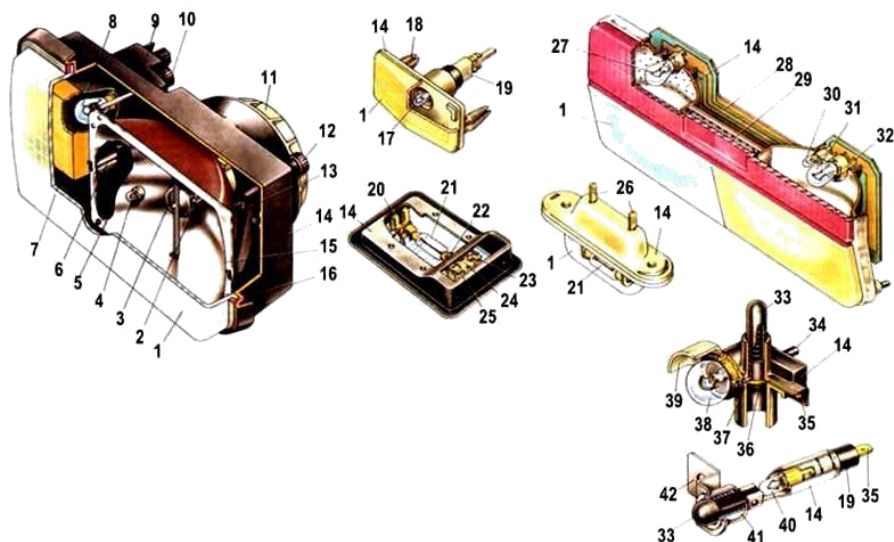


Рис. 75 – Устройство приборов освещения и световой сигнализации (на примере автомобиля ВАЗ 2107):

1 – рассеиватель; 2 – лампа фары; 3 – экран лампы; 4 – лампа габаритного света; 5 – оттяжная пружина; 6 – упор; 7 – рассеиватель указателя поворота; 8 – лампа указателя поворота; 9 – гнездо для присоединения гидрокорректора фар; 10 – винт для регулирования пучка света фары в вертикальном направлении; 11 – кожух; 12 – винт для регулирования пучка света фары в горизонтальном направлении; 13 – кронштейн; 14 – корпус; 15 – рефлектор (отражатель); 16 – клей для приклеивания и герметизации рассеивателя; 17 – лампа бокового указателя поворотов; 18 – держатель бокового указателя поворотов; 19 – держатель штекеров с патроном лампы; 20 – стойка-штекер для подвода напряжения и крепления лампы; 21 – лампа; 22 – стойка лампы освещения салона; 23 – штекер для соединения с массой; 24 – выключатель; 25 – штекер для соединения с выключателями, расположенными в стойках дверей; 26 – штекеры-держатели лампы подсветки номерного знака; 27 – лампа противотуманного света; 28 – печатная плата заднего фонаря; 29 – катафот (светоотражатель); 30 – лампа габаритного света; 31 – лампа стоп-сигнала; 32 – держатель печатной платы; 33 – кнопка; 34 – болт крепления лампы; 35 – штекер для подвода напряжения; 36 – контактная шайба; 37 – опорный штифт пружины; 38 – лампа освещения подкапотного пространства; 39 – экран лампы; 40 – лампа освещения вещевого ящика (бардачка); 41 – направляющая кнопка; 42 – кронштейн крепления лампы вещевого ящика

Основные элементы приборов освещения и световой сигнализации.

Лампы могут быть одноконтатные и двухконтатные. В фарах

преимущественно устанавливают двухнитевые (двухконтактные) лампы для дальнего и ближнего света. Применяют также двухконтактные лампы с экраном, который в сочетании с рассеивающим стеклом обеспечивает смещение пучка света вправо вниз, что уменьшает ослепление водителей встречных машин. В остальных приборах устанавливают однонитевые лампы.

Отражатель отражает свет и направляет световой пучок в сторону рассеивателя. Отражатель имеет зеркальную поверхность, которая отполирована, покрыта лаком и тонким слоем алюминия или хрома. Форма отражателя – полусферическая, что обеспечивает концентрацию светового пучка.

Рассеиватель фары необходим для уменьшения ослепляющего действия светового пучка. Он имеет выпуклую форму, а с внутренней стороны – светопреломляющие выступы.

Выступы расположены так, чтобы получающееся пятно было эллипсовидной формы и направлено вниз. Направление пучка света можно регулировать винтом, изменяющим положение оптического элемента. Рассеиватели указателя поворотов, стоп-сигнала и габаритных огней обеспечивают необходимую видимость этих световых приборов для водителей других транспортных средств и пешеходов. Рассеиватели указателей поворотов имеют оранжевый цвет, рассеиватели стоп-сигналов, габаритных фонарей и светоотражателей – красный.

7. Вспомогательное электрооборудование тракторов и автомобилей.

К вспомогательному оборудованию относится группа приборов и устройств, обеспечивающих звуковую сигнализацию, отопление и вентиляцию места водителя пассажирского салона, очистку стекол и световых приборов, подъем и опускание стекол, радиоприем, радиосвязь и другие вспомогательные функции.

Системы звуковой сигнализации предназначены для обеспечения безопасности движения автомобиля в транспортном потоке и используются для оповещения пешеходов и водителей других транспортных средств о наличии и приближении автомобиля. Звуковые сигналы также используются для оповещения о состоянии рабочих агрегатов автомобиля и включаются в противоугонные устройства.

Система звуковой сигнализации состоит из звуковых сигналов (одного или нескольких), выключателя и реле звуковых сигналов, соединительных проводов.

Звуковые сигналы подразделяют:

- по характеру звучания – на шумовые и тональные;
- по устройству – на рупорные и безрупорные;
- по роду тока – на сигналы постоянного и переменного тока;
- по принципу действия – на электрические вибрационные и

электропневматические.

