

АСКАРОВ И.Б., ЭРНАЗАРОВ А.А. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

АСКАРОВ И.Б., ЭРНАЗАРОВ А.А.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ



ТАШКЕНТ

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

И.Б.АСКАРОВ, А.А.ЭРНАЗАРОВ

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**для студентов направления
5310600-Наземные транспортные системы и их эксплуатация
(автомобильный транспорт).**

ТАШКЕНТ – 2021

УДК: 669.113.066
ББК 39.33.04
Э 58

**Электрооборудование и электронные системы транспортных средств.
И.Б.Аскарров, А.А.Эрназаров –Т.: «Инновацион ривожланиш нашриёт-
матбаа уйи», 2021, 286 стр.**

ISBN 978-9943-7137-2-7

Данное учебное пособие соответствует требованиям Государственных образовательных стандартов Республики Узбекистан и предназначено для студентов бакалавриата направления 5310600 «Наземные транспортные системы и их эксплуатация (автомобильный транспорт)» и подготовлено на основании учебной программы предмета «Электрооборудование и электронные системы транспортных средств».

Данное учебное пособие является источником научных и практических знаний для студентов высших образовательных учреждений по устройству электрооборудования и электронных систем транспортных средств, обучению современным путям совершенствования эксплуатации электрооборудования современных транспортных средств. В учебном пособии приведено устройство, принципы работы электрооборудования и электронных систем современных транспортных средств. Учебное пособие предназначено для студентов бакалавриата направления 5310600 «Наземные транспортные системы и их эксплуатация (автомобильный транспорт)» и подготовлено на основании учебной программы предмета «Электрооборудование и электронные системы транспортных средств».

Ушбу ўқув қўлланма олий ўқув юртлари талабалари учун транспорт воситаларининг электр жиҳозлари ва электрон тизимлари фанидан илмий-амалий билимлар манбаи. Ўқув қўлланмада автомобил электр жиҳозлари ва электрон тизимларининг таркиби, турлари, конструкцияси, принципаи схемалари, ишлаш принципи, назарияси ва тавсифномалари келтирилган. Ўқув қўлланма 5310600 "Ер усти транспорт тизимлари ва уларнинг эксплуатацияси (автомобил транспорти)" бакалавриат йўналиши талабаларига мўлжалланган бўлиб, "Транспорт воситаларининг электр жиҳозлари ва электрон тизимлари" фанининг ўқув дастури асосида тайёрланган.

This manual is a source of scientific and practical knowledge for students of higher educational institutions on the device of electrical equipment and electronic systems of vehicles, training in modern ways to improve the operation of electrical equipment of modern vehicles. The tutorial shows the device, operating principles of electrical equipment and electronic systems of modern vehicles. The manual is intended for undergraduate students of the direction 5310600 "Ground transport systems and their operation (automobile transport)" and is prepared on the basis of the curriculum of the subject "Electrical equipment and electronic systems of vehicles".

**УДК: 669.113.066
ББК 39.33.04**

Авторы: PhD И.Б. АСКАРОВ, А.А. ЭРНАЗАРОВ.

Рецензенты:

Б.И.Базаров – д.т.н. проф. кафедры «Инженерия транспортных средств» Джизакского политехнического института.

Р.А.Абдирахмонов – к.т.н. доц. кафедры «Организация перевозок и транспортная логистика» Андижанского машиностроительного института.

ISBN 978-9943-7137-2-7

© «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи», 2021.

ВВЕДЕНИЕ

Автомобиль необходим человеку и на производстве, и в повседневной жизни. Ни одна сфера деятельности не обходится без использования автотранспорта. С каждым годом растет число автомобилей, находящихся в личном пользовании. В связи с широким использованием автотранспорта, увеличением числа автомобилей и совершенствованием их конструкции возрастает потребность в квалифицированных специалистах по обслуживанию и ремонту автомобильной техники.

Для оптимальной и эффективной организации процесса обслуживания и ремонта автомобилей необходимы знания по устройству и работе узлов и агрегатов современных автомобилей, технологиям их диагностирования, технического обслуживания и ремонта. Именно эта информация в доступной форме и на современном техническом уровне изложена в данном учебном пособии.

Постановлением Президента Республики Узбекистан от 1 февраля 2019 года №ПП № 4143 «Об организации деятельности Министерства транспорта Республики Узбекистан» создано Министерство транспорта. На основании данного постановления принято постановление Кабинета Министров от 19 апреля 2019 года № 336 «Об утверждении Положения о Министерстве транспорта Республики Узбекистан», в соответствии с которым министерство является органом государственного управления по разработке и реализации единой государственной политики в области развития автомобильного, железнодорожного, воздушного, речного и электрического транспорта, метрополитена и дорожного хозяйства, а также нормативно-правового регулирования и на основании положения определяет статус, основные задачи, функции, права, ответственность министерства транспорта, определены порядок организации деятельности и отчетности¹.

В частности, в главе 3 настоящего Положения с учетом текущих и перспективных потребностей в сфере транспорта, в сфере

¹ Указ Президента Республики Узбекистан УП № 4143 от 1 февраля 2019 года «Об организации деятельности Министерства транспорта Республики Узбекистан»

системного внедрения передовых методов обучения, подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров:

- определение политики подготовки, переподготовки, повышения квалификации работников в сфере транспорта и дорожного хозяйства;

- осуществление в соответствии с законодательством государственной политики по кадрам, направленной на укомплектование предприятий транспорта и дорожного хозяйства высококвалифицированными специалистами, подготовку, переподготовку и повышение квалификации кадров;

- утверждение базовых программ подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров в сфере транспорта и дорожного хозяйства, в том числе по массовым профессиям, выездным занятиям, с широкой поддержкой специализированных тренажеров, различных приложений, активным вовлечением в учебный процесс дистанционного образования;

- организация эффективного сотрудничества образовательного процесса с производством, усилий транспортных образовательных учреждений и работодателей в целях трудоустройства выпускников, в том числе с привлечением частных инвестиций в учебный процесс;

- организация подготовки высококвалифицированных специалистов и руководящих кадров по направлениям системы транспортной логистики, применение экономико-математических методов моделирования маршрутной сети и пассажирских потоков;

- организует проведение фундаментальных, прикладных и инновационных исследований и осуществление их результатов путем эффективной интеграции науки, образования и производства;

- участие в аккредитации образовательных учреждений, занимающихся подготовкой, переподготовкой и повышением квалификации кадров в сфере транспорта и дорожного хозяйства, аттестации их педагогических и научных кадров;

- участие в признании и нострификации документов об образовании и присвоении ученых степеней в зарубежных государствах по наукам и специальностям в сфере транспорта и дорожного хозяйства определено одной из основных задач Министерства транспорта.

Логическим продолжением постановления Президента нашей страны № ПП-4143 от 4 мая 2020 года является принятие постановления Президента Республики Узбекистан № ПП-4703 «О мерах по коренному совершенствованию системы подготовки кадров в транспортной сфере», кардинальное совершенствование системы подготовки высококвалифицированных кадров для транспортной сферы республики на основе передового зарубежного опыта и международных стандартов, широкое внедрение инновационных форм и методов обучения учебному процессу и современных педагогических и информационных технологий, а также, отрасль определяет, что укрепление материально-технической базы и дальнейшее повышение научного потенциала образовательных учреждений является одной из актуальных тем государственного значения.

Для эффективного использования высококвалифицированных кадров путем обеспечения высокой технической подготовки автомобилей требуется анализ состояния производственной технической базы и технико-экономических показателей предприятий автотранспортной отрасли, наличие знаний и навыков по формам и путям ее развития, методике проектирования и планирования автотранспортного предприятия.

Данное учебное пособие является воплощением в жизнь четвертой инициативы Президента Республики Узбекистан от 19 марта 2019 года по созданию на основе новой системы работы в социальной, духовно-просветительской сферах из 5 важных инициатив, направленных на повышение духовности и образования молодежи.

Воспитание студенческой молодежи в ВУЗах Узбекистана является важной проблемой на современном этапе. На данном этапе воспитание осуществляется в обстановке значительного ослабления политического и идеологического влияния, расширения свободы деятельности и слова, роста потенциальных возможностей для социального становления, самостоятельности и инициативы личности. Студент во все большей степени становится суверенным как личность, он способен сам выбирать тип поведения, стиль жизни, соотнося их со своими интересами, получаемой профессией,

собственным жизненным опытом. Студенчество в целом демонстрирует широту своих взглядов, умение учитывать изменяющиеся обстоятельства современной жизни. Наблюдается процесс определенной адаптации студенческой молодежи к формирующемуся типу экономики. В студенческой среде рождается новый социокультурный тип молодых людей, способных активно участвовать в возрождении и становлении нового Узбекистана. Поэтому в учебном пособии эффективно использованы принятые в Узбекистане нормы и Положения о предприятиях автотранспортной отрасли, многолетний плодотворный труд и опыт ведущих ученых отрасли, зарубежная литература и Интернет-страницы.

ГЛАВА I. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

1.1. Важность электрического оборудования и электронных систем для эффективного использования транспортных средств

1.1.1. Цели и задачи курса электрооборудования автомобилей

В автомобиле для придания ему высоких эксплуатационных свойств широко применяется оборудование из различных областей техники. Оборудование, в котором используются электротехнические, электромеханические, электронные и светотехнические устройства, принято объединять в единый комплекс под названием электронные системы автомобиля. Устройства, входящие в состав электронных систем, исходя из выполняемых задач можно отнести к следующим основным группам: источникам и потребителям электрической энергии. Задача источников – обеспечение потребителей необходимым количеством электрической энергии в различных условиях эксплуатации. Потребители электрической энергии выполняют самые разнообразные функции². Уже традиционным стало применение электрической энергии для зажигания рабочей смеси в цилиндрах карбюраторного двигателя и его пуска, освещения пути следования автомобиля и передачи необходимой информации (световой и звуковой) другим участникам дорожного движения, контроля работы узлов, агрегатов и автомобиля в целом. Здесь перечислены далеко не все функции, которые выполняет или в выполнении которых задействовано электрооборудование.

Многообразие функций электронных систем потребовало изменения подхода к нему как при конструировании, так и при эксплуатации. Современные электронные системы рассматриваются как совокупность систем, имеющих свое собственное назначение и

² Г.Махмудов Автомобильное электрическое и электронное оборудование Ташкент. 2010 г. Истиклол. 149 с

различным образом взаимосвязанных между собой и с другими системами автомобиля. В систему объединяются устройства, участвующие в выполнении определенных функций, и связи между ними. Руководствуясь таким подходом, можно выделить следующие основные электронные системы автомобилей:

- систему электроснабжения;
- систему пуска;
- систему зажигания;
- систему освещения;
- систему сигнализации;
- системы автоматического управления агрегатами автомобиля;
- информационно-диагностическую систему;
- систему вспомогательного электрооборудования.

В бортовой сети автомобиля используется постоянный ток при номинальном напряжении 12 или 24 В. Напряжение 24 В выбирается в тех случаях, когда система пуска не обеспечивает необходимых мощностных характеристик при напряжении 12 В. Иногда применяются бортовые сети, обеспечивающие переключение напряжения с 12 на 24 В. В этих сетях стартер включается в цепь напряжением 24 В, а остальные потребители – напряжением 12 В.

Электрооборудование автомобилей постоянно совершенствуется в разных направлениях. Во-первых, увеличивается число потребителей. Появляются устройства, которые позволяют улучшить условия труда водителей, повысить безопасность движения и топливную экономичность, уменьшить загрязнение окружающей среды. Во-вторых, повышается технический уровень традиционных устройств благодаря применению новых материалов и совершенствованию конструкции. В-третьих, широко внедряются электронные приборы, в которых используются самые последние достижения электронной техники.

Электрооборудование современного автомобиля во многом влияет на его надежность. Для обеспечения надежной работы электрооборудования необходимо четко представлять себе устройство отдельных систем и электрооборудования в целом, неукоснительно выполнять все работы по техническому обслуживанию и в том числе владеть основными приемами поиска неисправностей.

1.1.2. Состояние и будущее развития автомобильной промышленности Узбекистана

Автомобильная промышленность является одной из важнейших отраслей экономики республики, оказывающей значительное влияние на развитие смежных отраслей, отдельных регионов и страны в целом. Уровень автомобилизации считается одним из главных показателей благосостояния населения.

Доля отрасли в ВВП Республики Узбекистан за 2018 год составила 6,6%, в промышленном секторе – 11,7%, выплаты в бюджет в виде налогов и других платежей – 1,6 трлн сум.

Спрос на автомобили генерирует потребность в высокотехнологичной продукции металлургической, химической, электротехнической и других отраслей промышленности, обеспечивая занятость в размере более чем 200 тыс. человек. В отрасли объединено 70 предприятий и организаций, трудоустроено более 25 тыс. человек.

В 2018 году объем производства промышленной продукции составил 26,8 трлн сум. Экспорт продукции отрасли составил 59 млн долл., в т.ч. легковых автомобилей – 24 млн долл., автобусов и грузовиков – 21 млн долл. В 2018 году в республику импортировано 2,8 тыс. ед. легковых автомобилей на сумму 35,4 млн долл.

К 2025 году в автомобильной промышленности планируется достижение следующих показателей: *роста объема производства с текущих 220 до 300 тыс. автомобилей или на 1,4 раза, в т.ч. 9 тыс. легких коммерческих автомобилей, а также повышение уровня загрузки мощностей до не менее 85%; увеличение объема экспорта – с текущих 4,7 до 25,7 тыс. автомобилей или в 5,5 раза; увеличение «чистого» уровня локализации по легковым автомобилям до 55%, а по коммерческим – до 30%; производства автомобилей методом крупноузловой сборки, в объемах, не превышающих 10% от общего объема производства, увеличение численности занятых с 25,5 до 35 тыс. человек или на 1,4 раза. В результате уровень автомобилизации должен составить 116 ед. на 1 тыс. человек.*

При этом ожидается, что в первые 5 лет спрос будет на автомобили бюджетного класса («А» и «В») с уровнем цен до 10 тыс. долл.

Рост доходов населения, в частности среднего класса, приведет к смещению спроса на другие классы («В/С» и «SUV») с уровнем цен до 15 тыс. долл.



Рис 1.1 Автомобильная промышленность Узбекистана.

Для повышения конкурентоспособности и улучшения потребительских свойств производимой продукции в среднесрочной перспективе будут реализованы проекты по частичному изменению дизайна автомобилей, разработке оригинальных автомобильных компонентов для массового производства.

В рамках развития научно-исследовательской деятельности в отрасли планируется внедрение практики проектирования и разработки технологической оснастки, освоения навыков проведения испытаний и экспериментов, проведения технико-экономического анализа процессов производства продукции автомобилестроения и ее компонентов.

Перспективным направлением деятельности станет проработка *организации производства электромобилей* и формирование необходимой инфраструктуры для их широкого распространения среди потребителей на территории республики.

Экспортная стратегия до 2025 года предусматривает постепенное расширение географического охвата экспорта, увеличение экспорта не только в страны СНГ и ближнего зарубежья, но и освоение новых рынков дальнего зарубежья – Восточной Европы, Южной Азии и Ближнего Востока, африканских стран.

Обновление модельного ряда производимой продукции будет достигнуто за счет реализации проекта по производству новых видов бюджетных легковых автомобилей на Асакинском автомобильном заводе в Андижанской области.

Развитию конкурентной среды будет способствовать *поэтапное реализация частным инвесторам, преимущественно иностранным, доли государственной компании АО «Узавтосаноат»* в уставных фондах предприятий-производителей комплектующих, а также углубления государственно-частного партнерства.

В целях расширения числа участников внутреннего рынка производителей автомобильной продукции прорабатывается с Китайской компанией Sinotruk производство до 3 тыс. ед. в год грузовых автомобилей в Самаркандской области.

Южнокорейский концерн Hyundai намерен запустить *производства электромобилей* на территории СЭЗ «Жоканд» в Ферганской области. Стоимость проекта оценивается в 300 млн долл. Выпуск первого серийного электромобиля ожидается к концу 2023 году. Строительство завода мощностью 10 тыс. электромобилей в год планируется начаться в 2021 году.

В целях углубления уровня локализации в производстве автомобилей и развития кооперации со смежными отраслями промышленности к 2025 году в республике планируется освоение производства стального проката на базе АО «Ташкентский металлургический завод», автомобильных шин на Ангренском резинотехническом заводе, производства алюминиевых деталей из вторичного алюминия на базе «Узвторцветмет», эпоксидной, меламиновой и алкидной смол на предприятиях АО «Узкимёсаноат», поливинилхлорида на АО «Навоиазот». Реализация данных проектов позволит обеспечить валютную экономию порядка 35 млн долл. в год.

Для всех предприятий, осуществляющих производство моторных транспортных средств и комплектующих деталей к ним будут сформированы равные конкурентные условия с применением унифицированного налогового и таможенного режимов.

В политике таможенного регулирования экспортно-импортных операций запланирован постепенный переход от тарифного регулирования к нетарифным мерам защиты интересов отечественных производителей. При этом, с учетом имеющейся международной практики, среди первоочередных мероприятий определено внедрение

утилизационного сбора и запрет на ввоз автомобилей и автобусов со сроком эксплуатации более 15 лет.

Особое внимание будет уделено приближению отечественных технических стандартов на продукцию автомобильной промышленности к международным нормам, в том числе упорядочение нормативных требований по экологии и организации выпуска автомобилей, удовлетворяющих стандартам ЕВРО-5 согласно нормам ЕЭК ООН.

Реализация Концепции предполагает формирование единой промышленной политики, включая разработку и внедрение соответствующей нормативно-правовой базы по требованиям к организации на территории Республики Узбекистан новых производств, предусматривающих выполнение полного цикла технологических операций – штамповку, сварку, окраску и сборку.

1.1.3. Сопоставительный анализ отечественной и зарубежной литературы по предмету «Электрооборудование и электронные системы транспортных средств»

Образование в настоящее время изменяется и развивается очень быстро. Поэтому развивающемуся обществу нужны квалифицированные, компетентные, образованные специалисты. Возникает потребность в педагоге, который сможет создать необходимые, более важные условия для подготовки выпускника. Выпускник должен удовлетворять потребностям и требованиям современного общества. Поэтому педагог должен обладать умениями научно-методической и научно-исследовательской работы, которые обеспечат создание качественного учебно-методического обеспечения. Таким образом, выпуск актуальных учебно-методических литературы по дисциплинам, междисциплинарным курсам и профессиональным модулям является очень важной задачей и имеет высокую степень актуальности.

Разработка и применение учебно-методического литературы в учебном процессе позволяет повысить эффективность обучения студентов. Это позволяет внедрить прогрессивные формы, методы и средства обучения. Также можно оптимизировать учебный процесс на основе системного, комплексного и целостного подхода к каждому

компоненту учебного процесса, к любой взаимосвязи преподавателя и студента.

Курс «Электрооборудование и электронные системы транспортных средств» основывается на знаниях, которые студенты получили при изучении физики, общей электротехники. Данная дисциплина дает дополнительные знания студентам в электротехнической области. Изучение дисциплины дает знания о процессах преобразования энергии в электрооборудовании источников. Также эта дисциплина позволяет определить параметры и характеристики электрооборудования различных систем. Изучение дисциплины позволит расширить знания, умения и навыки студентов, которые в дальнейшем необходимы для благополучной работы в области проектирования, эксплуатации, ремонта, управления и обслуживания электрооборудования автомобиля.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и владения, формируемые предыдущими дисциплинами:

Из курса «Теоретические основы электротехники»:

- *знать* методы электрических измерений в сетях переменного и постоянного тока;
- *уметь* применять аналоговые, электронные и цифровые измерительные приборы в сетях переменного и постоянного тока;
- *владеть* процессом поиска технических решений. Из курса «Материаловедение и технология конструкционных материалов»:
- *знать* основные электротехнические и конструкционные материалы, используемые в оборудовании электрических станций и подстанций, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи;
- *уметь* выбирать схемы замещения элементов электрической сети; выбирать сечения проводов и кабелей, аппаратов защиты;

В результате освоения дисциплины «Электрооборудование и электронные системы транспортных средств» должны быть сформированы следующие *профильно-специализированные компетенции*:

- способностью пользоваться технической и справочной литературой, материалами фирм-изготовителей для выбора современных технических решений при эксплуатации транспортных средств;

- готовностью использовать технические знания по профилю для решения типовых задач проектирования и эксплуатации транспортных средств.

Литература по дисциплине актуальная и рекомендуемые авторами:

Г.Н.Махмудов. Автомобилларнинг электр ва электрон жихозлари.

Учебник для высших учебных заведений.

В учебнике приведены устройство, теория, характеристики и принципы функционирования электрооборудования и электронных систем транспортных средств. Учебник состоит из 8 глав и составлен в соответствии с учебной программой дисциплины.

В. Е. Ютт Электрооборудование автомобилей и электромо- билей. Учебник для ВУЗов.

Рассмотрены основы теории, принцип действия, конструкция, основные характеристики, методы диагностирования изделий и систем электрооборудования автомобилей и электромобилей. Особое внимание уделено электронным и микропроцессорным системам зажигания, системам автоматического управления двигателем и трансмиссией, информационно-диагностическим системам. Подробно рассмотрены конструкции и характеристики приборов системы освещения и сигнализации, определяющей безопасность движения. Рассмотрены основные компоненты электрооборудования автомобилей с комбинированными энергетическими установками и электромобилей.

Сегодня информационные технологии развиваются очень быстро, литература, учебники, учебные пособия и другие информационные источники развиваются так же стремительно, обеспечивая более эффективную подготовку учащихся к проблемам общества и технологий. Поэтому очень важно давать студентам более новую и эффективную литературу.

1.1.4. Условия эксплуатации электрооборудования автомобилей

На эффективность процесса эксплуатации, технического обслуживания и диагностики электрооборудования большое влияние оказывают факторы эксплуатации (время года, климатическая зона и квалификация персонала).

Влияние факторов эксплуатации на режим работы изделий и систем электрооборудования, а также узлов и деталей связано с ускорением или замедлением изменения параметров их технического состояния. Под **техническим состоянием** понимают электрические, механические и другие параметры изделий и систем, которые зависят от воздействия на них дестабилизирующих факторов (температуры, влажности, режима работы и интенсивности эксплуатации). При этом меняются показатели надежности изделий, что оказывает влияние на периодичность технического обслуживания, трудоемкость ремонта и расход запасных частей.

На показатели надежности электрооборудования однозначно воздействуют внешние и внутренние объективные, а также местные или субъективные условия. К внешним условиям относят тип дорожного покрытия, условия движения и климатическое воздействие. В табл. 1.1 показано влияние типа покрытия дорожного полотна на режим работы изделий электрооборудования.

Таблица 1.1.

Влияние типа покрытия дороги на режим работы изделий электрооборудования

Параметр автомобиля	Цементобетон, асфальтобетон	Битумоминеральные смеси	Щебенка, Гравий	Булыжник, грунт укрепленный	Естественный грунт
Средняя скорость автомобиля, км/ч	66	56	36	27	20
Средняя частота вращения ротора генератора, мин-1	3650	3000	2250	2150	2000
Максимальная частота вращения ротора генератора, мин-1	6500	6000	5000	5000	4500
Число колебаний подвески с амплитудой более 30 мм	68 (25g)	128 (25—30g)	214 (30—40g)	352 (40—50g)	625 (50s)

В табл. 1.2 представлены данные о влиянии квалификации водителя (местные или субъективные условия) на режим работы и надежность автобуса.

Таблица 1.2.

**Влияние квалификации водителя на режим работы и
надежность автобуса**

Квалификация водителя	Средняя скорость движения, км/ч	Число торможений на 1 км пробега	Количество отказов, %	Ресурс агрегатов, %
Высокая	35,3	1,7	100	100
Средняя	33,6	2,6	140	44-70

Средняя интенсивность эксплуатации за год с учетом условий эксплуатации, возраста, типа, марки и модели транспортного средства составляет 1100...3300 ч (табл. 1.3).

Таблица 1.3.

Типовые условия эксплуатации автомобилей

Тип транспортного средства	Типовые условия эксплуатации	Категория Эксплуатации	Сменность работы	Средняя скорость, км/ч	Средняя интенсивность эксплуатации за год, ч, тыс. км	
Легковые	Такси Индивидуальные	III	2	35-38	2000	70-75
		III		27-30	1100	30-35
Грузовые	Город Стройка Междугородные	III	1	25-27	1100	27-33
		III	1,5	22-25	1800	40-45
		I	2	35-40	2150	45-85
Автобусы	Город Пригород Междугородные	III	2	18-20	3300	60-65
		III	1,5	27-30	2000	55-80
		I	2	40-45	2150	120-130
Тракторы	Сельхозработы	—	2	—	1440	—

Под влиянием природных и других факторов в комплектующих изделиях, материалах и узлах систем электрооборудования протекают сложные процессы, приводящие к расходованию ресурса и вызывающие отказы. В первую очередь это относится к тепловому режиму работы изделий. Причем высокие температуры вызывают не только потерю упругости

материала, уменьшение вязкости смазок, изменение объема деталей и старение материалов, но приводят к конструкционным отказам. К ним можно отнести разрывы, деформации, заедания, заклинивания и износы деталей. В электронных изделиях повышенные температуры вызывают нестабильность электрических параметров, возникновение тепловой неустойчивости и тепловой пробой диэлектриков, переходов и изоляционных материалов (пленок) конденсаторов.

При низких температурах происходят изменения электрофизических параметров материалов, возникают механические напряжения внутри элементов, обрывы и короткие замыкания в обмотках, теряется герметичность изделия или прибора.

У полупроводниковых приборов под воздействием природных факторов возникают перемежающие отказы, связанные с механическими повреждениями в местах соединения кремния – оксида кремния, кремния – металла, металла – стекло и т. д.

Высокая влажность вызывает появление конденсата, росы, смазка эмульгируется, возникают очаги коррозии металлов, ухудшаются изоляционные свойства материалов. В полупроводниковых приборах возникают электрохимические и гальванические процессы сорбции паров на поверхность материалов, сорбции паров воды материалом, контактной коррозии – разрушения металлов в присутствии электролита). Эти процессы приводят к нестабильности и деградации электрических параметров, к увеличению токов утечки по поверхности и др.

На изделия электрооборудования, хранящиеся на складах, воздействуют помимо природных факторов биологические дестабилизирующие факторы в виде микроорганизмов (плесневые грибы), насекомых (термиты и муравьи) и грызунов. Все эти воздействия приводят к изменению технического состояния изделий электрооборудования и в итоге к изменению технического состояния автомобилей и тракторов.

1.2. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

1.2.1. Схема системы электроснабжения автомобиля

Система электроснабжения обеспечивает производство электрической энергии и ее передачу потребителям. Передачу электрической энергии осуществляет бортовая электрическая сеть, включающая в себя провода, защитную, распределительную и коммутационную аппаратуру. Производство электрической энергии на автомобиле выполняют генераторная установка и аккумуляторная батарея, включенные параллельно. Они обеспечивают в бортовой сети автомобиля постоянное напряжение 12 или 24 В.

Выходное напряжение U_r генератора (рис.1.2) зависит от его нагрузки (силы тока I_r) и от его частоты вращения n . Поэтому для стабилизации напряжения в бортовой сети автомобиля применяется регулятор напряжения, который соответствующим образом воздействует на ток I_b в обмотке возбуждения генератора.

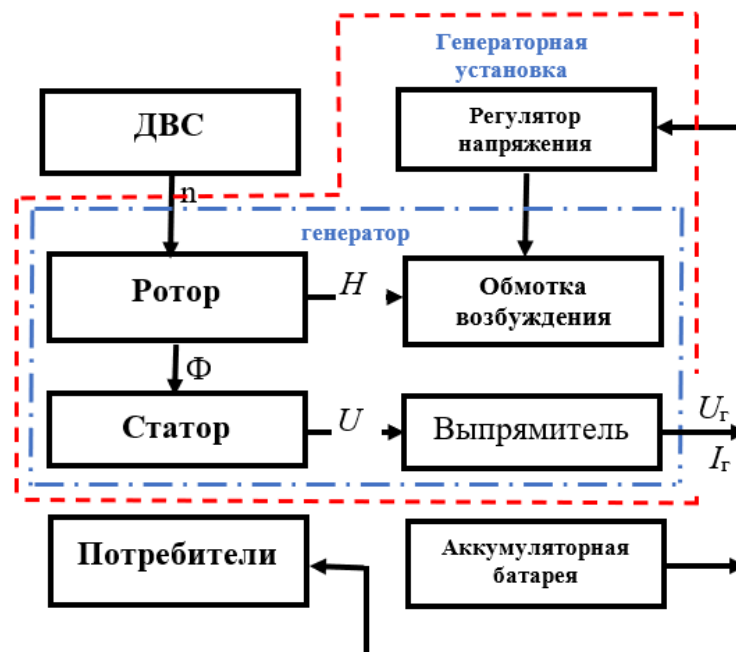


Рис. 1.2 Структурная схема системы электроснабжения автомобиля:

n – частота вращения генератора; I_b – ток в обмотке возбуждения;
 U – выходное напряжение генератора переменного тока; U_r – выходное напряжение вентильного генератора; H – напряженность; Φ – магнитный поток

1.2.2. Виды автомобильных генераторных установок, требования предъявляемые к ним

Автомобильные генераторные установки представляют собой совокупность генератора (рис 1.3), 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 встроенными в них выпрямителями. Это обусловлено следующим: вентильные генераторы при той же мощности в 1,8...2,5 раза легче генераторов постоянного тока, имеют бóльшую 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.

Главным требованием, предъявляемым к генераторным установкам, является обеспечение электропитанием потребителей во всех режимах работы автомобиля. Номинальное напряжение генератора равно 14 В или 28 В (для дизельных двигателей). Номинальная мощность генератора определяется как произведение номинального напряжения на максимальную силу выходного тока. Максимальный ток, отдаваемый генератором, указывается обычно при частоте вращения 5000 мин^{-1} , а для современных генераторов – при частоте 6000 мин^{-1} .



Рис 1.3. Автомобильный генератор.

1.2.3. Автомобильные генераторы и их техническая характеристика

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 (рис. 1.4).

Вентильные автомобильные генераторы делятся на щёточные и бесщёточные. Трёхфазный *щёточный генератор* состоит из статора 1, на зубцах которого закрепляется обмотка 2, и вращающегося ротора с полюсами 3, на которых находится обмотка возбуждения 5.

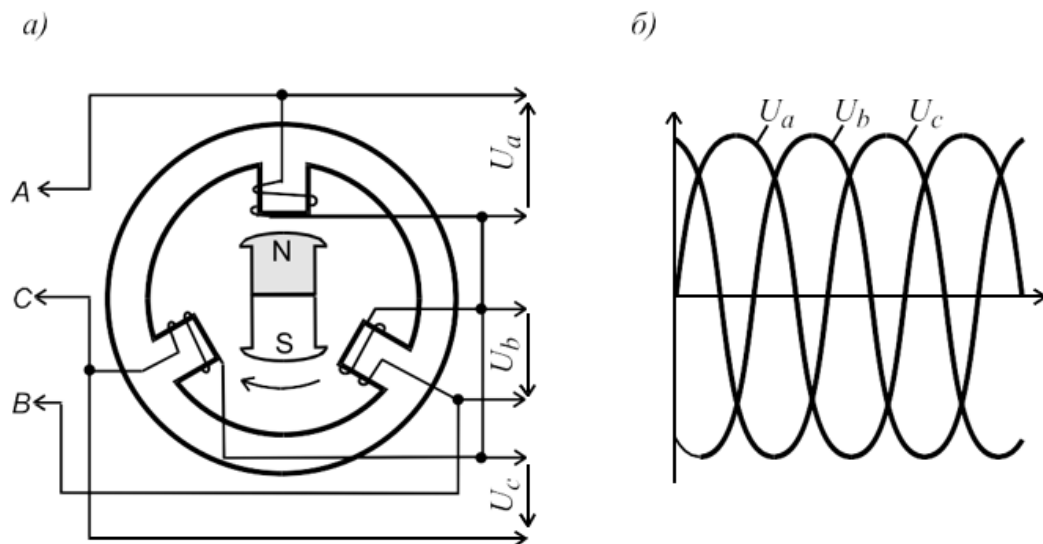


Рис. 1.4 Генератор переменного тока с ротором, представляющим собой постоянный магнит:

а – упрощенная конструкция генератора; б – временные диаграммы фазных напряжений.

Электрический ток к обмотке возбуждения подводится через вращающиеся кольца и неподвижные щетки 4. Обмотка статора состоит из трех фазных обмоток. При вращении ротора напротив фазных обмоток оказывается то северный, то южный полюс ротора (рис. 1.5). В результате этого в обмотках вырабатываются переменные напряжения, равные по амплитуде и частоте, но сдвинутые друг относительно друга на 120° . Амплитуда напряжения тем больше, чем

больше частота вращения ротора и чем больше сила тока в обмотке возбуждения. В реальных генераторах число зубцов статора достигает 36. Ротор реального автомобильного щёточного генератора – *генератора с клювообразным ротором* – состоит из двух полюсных половин. Каждая половина имеет выступы-клювы, охватывающие собой обмотку возбуждения. Клювообразные полюсы позволяют с помощью одной катушки образовывать многополюсную систему.

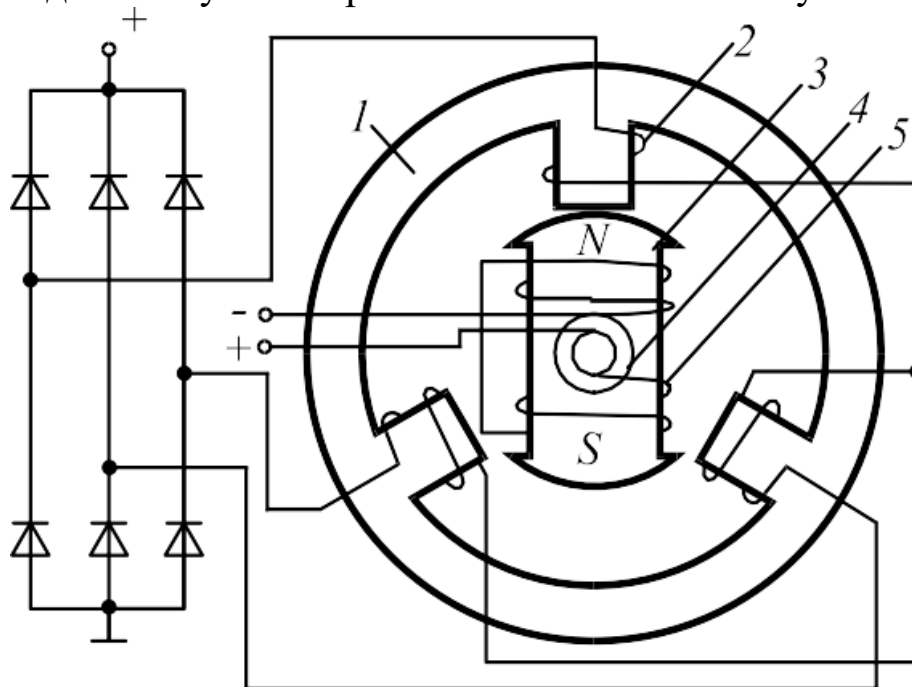


Рис. 1.5 Вентильный щёточный генератор (упрощенная конструкция):

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

Недостатком генераторов, имеющих описанную конструкцию, является наличие трущихся электрических контактов. Этот недостаток устранен в *бесщёточных* генераторах индукторного типа и генераторах с укороченными полюсами.

В *индукторных генераторах* (рис. 1.6) обмотка возбуждения жестко закреплена на стальной передней крышке. Ротор генератора представляет собой многолучевую звёздочку 2, надетую на вал. Статор по конструкции не отличается от статора щёточного генератора. При вращении ротора напротив обмоток статора попеременно оказывается то зубец, то впадина ротора. Поэтому магнитный поток, проходящий через них, то увеличивается, то уменьшается. В катушках появляется переменное напряжение.

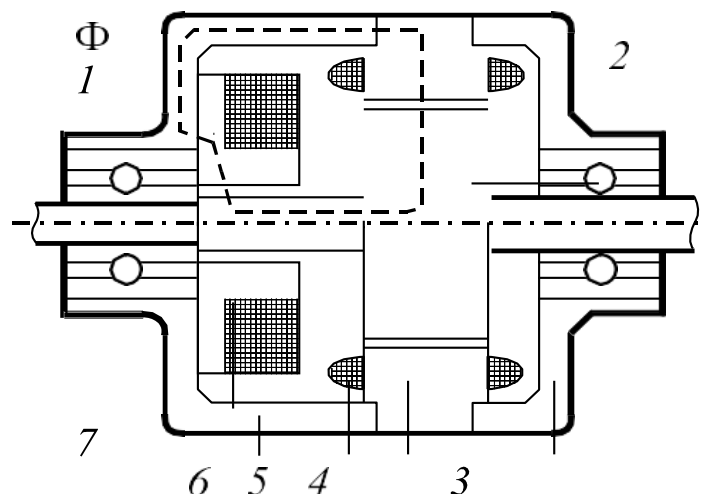


Рис. 1.6 Вентильный индукторный генератор:

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

Другой тип бесщёточных генераторов – *генераторы с укороченными полюсами* (рис. 1.7).

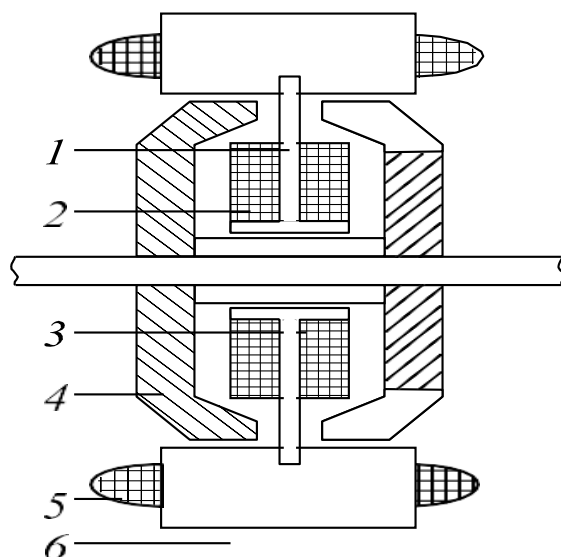


Рис. Номер 1.7 Вентильный генератор с укороченными полюсами:

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

По конструкции они занимают промежуточное положение между генераторами с клювообразным ротором и индукторными

генераторами. В этих генераторах ключи 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 полу проводниковым *выпрямителем*, собранным из диодов по мостовой схеме (рис. 1.8). Диоды $VD1... VD3, VD7... VD9$ образуют силовой выпрямитель. Катоды диодов $VD7...VD9$ соединены с выводом «+» генератора, а аноды диодов $VD1...VD3$ – с выводом «-». Диоды $VD1...VD6$ 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.

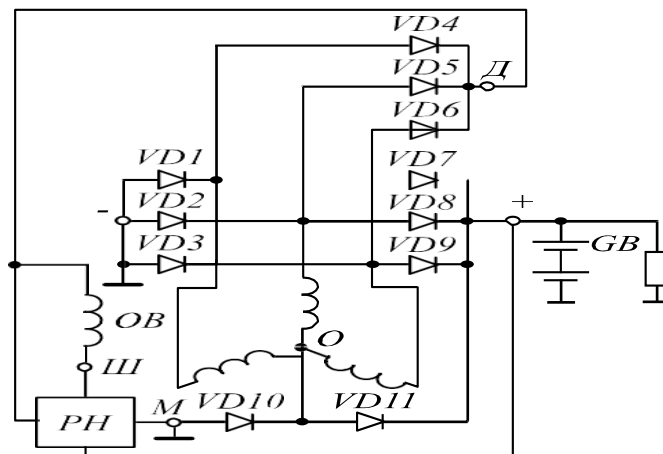


Рис. 1.8 Генераторная установка с выпрямителем, имеющим дополнительное плечо.

В моделях современных генераторов силовой выпрямитель содержит дополнительное плечо из диодов $VD10...VD11$, соединенное с нулевой точкой O генератора. Дополнительное плечо используется, если фазное напряжение генератора по форме отличается от синусоиды. В этом случае в нем имеются различные гармоники, в частности третья гармоника и гармоники, кратные трем. В линейном напряжении этих гармоник нет, так как они

взаимно компенсируют друг друга. Введение дополнительного плеча позволяет подавать в нагрузку вместо линейного напряжения фазное.

1.2.4. Устройство генераторов переменного тока

Трехфазные электроагрегаты переменного тока, устанавливаемые на современных машинах, могут быть 2-х видов: стандартный и компактный. Общее устройство автомобильных генераторов 2-х видов одинаково – они состоят из следующих элементов (рис 1.9).

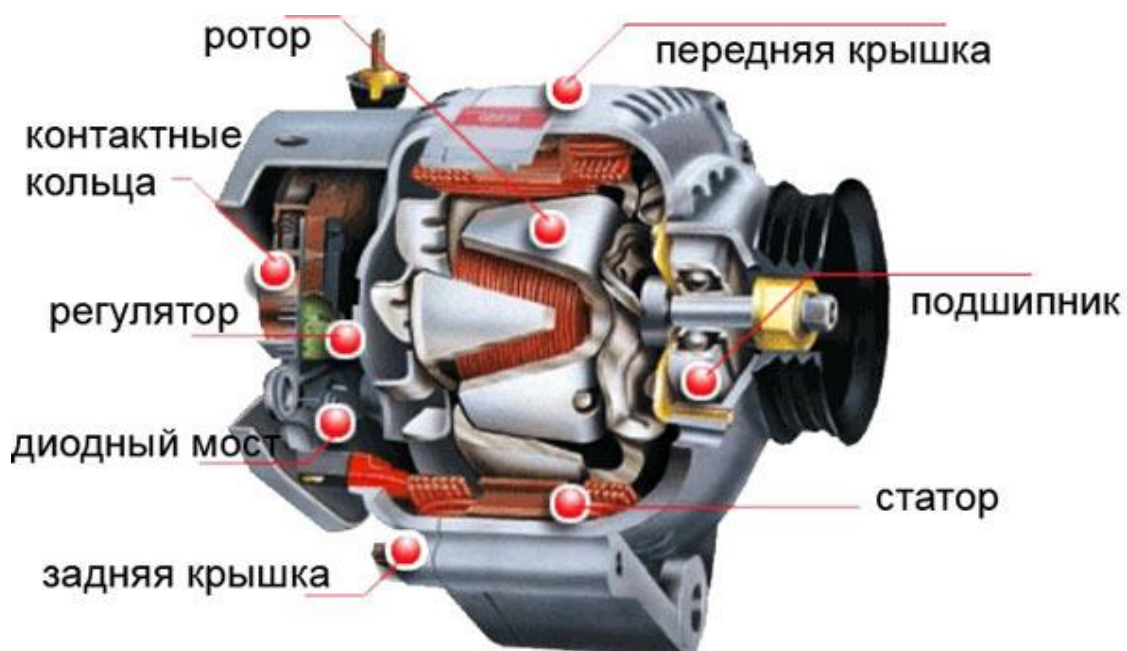


Рис 1.9 Устройство автомобильного генератора.

Конструкции автомобильных генераторов различаются только особенностями компоновки. При одинаковых электрических параметрах стандартные агрегаты значительно крупнее малоразмерных. Компактность обеспечивается за счет использования современных материалов и технологий.

Вот из чего состоит электрогенератор (см рис 1.9) и какие функции выполняют его компоненты:

- шкив обеспечивает передачу вращения от коленвала на ротор с помощью ремня;

- корпус генератора имеет две крышки (переднюю, заднюю) и нужен для соединения элементов в единую конструкцию. На наружной поверхности размещены кронштейны, с помощью которых устройство крепится на двигателе;

- ротор представляет собой вал, на котором установлены обмотки возбуждения и контактные кольца из электротехнической меди;

- статор включает в себя магнитопровод из пакета стальных пластин, в которых вырезаны фигурные пазы. В них уложены трехфазные обмотки из одножильного медного провода, где и генерируется ток;

- регулятор напряжения изготавливается в виде отдельного блока или комбинируется со щеточным узлом. Основное назначение — управление работой генератора путем изменения тока в обмотке возбуждения;

- выпрямительное устройство по схеме Ларионова состоит из двух частей: алюминиевых теплоотводов, в каждый из которых запрессовано по три силовых диода. Вентили обеспечивают преобразование переменного напряжения в постоянное, что используется в бортовой сети для питания электрооборудования;

- передача напряжения на обмотку возбуждения производится через специальный узел и цилиндрические контактные кольца. Щетки делаются из специальных сортов графита и устанавливаются в держателе с направляющими, изготовленными из диэлектриков. Для обеспечения плотного контакта они подпружинены, а напряжение на них подается по проводу, запрессованному в основание.

Разбираясь с устройством генератора современного автомобиля, следует выделить в нем механическую и электрическую часть. Первая (к которой относятся шкив и два подшипника ротора) обеспечивает его вращение в корпусе. Вторая часть генерирует электрический ток для запитывания бортовой сети.

1.2.5. Основные характеристики генераторов переменного тока

Основными характеристиками генераторов переменного тока являются: 1) внешняя; 2) скоростная регулировочная и 3) токоскоростная характеристики.

Внешняя характеристика – зависимость напряжения генератора от тока $U_{\Gamma}(I_{\Gamma})$ при $n = \text{const}$ – может определяться при самовозбуждении и при независимом возбуждении.

При увеличении нагрузки (а значит, и силы тока) происходит снижение выходного напряжения генератора (рис.1.10). Причинами 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 в 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.

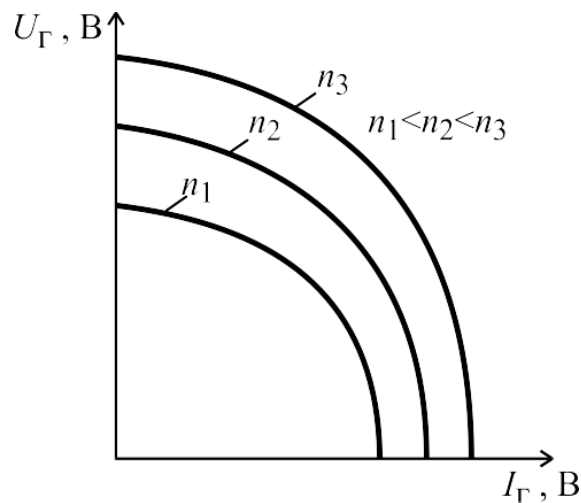


Рис. 1.10 Внешняя характеристика генератора переменного тока с независимым возбуждением.

Скоростная регулировочная характеристика $I_{\text{в}}(n)$ (рис. 1.10, а) обычно снимается при нескольких значениях тока нагрузки. Минимальное значение тока возбуждения измеряется при токе нагрузки генератора, равном нулю, и максимальной частоте вращения. Скоростные регулировочные характеристики позволяют определить диапазон изменения тока возбуждения с изменением

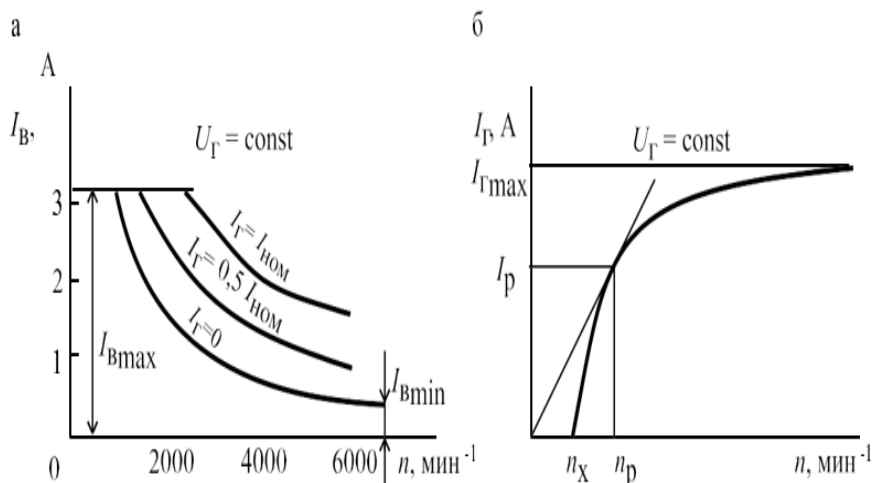


Рис. 1.11 Характеристики генератора переменного тока при $U_T = \text{const}$:

а – скоростная регулировочная характеристика; б – токоскоростная характеристика.

Токоскоростная характеристика $I_T(n)$ (рис. номер, 1.11 б) имеет важное значение при разработке и выборе генератора.

Все современные автомобильные генераторы обладают свойством *самоограничения максимального тока*: при изменении частоты вращения генератора в диапазоне больших частот сила тока генератора остается неизменной³.

1.2.6. Преимущества и недостатки генераторов переменного тока

К основным преимуществам генераторов переменного тока относительно генераторов постоянного тока по технико-экономическим показателям можно отнести следующие:

- при той же мощности их масса меньше в 1,8—2,5 раза и примерно в 3 раза меньше расходуется меди;
- больше максимальная мощность при одинаковых габаритных размерах;
- меньше значение начальной частоты вращения;
- проще схема и конструкция регулирующего устройства вследствие отсутствия элемента ограничения силы тока и реле обратного тока;
- меньше эксплуатационные затраты из-за высокой надежности работы и увеличения срока службы.

³ Генераторы зарубежных автомобилей / А.В. Акимов, С.В. Акимов, Л.П. Лейкин. – М.: Издательство "За рулем", 1997. – 80 с.

Первые автомобильные генераторы переменного тока были спроектированы для работы с отдельными селеновыми выпрямителями и вибрационными регуляторами напряжения. Селеновые выпрямители имели значительные размеры, и их приходилось размещать отдельно от генератора в местах, где обеспечивалось хорошее охлаждение. Для соединения селенового выпрямителя с генератором требовалась дополнительная проводка. Кроме того, селеновые выпрямители были недостаточно теплостойки и допускали максимальную рабочую температуру не выше $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Поэтому в дальнейшем они были заменены выпрямителями из кремниевых диодов, которые были более теплостойки и имели значительно меньшие размеры, что позволяло размещать их внутри генератора. На смену вибрационным регуляторам напряжения пришли сначала контактно-транзисторные, а затем бесконтактные на дискретных элементах и бесконтактные интегральные регуляторы.

Габаритные размеры интегральных регуляторов позволяют встраивать их в генератор, который совместно со встроенным регулятором и выпрямительным блоком называется генераторной установкой.

Для автомобильных генераторов надежность и срок службы определяются тремя факторами:

- качеством электрической изоляции;
- качеством подшипниковых узлов;
- надежностью щеточно-контактных устройств.

Первые два фактора зависят от уровня развития смежных производств. Третий фактор может быть исключен путем использования бесконтактных генераторов, имеющих более высокую надежность и, следовательно, больший ресурс, чем контактные. Это стимулировало создание автомобильных бесконтактных генераторов переменного тока с электромагнитным возбуждением — индукторных генераторов и генераторов с укороченными полюсами.

Применение на автомобилях существующих конструкций индукторных генераторов сдерживалось следующими недостатками:

- невысокие удельные показатели;
- повышенный уровень пульсации выпрямленного напряжения;
- повышенный уровень шума.

Дальнейшее совершенствование конструкции и устранение вышеперечисленных недостатков позволили использовать индукторные генераторы на автомобилях.

1.3. АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА НАПРЯЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ

1.3.1. Основы регулирование напряжения генераторов

Напряжение на клеммах полностью заряженной аккумуляторной батареи определяется зарядным напряжением U_r . Оно должно иметь строго определенную постоянную величину. Напряжение, вырабатываемое генератором, зависит от частоты вращения якоря и от магнитного потока возбуждения:

$$E = c\Phi\omega, \quad (1.1).$$

где c – постоянный коэффициент, зависящий от конструкции генератора; Φ – магнитный поток возбуждения; ω – частота вращения якоря генератора.

Якорь генератора клиноременной передачей связан с коленчатым валом двигателя, и частота его вращения меняется в широких пределах, следовательно, при постоянном магнитном потоке напряжение на клеммах генератора также будет меняться в широком диапазоне.

Регулирование напряжения автомобильных генераторов происходит следующим образом. Как только напряжение на клеммах генератора достигает предельно допустимой величины, в цепь обмотки возбуждения включается резистор, в результате резко уменьшается сила тока возбуждения и соответственно падает напряжение на клеммах генератора. При этом резистор отключается, сила тока возбуждения увеличивается, и напряжение генератора вновь возрастает. Это происходит непрерывно, и тем самым на клеммах генератора поддерживается требуемое напряжение.

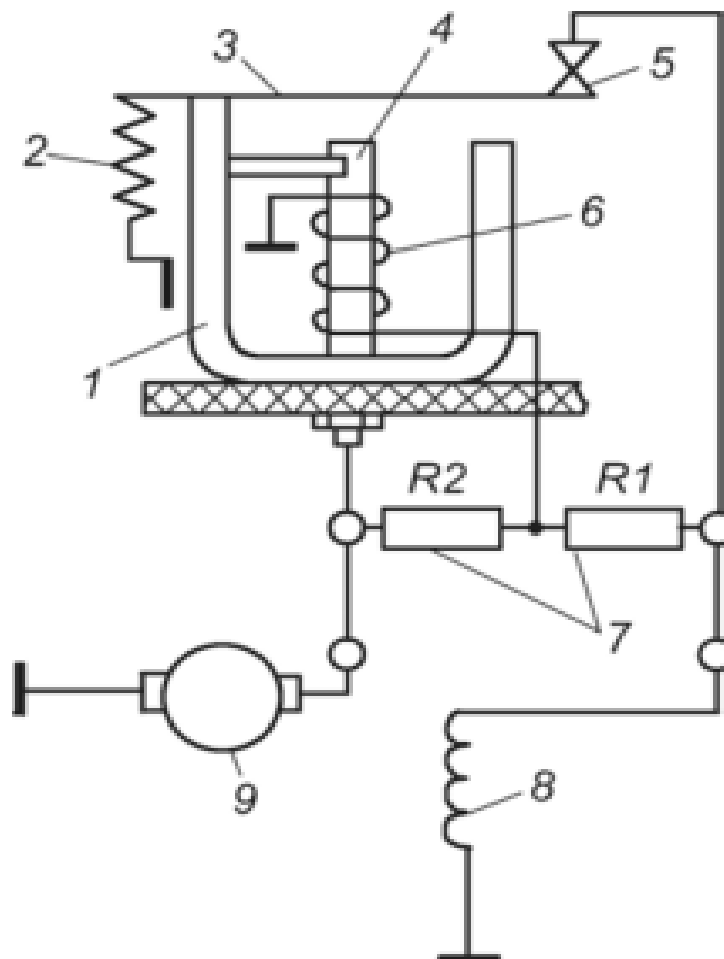


Рис. 1.12. Схема вибрационного регулятора напряжения:

1 — ярмо; 2 — пружина; 3 — якорь; 4 — сердечник; 5 — контакты;
6 — обмотка реле; 7 — резисторы; 8 — обмотка возбуждения; 9 — генератор.

Для поддержания напряжения генератора в определенных пределах используются регуляторы напряжения, включенные в цепь обмотки возбуждения генератора (рис. 1.12). Рассмотрим подробнее процесс регулирования.

Напряжение U_{Γ} генератора переменного тока со встроенным выпрямительным блоком выражается зависимостью

$$U_{\Gamma} = E_{\Gamma} - U_0 - ZI_{\Gamma}, \quad (1.2)$$

где E_{Γ} — ЭДС генератора; U_0 — падение напряжения на выпрямительном устройстве; Z — полное сопротивление обмотки статора; I_{Γ} — ток генератора (среднее значение выпрямленного тока).

Так как $E_m = c n \Phi$, где c — постоянный коэффициент генератора; n — частота вращения ротора; Φ — магнитный поток, то

$$U_T = = cn\Phi - U_0 - ZI_r , \quad (1.3)$$

Без учета остаточного магнитного потока полюсов ротора магнитный поток генератора выражается зависимостью

$$\Phi = I_B(a + b \cdot I_\phi), \quad (1.4).$$

Где I_B – ток возбуждения; a и b – постоянные коэффициенты, зависящие от конструкции генератора и применяемых магнитных материалов.

Подставляя последнюю зависимость в выражение для напряжения генератора, получим

$$U_r = cnI_B(a + bI_\phi) - U_0 - ZI_r, \quad (1.5)$$

Из полученной зависимости ясно, что постоянства напряжения генератора при изменении частоты вращения и нагрузки можно добиться, изменяя силу тока возбуждения. Повышение частоты вращения ротора должно сопровождаться уменьшением тока возбуждения, а увеличение нагрузки – его увеличением.

На автомобилях для регулирования напряжения генераторов применяются регуляторы напряжения дискретного типа, в основу работы которых положен принцип действия различного рода реле. Рассмотрим работу регулятора на примере простейшего вибрационного (электромагнитного) регулятора напряжения.

1.3.2. Предназначение регуляторов напряжения автомобильных генераторов

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.

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

В *вибрационных регуляторах* при повышенном напряжении на выходе генератора электромагнитное реле своими контактами

включает в цепь питания обмотки возбуждения добавочный резистор. При пониженном напряжении добавочный резистор отключается (шунтируется).

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 по сравнению с вибрационным существенно ниже.

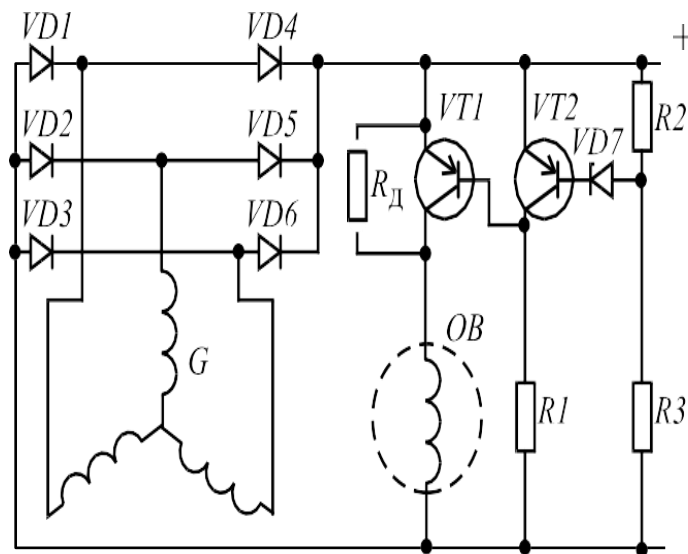


Рис. 1.13. Принципиальная схема бесконтактного регулятора напряжения.

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. 1.13).

При снижении напряжения генератора ниже регулируемого значения стабилитрон $VD7$ 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 $VD7$ (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 R_d .

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.

1.3.3. Виды регуляторов напряжения

Сегодня существует несколько типов реле-регуляторов, однако в основе их работы лежат одинаковые принципы. Любой регулятор содержит три взаимосвязанных элемента:

- измерительный (чувствительный) элемент;
- элемент сравнения (управления);
- регулирующий элемент.

Регулятор подключается к обмотке возбуждения генератора (ОВГ) осуществляя измерение и изменение силы тока в ней – этим и обеспечивается стабилизация напряжения. В общем случае эта система работает следующим образом. Измерительный элемент, построенный на основе делителя напряжения, постоянно отслеживает силу тока в ОВГ и преобразует ее в сигнал, поступающий на элемент сравнения (управления). Здесь сигнал сравнивается с эталоном – тем значением напряжения, которое в норме должно действовать в электросистеме автомобиля. Элемент сравнения может строиться на основе вибрационных реле и стабилитронах. Если поступающий от измерительного элемента сигнал соответствует эталонному (с допустимым отклонением), то регулятор бездействует. Если же поступающий сигнал отличается от эталонного в ту или иную сторону, то элементом сравнения формируется управляющий сигнал, поступающий на регулирующий элемент, построенный на реле, транзисторах или иных элементах.

Регулирующий элемент изменяет ток в ОВГ, чем и достигается возврат напряжения на выходе генератора в необходимые границы.

Как уже указывалось, блоки регулятора строятся на различной элементной базе, по этому признаку устройства делятся на несколько типов:

- вибрационные;
- контактно-транзисторные;
- электронные транзисторные (бесконтактные);
- интегральные (транзисторные, выполненные по интегральной технологии).

Исторически первыми появились вибрационные устройства, которые, собственно, и называются реле-регуляторами. В таком устройстве все три блока могут объединяться в одной конструкции – электромагнитном реле с нормально замкнутыми контактами, хотя измерительный элемент может выполняться в виде делителя на резисторах. В качестве эталонной величины в реле выступает сила натяжения возвратной пружины. В общем случае реле-регулятор работает просто. При малом токе на ОВГ или низком напряжении на выходе генератора (в зависимости от способа подключения регулятора) реле не работает и через его замкнутые контакты свободно проходит ток – это приводит к росту напряжения. При повышении напряжения реле срабатывает, напряжение в цепи падает и реле отпускается, напряжение вновь возрастает и реле опять срабатывает – так реле переходит в колебательный режим. При изменении напряжения на генераторе в ту или иную сторону изменяется частота колебаний реле, что и обеспечивает стабилизацию напряжения.

В настоящее время вибрационные реле, имеющие малую эффективность и недостаточную надежность, уже не используются на транспортных средствах. В свое время их вытеснили контактно-транзисторные регуляторы, в которых в качестве сравнивающего/управляющего элемента используется вибрационное реле, а в качестве регулирующего – транзистор, работающий в режиме ключа. Здесь транзистор играет роль контактов реле, поэтому в целом работа такого регулятора аналогично описанной выше. Сегодня регуляторы такого типа практически вытеснены бесконтактными транзисторными различных конструкций.

В бесконтактных транзисторных регуляторах реле заменено на более простой полупроводниковый прибор – стабилитрон. В качестве эталонного значения используется напряжение стабилизации стабилитрона, а регулирующий элемент построен на основе транзисторов. При низком напряжении стабилитрон и транзисторы находятся в таком состоянии, что на ОВГ подается максимальный ток, что приводит к росту напряжения. При достижении необходимого уровня напряжения стабилитрон и транзисторы переходят в другое состояние и начинают работать в колебательном режиме, что, как и в случае обычного реле, обеспечивает стабилизацию напряжения.

Современные электронные регуляторы строятся на транзисторах и могут иметь широтно-импульсный модулятор (ШИМ), посредством которого задается частота переключения схемы и возможность внедрения устройства в общую автомобильную систему управления.

1.3.4. Современные системы автоматического регулирования

Двухуровневая система автоматического регулирования состоит из генератора, выпрямительного элемента, аккумуляторной батареи. В основе лежит электрический магнит, его обмотка соединена с датчиком. Задающие устройства в таких типах механизмов очень простые. Это обычные пружины. В качестве сравнивающего устройства применяется небольшой рычаг. Он подвижен и производит коммутацию. Исполнительным устройством является контактная группа. Орган регулировки – это постоянное сопротивление. Такой реле-регулятор напряжения генератора, очень часто используется в технике, хоть и является морально устаревшим.

Работа двухуровневого регулятора. При работе генератора на выходе появляется напряжение, которое поступает на обмотку электромагнитного реле. При этом возникает магнитное поле, с его помощью притягивается плечо рычага. На последний действует пружина, она используется как сравнивающее устройство. Если напряжение становится выше, чем положено, контакты электромагнитного реле размыкаются. При этом в цепь включается постоянное сопротивление. На обмотку возбуждения подается меньший ток. Если же на выходе уменьшается напряжение, то производится замыкание контактов, при этом изменяется сила тока в большую сторону.

Электронный регулятор. У двухуровневых механических регуляторов напряжения имеется большой недостаток – чрезмерный износ элементов. По этой причине вместо электромагнитного реле стали использовать полупроводниковые элементы, работающие в ключевом режиме. Принцип работы аналогичен, только механические элементы заменены электронными. Чувствительный элемент выполнен на делителе напряжения, который состоит из постоянных резисторов. В качестве задающего устройства используется стабилитрон.

Современный реле-регулятор напряжения генератора является более совершенным устройством, надежным и долговечным. На транзисторах функционирует исполнительная часть устройства управления. По мере того, как изменяется напряжение на выходе генератора, электронный ключ замыкает или размыкает цепь, при необходимости подключают добавочное сопротивление. Стоит отметить, что двухуровневые регуляторы являются несовершенными устройствами. Вместо них лучше использовать более современные разработки.

Трехуровневая система регулирования. Качество регулирования у таких конструкций намного выше, нежели у рассмотренных ранее. Ранее использовались механические конструкции, но сегодня чаще встречаются бесконтактные устройства. Все элементы, используемые в данной системе, такие же, как и у рассмотренных выше. Но отличается немного принцип работы. Сначала подается напряжение посредством делителя на специальную схему, в которой происходит обработка информации. Установить такой реле-регулятор напряжения генератора ("Форд Сиерра" также может оснащаться подобным оборудованием) допустимо на любой автомобиль, если знать устройство и схему подключения.

Здесь происходит сравнение действительного значения с минимальным и максимальным. Если напряжение отклоняется от того значения, которое задано, то появляется определенный сигнал. Называется он сигналом рассогласования. С его помощью производится регулирование силы тока, поступающего на обмотку возбуждения. Отличие от двухуровневой системы в том, что имеется несколько добавочных сопротивлений.

1.4. АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

1.4.1. Устройство автомобильных аккумуляторных батарей

Автомобильный аккумулятор является важным элементом электрооборудования - наряду с генератором выступает источником тока

Автомобильный аккумулятор выполняет три функции. Основная функция АКБ – это запуск двигателя. Также, батарея питает бортовые электрические устройства – при неработающем двигателе. Вторая важная функция – возможность аварийного питания, источником которого аккумулятор выступает в случае поломки генератора. Третья функция – это достижение баланса напряжения, которое поступает от генератора. Эта функция характерна для инжекторных двигателей.

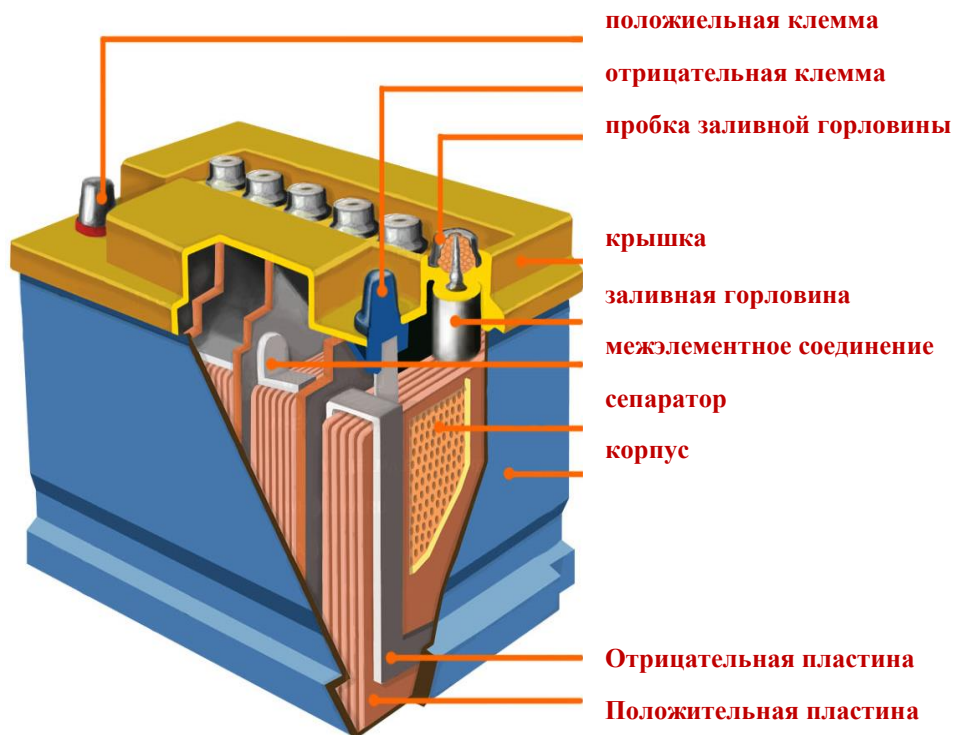


Рис 1.14 Устройство аккумуляторной батареи.

Устройство аккумулятора (рис 1.14) автомобиля существенно не меняется уже много десятилетий. Хотя развитие технологий и появление новых материалов более высокого качества способствует более надежной конструкции и работе АКБ.

Основу работы аккумулятора составляет принцип возникновения разности потенциалов – то есть, напряжения. Оно возникает между пластинами, которые погружены в раствор электролита.

АКБ – устройство, которое, в зависимости от типа и производителя, имеет определенные конструктивно-технологические различия. Но общий принцип одинаков: все аккумуляторные батареи содержат электроды, разделенные сепараторами, и помещенные в пространство, заполненное электролитом.

Корпус. Корпус аккумулятора состоит из двух частей: основной глубокой емкости и закрывающей крышки. Она может быть оснащена горловинами с пробками или системой, при помощи которой стабилизируется давление внутри батареи, и отводится образующийся газ. Конструкция корпуса зависит от типа АКБ.

Сам корпус изготовлен из материала, к которому предъявляются большие требования прочности и безопасности. Он должен быть устойчив к воздействию агрессивных химических реагентов, переносить колебания температуры и сильную вибрацию. В большинстве современных аккумуляторов корпус сделан из полипропилена.

Внутренние отсеки. Стандартное устройство аккумуляторной батареи представляет собой контейнер, состоящий из шести секций (или, как их называют, «банок»). Каждая секция – это отдельный источник питания. Она вырабатывает порядка 2 – 2,1 В. Стандартная АКБ рассчитана на 12 В.

В каждой из ячеек находится набор (или пакет) из отдельных пластин с чередующейся полярностью. То есть, одна пластина положительная, другая отрицательная. Причем, пластины отделены друг от друга. Пластины сделаны из свинца и имеют решетчатую структуру в виде прямоугольных сот. Это облегчает нанесение на них активной массы – основного рабочего реагента.

Пластины. Для увеличения прочности пластин в них добавляют сурьму. У этой технологии есть и свои недостатки: присутствие сурьмы способствует выкипанию воды из электролита. Это основная причина, по которой практически во все типы АКБ необходимо доливать воду. Но технологии не стоят на месте. Устройство автомобильных аккумуляторов совершенствуется. Количество сурьмы в свинцовых пластинах значительно уменьшилось,

благодаря чему появились малообслуживаемые и гибридные аккумуляторы.

На положительный электрод наносится двуокись свинца, на отрицательный – губчатый свинец. Внутрь заливается электролит, который является водным раствором серной кислоты.

Каждая чередующаяся пластина является электродом, имеющим противоположную полярность. Таким образом, с целью предотвращения замыкания, между каждой парой пластин располагается сепаратор. Он изготовлен из пористого пластика и не создает препятствий для циркуляции электролита внутри ячейки.

Пластин с отрицательной полярностью больше на 1 единицу, так как каждая пластина с положительным зарядом помещена между двумя отрицательными (минусовыми).

Пакет с пластинами надежно фиксируется, чтобы предотвратить смещение и деформацию. Фиксация осуществляется при помощи специального бандажа. Токовыводы пластин (плюсовые и минусовые) объединены в пары. Концентрация энергии происходит при помощи токосборников – на выводные борны аккумулятора. К ним токоприемные клеммы.

Устройство АКБ обеспечивает максимальную надежность. Современные аккумуляторы – это качественные устройства, выступающие источниками питания даже для самых мощных автомобилей.

1.4.2. Виды автомобильных аккумуляторов

Аккумуляторные батареи можно разделить на три группы:

- традиционные;
- малообслуживаемые;
- необслуживаемые.

Традиционные батареи собираются в корпусах с отдельными крышками и в корпусах с общей крышкой.

Батареи с отдельными крышками собираются в одном эбонитовом или пластмассовом сосуде – моноблоке, разделенном перегородками на отдельные камеры по числу аккумуляторов (в просторечии – банок) в батарее. В каждой камере помещен электродный блок, состоящий из чередующихся положительных и

отрицательных электродов, разделенных сепараторами. Сепараторы служат для предотвращения замыкания электродов, но при этом за счет своей пористости способны пропускать через себя электролит. Электроды устанавливаются на опорные призмы, что предотвращает замыкание разноименных электродов через шлам, накапливающийся в процессе эксплуатации на дне моноблока.



**Рис. 1.15. Обслуживаемый автомобильный аккумулятор.
Джизакского аккумуляторного завода.**

Сверху электродного блока устанавливается перфорированный предохранительный щиток, защищающий верхние кромки сепараторов от механических повреждений при замерах температуры, уровня и плотности электролита.

Каждый аккумулятор батареи закрывается отдельной крышкой из эбонита или пластмассы. В крышке имеется два отверстия для вывода борнов электродного блока и одно резьбовое отверстие – для заливки электролита. Резьбовое отверстие закрывается резьбовой пробкой из полиэтилена, имеющей небольшое вентиляционное отверстие, предназначенное для выхода газов во время эксплуатации.

В новых сухозаряженных батареях вентиляционное отверстие закрыто приливом. После заливки электролита этот прилив следует срезать.

Соединение аккумуляторов в батарею осуществляется с помощью перемычек. К выводным борнам крайних аккумуляторов приваривают полюсные выводы для соединения батареи с внешней электрической цепью. Диаметр положительного вывода больше диаметра отрицательного. Это исключает неправильное подключение батареи. В некоторых случаях полюсные выводы имеют отверстия под болт.

Герметизация батареи в местах сопряжения крышек со стенками и перегородками моноблока обеспечивается обратимой битумной заливочной мастикой.

Батареи с общей крышкой изготавливают в пластмассовых моноблоках. Эластичность пластмассы позволяет соединять аккумуляторы в батарею сквозь отверстия в перегородках моноблока. Это делает возможным на 0,1...0,3 В повысить напряжение батареи при стартерном разряде и уменьшить расход свинца в батарее на 0,5...3 кг. Применение термопластичных пластмасс привело к значительному снижению массы корпуса батареи.

Использование пластмассового моноблока и общей крышки позволило применить герметизацию батареи методом контактно-тепловой сварки, что обеспечивает надежную герметичность при температурах от -50 до $+70$ °С.

Малообслуживаемые батареи. В малообслуживаемых батареях содержание сурьмы в сплаве токоотводов снижено в 2–3 раза по сравнению с традиционными батареями. Ряд производителей к малосурьмянистому свинцу добавляет различные легирующие вещества, в частности серебро и селен. Это обеспечивает подзаряд батареи в интервале регулируемого напряжения практически без газовыделения. В традиционных батареях заметное газовыделение начинается при напряжении 14,4 В. Вместе с тем скорость саморазряда малообслуживаемой батареи снижена примерно в 5-6 раз.



Рис 1.16. Малообслуживаемая аккумуляторная батарея.

Малообслуживаемая батарея имеет улучшенную конструкцию. Один из аккумуляторных электродов в ней помещен в сепаратор-конверт, опорные призмы удалены, электроды установлены на дно

моноблока. В результате этого электролит, который в традиционных батареях был под электродами, в малообслуживаемых батареях находится над электродами. Поэтому доливка воды в такую батарею необходима не чаще, чем 1 раз в 1,5...2 года. В традиционных батареях доливка необходима 1–2 раза в месяц.

Необслуживаемые батареи отличаются малым расходом воды и не требуют ее долива в течение всего срока службы. Вместо сурьмы в сплаве решеток аккумуляторов используется другой элемент (обычно – кальций). Применение кальция позволило уменьшить газовыделение более чем в десять раз.



Рис 1.16 Необслуживаемые батареи.

Столь медленное «выкипание» большого объема воды можно «растянуть» на весь срок службы аккумулятора, вообще отказавшись от заливных отверстий. Такой аккумулятор получается действительно необслуживаемым, т.к. заливать воду в него невозможно.

1.4.3. Электрохимические процессы в свинцовых аккумуляторах

Аккумулятор накапливает и хранит в себе химическую энергию активных материалов и преобразует накопленную химическую энергию в электрическую.

Активными веществами заряженной аккумуляторной батареи являются двуокись свинца PbO_2 (положительный электрод), губчатый свинец Pb (отрицательный электрод) и электролит – водный раствор серной кислоты ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$).

При разряде аккумулятора активные вещества превращаются в сульфат свинца PbSO_4 и воду.

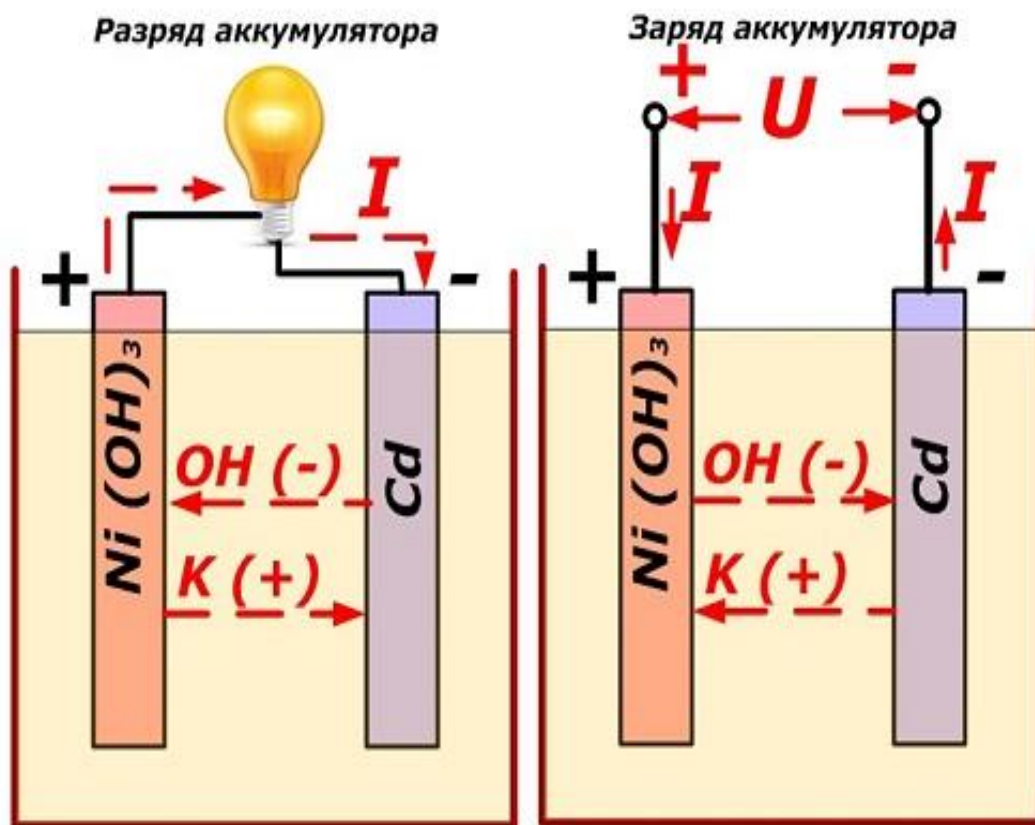


Рис 1.17 Электрохимические процессы в аккумуляторе.

При заряде аккумулятора происходит обратное преобразование сульфата свинца PbSO_4 и воды в активные вещества PbO_2 , Pb и H_2SO_4 . В конце заряда аккумулятора плотность электролита перестает изменяться, т.к. процессы преобразования веществ на электродах заканчиваются. При продолжении заряда происходит интенсивное разложение воды на кислород и водород, что создает эффект кипения электролита. Неизменность плотности электролита или его кипение служат признаком окончания зарядного процесса.

1.4.4. Основные параметры аккумуляторных батарей

Электродвижущей силой (ЭДС) аккумулятора E называют разность его электродных потенциалов (напряжение аккумулятора) при разомкнутой внешней цепи:

$$E = \varphi^+ - \varphi^-, \quad (1.6)$$

где φ^+ и φ^- — потенциалы положительного и отрицательного электродов

соответственно.

ЭДС батареи, состоящей из n последовательно соединенных аккумуляторов,

$$E_6 = nE, \quad (1.7).$$

Для практических целей ЭДС может быть определена по эмпирической формуле

$$E = 0,84 + \gamma_{25}, \quad (1.8)$$

где γ_{25} — плотность электролита при температуре $+25^\circ\text{C}$, измеренная в г/см^3 .

Если измерения проводились при температуре, отличной от $+25^\circ\text{C}$, то необходимо привести плотность γ_t к температуре $+25^\circ\text{C}$:

$$\gamma_{25} = \gamma_t + 0,00075(T - 25), \quad (1.9)$$

На практике более важным параметром является *напряжение аккумулятора*, которое при разряде всегда ниже, при заряде выше, а при разомкнутой внешней цепи равно значению ЭДС. Это отличие обусловлено падением напряжения на внутреннем сопротивлении аккумулятора R_0 , а также электродной поляризацией.

Поляризацией называется явление изменения потенциала электрода от исходного равновесного φ (без тока) до нового φ^I (при прохождении тока). Поляризация является следствием затруднения протекания электродного процесса на аккумуляторных электродах из-за изменения концентрации

электролита вблизи электродов; образования на поверхности электрода слоя сульфата свинца и др.

Омическое сопротивление батареи R_0 складывается из сопротивлений электролита $R_э$, сепараторов $R_с$, активной массы $R_м$, решеток R_p и соединительных элементов $R_{с.э.}$:

$$R_0 = R_э + R_с + R_м + R_p + R_{с.э.} \quad (1.10)$$

Под сопротивлением электролита понимается сопротивление той его части, которая находится между электродами.

Разрядной емкостью C_p называется максимальное количество электричества Q_{pmax} , которое аккумулятор может сообщить во внешнюю цепь при разряде от начального напряжения $U_{нач}$ до конечного $U_{кон}$. Обычно разрядная емкость аккумуляторных батарей определяется при постоянном токе разряда I_p . Тогда

$$C_p = I_p t_{кон}, \quad (1.11)$$

где $t_{кон}$ – время разряда аккумуляторной батареи от напряжения $U_{нач}$ до напряжения $U_{кон}$.

Номинальная разрядная емкость аккумуляторной батареи C_{20} определяется при 20-часовом режиме разряда током $I = 0,05 C_{20}$ при температуре $+25 \text{ }^\circ\text{C}$. Разряд должен прекращаться после достижения конечного напряжения 5,25 В у батареи на 6 В и 10,5 В у батареи на 12 В.

1.5. ХАРАКТЕРИСТИКИ, НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРОВ

1.5.1. Характеристики аккумуляторов

Частое чередование режимов разряда и заряда одна из характерных особенностей работы аккумуляторов на автомобиле. Обычно аккумуляторы сконструированы таким образом, чтобы

развивать достаточную мощность в кратковременном стартерном режиме разряда при низких температурах.



Рис 1.18 характеристики автомобильных аккумуляторов.

Ёмкость аккумулятора характеризует количество отдаваемого электричества при разрядке до минимально допустимого напряжения. Единица измерения емкости – ампер-часы.

Ток холодной прокрутки еще называется пусковым током. Проверка на заявленный пусковой ток проводится после охлаждения АКБ до – 18 градусов Цельсия. Автомобильный аккумулятор разряжается пусковым током 30 секунд. После этого его напряжение должно быть не меньше 8,4 вольта. В случае разряда продолжительностью 150 секунд напряжение должно быть не меньше 6 вольт.

Электродвижущая сила батареи (ЭДС) – параметр, показывающий напряжение на выводах батареи, на которую не повешена внешняя нагрузка и нет утечек. ЭДС можно измерить при помощи вольтметра или мультиметра.

Внутреннее сопротивление АКБ автомобиля объединяет в себе сопротивление сепараторов, электродов, электролита, выводов и прочих элементов батареи.

Степень заряженности зависит от множества факторов, и точное значение узнать сложно. Но ориентировочно степень заряженности оценивается по ЭДС и плотности электролита.

Саморазряд АКБ – процесс уменьшения ёмкости аккумулятора. Он вызван окислительно-восстановительными процессами на электродах.

Кроме того, важно учитывать срок хранения АКБ. Аккумулятор может храниться некоторое время в сухозаряженном состоянии прежде, чем попадет к потребителю. Немаловажно знать и срок эксплуатации, ну и особенности конструкции АКБ (вес, типоразмер).

1.5.2. Основные неисправности автомобильных аккумуляторных батарей

Характерными неисправностями аккумуляторных батарей является: разрушение положительных пластин, короткое замыкание в аккумуляторах, необратимая сульфатация пластин, нарушение электрической цепи батареи, трещины банок и крышек. Кроме того, возможен повышенный саморазряд батареи, трещины в мастике или ее отслоение; повреждение и износ полюсных штекеров (выводов) батареи.

Признаком разрушения пластин является низкая работоспособность батареи, что проявляется при пуске двигателя стартером. После двух-трех попыток пуска такая батарея быстро садится. При подключении ее к зарядному устройству она сразу начинает «кипеть», плотность электролита повышается незначительно, дополнительным признаком разрушения положительных пластин могут быть: подъем крышек аккумуляторов со стороны положительных выводов, выпирание стенок банки, мутный электролит коричневого цвета⁴.

Причинами разрушения положительных пластин является грубое нарушение правил эксплуатации: хранение батареи в разряженном состоянии, длительные перезарядки, длительные и глубокие разряды,

⁴ Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Учебник для студ. учреждений сред. Проф. Образования / В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов; под ред. В.М. Власова. – М.: Издательский центр "Академия", 2003. – 480с.

несоответствие плотности электролита климатической зоне, плохое крепление батареи на машине, хrapение их при высокой температуре.

Своевременное и качественное техническое обслуживание и соблюдение требований эксплуатации батареи значительно замедляет процессы разрушения пластин и повышает срок службы батареи. Признаком короткого замыкания в аккумуляторе является то, что его напряжение ниже 2В, а плотность электролита значительно ниже, чем в других аккумуляторах, причинами короткого замыкания могут быть: разрушение сепараторов, замыкание пластин через осыпавшуюся массу, через токопроводящие мостики из свинцовой губки, образующиеся на кромках пластины. Такой аккумулятор подлежит вскрытию с последующей заменой сепараторов, очисткой осыпавшейся массы.

Сульфатация пластин – это образование на них трудно растворимых при заряде кристаллов сульфата свинца. Признаком сульфатации является значительное понижение работоспособности батареи, при заряде батарея быстро «закипает» и нагревается.

Причины сульфатации пластин: глубокие разряды батареи, систематический ее недозаряд, длительное хранение батареи в разряженном состоянии, эксплуатация батарей с низким уровнем, электролита, глубокую сульфатацию можно устранить специальными режимами заряда, и разряда батареи на зарядной станции.



Рис 1.19 Сульфатация пластин АКБ.

Глубокая сульфатация пластин не устраняются.

Признаком обрыва электрической цепи в батарее является отказ в работе стартера.

Причинами нарушения электрической цепи могут быть распайка перемычек, облом полюсных выводов, обрыв пластин. Такая батарея подлежит ремонту.

Трещины в банке и крышках обнаруживаются внешним осмотром. Причинами трещин являются механические повреждения из-за плохого крепления батареи и небрежного с ними обращения, детали с трещинами подлежат замене, мелкие трещины заделываются эпоксидным клеем.

Признаком повышенного саморазряда батареи является понижение плотности электролита более, чем на $0,02\text{г/см}^3$ за 13 дней хранения батареи при температуре $20\pm 5^\circ\text{C}$.

Причинами повышенного саморазряда могут быть: загрязнение поверхности батареи, наличие трещин и отслоение мастики, попадание в аккумуляторы посторонних примесей, доливание недистиллированной воды.

Для предупреждения и устранения повышенного саморазряда необходимо содержать поверхность батареи чистой, применять только дистиллированную воду, своевременно устранять трещины и отслоение мастики, небольшие трещины в мастике устраняются ее расплавлением с помощью паяльника. В случае глубоких трещин и отслоении старая мастика, устраняется, а стыки крышек заливаются новой расплавленной мастикой.

1.5.3. Методы заряда автомобильных аккумуляторных батарей

Заряд аккумуляторных батарей. Аккумуляторные батареи можно заряжать от любого источника постоянного тока при условии, что его напряжение больше напряжения заряжаемой батареи. Для полного заряда батарея должна принять 150 % своей емкости. Различают два основных способа заряда: при постоянном токе и при постоянном напряжении.

Заряд при постоянном токе. Оптимальная сила тока заряда составляет: $I_3 = 0,1 \cdot C_{20}$. При повышении температуры электролита до 45°C необходимо снизить зарядный ток в два раза или прервать заряд для охлаждения электролита до $30..35^\circ\text{C}$.

Методом заряда при постоянном токе можно заряжать n последовательно включенных аккумуляторов при напряжении на

выходе зарядного устройства $U_z > 2,7n$. Достоинствами данного метода являются: 1) простота зарядных устройств; 2) простота расчета количества электричества, сообщаемого батарее (количество электричества равно произведению тока и времени заряда).

Недостатком метода при малом токе заряда является большая длительность заряда, а при большом – плохая заряжаемость к концу заряда и повышенная температура электролита.

Заряд при постоянном напряжении. Данный метод используется, в частности, для заряда аккумулятора, уже установленного на автомобиле. Метод имеет два недостатка, проявляющихся в начале заряда полностью разряженных батарей: 1) зарядный ток достигает $1...1,5C_{20}$; 2) из-за большого зарядного тока перегревается аккумулятор. Поэтому для предохранения генератора от перегрузки на автомобиле устанавливаются ограничители тока.

Продолжительность заряда при использовании обоих методов одинакова. Недостатки, присущие этим методам, преодолеваются комбинированными способами заряда.

Заряд ступенчатым током (ступенчатый заряд). Способ заключается в том, что сначала заряд выполняют номинальным током до заданного напряжения, затем ток снижают в 2...3 раза и доводят заряд до конца. Используются двух-, трех- и четырехступенчатые режимы заряда.

Смешанный способ заряда. При данном способе сначала осуществляется заряд при постоянном токе, а затем – при постоянном напряжении.

Уравнивательный заряд. Сущность заряда заключается в заряде при постоянном токе, равном $0,1C_{20}$, до тех пор, пока плотность электролита и напряжение батареи не будут постоянными в течение 3 часов. Такой заряд необходим для выравнивания степени заряженности всех аккумуляторов батареи и устранения сульфатации электродов. Явление *сульфатации* заключается в образовании крупных труднорастворимых кристаллов сернокислого свинца (сульфата свинца) на поверхности электродов и на стенках пор активного вещества. В результате сульфатации не всё активное вещество электродов может участвовать в работе. Поэтому емкость батареи снижается. Сульфатацию определяют по ЭДС аккумулятора. Если ЭДС аккумулятора, измеренная вольтметром, будет

меньше ЭДС, подсчитанной по плотности, то электроды аккумулятора сульфатированы.

1.5.4. Подготовка аккумуляторной батареи к эксплуатации

Приготовление электролита. Существует два способа приготовления электролита. Способ 1: концентрированная серная кислота плотностью $1,83 \text{ г/см}^3$ добавляется в дистиллированную воду (но не наоборот). Способ 2: электролит плотностью $1,40 \text{ г/см}^3$ добавляется в дистиллированную воду или в электролит, плотность которого ниже необходимой плотности. Следует учитывать, что плотность электролита для различных времен года и климатических условий должна быть различной. Например, в районах с умеренным климатом (со средней месячной температурой в январе $-15...-8 \text{ }^\circ\text{C}$) плотность электролита должна быть равна $1,26 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$, в районах с холодным климатом (со средней месячной температурой в январе $-30...-15 \text{ }^\circ\text{C}$) – $1,28 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$.

Заливка батареи электролитом. Температура заливаемого электролита должна быть в пределах $15...30 \text{ }^\circ\text{C}$. Его плотность зависит от климатических условий эксплуатации батареи. Перед заливкой необходимо отвернуть вентиляционные пробки и удалить элементы, герметизирующие вентиляционные отверстия. Электролит заливают до тех пор, пока он не достигнет нижнего торца тубуса горловины крышки или определенного уровня выше предохранительного щитка (для традиционных аккумуляторных батарей уровень электролита равен 10 мм). Плотность электролита, заливаемого в новую батарею, должна быть на $0,02 \text{ г/см}^3$ меньше той плотности, которая требуется в конце заряда для данной климатической зоны. Если через два часа после заливки сухозаряженной батареи плотность электролита будет на $0,03 \text{ г/см}^3$ ниже плотности этого электролита через 20 минут после заливки, то батарею следует зарядить, а затем скорректировать плотность электролита. Но желательно все же заряжать батарею в любом случае.

Контрольный разряд аккумуляторной батареи. Контрольный разряд проводится для определения исправности полностью заряженной батареи. Когда на зажимах одного из аккумуляторов напряжение понизится до $1,7 \text{ В}$ (или $10,2 \text{ В}$ на батарее), разряд

заканчивают. Батарея считается исправной, если время разряда будет не менее 7,5 ч для батарей с электролитом плотностью 1,29 г/см³, 6,5 ч – для 1,27 г/см³, 5,5 ч – для 1,25 г/см³. В противном случае батарея является неисправной. К основным причинам плохой заряжаемости батарей относятся:

1) высыпание активной массы из решеток вследствие коробления последних при заряде большими токами, при замерзании электролита и т.п.;

2) наличие в аккумуляторном электролите примесей веществ, которые, осаждаясь на электродах, экранируют часть их рабочей поверхности, препятствуя протеканию на ней основной токообразующей реакции, и способствуют усиленному разложению воды и газовыделению;

Хранение аккумуляторных батарей. Новые, не залитые электролитом батареи хранятся при температуре не ниже –50 °С. Максимальный срок хранения сухих батарей – три года. Заряженные батареи с электролитом хранятся по возможности при температуре не выше 0 °С. Минимальная температура их хранения –30 °С. При чрезмерно низких температурах электролит может замерзнуть. Электролит, имеющий плотность $\gamma_{25}=1,31$ г/см³, замерзает при температуре ниже –40 °С, при $\gamma_{25}=1,27$ г/см³ электролит замерзает при температуре до –30 °С. Срок хранения батарей с электролитом при отрицательной температуре – до 1,5 лет, при положительной температуре – до 9 месяцев. Перед постановкой на хранение несухозаряженной батареи необходимо: 1) полностью зарядить батарею; 2) скорректировать плотность электролита; 3) если потребовалась коррекция плотности, то следует подзарядить батарею в течение 30 минут для выравнивания плотности электролита по объему каждой банки; 4) удалить с батареи токопроводящий слой, используя для этого раствор пищевой соды или нашатыря.

1.5.5. Срок службы автомобильных аккумуляторных батарей

Срок службы аккумулятора автомобиля зависит от многих факторов. Среди них тип аккумуляторной батареи, ее емкость, температурный режим эксплуатации, исправность системы зарядки в автомобиле и в гараже (при зарядке от внешнего источника

питания), утечек тока, режима езды и прочего. Также на срок службы автомобильного аккумулятора влияет и пресловутое качество его исполнения, а оно зависит как от производителя, так и от технологии производства. Существуют государственные стандарты, предписывающие в том числе нормы по времени эксплуатации того или иного типа аккумуляторных батарей. Однако реальные данные не всегда могут совпадать с ними.

На срок эксплуатации АКБ влияют следующие факторы:

- **Качество изготовления.** Тут все просто – известные мировые производители выпускают свои аккумуляторы под брендами со сроком гарантии два-четыре года. На самом же деле такие батареи служат пять-семь лет и даже больше. Дешевые же китайские или отечественные АКБ дают гарантию 6...12 месяцев, и служат такие аккумуляторы от силы года три.

- **Температурный режим эксплуатации.** Известно, что зимой, при низкой температуре работы, емкость аккумулятора падает и он работает в более тяжелых условиях, чем летом. Однако это компенсируется тем, что двигатель зимой перед поездкой прогревается, и емкость более-менее восстанавливается. Однако для аккумулятора губительны кратковременные поездки зимой. Рекомендуются хотя раз в два-три года выполнять процесс десульфатации (ее вполне можно выполнить своими руками).

- **Исполнение батареи.** В частности, обслуживаемым или необслуживаемым является аккумулятор. Обычно необслуживаемые служат дольше при условии, что их вовремя подзаряжают. Однако, если в обслуживаемый АКБ вовремя доливать дистиллят и также подзаряжать, то его срок эксплуатации может быть даже больше, чем у необслуживаемого.