Электроснабжение звуковых сигналов постоянного тока осуществляется от бортовой сети электрооборудования автомобиля.

Звуковое давление должно быть в пределах от 85 до 125 дБ.

По устройству и принципу действия шумовые и тональные сигналы незначительно отличаются друг от друга. Наиболее широко распространены электрические вибрационные безрупорные и рупорные звуковые сигналы сравнительно малой мощности от 40 до 60 Вт, обладающие достаточно хорошим звучанием. Они представлены в соответствии с рисунком 76.

Для того, чтобы исключить влияние колебаний автомобиля на звукоизлучение, применяют рессорную подвеску звуковых сигналов. Следует учитывать, что слышимость сигнала изменяет возникающее при движении автомобиля вихревое движение воздуха. Кроме того, чем больше скорость автомобиля, тем меньше расстояние, на котором слышен сигнал.

Обычно на автомобиле устанавливают комплект звуковых сигналов: один низкого тона и один или два высокого тона. В зависимости от силы потребляемого тока звуковые сигналы в комплекте включают параллельно или последовательно. Включение безрупорных сигналов, которые потребляют токи меньшей силы, чем рупорные, осуществляется непосредственно механическим выключателем звуковых сигналов (кнопкой, рычагом или механическими выключателями иной конструкции). Рупорные сигналы потребляют токи силой, превышающей допустимые значения для механических выключателей звуковых сигналов. Для включения сигналов в таком случае применяют промежуточные электромагнитное реле (реле сигналов), при применении которых через механический выключатель звуковых сигналов протекает ток небольшой силы, потребляемый обмоткой реле звуковых сигналов.



а

б

Рис. 76 – Электрические звуковые сигналы

а – безрупорный сигнал; б – рупорный сигнал

Также при установке двух или более безрупорных сигналов ток, проходящий через контакты выключателя звуковых сигналов, может достигать

таких значений, при которых произойдет их подгорание. В этих случаях также для разгрузки выключателя сигналов применяется электромагнитное реле.

Цепь электроснабжения звуковых сигналов обязательно защищается предохранителями.

Комплект сигналов, как правило, включает два безрупорных или два рупорных (низкого и высокого тонов), настроенных на совместную работу.

Принципиальная электрическая схема управления звуковыми сигналами автомобиля Урал-4320-31 представлена в соответствии с рисунком 77. На автомобиле установлено два рупорных сигнала.

Принцип работы электрического звукового сигнала представлен на примере безрупорного шумового звукового сигнала. Его устройство проще, чем рупорного. Принцип действия и устройство рупорных тональных звуковых сигналов (например, автомобиля Урал-4320-31) во многом аналогичны устройству и действию безрупорного шумового звукового сигнала. Но резонатором в тональном сигнале является столб воздуха, заключенный в его рупоре.

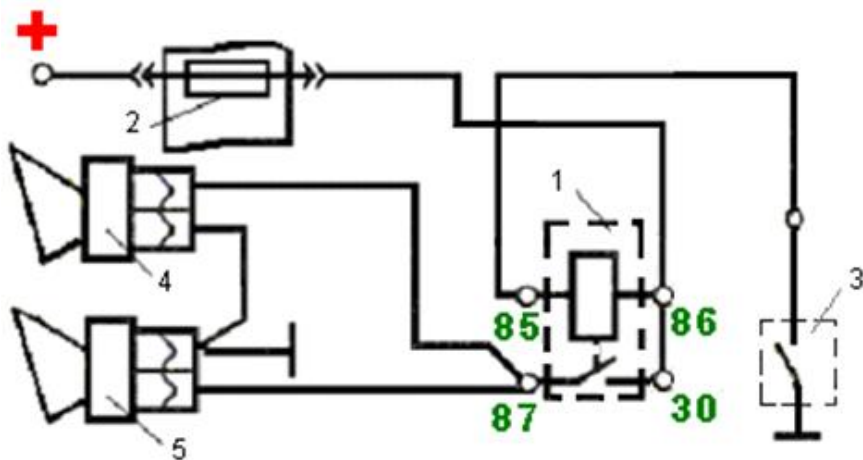


Рис. 77 – Принципиальная электрическая схема управления звуковыми сигналами автомобиля Урал-4320-31

1 – реле звуковых сигналов 901.3747 (30, 85, 86, 87 – обозначение его контактов); 2 – предохранитель плавкий ПР119-01; 3 – выключатель звуковых сигналов 2802.3829; 4, 5 – сигналы звуковые низкого и высокого тона С306Д и С307Д

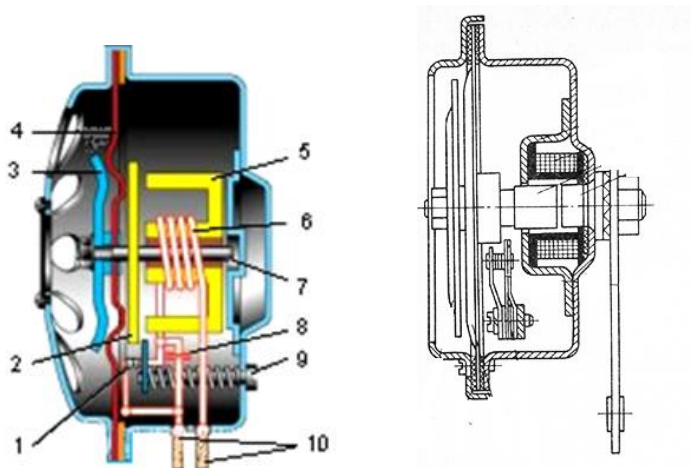


Рис. 78 – Устройство безрупорного шумового звукового сигнала
 1 – контакты; 2 – якорь; 3 – резонатор; 4 – мембрана; 5 – сердечник; 6 – обмотка электромагнита; 7 – стержень мембраны; 8 – искрогасящий конденсатор; 9 – регулировочный винт; 10 – выводы обмотки

Выводы обмотки 10 сигнала подсоединены: один через выключатель звукового сигнала к корпусу автомобиля (к выводу «–») аккумуляторной батареи (АКБ); а другой – к выводу «+» АКБ. При включении сигнала электромагнит, состоящий из сердечника 5 и обмотки 6, притягивает якорь 2, вместе с которым перемещается мембрана 4 с резонатором 3.

В конце хода якоря 2 размыкаются контакты 1 прерывателя. Обмотка электромагнита 6 обесточивается и под действием упругой силы мембрана 4 движется в обратном направлении, вновь замыкая контакты. Пока включен выключатель сигнала цикл движения якоря с мембраной повторяется. Вибрация мембраны передается резонатору 3. Частота колебаний мембраны и резонатора определяют тон и силу звучания сигнала. Регулировочный винт 9 изменяет характер звучания сигнала, меняя положение контактов относительно якоря. Для уменьшения искрения контактов 1 параллельно им включается конденсатор 8.

Принципиально рабочий процесс тонального звукового сигнала (рис.79) аналогичен действию шумового сигнала. Основное отличие состоит в том, что резонатором его сигнала является столб воздуха, находящейся в рупоре.

Он также имеет корпус, электромагнит, прерыватель и мембрану 6. Рупор образуется соединением его корпуса 7 и крышки 8. Конфигурация рупора обеспечивает взаимную настройку частот колебания мембраны и воздушного столба, чем достигается получение громкого звука определенного тона. Конец

рупора расширяется для эффективного излучения звука. Для уменьшения искрения контактов прерывателя в тональных сигналах так же, как и в шумовых, параллельно контактам включают резисторы или конденсаторы. В малогабаритных сигналах средства, уменьшающие искрение контактов, не устанавливаются.

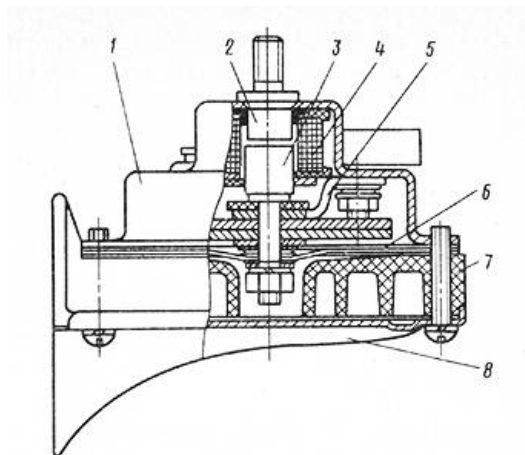


Рис. 79 – Устройство тонального рупорного сигнала автомобиля

1 — корпус электромагнита; 2 — сердечник электромагнита; 3 — якорь; 4 — катушка; 5 — ярмо электромагнита; 6 — мембрана; 7 — корпус рупора; 8 — крышка рупора.

Настройка тонального сигнала на требуемую звуковую частоту осуществляется путем изменения хода подвижного контакта прерывателя. При этом определенное значение имеет объем воздуха, находящейся в рупоре.

В сравнении с шумовыми сигналами, потребляющими ток 4...6 А, тональные сигналы потребляют ток до 10 А. В связи с этим их включение не может осуществляться посредством механических кнопок. Для включения таких сигналов (рис. 80) используются промежуточные реле.

При нажатии на кнопку управления сигналами Кн.С подается электропитание на обмотку реле включения сигналов РС. Возникающая при этом магнитодвижущая сила притягивает якорь реле и замыкает контакты этого реле К1РС, чем обеспечивается подача тока к контактам звуковых сигналов ТС и ШС и их параллельное включение. Такое решение позволяет направить относительно большой ток, порядка 20...30А, потребляемый звуковыми сигналами, через контакты реле РС, чем обеспечивается разгрузка контактов кнопки Кн.С.

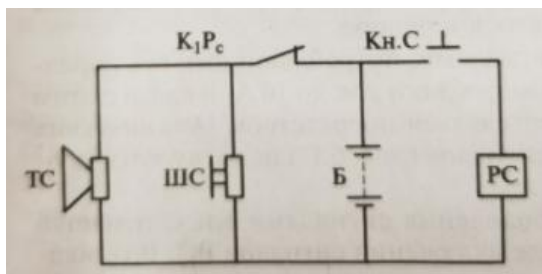


Рис.80 – Схема включения звуковых сигналов
 К1Рс–контакты реле включения сигналов; Кн.С–кнопка управления звуковыми сигналами; ТС–тональный сигнал; ШС–шумовой сигнал; Б–аккумуляторная батарея; РС–реле включения сигналов.

Принципиальная электрическая схема управления звуковым сигналом автомобиля ВАЗ-2110 представлена на рисунке 81, автомобиля «Лада Приора» – на рисунке 82.

Звуковой сигнал автомобиля «Лада Приора» закреплен на усилителе панели рамки радиатора в моторном отсеке. Он включается центральной кнопкой рулевого колеса. Контактное кольцо выключателя закреплено на рулевом колесе, а подпружиненные контакты – на соединителе подрулевого переключателя.