- **Исправность системы зарядки.** В частности, это касается генератора и его регулятора напряжения. Так, если в цепи будет слишком высокое значение напряжение, то это чревато перезарядом. Например, для гелевых аккумуляторов это является очень критичным. Если же регулятор выдает слишком низкое напряжение, то аккумулятор недозаряжается, что чревато его «глубокой разрядкой». А пара-тройка таких ситуаций выводит из строя аккумулятор полностью.

• **Значение тока утечки.** В случае, если стороннее оборудование, которое при выключенном двигателе берет электричество от аккумулятора, подключено неправильно (или выбрана неправильная, слишком большая, его мощность), то оно может значительно разряжать батарею. Это чревато тем, что буквально за неделю может произойти «глубокий разряд» с описанными выше последствиями. Поэтому при постоянных регулярных разряжениях АКБ рекомендуется выполнить измерение тока утечки аккумуляторной батареи. Это позволит увеличить средний срок службы аккумулятора автомобиля.

• **Езда в городском цикле.** По статистике аккумуляторы автомобилей, которые преимущественно используются для езды в городе, имеют срок эксплуатации меньше. Объясняется это достаточно просто. В таком режиме поездки занимают мало времени. То есть, аккумулятор отдает энергию для запуска двигателя, а поездка занимает короткое время, за которое он не успевает восполнить затраченную энергию. Таким образом получается небольшой недозаряд. Если это повторяется постоянно, то он разряжается значительно, что и приводит к снижению срока его эксплуатации. Однако это не касается ситуаций, когда машина длительное время стоит в пробках с включенным двигателем. В этом случае времени достаточно, чтобы восполнить затраченную энергию. Если же пробок в городе нет, то нужно приблизительно раз в одну-две недели ездить на машине длительное время – около 30...40 минут.

• **Крепление аккумуляторной батареи.** Она должна быть жестко зафиксирована на своем посадочном месте с тем, чтобы при резких поворотах или езде по неровной дороге обеспечивался нормальный электрический контакт, а клеммы аккумулятора не были сломаны. Даже незначительные вибрации и смещения со временем могут вывести АКБ из строя или попросту снизить срок ее эксплуатации.

Краткий словарь терминов к первой главе

Электрооборудование автомобиля – Совокупность электрических приборов, аппаратов, машин и т.п., применяемых в автомобиле

Техническое состояние транспортного средства (ТС) – это совокупность всех его эксплуатационных характеристик, заданных заводом-производителем и изменяемых в процессе использования **автомобиля**

Аккумулятор – тип электрической аккумуляторной батареи, применяемый на автомобильном или мототранспорте. Используется в качестве вспомогательного источника электроэнергии в бортовой сети при неработающем двигателе и для запуска двигателя.

Электрический генератор – устройство, в котором неэлектрические виды энергии (механическая, химическая, тепловая) преобразуются в электрическую энергию.

Сульфатизация – это процесс, в результате которого поверхность аккумуляторных пластин покрывается сернокислым крупнокристаллическим свинцом в виде белого налета.

ЭДС аккумулятора (Электродвижущая сила) это разность электродных потенциалов при отсутствии внешней цепи. Электродный потенциал складывается из равновесного электродного потенциал

Регулятор напряжения – это устройство, позволяющее изменять величину электрического **напряжения** на выходе при воздействии на органы управления, либо при поступлении управляющего сигнала.

Ротор – вращающаяся часть генераторов и рабочих машин, на которой расположены органы, получающие энергию от рабочего тела или отдающие её рабочему телу.

Статор – неподвижная часть электрической машины, взаимодействующая с подвижной частью – ротором.

Стабилизатор напряжения являет собою электронное (электрическое) или электромеханическое устройство, которое имеет выход и вход по напряжению и предназначается для того, чтобы поддерживать выходное напряжение во всех узких пределах, при условии существенного изменения выходного тока нагрузки и входного напряжения.

Контрольные вопросы к первой главе

1. Какие устройства принято относить к электрооборудованию автомобилей?
2. Какие системы электрооборудования имеются в автомобиле?
3. Для чего предназначена и из чего состоит система электроснабжения?
4. В чем заключается принцип работы аккумуляторной батареи?
5. Что служит признаком окончания зарядного процесса?
6. Расскажите об устройстве традиционных аккумуляторных батарей с отдельными крышками.
7. Что называется электродвижущей силой аккумулятора?
8. Что называется поляризацией?
9. Из чего складывается омическое сопротивление батарей?
10. Что называется разрядной емкостью аккумуляторной батареи?
11. Какие факторы и как влияют на емкость аккумуляторной батареи?
12. Как выполняется заряд аккумуляторных батарей?
13. Что называется сульфатацией электродов?
14. Каковы условия хранения аккумуляторных батарей?
15. Что называется автомобильной генераторной установкой?
16. Что называется вентильными генераторами?
17. Какие требования предъявляются к генераторным установкам?
18. Как условно обозначаются элементы современной генераторной установки?
19. В чем заключается принцип действия трехфазного щеточного генератора?
20. В чем заключается принцип действия индукторного генератора?
21. В чем заключается принцип действия генератора с укороченными полюсами?
22. Назовите характеристики генераторов переменного тока.
23. В чем заключается принцип действия автомобильного регулятора напряжения?
24. Что называется бортовой электрической сетью?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ К ПЕРВОЙ ГЛАВЕ

1. Какие агрегаты относятся к системе электроснабжения?

- a) генератор
- b) стартер
- c) реле-регулятор
- d) электрическая лампа

2. Какие виды генераторов используются в автомобиле?

- a) стационарные
- b) высокочастотные
- c) переменного тока
- d) низкочастотные

3. Из каких основных элементов состоит генератор переменного тока автомобилей?

- a) ротор, статор, обмотка возбуждения
- b) тяговое реле, подшипник скольжения, ремень
- c) кронштейн, крышка подшипника
- d) приводная шестерня, обмотка реле

4. Для чего служит реле-регулятор?

- a) для контроля сопротивления
- b) для автоматического регулирования напряжения
- c) для регулирования силы тока
- d) для регулирования силы света

5. Какую функцию играет диодный мост в генераторе переменного тока автомобиля?

- a) для регулирования напряжения генератора
- b) для контроля силы тока
- c) для регулирования сопротивления
- d) для выпрямления (преобразования) переменного ток в

постоянный ток

6. К основным параметрам аккумуляторной батареи что относится?

- a) мощность
- b) электродвижущая сила
- c) температура электролита
- d) состояние электролита

7. Что измеряет амперметр?

- a) силу тока
- b) сопротивление
- c) напряжение
- d) мощность

8. Как подключается амперметр?

- a) параллельно с аккумуляторной батареей
- b) последовательно с аккумуляторной батареей
- c) по схеме треугольник
- d) и параллельно, последовательно

9. Какой из перечисленных ответов можно отнести к способу зарядки аккумуляторной батареи?

- a) при постоянном токе
- b) стационарный
- c) переменный способ
- d) номинальный

10. Какие приборы используются для контроля зарядки аккумуляторной батареи?

- a) амперметр
- b) ваттметр
- c) нагрузочная вилка
- d) тахометр

11. Что называется емкостью аккумуляторной батареи?

- a) количество силы тока, который отдает аккумулятор
- b) количество напряжения, отдаваемое аккумуляторной батареей
- c) количество электричества, которое аккумулятор отдает при разрядке
- d) количество электролита в литрах

12. В чем измеряется емкость аккумуляторной батареи?

- a) в ампер-часах
- b) в амперах
- c) в вольтах
- d) в ваттах

13. Какая кислота используется для приготовления электролита аккумуляторной батареи?

- a) щелочная кислота
- b) серная кислота
- c) уксусная кислота

d)любая химическая кислота

14.Что называется саморазрядом?

a)разряд аккумуляторной батареей, происходящий при отключенных потребителях

b)разряд аккумуляторной батареи, происходящий при подключенных потребителях

c)Э.Д.С., которая при разряде относится к внешнему участку цепи

d)разность потенциалов положительного и отрицательного электродов

15. Каким должен быть уровень электролита в аккумуляторной батарее?

a)выше пластин на 10–20 мм

b)выше пластин на 10–15 мм

c)выше на 20–25 мм

d)выше пластин на 8–12 мм

16.Основным потребителем тока от аккумуляторной батареи является, какой агрегат?

a)генератор

b)реле-регулятор

c)система освещения

d)стартер

17.Из перечисленных дефектов, что не относится к неисправностям генераторов переменного тока?

a)увеличение зазора свечи

b)нарушение контакта щеток

c)поломка ослабление щеточных пружин

d)замыкание на массу изолированных выводов обмоток стартера или ротора

18. Какие виды активных веществ применяются в аккумуляторных батареях?

a)Пластмассы

b)Металлы и их окислы.

c)Композитные материалы.

d)Сплавы.

19.Что применяют для уменьшения химической активности электролита?

- a)Пониженной плотности электролит.
- b)Повышенной плотности электролит.
- c)Повышение уровня электролита.
- d)Понижение зарядного тока.

20. Как нужно правильно вливать кислоту при приготовлении электролита?

- a) Тонкой струей воду в кислоту.
- b) Тонкой струей кислоту в воду.
- c) Можно любым способом.

ГЛАВА 2. СИСТЕМА ПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

2.1. АВТОМОБИЛЬНЫЕ СТАРТЕРЫ

2.1.1. Схема системы пуска автомобиля

Система пуска предназначена для принудительного вращения вала ДВС. Наибольшее распространение получила электро-стартерная система пуска. Она состоит из аккумуляторной батареи, стартерной цепи (провода, коммутационная аппаратура), стартера, средств облегчения пуска и ДВС (рис.2.1).

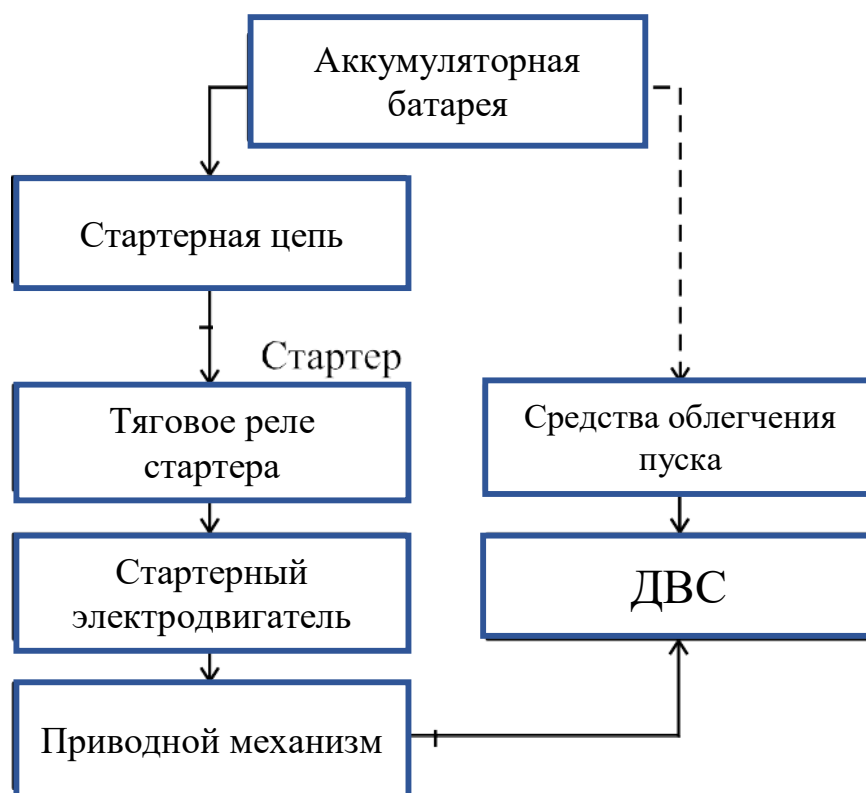


Рис. 2.1. Структурная схема электростартерной системы пуска.

Особенностью системы пуска автомобильных двигателей является то, что мощность аккумуляторной батареи и стартера близки между собой. Поэтому при пуске двигателя напряжение аккумуляторной батареи значительно изменяется в зависимости от тока, по-

требуемого стартером. В таких условиях на пуск двигателя большое влияние оказывают состояние аккумуляторной батареи (ее температура, степень заряженности, износ) и состояние стартерной цепи.

Под стартерной цепью понимают путь, по которому проходит ток от аккумуляторной батареи к стартеру. В стартерную цепь входит провод, соединяющий аккумуляторную батарею со стартером, «масса» автомобиля и все клеммы на пути стартерного тока.

2.1.2. Устройство и принцип работы стартера

Автомобильный стартер служит для сообщения коленчатому валу двигателя определенной начальной частоты вращения. У карбюраторных двигателей эта частота должна быть равна 50...100 об/мин, у дизелей – 150...200 об/мин. Пусковой ток у стартеров различного типа достигает 100...800 А.



Рис 2.2 Общее устройство автомобильного стартера

Стартер (рис 2.2) современного автомобиля состоит из электродвигателя, приводного механизма и тягового реле. Приводной механизм обеспечивает ввод и удержание шестерни стартера в зацеплении с венцом маховика во время пуска, предохранение якоря стартерного электродвигателя от разноса вращающимся маховиком работающего двигателя. Тяговое реле является одновременно и частью приводного механизма, обеспечивая его перемещение по оси вала якоря, и частью стартерной цепи, замыкая в конце хода якоря тягового электромагнита силовые контакты цепи питания стартерного электродвигателя. В качестве стартерного электродвигателя часто применяются электродвигатели постоянного тока с последовательным возбуждением, так как в этом случае обеспечивается большой пусковой момент.

Недостатком этих двигателей является значительная частота вращения при холостом ходе, что вызывает разрушение якоря. Данный недостаток частично устраняется использованием электродвигателей смешанного возбуждения, имеющих дополнительную параллельную обмотку возбуждения. К общим недостаткам двигателей постоянного тока следует отнести повышенный износ электрических контактов в коллекторно-щёточном механизме, вызванный трением и искрением контактов. Коллектор, составленный из медных ламелей, является наиболее ответственным узлом электродвигателя. Коллекторы подвергаются значительным электрическим, тепловым и механическим нагрузкам. В стартерах применяют сборные цилиндрические коллекторы на металлической втулке (стартеры большой мощности), а также цилиндрические и торцовые с пластмассовым корпусом.

После пуска двигателя частота вращения коленчатого вала не должна передаваться через шестерню обратно на стартер. В противном случае возможен разнос якоря стартера. Поэтому усилие от вала якоря к шестерне у большинства стартеров передается через муфту свободного хода, или обгонную муфту. Муфта обеспечивает передачу крутящего момента только в одном направлении – от вала якоря к маховику.

Для увеличения вращающего момента на коленчатом валу применяется понижающая передача (с передаточным отношением 10...15), позволяющая использовать в стартерах быстроходные

двигатели, требующие для своего производства небольшого расхода активных материалов и имеющие малые габариты и массу. В настоящее время широкое распространение получают высокооборотные стартеры с встроенным редуктором. Редуктор устанавливается между ротором электродвигателя и шестерней, сидящей на выходном валу стартера.

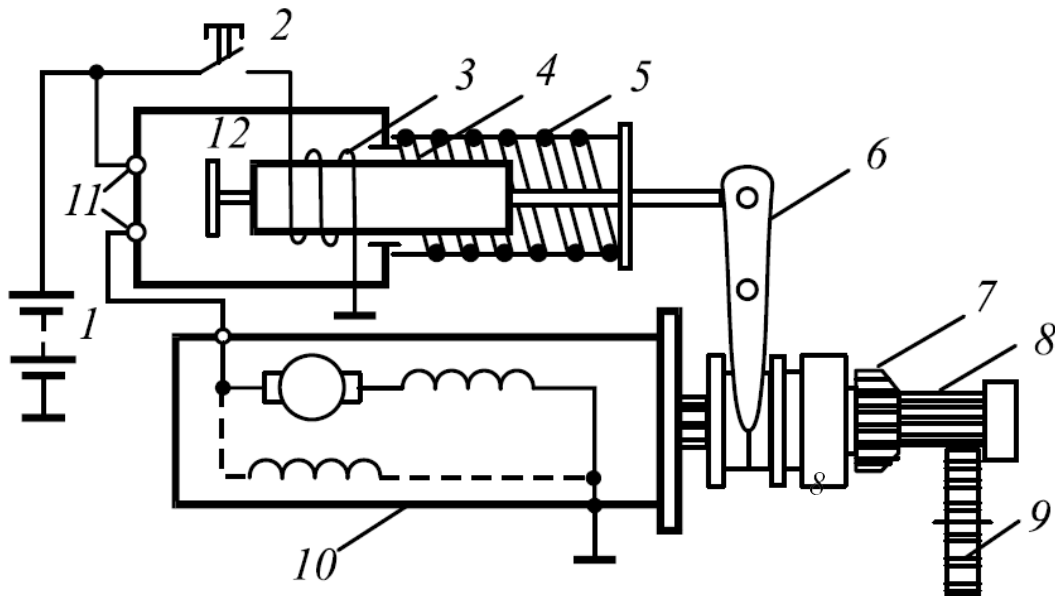


Рис. 2.3. Схема стартера с электромагнитным включением:
 1 – аккумуляторная батарея; 2 – выключатель; 3 – обмотка тягового реле;
 4 – подвижный сердечник (якорь); 5 – пружина; 6 – рычаг; 7 – шестерня;
 8 – вал электродвигателя; 9 – маховик; 10 – электродвигатель.

2.1.3. Электрические схемы управления стартером

Все современные электростартерные системы пуска имеют дистанционное управление стартером, при котором электродвигатель стартера подключается к аккумуляторной батарее с помощью тягового реле стартера. На автомобилях с дизельными двигателями тяговое реле подключается к аккумуляторной батарее через мощные контакты выключателя стартера. На автомобилях с карбюраторными двигателями – через контакты промежуточного реле, включаемого с помощью контактов выключателя зажигания.

Для уменьшения обгорания контактов выключателя зажигания обмотка тягового реле подключается не напрямую, а через

вспомогательное реле, для уменьшения потребления энергии тяговым реле его делают двухобмоточным (рис. 2.4). Одна обмотка называется втягивающей, другая – удерживающей.

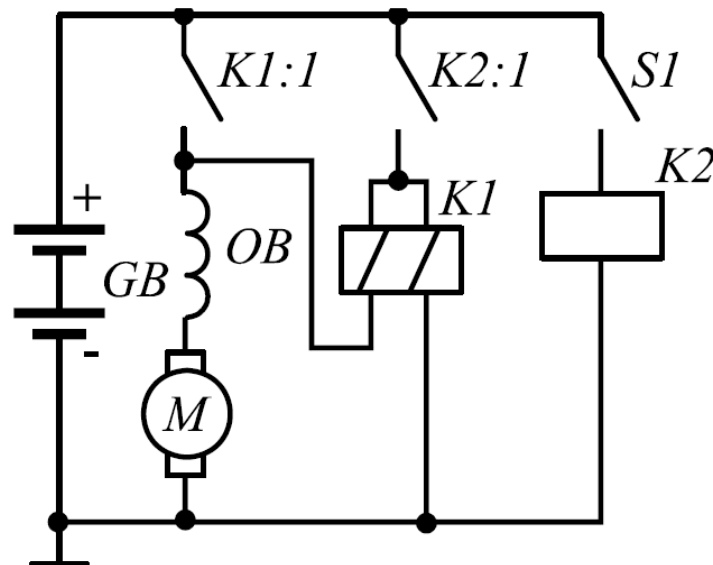


Рис. 2.4. Схема управления стартером с двухобмоточным тяговым реле.

При переводе выключателя зажигания в положение «Стартер» замыкаются контакты $S1$, срабатывает реле стартера $K2$, контакты $K2:1$ реле стартера подключают обе обмотки тягового реле $K1$ к аккумуляторной батарее, реле $K1$ своими контактами $K1:1$ включает стартерный электродвигатель и этими же контактами замыкает накоротко свою втягивающую обмотку. После пуска контакты $K2:1$ размыкаются, что приводит к подключению обеих обмоток тягового реле к аккумуляторной батарее. Так как эти обмотки включены встречно, а число витков в них одинаково, то суммарная магнитодвижущая сила будет равна нулю, тяговое реле отключится.

2.1.4. Технический осмотр системы пуска

Стартеры обладают достаточно высокой эксплуатационной надежностью и поэтому не требуют частого технического обслуживания и регулировок.

Техническое обслуживание стартера рекомендуется производить в снятом состоянии перед зимней эксплуатацией или примерно через 40—50 тыс. км пробега автомобиля.

При техническом обслуживании выполняются следующие операции: внешний осмотр; проверка осевого зазора вала якоря и подвижность щеток в щеткодержателях; контроль высоты щеток (если она меньше допустимой, то их заменяют); контроль динамометром силы давления щеточных пружин; проверка работы механизма привода.

Поиск неисправностей в самом стартере производят после его разборки. Проверяют состояние обмоток возбуждения и якоря, коллектора, подшипников, а также исправность тягового реле.

Привод стартера должен свободно, без заеданий, перемещаться по валу и возвращаться в исходное положение возвратной пружиной. При затрудненном перемещении привода вал якоря очищают от грязи и, если нет специальных указаний в технической документации, смазывают маслом, применяемым для двигателя. Храповой привод стартеров нуждается в смазывании. Для этого выдвигают шестерню в корпус привода и заливают в корпус моторное масло. Это повторяют 5—10 раз, затем масло выливают, заливают свежее и так повторяют 2—3 раза. Операцию производят на самом приводе, снятом со стартера.

Осевой зазор вала якоря не должен превышать 1 мм. Поперечный зазор вала в подшипниках должен быть почти незаметен. При значительном поперечном зазоре вала изношенные втулки в крышках стартера меняются.

Состояние реле стартера проверяют визуально, для чего снимают крышку реле. В случае подгорания контактов их зачищают напильником, а затем мелкой шлифовальной шкуркой. При большом износе или подгорания контактов болты поворачивают на 180°, а диск переворачивают.

На собранном стартере проверяется правильность регулировки привода, которая у стартеров карбюраторных двигателей характеризуется величиной вхождения шестерни привода в зацепление с венцом маховика и исходным положением шестерни привода. Задаются регулировки привода зазором A между приводной шестерней и упорным кольцом при включенном реле стартера и

расстоянием B между торцом шестерни и посадочным пояском на крышке стартера.

Определение зазора A производится при подключении положительного вывода источника питания к выводу «50» обмоток реле, а отрицательного вывода – к корпусу стартера. Напряжение источника питания должно соответствовать номинальному напряжению стартера. После подачи напряжения и срабатывания реле зазор A измеряется предельными калибрами, толщина которых соответствует максимальному и минимальному значению зазора, или универсальным измерительным инструментом. При измерении зазора A следует выбрать осевой зазор, отжимая привод по направлению к коллектору. Регулировку зазора A осуществляют поворотом эксцентриковой оси или регулировочным винтом сердечника реле.

2.2. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ СТАРТЕРА

2.2.1. Пусковые качества двигателей внутреннего сгорания

Возможность осуществления надежного пуска двигателя зависит от многих конструктивных и эксплуатационных факторов, к которым относят степень сжатия, рабочий объем, число и схему расположения цилиндров, тепловое состояние деталей двигателя, регулировочные параметры системы зажигания (для бензиновых двигателей) и топливной аппаратуры, низкотемпературные свойства топлива, вязкостно-температурные характеристики моторного масла, мощность и энергоемкость системы пуска, наличие и эффективность вспомогательных пусковых устройств и т.д.⁵.

Поршневые двигатели внутреннего сгорания начинают работать устойчиво при относительно высокой частоте вращения коленчатого вала. Пусковое устройство должно вращать коленчатый вал с частотой, достаточной для начала и развития процессов образования, воспламенения и сгорания топливо-воздушной смеси и

⁵ Чижев Ю.П. Электрооборудование автомобилей: Учебник для вузов /Ю.П. Чижев, С.В. Акимов – М.: Издательство "За рулем", 2007.– 384 с.

способствовать выходу двигателя на устойчивый режим самостоятельной работы. Характер протекания пусковых процессов и требования к пусковой частоте вращения коленчатого вала различны для бензиновых двигателей и дизелей.

Пусковая частота вращения коленчатого вала бензинового двигателя должна быть достаточной для подготовки топливо-воздушной смеси, способной воспламениться от электрической искры. При пуске холодного бензинового двигателя из-за низкой температуры топлива, стенок впускного трубопровода, и малой скорости перемещения в нем воздушного потока в смесеобразовании участвуют только легкоиспаряющиеся фракции бензина, поэтому пусковые качества бензина оценивают по температуре выкипания 10% фракций. Для подготовки смеси, находящейся в пределах воспламеняемости, при пуске увеличивают подачу топлива за счет оптимальной для пуска регулировки топливной аппаратуры.

С уменьшением пусковой частоты вращения коленчатого вала становится более продолжительным процесс сжатия, увеличивается теплопередача в холодные стенки цилиндра и пропуск газов через неплотности в поршневых кольцах и клапанах. Давление и температура в конце сжатия уменьшаются, что ухудшает условия воспламенения смеси и распространения пламени. Уменьшение массы смеси из-за отсутствия дозарядки цилиндров за счет инерции воздушного потока при запаздывании закрытия впускного клапана снижает количество выделяемой при сгорании теплоты и индикаторную мощность, развиваемую двигателем при пуске.

Ухудшение условий смесеобразования при пуске приводит к необходимости увеличения энергии электрической искры. Для пусковых режимов подбирается наивыгоднейший угол опережения зажигания.

В дизелях топливо-воздушная смесь образуется непосредственно в цилиндрах после подачи топлива форсункой. Воспламенение смеси происходит под действием высокой температуры в камере сгорания. Вследствие малой продолжительности процесса смесеобразования и отсутствия принудительного зажигания топливо-воздушной смеси пуск дизелей осуществить сложнее.

Пуск дизелей улучшается с увеличением цетанового числа топлива, по которому оценивают его способность к воспламенению.

При низких температурах большую роль играет испаряемость дизельного топлива. Пусковые свойства дизельного топлива оценивают по температуре выкипания 50% фракций или по количеству фракций, выкипающих до температуры 300°C.

Температура в цилиндре в момент подачи топлива должна превышать температуру самовоспламенения топлива, чтобы период задержки воспламенения был меньше времени, отводимого при пуске на образование смеси и развитие предпламенных реакций. При пусковых частотах в режиме электростартерного пуска с большой неравномерностью вращения коленчатого вала резко увеличивается продолжительность процессов сжатия, что вызывает соответствующий рост утечек тепла и рабочего заряда и снижение температуры и давления в цилиндрах в конце такта сжатия.

Достаточные для воспламенения топливо-воздушной смеси давление и температура в цилиндрах дизелей достигаются благодаря большей, чем у бензиновых двигателей, степени сжатия и увеличенной частоте вращения коленчатого вала пусковым устройством.

Надежность пуска дизеля повышается за счет надлежащего подбора диаметра и числа сопловых отверстий распылителя форсунки, правильной ориентации распылителя в камере сгорания, увеличения давления впрыскивания и количества подаваемого топлива, а также подбора наивыгоднейшего для пуска угла опережения подачи топлива.

Пусковые качества автомобильных двигателей оценивают по минимальной пусковой частоте вращения коленчатого вала. Минимальная пусковая частота вращения – это наименьшая частота вращения коленчатого вала, при которой пуск двигателя в заданных условиях происходит за две попытки пуска продолжительностью по 10 с для бензиновых двигателей и по 15 с для дизелей с перерывами между попытками в 1 мин.

Минимальные пусковые частоты определяются по зависимости времени пуска от средней частоты вращения коленчатого вала. Требуемые пусковые частоты для автомобильных бензиновых двигателей – 40–85 мин⁻¹, а для дизелей – 50–200 мин⁻¹. Минимальные пусковые частоты увеличиваются с понижением температуры, увеличением вязкости масла и заметно снижаются при увеличении

числа цилиндров двигателя и использовании устройств для облегчения пуска.

2.2.2. Выбор электрической системы пуска

Тип системы пуска определяет используемая энергия и конструкция основного пускового устройства (стартера). Для пуска автомобильных двигателей используют системы электростартерного пуска. Они надежны в работе, обеспечивают дистанционное управление и возможность автоматизации процесса пуска двигателей с помощью электронных устройств, (например, системы старт-стоп, системы дистанционного прогрева ДВС).

Структуры схем систем электростартерного пуска представлена на рис.2.5. В системах управления электростартером предусмотрены электромагнитные тяговые реле, дополнительные реле и реле блокировки, обеспечивающие дистанционное включение, автоматическое отключение стартера от аккумуляторной батареи после пуска двигателя и предотвращение включения стартера при работающем двигателе.

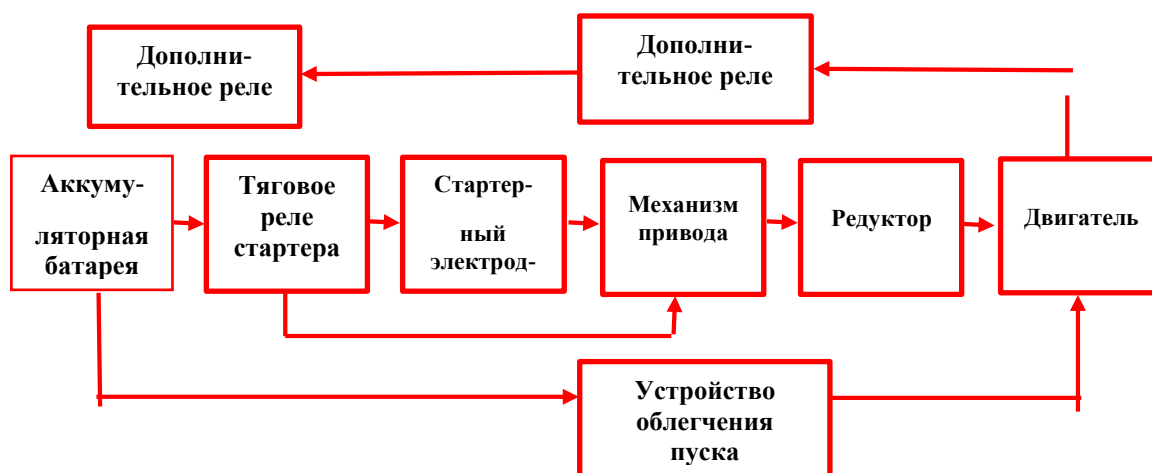


Рис. 2.5. Структурная схема электрической системы пуска.

Источником энергии в системах электростартерного пуска является стартерная аккумуляторная батарея – химический источник постоянного тока, поэтому в электростартерах используют электродвигатели постоянного тока. Характеристики стартерного элект-

ропривода с электродвигателями постоянного тока последовательного, смешанного или независимого (для стартера с постоянными магнитами) возбуждения хорошо согласуются со сложным характером нагрузки, создаваемой поршневым двигателем при пуске. Происходит это по следующим причинам. Баланс напряжений в якорной цепи стартера описывается уравнением:

$$U = E + I_{\text{я}} R_{\text{я}}, \quad (2.1)$$

– где U – напряжение аккумулятора, E противоЭДС (встречная ЭДС) стартера, $I_{\text{я}}$ – ток в якорной цепи, $R_{\text{я}}$ – полное сопротивление якорной цепи. Крутящий момент стартера равен:

$$M = k\Phi I_{\text{я}}, \quad (2.2)$$

– где Φ – магнитный поток возбуждения, k – конструктивный коэффициент. Противо ЭДС равна:

$$E = 2\pi n\Phi I_{\text{я}}, \quad (2.3)$$

– где n – обороты стартера. Максимальный ток якоря $I_{\text{я}}$ будет когда $n = 0$, т.е. в момент включения, а значит и крутящий момент стартера будет максимальным в начале вращения, уменьшаясь при увеличении оборотов. Обороты стартера будут увеличиваться до тех пор, пока уменьшающийся крутящий момент не сравняется с тормозным моментом проворачивания ДВС. При этом значение E будет обязательно меньше значения U , а $I_{\text{я}}$ примет установившееся, соответствующее крутящему моменту, значение.

Режим работы стартера кратковременный, поэтому и конструкция стартера, и параметры аккумуляторной батареи рассчитаны на кратковременное включение режима «пуск ДВС». Современные автомобили имеют время запуска двигателя в среднем 0,8 с, это обеспечивает, как правило, ресурс работы стартера, соответствующий сроку эксплуатации автомобиля. Тяговое реле стартера должно втягивать в зацепление шестерню бендикса при напряжении 9В (или 18В при бортовой сети на 24В) и удерживать замкнутыми силовые контакты при снижении напряжения до 5,4В (или до 10,8В при бортовой сети на 24В).

На рис.2.6 приведена конструкция стартера с возбуждением от постоянных магнитов. В этом случае не нужны обмотки возбуждения и нет цепей для их запитывания. Постоянные магниты могут быть из феррита бария или феррита стронция, тогда как

правило стартер имеет встроенный редуктор с коэффициентом передачи 3 – 5.

Редукторы бывают с цилиндрическими шестернями с внешним зацеплением, с внутренним зацеплением и используют иногда планетарный редуктор. Высокие обороты стартера требуют балансировки ротора, а также пропитки обмотки ротора эпоксидным компаундом, во избежание их разнosa. Стартеры в которых для повышения крутящего момента постоянные магниты выполнены на основе сплава железо-неодим-бор, имеющего высокую коэрцитивную силу могут быть без редуктора. Конструкция такого стартера приведена на рис. 2.6

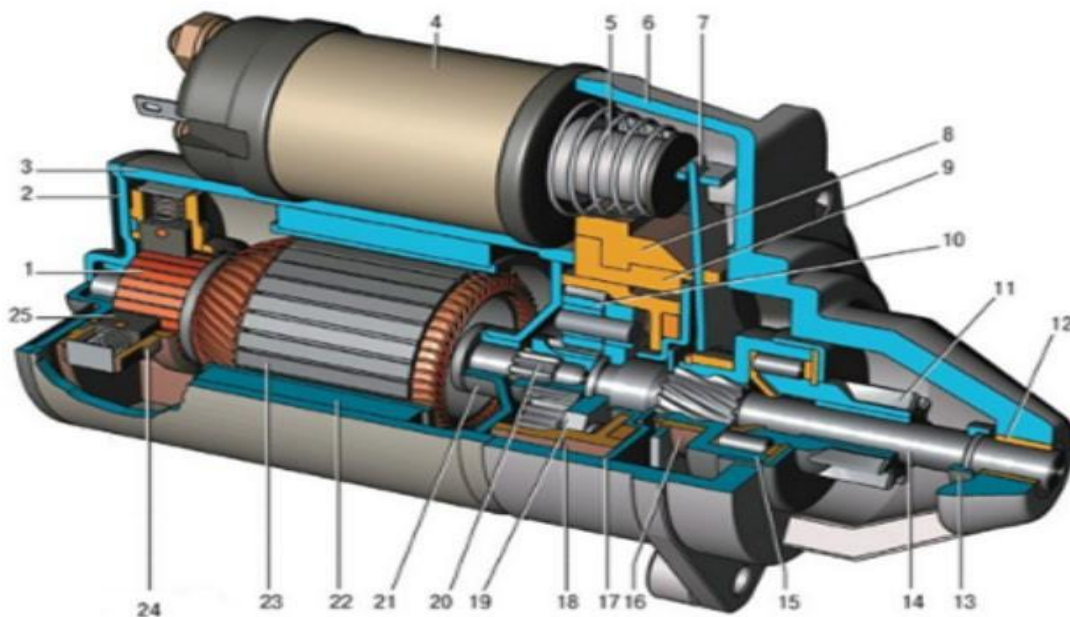


Рис. 2.6. Конструкция стартера с возбуждением от постоянных магнитов.

1–коллектор; 2–задняя крышка; 3–корпус статора; 4–тяговое реле; 5– якорь реле; 6–крышка со стороны привода; 7–рычаг; 8–кронштейн рыча; 9– уплотнительная прокладка; 10–планетарная шестерня; 11–шестерня привода; 12–вкладыш крышки; 13–ограничительное кольцо; 14–вал привода; 15– обгонная муфта; 16–проводковое кольцо; 17–опора вала привода с вкладышем;

18–шестерня с внутренним зацеплением; 19–водило; 20– центральная шестерня; 21–опора вала якоря; 22–постоянный магнит; 23– якорь; 24–щеткодержатель; 25–щетка

Щеточно-коллекторный узел выполнен может быть с цилиндрическим или торцевым коллектором. Щетки обычно медно-графитовые, в стартере применяют 4 щетки, что вдвое снижает ток через щетки. Соединяют щетки по схеме, приведенной на рис.2.7.

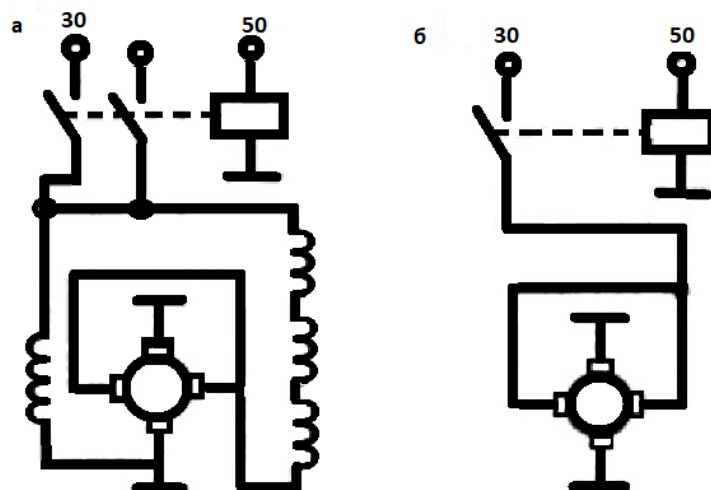


Рис. 2.7 Схема соединения щеток стартера:

а – для смешанного возбуждения, б – для возбуждения от постоянных магнитов.

2.2.3. Устройства, облегчающие пуск при низких температурах

В дизельных двигателях перед холодным пуском включают для прогрева воздуха в цилиндрах ДВС свечи накаливания (на 1 – 2 минуты). В дизельных ДВС малой мощности используют свечи накаливания для подогрева воздуха во впускном коллекторе. Свечи накаливания обеспечивают возможность пуска дизелей до $-10 \dots -17^{\circ}\text{C}$. В тяжелых грузовиках используют электрофакельные устройства подогрева. Свечи там используют только для поджига воздушно-топливной смеси, подаваемой через электромагнитные клапаны во впускной коллектор. При более низких температурах необходим подогрев охлаждающей жидкости ДВС.

Предпусковые подогреватели охлаждающей жидкости бывают электрические и работающие на топливе для ДВС. Электрические

подогреватели работают от сети переменного тока. Электрические нагреватели для подогрева охлаждающей жидкости устанавливают либо в блок, либо в специальный небольшой котел, соединенный шлангами с системой охлаждения. Такие подогреватели подогревают охлаждающую жидкость до 60...80°C, после чего выключаются с помощью автоматики.

Предпусковые подогреватели на топливе автомобиля (Webasto, Ebersprecher) содержат топливный насос, насос охлаждающей жидкости, свечу накаливания и автоматику. Такие подогреватели могут включаться по таймеру или с помощью дистанционного управления.

Применяют для облегчения пуска также устройства для подачи пусковой жидкости («Арктика» для бензиновых и «Холод-40» для дизельных ДВС) во впускной коллектор. Это можно делать вручную, впрыскивая перед пуском жидкость из аэрозольного баллончика в воздухозаборник, или, если в автомобиле есть специальное приспособление, дистанционно, с водительского места во время пуска двигателя.

2.2.4. Системы старт-стоп

Системы старт-стоп предназначены для исключения работы ДВС в режиме холостого хода с целью уменьшения вредных выбросов и экономии топлива. Системы старт-стоп вначале устанавливали только на премиальных автомобилях, сейчас устанавливают и на массовых автомобилях.

Системы старт-стоп в основном представлены системами с усиленным традиционным стартером (рис.2.8) и системами со стартером-генератором, связанным с ДВС поликлиновой ременной передачей (рис.2.8). В последнем случае остается и традиционный стартер, который используют для холодного пуска, а стартер-генератор используют только на прогретом двигателе.

Системы старт-стоп фирмы Bosch (системы «Start&Stop») содержат в основе усиленный стартер, который имеет увеличенный срок службы (рассчитан на большое количество пусков двигателя) и повышенный крутящий момент. Стартер также оборудован специальным малошумным механизмом привода, который гарантирует

быстрый, надежный и многократный запуск двигателя. Система «Start&Stop» выполняет функции остановки и запуска двигателя, имея кроме усиленного стартера, еще блок контроля уровня заряда аккумуляторной батареи. Система не имеет собственного электронного блока управления, а использует возможности блока управления двигателя, где установлено соответствующее программное обеспечение.

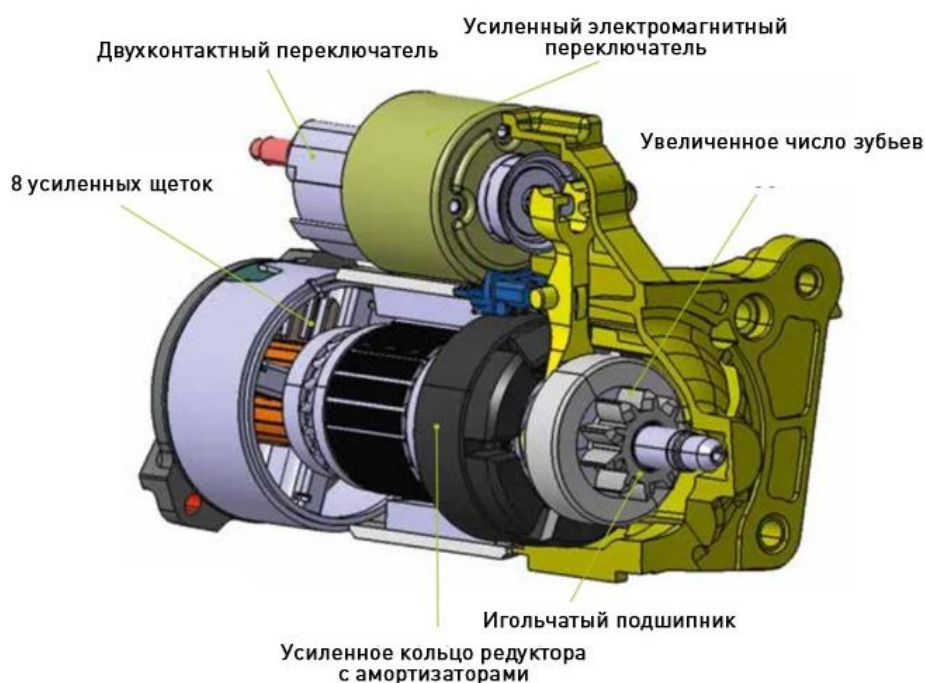


Рис. 2.8 Усиленный стартер для системы старт-стоп.

Благодаря тому, что составляющие системы «Start&Stop» по габаритам не больше, чем обычные компоненты, система фирмы «Bosch» может быть без труда интегрирована практически в любое транспортное средство. Однако некоторые узлы и системы потребовали дополнительной адаптации для работы в режиме старт-стоп. Частые отключения и запуски не служат долговечности узлов автомобиля, поэтому производители позаботились о том, чтобы двигатели были приспособлены для работы с системой «старт-стоп».

Чтобы иметь возможность работать должным образом (и в течение длительного времени), автомобили с системой «Старт-стоп» оснащены батареями с улучшенными характеристиками конструкции EFB (Enhanced Flooded Battery), которые выдерживают гораздо

больше циклов запуска двигателя. Для обеспечения повышенного числа запусков двигателя применяются специальные аккумуляторы. Электролит в таких устройствах находится внутри пор стекловолоконной ткани, проложенной между пластинами батареи. Такая технология называется AGM (Absorbent Glass Mat). Аккумуляторы не требуют обслуживания и обеспечивают возможность глубокого разряда, а также повышенную силу тока при запуске.

Система старт-стоп отключается, когда недостаточно заряжен аккумулятор. Для этого в автомобиле установлена система учета энергии, поступившей на зарядку аккумулятора и энергии, взятой из аккумулятора.

Система старт-стоп выключает ДВС при остановке автомобиля и запускает при нажатии на педаль акселератора. Задержку при начале движения система старт-стоп вносит небольшую, но тем не менее иногда эта задержка становится нежелательной, поэтому система старт-стоп может быть выключена водителем в сложной дорожной обстановке, например, при повороте налево на нерегулируемом перекрестке с интенсивным встречным движением.

Краткий словарь терминов к второй главе

Стартер, от (start – начинать, пускать в ход), основной агрегат пусковой системы двигателя, раскручивающий его вал до частоты вращения, необходимой для запуска двигателя.

Реле стартера- Втягивающее реле в стартере автомобиля подает ток на мотор самого стартера, а также выталкивает бендикс стартера

Якорь стартера это ось, выполненная из специальной легированной стали, которая вращается на подшипниках скольжения

Втягивающееся реле стартера – это электромагнит, который в системе зажигания выполняет две функции. Первая – подведение шестерни бендикса стартера к зубчатому венцу маховика. Вторая – ее возврат в исходное положение после запуска двигателя.

Топливо-воздушная смесь – смесь атмосферного воздуха и жидкого топлива с небольшим включением парообразной фазы. Для

нормальной работы двигателя нужно правильное соотношение воздуха и топлива

Запуск двигателя Стартер начинает вращаться и раскручивает коленчатый вал двигателя.

Щеточный узел (блок щеток стартера, щеткодержатель стартера, щеточный мост стартера) – это важный элемент в электромоторе. Щетки передают напряжение от плюсового контакта тягивающего реле к пластинам коллектора якоря.

Система «старт-стоп» (англ. «**Start-stop**» system) — технология, предназначенная для автоматического отключения и перезапуска двигателя

Контрольные вопросы к второй главе

1. Для чего предназначена и из чего состоит система пуска ДВС?
2. Для чего предназначена и из чего состоит электростартер автомобиля?
3. Для чего предназначено тяговое реле?
4. В чем заключаются достоинства и недостатки стартерных электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением?
5. В чем заключаются достоинства стартерных электродвигателей с встроенными редукторами?
6. Как осуществляется управление стартером с двухобмоточным тяговым реле?
7. Каковы основные электромеханические характеристики стартерного электродвигателя?
8. Как влияет вольт-амперная характеристика аккумуляторной батареи на работу стартера?
9. Какие устройства относятся к электрическим средствам облегчения пуска?
10. В чем заключается назначение и принцип действия свечей накаливания?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ К ВТОРОЙ ГЛАВЕ

1. Система пуска предназначена для:

- а) включения генератора

- b) включения электрооборудования
- c) принудительного вращения вала ДВС
- d) начала движения автомобиля

2. Каково назначение тягового реле?

- a) перемещение шестерни с муфтой свободного хода
- b) б) смыкание контактов контактным диском
- c) в) оба названных действия
- d) г) перемещение якоря тягового реле

3. Для чего служит муфта свободного хода?

- a) а) для передачи крутящего момента при пуске двигателя
- b) б) для передачи крутящего момента после пуска двигателя
- c) в) для предохранения стартера от перегрузки после пуска двигателя

4. На какое время следует включать стартер?

- a) 5 сек.
- b) 10 сек.
- c) 15 сек.
- d) 20 сек.

5. Если после первой попытки пуска стартером запустить двигатель не удалось, повторную попытку желательно предпринять не ранее чем через...

- a) 5 сек.
- b) 10 сек.
- c) 15 сек.
- d) 20 сек.

6. Что значит «запуск двигателя с кнопки»?

- a) подача напряжения на стартер нажатием кнопки на приборной панели
- b) подача напряжения на стартер поворотом ключа в замке зажигания

- c) включение предпускового подогревателя

7. Каково назначение щётчного узла?

- a) снимать напряжение с основного электродвигателя
- b) подавать напряжение на основной электродвигатель
- c) подавать напряжение на тяговое реле

8. Какие устройства применяются в системах пуска Start-Stop?