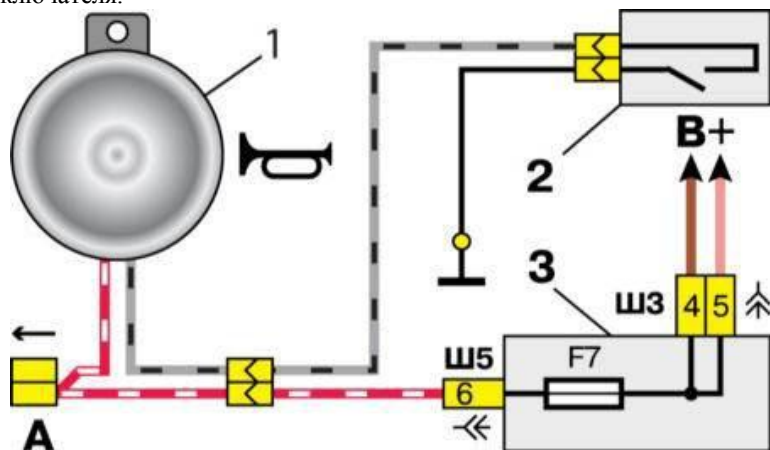


Рис. 81 – Схема включения звукового сигнала автомобиля ВАЗ-2110:
 1 – звуковой сигнал; 2 – выключатель звукового сигнала; 3 – монтажный блок; А – колодка проводов к электродвигателю вентилятора системы охлаждения двигателя; В – к источникам питания

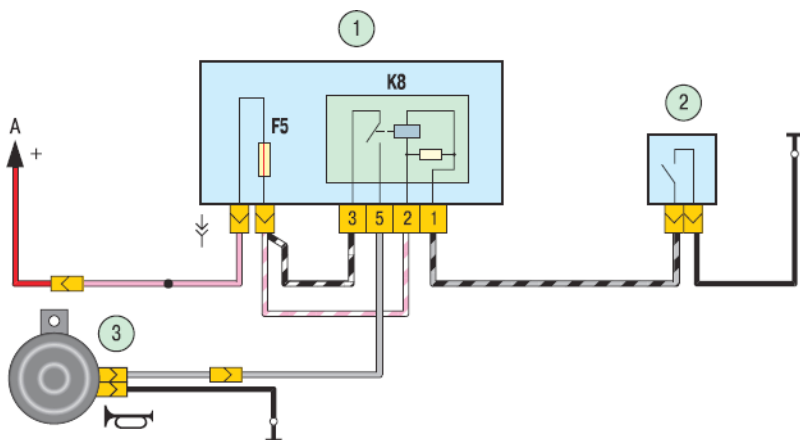


Рис. 82 – Схема включения звукового сигнала автомобиля «Лада Приора»: 1 – монтажный блок; 2 – выключатель звукового сигнала; 3 – звуковой сигнал; А – к основному блоку предохранителей (F3); В – к блоку управления электронной противотуманной системы, вывод «20»; К8 – реле включения звукового сигнала

Электропривод вспомогательного оборудования.

Для привода в действие отопительных и вентиляционных установок, стекло- и фарочистителей, стеклоподъемников и другого вспомогательного оборудования в автомобилях используется электропривод. Электропривод состоит из управляемого электродвигателя, системы передачи механической энергии потребителю и системы управления. Довольно часто электродвигатель объединяют с системой передачи энергии и частично с системой управления и защиты. Электродвигатель, объединенный с редуктором, образует моторедуктор. На автомобилях и тракторах устанавливаются коллекторные электродвигатели постоянного тока мощностью, выбираемой из ряда 6, 10, 16, 25, 40, 60, 90, 120, 150, 180, 250 Вт, и частотой вращения, соответствующей ряду 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 8000, 9000 и 10000 мин⁻¹.

Устройство электродвигателей, используемых в приводе вспомогательного электрооборудования автомобилей

Двигатели с электромагнитным возбуждением имеют параллельное, последовательное и смешанное возбуждение. Регулирование их частоты вращения может осуществляться введением резистора в цепь возбуждения или якоря, переключением в цепи обмотки возбуждения. Реверсивные двигатели снабжены двумя обмотками возбуждения. Электродвигатели малой мощности (до 60 Вт) выполняются двухполюсными, пакеты статора и якоря набираются из стальных пластин. Пример конструкции электродвигателя с электромагнитным возбуждением представлен на рисунке 83.

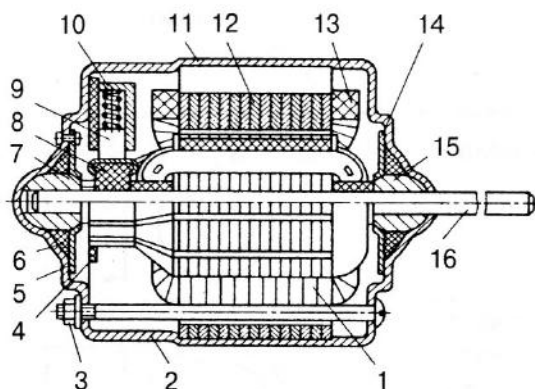


Рис. 83 – Электродвигатель с электромагнитным возбуждением:
 1 – якорь; 2 – крышка; 3 – винт; 4 – траверса; 5, 14 – плоские пружины; 6 – сальник; 7, 15 – подшипники; 8 – коллектор; 9 – щетки; 10 – щеткодержатель; 11 – корпус; 13 – обмотка возбуждения; 16 – выходной вал

Применение постоянных магнитов упрощает конструкцию электродвигателя. В автомобильных электродвигателях используются магниты из гексаферрита бария изотропные 6БИ240, М6БИ230Ж и анизотропные 24БА210, 18БА220 и 14БА255. Последние три цифры в наименовании магнита указывают на величину его коэрцитивной силы по намагниченности в килоамперах (кА). Коллекторы выполняются штамповкой из медной ленты или трубы с продольным пазами на внутренней поверхности и спрессовываются пластмассой. В электродвигателях применяются щетки марок М1, 96, 960, ЭГ51. В двухскоростных электродвигателях между двумя основными щеткам устанавливается третья. Частота вращения электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов зависит от числа рабочих проводников обмотки якоря, заключенных между щетками. При подаче питания на третью щетку число таких проводников уменьшается, и частота вращения растет. Коэффициент полезного действия электродвигателей зависит от их мощности, но обычно не превышает 60%.

Устройство и принцип работы стеклоочистителя.

Стеклоочиститель предназначен для механической очистки лобового стекла (в некоторых моделях автомобилей и заднего) от атмосферных осадков и грязи. Электрический стеклоочиститель (рис. 84) состоит из электродвигателя 1, червячного редуктора 3, привода (кривошипный механизм 4, система рычагов и тяг 2 и щеток 5.

Электродвигатель стеклоочистителя через червячный редуктор приводит во вращение кривошип, который через систему приводных рычагов и тяг сообщает щеткам качательные движения. Алгоритм управления

стеклоочистителем в простейшем случае должен обеспечивать работу с малой и большой частотой вращения его электродвигателя и укладку щеток при отключении стеклоочистителя в крайнее положение, в котором они не мешают обзору водителя.

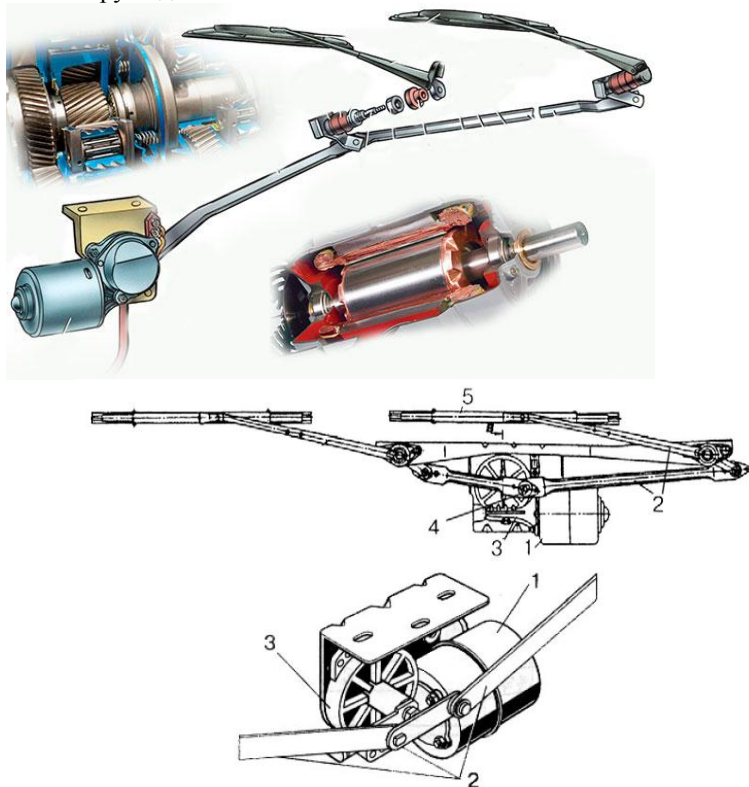


Рисунок 84 – Устройство стеклоочистителя

На рисунках 85 и 86 приведены схемы управления стеклоочисткой с электродвигателями, возбуждаемыми постоянным магнитом, и с электромагнитным возбуждением, соответствующие этому алгоритму. Переключатель SA имеет три положения, соответствующие требованиям алгоритма работы стеклоочистителя. В положении I электропитание подается непосредственно на основные щетки электродвигателя, и он работает на низкой частоте вращения. Перевод переключателя в положение II подводит питание к третьей щетке электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов или через резистор к параллельной обмотке возбуждения двигателя со смешанным электромагнитным возбуждением. При этом двигатель переходит на высокую частоту вращения с повышенной интенсивностью очистки. Для остановки привода выключатель переводится

в положение 0.

Однако двигатель при этом сразу не останавливается и продолжает работать, получая питание через размыкающий контакт концевого выключателя SQ.

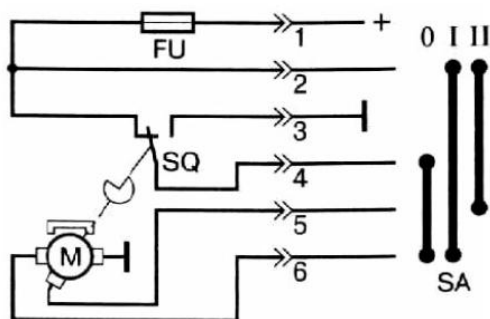


Рис. 85 – Схема управления двухскоростным стеклоочистителем при использовании электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов

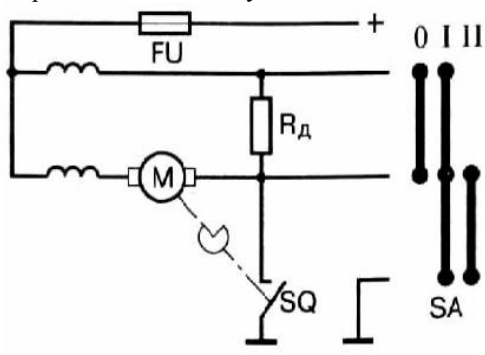


Рис. 86 – Схема управления двухскоростным стеклоочистителем при использовании электродвигателя с электромагнитным возбуждением

В схеме на рисунке 85 после установки щеток в крайнее положение концевой выключатель срабатывает и замыкает замыкающий контакт, после этого электропитание двигателя прекращается, и он ускоренно останавливается в режиме динамического торможения, т. к. его щетки оказываются соединены между собой накоротко.