- a) стартер-генератор
- b) усиленный стартер
- c) система впрыска и воспламенения топлива в цилиндре
- d) все перечисленные устройства

9. С чем при пуске двигателя соединяется шестерня стартера?

- a) с маховиком
- b) с распредвалом
- c) с коленвалом
- d) с дополнительным приводным валом

10. С помощью чего втягивается сердечник тягового реле?

- a) с помощью пружины
- b) с помощью рычагов
- c) магнитным полем обмотки тягового реле

ГЛАВА 3. СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

3.1. КОНТАКТНАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

3.1.1 Схема системы зажигания бензинового двигателя

Система зажигания предназначена для образования электрической искры в цилиндрах двигателя в те моменты работы двигателя, когда зажигание рабочей смеси является наиболее эффективным⁶.

По типу источника питания системы зажигания делятся на батарейные и магнетные. В настоящее время наиболее широкое распространение получили батарейные системы зажигания (рис. 3.1).

Батарейные системы зажигания состоят из следующих основных элементов:

ИТ – источник тока (аккумуляторная батарея или генератор);

ВЗ – выключатель зажигания;

Д – датчик углового положения коленчатого вала⁷;

РМЗ – *регулятор момента зажигания*, управляющий моментом подачи искры по положению коленчатого вала, по частоте вращения n коленчатого вала, по разрежению ΔP_k в околродроссельном пространстве (а значит, и по нагрузке двигателя, так как значение ΔP_k зависит от нагрузки ДВС) и по некоторым другим параметрам;

ИВН – *источник высокого напряжения*, служащий для накопления энергии и формирования высокого напряжения, подаваемого на искровые свечи зажигания;

⁶ Der neue elektro – Zer von BMW – glied einer langen entwicklungskette. Kolloquiumfahrzeug- und motorentechnik. 15...17 Oktober 2001. Eurogress Aachen. – 4 p.

⁷ Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов [и др.]; – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2001. — 535с.

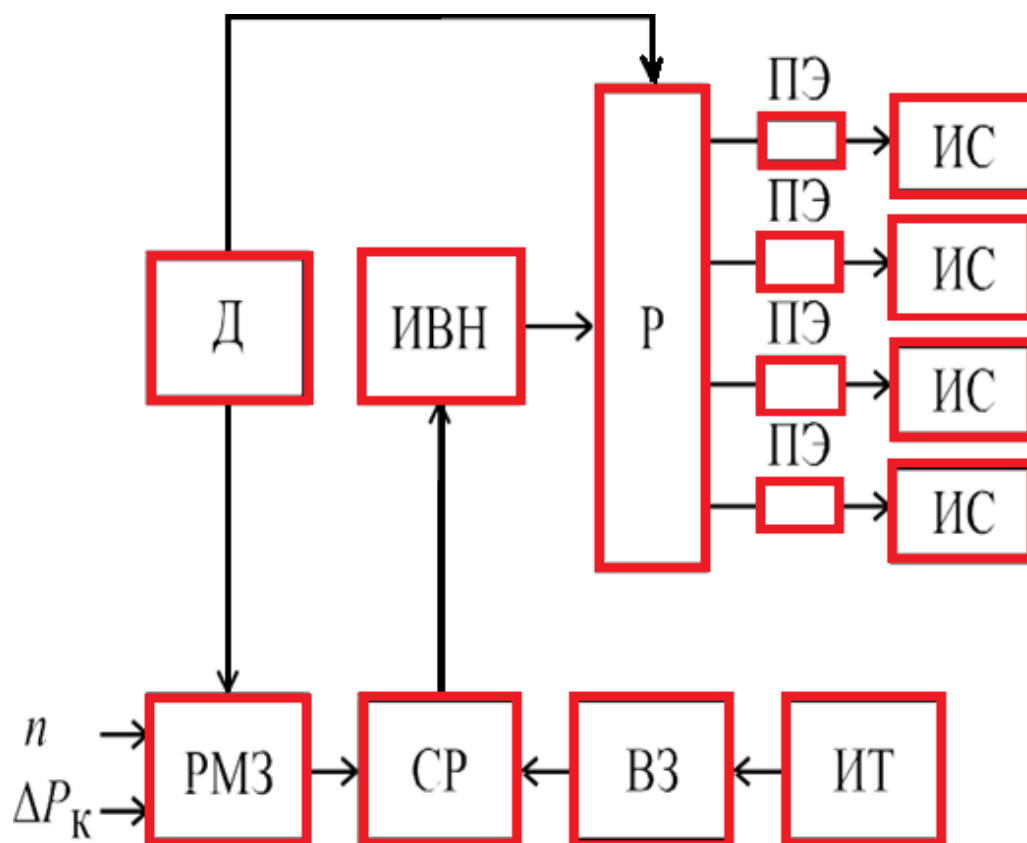


Рис. 3.1. Структурная схема батарейной системы зажигания.

СР – *силовое реле*, служащее для перевода ИВН с режима накопления энергии на режим формирования высокого напряжения и обратно;

Р – *распределитель импульсов высокого напряжения* по соответствующим цилиндрам двигателя;

ПЭ – *помехоподавительные элементы* – экранированные провода и помехоподавительные резисторы, размещенные либо в распределителе Р, либо в свечных наконечниках, либо в высоковольтных проводах в виде распределенного сопротивления;

ИСЗ – *искровые свечи зажигания*, образующие искровой разряд в камере сгорания двигателя.

3.1.2. Классификация батарейных систем зажигания

Основные типы батарейных систем зажигания представлены на рис. 3.2. В настоящее время серийно выпускаются следующие системы зажигания: классические (с механическим прерывателем),

контактно-транзисторные, контактно-тиристорные, бесконтактно-транзисторные, электронные с механическим распределителем, микропроцессорные системы управления автомобильным двигателем.



Рис. 3.2. Основные типы батарейных систем зажигания.

3.1.3. Виды систем зажигания

Система зажигания предназначена для воспламенения топливно-воздушной смеси бензинового двигателя. Воспламенение смеси происходит от искры, поэтому другое наименование системы - *искровая система зажигания*, а бензинового двигателя - двигатель с искровым зажиганием (сокращенно - ДСИЗ).

В зависимости от способа управления процессом зажигания различают следующие типы систем зажигания: контактная, бесконтактная (транзисторная) и электронная (микропроцессорная).

В **контактной системе зажигания** управление накоплением и распределением электрической энергии по цилиндрам осуществляется механическим устройством - прерывателем-распределителем. Дальнейшим развитием контактной системы зажигания является контактная транзисторная система зажигания, в первичной цепи катушки зажигания которой применен транзисторный коммутатор.

В отличие от контактной в **бесконтактной системе зажигания** для управления накоплением энергии используется транзисторный коммутатор, взаимодействующий с бесконтактным датчиком импульсов. Транзисторный коммутатор в данной системе выполняет роль прерывателя. Распределение тока высокого напряжения осуществляется механическим распределителем.

В **электронной системе зажигания** используется электронный блок управления, с помощью которого производится управление процессом накопления и распределения электрической энергии. В ранних конструкциях электронной системы зажигания электронный блок одновременно управлял системой зажигания и **системой впрыска топлива** (т.н. **объединенная система впрыска и зажигания**). В настоящее время управление зажиганием включено в **систему управления двигателем**.

3.1.4. Общая схема и принцип работы контактной системы зажигания

Контактная система зажигания является самым старым типом системы зажигания. В настоящее время данная система применяется на некоторых моделях отечественных автомобилей (т.н. «классике»). Создание высокого напряжения и распределение его по цилиндрам в данной системе происходит с помощью контактов.

Контактная система зажигания состоит из следующих элементов: источника питания, выключателя зажигания, механического прерывателя тока низкого напряжения, катушки зажигания, механического распределителя тока высокого напряжения, центробежного регулятора опережения зажигания, вакуумного регулятора

опережения зажигания, свечей зажигания и высоковольтных проводов.

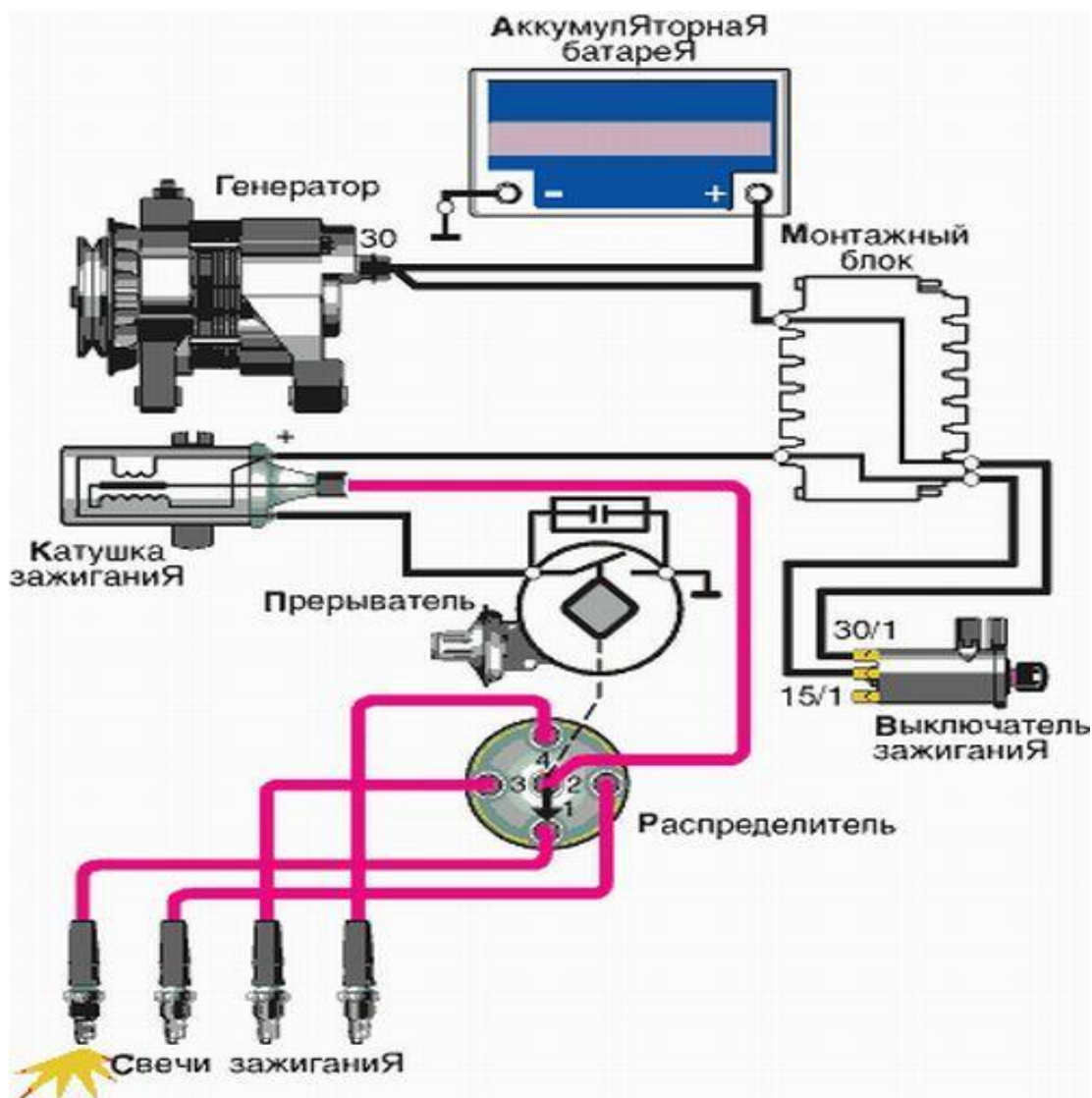


Рис 3.3 Схема системы зажигания.

Механический прерыватель предназначен для размыкания цепи низкого напряжения (цепи первичной обмотки катушки зажигания). При размыкании контактов во вторичной цепи катушки зажигания наводится высокое напряжение. Для защиты контактов от обгорания в цепь параллельно контактам включен конденсатор.

Катушка зажигания служит для преобразования тока низкого напряжения в ток высокого напряжения. Катушка имеет две обмотки – низкого и высокого напряжения.



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. Данное устройство имеет общее название прерыватель-распределитель (обиходное название – «трамблер»).

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.

Углом опережения зажигания называется угол поворота коленчатого вала двигателя, при котором происходит подача тока высокого напряжения на свечи зажигания. Для того, чтобы топливно-воздушная смесь полностью и эффективно сгорела зажигание производится с опережением, т.е. до достижения поршнем верхней мертвой точки.

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.

Высоковольтные провода служат для подачи тока высокого напряжения от катушки зажигания к распределителю и от распределителя на свечи зажигания.

Свеча зажигания предназначена для воспламенения топливно-воздушной смеси путем образования искрового разряда.

3.1.5. Принцип работы контактной системы зажигания

При замкнутом контакте прерывателя ток низкого напряжения протекает по первичной обмотке катушки зажигания. При размыкании контактов во вторичной обмотке катушки зажигания индуцируется ток высокого напряжения. По высоковольтным проводам ток высокого напряжения подается на крышку распределителя, от которой распределяется по соответствующим свечам зажигания с определенным углом опережения зажигания.

При увеличении оборотов коленчатого вала двигателя, увеличиваются обороты вала прерывателя распределителя. Грузики центробежного регулятора опережения зажигания под действием центробежной силы расходятся, перемещая подвижную платину с кулачками прерывателя. Контакты прерывателя размыкаются раньше, тем самым увеличивается угол опережения зажигания. При уменьшении оборотов коленчатого вала двигателя угол опережения зажигания уменьшается.

3.1.5. Регуляторы угла опережения зажигания

Регулирование угла опережения зажигания в классических системах зажигания осуществляется и автоматическими, и ручными регуляторами. Автоматическое регулирование в зависимости от частоты вращения коленчатого вала обеспечивается центробежным регулятором, в зависимости от нагрузки – вакуумным регулятором. Ручное регулирование в зависимости от октанового числа топлива осуществляется с помощью октан-корректора.

Центробежный регулятор угла опережения зажигания изображен на рис. 3.4. Пластина регулятора, соединенная с валом прерывателя-распределителя имеет грузики, которые могут вращаться вокруг осей. С увеличением частоты вращения грузики под действием центробежной силы расходятся, заставляя поворачиваться поводковую пластину и связанный с ней кулачок в сторону вращения ведущего валика.

- б) грузики вместе в) грузики разошлись

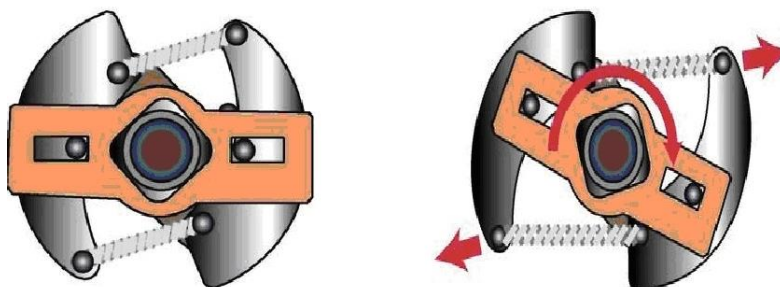


Рис 3.4 Схема работы центробежного регулятора угла опережение зажигания.

Вследствие этого контакты прерывателя размыкаются раньше. Изменение жесткости пружин позволяет получить требуемый закон регулирования.

Вакуумный регулятор угла опережения зажигания изменяет угол опережения зажигания в зависимости от разрежения под дроссельной заслонкой карбюратора (а значит, и от нагрузки на двигатель). В состав этого регулятора (рис. 3.5) входит диафрагма, закрепленная между корпусом регулятора и крышкой. В левой полости между диафрагмой и штуцером расположена пружина, которая поджимает диафрагму. Изменение сжатия пружины осуществляется регулировочными шайбами. Соединение штуцера с крышкой уплотнено прокладкой. Полость с правой стороны диафрагмы сообщается с атмосферой, а с левой – с карбюратором. В процессе закрытия дроссельной заслонки разрежение в левой полости увеличивается, диафрагма, преодолевая сопротивление пружины, прогибается и через тягу 8 поворачивает подвижную пластину прерывателя-распределителя в сторону увеличения опережения зажигания.

Отверстие для подсоединения трубки регулятора расположено таким образом, что при холостом ходе двигателя заслонка карбюратора перекрывает отверстие, и оно оказывается на стороне диффузора карбюратора (см. рис. 3.8). Разрежение в полости регулятора небольшое, и вакуумный регулятор опережения зажигания не работает.

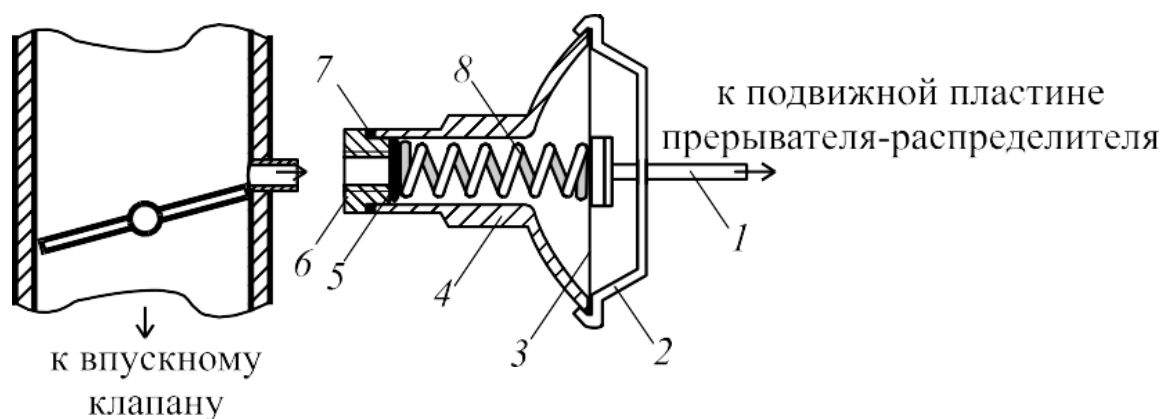


Рис. 3.5. Вакуумный регулятор угла опережения зажигания:

1 – тяга; 2 – корпус; 3 – диафрагма; 4 – крышка; 5 – регулировочные шайбы; 6 – штуцер; 7 – прокладка; 8 – пружина.

Октан-корректор – устройство для поворота и закрепления корпуса прерывателя-распределителя в положении, соответствующем октановому числу топлива.

Три рассмотренных устройства регулируют угол опережения зажигания независимо: октан-корректор поворачивает корпус прерывателя-распределителя относительно блока двигателя, вакуум-корректор поворачивает подвижную пластину прерывателя относительно корпуса прерывателя-распределителя, центробежный регулятор поворачивает поводковую пластину и связанный с ней кулачок относительно вала прерывателя-распределителя.

3.2 ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

3.2.1 Виды электронных систем зажигания

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

Существует множество конструкций электронных систем зажигания (Bosch Motronic, Simos, Magneti-Marelli и др.), отличающихся по конструкции. 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.

Вместе с тем, электронная система зажигания имеет следующее общее устройство: источник питания; выключатель зажигания; входные датчики; электронный блок управления; коммутатор (воспламенитель); катушка зажигания; свечи зажигания, провода высокого и низкого напряжения.

Любая система зажигания четко делится на две части:

- низковольтную (первичную, англ. primary) цепь – включает первичную обмотку катушки зажигания и непосредственно связанные с ней цепи (коммутатора и других компонентов в зависимости от устройства конкретной системы).
- высоковольтную (вторичную, англ. secondary) цепь – включает вторичную обмотку катушки зажигания, систему распределения высоковольтной энергии, высоковольтные провода, свечи.

Система зажигания с распределителем. На рисунке 1 показано устройство электронной системы зажигания с распределителем.

В определенное время в течение компрессионного хода цилиндра электронный блок управления посылает сигнал «зажигание» на воспламенитель. Это включает транзистор в воспламенителе, направляя ток через первичную обмотку катушки зажигания. В оптимальное время для зажигания блок управления выключает сигнал «зажигание», а транзистор прерывает прохождение тока через первичную обмотку. Индуцированный ток проходит по проводу катушки, на крышку распределителя, через ротор, клемму распределителя, на которую указывает ротор, провод

высокого напряжения, свечу зажигания и заземление. Положение ротора определяет цилиндр, который получает искру.

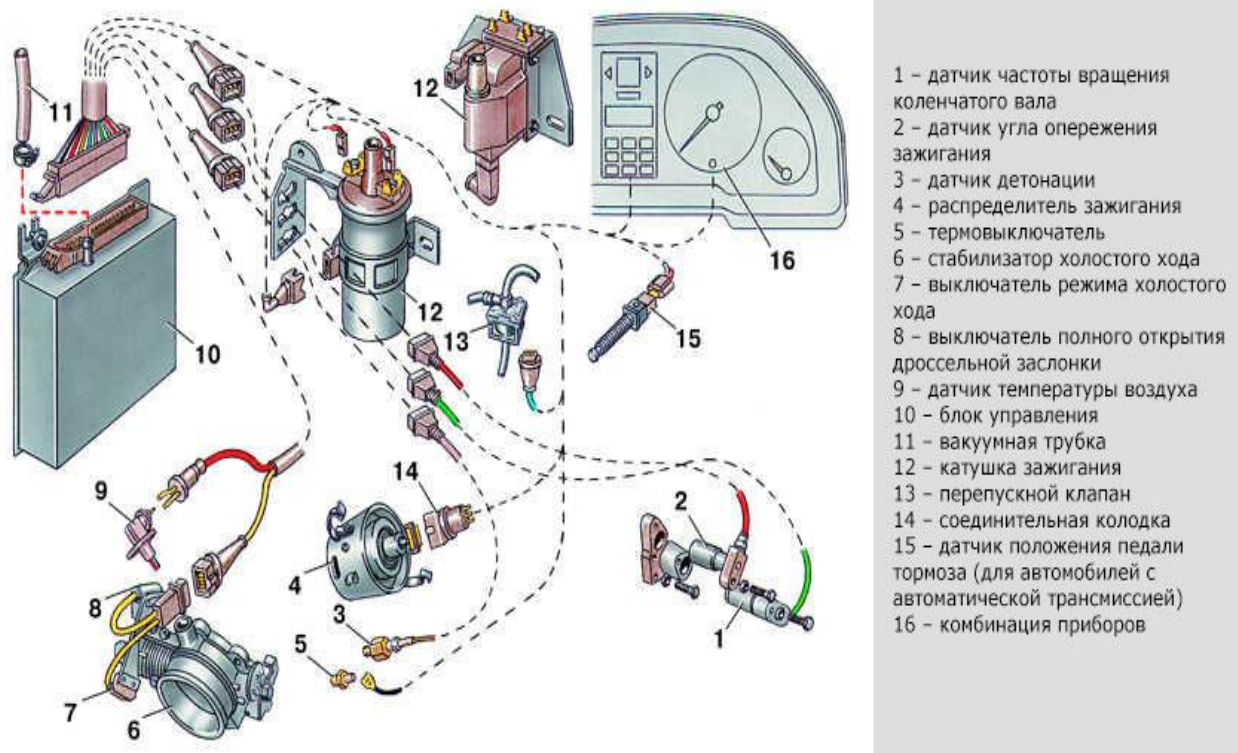


Рисунок 3.6 Общее устройство электронной системы зажигания с распределителем.

Системы прямого зажигания. Существуют два основных вида систем прямого зажигания:

- системы независимого зажигания с индивидуальными катушками зажигания на каждый цилиндр двигателя (EFS и COP системы);
- системы синхронного зажигания, где одна катушка обслуживает два цилиндра (DFS-системы).

Систему EFS (нем. Einzel Funken Spule) называют системой независимого зажигания, так как в ней (в отличие от систем синхронного зажигания) каждая катушка и управляется независимо и дает искру только для одного цилиндра. В этой системе каждая свеча имеет свою индивидуальную катушку зажигания. Кроме отсутствия в системе механических движущихся частей, дополнительным преимуществом является то, что при выходе из строя

катушки перестанет работать только один "ее" цилиндр, а система в целом сохранит работоспособность.



Рисунок 3.7 Общая схема системы независимого зажигания.

Коммутатор в системах непосредственного зажигания может представлять собой один блок для всех катушек зажигания, отдельные блоки (несколько коммутаторов) для каждой катушки зажигания, а, кроме того, он может быть как интегрирован с электронным блоком управления, так и может устанавливаться отдельно. Катушки зажигания также могут стоять как отдельно, так и единым блоком (но в любом случае они стоят отдельно от ЭБУ), а кроме того, могут быть объединены с коммутаторами. Общая схема систем независимого зажигания показана на рисунке 3.7.

Системы независимого зажигания делятся на системы с высоковольтными проводами и без высоковольтных проводов.

Одной из наиболее популярных разновидностей EFS-систем является так называемая COP система (Coil on Plug – «катушка на свече») – в этой системе катушка зажигания ставится прямо на свечу. Таким образом, стало возможным удалить из системы зажигания высоковольтные провода.

3.2.2 Бесконтактные системы зажигания автомобиля

БТСЗ начали применять с 80-х годов. Если в контактных системах зажигания (КСЗ) прерыватель непосредственно размыкает первичную цепь, в контактно-транзисторной системе зажигания КТСЗ - цепь управления, то в БТСЗ (рисунок 3.8) и управление становится бесконтактным. В этих системах транзисторный коммутатор, прерывающий цепь первичной обмотки катушки зажигания, срабатывает под воздействием электрического импульса, создаваемого бесконтактным датчиком. В БТСЗ вместо прерывателя- распределителя применяется датчик-распределитель.

Все виды датчиков, используемых в БТСЗ, делят на параметрические и генераторные. В параметрических датчиках изменяются те или иные параметры управляющей (базовой) цепи (сопротивление, индуктивность, емкость), в связи с чем изменяется сила тока базы транзистора.

Генераторные датчики (магнитоэлектрические, фотоэлектрические и др.) являются источниками питания управляющей цепи. Наибольшее распространение получили магнитоэлектрические датчики – индукционные и датчики Холла.

а) контактный датчик (контактная пара) прерывателя-распределителя батарейной, контактно-транзисторной и контактно-тиристорной систем зажигания. Формирует момент зажигания размыканием контактов (кулачком К). Недостатки – нестабильность сигнала, малая наработка на отказ;

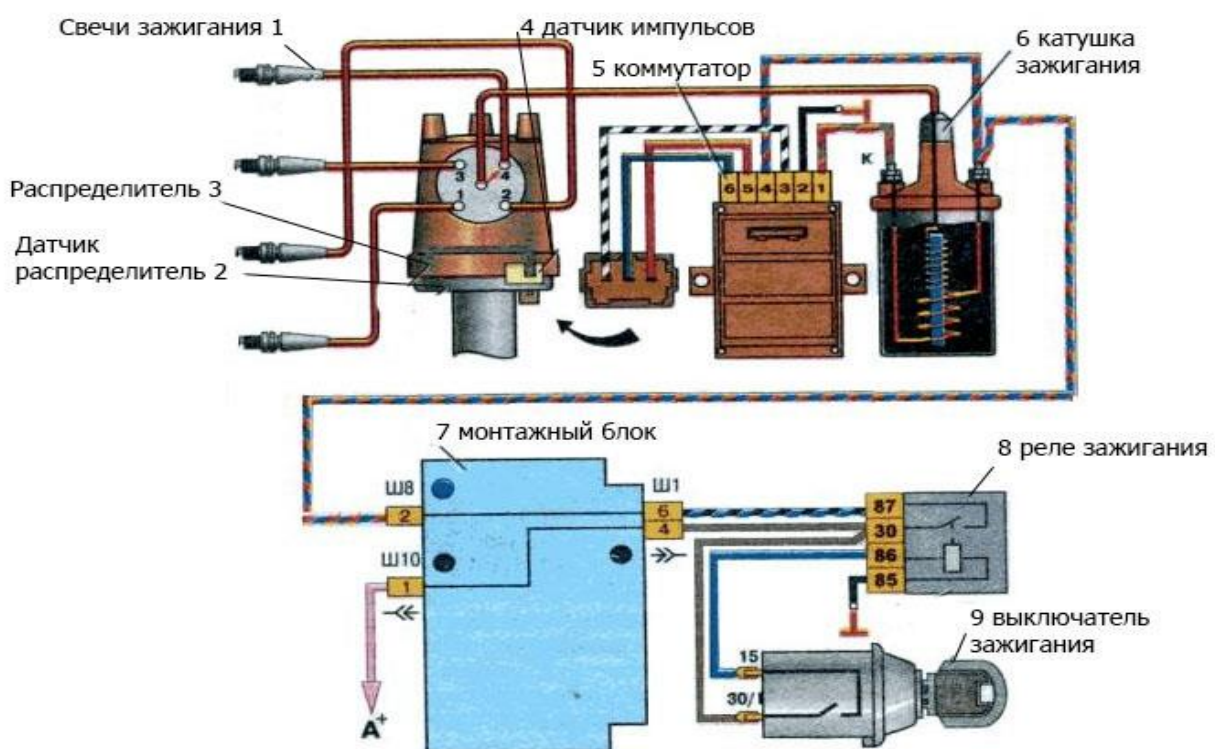


Рис 3.8 Устройство бесконтактной системы зажигания.

б) магнитоэлектрический датчик частоты вращения ДВС. Работает по принципу генерирования одиночного импульса в момент замыкания магнитного потока Φ ферромагнитным ротором R через магнитопровод обмотки W датчика. Недостатки – невозможность получения стабильного сигнала на низких оборотах ротора;

в) феррорезистивный датчик. Работает по принципу изменения электрического сопротивления в феррорезисторе. В при изменении магнитного потока Φ от постоянного магнита. Недостатки – зависимость сигнала от температуры;

г) датчик Холла. Наиболее распространенный датчик частоты вращения ДВС в современных ЭСЗ. Работает по принципу прерывания магнитного потока Φ от постоянного магнита NS ферромагнитным аттенюатором A . Недостатки – сложная технология изготовления. Преимущества – стабильность параметров сигнала при любой частоте вращения ДВС;

д) электрогенераторный датчик частоты вращения ДВС. Работает по принципу прерывания электромагнитного высокочастотного поля металлическим экраном Э. Недостатки – сложность схемы. Преимущества – цифровой счет скорости вращения ДВС;

е) фотоэлектрический датчик частоты вращения ДВС. Работает по принципу прерывания светового потока С оптическим attenuatorом В. Недостатки:

- возможность загрязнения и перегорания лампы L (низкая надежность). Преимущество – простота;

ж) оптоэлектронный датчик. Работает по принципу прерывания светового потока С между элементами оптопары (световой диод и фототранзистор). Недостатки – загрязнение оптического канала. Преимущества – возможность применения частотной модуляции светового потока;

з) генераторный датчик с частотной модуляцией. Работает по принципу срыва автоколебаний генератора. Недостатки – сложность. Преимущества:

- независимость амплитуды сигнала от частоты вращения ротора 4.

Магнитоэлектрический индукционный датчик представляет собой однофазный генератор переменного тока с ротором на постоянных магнитах. Число пар полюсов ротора соответствует числу цилиндров двигателя. Число периодов изменения напряжения за два оборота, например, четырехтактного двигателя, соответствует числу его цилиндров. Положительные полупериоды этого напряжения открывают транзистор формирующий первичный ток каскада коммутатора бесконтактной системы зажигания, что соответствует моменту искрообразования.

При малых частотах вращения коленчатого вала создаваемого напряжения недостаточно для переключения транзистора. Для устранения этого недостатка вводят специальный формирующий каскад. В результате средний потребляемый ток в схеме с индукционным датчиком довольно большой (6 – 8 А). Тем не менее, на малой частоте вращения холостого хода не избежать разряда аккумулятора.

В случае работы системы с датчиком Холла время накопления энергии в катушке зажигания остается постоянным независимо от

частоты вращения коленчатого вала, т.е. энергия искры практически не зависит от оборотов двигателя и напряжения бортовой сети. КПД этих систем очень высокий.

Устройство коммутатора для таких бесконтактных систем достаточно сложное (в нем есть микросхема, силовой транзистор, а также несколько резисторов, стабилитроны и конденсаторы). Энергия искры в три-четыре раза больше, чем в КСЗ.

Магнитоэлектрический датчик Холла (рис 3.9) получил свое название по имени Э.Холла, американского физика, открывшего в 1879 году важное гальваномагнитное явление. Достоинства этого переключателя – высокая надежность и долговечность, малые габариты, а недостатки – постоянное потребление энергии и сравнительно высокая стоимость. Если на полупроводник, по которому (вдоль) протекает ток, воздействовать магнитным полем, то в нем возникает поперечная разность потенциалов (ЭДС Холла). Возникающая поперечная ЭДС может иметь напряжение только на 3 В меньше, чем напряжение питания.

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 прорези 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.

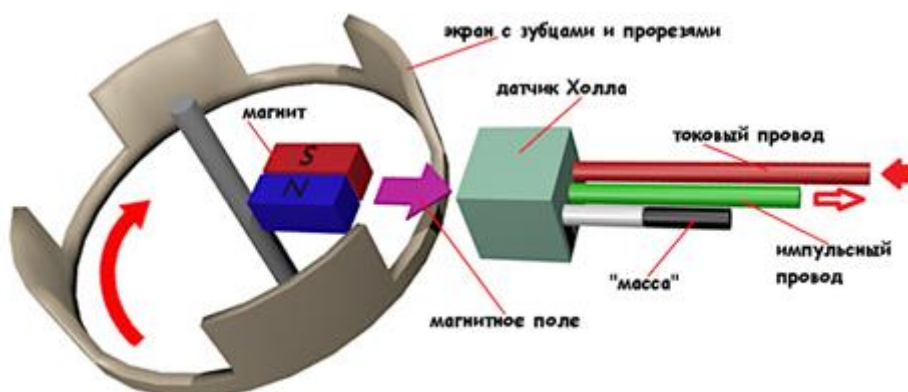


Рис 3.9 Датчик холла.

Наиболее простой в схемном и функциональном исполнении является **бесконтактная система зажигания с нерегулируемым периодом накопления энергии.**

Бесконтактная система зажигания с нерегулируемым временем накопления энергии принципиально отличается от контактно-транзисторной только тем, что в ней контактный прерыватель заменен бесконтактным датчиком. В системе, кроме того, не устранен существенный недостаток контактного зажигания – уменьшение вторичного напряжения при росте частоты вращения коленчатого вала. Поэтому более перспективна система с регулированием времени накопления энергии.

Катушки зажигания электронных систем зажигания. В контактно- транзисторных и транзисторных системах зажигания прерывание первичного тока катушки осуществляется не контактами механического прерывателя, а силовым транзистором. При этом первичный ток I_1 может быть увеличен до 10...11 А. Это привело к необходимости создания специальных катушек зажигания с низкими значениями сопротивления и индуктивности первичной обмотки и большим коэффициентом трансформации.

Длительное время катушки для электронных систем зажигания изготавливались с электрически разделенными обмотками, т.е. с трансформаторной связью. При такой схеме соединения один из выводов вторичной обмотки соединен с корпусом катушки, т.е. с "массой" автомобиля. Считалось, что применением трансформаторной схемы включения обмоток можно избежать перегрузки выходного транзистора коммутатора дополнительным всплеском напряжения, возникающим в первичной обмотке во время разрядных процессов во вторичной цепи системы зажигания. Это утверждение справедливо только тогда, когда корпус катушки имеет надежный контакт с «массой» автомобиля. Однако окисление этого контакта, что довольно часто случается в эксплуатации, приводит к его нарушению, что становится причиной выхода из строя силового транзистора коммутатора. Поэтому в настоящее время катушки контактно-транзисторных и транзисторных систем зажигания выпускаются с автотрансформаторной схемой соединения обмоток.

Первичная обмотка катушки в таких системах зажигания низкоомная и подключается к источнику питания, как правило, через

выносной добавочный резистор. Иногда применяется блок из двух добавочных резисторов. Тогда один из резисторов включен постоянно и ограничивает ток в низкоомной первичной цепи, а второй резистор выполняет роль добавочного резистора, как и в классической контактной системе зажигания.

Катушки зажигания, рассчитанные для работы с транзисторным ключом, являются мощными потребителями электрической энергии.

3.2.3. Микропроцессорные системы зажигания

Рассмотренные выше системы зажигания (БТСЗ) в настоящее время имеют ограниченное применение. Им на смену пришли системы зажигания четвертого поколения – это системы с электронно-вычислительными устройствами управления и без высоковольтного распределителя энергии по свечам в выходном каскаде⁸. Такие системы принято подразделять на электронновычислительные или просто на электронные (ЭСЗ) и микропроцессорные (МСЗ). Электронные и микропроцессорные системы зажигания имеют три принципиальных отличия от предшествующих систем:

1. Их устройства управления (УУ) являются электронно-вычислительными блоками дискретного принципа действия, выполнены с применением микроэлектронной технологии (на универсальных или на больших интегральных микросхемах) и предназначены для автоматического управления моментом зажигания. Эти устройства называются контроллерами.

2. Применение микроэлектронной технологии, помимо получения преимуществ по надежности, позволяет значительно расширить функции электронного управления. Стало возможным внедрение в автомобильную систему зажигания бортовой самодиагностики и принципов схмотехнического резервирования.

⁸ Микропроцессорные системы управления автомобильными двигателями внутреннего сгорания: Учеб. Пособие / Ф.И. Пинский, Р.И. Давтян, Б.Я. Черняк. – М.: Легион-Автодата, 2004. – 136 с.

3. Выходные каскады этих систем в подавляющем большинстве случаев многоканальные и, как следствие, не содержат высоковольтного распределителя зажигания.

Электронные и микропроцессорные системы зажигания отличаются друг от друга способами формирования основного сигнала зажигания, т.е. того сигнала, который от ЭБУ подается на спусковое устройство накопителя. В ЭСЗ основной сигнал зажигания формируется с применением времяимпульсного способа преобразования информации от входных датчиков. Это когда контролируемый процесс задается временем его протекания, с последующим преобразованием времени в длительность электрического импульса. Таким образом, в ЭСЗ контроллер содержит электронный хронометр и управляется аналоговыми сигналами. В МСЗ, структурная схема которой показана на рисунке 3.4., для формирования сигнала зажигания применяется число-импульсное преобразование, при котором параметр процесса задается не временем протекания, а непосредственно числом электрических импульсов.

Функции электронного вычислителя здесь выполняет число-импульсный микропроцессор, который работает от электрических импульсов, стабилизированных по амплитуде и длительности (от цифровых сигналов). Поэтому между микропроцессором и входными датчиками в ЭБУ МСЗ устанавливаются число-импульсные преобразователи аналоговых сигналов в цифровые (ЧИПы).

В отличие от электронной, микропроцессорная система зажигания работает по заранее заданной для данного двигателя внутренней сгорания программе управления.

Поэтому в вычислителе микропроцессорной системы зажигания имеется электронная память (постоянная и оперативная). Программа управления для конкретной конструкции двигателя определяется экспериментально, в процессе его разработки. На испытательном стенде имитируются все возможные режимы двигателя при всех возможных условиях его работы.

Для каждой экспериментальной точки подбирается и регистрируется оптимальный угол опережения зажигания. Получается набор многочисленных значений угла для момента

зажигания, каждое из которых отвечает строго определенной совокупности сигналов от входных датчиков. Графическое изображение такого множества представляет собой трехмерную характеристику зажигания, которая в виде матрицы. Координаты трехмерной характеристики «зашиваются» в постоянную память микропроцессора и в дальнейшем служат опорной информацией для определения угла опережения зажигания в реальных условиях эксплуатации двигателя на автомобиле. Изменение опорного (взятого из памяти) угла опережения зажигания осуществляется автоматически. Увеличение угла происходит при повышении оборотов, при уменьшении нагрузки и при понижении температуры ДВС.

Уменьшение угла имеет место при увеличении нагрузки, при падении оборотов и при повышении температуры ДВС. Если в МСЗ помимо основных датчиков используются дополнительные (например, датчик детонации в цилиндрах ДВС), то в микропроцессоре осуществляется коррекция опорного значения угла опережения зажигания по сигналам этих датчиков. При этом корректировка производится по каждому цилиндру в отдельности. Электронные блоки управления для ЭСЗ и МСЗ, помимо функциональных и схемотехнических, имеют и принципиальные конструктивные различия.

В ЭСЗ блок управления является самостоятельным конструктивным узлом и называется контроллером. На входы контроллера подаются сигналы от входных датчиков системы зажигания, а по выходу – контроллер работает на электронный коммутатор выходного каскада.

Все электронные схемы контроллера низкоуровневые (потенциальные), что позволяет включать их в состав других бортовых электронных блоков управления (например, в ЭБУ системы впрыска топлива).

В МСЗ все функции управления интегрированы в центральный бортовой компьютер автомобиля и персональный блок управления для системы зажигания может отсутствовать. Функции входных датчиков МСЗ выполняют универсальные датчики комплексной системы автоматического управления двигателем. Основным сигналом

зажигания подается на электронный коммутатор выходного каскада МСЗ непосредственно от центрального бортового компьютера.

Несмотря на значительные различия электронных и микропроцессорных систем зажигания, по устройствам управления выходные каскады этих систем имеют идентичное схемотехническое и конструктивное исполнение, при котором каждая свеча зажигания на многоцилиндровом ДВС получает энергию для искрообразования по отдельному каналу. Такое распределение называется статическим или многоканальным.

Надо отметить, что кроме обычных недостатков механического переключателя (низкая надежность и малая наработка на отказ вращающихся и трущихся частей) классический распределитель зажигания имеет и тот, что в нем реализуется коммутация высоковольтной энергии через электрическую искру. Это, помимо дополнительных потерь энергии, приводит к неравномерному выгоранию контактов в изоляционной крышке распределителя и, как следствие, к явлению разброса искр по цилиндрам и к низкой функциональной надежности системы зажигания. Разброс искр между выводами же исправного механического распределителя может достигать 2...3 угловых градусов по повороту коленчатого вала ДВС.

В электронных и особенно в микропроцессорных системах зажигания, высоконадежных и высокоточных в функциональном отношении, формирование момента зажигания в которых реализуется с точностью 0,3...0,5° для каждого цилиндра в отдельности, применение высоковольтного механического распределителя совершенно недопустимо. Здесь приемлемы электронные способы переключения каналов на низкопотенциальном уровне непосредственно в электронном блоке управления с дальнейшим статическим разделением каналов по высокому напряжению на многовыводных или индивидуальных катушках зажигания. Это неизбежно приводит к многоканальности выходного каскада системы зажигания.

Такой способ разделения каналов приемлем для реализации в системе зажигания с любым типом накопителя.

Известно, что в системе зажигания, на выходе которой установлен высоковольтный распределитель, во время разряда

накопителя имеют место две искры: одна основная (рабочая) в свече зажигания и другая вспомогательная— между бегунком распределителя и контактом одного из его свечных выводов.

Вторичная обмотка выходного трансформатора (катушки зажигания) высоковольтным выводом соединена с центральным бегунком распределителя, а другой вывод обмотки является нулевым, так как во время разряда накопителя соединяется с «массой» автомобиля. Энергия вспомогательной искры в распределителе тратится бесполезно, и эту искру стремятся всячески подавить. Отсюда ясно, что вспомогательную искру из-под крышки распределителя можно перенести во вторую свечу зажигания, соединив ее с первой через «массу» головки блока цилиндров последовательно. Для этого достаточно исключить распределитель из выходного каскада, отсоединить от «массы» автомобиля заземляемый вывод катушки зажигания и подключить к нему вторую электроискровую свечу⁹.

При одновременном искрообразовании в двух свечах зажигания одна искра является высоковольтной (12...20 кВ) и воспламеняет топливовоздушную смесь в конце такта сжатия (рабочая искра). При этом другая искра низковольтная (5...7 кВ), холостая.

Основные достоинства БТСЗ относительно контактных систем следующие:

- более высокая точность, устойчивость искрообразования и равномерность распределения искры по цилиндрам, а также надежность системы;

- повышенная энергия разряда в свече при БТСЗ надежно обеспечивает воспламенение бензовоздушной смеси в цилиндрах двигателя. Это особенно важно при разгоне, когда условия для воспламенения смеси неблагоприятны из-за ее временного обеднения, не компенсируемого ускорительным насосом. Примерно на 20% снижается содержание СО в отработавших газах и на 5% расход топлива;

- обеспечение уверенный пуск холодного двигателя при низких температурах при падении напряжения до 6 В.

⁹ Руководство по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ГАЗ 3110, 2217 / В.А. Поздяков, А.В. Щербак, О.Р. Казатор. Н.Новгород:АТИС, 2003.— 156с.

3.3. АВТОМОБИЛЬНЫЙ СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ

3.3.1. Предназначение свечей зажигания

Свеча зажигания – устройство для воспламенения топливо-воздушной смеси в самых разнообразных тепловых двигателях. Бывают искровые, дуговые, накаливания, каталитические, полупроводниковые поверхностного разряда, плазменные воспламенители и др.

Первая свеча зажигания в ее современном виде была разработана немецким инженером и ученым Робертом Бошем в 1902 году. Впервые свеча зажигания была использована с магнето высокого напряжения, также разработанным в мастерской компании BOSCH. Свечи зажигания BOSCH стали использоваться в двигателях внутреннего сгорания Карла Бенца, заменив используемые в то время калильные трубки с открытым пламенем. С тех пор и по настоящее время практически все свечи зажигания используют тот же принцип работы и строение, как и в 1902 году, эволюция данного узла шла преимущественно по пути усовершенствования используемых материалов (для изолятора, проводников и т.п.) и технологии изготовления (удешевления).



Рис 3.10 Автомобильные свечи зажигания.

В бензиновых двигателях внутреннего сгорания используются искровые свечи. Воспламенение топливо-воздушной смеси производится электрическим разрядом напряжением в несколько тысяч или десятков тысяч вольт, возникающим между электродами свечи. Свеча срабатывает на каждом цикле, в определённый момент работы двигателя.

В ракетных двигателях свеча зажигает топливную смесь электрическим разрядом только в момент запуска. Чаще всего, в процессе работы свеча разрушается и к повторному использованию непригодна.

В газотурбинных двигателях свеча воспламеняет струю топлива, выходящего из топливной форсунки в момент запуска, серией мощных дуговых разрядов. После этого горение факела топлива поддерживается самостоятельно. Используются, как правило, свечи поверхностного разряда, питающиеся высокочастотным током высокого напряжения от агрегата зажигания. Свечей чаще всего две (для надёжности), каждая установлена в воспламенителе со специальной пусковой форсункой, работающей только при запуске, что защищает свечу от обгорания при работе двигателя.^{[1][2]}

Калильные и одновременно каталитические свечи используются в модельных двигателях внутреннего сгорания. Топливная смесь двигателей специально содержит компоненты, которые легко воспламеняются в начале работы от раскаленной проволоочки свечи. В дальнейшем накал нити поддерживается каталитическим окислением паров спирта, входящего в смесь.

3.3.2. Устройство свечей зажигания

Принципиально свеча зажигания включает в себя следующие главные элементы: металлический корпус, изолятор и центральный проводник. Некоторые свечи дополнительно содержат встроенный резистор между центральным электродом и контактным выводом.

Вверху на свече располагается **контактный вывод**, к которому присоединяются высоковольтные провода системы зажигания или отдельная высоковольтная катушка. Конструкции могут отличаться, но чаще всего сверху на свече фиксируется защелкивающийся контакт либо крепление осуществляется при помощи гайки. Обычно вывод центрального проводника на контактный вывод универсален: защелкивающийся контакт устанавливается на резьбе и при необходимости легко отвинчивается.



Изолятор свечи изготавливается обычно из алюминиево-оксидной керамики, термостойкость которой доходит до 1000°C , а пробивное напряжение составляет не менее 60 кВ. Именно состав изолятора и его габариты определяют тепловую маркировку конкретной свечи. Наиболее важна верхняя часть изолятора, которая непосредственно контактирует с электродом, она определяет то, насколько качественно будет работать данная свеча.



По краям изолятора сделаны удлиняющие путь тока ребра для затруднения электрического пробоя по его поверхности. Данное решение эквивалентно удлинению изолятора. Идея относительно использования керамики в конструкции высоковольтной искровой свечи зажигания принадлежит немецкому инженеру Готтлобу Хонольдцу.

Основа корпуса свечи — так называемая «юбка», которая служит для установки и фиксации свечи на резьбе в головку блока цилиндров, а также для отвода тепла как от изолятора, так и от электродов. Юбка проводит электрический ток между боковым электродом свечи и «массой» электрической бортовой сети



автомобиля. Над юбкой установлен уплотнитель для защиты от прорыва горючих газов из камеры сгорания наружу.

Боковой электрод свечи сделан из стали, легированной марганцем и никелем. Он приваривается к корпусу свечи путем контактной сварки. Этот электрод всегда сильно разогревается во время работы двигателя внутреннего сгорания, что может привести к калильному зажиганию. У некоторых свечей боковых электродов несколько.

Долговечности данным электродам можно придать если покрыть их напылением из таких благородных металлов, как платина – таким образом делают более дорогие свечи, которые способны прослужить 100000 километров, что порой выгодно, ведь в V-образных двигателях замена свечи – весьма трудоемкий процесс.

В роли бокового электрода может выступать и непосредственно корпус свечи, именно такие свечи начиная с 1999 года появились на рынке под названием плазменно-форкамерные свечи зажигания. Они снабжены особой жаропрочной сферической насадкой.

Искровой зазор получается у таких свечей кольцевым, и электрический разряд перемещается здесь по круговой траектории, а первичное воспламенение воздушно-бензиновой смеси происходит в форкамере. Данное решение обеспечивает самоочистку электродов, так как они постоянно продуваются, что обеспечивает продление ресурса свечи. Сердцевина свечи зажигания – центральный электрод. Он соединен с контактным выводом изделия через стеклогерметик с резистором. Это нужно для снижения радиопомех, вызываемых работой системы зажигания. Центральный электрод оснащен наконечником из железо-никелевых сплавов с добавлением хрома и меди. Может быть напылен иттрий, также иногда встречается платиновая напайка, либо электрод может быть утонченным и изготовлен целиком из иридия.



Центральный электрод свечи зажигания – в принципе самая горячая ее деталь. Кроме того, он должен обеспечить надлежащий уровень электронной эмиссии, чтобы искра возникала на нем, как на катоде, легко.

Так как электрическое поле имеет максимум напряженности на краях электрода, искра образуется именно между острым краем центрального электрода и краем бокового электрода, поэтому в данных местах наблюдается наибольшее воздействие электрической эрозии.

Расстояние между боковым электродом корпуса и центральным электродом свечи формируют **зазор для искры**. Величина зазора является компромиссом между возможностью пробить зазор, находящийся в среде сжатой воздушно-бензиновой смеси и объемом плазмы, который возникает при пробое. Чем шире зазор – тем крупнее искра, выше вероятность воспламенения топливной смеси, ниже требования к качеству топлива.

Но слишком большой зазор может привести к пробоем на бегунок, на провода, и на другие части автомобиля. Более широкий зазор искре труднее пробить, и она будет скорее стремиться просочиться через изоляцию.

Более крупному зазору необходимо большее напряжение для нормального образования искры. Однако система зажигания имеет неизменную величину напряжения, а вот зазор у свечи в принципе изменить можно. К тому же чем острее электроды – тем легче высокому напряжению пробить зазор. Но чем выше давление в топливной смеси – тем зазор пробить тяжелее. Здесь также нужен компромисс.



Зазор свечей зажигания не является постоянной величиной, заданной один раз. Его необходимо подстраивать под конкретный текущий режим эксплуатации двигателя. При переоборудовании автомобиля на сжиженный и сжатый газ, искровой зазор уменьшают из-за большего пробивного напряжения, чем у воздушно-бензиновой смеси.

3.3.3. Основные характеристики свечей зажигания

Свеча зажигания – очень важный и довольно капризный элемент двигателя внутреннего сгорания. От правильности выбора свечи зависит стабильность и эффективность работы двигателя. Об основных характеристиках, на которые стоит обращать внимание при покупке, Вы можете узнать далее из статьи.

Свечи зажигания имеют несколько характеристик:

- величина искрового зазора;
- калильное число;
- габаритно-присоединительные размеры;
- материал центрального электрода;
- количество боковых электродов;
- ресурс;
- способность к самоочищению.

Первые три характеристики — базовые, именно по ним определяется пригодность свечей для того или иного двигателя.

Величина искрового зазора. Это расстояние между центральным и боковым электродами, именно здесь возникает электрический разряд, поджигающий топливно-воздушную смесь. В современных свечах величина зазора составляет 0,5–2 мм.

Калильное число. При достижении температуры около 900 градусов искровая свеча становится калильной – поджиг топливно-воздушной смеси производится раскаленным тепловым конусом. Калильное число как раз и показывает способность свечи нагреваться и сохранять тепло при различных тепловых нагрузках. Чем выше калильное число – тем меньше свеча нагревается, чем ниже – тем нагрев сильнее даже при малых тепловых нагрузках.

Свечи делятся на «горячие» и «холодные». Горячие свечи обладают небольшим калильным числом и быстро нагреваются до высоких температур, поэтому они могут применяться в двигателях с низкой степенью сжатия, использующих низкооктановые топлива. Холодные свечи, напротив, мало нагреваются даже при значительных тепловых нагрузках, а поэтому могут работать в форсированных двигателях высокой мощности. Также существуют унифицированные (или термоэластичные) свечи, сочетающие свойства горячих и холодных свечей.

В настоящее время выпускаются свечи с калильным числом от 8 до 26

Габаритно-присоединительные размеры. Сюда входит несколько параметров:

- **Тип резьбы** – автомобильные свечи имеют резьбу M14×1,25;
- **Длина резьбы** – короткая (12 мм), длинная (19 мм) и удлиненная (25 мм);
- **Размер головки под ключ** – сейчас наиболее часто встречаются 14, 16 и 21 мм.

Материал центрального электрода. У обычных свечей электрод выполняется из железоникелевых сплавов, однако в последнее время все большее распространение получают свечи с покрытием из благородных и редкоземельных металлов, которые значительно повышают ресурс всей свечи, а также улучшают некоторые ее характеристики. Наиболее часто используются платина и иридий, также находят применение иттрий, палладий и вольфрам.

В среднем, ресурс платиновых и иридиевых свечей в 3-5 раз выше, чем обычных. Однако при всех своих достоинствах такие свечи имеют довольно-таки высокую цену.

Количество боковых электродов. Наиболее часто применяются свечи с одним боковым электродом, однако в последние годы распространение получили свечи с количеством электродов от двух до четырех. Такие свечи обеспечивают более стабильную работу двигателя, так как увеличенное число электродов повышает вероятность возникновения электрического разряда даже при большом пробеге и загрязнении свечи.

Способность к самоочищению. Это неколичественный параметр, показывающий способность свечи препятствовать

возникновению нагара и других загрязнений на ее электродах. Нагар очищается при достижении свечи температуры 400 и более градусов. Высокой способностью к самоочищению обладают свечи с биметаллическим центральным электродом, «горячие» свечи и свечи с особой формой центрального электрода.

Ресурс свечей. Продолжительность нормальной работы свечей зажигания зависит от множества факторов, и не в последнюю очередь – от ее конструкции. Считается, что свечи необходимо менять каждые 15–20 тысяч км пробега – это относится к простым недорогим свечам. Свечи с повышенным ресурсом могут работать до 30 и более тысяч км. Однако «рекордсменами» являются свечи с покрытием центрального электрода платиной, иридием и другими металлами – они могут исправно служить 80-100 тысяч км.

3.3.4. Условия работы свечей зажигания

Электроискровая свеча зажигания на автомобильном двигателе работает в крайне тяжелых условиях, так как подвергается комплексному циклическому воздействию механических, термических и электрических нагрузок, изменяющихся в широких пределах.

Кроме того, детали свечи зажигания подвергаются химическим воздействиям со стороны топливовоздушной смеси, а также со стороны продуктов сгорания топлива и моторного масла.

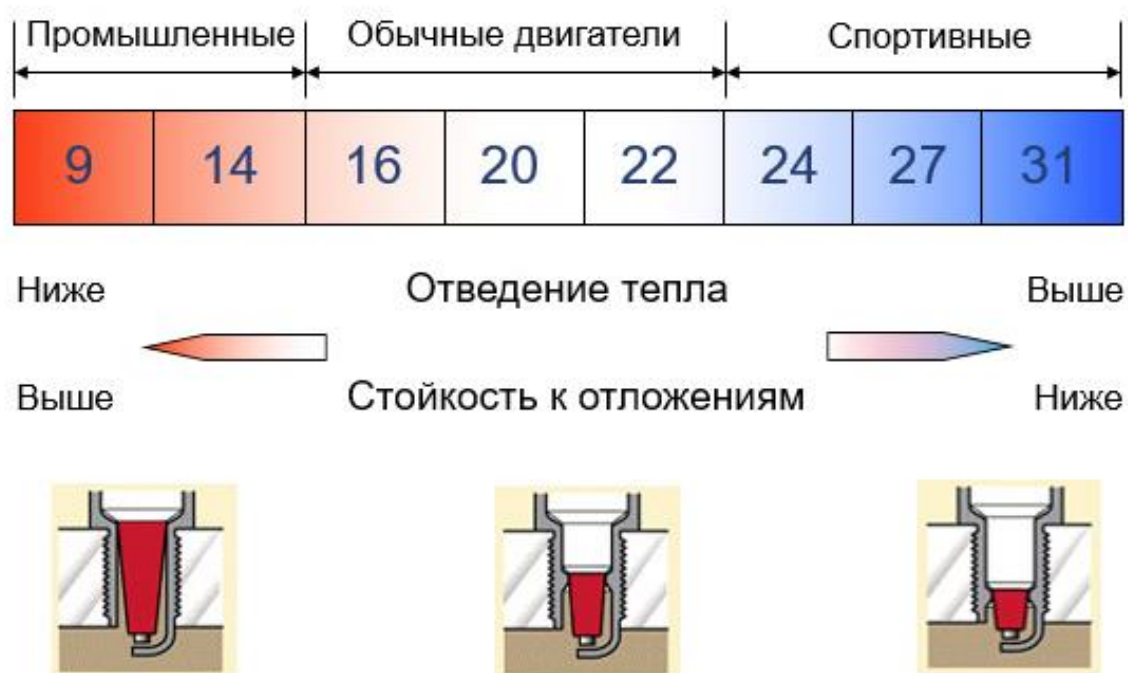
Во время работы двигателя автомобиля, свечи зажигания подвергаются воздействию колебаний температуры в камере сгорания от 60 до 3000°C. В результате тепловой конус изолятора и электроды нагреваются до некоторой температуры. При неполном сгорании топливовоздушной смеси, а также из-за попадания моторного масла в камеру сгорания на поверхности теплового конуса изолятора свечи зажигания образуется токопроводящий нагар, шунтирующий искровой промежуток свечи. Из-за шунтирующего действия нагара, сопротивление которого в зависимости от температуры работающего двигателя автомобиля может изменяться от 0,5 до 1,0 МОм (в холодном состоянии чистая свеча зажигания имеет сопротивление изолятора 500... 10000 МОм), во вторичной цепи системы зажигания появляется ток утечки. Ток утечки еще до пробоя искрового промежутка в свече вызывает

падение напряжения во вторичной цепи. В результате напряжение, подводимое к электродам свечи, уменьшается и может оказаться равным или даже меньше пробивного напряжения искрового промежутка. Это приводит к пропускам искрообразования или искра между электродами вообще не возникает. Утечка тока может иметь место и по наружной поверхности изолятора, если она загрязнена или покрыта влагой. Вредное влияние нагара, влаги и загрязнений может быть уменьшено внутри свечи путем увеличения пути для протекания тока утечки, что достигается удлинением теплового конуса, а снаружи – ребрением поверхности изолятора и ее укрытием под грязезащитный колпачок. При нагреве теплового конуса изолятора до температуры 400...500°C нагар на его поверхности отслаивается. Эта температура называется температурой самоочищения свечи. Для быстрого нагрева теплового конуса до температуры самоочищения он должен быть достаточно длинным. С другой стороны, при работе двигателя под полной нагрузкой температура теплового конуса и электродов не должна превышать 850...900°C. Иначе может возникнуть самопроизвольное воспламенение топливовоздушной смеси (калильное зажигание) от сильно разогретых частей свечи зажигания (причиной калийного зажигания часто является нагар не только на свечах, но и на других частях камеры сгорания).

Калильное зажигание возникает во время сжатия еще до момента появления искры в свече и характеризуется резким ростом температуры и давления газов в камере сгорания. Процесс сгорания топливовоздушной смеси становится неуправляемым, мощность двигателя падает, а его перегрев может привести к серьезным поломкам поршней, клапанов, коленчатого вала, **разрушению изолятора свечей и выгоранию электродов**. Таким образом, чтобы свеча не покрывалась нагаром и не вызывала калильного зажигания, температура ее теплового конуса должна быть в пределах 400...900°C.

Температуру 400...900°C теплового конуса изолятора называют тепловым пределом работоспособности свечи, который для всех свечей практически одинаков. Однако двигатели существенно различаются по мощности, по типу используемого бензина, по степени сжатия, а, следовательно, и по тепловой напряженности.

Чем больше форсирован двигатель, тем большее количество тепла выделяется в камере сгорания, тем лучше должно отводиться тепло от свечи, чтобы она не перегревалась. Основная часть тепла (80%) отводится через центральный электрод по тепловому конусу изолятора. Далее одна часть данного теплового потока проходит по теплоотводящей шайбе и резьбовой части корпуса, а другая — через опорную поверхность корпуса и прокладку. Таким образом, чтобы выдержать тепловой предел работоспособности свечи, размеры её конструктивных элементов и их формы (главным образом теплового конуса изолятора) должны быть согласованы с тепловой напряженностью двигателя. Отсюда следует, что для различных двигателей требуются свечи зажигания с различной тепловой характеристикой.



3.11 Калильные числа свечей зажигания.

В зависимости от принятого способа определения тепловой характеристики для свечей зажигания установлены ряды калильных чисел (рис. 3.11). Эти ряды составляются фирмами изготовителями и отличаются друг от друга по информационной значимости условных единиц. Калильное число обязательно указывается в маркировке любой свечи зажигания.

Краткий словарь терминов к третьей главе

Выключатель зажигания это основной коммутирующий компонент, который контролирует подачу питания к электрическим системам, также предотвращает разрядку аккумулятора, когда автомобиль припаркован и находится в спокойном состоянии.

Свеча зажигания – устройство для воспламенения топливо-воздушной смеси в самых разнообразных тепловых двигателях

Искровая система зажигания, то есть **система**, отличительным признаком которой является воспламенение смеси электрическим разрядом, пробивающим воздушный промежуток между электродами свечи **зажигания**.

Электронная система зажигания, в которой создание и распределение тока высокого напряжения в цилиндрах двигателя осуществляется с помощью **электронных устройств**.

Прерыватель-распределитель зажигания (жарг. трамблёр, от фр. *trembler* – вибратор, прерыватель) – механизм, определяющий момент формирования низковольтных импульсов в системе зажигания и используется для распределения высоковольтного электрического зажигания по цилиндрам карбюраторных и ранних инжекторных бензиновых двигателей внутреннего сгорания.

Катушка системы зажигания двигателя – элемент системы зажигания, который служит для преобразования низковольтного напряжения, поступающего от аккумуляторной батареи или генератора, в высоковольтное.

Центробежный регулятор опережения зажигания, – механизм, предназначенный для автоматического изменения угла опережения зажигания в зависимости от числа оборотов коленчатого вала двигателя

Высоковольтные провода – одни из важных элементов автомобиля, чувствительных к качеству изготовления и правильности эксплуатации. Предназначены они для передачи **высоковольтных** импульсов, генерируемых катушкой **зажигания** двигателя, через прерыватель-распределитель к свечам **зажигания**.

Октан корректор это устройство, которое позволяет устанавливать прерыватель-распределитель в различные положения, изменяя тем самым угол опережения зажигания.

Коммутатор (электронный коммутатор зажигания) – электронный блок бесконтактной системы зажигания (БСЗ) автомобилей на основе датчика Холла; устройство для управления током первичной обмотки катушки зажигания, обеспечивающее формирование на вторичной обмотке импульсов высокого напряжения и бесперебойного искрообразования.

Контрольные вопросы к третьей главе

1. Предназначение системы зажигания бензинового двигателя.
2. Из каких элементов состоит система зажигания.
3. Для чего нужен прерыватель?
4. Какое напряжение бывает в первичной цепи?
5. Что такое угол опережения зажигания (УОЗ)?
6. Каковы способы изменения УОЗ?
7. Для чего конденсатор в первичной цепи?
8. Каким должен быть начальный УОЗ?
9. Как устанавливается УОЗ в контактной системе зажигания?
10. Что такое датчик Холла?
11. Как работает свеча зажигания?
12. Какова функция транзистора в коммутаторе?
13. Что такое время накопления тока?
14. Что такое задающий диск?
15. Где и какие помехоподавители установлены?
16. Основные правила эксплуатации системы зажигания.

Тестовые вопросы к третьей главе

1. **Какую электрическую цепь размыкают контакты прерывателя?**
 - а) первичную цепь обмотки катушки зажигания
 - б) вторичную цепь обмотки катушки зажигания
 - с) цепь обмотки возбуждения

2. В зависимости от каких параметров вакуумный регулятор изменяет угол опережения зажигания?

- a) частоты вращения коленчатого вала
- b) изменения напряжения в цепи катушки зажигания
- c) изменения нагрузки на двигатель
- d) от всех указанных параметров

3. Какой прибор системы зажигания обеспечивает преобразование тока низкого напряжения в ток высокого напряжения?

- a) катушка зажигания
- b) прерыватель-распределитель
- c) искровые свечи зажигания

4. Какое напряжение возникает во вторичной обмотке катушки?

- a) 220 В
- b) 380 В
- c) 30 000 В

5. Куда далее поступает ток высокого напряжения от катушки зажигания?

- a) на центральный контакт крышки распределителя
- b) на контакты прерывателя
- c) на искровые свечи зажигания

6. Как изменяется угол опережения зажигания при уменьшении нагрузки на двигатель?

- a) увеличится
- b) уменьшится
- c) не изменится

7. В зависимости, от каких параметров центробежный регулятор опережения зажигания прерывателя-распределителя изменяет угол опережения зажигания?

- a) мощностных нагрузок на двигатель
- b) скоростных параметров
- c) октанового числа бензина
- d) всех названных параметров

8. Куда поступает ток с контактов прерывателя-распределителя?

- a) на первичную обмотку катушки зажигания

- b) на вторичную обмотку катушки зажигания
- c) на конденсатор
- d) во все названные приборы

9. Когда возникает искра на электродах свечи зажигания?

- a) при подаче тока в цепь конденсатора
- b) при смыкании контактов прерывателя-распределителя
- c) при размыкании контактов прерывателя-распределителя
- d) во всех перечисленных случаях

10. Какое устройство изменяет угол опережения зажигания в зависимости от нагрузки на двигатель?

- a) октан-корректор
- b) конденсатор
- c) вакуумный регулятор
- d) центробежный регулятор

11. Каким образом центробежный регулятор изменяет угол опережения зажигания?

- a) водителем вручную, поворачивая корпус прерывателя
- b) автоматически, с помощью центробежных грузиков
- c) обоими способами

12. В каком ответе правильно указан прибор, в котором происходит преобразование тока низкого напряжения в ток высокого напряжения?

- a) Прерыватель
- b) Распределитель
- c) Конденсатор
- d) Катушка зажигания

13. В каком ответе правильно указана величина тока высокого напряжения в системе батарейного зажигания?

- a) 12 В
- b) 36 В
- c) 300 В
- d) 24000 В

14. Ток высокого напряжения индуктируется в:

- a) Первичной обмотке катушки зажигания
- b) Вторичной обмотке катушки зажигания
- c) Конденсаторе
- d) Свече зажигания

15. Ток самоиндукции индуктируется при размыкании контактов прерывателя в:

- a) Первичной обмотке катушки зажигания
- b) Вторичной обмотке катушки зажигания
- c) Конденсаторе
- d) Свече зажигания

16. В каком ответе правильно указан прибор, в котором накапливаются токи самоиндукции:

- a) Аккумуляторная батарея
- b) Конденсатор
- c) Добавочный резистор
- d) Замок зажигания

17. Ток самоиндукции в системе батарейного зажигания вызывает:

- a) Снижение емкости аккумуляторной батареи
- b) Снижение напряжения в генераторе
- c) Подгорание электродов свечей зажигания
- d) Подгорание контактов прерывателя

18. Размыкание контактов прерывателя осуществляется:

- a) Токоразносной пластиной (ротором)
- b) Кулачковой муфтой прерывателя
- c) Конденсатором
- d) Тяговым реле стартера

19. Электрическая искра для воспламенения сжатой горючей смеси в цилиндре двигателя образуется:

- a) Между контактами прерывателя
- b) Между контактами замка зажигания
- c) Между электродами свечи зажигания
- d) Между клеммами генератора

20. Включение и выключение цепи тока низкого напряжения в системе батарейного зажигания осуществляется:

- a) Прерывателем
- b) Распределителем
- c) Замком зажигания

Глава 4. ИНФОРМАЦИОННО-ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АВТОМОБИЛЯ

4.1. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

4.1.1. Предназначение и основные показатели информационно-диагностической системы

Информационно-диагностическая система осуществляет информационное обеспечение автотранспортных средств (АТС). Она является составной частью современного автомобиля и предназначена для сбора, обработки, хранения и отображения информации о режиме движения и техническом состоянии автомобиля, о внешних факторах, окружающих автомобиль. Для этой цели на автомобиле устанавливаются контрольно-измерительные приборы (КИП) и различные дополнительные устройства: бортовая система контроля (БСК), система встроенных датчиков, маршрутный компьютер, навигационная система, телевизионная система заднего и кругового обзора. Часть информации о внешних факторах водитель получает непосредственно через органы зрения и слуха. Для обеспечения качества этой части информации на АТС устанавливаются системы освещения, системы световой и звуковой сигнализации.

Основными характеристиками информационно-диагностической системы автомобиля как единого целого являются быстродействие, точность воспроизведения и считывания информации, время считывания информации, информационная емкость, яркость и контрастность изображения.

Быстродействие измерительного прибора определяют как интервал времени с момента изменения значения контролируемого параметра до фиксации этого изменения на указательной части прибора. Для создания водителю оптимальных условий при принятии решений быстродействие измерительного прибора должно зависеть от характера отображаемой информации. Если информация влияет на безопасность дорожного движения, то

быстродействие должно быть максимальным. Быстродействие определяется техническими характеристиками приборов, в основном инертностью используемых датчиков.

Точность воспроизведения информации (точность прибора) характеризует степень соответствия результата измерения действительному значению измеряемого показателя. Точность измерительного прибора количественно характеризуется его погрешностью.

Погрешность прибора – это отклонение (абсолютное, относительное или приведенное к какому-либо значению) показаний прибора от истинного значения измеряемого параметра.

Точность считывания информации в значительной степени зависит от водителя; поэтому требования, предъявляемые к информационно-диагностической системе, должны учитывать его возможности. На точность считывания информации влияют число и взаимное расположение элементов измерительной системы (т.е. эргономические характеристики панели приборов), качество приборов (размах шкалы указателя, яркость и контраст световых индикаторов). Например, исследования информационных свойств сигнализаторов показали, что с наибольшей вероятностью сигнал можно заметить в том случае, если они расположены в ряд в верхней части панели приборов. При этом вероятность обнаружения сигнала при однорядном расположении сигнализаторов убывает слева направо. Наибольшая же вероятность неопознания сигнала свойственна сигнализаторам, расположенным вертикально в правой части панели приборов.

Время считывания информации с прибора непосредственно влияет на безопасность дорожного движения. Его можно сократить за счет уменьшения доли избыточной информации, отображаемой прибором, а также за счет обеспечения водителю оптимальных условий работы с прибором (размах шкалы, яркость, контраст, дополнительные звуковые сигналы для привлечения внимания). Например, считается, что для спидометра оптимальной ценой деления является интервал в 5 км/ч. Дальнейшее увеличение числа делений шкалы является неоправданным, так как количество необходимой (полезной) информации при этом практически не

возрастает, а время считывания показаний прибора будет увеличиваться.

Одной из важных характеристик информационно-диагностической системы автомобиля является *частота обращений водителя к приборам*. Под частотой обращения подразумевается число сознательных или рефлекторных актов получения водителем информации о состоянии автомобиля, двигателя или других агрегатов и систем посредством контрольных приборов за единицу времени. Частота обращения водителя к приборам при управлении автомобилем является одним из показателей, характеризующих степень необходимости приборов, а также дает количественную характеристику процесса восприятия информации. Частота обращения к приборам зависит от условий движения, исправности двигателя и контролируемых систем, а также от профессиональной подготовленности водителя. Чем чаще водитель контролирует состояние системы, тем меньше вероятность ее аварийной поломки. Но поскольку слишком частое обращение к контрольным приборам приводит к ухудшению условий безопасности дорожного движения, можно предположить, что водитель интуитивно, основываясь на личном опыте, выбирает частоту обращения, обеспечивающую достаточно надежный контроль при минимальных затратах времени и внимания.

Яркость и контрастность указателей и индикаторов являются важными показателями информационно-диагностических систем. Они характеризуют возможность восприятия водителем информации в условиях внешнего освещения.

Скорость и точность восприятия предъявляемой информации в значительной степени зависят от таких светотехнических характеристик, как яркость объекта наблюдения B_n , яркость фона B_ϕ , угловой размер символов α . Максимальный уровень восприятия информации может быть достигнут на основе взаимной компенсации характеристик B_n , B_ϕ , α в достаточно широких пределах.

Восприятие символов зависит от контрастности изображения на информационном табло (экране). Оптимальное значение контрастности находится в диапазоне 0,60...0,95. Снижение этого параметра нецелесообразно, даже когда получен сравнительно высокий уровень яркости.

С учётом условий эксплуатации автомобилей, к системе информации и диагностирования предъявляются высокие требования. Приборы и датчики, входящие в систему, должны выдерживать вибрации и тряску, оставаться работоспособными при значительных перепадах температуры, выдерживать воздействие агрессивной окружающей среды, обладать малой чувствительностью к пульсациям и изменению напряжения в бортовой сети автомобиля.

Информационная емкость определяет максимальное количество информации, отображаемое информационно-диагностической системой. Информационная емкость зависит от структуры и количества контрольно-измерительного оборудования. Однако чрезмерное увеличение этого показателя может привести к информационной перегрузке водителя и снижению безопасности дорожного движения. Поэтому для современных автомобилей с большим количеством отображаемой информации становится актуальной проблема разработки специальных способов передачи информации водителю.

По способу отображения информации различают информационно-диагностические системы (ИДС) с индивидуальным способом отображения информации, ИДС с иерархическим способом отображения информации и ИДС с регулируемым потоком информации.

В ИДС с индивидуальным способом отображения информации состояние каждого контролируемого параметра отображается индивидуальными средствами отображения – контрольно-измерительными приборами или сигнализаторами. Номенклатура КИП и сигнализаторов в этом случае определяется числом контролируемых параметров. Положительными сторонами таких систем являются простота построения и полнота отображения информации. К недостаткам относятся: большой объем избыточной информации; трудность соотношения между собой множества отдельных показаний для оценки ситуации в целом; большая площадь, занимаемая КИП и сигнализаторами, что увеличивает время поиска водителем необходимого сообщения; большие габаритные размеры панели приборов.

В информационно-диагностических системах с регулируемым потоком информации происходит искусственное разделение большого информационного потока с помощью устройств коммутации на ряд

мелких потоков информации, предъявляемых водителю последовательно одним и тем же средством отображения. В этих системах предлагается либо информация с "приоритетом" (наивысший приоритет имеют параметры, связанные с безопасностью дорожного движения), либо информация только о тех параметрах, которые вышли за допустимые пределы (информация о работе сигнализаторов аварийных режимов). Положительными сторонами указанного способа являются: существенное сокращение передаваемого потока информации и уменьшение площади панели приборов. К недостаткам можно отнести большое время поиска причин выхода за допустимые пределы контролируемых параметров из-за ограниченного числа средств отображения на приборной панели и необходимость применения коммутирующих устройств со сложной адресацией и управлением.

4.1.2. Предназначение и классификация контрольно-измерительных приборов

Автомобильные контрольно-измерительные приборы (КИП) по способу отображения информации, которую они представляют водителю, разделяют на две группы: указывающие и сигнализирующие.

Указывающие приборы имеют шкалу и стрелку, по положению которой относительно шкалы определяется значение измеряемой величины. Чтобы оценить измеряемую величину, водитель должен отвлечься на некоторое время от наблюдения за движением автомобиля, посмотреть на шкалу прибора и осознать показание. Давая водителю информацию о контролируемом параметре во всем диапазоне измерения шкалы, указывающий прибор позволяет судить о состоянии контролируемого узла или системы автомобиля.

Сигнализирующие приборы (сигнализаторы) реагируют лишь на одно, как правило, аварийное значение измеряемого параметра и информирует об этом световым или звуковым сигналом. Сигнализатор удобен для водителя, поскольку не требует от него постоянного наблюдения и меньше отвлекает от процесса управления автомобилем. Однако информация от сигнализатора поступает к водителю тогда, когда нормальный режим уже нарушен или близок к нарушению.

В настоящее время на всех типах автомобилей наблюдается тенденция к увеличению количества сигнализирующих приборов.

Электрические приборы питаются от бортовой электрической сети автомобиля. Механические же приборы дают показания, используя энергию измеряемой среды (например манометры для измерения давления в системе смазки). Преимуществом электрических приборов, обеспечившим им широкое распространение на автомобилях, является простота передачи сигналов с места контроля к месту наблюдения.

Узел (система) контроля

3 4 5 6 7

1 2

Контрольно-измерительный

1 – датчик; 2 – указатель; 3 – чувствительный элемент датчика;
4 – преобразователь сигнала в датчике; 5 – приемник сигнала в указателе;
6 – преобразователь сигнала в указателе; 7 – шкала отсчета показаний
указателя.

По назначению все контрольно-измерительные приборы автомобилей разделяют на следующие группы: измерения температуры

(термометры); измерения давления (манометры); измерения уровня топлива; контроля зарядного режима аккумуляторной батареи; измерения скорости автомобиля и пройденного пути (спидометры); измерения частоты вращения (тахометры).

Классификация датчиков. Важнейшим функциональным элементом электронных средств технического диагностирования автомобилей являются датчики (первичные преобразователи) электрических и неэлектрических физических величин. Правильный выбор типа датчика непосредственно влияет на качество получаемой диагностической информации, достоверность постановки диагноза, экономические показатели процесса диагностирования.

Датчик – устройство, воспринимающее измеряемый (контролируемый) параметр и преобразующее его в сигнал, удобный для передачи по линиям связи, дальнейшего преобразования, обработки или хранения, но не поддающийся непосредственному восприятию наблюдением.

В целом, по виду измеряемой величины выходной сигнал датчика может быть электрическим, пневматическим, гидравлическим, механическим и др. В средствах технического диагностирования автомобилей наиболее широко применяются датчики с электрическим выходным сигналом. Преимущества таких датчиков заключаются в быстродействии, возможности автоматизации процесса измерения, многофункциональности и гибкости.

В зависимости от принципа действия датчики с электрическим выходным сигналом можно разделить на две основные категории: генераторные (активные) и параметрические (пассивные).

В **генераторных датчиках** осуществляется генерация электрической энергии, т.е. преобразование измеряемого параметра в электрический сигнал. К генераторным датчикам относят пьезоэлектрические, индукционные, фотоэлектрические, гальванические, электрокинетические, частотные датчики, а также датчики электрических потенциалов и датчики с время импульсным выходом.

В **параметрических датчиках** измеряемая величина преобразуется в параметр электрической цепи: сопротивление, индуктивность, емкость и т.п. Такие датчики питаются от внешнего источника электрической энергии. К параметрическим датчикам относятся емкостные, электромагнитные и магнитоэлектрические,

электроконтактные, потенциометрические, жидкостные, механотронные, тензорезисторные, магнитомодуляционные датчики, а также датчики контактного сопротивления, термосопротивления, пьезосопротивления, фотосопротивления и др. Из перечисленной номенклатуры датчиков в средствах технического диагностирования машин (в том числе автомобилей) практически применяются потенциометрические, тензорезисторные, электроконтактные, индуктивные, трансформаторные, магнитоупругие и другие датчики табл. 4.1.

По конструктивному исполнению датчики систем и средств технического диагностирования автомобилей подразделяют на **встроенные**, являющиеся неотъемлемой частью диагностируемого автомобиля, и **внешние**, которые устанавливают на автомобиль лишь на период диагностирования.

Таблица 4.1

Области применения датчиков в СТО

Наименование датчиков	Измеряемые величины
Потенциометрические	Абсолютное и избыточное давления жидких и газообразных сред, перепады давлений, различные перемещения, скорость, ускорение и др.
Тензорезисторные	Давление, усилие, вращающий момент, относительное перемещение, линейное ускорение и др.
Электроконтактные	Временные интервалы, фазовые параметры и др.
Индуктивные	Давление, линейные перемещения и др.
Трансформаторные	Давление и расходы жидких и газообразных веществ, линейные перемещения и др.
Магнитоупругие	Усилие, вращающий момент и др.
Индукционные	Расход жидкости и газа, частота вращения и др.
Пьезоэлектрические	Давление, вибрация, расход и уровень жидкости, фиксация моментов включения и выключения и др.
Термоэлектрические	Содержание СО и СН в отработавших газах, температура и др.
Термосопротивления	Температуры жидких и газообразных сред и корпусных поверхностей и др.
Фотоэлектрические	Частота вращения, вращающий момент, линейные и угловые размеры и др.
Механотронные	Усилие, давление, малые перемещения и др.

По количеству входных и выходных сигналов различают датчики с одним входным и одним выходным сигналами; с одним входным и несколькими выходными сигналами; с несколькими входными и одним выходным сигналами; с несколькими входными и несколькими выходными сигналами.

4.1.3. Условия работы и требования к автомобильным приборам

Контрольно-измерительные приборы, устанавливаемые на автомобилях, значительно отличаются по своей конструкции от стационарных приборов, применяемых в лабораторной практике или в технологических процессах многих производств, хотя в них, как правило, используются те же принципы действия. Особенности автомобильных приборов зависят от специфики требований, предъявляемых к ним в эксплуатации. Эти требования обусловлены следующими причинами.

На приборы, установленные на автомобилях, воздействуют значительные вибрация и тряска. Так, на приборной панели современных автомобилей вибрация может достигать величины 0,5–2g. Датчики приборов, размещенные на двигателе или трансмиссии, подвергаются вибрации до 15g. Поэтому приборы должны непрерывно и исправно работать в этих условиях.

В условиях эксплуатации приборы работают при различных температурах окружающей среды, колеблющихся от минус 50 °С в северных районах до плюс 50 °С в тропиках. При этом, в зависимости от места установки датчика прибора (например на двигателе), температура его может достигать плюс 120 °С. На приборы попадают пыль, грязь, вода, масло, топливо, соли (в условиях морского климата), насекомые и грибки (во влажных тропиках). Следовательно, материалы и покрытия приборов должны быть стойкими к перечисленным воздействиям, а внутренние части приборов уплотнены или герметизированы.

Электрические приборы с питанием от бортовой сети должны быть малочувствительны к изменениям напряжения в пределах 11–15 В в 12-вольтовой и 22–30 В в 24-вольтовой системах. Приборы также должны быть нечувствительными к пульсации питающего

выпрямленного напряжения, которая возникает в случае применения генератора переменного тока.

Автомобили используют в местностях с различными высотами над уровнем моря, поэтому приборы должны работать при барометрических давлениях, практически встречающихся в районах, где есть дороги, т.е. при изменении атмосферного давления от 650 до 800 мм рт. ст.

Кроме перечисленных требований, диктуемых условиями эксплуатации автомобильных приборов, существуют и другие, возникающие вследствие особенностей их применения на транспортных средствах. К таким требованиям относят следующие:

- автомобильные приборы не должны излучать в окружающее пространство помех, мешающих радиоэффиру;
- показания стрелочных приборов должны быть удобочитаемыми, что-бы водитель мог оценить показание, не задерживая долго внимания на приборе;
- сигнализаторы в выключенном состоянии должны быть малозаметными, а при включении немедленно привлекать внимание водителя;
- расположение всех приборов в поле зрения водителя должно подчиняться определенным рекомендациям инженерной психологии и соответствовать эстетическому оформлению приборной панели автомобиля;
- комплект контрольно-измерительных приборов должен быть недорогим в производстве и простым в обслуживании;
- срок службы приборов в эксплуатации при сохранении заданной точности показаний должен быть не менее срока службы автомобиля до капитального ремонта.

На автомобилях, находящихся в настоящее время в эксплуатации, применяют большое количество различных типов контрольно-измерительных приборов. При этом, несмотря на активные меры по их унификации, продолжается увеличение их численности как за счет появления модификаций, так и за счет применения новых принципов действия. Приборы на автомобиле выполняют важную функцию, так как позволяют контролировать состояние и работоспособность агрегатов и систем, стоимость которых во много раз превышает стоимость самих приборов.



Рис 4.2 панель приборов Автомобиля ВАЗ 2101.



Рис 4.3 Панель приборов современных автомобилей.

Развитие электроники и электротехники способствовало быстрому обновлению панелей автомобилей. Они стали более удобными, компактными, возросло количество контролируемых параметров.

4.1.4. Приборы для измерения давления и температуры

Приборы для измерения давления служат в автомобиле для контроля давления масла в двигателе, в гидромеханической передаче, давления воздуха – в пневматической тормозной системе,

в централизованной системе подкачки воздуха и др¹⁰. Эксплуатация автомобиля с неисправными приборами контроля давления масла и воздуха запрещена, так как может привести к аварийным режимам. Для экстренного привлечения внимания водителя кроме манометра (прибор, показывающий давление) во многих системах имеется сигнализатор аварийного давления. Для контроля разрежения во впускном коллекторе применяется эконометр. Руководствуясь показаниями этого прибора, водитель имеет возможность выбора режима движения, соответствующего наименьшему расходу топлива.



Рис 4.5 Приборы для измерения давления.

По способу измерения манометры делятся на манометры непосредственного действия и электрические манометры.

К манометрам непосредственного действия относятся *манометры с трубчатой пружиной*. Основной деталью этих приборов является упругая плоская или овальная трубка. Трубка изогнута по дуге окружности и состоит из одного неполного витка. В один конец трубки попадает жидкость или воздух из контролируемой системы, второй конец через передаточный механизм связан со стрелкой прибора. Под действием давления внутри трубки она распрямляется, передвигая связанную с ней стрелку прибора.

Манометрическая трубчатая пружина в данном случае реагирует не на давление, а на разрежение. По положению стрелки в одной из двух зон шкалы эконометра водитель может оценивать экономичность выбранного режима движения, а также получать

¹⁰ Программа диагностическая МОТОР-ТЕСТЕР. Руководство пользователя.

информацию о ряде неисправностей двигателя. При нахождении стрелки в левой зоне двигатель работает под высокой нагрузкой или с большим ускорением. Происходит чрезмерное потребление топлива, чего можно избежать, перейдя на другую передачу или изменив режим движения. Нахождение стрелки в правой зоне шкалы свидетельствует об экономичном режиме потребления топлива. Колебания стрелки вдоль левой зоны указывают на неисправное функционирование клапанов или неправильную установку зажигания. Если стрелка колеблется вдоль левой зоны и захватывает правую зону, это указывает на потерю компрессии в двигателе.

Недостатками манометрической трубчатой пружины, применяемой в автомобильных КИП, являются ее низкая виброустойчивость и невысокая перегрузочная способность.



Рис 4.6 Манометр с трубчатой пружиной.

Электрические манометры основаны на преобразовании неэлектрических величин в электрические. К ним относятся термобиметаллические импульсные манометры и логометрические манометры с реостатным датчиком.

Датчик манометра имеет мембрану, на центральную часть которой опирается упругая пластина с контактом, соединенным с «массой». В датчике размещена П-образная термобиметаллическая пластина, электрически изолированная от «массы». На рабочее плечо этой пластины навита обмотка, один конец

которой приварен к термобиметаллической пластине, а второй присоединен к выводному зажиму. На конце рабочего плеча термобиметаллической пластины установлен второй контакт. Второе плечо пластины выполняет роль компенсатора изменения внешней температуры.

Указатель термобиметаллического импульсного манометра состоит из П-образной термобиметаллической пластины, на рабочее плечо которой намотана обмотка, включенная последовательно с обмоткой датчика. Второе плечо термобиметаллической пластины указателя, как и пластины датчика, выполняет роль компенсатора изменения внешней температуры.

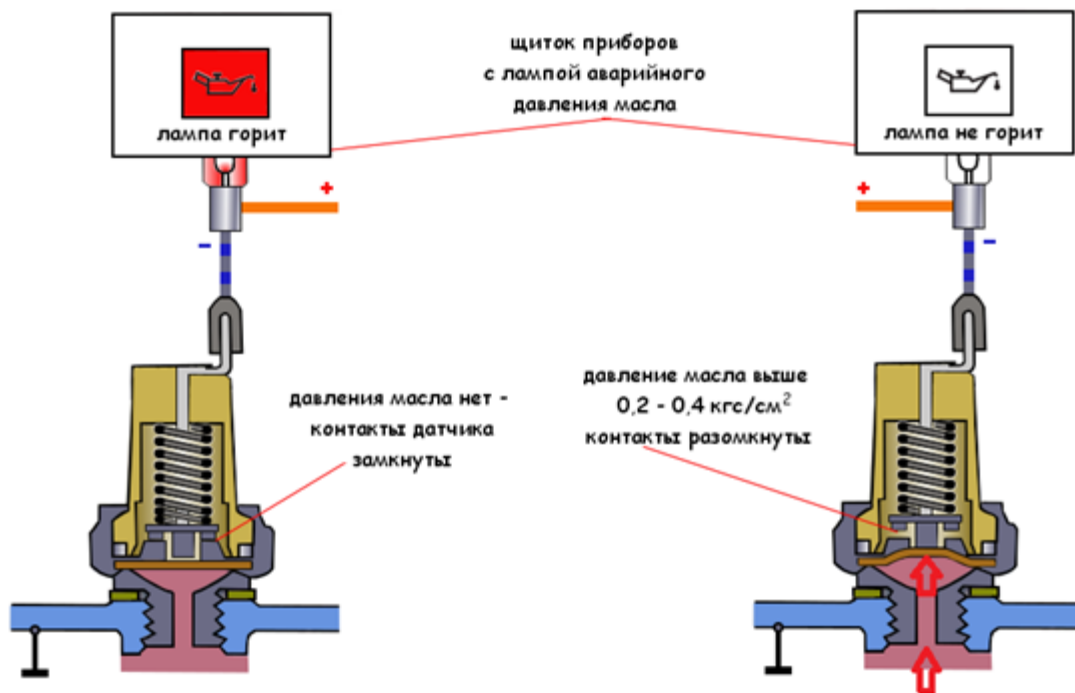


Рис 4.7 Принцип работы датчика давления.

При возникновении давления под мембраной датчика упругая пластина с контактом поднимается и входит в контакт с термобиметаллической пластиной. Ток, проходящий по образовавшейся вследствие этого цепи, нагревает термобиметаллическую пластину датчика. Контакты датчика при нагревании рабочего плеча термобиметаллической пластины вследствие ее изгиба размыкаются и прерывают ток до момента контактов. При установившемся давлении в датчике происходит периодическое

замыкание/размыкание контактов. При увеличении давления мембрана датчика воздействует на упругую пластину с контактом, который вследствие этого перемещается в сторону контакта термобиметаллической пластины. Следствием этого перемещения является увеличение температуры нагревательной обмотки датчика, так как температуры, при которых происходит размыкание и замыкание контактов датчика, увеличиваются. Обмотки датчика и указателя питаются одним и тем же током. Поэтому их температура поддерживается на одинаковом уровне. Следовательно, при увеличении давления термобиметаллическая пластина указателя нагревается сильнее и при деформировании перемещает стрелку по шкале в сторону больших значений. В настоящее время автомобильные термобиметаллические приборы вытесняются логометрическими.

Сигнализаторы аварийного давления. Выход давления за пределы допустимых значений может произойти неожиданно, и в этом случае сигнализатор давления в отличие от стрелочного прибора немедленно привлечет внимание водителя. В некоторых случаях в контролируемой системе вообще применяют только сигнализатор, не используя стрелочный прибор. На автомобилях находят применение сигнализаторы аварийного (минимального) давления в системе смазывания, аварийного давления в пневмоприводе, в вакуумной системе открывания дверей и других рабочих системах автомобиля.

Приборы для измерения температуры. Для эффективной работы систем и агрегатов автомобиля необходимо контролировать их температурный режим работы. Например, при эксплуатации непрогретого двигателя резко снижаются его мощностные и экономические показатели, а его перегрев непременно ведет к снижению ресурса или возникновению неисправностей. Для контроля температурного режима работы узлов и агрегатов на автомобиле применяются дистанционные термометры и сигнализаторы температуры, датчики которых устанавливают в контролируемой среде, а указатели – на панели приборов автомобиля. Автомобильные термометры и

сигнализаторы температуры являются электрическими приборами.

По конструкции и принципу действия автомобильные приборы для измерения температуры разделяются на термобиметаллические импульсные и логометрические.

Термобиметаллический импульсный термометр состоит из датчика и стрелочного указателя.

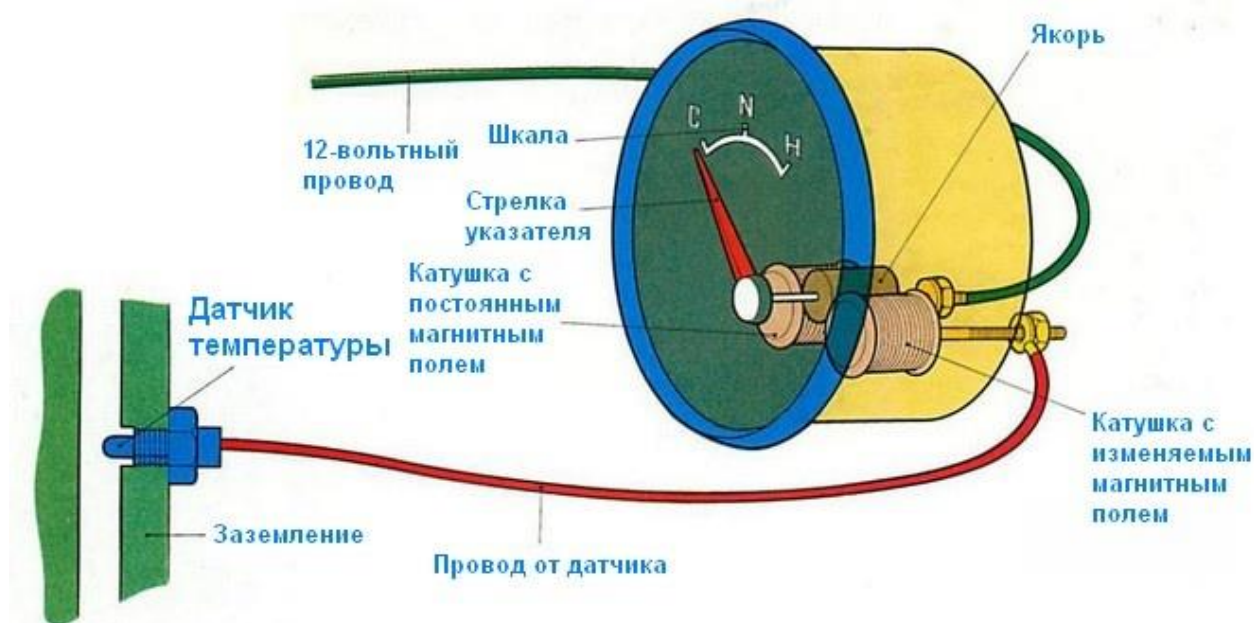


Рис 4.8. Принцип работы температурного датчика.

Терморезисторный датчик температуры (рис 4.9) представляет собой латунный баллон, к плоскому доньшку которого с помощью токоведущей пружины прижат терморезистор, выполненный в виде таблетки.