В схеме на рисунке 86 остановка двигателя происходит с соединением щеток через обмотки возбуждения. Биметаллический предохранитель FU защищает двигатель от перегрузки. Более полный алгоритм управления стеклоочистителем предполагает периодическое его включение через (2–7) секунд при совместном управлении стеклоомывателем. Периодичность включения обеспечивается использованием теплового или электронного реле.

Электрический привод вентилятора системы охлаждения двигателя.

Активное развитие и внедрение электронных устройств управления и контроля различных систем в процессе работы двигателя привело к появлению вентилятора радиатора с электрическим приводом (рис. 87).

Электродвигатель вентилятора питается от бортовой сети транспортного средства. Существует:

- вентилятор с термовыключателем;
- вентилятор с электронным блоком;

Автомобили на раннем этапе конструктивно не имели электронных блоков управления. Активацию и отключение электромотора вентилятора системы охлаждения выполнял термовыключатель.

Термовыключатель задействуется при повышении температуры, но опирается на показания термодатчика охлаждающей жидкости в радиаторе. Устройство работает в узком температурном диапазоне. Например, вентилятор активируется при температуре 0...85 градусов по Цельсию, а его выключение произойдет при 70 градусах. Принцип работы устройства достаточно прост. Если температура поднялась выше заданного порога, тогда в термовыключателе смыкаются контакты, что и приведет к замыканию цепи питания вентилятора охлаждения. На электродвигатель подается ток, крыльчатка начинает вращаться. Снижение температуры до минимального порога приведет к тому, что контакты разомкнутся и вентилятор прекратит свою работу.

Примечательно то, что конструкцию электропривода вентилятора с термовыключателем можно установить практически на любой двигатель. Схема управления вентилятором заметно сложнее в современных моделях с ЭБУ и включает в себя ряд элементов и исполнительных устройств, среди которых основные:

- датчик температуры ОЖ;
- ЭБУ;
- реле включения вентилятора;
- электродвигатель.

Температурный датчик измеряет температуру охлаждающей жидкости в силовом агрегате. Современные автомобили могут иметь сразу два датчика, которые установлены в разных местах. Один термодатчик ставят на выходе из мотора или в корпус термостата, другой ставится в патрубок на выходе из радиатора. Вентилятор управляется с учетом показаний обоих элементов и последующей оценкой разницы тех данных, которые поступают от датчиков. Для более эффективного управления задействованы также дополнительные устройства, среди которых стоит отметить датчик частоты вращения коленвала и воздухорасходомер. Показания этих датчиков необходимы для точного определения режима, в котором работает двигатель в определенный момент.

Комплекс сигналов от датчиков передается в ЭБУ двигателя, который производит их анализ и активирует реле включения вентилятора в нужный момент. Вентилятор работает ровно столько, сколько это необходимо для достижения оптимального температурного показателя применительно к конкретному режиму оборотов и нагрузки на ДВС.

Модели автомобилей, которые имеют климатическую установку, зачастую получают сразу два вентилятора. Для каждого из таких вентиляторов предусмотрена отдельная схема включения. Вентиляторы могут работать синхронно или по отдельности, что будет напрямую зависеть от температуры и условий эксплуатации ДВС. Реле включения вентилятора постепенно вытесняет специальный блок управления вентилятором для максимально эффективного контроля его работы.

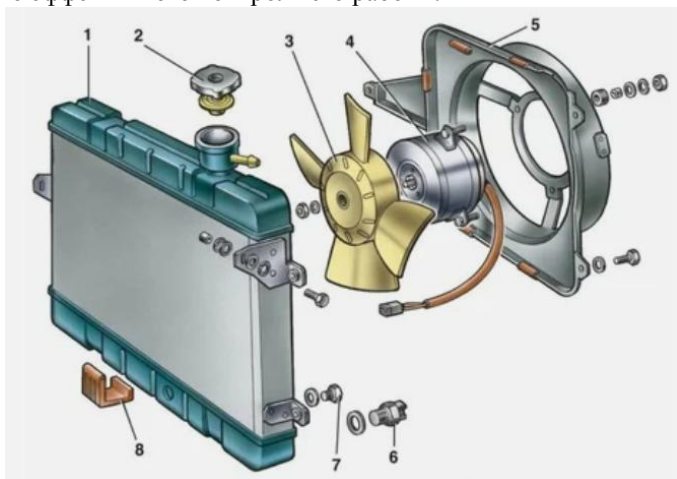


Рис.87 – Местоположение электрического вентилятора системы охлаждения: 1–радиатор; 2–крышка радиатора; 3–вентилятор; 4–электродвигатель; 5 –защитный кожух

Схема включения электродвигателя вентилятора системы охлаждения ВАЗ-2170 «Лада Приора» показана на рисунке 88.

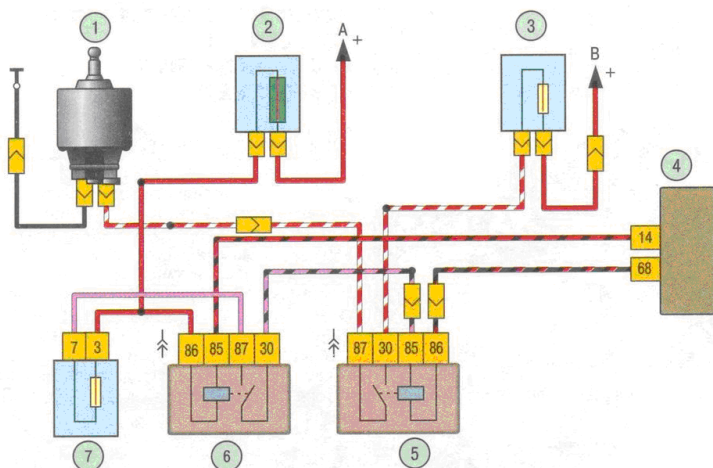


Рис. 88 – Схема включения электродвигателя вентилятора системы охлаждения ВАЗ-2170 «Лада Приора» (датчик температуры не показан): 1 – электродвигатель вентилятора; 2 – основной блок предохранителей (F1); 3 – монтажный блок (F1); 4 – ЭБУ системы управления двигателем; 5 – реле включения электродвигателя вентилятора; 6 – блок предохранителей системы управления двигателем (главное реле – K1); 7 – блок предохранителей системы управления двигателем (F1); А – к клемме «плюс» аккумуляторной батареи; В – к основному блоку предохранителей (F2)