Пружина верхним концом соединяется с выходным зажимом датчика и изолирована от стенки баллона втулкой. Сопротивление терморезистора значительно уменьшается при увеличении его температуры, что приводит к возрастанию проходящего через него тока¹¹.

¹¹ Яковлев В.Ф. Диагностика электронных систем автомобиля. Учебное пособие / В.Ф. Яковлев. – М.: Солон-Пресс, 2003.–272 с.

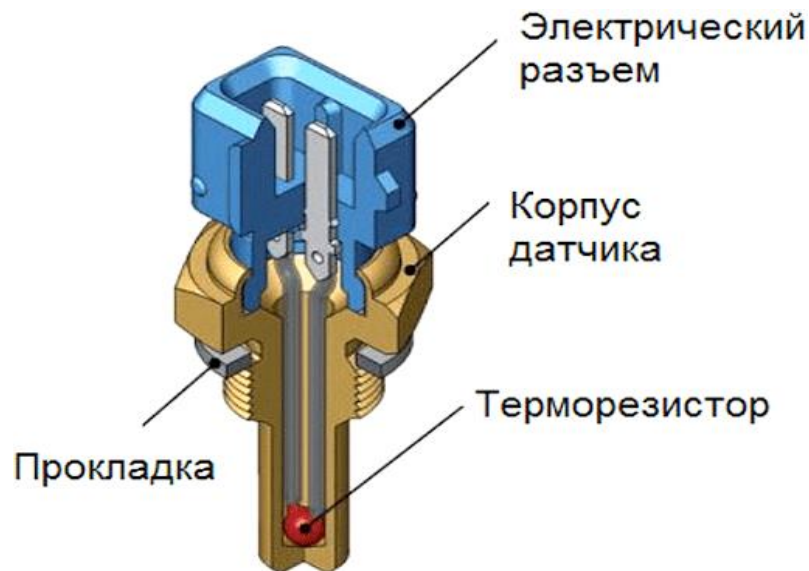


Рис 4.9. Терморезисторный датчик.

Сигнализаторы аварийной температуры. Применение на автомобиле дистанционного стрелочного термометра не гарантирует, что внезапное нарушение теплового режима двигателя будет сразу замечено водителем. Поэтому в дополнение к стрелочному термометру устанавливают сигнализатор аварийной температуры. Причем, если система охлаждения двигателя жидкостная, датчик сигнализатора температуры устанавливают в верхний бачок радиатора. Все применяемые на автомобилях датчики сигнализаторов аварийной температуры являются биметаллическими. При изменении температуры биметаллическая пластина датчика деформируется. При критическом значении температуры биметаллическая пластина замыкает электрические контакты, через которые осуществляется питание соответствующей контрольной лампы.

4.1.5. Приборы для измерения и контроля уровня жидкостей

На современных автомобилях применяют четыре вида жидких эксплуатационных материалов: топливо, масло, охлаждающую и омывающую жидкости. Недостаток или полное отсутствие любого из них, не замеченное своевременно, приводит к нежелательным последствиям, вплоть до аварийных ситуаций. Поэтому АТС оборудуют специальными системами контроля уровня (запаса) этих жидкостей. Простейшая из таких систем – щуп с нанесенными на

нем делениями. На щуп для топливного бака наносятся деления, около которых ставятся значения уровня в литрах, на щуп для масляного картера – метки «макс» и «мин».

Недостатком щупа является то, что он не дает возможность оценить уровень жидкости в динамике, т.е. на движущемся автомобиле. Потому на современных автомобилях вместо щупа все чаще используются системы непрерывного автоматического контроля уровня. Типичный пример – топливомер, который состоит из указателя уровня топлива и реостатного рычажного датчика, воспринимающего уровень топлива с помощью поплавка. Кроме этих двух элементов в систему чаще всего встраивается и третий – сигнализатор (лампа) резервного остатка топлива в баке.

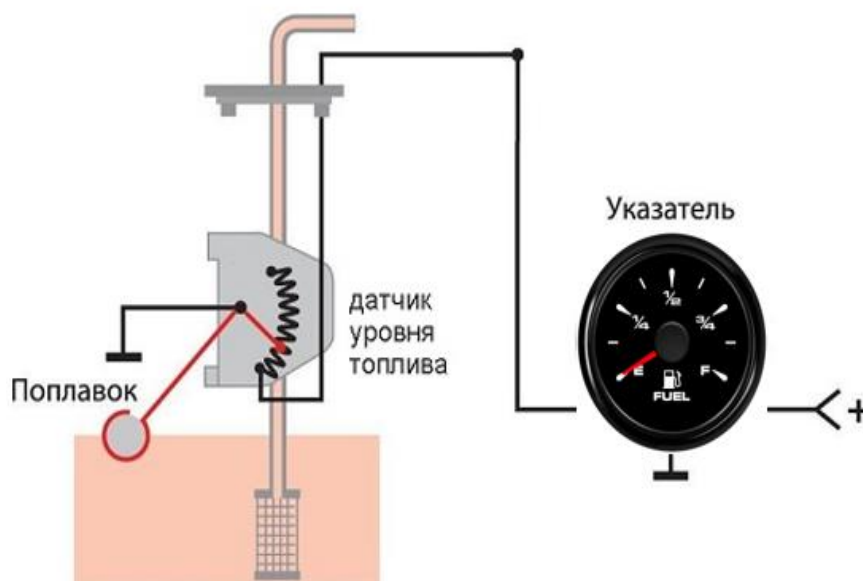


Рис 4.10 Принцип работы датчика уровня топлива.

Уровень (запас) жидкости может контролироваться и по косвенным показателям. Например, уровень масла в картере двигателя – по сигнализатору аварийного давления масла.

Принципы, на которых работают датчики уровня, могут быть основаны на различных эффектах: на изменении электрического сопротивления, электрической емкости и магнитных величин в зависимости от уровня жидкости, на пьезоэлектрическом эффекте, на ультразвуковых эффектах и т.д.

4.1.6. Приборы контроля зарядного режима аккумуляторной батареи

Приборы контроля зарядного режима аккумуляторной батареи на автомобиле обеспечивают контроль технического состояния в целом системы электроснабжения и отдельных ее элементов, а также позволяют судить о состоянии отдельных потребителей и проводки. Для этой цели применяются амперметры (указатели тока), вольтметры (указатели напряжения) и световые сигнализаторы.



Рис 4.11 Датчик заряда аккумуляторной батареи.

Амперметр устанавливается последовательно в цепь заряда аккумуляторной батареи между ее положительным выводом и положительным выводом генератора. Поэтому через амперметр протекает зарядный ток батареи и ток разряда, кроме тока потребителей, подключенных к амперметру со стороны аккумуляторной батареи. Обычно такими потребителями являются реле и электродвигатель стартера.

Вольтметр подключается параллельно аккумуляторной батарее, но не непосредственно к ней, а к месту подключения других контрольно-измерительных приборов. Он позволяет судить о напряжении батареи при пуске и напряжении генератора при работающем двигателе.

У световых сигнализаторов более ограниченные возможности. Сигнализатор информирует водителя о значительных отклонениях напряжения генератора в сторону его уменьшения.

На автомобилях устанавливаются магнитоэлектрические амперметры двух типов: с неподвижным и подвижным магнитами.

Амперметры с неподвижным магнитом (АП112, АП170, АП250 и др.) имеют простую конструкцию и получили наибольшее распространение. Измеряемый ток в них протекает по основанию, монтируемому внутри прибора. В цепь амперметр подключается двумя выводами (второй вывод на рисунке не показан). Стрелка прибора вместе со стальным якорьком закреплены на оси, которая установлена на основании между двумя опорами-подпятниками. При отсутствии электрического тока в цепи прибора якорек ориентируется вдоль постоянного магнита, а стрелка при этом устанавливается на нулевой отметке. При прохождении по основанию электрического тока на якорек начинает действовать создаваемое им магнитное поле. Так как его направление перпендикулярно направлению магнитного поля постоянного магнита, то результирующее магнитное поле отклонит якорек со стрелкой от исходного положения. Отклонение будет тем больше, чем больше протекающий по прибору ток. Изменение направления тока вызовет отклонение якорька со стрелкой в другую сторону.

Под постоянным магнитом устанавливается магнитный шунт, назначение которого – компенсировать изменение интенсивности магнитного поля постоянного магнита при изменении температуры.

Амперметры с неподвижным магнитом неудобно применять в двух случаях: когда генераторная установка удалена от панели приборов и при необходимости измерения больших токов. В этих случаях применяют амперметры с подвижным магнитом (АП100, АП105). Приборы этого типа посредством калиброванных проводов подключаются к стандартному измерительному шунту, который включается в зарядно-разрядную цепь аккумуляторной батареи. К калиброванным проводам через выводы амперметра присоединяется его обмотка, по которой протекает ток, значительно меньший, чем через шунт. Протекающий по обмотке ток создает магнитный поток, направление которого перпендикулярно направлению магнитного потока неподвижного магнита. Результирующий магнитный поток поворачивает подвижной измерительный магнит и закрепленную на одной оси с ним стрелку. При отсутствии тока в цепи магнит взаимодействует с магнитом и

удерживает стрелку в положении, соответствующем нулевому показанию прибора.

4.1.7. Автомобильные спидометры и тахометры

Спидометр – это устройство, измеряющее и отображающее скорость транспортного средства.

Первыми появились стрелочные и барабанные спидометры в 1908 – 1915 году соответственно. Позже появились ленточные и цифровые приборы, но в наши дни самым популярным и используемым остается стрелочный тип спидометров из-за его простоты и надежности.



Рис 4.12. Виды механических спидометров.

За более чем сто лет спидометр подвергался разнообразным изменениям не только внешней структуры, но и внутреннего механизма.

Механические. Это наиболее распространенный и простой тип спидометров. Из названия ясно, что в механизме таких спидометров задействованы только механические детали.

Измерителем скорости служит магнитный скоростной узел со стрелкой в качестве указателя. Стрелка показывает на шкале данные которые зависят от частоты вращения магнита (3), который приводится в действие от вала. Алюминиевый барабан (2), начинает вращаться под действием магнитного поля магнита (3), на оси которого закреплена стрелка указателя скорости и возвратная пружина (3). Чем быстрее вращается магнит, тем более отклоняется стрелка спидометра.

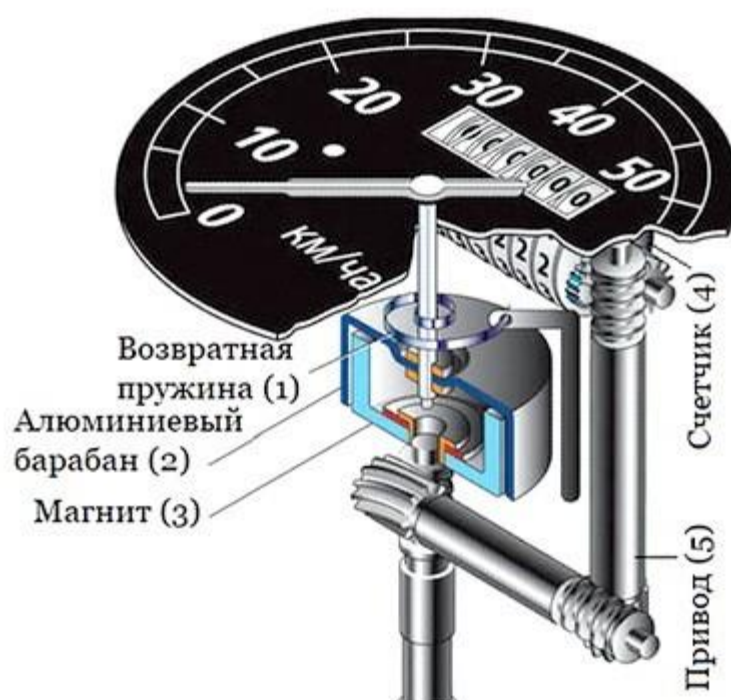


Рис 4.13 Устройство механического спидометра.

Передача крутящего момента на сам магнит (3) происходит от датчика скорости посредством гибкого вала. Этот способ выбран для того, чтобы от крутящего момента колеса получать скорость автомобиля. Но в этом случае стоит отметить много погрешностей, которые так или иначе относятся к колесу. Диаметр и ширина колеса может сыграть огромную роль в числовых показателях спидометра.

Для отображения пройденного расстояния используется червячный привод (5) с барабанным счетчиком (4).

Электромеханические. Подобные устройства, отвечающие за измерение скорости, работают за счет электромеханических датчиков. Индикатором является либо улучшенная механическая версия, либо миллиамперметр.

Электромеханические спидометры имеют схожие основные части с устройствами механического типа действия, так как состоят из скоростного узла, датчика и счетного узла. Отличия заключаются в виде датчиков (традиционный, импульсный, индукционный, комбинированный) и скоростных узлов.

Электронный спидометр. Усовершенствованная версия электромеханического аналога, основным отличием которого

является одометр, который становится полностью цифровым. Также есть версии с цифровым индикатором скорости, но они менее распространенные. В подобных типах спидометров нет связи механического характера между приборной панелью и вторичным валом.



Рис 4.14 электронный спидометр.

Существует два главных вида датчиков скорости:

1. Оптоэлектронный.
2. Бестросовый.

Бестросовый датчик работает за счет многополюсного магнита, который вращается вместе с ведущим валом. Во время этого возникающие изменения магнитного поля влияют на сопротивление магнитно-резистивного элемента, которые преобразовываются в импульсы.

В оптоэлектронном спидометре имеется часть с тросиком и фотопрерыватель. Частота импульсов фотопрерывателя пропорциональна скорости вращения троса, по этим данным высчитывается действительная скорость транспортного средства.

Тахометры. Тахометры на автомобилях применяются для измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя. Автомобильные тахометры делятся на электронные и магнитоиндукционные. В автомобилях с бензиновым двигателем обычно устанавливаются электронные тахометры. В автомобилях с дизельным двигателем размещаются как электронные, так и магнитоиндукционные тахометры.

Главной частью прибора является датчик, установленный непосредственно возле коленчатого вала. Он считывает частоту вращения коленвала и с помощью электрических импульсов или механических связующих передает информацию на панель.

Существует 3 типа тахометров:

1. Механические.
2. Аналоговые.
3. Цифровые.

От датчика зависит точность измерения оборотов. Он фиксирует угловое положение коленвала в определенный момент времени. Обычно его устанавливают возле маховика.

Механический тахометр. Это самое простое устройство, которое уже не используется. Его еще можно встретить на старых авто и мотоциклах. В основе конструкции предусматривается использование тросика, который подключается к распредвалу или коленвалу. Его задача заключается в передаче крутящего момента на приемный механизм устройства, связанный со стрелкой. Отклонение последней на определенный угол и позволяет определять фактические обороты в текущий момент.

Такие устройства применялись на старых низкооборотистых двигателях, поэтому цена их деления обычно составляла всего 250 оборотов в минуту. Главный недостаток подобных приборов в их низкой точности, что связано со спецификой передачи – применением тросика. Поскольку тот состоит из витой проволоки, то может скручиваться. Это приводит к неправильному вычислению передаточного момента шестеренок. Уровень погрешности механических тахометров может достигать 500 оборотов в минуту. Также существенным недостатком является изнашивание тросика. Чем дольше он используется, тем выше становится погрешность. При его перетирании процесс замены сопровождается целым рядом трудностей.



Аналоговый. Такое устройство является более современным, но тоже уже практически не устанавливается на современные автомобили. Его можно встретить на почти всех старых машинах возрастом от 20 лет. Аналоговый тахометр внешне очень похож на механический. Он также имеет циферблат со стрелкой, которая указывает на количество оборотов. При этом отличается сам механизм связи между стрелкой и датчиком на коленвале.



Прибор состоит из четырех главных деталей:

- магнитная катушка;
- датчик;
- размеченная шкала оборотов;
- стрелка.

Установленный на коленчатом вале датчик считывает количество его оборотов. В результате формируется электрический сигнал, передаваемый по проводам на катушку. Та под воздействием магнитного поля отклоняет стрелку, указывающую на шкалу. Фактически повторяется устройство практически каждого аналогового измерительного прибора, используемого в автомобилях и авиации.

Аналоговые устройства намного надежнее механических, хотя они также имеют погрешность до 500 оборотов в минуту. Однако в их конструкции отсутствует слабый тросик. Кроме этого, установка аналогового тахометра происходит намного проще, поскольку в отличие от троса, провода возможно прокладывать под любыми углами. Это позволяет выводить тахометры в любое место на панели приборов, даже если двигатель располагается в задней части авто.

Цифровой. Это современный тахометр, работающий с погрешностью до 100 оборотов в минуту. Датчик устройства подсчитывает количество оборотов и передает их на основную часть устройства в виде многочисленных сигналов. На приборной панели автомобиля количество сигналов отображается как обороты.



Основными составными частями цифрового тахометра являются:

- процессор;
- восьмиразрядный АЦП;
- датчик;
- экран;
- оптрон;
- электронная плата.

Результаты измерения оборотов двигателя в цифровом тахометре отображаются на дисплее. Это могут быть просто цифры или стилизованный циферблат со стрелкой. При выключенном зажигании тахометр выглядит как темный экран.

4.1.7. Автомобильные тахографы

Автомобильный тахограф — это техническое средство, контролирующее движение машины и работу тех, кто ею управляет. В режиме реального времени он регистрирует полную информацию о маршруте, скорости, соблюдении ПДД, периодах труда водителей, фиксирует их личные данные и местоположение ТС.



Рис 4.15 Автомобильный тахограф.

Согласно существующим правилам, в процессе грузоперевозок за рулем следует находиться:

- не более 10-ти часов, если перевозки проводятся ежедневно;
- не более 12-ти часов – в междугородних поездках, соединяющих разные области;
- С организацией 40-минутного отдыха через каждые 4 часа пути.

Тахограф заставляет водителей соблюдать эти правила. Эти и другие данные он сохраняет в памяти, может вывести на печать и передать на специальный приемный пункт. Именно его показания позволяют точно отслеживать параметры ТС в необходимый момент времени диспетчером или заказчиком.

Въезд в страны Евросоюза не оборудованных тахографами транспортных средств запрещен. На территории РФ наличие современного контрольного устройства обязательно с 2014 года для транспорта, принадлежащего юрлицам и ИП.

Виды тахографов

- Аналоговый. Выглядит как спидометр, считается устаревшим из-за отсутствия средств записи и шифровки информации.
- Цифровой. Выглядит как магнитола, оснащен устройством памяти, цифровым дисплеем, идентификатором водителя, gps glonass. Защищен от несанкционированных изменений данных, информация выдается в зашифрованном виде¹².

Более того, на данный момент тахограф на авто признается аналоговым, если он не оснащен криптозащитой данных (шифровальным блоком СКЗИ).

Если смотреть с технической точки зрения, автомобильный тахограф – это тахометр, привязанный ко времени, скорости передвижения и определителю местоположения GPS ГЛОНАСС. Внешне современный цифровой прибор представляет собой небольшой блок, который устанавливается рядом с приборной панелью автомобиля, рядом с другими контрольными устройствами. В его конструкцию входят:

¹² Behind the wheel [Electronic resource]: megaprime. zhurn., / edited by P. S. Smaller; - Electron. Dan. – Sweden: JSC ", 2006. - access Mode: <http://www.zr>, free. - Stub from the screen. – 266 p.

- дисплей, на котором отображается информация для водителя, и органы управления;
- датчик движения, данные которого передаются в зашифрованном виде;
- GPRS-модем, передающий актуальную информацию на сервер (ГЛОНАСС терминал);
- память для временного хранения данных;
- устройство чтения карт с личными данными водителей;
- печатное устройство, выводящее сохраненную информацию на бумагу.

4.2. БОРТОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ СИСТЕМА

4.2.1. Будущее развития информационно-диагностических систем автомобиля

Встроенные средства диагностирования стали неотъемлемой частью электронного оснащения автомобилей. Прежде недооценивавшиеся, они рассматривались как побочный результат внедрения наиболее сложных микропроцессорных систем управления, а в последние годы стали одним из центральных направлений компьютеризации автомобильного парка. С этим направлением связаны не просто появление нового узла автомобиля, но и перераспределение и автоматизация функций, принадлежавших прежде водителю и механику автотранспортного предприятия (АТП). Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля за техническим состоянием агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работы автомобиля на линии либо постановке его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнению мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства подразделяются на:

- системы датчиков и контрольных точек, обеспечивающие вывод сигналов на внешние средства диагностирования;
- бортовые системы контроля для допускового контроля параметров функционирования и технического состояния с выводом результатов только на дисплеи в кабине водителя;

Встроенные системы диагностирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами. Эти системы предназначены для косвенного обобщенного контролирования работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурса и наработок узлов, корректирования режимов ТО стационарными ЭВМ.

Наибольшее распространение получили встроенные системы с микропроцессорной обработкой, накоплением и выдачей информации водителю, в бортовой накопитель и на штекерный разъем, несущие функции всех трех указанных разновидностей. Такие системы предназначены для использования водителем или механиком АТП и выдачи данных в ЭВМ стационарного комплекса АСУ работой и техническим состоянием парка¹³.

4.2.2. Бортовая диагностика и контрольная система

Проверки бортовой диагностики. Диагностика – это последовательность шагов, результатом которых является отчет исполнительной программы об успешном или неуспешном проведении диагностики. Если диагностическая проверка пройдена, исполнительная программа диагностики фиксирует следующие данные:

- диагностическая проверка после последнего цикла зажигания завершена;
- диагностическая проверка прошла во время текущего цикла зажигания;
- неисправность, определенная диагностической проверкой, сейчас не активна.

Если диагностическая проверка не пройдена, исполнительная программа диагностики фиксирует следующие данные:

- диагностическая проверка после последнего цикла зажигания завершена;

¹³ Автомобильный справочник / Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004. – 992 с.

- неисправность, определенная диагностической проверкой, сейчас активна;
- неисправность была активной во время этого цикла зажигания;
- рабочие параметры во время появления неисправности.

Помните, что диагностический код неисправности коррективы топливоподачи может быть вызван списком автомобильных неисправностей. Использовать всю имеющуюся информацию (другие сохраненные диагностические коды неисправности, обедненная или обогащенная смесь) при диагностике неисправности коррективы топливоподачи.

Общая диагностика систем автомобиля. Общая диагностика систем автомобиля требуется для контроля входных и выходных сигналов компонентов трансмиссии, связанных с контролем токсичности.

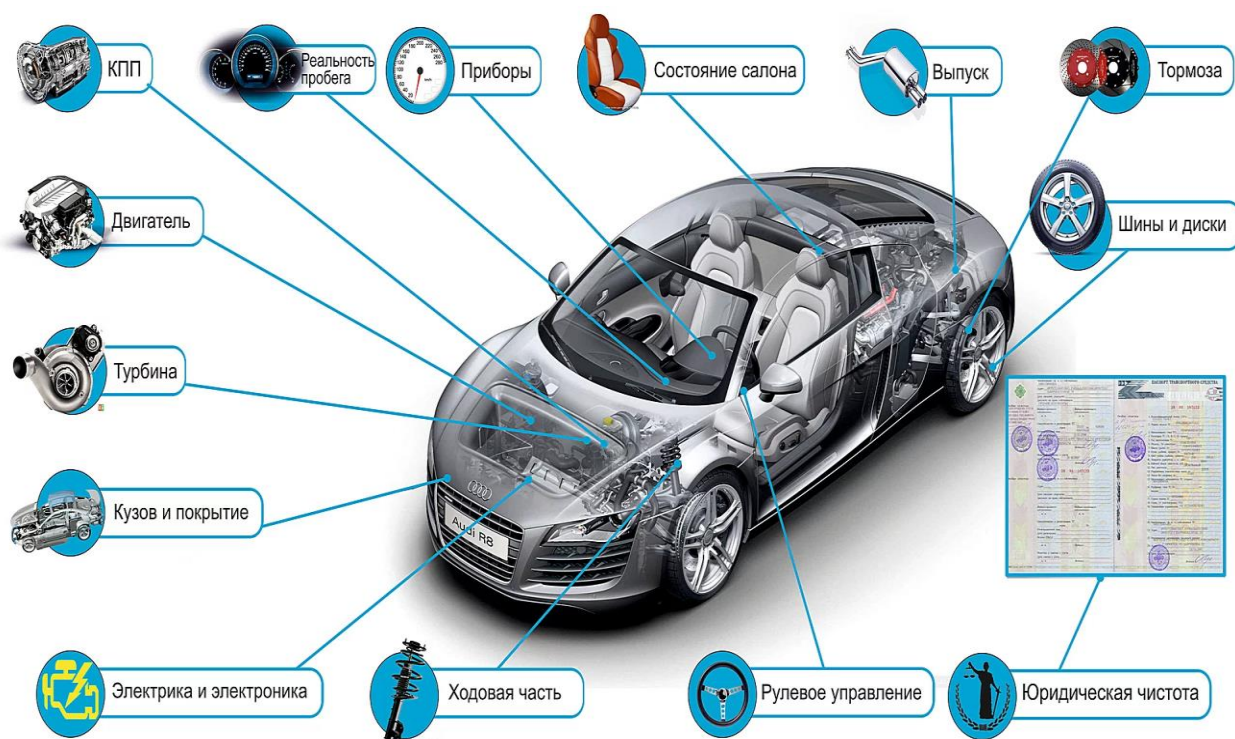


Рис 4.16 Общая диагностика автомобиля.

Входные компоненты. Входные компоненты контролируются на целостность цепи и наличие сигналов вне допустимого диапазона. Это включает проверку достоверности. Проверка достоверности

определяет корректность сигнала, получаемого от датчика, т.е. датчик положения дроссельной заслонки, показывающий высокое положение дроссельной заслонки при низкой нагрузке двигателя или низком сигнале датчика абсолютного давления в коллекторе. Входные компоненты могут включать в себя, но не ограничиваться следующими датчиками:

- датчик скорости автомобиля (VSS);
- датчик положения коленчатого вала (СКР);
- датчик положения дроссельной заслонки (tp);
- датчик температуры охлаждающей жидкости (ETC);
- датчик положения распределительного вала (CMP);
- датчик абсолютного давления в коллекторе (MAP).

В дополнение к целостности цепи и проверке достоверности, датчик температуры охлаждающей жидкости контролируется на способность достижения постоянной температуры для контроля топлива в закрытом контуре.

Выходные компоненты. Выходные компоненты проверяются на правильность ответов на команды модуля управления. Компоненты, функциональная проверка которых не осуществима, контролируются на целостность цепи и наличие сигналов вне допустимого диапазона. Выходные компоненты могут включать в себя, но не ограничиваться следующими датчиками:

- двигатель регулятора холостого хода;
- электромагнитный клапан продувки адсорбера СУПБ, управляемый модулем управления;
- реле кондиционера;
- вентилятор системы охлаждения;
- выход VSS.
- управление контрольной лампы индикации неисправности.

Пассивные и активные диагностические проверки. Пассивная диагностическая проверка просто проверяет системы и компоненты автомобиля. В отличие от нее, активная проверка совершает какие-то действия при осуществлении диагностических функций, часто в ответ на не прошедшую пассивную проверку. Например, активная диагностическая проверка рециркуляции отработавших газов заставляет клапан рециркуляции отработавших газов открываться при торможении с закрытой заслонкой и/или

закрывать на равномерном ходу. Любое из этих действий должно приводить к изменению давления в коллекторе.

Диагностические проверки с изменением режимов работы. Это - любые бортовые проверки системой управления диагностики, которые могут влиять на рабочие характеристики или уровень токсичности автомобиля.

Цикл нагрева. Цикл нагрева означает, что температура двигателя должна достичь минимум 160°F (70°C) и опуститься не менее чем на 72°F (22°C) за поездку.

Запись состояния. Запись состояния (freeze frame) – это элемент системы управления диагностики, который сохраняет различную информацию об автомобиле на момент сохранения в памяти неисправности, связанной с контролем токсичности, и включения контрольной лампы индикации неисправности. Эти данные могут помочь определить причину неисправности.

Протокол неисправностей. Протокол неисправностей – усовершенствованная функция записи состояния. Протокол неисправностей сохраняет ту же информацию, что и запись состояния, но она сохраняет информацию по любой неисправности в бортовой памяти, в то время, когда протокол неисправностей хранит информацию только о неисправностях, связанных с контролем токсичности, активирующих контрольную лампу индикации неисправности.

Общие термины бортовой системы диагностики. Слово «диагностика» относится к любой бортовой проверке, проводимой системой управления диагностики автомобиля. Диагностика – это просто тестовый запуск системы или компонентов для определения их работы в соответствии с техническими характеристиками. Существует несколько диагностик, представленных в следующем списке:

- пропуск зажигания;
- управляющий датчик кислорода (HO2S1);
- диагностический датчик кислорода (HO2S2);
- рециркуляция отработавших газов (EGR);
- контроль эффективности нейтрализатора.

4.2.3. Бортовые средства отображения информации

Основной задачей любого индикатора является представление информации с заданной точностью и в удобном для водителя виде. Большинство автомобильных индикаторов должны оперативно выдавать информацию, требования к точности при этом относительно невысокие. Аналоговые индикаторы представляют информацию в форме, более удобной для быстрого считывания водителем. Например, если стрелка указателя температуры охлаждающей жидкости находится в районе середины шкалы, водителю достаточно одного взгляда на указатель, чтобы понять, что температура двигателя находится в пределах нормы. Точность в данном случае не важна. Отсчет 98 °C на цифровом указателе температуры не так просто интерпретировать, нужно еще успеть сообразить, много это или мало. Этот пример наглядно показывает, почему на автомобилях, несмотря на наличие контроллеров и цифровой обработки информации для управления различными системами, информация водителю чаще представляется в аналоговой форме.

Цифровые и графические индикаторы (дисплеи) используются на автомобиле для решения, например, таких задач:

- выдача картографической информации в навигационных системах;
- дисплей бортового компьютера;
- часы;
- дисплей магнитолы и т. д.

Эти дисплеи могут иметь различную конструкцию. Для управления отдельными сегментами и частями дисплеев применяется мультиплексная система передачи информации.

Уровень масла в двигателе компьютер измеряет за несколько секунд до пуска двигателя, т. к. уровень масла в картере работающего двигателя ниже контрольной метки и колеблется на поворотах и при торможении, что может приводить к генерации ложных сообщений компьютером.

Состояние электрических цепей автомобиля постоянно контролируется ЭБУ. Для того чтобы можно было различить закрытое и открытое состояние геркона от неисправностей в цепи датчика, в его цепь вводятся дополнительные резисторы.



Рис 4.18. Сигнализаторы состояния автомобиля на панели приборов.

Датчики износа тормозных накладок бывают двух типов: размыкающие и замыкающие контролируемую цепь. В размыкающем датчике провод, заложенный в накладку на заданную глубину, соответствующую максимально допустимому износу, при наступлении последнего перетирается и размыкает контролируемую цепь.

Замыкающий датчик при наступлении предельного износа замыкает контролируемую цепь через тормозной диск или барабан на массу. Недостатком замыкающего датчика является ненадежность контакта, который образуется только в момент применения тормозов.

4.2.4. Приборная панель автомобиля

Панель приборов, как средство отображения информации, в наибольшей степени определяет внутреннюю визуальную информативность автомобиля.

Все обозначения приборной панели можно глобально разделить на две группы:

- контрольно-измерительные приборы – отвечают за демонстрацию различных измерений. К примеру, пробега, текущей скорости и т.п.;
- контрольные лампы (значки) – их задача оповещать водителя световыми сигналами о состоянии некоторых элементов и узлов автомобиля. Например, тормозной системы и заряда аккумулятора.

•



Рис 4.19 Приборная панель.

Состав приборной панели индивидуален для каждого авто и его комплектации. Но существует ряд приборов, которые так или иначе присутствуют в каждой торпедо:

- спидометр (указатель скорости машины);
- индикатор топлива (показывает, насколько заполнен топливный бак);
- тахометр (измеритель оборотов двигателя);
- одометр (отображает общий и суточный пробег автомобиля);
- индикатор температуры в системе охлаждения (отображает температуру охлаждающей жидкости в двигателе).

Отталкиваясь от этого набора, производители вносят свои коррективы в количество и состав панели приборов¹⁴.

Контрольные лампы: расшифровка цветов подсветки

Каждый автопроизводитель по-разному графически оформляет сигнальные значки на приборной панели. Однако сориентироваться в них поможет общий стандарт цветов подсветки:

- Зеленый или синий – такие значки предназначены для информирования о включенных в настоящее время функциях автомобиля. Например, фар или полного привода.

- Желтый (или оранжевый) – оповещают о возможной или уже имеющейся неполадке, либо проблеме с функционалом, не требующей неотложного вмешательства. Это может быть низкий уровень давления в шинах и т.д. Желтый цвет не означает серьезную неисправность и можно продолжать движение, если такой значок загорелся. Однако во время дальнейшей поездки следует уделить повышенное внимание управлению. И при первой возможности исправить неполадку, не откладывая устранение на потом.

- Красный – этот цвет в большинстве случаев сигнализирует о серьезной неисправности, представляющей аварийную опасность. Неполадки подобного характера требуют немедленного устранения. Второстепенно такие значки используются для информирования водителя о крайне низком уровне топлива в баке, заряда АКБ и т.п. Желательно изучить, что значат те или иные иконки. Если загорелся красный значок и не знаете, что он означает, то рекомендуется остановить машину. Поскольку продолжение движения может быть чревато аварией по причине отказа важной системы авто вплоть до двигателя. Но если намерены ехать, то направляться нужно сразу на СТО и ехать очень осторожно.

- некоторые графические значки при активации сопровождаются звуковым сигналом;

- выделяют две разновидности приборных панелей;

- аналоговые (стрелочные) состоят из механических деталей и встречаются в старых или бюджетных авто.

¹⁴ Frankfurt: AVTOWIDE, 2006. - access Mode: <http://www.cartest.omega.der/system.html>, free.
- Stub from the screen. - .138 p.

	Контрольная лампа сигнализации о незакрытой двери		Контрольная лампа разряда аккумуляторной батареи
	Контрольная лампа открытия крышки багажника		Контрольная лампа неисправности двигателя (при наличии)
	Контрольная лампа непристегнутого ремня безопасности		Контрольная лампа неисправности подушек безопасности (при наличии)
	Контрольная лампа включения дальнего света		Контрольная лампа системы круиз-контроля (при наличии)
	Контрольная лампа указателя поворота		Контрольная лампа режима SET системы круиз-контроля (при наличии)
	Контрольная лампа включения противотуманных фар (при наличии)		Контрольная лампа работы иммобилайзера (при наличии)
	Контрольная лампа включения задних противотуманных фар (при наличии)		Контрольная лампа температуры двигателя (при наличии)
	Контрольная лампа неисправности системы ESP (при наличии)		Контрольная лампа низкого уровня топлива
	Контрольная лампа отключения системы ESP (при наличии)		Контрольная лампа рулевого управления с электроприводом (EPS) (при наличии)
	Контрольная лампа неисправности системы ABS (при наличии)		Индикатор выбранной передачи
	Контрольная лампа включения стояночного тормоза и низкого уровня тормозной жидкости	* Более подробная информация приведена в пункте "Приборная панель" в разделе 4.	
	Контрольная лампа низкого давления масла в двигателе		

Рис 4.20 Условные обозначения на световых индикаторах приборной панели.

- измерительные приборы (тахометр, спидометр и другие) оформлены в виде полукруга и текущее значение указывается стрелкой. Контрольные индикаторы оснащены лампочками, которые загораются при активации функционала автомобиля или выявления неисправности;

- электронные (виртуальные) — более актуальный вид панелей, установленных на многих современных авто. Их основу составляет программное обеспечение, которое выводит на экран нужную информацию. Экран и ПО заменяют механические датчики и приборы, однако нередко виртуальные решения визуально имитируют аналоговые торпедо.

Электронные приборные панели, если сравнить их со стрелочными, значительно превосходят предшественника по многим параметрам. Они обладают большей информативностью, более эстетичным внешним видом и индивидуальной настройкой под себя. Если водителю не нравится, как выглядит виртуальная панель, он может изменить цветовую гамму и т.д.

Также можно упомянуть о специальных функциях по типу проецирования панели приборов на лобовое стекло. Таким образом автомобилист получает возможность следить за показателями торпеды, не отрывая взгляда от дороги.

Краткий словарь терминов к четвертой главе

Быстродействие (скорость измерения) – максимальное число измерений в единицу времени, выполняемых с нормированной погрешностью. **Время измерения** – время, которое требуется для определения значения измеряемой величины с заданной погрешностью.

Точность средств измерений – это качество, отражающее близость к нулю его погрешности. **Класс точности** – это обобщенная характеристика средств измерений, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также рядом других свойств, влияющих на **точность** осуществляемых с их помощью измерений.

Погрешность средства измерений (англ. error (of indication) of a measuring instrument) – разность между показанием средства измерений и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины.

Класс точности – обобщенная характеристика средств измерений, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также рядом других свойств, влияющих на точность осуществляемых с их помощью измерений.

Информационная емкость – это количество шлейфов сигнализации, которые можно подключить к **прибору**.

Контрольно-измерительные приборы автомобиля- измерительные – **измерительные приборы**, которые показывают параметры работы автомобиля. Они состоят из датчиков, которые расположены в разных местах, и указателей, которые объединены в панель приборов.

Датчик это электронное или электромеханическое устройство, предназначенное для преобразования определенного воздействия в электрический сигнал. Это одно из нескольких определений, которое кажется мне наиболее простым и подходящим.

Генераторные датчики – это приборы, которые непосредственно влияют на преобразование входной величины X_i электрический сигнал.

Параметрические (пассивные) датчики под воздействием измеряемой величины не генерируют электрический сигнал, но изменяют свои электрические параметры – сопротивление, емкость или индуктивность, что и определяет их названия: резистивные (resistance – сопротивление), емкостные, индуктивные и др.

Сигнализатор аварийный предназначен для звуковой и световой сигнализации аварийного режима какой либо системы автомобиля.

Эконометр – это прибор, который измеряет разрежение впускного коллектора, и тем самым позволяет водителю корректировать манеру и стиль вождения для экономного расхода топлива.

Манометр – это компактное механическое устройство для измерения давления. В зависимости от модификации оно может работать с воздухом, газом, паром или жидкостью. Существует много разновидностей манометров, по принципу снятия показаний давления в измеряемой среде, каждый из которых имеет свое применение.

Спидометр прибор — указатель скорости движения и пройденного расстояния в автомобиле.

Тахометр измерительный прибор, предназначенный для измерения частоты вращения (количество оборотов в единицу времени) различных вращающихся деталей, таких как **роторы, валы, диски** и др., в различных агрегатах, машинах и механизмах.

Панель приборов – это обобщенное название зоны, в которой располагаются все основные контрольно-измерительные приборы автомобиля.

Тахограф – это некое бортовое техническое устройство, которое необходимо для измерения, регистрации и индикации скорости, пробега и времени движения транспортного средства в автоматическом режиме.

Контрольные вопросы к четвертой главе

1 Для чего предназначена и из чего состоит информационно-диагностическая система автомобиля?

- 2 Каким образом определяется быстродействие измерительного прибора?
- 3 Каким показателем характеризуется точность измерительного прибора?
- 4 Что называется погрешностью прибора?
- 5 Какие факторы влияют на точность считывания информации?
- 6 За счет чего можно уменьшить время считывания информации с измерительного прибора?
- 7 Для чего предназначены контролирующие приборы?
- 8 Для чего предназначены измерительные приборы?
- 9 В каких устройствах автомобиля производится измерение давления?
- 10 В чем заключается принцип действия термобиметаллического импульсного манометра?
- 11 В чем заключается принцип действия логометрического манометра?
- 12 В чем заключается принцип действия пьезоэлектрических датчиков-выключателей?
- 13 По какому показателю оценивается качество автомобильного масла?
- 14 Для чего предназначена автомобильная бортовая система контроля?
- 15 Какую информацию предоставляют маршрутные компьютеры?

Тестовые вопросы к четвертой главе.

1. Основные характеристики информационно-диагностической системы автомобиля:

- a) Быстродействие
- b) Точность воспроизведения информации
- c) Погрешность
- d) Точность считывания информации
- e) Время считывания информации
- f) Информационная емкость
- g) Все ответы правильны

2. Автомобильные контрольно-измерительные приборы (КИП) по способу отображения информации разделяются на:

- a) Указывающие, сигнализирующие.
- b) Корректирующие, принимающие
- c) Передающие, указывающие
- d) Корректирующие, указывающие

3. Сигнализирующие приборы это –

- a) Приборы, диагностирующие состояние оборудования автомобиля
- b) Приборы, измеряющие параметры автомобиля
- c) Приборы передачи информации
- d) Приборы, реагирующие на аварийное значение и информирующие

4. Датчик это –

- a) Устройство, имеющее различные формы предназначенный для передачи информации.
- b) Б) Устройство, предназначенное для преобразования механической энергии в электрическую
- c) В) Устройство, воспринимающее измеряемый параметр и преобразующее его в сигнал, удобный для передачи по линиям связи, дальнейшего преобразования, обработки или хранения, но не поддающийся непосредственному восприятию наблюдением.

5. Прибор для измерения давления:

- a) Термометр
- b) Эконометр
- c) Манометр
- d) Тахометр

6. Прибор для измерения температуры:

- a) Термометр
- b) Эконометр
- c) Манометр
- d) Тахометр

7. Спидометр это –

- a) Устройство - сигнализирующее превышение разрешенной скорости движения
- b) Устройство- считывающее информацию с КШМ двигателя

с) Устройство – измеряющее и отображающее скорость транспортного средства

д) Устройство – показывающее частоту вращения ведущих колес автомобиля.

8. Тахометр это –

а) Прибор, применяемый для измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя

б) Прибор, регулирующий переключение скоростей коробки переключения передач

с) Прибор, регистрирующий детонацию двигателя.

д) Прибор, измеряющий пройденное расстояние автомобилем

9. Какие из нижеперечисленных параметров определяются с помощью контрольно-измерительных приборов?

а) объём жидкости в системе охлаждения

б) температура охлаждающей жидкости

с) количество масла в смазочной системе

д) уровень топлива в топливном баке

10. Какие элементы используются в датчике указателя уровня топлива в топливном баке?

а) ползунковый реостат, взаимодействующий с диафрагмой

б) биметаллическая пластина

с) терморезистор

д) ползунковый реостат, соединенный с поплавком

е) диафрагма, перемещающая подвижные контакты

ГЛАВА 5. СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ И СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЯ

5.1. ФАРЫ ОСВЕЩЕНИЯ

5.1.1. Предназначение и технические характеристики системы освещения автомобиля.

Современный автомобиль включает в себя целый комплекс осветительных приборов, которые в совокупности составляют систему освещения. В число ее главных задач входит:

- освещение проезжей части и обочины;
- дополнительное освещение дороги при тумане, дожде, снегопаде;
- информирование других водителей о выполняемых маневрах;
- предупреждение о торможении; информирование о габаритах машины;
- предупреждение о возникшей поломке, в результате которой автомобиль создает помеху на проезжей части;
- обеспечение читаемости регистрационного знака в ночное время;
- освещение салона, подкапотного пространства и багажника.

Передняя оптика включает в себя фары ближнего и дальнего света, дневные ходовые огни, габариты и поворотники

Основные элементы системы. Все элементы системы освещения можно разделить на две основных категории: внешние; внутренние.

Внешние элементы автомобильной оптики обеспечивают освещение дороги и информирование других водителей. К числу таких приборов относятся:

- фары ближнего и дальнего света;
- противотуманные фары;
- поворотники; задние блок-фары;
- габаритные огни;
- осветители номерного знака.



Рис 5.1 Приборы освещения автомобиля.

Передние фары. Передние фары современных автомобилей состоят из целого комплекса элементов: ближнего и дальнего света; дневных ходовых огней; габаритных огней. Чаще всего они расположены в едином корпусе. Также в передние фары многих автомобилей устанавливают поворотники. Любая машина комплектуется двумя передними фарами, которые располагаются симметрично на правой и левой частях кузова. Главная задача передних фар – освещать дорогу перед автомобилем, а также сообщать водителям встречных транспортных средств о приближении автомобиля и его габаритах.

В вечернее и ночное время для освещения дороги используется ближний свет. Благодаря ассиметричности световых пучков, он дополнительно обеспечивает освещение обочины дороги. При условии правильной регулировки фар такой свет не доставляет дискомфорта водителям встречных автомобилей. Дальний свет отличается большей интенсивностью. Его использование помогает выхватывать из темноты большую зону дорожного полотна. Однако использовать дальний свет допустимо только при отсутствии встречного потока. В противном случае фары будут ослеплять других водителей.



Рис 5.2 Передние фары автомобиля.

Габаритные огни. Для того чтобы другие водители могли оценить габариты машины, в системе освещения предусмотрены габаритные огни. Они используются и в момент остановки или стоянки машины. Располагаются габариты как в передних, так и в задних фарах. В некоторых автомобилях дублирующие указатели поворота устанавливаются в боковое зеркало заднего вида.

Поворотники. Поворотники – основной инструмент предупреждения о выполнении маневра. Они используются при повороте и развороте, перестроении или обгоне, съезде на обочину и при последующем начале движения. Устанавливаются данные элементы могут как в передние и задние фары, так и отдельно от них. Часто на боковых элементах кузова и зеркалах заднего вида размещаются дублирующие приборы. Все они имеют насыщенный желто-оранжевый цвет и работают синхронно в режиме мигания. Автомобили, предназначенные для американского рынка, имеют красный цвет поворотников. Поворотники также выполняют роль аварийной сигнализации. При нажатии соответствующей кнопки в салоне автомобиля, свою работу одновременно начинают все имеющиеся лампы поворота с обеих сторон кузова.

Дневные ходовые огни (ДХО). Дневные ходовые огни появились в системе освещения автомобиля сравнительно недавно, поэтому они есть не в каждом транспортном средстве. От габаритов ДХО отличаются более интенсивным светом. Согласно Правилам дорожного движения, водители обязаны включать дневные ходовые

огни во время движения в городе в светлое время суток. Если ДХО на автомобиле отсутствуют, днем допускается использовать ближний свет.

Противотуманные фары (ПТФ). Этот вид автомобильной оптики применяется в условиях плохой видимости: во время тумана, дождя или снега. Широкий световой луч с усеченной частью не отражается от атмосферных осадков и не ослепляет водителя во время движения. В то же время ПТФ обеспечивают достаточное освещение дорожного полотна. Противотуманки устанавливаются не только на передней, но и на задней части кузова. Впрочем, данные осветительные элементы не являются обязательными, поэтому на многих моделях машины ПТФ могут отсутствовать вовсе.

Задние блок-фары. Задние автомобильные фары также устанавливаются на автомобиль парно и включают в себя несколько элементов. Наиболее простые варианты задних фар состоят из стоп-сигнала и габаритных огней. Во многих моделях в блок также входят поворотники и фонарь заднего хода, реже – задние противотуманные фары.



Рис 5.3 Задние блок фары.

Основным элементом осветительной системы в задней части являются стоп-сигналы, информирующие о торможении или снижении скорости автомобиля. Для большей надежности элементы могут дублироваться на спойлере или на заднем стекле транспортного средства. Также не менее важными являются фонари заднего хода. Они выполняют функции освещения и предупреждения других водителей о начале движения машины назад.

Внутренние элементы осветительной системы. Внутренние элементы отвечают за освещение в салоне и багажнике транспортного средства. В систему входят: лампы в салоне автомобиля; подсветка багажника; лампы освещения приборной панели; лампа в перчаточном ящике; габаритные огни в дверях. Освещение салона, багажника и пространства под капотом (при наличии) обеспечивает дополнительный комфорт водителя в темное время. Подсветка приборной панели необходима для более легкого считывания информации при движении в темноте. Габаритные огни в дверях необходимы для информирования других участников дорожного движения об изменении габаритов автомобиля при открытой двери.

Управление системой освещения. Управление всеми приборам освещения водитель осуществляет из салона транспортного средства с помощью специальных переключателей. Включение ближнего и дальнего света, противотуманок и габаритов в большинстве моделей машин осуществляется с помощью подрулевого переключателя или клавиши на панели приборов: первое положение переключателя – все приборы выключены; второе положение – включаются габариты; третье положение – загорается ближний свет фар. Также переключатель, размещенный с левой стороны под рулем, обеспечивает смену ближнего и дальнего света в передних фарах. При наличии противотуманок на переключателе может быть установлена дополнительная секция, регулирующая включение и выключение ПТФ. Также управление может происходить с помощью отдельной клавиши. Комбинированный переключатель используется и для введения в действие правого и левого поворотников. Но при этом аварийная сигнализация включается с помощью отдельной клавиши, находящейся на приборной панели. Многие элементы системы освещения загораются автоматически при выполнении определенных действий со стороны водителя: стоп-сигналы – при нажатии на педаль тормоза; фонарь заднего хода – при включении задней передачи; приборы освещения багажника и бардачка – при их открытии; подсветка ног водителя и габариты в дверях – при открытии двери. **Автоматические системы управления освещением.** По мере развития технологий автомобилестроения также внедряются дополнительные функции

автоматического управления осветительными приборами: включение ближнего света; активное головное освещение; адаптивное освещение; коррекция головного освещения; управление дальним светом. Все перечисленные системы регулируются в автоматическом режиме на основе данных, считываемых специальными датчиками при изменении дорожной обстановки и условий движения. Применение системы освещения автомобиля обеспечивает безопасность при поездке в темное время суток. Комплекс элементов, входящих в систему освещения автомобиля, предназначен для обеспечения безопасности водителя, его пассажиров и других водителей. Без осветительных приборов поездка на автомобиле в вечернее и ночное время недопустима. Постоянно совершенствуясь, система освещения обеспечивает необходимые комфорт и безопасность во время вечерних и ночных поездок, а также при перемещении в условиях недостаточной видимости.

5.1.2. Устройство фар освещения

Передняя фара выполнена, в едином корпусе, в котором объединены следующие световые приборы: ближний свет, дальний свет, габаритный огонь, указатель поворотов и дневные ходовые огни¹⁵.

Устройство фары автомобиля примерно одно для всех модификаций. Свечение создаётся за счёт трёх сегментов фары.

Источник света. Излучение лампы не направлено прямо, как фонарь, на самом деле, она скорее светит во все стороны, направляя частицы света на следующий сегмент.

Отражатель. Он бывает разной формы, часто это относительно правильный конус, но может быть множество вариаций в зависимости от конфигурации фары и дизайна передней части машины в целом. Обычно это стекло или пластмасса с небольшим напылением алюминия. Как вполне ясно из внутренней формы слова – основная его задача – отражать, весь свет, который на него попадает. При этом отражении он усиливается. Специальные корректоры в свою очередь ограничивают световую зону, направляя

¹⁵ Богданов В.И. Электротехника и электроника в автомобиле и автомобильном хозяйстве: Учебное пособие / В.И. Богданов. – Шахты: Изд.РГУ-ЭС, 2000. – 339 с.

луч света. В плане отражения света можно также выделить три основных подтипа:

1. Параболический отражатель. Самый простой, дешёвый и распространённый. Это статичная конструкция, отражающая свет горячей лампы. Такую фару нельзя подкорректировать, яркость, интенсивность, направление света в них статичны.

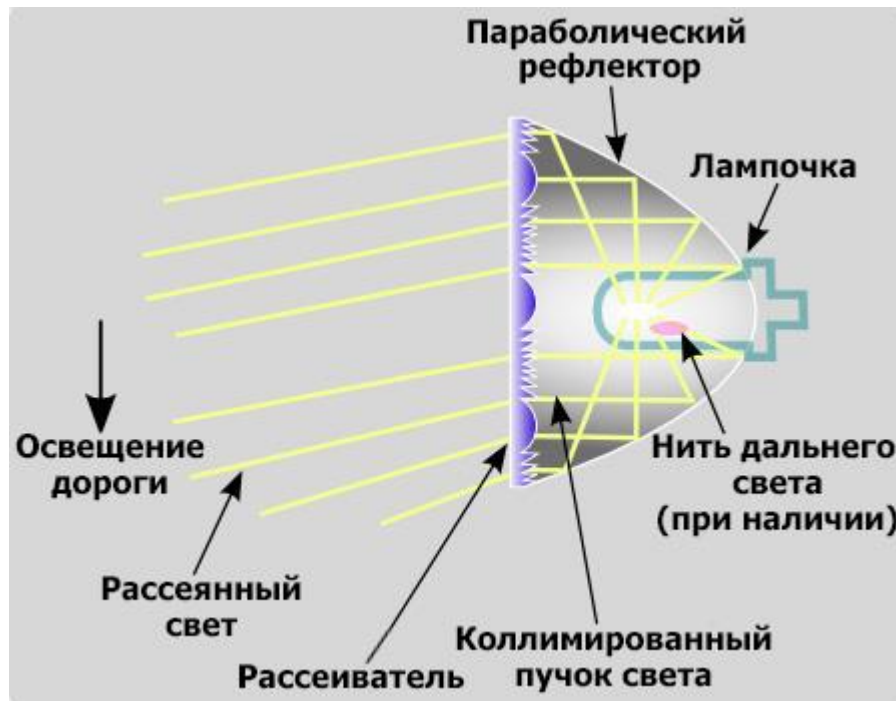


Рис 5.4 Устройство передней фары освещения.

2. Рефлектор свободной формы (Free Form Reflector). Такой рефлектор разделён на несколько зон (количество их может сильно варьироваться), каждая отражает и направляет свой пучок света. Свет таких фар также статичен, но более отчётлив, меньше светопотеря при рассеивании, значительно меньше вероятность ослепления других водителей или себя

3. Линзовая оптика. Свет от лампы в этом случае рассеивается и усиливается специальным эллиптическим светоотражателем, но после этого направляется на второй фокус – специальный щиток, вновь собирающий этот свет. От этой перегородки свет снова рассеивается в сторону линзы, та собирает его, где-то обрезая, где-то перенаправляя. Такая оптика максимально исключает чрезмерную светопотерю и ослепление светом. Линзовая оптика

дорога, но очень качественна и обеспечивает максимальную безопасность даже в условиях трудной видимости. Главная проблема – вся эта система довольно динамична, в ходе износа или повреждения стабильность линзы может понизиться, могут возникнуть неисправности, светопотери. В таком случае линза требует специфической корректировки в автосалоне.

4. Рассеиватель. Рассеиватель пропускает световой поток и в зависимости от конструкции преломляет его. Другая функция рассеивателя – защита фары от внешних воздействий. Рассеиватель изготавливается из прозрачного пластика, реже из стекла.

Это функциональное распределение фар, одинаковое для любого транспортного средства. Можно их разделить и по принципу устройства. Научный прогресс не стоит на месте, технологи и проектировщики задаются одним важным вопросом: как обеспечить максимальную безопасность и дальность освещения, при этом нивелируя ослепляющим фактором. Также важны принципиально надёжность фары, прочность, длительный ресурс использования, экологичность, не забываем о дизайне.

5.1.3. Светодиодные и лазерные фары. Современные разработки

В основе светодиодного фонаря – полупроводниковый кристалл, который преобразует электрический ток в свет. Сначала такие устройства появились в промышленной сфере, но теперь они широко интегрированы в быт. В автомобильной промышленности светодиоды начали использоваться для побочного освещения – стоп-сигналы, подсветка приборной доски, освещение в салоне и так далее.

Считалось, что светодиодные лампы недостаточно ярки для установки в головные фары. Сейчас они светят очень ярко за счёт того, что устанавливаются целыми сегментами-сотами внутрь фары. Один светодиод выделяет меньше света, чем ксеноновая лампа, но установленные вместе они вполне покрывают нужное для безопасности количество освещения. Светодиод сам по себе представляет самодостаточный источник света. На некоторых моделях авто светодиодная фара состоит из двух–трех десятков

отдельных диодов. В каждом из них есть линза, кристалл, анод и катод, обеспечивающие постоянно напряжение тока.



Рис 5.5 Устройство светодиодной передней фары.

Лазер. Самая новая технология, которую активно развивают, это лазерные фары. Впервые такие фары применили на футуристичном автомобиле BMW i8. Технология фары достаточно проста – лазер светит на линзу с фосфором, который в свою очередь начинает излучать яркий свет, а отражатель направляет этот свет на дорогу.

Они превосходят светодиодные фары по освещению и энергопотреблению, а срок службы сопоставим. Существенным недостатком этих фар является их стоимость, они являются самыми дорогими фарами современности, не менее 10 тыс. евро, за эту сумму можно купить новый бюджетный автомобиль.

Современные разработки. Момент устройства светодиодной фары доведён до технологического абсолюта в фаре матричной. В ней водитель может менять и подстраивать под себя и нужды дорожной ситуации отдельный диод. Такие матричные светодиоды могут индивидуально подстроиться под любую, даже сложную обстановку с видимостью.

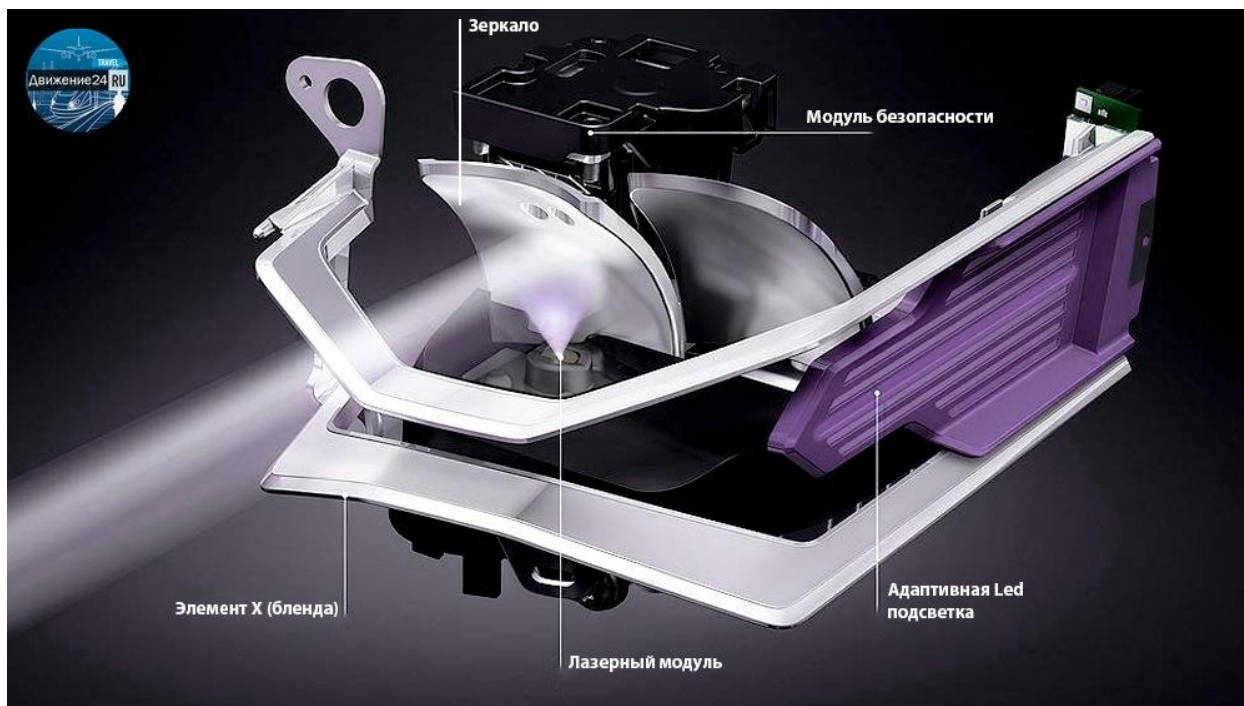


Рис 5.6 Устройство лазерной фары.

Головные лампы на светодиодах появились десять лет назад. Светодиодные фары на машинах становятся всё популярнее по причине того, что у них практически нет недостатков. Они потребляют мизерное количество электроэнергии, их ресурс в несколько раз может превышать срок службы других фар, при соблюдении температурного режима ресурс эксплуатации такой лампы будет от пяти тысяч часов и более. Единственный, но ощутимый минус – дороговизна. На современном автомобильном рынке фары в целом – удовольствие не из дешёвых и приближается к стоимости лазерных фар – за цену светодиодной фары иногда можно купить целый автомобиль, пускай и подержанный. С другой стороны, такая лампа при правильной эксплуатации может прослужить много лет и ни разу о себе не напомнить, что в итоге может вылиться в солиднейшую экономию.

Изначально светодиодные фары ставились на машины премиум-класса, на некоторые модели Cadillac, Audi. Сейчас же некоторые производители делают фары на светодиодах, которые можно поставить на место фар ксеноновых, так что светодиодное освещение теперь можно ставить и на марки, изначально на это не

рассчитанные. В целом мнение автомобилистов сходится в том, что светодиодные фары, так или иначе, захватят рынок.

Проблема с недостатком света решена благодаря технологическим новшествам, а цена будет постепенно снижаться под натиском спроса и уменьшения цен на материалы. Возможно, в недалёком будущем большая часть автомобилей будет оснащена именно светодиодными фарами. Но пока, по объективным причинам основой рынка остаются фары ксеноновые и галогенные.

5.1.4. Противотуманные фары

Противотуманные фары отличаются от обычных, большим углом рассеяния светового пучка в горизонтальной плоскости и более четкой верхней светотеневой границей. Такое светораспределение в горизонтальной плоскости обеспечивается соответствующим микрорельефом внутренней поверхности рассеивателя с вертикальными цилиндрическими линзами и экраном перед лампой. Большой угол рассеяния светового пучка обеспечивает хорошую видимость дороги и обочины на расстоянии 15–25 м.

Для того чтобы уменьшить рассеивающее действие тумана на световой пучок, противотуманные фары устанавливаются ближе к дорожному полотну. В этом случае уменьшается длина пути световых лучей до пересечения с полотном дороги. Размещать противотуманные фары следует не выше фар ближнего света на высоте (по нижней кромке светового отверстия) не менее 250 мм над полотном дороги. От плоскости бокового габарита они должны отстоять не более чем на 400 мм. Углы рассеяния светового пучка противотуманных фар составляют $\pm 5^\circ$ по вертикали и $+45$ и -10° по горизонтали.

Высота установки противотуманных фар в меньшей степени влияет на условия видимости дороги, чем светораспределение и точность регулирования. Так, увеличение высоты фары над уровнем дороги с 250 до 1000 мм приводит к снижению максимальной дальности видимости примерно на 10 %. В то же время отклонение пучка света фары вверх на 3° (вследствие разрегулирования) может в 2 раза уменьшить дальность обнаружения объекта на дороге.



Рис. 5.7. Противотуманные фары.

Противотуманные фары могут иметь круглое или прямоугольное световое отверстие (рис. 2). Их встраивают в кузов, в бампер или крепят к бамперу автомобиля с помощью кронштейна. Противотуманные фары могут входить в состав блок-фары.

Оптическая система противотуманной фары включает отражатель параболического типа, рассеиватель, лампу, нить накала которой расположена в фокусе отражателя, и экран.

Противотуманные фары устанавливают в качестве дополнительного светотехнического оборудования на некоторые типы автомобилей и автобусов непосредственно на заводах-изготовителях или в эксплуатации.

Включение противотуманных фар вместо ближнего света фар головного освещения в условиях плохой видимости позволяет на 20–30 % увеличить скорость движения автомобиля. Для уменьшения слепящего действия на водителей встречного транспорта противотуманные фары рекомендуется применять при езде в городе. Благодаря большему углу рассеяния светового пучка по горизонтали противотуманные фары целесообразно использовать для освещения крутых поворотов на горных дорогах.

В светлое время суток при движении в тумане видимость дороги не улучшается даже при использовании противотуманных фар. Однако они могут выполнять функции габаритных огней, снижая вероятность столкновения встречных транспортных средств.

В меньшей степени при движении в тумане автомобиль защищен от наездов сзади. Задние габаритные огни в этом случае

малозэффективны. Поэтому на автомобили устанавливают задние противотуманные фонари красного цвета с повышенной силой света. Сила света заднего противотуманного фонаря в рабочей зоне должна быть в 100–300 раз больше силы света габаритных огней. Его светораспределение с большим углом рассеяния светового пучка в горизонтальной плоскости аналогично светораспределению противотуманных фар. Задний противотуманный фонарь должен быть виден водителю приближающегося автомобиля в виде вытянутого вдоль его горизонтальной оси прямоугольника равномерной яркости. При среднегабаритной яркости 104 кд/м² расстояние обнаружения противотуманного фонаря в атмосфере малой прозрачности в 2 раза больше расстояния, при котором различимы контуры автомобиля. Силу света и яркость задних противотуманных фонарей ограничивают. Слишком яркие фонари могут вызвать у водителей других транспортных средств состояние дискомфорта. Задние противотуманные фонари особенно эффективны в дневное время, когда резко возрастает интенсивность движения.

5.2. СВЕТОВЫЕ СИГНАЛИЗАТОРЫ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЛАМПЫ

5.2.1. Виды и характеристики световых сигнализаторов

Система световой сигнализации предназначена для предупреждения других участников движения об изменении направления движения, о торможении, а также об аварийной остановке.

В систему световой сигнализации входят передние сигнальные фонари, задние сигнальные фонари, боковые повторители сигналов поворота, контрольные лампы в комбинации приборов, электронное реле-прерыватель, а также выключатели. Отражатели стоп-сигналов имеют красный цвет, сигналов фонарей поворота – оранжевый цвет.

Правые и левые указатели поворотов включаются рычагом, который расположен под рулевым колесом. При этом левые и правые сигнальные и контрольные лампы горят мигающим цветом. Частота мигания достигает 60–120 раз в минуту, мигание происходит за счет специального электронного реле-прерывателя,

которое встроено в электрическую цепь. После выхода автомобиля из поворота рычаг выключения сигналов поворота автоматически возвращается в свое исходное положение. Если контрольная лампа в комбинации приборов мигает с удвоенной частотой, то это означает, что одна из сигнальных ламп не горит или реле-прерыватель находится в неисправном состоянии.

При вынужденной остановке из-за неисправности автомобиля включается **аварийная сигнализация** нажатием соответствующей кнопки. При включении аварийной сигнализации начинают гореть с удвоенной интенсивностью все сигнальные лампы указателя поворотов и сигнальная лампа в комбинации приборов. Цепь аварийной сигнализации проходит, минуя выключатель зажигания, поэтому сигнализация работает при любом положении ключа зажигания.

5.2.2. Габаритные огни

Габаритные огни – это разновидность светового оборудования, которым оснащено каждое механическое транспортное средство.

Габариты нужны для визуального обозначения размеров транспорта. Во время движения и при остановке транспорта они привлекают внимание, предупреждают других водителей. Благодаря габаритным огням автомобиль хорошо заметен в темное время суток.

Габаритные огни по своему функциональному назначению и размещению являются:

- передними;
- задними;
- боковыми.

Они предназначены для обозначения габаритной ширины автомобиля с соответствующей стороны.

Передние габаритные огни. Передние габаритные огни еще называют парковочными лампами или подфарниками. Их расположение – по краям передней части авто, на одной линии. На грузовом транспорте их выносят на крылья. В этом месте они располагаются и на старых легковых моделях.

Свет у передних габаритов только белый. Их включают в ночное время и при недостаточной видимости в сочетании с другой оптикой: противотуманными фонарями, дальним и ближним светом.

Задние габаритные огни. Сзади автомобиля устанавливаются задние габаритные огни. Их расположение – по одной линии с боковых сторон. На автобусах и грузовиках задние габариты дополнительно устанавливают в верхней части. Являются составным элементом блок-фар и имеют исключительно красный свет.

Обычно задние габариты включаются одновременно с передними. Принцип включения одинаков: или это отдельная кнопка на панели управления, или огни включаются автоматически с поворотом ключа в зажигании.

Боковые. Эти габаритные огни обозначают границы автомобиля, если смотреть на него сбоку. Применяются для механических ТС и прицепов. Должны излучать желтый цвет, в некоторых случаях – красный.

5.2.3. Тормозные и поворотные световые сигнализаторы

Стоп-сигналы, они же сигналы торможения, также обязательны к установке в количестве двух штук, то есть **лампа стоп-сигнала** ставится слева и справа. Основная задача этих фонарей – предупредить о снижении скорости. Лампа стоп-сигнала включается при нажатии педали тормоза. Технологии не стоят на месте, на ряде моделей реализована функция, в которой лампа стоп-сигнала может иметь разную интенсивность свечения в зависимости от степени прилагаемого на тормозную педаль усилия. И еще один момент. В ряде стран обязательно требуется, чтобы был установлен дополнительный стоп-сигнал, центральный.

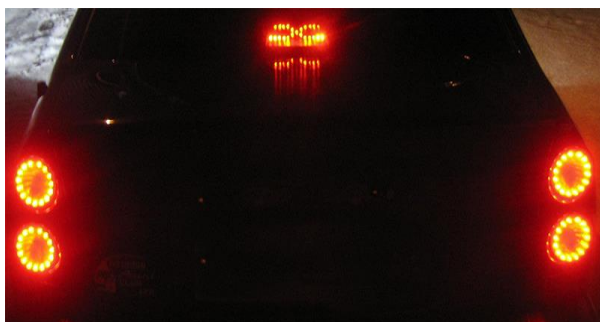


Рис 5.8 Задние стоп-сигналы.

Дополнительный стоп-сигнал может быть одиночной лампой, набором светодиодов, или неоновой трубкой.

Центральный стоп-сигнал обеспечивает однозначность нажатия на педаль тормоза в странах, где красный цвет имеют также сигналы поворота, и дает избыточность на случай, если какой-либо стоп-сигнал выйдет из строя, а также остаётся виден при небольшой дистанции между автомобилями, например в пробке. Дополнительный стоп-сигнал при нажатии на тормоз горит непрерывно, а при экстренном торможении может мигать.

Конструктивно на легковых автомобилях центральный стоп-сигнал может быть установлен под задним стеклом вверху, на **крышке багажника** или в задний **спойлер**. Другие способы установки встречаются редко, например, на **Jeep Wrangler** и **Land Rover Freelander** дополнительный стоп-сигнал установлен на держателе запасного колеса. На коммерческих автомобилях, **фургонах** и грузовиках часто крепят на кромке крыши автомобиля. Во всем мире третий стоп-сигнал обязательно должен располагаться по центру, но допускается боковое смещение до 15 см, если поперечный центр автомобиля не совпадает с панелью кузова, но отделяет подвижные его части, такие как двери. На фургоны **Renault Master** по этой причине установка центрального стоп-сигнала производится смещённой. Также регламентируется расположение как по абсолютной высоте, так и относительно горизонтали фонарей тормоза.

Указатели поворотов. Указатели поворота служат для предупреждения водителей, пешеходов и регулировщиков об изменении направления движения автомобиля, его перестроении, остановке и т. п. На автомобилях устанавливаются световые указатели поворота, лампы которых горят мигающим светом, что позволяет их отличать от других источников света. Оранжевые лампы указателей поворота находятся в общем корпусе с подфарниками и задними фонарями автомобиля.

Повторители поворотников — это фонари, дублирующие сигналы указателей поворотов. В первую очередь это сделано для повышения безопасности при маневрах на дорогах. На многих транспортных средствах боковые повторители не обладают достаточно ярким свечением и порой в солнечный день непонятно, включен он или нет.

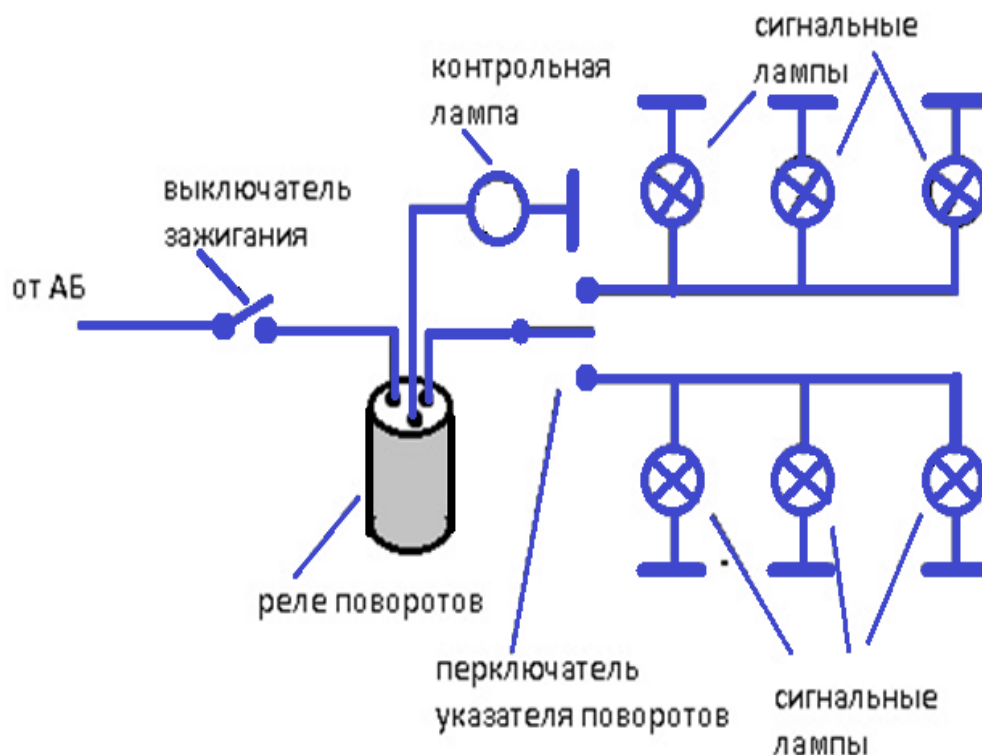


Рис 5.9 Схема работы световых сигнализаторов.

Светодиодные же поворотники имеют высокую яркость и будут заметны при любой погоде. Их корпуса могут имитировать спортивные воздухозаборники или другие детали и послужат отличным украшением авто. Некоторые модели в состоянии не только дублировать знаки штатных указательных фонарей, но и служить дополнительными габаритными огнями.

5.2.4. Автомобильные лампы

В качестве источника головного света в современных автомобилях используются лампы накаливания, ксеноновые и светодиодные лампы. Все виды ламп имеют маркировку, согласно которой происходит подбор ламп к определенной фаре.

Лампы накаливания

Обычная лампа. Данные лампы состоят из колбы, нити накаливания и цоколя. Эти лампы могут использоваться в качестве источника света для дневных ходовых огней. В качестве источника ближнего или дальнего света данные лампы не используются. Зато применяются для подсветки салона, панели приборов, используются в фонарях и указателях поворота.



Источником ближнего или дальнего света является галогеновая лампа. Данный тип тоже относится к лампам накаливания, но ее осветительные характеристики значительно сильнее.



Галогенная лампа. Галогеновая лампа имеет конструкцию обычной лампы. Но внутри нее находится специальный газ, который содержит пары брома и йода (эти пары называют галогенами). Галогены позволяют значительно увеличить температуру вольфрамовой спирали, по которой течет ток. Она разогревается до 3000 К. Такие лампы значительно ярче обычных ламп накаливания. Они имеют букву «Н» в маркировке, например Н1, НВ4.



Ксеноновые лампы. Ксеноновые лампы принципиально отличаются от предыдущих. Они не имеют нити накала, а источником света в них является электрическая дуга. Ксеноновая лампа состоит из колбы, которая изготавливается из кварцевого стекла, и электродов, изготовленных из вольфрама. Колба заполняется ксеноном с добавлением паров ртути. При подаче высокого напряжения образуется

электрическая дуга, далее основной световой поток формируют пары ртути. Такие лампы могут давать свет значительно ярче, чем галогеновые. Они имеют в маркировке букву «D», например D3S, D3R.

Светодиодные лампы. Источником света в таких лампочках является свечение светодиодов. На данный момент эти лампы являются самыми экологически чистыми. Однако не стоит спешить их приобретать на замену галогеновых ламп для головного света. Обычная стандартная фара, рассчитанная на галогеновую лампу, настроена определенным образом на формирование светового пучка.



При этом учитывается положение нити накала относительно отражателя. Установка любой светодиодной лампы может привести к тому, что вы будете постоянно слепить встречных водителей, а так же тех, кто движается впереди вас. Некоторые лампы могут в принципе не позволить настроить световой пучок. Свет от них будет распространяться во все стороны, без какой-либо

фокусировки.

5.2.5. Устройство галогенных и ксеноновых ламп

Конструктивно галогеновые лампы напоминают классические лампы накаливания. Имеется цоколь, внутри которого расположена нить накаливания. Последняя под действием напряжения раскаливается и излучает свет. В классических лампочках используется нить из вольфрама. Чтобы предотвратить ее окисление, из цоколя удаляется воздух. Главная проблема подобных ламп – это отслаивание атомов вольфрама, которые после оседают на охлажденных поверхностях, таких как стенки колбы. В итоге уменьшается уровень освещения, и нить постепенно становится все тоньше, пока полностью не оборвется. В галогенных моделях вместо вакуума используются галогены йода или брома. На практике это исключает оседание атомов нити на стенках колбы. Дополнительно увеличился срок службы и температура накаливания, что привело к лучшему световоспусканию.

Промышленность создает фары-галогены с различной температурой свечения. Это позволяет легко подобрать фары себе по вкусу, а также купить так называемые универсальные модели, которые обеспечивают отличную видимость не только ночью, но и в туман или дождь. Сравнивая последний с другими типами фар, галоген имеет световой поток всего в 1-2 тысячи люменов. При этом энергопотребление составляет 55-60 ватт. Подобные лампы – это относительно старая технология, однако многие автомобилисты до сих пор устанавливают такие фары. Во многом это связано с тем, что

нет возможности поставить светодиоды или ксенон, но галоген лучше стандартных фар.



Рис 5.10 Устройство галогенной лампы.

Ксеноновые лампы. Лампа состоит из стеклянной колбы, вольфрамовых электродов и общего корпуса. Из колбы выкачан воздух, и ее объем заполнен специальным газом – ксеноном. У некоторых моделей имеется вспомогательный разжигающий электрод, например, у ламп вспышек.

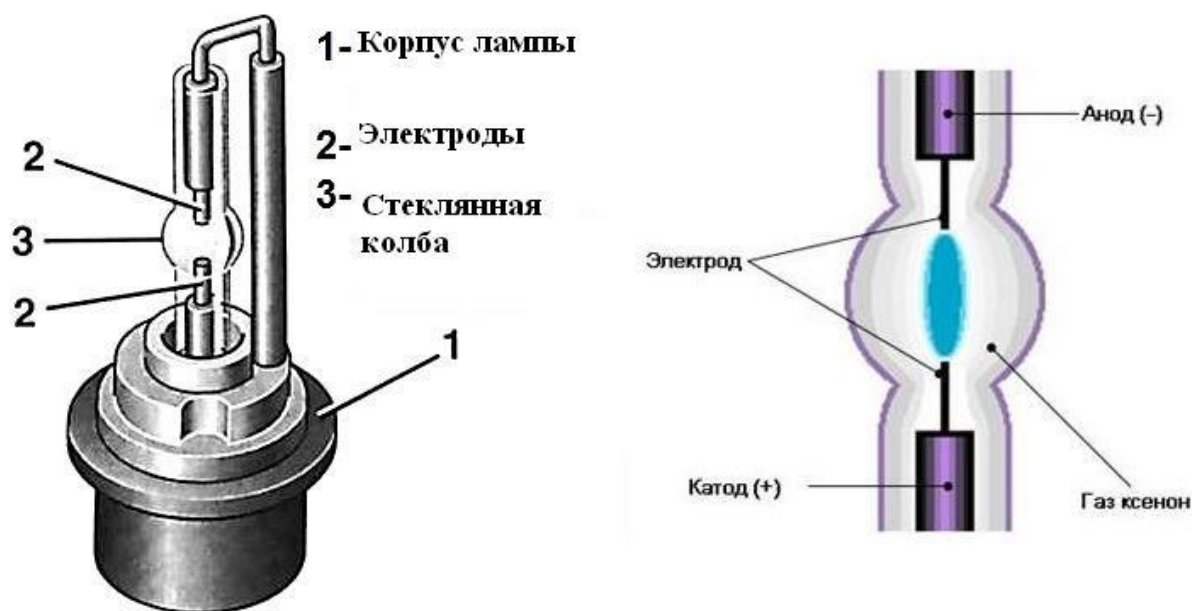


Рис 5.11 Устройство ксеноновой лампы.

Электроды предназначены для обеспечения прохождения электрического тока через газовую среду. Для того, чтобы газ начал светиться, требуется высокая мощность энергии, которая способна накопиться в конденсаторе, соединенном параллельно посредством резисторов. Эта энергия преобразуется в импульс высокого напряжения с помощью мощного повышающего трансформатора. Он разряжает конденсатор, тем самым пропускает через лампу большие токи за короткое время.

Колба из кварцевого стекла газоразрядной лампы изготавливается в виде прямой или согнутой трубки в виде буквы «U», спирали, или окружности (для расположения лампы вокруг объектива фотокамеры для получения фотографии без теней). В продаже можно найти лампу с колбой из сапфирового стекла. Разные виды стекол обеспечивают разный цвет свечения. Сапфир придает более чистый и яркий свет, а кварцевое стекло хуже пропускает поток света.

Электроды лампы впаиваются в трубку и соединяются с конденсатором, имеющим заряд высокого напряжения, достигающего 2000 вольт, в зависимости от состава газа и длины стеклянной трубки.

Третий дополнительный электрод имеется не во всех моделях ламп. Он называется разжигающим и предназначен для начальной ионизации газов, запускающей процесс разряда в лампе. В лампах вспышках обычно в качестве дополнительного электрода применяют рефлектор света.

5.2.6 Регулировка автомобильных фар

Регулировка фар предназначена для правильного рассеивания света фар. Чтобы свет не слепил водителей встречного транспорта и правильно освещал дорогу.

Обычно регулировка фар в процессе эксплуатации подвергается изменению незначительно. Однако при большой нагрузке автомобиля фары необходимо регулировать, иначе при дальнем свете они будут «освещать деревья», а при ближнем – ослеплять встречных водителей.

Проверку и регулировку света фар проводите на снаряженном автомобиле (с полностью заправленным топливным баком, комплектом инструментов и запасным колесом). Вам потребуется крестообразная или шестигранная отвертка.

1. Предварительно проверьте и при необходимости доведите до нормы давления воздуха в шинах.

2. Установите автомобиль перпендикулярно стене (например, в гараже) на расстоянии 3 м. Разметьте на стене экран, как показано на рисунке. Продольная плоскость симметрии автомобиля должна проходить по линии 0 на экране. Покачайте автомобиль сбоку, чтобы самоустановились пружины подвесок.

3. Измерьте на вашем автомобиле высоту центров фар от пола. Это будет расстояние h на экране. (высота центра левой и правой фар может отличаться).

4. Установите регулятор электрокорректора света фар на панели приборов в положение «0».

5. Включите ближний свет.

6. Направление светового пятна рекомендуется регулировать для каждой фары в отдельности. Вторую фару во время регулировки закройте непрозрачным материалом.

7. Откройте капот и, вращая регулировочные винты, отрегулируйте положение на экране светового пятна для каждой фары по отдельности, по горизонтали и вертикали, если расположение световых пятен не соответствует рисунку.

8. Фары считаются отрегулированными, когда верхние границы левых частей световых пятен совпадают с линией 4, а вертикальные линии 1 и 2 проходят через точки E1 и E2 пересечения горизонтальных и наклонных участков световых пятен.

Если на автомобиле установлены противотуманные фары, то направление их пучка света необходимо отрегулировать только по высоте. Вращая регулировочный винт, добейтесь, чтобы верхние границы световых пятен находились на линии 4 или чуть ниже ее.

В зависимости от высоты h , вертикальный наклон светотеневой границы фары должен оставаться в следующих пределах:

$h < 0,8$; от 1,0% до 1,5%

$0,8 < h < 1,0$ от 1,5% до 2,0%

$h > 1,0$ от 1,5% до 3,5%

* 1,0% — угол наклона в один процент. (Обычно указывается на самой фаре или рядом на кузове)

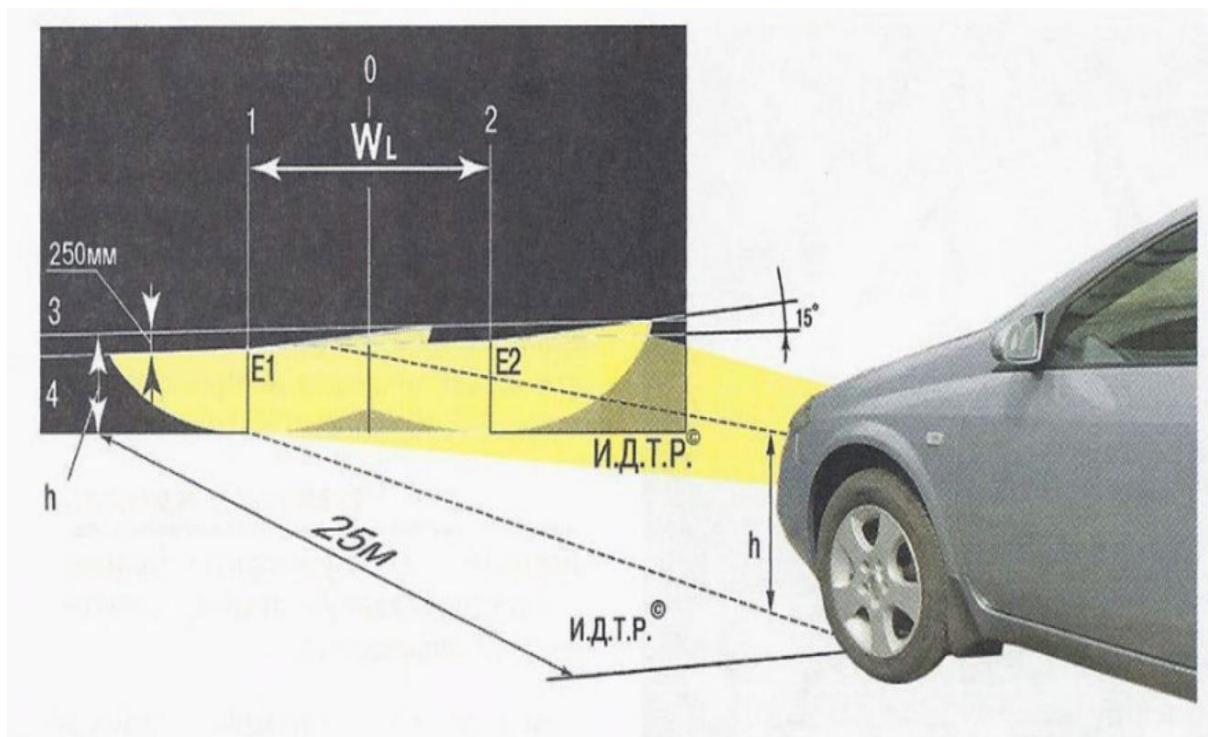


Рис 5.12 Регулировка автомобильных фар.

Он значит, что светотеневая граница при удалении от автомобиля на 1 метр должна опускаться на 1 см.

Например, если высота центра фар автомобиля 0,8 м, то при угле наклона в 1,0% светотеневая граница на расстоянии 80 метров будет «касаться» дороги. При той же высоте (0,8 м) и угле наклона в 1,5% светотеневая граница будет «касаться» дороги на расстоянии 53 метра.

5.2.7 Требования к компонентам световых приборов

Огни, излучаемые фарами дальнего и ближнего света, должны иметь белый свет, а передними противотуманными фарами — белый или желтый.

Установка фар дальнего и ближнего света на автомобилях обязательна. При этом могут быть установлены также противотуманные фары. Применение каких-либо из перечисленных фар на прицепах не допускается.

На транспортное средство должны быть установлены две или четыре фары дальнего света и две фары ближнего света. Допускается также установка двух противотуманных фар. Указанные фары устанавливаются спереди транспортного средства. При этом водителю не должен мешать излучаемый свет, отраженный зеркалами заднего вида и(или) другими светоотражающими поверхностями транспортного средства.

Для транспортных средств категории N3 допускается установка дополнительной пары фар дальнего света при условии, что одновременно может гореть не более двух пар и при переключении дальнего света на ближний все фары дальнего света выключаются одновременно.

Существующие в настоящее время типы фар дальнего и ближнего света представлены в таблице.

Таблица 5.1

Типы и маркировка фар ближнего и дальнего света

Тип фары по назначению	Маркировка фары в зависимости от типа и применяемого источника света		
	Лампа накаливания	Галогенная лампа	Газоразрядная лампа
Ближнего света	C	HC	DC
Дальнего света	R	HR	DR
Ближнего и дальнего света	CR	HCR	DCR

Типы фар и прочих световых приборов, а также другие обозначения указываются на их корпусах или рассеивателях нестираемым способом.

В настоящее время нередко случаи установки на транспортные средства дополнительных фар дальнего света и противотуманных, поэтому целесообразно остановиться на предписаниях по их установке.

Установка противотуманных фар должна соответствовать следующим предписаниям:

— по ширине: та точка видимой поверхности фары в направлении исходной оси (вперед), которая в наибольшей степени удалена от средней продольной плоскости транспортного средства,

должна находиться на расстоянии не более 400 мм от края габаритной ширины транспортного средства (под видимой поверхностью в данном случае следует понимать зеркальную поверхность отражателя фары);

– по высоте: не менее 250 мм над поверхностью земли. Для транспортных средств категорий М1 и N1 высота установки должна составлять не более 800 мм над поверхностью земли. При этом для любых транспортных средств ни одна из точек на видимой поверхности в направлении исходной оси не должна находиться выше наиболее высокой точки видимой поверхности в направлении исходной оси фары ближнего света.

Свет фар должен быть направлен вперед, при этом для ближнего света фар имеются особые предписания, касающиеся направления пучка света по вертикали и положения светотеневой границы его пятна.

Краткий словарь терминов к четвертой главе

Фары ближнего света – это основное освещение, которое обеспечивает хорошую видимость на расстоянии приблизительно 40 - 50 метров и не очень ослепляет водителей встречных автомобилей.

Противотуманные фары – дополнительные источники света, улучшающие освещенность дороги в темное время суток в условиях тумана. Частично улучшают освещенность при снегопаде и дожде. Могут устанавливаться на автомобилях штатно вместе с основными фарами головного освещения, либо в качестве опции.

Габаритные огни это огни предназначенные для обеспечения безопасности автомобилей и пешеходов используют габаритные огни, которые также называют парковочными.

Отражатель или рефлектор представляет собой гладкую, полированную поверхность, например медную или стеклянную, на которой осажден слой серебра, хрома или алюминия.

Рассеиватель – это элемент фары транспортного средства в виде рифлёного стекла, рассеивающего пучок света от отражателя и защищающего фару от грязи.

Светодиод – это полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение.

Световая сигнализация обеспечивает безопасность движения автомобиля и имеет стоп-сигнал, указатель поворотов и сигнальный свет заднего хода.

Галогенная лампа – это лампа накаливания, выполненная в виде кварцевой колбы, наполненной инертным газом с добавкой галогенов или их соединений, обеспечивающих замедленное испарение тела накаливания.

Ксеноновая дуговая лампа – источник искусственного света, в котором источником излучения является электрическая дуга в колбе, заполненной ксеноном.

Контрольные вопросы к пятой главе.

1. В чем заключается принцип действия и из чего состоят автомобильные световые приборы?
2. Из чего состоит и как функционирует оптический элемент?
3. Назовите типы источников света головных фар, их основные электрические и световые параметры.
4. Как осуществляется светораспределение в фарах европейского типа?
5. Как осуществляется светораспределение в фарах американского типа?
6. Как осуществляется светораспределение в четырехфарных системах?
7. Для чего предназначены и как распределяют световой поток противотуманные фары?
8. В чем заключается правильная установка противотуманных фар?

Тестовые вопросы к пятой главе

1. **Какие из нижеперечисленных параметров определяются с помощью контрольно-измерительных приборов на автомобилях?**
 - а) объём жидкости в системе охлаждения
 - б) температура охлаждающей жидкости
 - с) количество масла в смазочной системе

d) уровень топлива в топливном баке

2. Какие параметры определяются по показаниям амперметра?

- a) сила зарядного тока
- b) сила разрядного тока
- c) режим работы АКБ

3. Какое напряжение необходимо для начала работы ксеноновой лампы?

- a) 12 В
- b) 36 В
- c) 380 В
- d) 50 000 В

4. Какие выключатели света стоп-сигналов применяются на автомобилях?

- a) пневматические с диафрагмой, соединенной с подвижным контактом
- b) гидравлические с диафрагмой, замыкающей контакты
- c) механические со штоком, соединенный с тормозной педалью

5. Какие из нижеперечисленных параметров не определяются с помощью контрольно-измерительных приборов на автомобилях?

- a) мощность, развиваемая генератором
- b) давление масла в смазочной системе
- c) количество масла в смазочной системе
- d) включение вентилятора системы охлаждения
- e) наличие топлива в баке

6. Что необходимо сделать для регулировки света фар, используя регулировочные винты?

- a) повернуть корпус фары относительно кузова автомобиля
- b) изменить положение лампы с патроном относительно отражателя
- c) изменить положение оптического элемента относительно корпуса фары
- d) проделать все указанные операции

7. Перечислите детали, входящие в состав галогеновой лампы:

- a) лампа
- b) рассеиватель
- c) помпа
- d) отражатель

8. При каких условиях разрешена эксплуатация ксеноновых фар?

- a) наличие фокусирующих линз
- b) наличие омывателей фар
- c) наличие автоматического корректора света
- d) соблюдение всех вышеперечисленных условий

9. Какие фары обладают наибольшей яркостью?

- a) галогеновые
- b) ксеноновые
- c) лазерные
- d) светодиодные

10. Матричные фары состоят из:

- a) светодиодов
- b) ламп накаливания
- c) вольфрамовых нитей

11. Что в обязательном порядке должно входить в состав задних фонарей?

- a) стоп-сигналы
- b) указатели поворота
- c) габаритные огни
- d) противотуманная фара
- e) фонарь заднего хода
- f) все вышеперечисленные компоненты

12. К какому типу ламп, применяемых в головной оптике автомобиля, можно применить термин «газоразрядная лампа»?

- a) ксеноновые
- b) галогеновые
- c) матричные
- d) светодиодные

ГЛАВА 6. СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

6.1. ЭЛЕКТРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕМ АВТОМОБИЛЯ

6.1.1 Основные принципы управления двигателем

Автомобильный двигатель представляет собой систему, состоящую из отдельных подсистем: системы топливоподачи, зажигания, охлаждения, смазки и т.д. Все системы связаны друг с другом и при функционировании они образуют единое целое.

Управление двигателем нельзя рассматривать в отрыве от управления автомобилем. Скоростные и нагрузочные режимы работы двигателя зависят от скоростных режимов движения автомобиля в различных условиях эксплуатации, которые включают в себя разгоны и замедления, движение с относительно постоянной скоростью, остановки.

Водитель изменяет скоростной и нагрузочный режим двигателя, воздействуя на дроссельную заслонку. Выходные характеристики двигателя при этом зависят от состава топливовоздушной смеси и угла опережения зажигания, управление которыми обычно осуществляется автоматически. ЭСАУ – электронная система автоматического управления; КП – коробка передач; V_a – скорость движения автомобиля. Схема двигателя как объекта автоматического управления приведена на рисунке 6.1.

Входные параметры (угол открытия дроссельной заслонки $\phi_{др}$, угол опережения зажигания Θ , цикловой расход топлива G_t и др.) – это те параметры, которые влияют на протекание рабочего цикла двигателя.

Их значения определяются внешними воздействиями на двигатель со стороны водителя или системы автоматического управления, поэтому они называются также управляющими.