На автомобиле ВАЗ-2170 электродвигатель включается ЭБУ системы управления двигателем по сигналу датчика типа ТМ 108 в бачке радиатора через реле типа 113.3747, установленное в блоке предохранителей (рис. 88). Температура замыкания контактов датчика $(99 \pm 3) ^\circ\text{C}$, размыкания – $(94 \pm 4) ^\circ\text{C}$.

Схема подключения электродвигателя системы охлаждения ВАЗ-1118 «Лада Калина» показана на рис. 89.

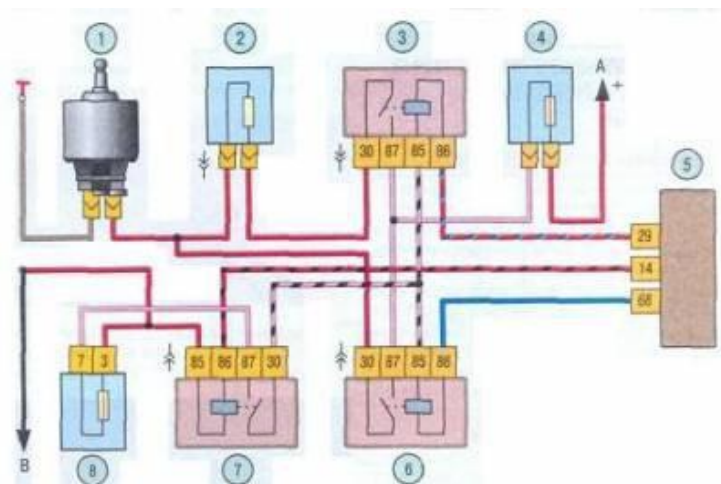


Рис. 89 – Схема включения электродвигателя вентилятора системы охлаждения ВАЗ-1118 «Лада Калина» (датчик температуры не показан): 1 – электродвигатель; 2 – резистор; 3 – дополнительное реле (устанавливается не на всех моделях); 4, 8 – предохранители; 5 – контроллер двигателя; 6 – реле включения электродвигателя; 7 – главное реле включения электродвигателя; В – к реле зажигания; А – к аккумуляторной батарее

Для повышения безопасности, уровня комфорта и продления срока службы электромеханического реле и вентилятора системы охлаждения двигателя предлагается использование регуляторов пуска вентилятора, например ф. АПЭЛ.

Регулятор пуска вентилятора (рис. 90) представляет собой электронное устройство, состоящее из управляющего микроконтроллера и цепи регулирования нагрузки. Микроконтроллер по заданной программе плавно включает нагрузку.



Рис.90 – Регулятор пуска вентилятора

Установка регулятора производится при помощи разъёмов в разрыв цепи питания вентилятора системы охлаждения двигателя (рис. 91).

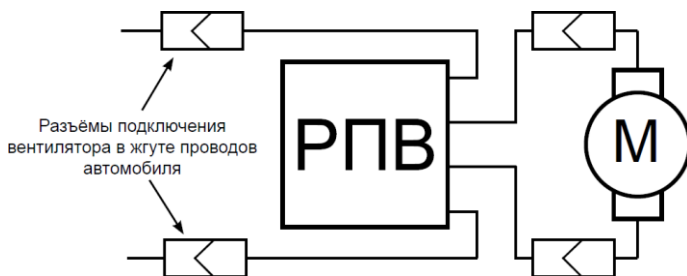


Рис. 91 – Схема подключения регулятора РПВ.

Для автомобилей и автобусов общего назначения, оборудованных установками для кондиционирования воздуха (потребляющими электроэнергию), режимы а, б, в и г проверяются также и для условий движения летом (с работающим кондиционером), и если для лета получается большее значение расчетной нагрузки, то в расчетах принимаются значения расчетной нагрузки для лета.

Расчетная нагрузка I_n от потребителей, включенных при движении и на коротких остановках с работающим двигателем, определяется суммированием эквивалентных токов потребителей по формуле

$$I_n = \Sigma I_{\text{экв}} = \Sigma (I_{\text{потр}} \cdot K_t \cdot K_n) \quad (5)$$

где $I_{\text{экв}}$ – эквивалентный ток потребителя, А;

$I_{\text{потр}}$ – ток потребителя, А;

K_t – коэффициент времени работы потребителей по отношению ко времени работы двигателя;

K_n – коэффициент нагрузки (для потребителей, имеющих несколько ступеней включения, соответствующих работе с различной нагрузкой).

Ток потребителей определяется при напряжении сети 13,5 В или, соответственно, 27 В.

Напряжением в сети считается напряжение на зажиме «плюс» бортового амперметра или, при отсутствии амперметра, на входном зажиме выключателя зажигания.

Коэффициент нагрузки K_n характеризует собой среднее значение нагрузки за рассматриваемый период работы автомобиля. Величина K_n при отсутствии специальных указаний определяется предприятием-изготовителем в зависимости от заданного режима работы данного автомобиля или автобуса.

Потребление энергии стартером, пусковым подогревателем и другими потребителями, включаемыми только на стоянке с неработающим двигателем, учитывается отдельно.

Для грузовых автомобилей, предназначенных для работы с прицепом, расчетная нагрузка I_n определяется как для одиночного автомобиля, так и с учетом потребления электроэнергии светосигнальными фонарями прицепа и другими устройствами, обеспечивающими безопасность движения.

Предварительный выбор генератора. Для предварительного выбора типа и размеров генератора определяется расчетная нагрузка от потребителей по формуле (5) для режима движения автомобиля – по междугороднему шоссе, ночью, зимой.

В автомобилях и автобусах, имеющих установки для кондиционирования воздуха, расчетная нагрузка проверяется также и ночью, летом, и в дальнейших расчетах принимается большее из полученных значений расчетной нагрузки.

Определяется требуемый максимальный ток генератора $I_{г.макс}$, А, по формулам:

для легковых автомобилей:

$$I_{г.макс} = 1,15 \cdot I_n; \quad (6)$$

для грузовых автомобилей:

$$I_{г.макс} = 1,25 \cdot I_n \quad (7)$$

Требуемая мощность генератора P_g определяется как произведение номинального напряжения $U_n = 14$ В (или, соответственно, 28 В) на максимальный ток $I_{г.макс}$, вычисленный по (6 и 7), то есть

$$P_g = U_n \cdot I_{г.макс}. \quad (8)$$

Найденные значения тока мощности генератора являются минимальными значениями, обеспечивающими при езде по шоссе ночью практически нулевой баланс электроэнергии, т. е. такой баланс, при котором степень заряженности батареи сохраняется неизменной.

Основные термины.

Емкость батареи (battery capacity) - оценивается количеством электричества или электрическим зарядом, которое в заданных условиях отдает батарея, заряженная на 100%. В международной системе единиц (СИ) единица электрического заряда - кулон ($1 \text{ Кл} = 1 \text{ Ас}$). На практике производители указывают емкость в ампер-часах (Ач).

Срок службы АКБ (service life) - время работы батареи при заданных параметрах.

Саморазряд (self-discharge) - потеря химической энергии, вследствие самопроизвольной реакции внутри аккумуляторной батареи, когда она не подсоединена к внешней цепи.

Ток холодной прокрутки - величина максимальной выходной мощности, которую аккумулятор может выдавать в течение 30 секунд при температуре минус 18°C .

Генератор – это машина, превращающая часть механической энергии работающего двигателя в электрическую.

Выпрямитель (электрического тока)– узел генератора, обеспечивающий преобразование переменного тока в постоянный.

Полупроводниковый диод (вентиль) – полупроводниковый прибор, который позволяет проводить электрический ток в одном направлении, и не пропускать его в обратном.

Вентильный генератор–это генератор переменного тока, в котором переменный ток выпрямляется полупроводниковыми диодами.

Генераторная установка–представляет собой генератор с регулятором напряжения, и обеспечивает питанием потребителей, входящих в систему электрооборудования, и зарядки аккумуляторной батареи при работающем двигателе автомобиля.

Регулятор напряжения – это электронный прибор, который ограничивает вырабатываемое генератором напряжение и поддерживает его в пределах 13,6...14,2 В.

Минимальная пусковая частота вращения – это наименьшая частота вращения коленчатого вала, при которой пуск двигателя в заданных условиях происходит за две попытки старта продолжительность по 10 с для бензиновых двигателей и по 15 с для дизелей с перерывами между попытками 1 мин.

Угол опережения зажигания – угол поворота коленчатого вала двигателя, при котором происходит подача тока высокого напряжения на свечи зажигания.

Калильное число – число, которое характеризует способность свечи зажигания работать в исправном двигателе (на качественном бензине и моторном масле) без перегрева при полной нагрузке и без образования нагара на тепловом конусе изолятора на холостом ходу.

Дневные ходовые огни (ДХО) – это световые приборы, расположенные спереди автомобиля и предназначены для использования в светлое время суток для улучшения видимости движущегося транспортного средства .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сафиуллин, Р. Н. Электротехника и электрооборудование транспортных средств : учебное пособие / Р. Н. Сафиуллин, В. В. Резниченко, М. А. Керимов ; под редакцией Р. Н. Сафиуллина. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-3280-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111894> (дата обращения: 01.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Смирнов, Ю. А. Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилей : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, А. В. Муханов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-1167-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168404> (дата обращения: 01.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Пузаков, А. В. Оценка технического состояния электрооборудования автомобилей : учебное пособие / А. В. Пузаков. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 567 с. — ISBN 978-5-4417-0782-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159960> (дата обращения: 07.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Образовательные порталы, сайты и библиотеки:

1	Министерство образования и науки РФ	http://минобрнауки.рф/
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	www.rusneb.ru
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
4	ЭБС издательства «ИНФРА-М»	znanium.com
5	ЭБС издательства «Лань»	e.lanbook.com
6	Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ)	http://www.gpntb.ru/
7	Федеральный портал Российское образование	http://www.edu.ru\

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения об электрооборудовании автомобилей.....	3
2. Общие сведения о аккумуляторных батареях.....	12
3. Общие сведения о генераторных установках.....	25
4. Система электрического пуска двигателя.....	39
5. Система зажигания.....	51
6. Система освещения и световой сигнализации.....	82
7. Вспомогательное электрооборудование тракторов и автомобилей.....	97
Основные термины.....	113
Библиографический список.....	114

Составители: *Матяш Сергей Петрович*
Шнитков Геннадий Владимирович

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Конспект лекций

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка С.П. Матяш

Подписано к печати 21 июня 2022 г. Формат 60х84^{1/16}
Объем 1,25 уч.изд. л. Заказ №11 Тираж 30 экз.

Отпечатано в минитипографии Инженерного института НГАУ
630039, Новосибирск, ул. Никитина, 147, ауд. 209