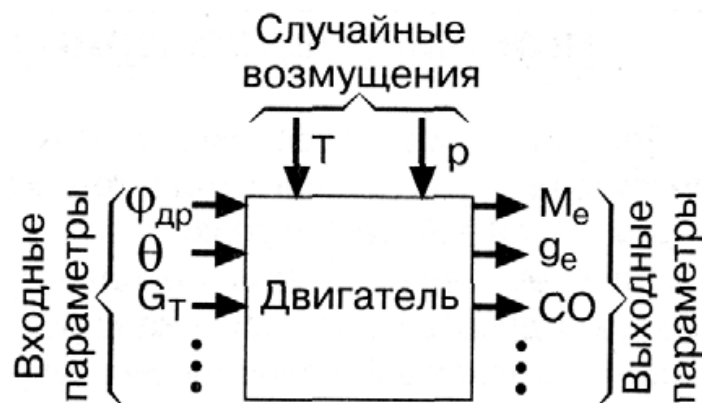


Рисунок 6.1 – Схема двигателя как объекта автоматического управления.

Выходные параметры, называемые управляемыми, характеризуют состояние двигателя в рабочем режиме. К ним относятся: частота вращения коленчатого вала, крутящий момент M_e , показатель топливной экономичности g_e и токсичности отработавших газов (например, содержания CO), а также многие другие.

Кроме входных управляющих параметров, на двигатель во время его работы воздействуют случайные возмущения, которые мешают управлению.

К случайным возмущениям можно отнести изменение параметров состояния внешней среды (температура T , атмосферное давление p , влажность), свойств топлива и масла и т.д.

Для двигателя внутреннего сгорания характерна периодическая повторяемость рабочих циклов. Как объект управления двигатель считается нелинейным, так как реакция на сумму любых внешних воздействий не равна сумме реакций на каждое из воздействий в отдельности. Учитывая, что двигатель в условиях городской езды работает на нестационарных режимах, возникает проблема оптимального управления им. Возможность оптимального управления двигателем на нестационарных режимах появилась с развитием электронных систем управления.

Из-за сложности конструкции, наличия допусков на размеры деталей двигателя одной и той же модели имеют различные характеристики. Кроме того, по конструктивным параметрам (степень сжатия, геометрия впускного и выпускного трактов и т.д.) отличаются и отдельные цилиндры многоцилиндрового двигателя.

Автомобильный двигатель представляет собой многомерный объект управления, так как число входных параметров у него больше одного и каждый входной параметр воздействует на два и более выходных. В таком случае система управления также должна быть многомерной.

6.1.2. Системы автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода

При движении в городских условиях до четверти всего времени двигатель работает в режиме принудительного холостого хода. Это происходит при торможении двигателем, переключении передач, движении автомобиля накатом и т.д. В этих режимах дроссельная заслонка карбюратора закрыта (педаль управления дроссельной заслонкой полностью отпущена), частота вращения коленчатого вала двигателя превышает частоту вращения его самостоятельного холостого хода.

На принудительном холостом ходу коленчатый вал двигателя вращается за счет кинетической энергии автомобиля. Автомобиль движется с включенной передачей и отпущенной педалью управления дроссельной заслонкой, поэтому двигатель расходует топливо, не выполняя полезной работы. В режиме принудительного холостого хода от двигателя не требуется отдача мощности, а сгорание горючей смеси приводит только к загрязнению окружающей среды.

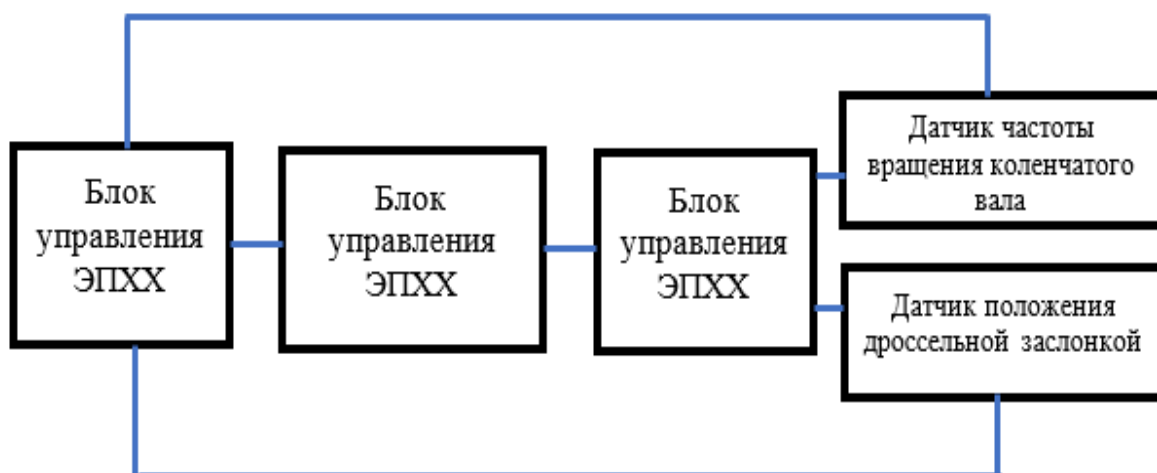


Рис 6.2 Схема блока управления двигателя.

Для снижения расхода топлива, уменьшения токсичности отработавших газов на грузовых и легковых автомобилях применяют электронные системы автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (САУЭПХХ), которые предназначены для прекращения подачи топлива в режиме принудительного холостого хода¹⁶.

В состав САУЭПХХ входит электронный блок управления, электромагнитный клапан и концевой выключатель карбюратора.

Режим принудительного холостого хода отличают два признака:

- частота вращения коленчатого вала двигателя больше частоты в режиме холостого хода;
- дроссельная заслонка карбюратора закрыта.

В качестве датчиков положения дроссельной заслонки используется микровыключатель или датчик-винт.

САУЭПХХ работает следующим образом. Для определения режима принудительного холостого хода служат датчики частоты вращения коленчатого вала двигателя и положения дроссельной заслонки. Информация о частоте вращения коленчатого вала поступает в блок управления ЭПХХ с катушки зажигания (с первичной обмотки). Датчиком положения дроссельной заслонки является микровыключатель на карбюраторе. Если дроссельная заслонка открыта, контакты микровыключателя замкнуты. При закрытой дроссельной заслонке его контакты разомкнуты.

При возникновении режима принудительного холостого хода (ему у разных двигателей соответствуют различные частоты вращения и закрытия дроссельной заслонки) электронный блок дает управляющий сигнал на закрытие электромагнитного или пневмоэлектромагнитного клапана. При этом подача топлива через систему холостого хода прерывается. После окончания режима принудительного холостого хода, когда происходит открытие дроссельной заслонки, и частота вращения вала увеличивается за счет работы главной дозирующей системы карбюратора, при достижении определенной частоты вращения коленчатого вала электронный блок дает управляющий сигнал на электромагнитный

¹⁶ Компьютер автомобильный маршрутный АМК-211000. Паспорт РЮ- ИБ.402253.506ПС. ОАО "Счетмаш". – Курск: ООО "Проект-2000", 2002. – 37 с.

клапан. Начинается подача топлива через систему холостого хода карбюратора.

6.1.3. Электронные системы впрыскивания бензина

Классификация систем впрыскивания топлива. Применение систем впрыскивания топлива взамен традиционных карбюраторов обеспечивает повышение топливной экономичности и снижение токсичности отработавших газов. Они позволяют в большей степени по сравнению с карбюраторами с электронным управлением оптимизировать процесс смесеобразования. Однако следует отметить, что системы впрыскивания топлива сложнее систем топливоподачи с использованием карбюраторов из-за большего числа подвижных прецизионных механических элементов и электронных устройств и требуют более квалифицированного обслуживания в эксплуатации.¹⁷

По мере развития систем впрыскивания топлива на автомобили устанавливались механические, электронные и цифровые системы. К настоящему времени структурные схемы систем впрыскивания топлива в основном стабилизировались. Классификация способов впрыскивания топлива показана на рисунке 6.3.

При распределенном впрыскивании топливо подается в зону впускных клапанов каждого цилиндра группами форсунок без согласования момента впрыскивания с процессами впуска в каждый цилиндр (несогласованное впрыскивание) или каждой форсункой в определенный момент времени, согласованный с открытием соответствующих впускных клапанов цилиндров (согласованное впрыскивание). Системы распределенного впрыскивания топлива позволяют повысить приемистость автомобиля, надежность пуска, ускорить прогрев и увеличить мощность двигателя.

При распределенном впрыскивании топлива появляется возможность применения газодинамического наддува, расширяются возможности в создании различных конструкций впускного трубопровода. Однако у таких систем по сравнению с центральным

¹⁷ Звонкин Ю.З. Современный автомобиль и электронное управление: Учебное пособие / Ю.З.Звонкин. – Ярославль: Изд. Ярославского ГТУ, 2006. – 250с.

впрыскиванием больше погрешность дозирования топлива из-за малых цикловых подач.



Рисунок 6.3 - Классификация способов впрыскивания топлива.

Идентичность составов горючей смеси по цилиндрам в большей степени зависит от неравномерности дозирования топлива форсунками, чем от конструкции впускной системы. При центральном впрыскивании топливо подается одной форсункой, устанавливаемой на участке до разветвления впускного трубопровода. Существенных изменений в конструкции двигателя нет. Система центрального впрыскивания практически взаимозаменяема с карбюратором и может применяться на уже эксплуатируемых двигателях. При центральном впрыскивании обеспечивается большая точность и стабильность дозирования топлива.

Структурная схема системы впрыскивания топлива с программным управлением приведена на рисунке 6.4. Особенно эффективна в отношении повышения топливной экономичности система распределенного впрыскивания топлива в сочетании с цифровой системой зажигания.

В мировой практике разработкой электронных систем впрыска топлива занимаются многие фирмы, однако наиболее известны в Европе: BOSCH, Siemens, поэтому чаще всего используют их обозначение систем. Общепринятым международным обозначением электронных систем впрыска является Jetronic. В настоящее время в

массовом производстве преобладает система под названием LН-Jetronic, которая является системой распределенного впрыска топлива во впускной трубопровод. Применяется как синхронный и асинхронный впрыск топлива. Главной чертой этой системы является термоанемометрический расходомер воздуха, взамен расходомера на основе потенциометра с заслонкой.

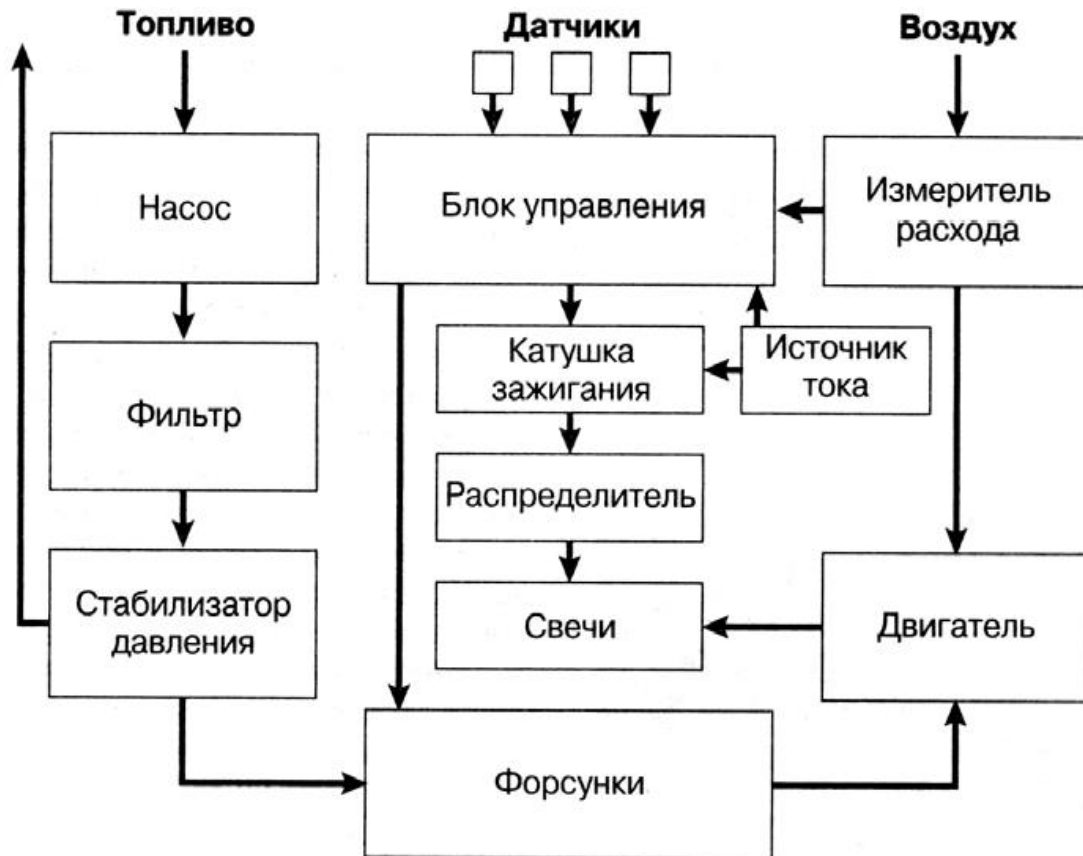


Рисунок 6.4 - Структурная схема системы впрыскивания топлива с программным управлением.

Принцип действия системы L-Jetronic. Топливная система обеспечивает подачу бензина к распределительной магистрали, от которой оно поступает к форсункам впрыска. Входные датчики фиксируют температуру, давление и объем поступающего воздуха, температуру, частоту вращения и нагрузку двигателя. Сигналы от датчиков поступают в электронный блок управления.

Электронный блок управления определяет необходимое количество топлива для работы двигателя и подает импульс

определенной продолжительности на электромагнитный клапан форсунки впрыска. Форсунка производит впрыск заданного количества топлива в определенное время. При соединении топлива с воздухом образуется топливно-воздушная смесь, которая при открытии впускных клапанов поступает в камеры сгорания двигателя¹⁸.

При пуске двигателя, его прогреве, а также во время работы под максимальной нагрузкой система обеспечивает образование обогащенной топливно-воздушной смеси. По сигналу датчика положения дроссельной заслонки система распознает указанные режимы и обеспечивает впрыск большего объема топлива. Смесь при этом обогащается.

При температуре ниже 10°C для создания обогащенной топливно-воздушной смеси используется пусковая форсунка и клапан добавочного воздуха.

6.1.4. Управление впрыском топлива и зажиганием бензинового двигателя. Системы Motronic

Сейчас практически отказались производители от отдельных электронных систем впрыска и производят электронные системы управления двигателем (МСУД), объединяющие управление впрыском топлива и зажиганием бензинового двигателя. Такие системы обозначаются Motronic. Производятся на современном этапе три типа систем:

- М–Motronic – микропроцессорная система управления зажиганием и распределенным впрыском топлива;
- ME–Motronic – микропроцессорная система управления зажиганием и распределенным, последовательным впрыском топлива, с λ - регулированием и электронным дросселем (система ETC);
- MED–Motronic–микропроцессорная система управления зажиганием и непосредственным впрыском топлива в цилиндры (Direct injection, DI).

¹⁸ Соснин Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей: Учебное пособие / Д.А.Соснин. – М.СОЛОН-Р, 2001. – 272 с

Рассмотрим особенности систем ME–Motronic и MED–Motronic.

Система ME–Motronic. Кроме основных своих функций система ME–Motronic выполняет и целый ряд дополнительных функций с разомкнутой и замкнутой системами управления. В качестве примера можно назвать следующие:

- регулирование частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу; регулирование коэффициента избытка воздуха (замкнутая система управления);
- улавливание топливных паров; рециркуляция отработавших газов для снижения содержания оксидов азота;
- контроль за работой вспомогательной воздушной системы для снижения содержания углеводородов в отработавших газах;
- автоматическое регулирование скорости движения (круиз-контроль).

Система ME–Motronic может выполнять еще целый ряд функций: управление работой турбонагнетателя и регулирование параметров впускного трубопровода с целью повышения выходной мощности двигателя; регулирование фаз газораспределения для снижения содержания вредных веществ в отработавших газах и увеличения мощности двигателя; устранение детонации, ограничение частоты вращения коленчатого вала и ограничение скорости движения автомобиля для защиты отдельных узлов и деталей двигателя и самого автомобиля от повреждений.

В системе ME–Motronic применяется координирование крутящего момента, с помощью которого сортируются часто противоречащие друг другу требования в обеспечении определенное значения крутящего момента и затем реализуется наиболее важное из этих требований. Система ME–Motronic через цепь питания бортового контроллера связи (CAN) может подсоединяться к электронным блокам управления (ECU) Других систем автомобиля. Так, подсоединение к блоку ECU автоматической трансмиссии среди прочих функций позволяет снизить крутящий момент в момент изменения передаточного отношения в трансмиссии, благодаря чему уменьшаются нагрузки на трансмиссию и ее износ. Система регулирования тягового усилия на колесах (TCS), входящая

в блок ECU, при проскальзывании колес выдает системе ME-Motronic сигналы для уменьшения создаваемого крутящего момента.

Система ME-Motronic содержит компоненты бортового мониторинга (OBD). Они отвечают наиболее строгим экологическим нормам и требованиям интегрированной диагностики.

Система с электронным управлением дроссельной заслонкой (ETC), интегрированная в единый блок управления зажиганием, впрыском и другими вспомогательными функциями, позволяет определять положение педали газа посредством датчика ее перемещения (потенциометра).

В соответствии с текущим режимом работы двигателя блок ECU, рассчитав необходимую величину открытия дроссельной заслонки, воздействует на привод этой заслонки – положение контролируется датчиком угла поворота дроссельной заслонки (потенциометром). Таким образом, два потенциометра – педали газа и дроссельной заслонки - образуют элемент управляющей системы ETC, которая при работе двигателя производит непрерывный опрос всех датчиков и анализ расчетных данных, влияющих на угол открытия дроссельной заслонки.

Система MED-Motronic. При оснащении бензинового двигателя с искровым зажиганием и непосредственным впрыском топлива системой MED-Motronic расход топлива может быть снижен не менее чем на 20 % по сравнению с двигателем, имеющим впрыск топлива во впускной трубопровод.

При этом может быть достигнут длительный эффект снижения выбросов диоксида углерода (CO_2) во время движения автомобиля.

При непосредственном впрыске топлива должна осуществляться возможность скоординированного выбора между вариантами применения неоднородной смеси (послойного заряда) при неполной нагрузке и однородной (гомогенной) смеси при полной нагрузке и наоборот.

Основными требованиями при использовании системы MED-Motronic являются:

- точное дозирование потребного количества впрыскиваемого топлива;
- создание необходимого давления впрыска;
- управление моментом впрыска;

- впрыскивание топлива непосредственно в камеру сгорания.

Также должны быть согласованы требования к величине крутящего момента двигателя с тем, чтобы затем имелась возможность проведения необходимых регулировочных операций на данном двигателе.

6.1.5. Система непосредственного впрыска топлива

Система непосредственного впрыска топлива (рис 6.5) является самой современной системой впрыска топлива бензиновых двигателей. Работа системы основана на впрыске топлива непосредственно в камеру сгорания двигателя.

Впервые система непосредственного впрыска была применена на двигателе GDI (Gasoline Direct Injection – непосредственный впрыск бензина), устанавливаемом на автомобилях компании Mitsubishi. В настоящее время система непосредственного впрыска используется в двигателях многих автопроизводителей. Передовики Audi (двигатели TFSI) и Volkswagen (двигатели FSI, TSI), которые практически полностью перешли на бензиновые двигатели с непосредственным впрыском.

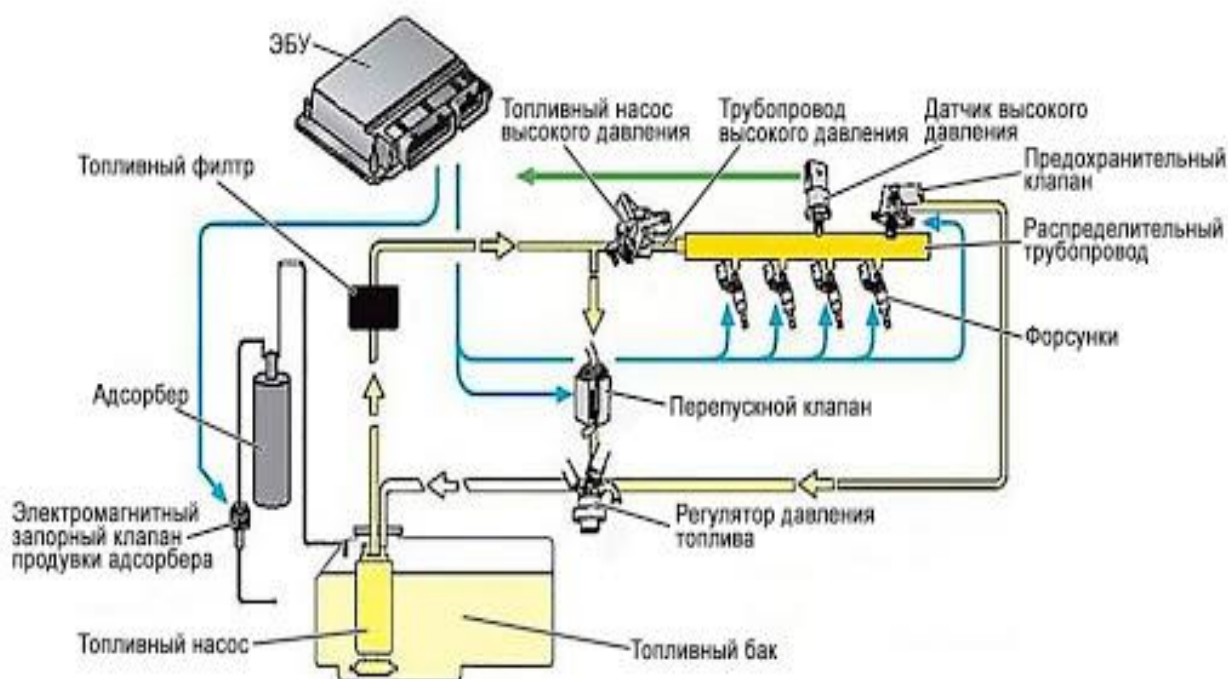


Рис 6.5 Система непосредственного впрыска топлива.

Двигатели с непосредственным впрыском имеют в своем активе BMW (двигатели N54, N63), Infiniti (двигатели M56), Ford (двигатели EcoBoost), General Motors (двигатели Ecotec), Hyundai (двигатели Theta), Mazda (двигатели Skyactiv), Mercedes-Benz (двигатели CGI).

Применение системы непосредственного впрыска позволяет достичь до 15% экономии топлива, а также сокращения выброса вредных веществ с отработавшими газами.

Устройство системы непосредственного впрыска топлива

Конструкция системы непосредственного впрыска топлива рассмотрена на примере системы, устанавливаемой на двигатели FSI (Fuel Stratified Injection – послойный впрыск топлива). Система непосредственного впрыска составляет контур высокого давления топливной системы двигателя и включает топливный насос высокого давления, регулятор давления топлива, топливную рампу, предохранительный клапан, датчик высокого давления и форсунки впрыска.

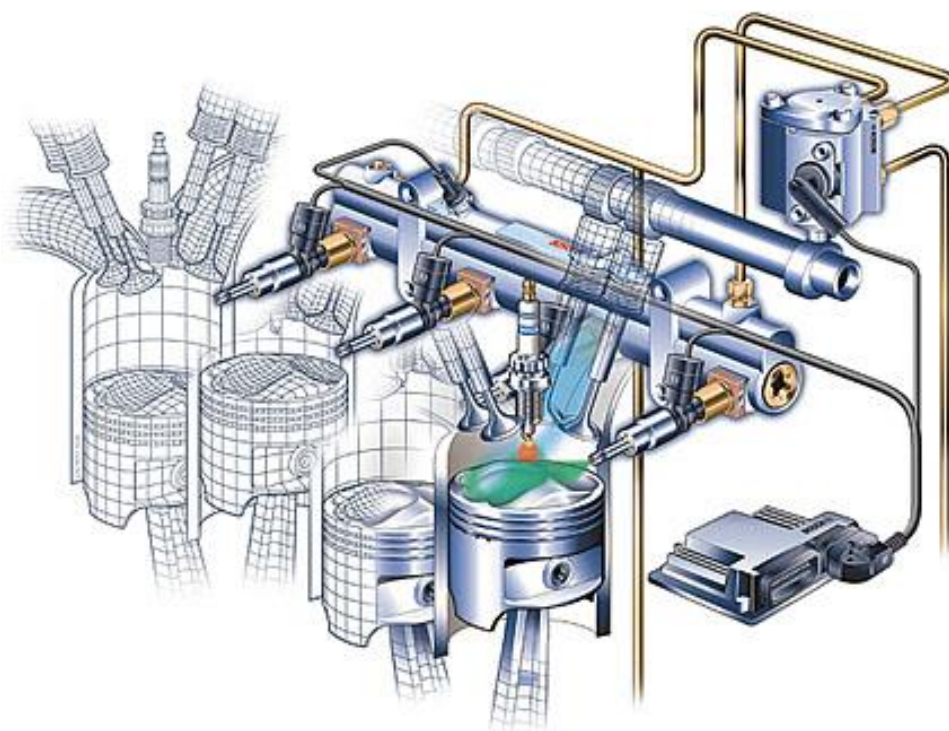


Рис 6.6. Устройство системы непосредственного впрыска топлива.

Топливный насос высокого давления служит для подачи топлива к топливной рампе и далее к форсункам впрыска, под высоким давлением - (3-11 МПа), в соответствии с потребностями двигателя. Основу конструкции насоса составляет один или несколько плунжеров. Насос приводится в действие от распределительного вала впускных клапанов.

Регулятор давления топлива обеспечивает дозированную подачу топлива насосом в соответствии с впрыском форсунки. Регулятор расположен в топливном насосе высокого давления. **Топливная рампа** служит для распределения топлива по форсункам впрыска и предотвращения пульсации топлива в контуре. **Предохранительный клапан** защищает элементы системы впрыска от предельных давлений, возникающих при температурном расширении топлива. Клапан устанавливается на топливной рампе.

Датчик высокого давления предназначен для измерения давления в топливной рампе. В соответствии с сигналами датчика блок управления двигателем может изменять давление в топливной рампе. Форсунка впрыска обеспечивает распыление топлива в камере сгорания для образования топливно-воздушной смеси.

Согласованную работу системы обеспечивает электронная система управления двигателем, которая является дальнейшим развитием объединенной системы впрыска и зажигания. Традиционно система управления двигателем объединяет входные датчики, блок управления и исполнительные механизмы.

Помимо датчика высокого давления топлива в интересах системы непосредственного впрыска работают датчик частоты вращения коленчатого вала, датчик положения распределительного вала, датчик положения педали акселератора, расходомер воздуха, датчик температуры охлаждающей жидкости, датчик температуры воздуха на впуске.

В совокупности датчики обеспечивают необходимой информацией блок управления двигателем, на основании которой блок воздействует на исполнительные механизмы - электромагнитные клапаны форсунок, предохранительный и перепускной клапаны.

Принцип действия системы непосредственного впрыска

Система непосредственного впрыска в результате работы обеспечивает несколько видов смесеобразования:

- послойное;
- стехиометрическое гомогенное;
- гомогенное.

Многообразие в смесеобразовании определяет высокую эффективность использования топлива (экономия, качество образования смеси, ее полное сгорание, увеличение мощности, уменьшение вредных выбросов) на всех режимах работы двигателя.

Послойное смесеобразование используется при работе двигателя на малых и средних оборотах и нагрузках. Стехиометрическое (другое наименование – легковоспламеняемое) гомогенное (другое наименование – однородное) смесеобразование применяется при высоких оборотах двигателя и больших нагрузках. На бедной гомогенной смеси двигатель работает в промежуточных режимах.

При послойном смесеобразовании дроссельная заслонка почти полностью открыта, впускные заслонки закрыты. Воздух поступает в камеры сгорания с большой скоростью, с образованием воздушного вихря. Впрыск топлива производится в зону свечи зажигания в конце такта сжатия. За непродолжительное время до воспламенения в районе свечи зажигания образуется топливно-воздушная смесь с коэффициентом избытка воздуха от 1,5 до 3. При воспламенении смеси вокруг нее остается достаточно много чистого воздуха, выступающего в роли теплоизолятора.

Гомогенное стехиометрическое смесеобразование происходит при открытых впускных заслонках, дроссельная заслонка при этом открывается в соответствии с положением педали газа. Впрыск топлива производится на такте впуска, что способствует образованию однородной смеси. Коэффициент избытка воздуха составляет 1. Смесь воспламеняется и эффективно сгорает во всем объеме камеры сгорания.

Бедная гомогенная смесь образуется при максимально открытой дроссельной заслонке и закрытыми впускными заслонками. При этом создается интенсивное движение воздуха в цилиндрах. Впрыск топлива производится на такте впуска. Коэффициент избытка воздуха поддерживается системой управления двигателем на уровне 1,5. При необходимости в состав смеси добавляются отработавшие газы из выпускной системы, содержание которых может достигать до 25%.

6.2 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ В РЕЖИМЕ ТОРМОЖЕНИЯ И РАЗГОНА

6.2.1. Системы предотвращения блокировки колес автомобиля при торможении

Начиная с 1 октября 1991 г. на территории стран-членов Европейского союза законодательными нормами предписывается установка ABS на новых грузовых автомобилях, предназначенных для перевозок с прицепами, и тягачах седельных автопоездов полной массой более 16 т, а также на прицепах более 10 т и автобусах более 12 т. Предполагается распространить эти нормы на более легкие автомобили (полной массой более 3,5 т). В законе оговариваются три категории систем ABS, которые отличаются одна от другой в зависимости от спецификации, касающейся замедления и поведения колес и автомобиля при торможении.

Большинство европейских автопроизводителей устанавливают системы ABS только категории 1 (эти системы соответствуют всем требованиям директивы ЕЭС 71/320) [1]. Все системы ABS должны оснащаться контрольными лампами для водителя, которые загораются после включения зажигания и гаснут спустя 2 с. Если лампы загораются во время управления автомобилем, то это показывает, что обнаружена неисправность. Это может означать полное отключение ABS.

Тягачи и прицепы с ABS различных производителей могут совместно эксплуатироваться, если их соединительные электрические разъемы выполнены в соответствии с DIN 7638.

Даже частичное использование системы ABS (либо на тягаче, либо на прицепе) значительно улучшает торможение по сравнению с полным отсутствием ABS.

Эффективность торможения наибольшая, когда сцепление шины с поверхностью дороги максимальное. В процессе торможения шина скользит по поверхности, и окружная скорость колеса становится меньше скорости автомобиля.

Скольжение минимальное (0%), когда колесо катится свободно, и максимальное (100%), когда колесо заблокировано. Максимальная эффективность торможения достигается, когда

скольжение составляет 15%. Эта величина также позволяет сохранить устойчивость и управляемость автомобиля. Роль антиблокировочной системы заключается в ограничении давления, создаваемого в гидравлической системе тормозов, так, чтобы величина скольжения удерживалась около оптимальной величины (15%). Действие этой системы должно быть немедленным и раздельным для каждого колеса. Система должна немедленно отвечать на каждое изменение поверхности (коэффициента сцепления) и нагрузки на автомобиль.

В настоящее время на легковых автомобилях применяется достаточно большое количество самых разнообразных вариантов исполнения систем антиблокировки тормозов. Общим для всех ABS является то, что они дополняют рабочие функции гидравлической тормозной системы автомобиля принципиально новым качеством – способностью интенсивного торможения без блокировки колес. Для достижения этой цели любая система ABS помимо основных компонентов тормозной системы включает в свой состав датчики частоты вращения колес, электронный блок управления гидротормозами автомобиля и центральный гидравлический исполнительный механизм, который раздельно управляет колесными тормозными цилиндрами, а сам управляется от электрических сигналов ЭБУ.

Разновидности систем ABS можно классифицировать по различным критериям, наиболее устоявшееся является количество независимо управляемых колес (каналов): наиболее часто встречаются трехканальные и четырехканальные системы, рисунок 6.7.

В самых эффективных системах каждое колесо имеет индивидуальное регулирование давления тормозной жидкости. Естественно, что количество датчиков угловой скорости, модуляторов давления и каналов управления в этом случае равно числу колес.

Дешевые обходятся ABS с двумя датчиками на задних колесах, одним общим модулятором и одним каналом управления. Наибольшее применение получила система с четырьмя датчиками, но с двумя модуляторами (по одному на ось) и двумя каналами управления. Наконец, выпускают трехканальную систему, с четырьмя датчиками угловой скорости.

Антиблокировочная система препятствует блокированию колес при резком торможении. Благодаря этому уменьшается

тормозной путь, особенно при низком сцеплении с дорожным покрытием при дожде и снеге.

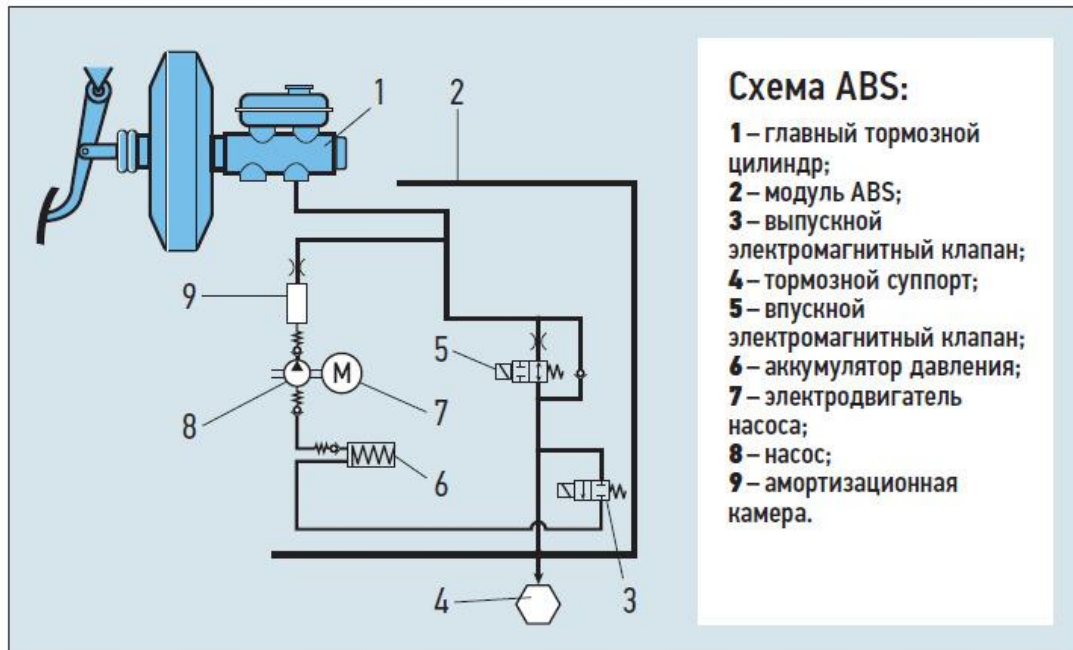


Рисунок 6.7 – Схема ABS.

Сила сцепления между колесами и дорогой в этом случае больше, когда при торможении колеса продолжают вращение. Помимо этого, даже при полном торможении машина остается управляемой. Датчиками оборотов, по одному на каждом колесе, измеряется скорость вращения колеса. По сигналам от датчиков оборотов колеса в электронном управляющем блоке вычисляется средняя скорость, примерно соответствующая скорости движения автомобиля. Сравнивая скорость вращения каждого отдельного колеса со средней вычисленной скоростью, электронный блок определяет состояние проскальзывания отдельного колеса и тем самым устанавливает, какое колесо находится в предблокировочном состоянии. Когда один из четырех датчиков скорости вращения передаст сигнал о блокировании соответствующего колеса, тотчас же электронное управляющее устройство выдает сигнал закрытия к соответствующему впускному электромагнитному клапану, который немедленно перекрывает подачу тормозной жидкости через тормозной трубопровод к тормозу этого колеса – сила торможения остается постоянной. Если все же скольжение продолжается, то

открывается выпускной клапан и давление в гидравлической системе данного тормоза уменьшается – колесо не тормозится (излишек тормозной жидкости возвращается в бачок). Как только колесо снова начнет вращаться, то сразу же происходит открытие впускного клапана и закрытие выпускного клапана. Давление в контуре возрастает, и колесо снова тормозится. Такой цикл торможения и свободного вращения колеса происходит очень быстро (несколько раз в секунду) и продолжается до остановки автомобиля либо до отпускания педали тормоза. Этот процесс повторяется при резком торможении отдельно для каждого колеса, до тех пор, пока не будет отпущена педаль тормоза или при уменьшении скорости автомобиля до 2–3 км/час.

Водитель определяет работу ABS по пульсации педали тормоза. Система аварийного отключения обеспечивает отключение системы ABS при любой неисправности или при низком напряжении в электрической сети автомобиля (ниже 10В). Электронное управляющее устройство выполняет также диагностическую функцию, предупреждая водителя загоранием контрольной лампочки о регистрации неисправности электрических цепей или элементов антиблокировочной системы. Для предотвращения блокировки колеса период уменьшения давления длится только около 20 мс, а период нарастания давления, включающий в себя несколько фаз нарастания, чередующихся фазами постоянного давления, обычно продолжается примерно 200 мс.

Четырехканальный гидромодулятор для диагонального распределения тормозной силы содержит четыре соленоидных клапана, поскольку задние колесные тормоза принадлежат различным тормозным контурам. Однако оба клапана задних колес имеют общее управление, так что в каждом заднем колесном тормозе создается одно и то же давление для осуществления режима «низкопорогового» регулирования.

При определенных условиях и состоянии дорожного покрытия на легковых автомобилях с приводом на четыре колеса и блокировкой дифференциала часто сталкиваются с проблемами при использовании ABS; это вынуждает прибегнуть к специальным мерам определения скорости движения, более низким пороговым

величинам замедления колес и уменьшению крутящего момента двигателя¹⁹.

Управление работой тормоза с задержкой для предотвращения увода при торможении на неоднородном дорожном покрытии (например, левые колеса находятся на сухом асфальтобетоне, правые колеса на обледенелом покрытии) на передних колесах возникают разные тормозные силы. Эта разность создает момент вокруг вертикальной оси, под действием которого автомобиль стремится к развороту.

На легковых автомобилях малого класса система ABS должна дополняться устройством задержки образования момента разворота (GMA) в целях поддержания управляемости во время экстренного торможения на неоднородном дорожном покрытии. Устройство GMA задерживает рост давления в колесном цилиндре переднего колеса с более высоким коэффициентом сцепления с дорожным покрытием.

Характеристики систем ABS разных поколений значительно изменились, так по сравнению с первыми серийными образцами гидромодуль с управляющим блоком уменьшил массу с 6,3 до 1,6 кг, а количество составных элементов сократилось почти на порядок, рисунок 6.8

Все системы данного класса объединяет одно – отсутствие жесткой связи между педалью тормоза и исполнительным механизмом, так называемая электронная педаль. Ее перемещение преобразуется в электрический сигнал и подается блоку управления. После анализа информации от различных датчиков (нагрузка, скорость, поперечное ускорение, угол поворота рулевого колеса), электроника самостоятельно дает команду исполнительным механизмам, регулирующим давление в контурах тормозной системы. Общее обозначение таких систем – EBS – (Electronic Braking System) (Электронная система торможения), а также система Brake by wire, торможение по проводам.

¹⁹ Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей: Учебник для студентов вузов / В.Е. Ютт – 4-е изд. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 440 с.

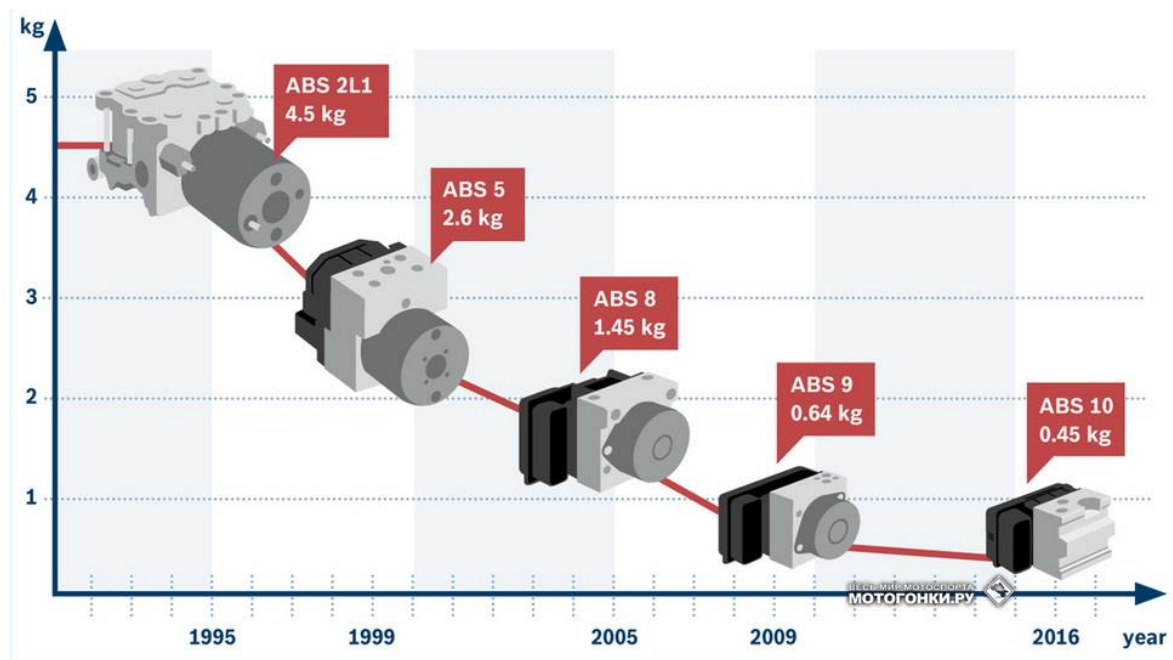


Рисунок 6.8. Эволюция систем ABS.

6.2.2. Электронные тормозные системы

В зависимости от вида энергоносителя различают электрогидравлические системы: SBC (Sensotronic Brake Control), EHB (Electronic hydraulic Braking); электропневматические: – EBS (Electronic Braking System), EPB – (Electronic Pressure Braking); электромеханические – EMB (Electromechanical Braking) [27].

Электрогидравлическая тормозная система. В отличие от антиблокировочных тормозных систем (ABS), системы контроля силы тяги (TCS) и управления автомобилем (ESP) электронные тормозные системы могут создавать давление в колесных цилиндрах независимо от действий водителя. Эта функция является базовой при создании электрогидравлических тормозных систем (EHB), рисунок 6.9.

В стандартных тормозных системах легковых автомобилей сила, прикладываемая водителем к педали тормоза, под действием ее рычага механически передается на вакуумный сервопривод и от него, в усиленном виде, к главному тормозному цилиндру. Генерируемое таким образом давление используется для достижения необходимого эффекта торможения при отдельном тормозном усилии на каждом колесе. При наличии тормозов EHB

эта механико-гидравлическая последовательность действий нарушается. При нормальных условиях эксплуатации между педалью тормоза и тормозом колеса отсутствует механическое звено.

Система ЕНВ состоит из следующих компонентов:

- блока исполнительного механизма;
- гидравлического модулятора давления;
- датчиков (например, датчиков частоты вращения колес);
- расширения блока ECU (в гидравлическом модуляторе давления) или отдельного блока ECU; каналов управления и давления.

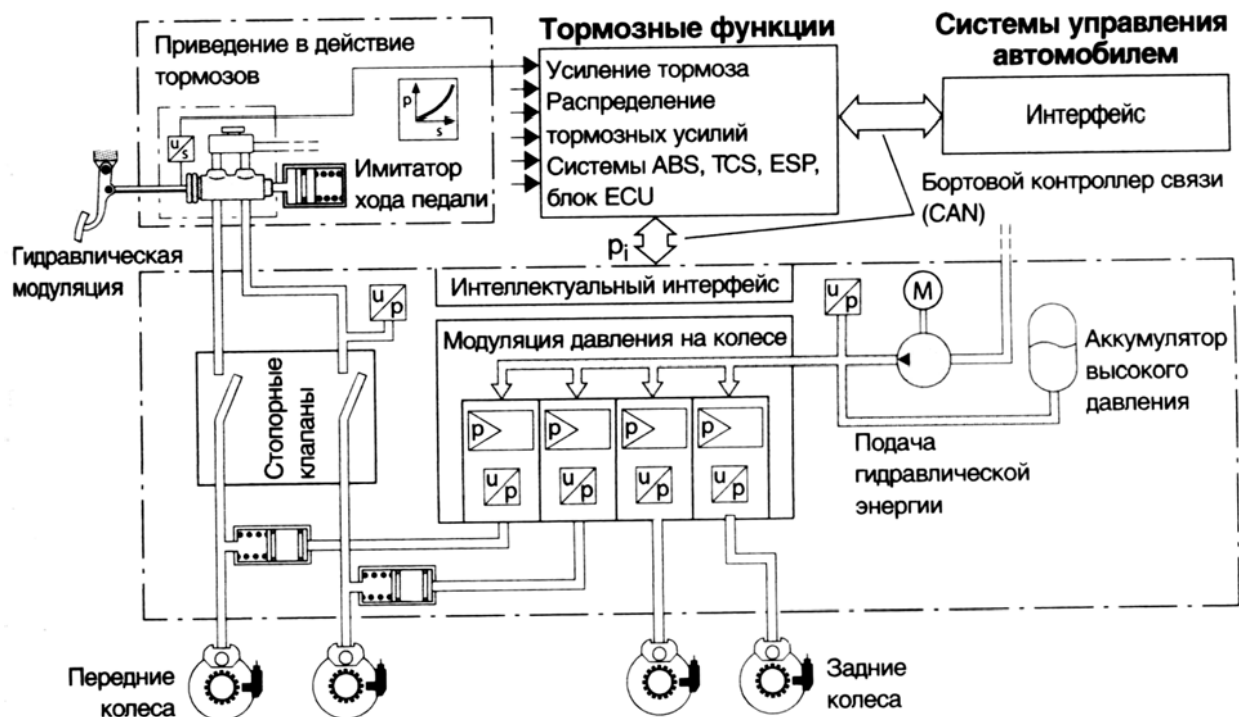


Рисунок 6.9. Схема электрогидравлической тормозной системы (ЕНВ).

Для обеспечения безопасности в системе используются два отдельных датчика (один – на исполнительном механизме для определения хода педали и другой – датчик давления на гидравлическом модуляторе) для определения «запроса на торможение» и передачи его в блок управления, который соединен с сервоприводом тормозов и системами ABS, TCS и ESP. Датчики этих систем

обеспечивают ЭБУ (ECU) данными о динамике автомобиля - скорости движения, совершении поворотов и движении колес.

Электропневматическая тормозная система. Тормозные системы с электронным управлением (ELB) позволяют оптимизировать процессы сил тяги и торможения грузовых автомобилей. В ELB сложные функции обрабатываются электронным путем.

В систему ELB, по меньшей мере, входят: электропневматическая тормозная система (EPB); антиблокировочная система ABS; система контроля силы тяги (TCS). В системе ELB сделана попытка управления посредством использования дополнительной информации, например, касающейся давления в тормозном цилиндре и нагрузки на ось.

Во время устойчивого диапазона качения колеса срабатывание тормозов управляется электронным путем посредством системы EPB, поэтому управление колесами, осями и автомобилем в целом может осуществляться с учетом разнообразных требований конструкторов.

Система ELB содержит источник сжатого воздуха, накопитель энергии и тормозные камеры, рисунок 6.10. Эти системы с отдельными пневматическими контурами прежде всего применимы в виде резервных систем для обеспечения уровня безопасности.

Обычно пневматические рабочие контуры, предназначенные для управления тормозными цилиндрами, представляют собой двухконтурный привод на тягаче и одноконтурный на прицепе.

Для прицепов существуют стандартные средства соединения электроуправления. Пневматический контур управления сохранен для обеспечения работы тормозных механизмов стандартного прицепа с данным тягачом, хотя может иметь место и использование электронного модуля управления прицепом.

Система ELB объединена со стандартизованным бортовым контроллером связи (CAN ISO 11 992).

Система ELB имеет преимущества, так как способна использовать сигналы, поступающие от других систем (которым она может также передавать команды), для управления тормозной системой. Надежность работы и плотность передаваемых данных потребовали применения специального контроллера CAN между тягачом и прицепом, а также и для обеспечения связи между

системой ELB блоком управления тормозной системы и клапанами модулятора давления.

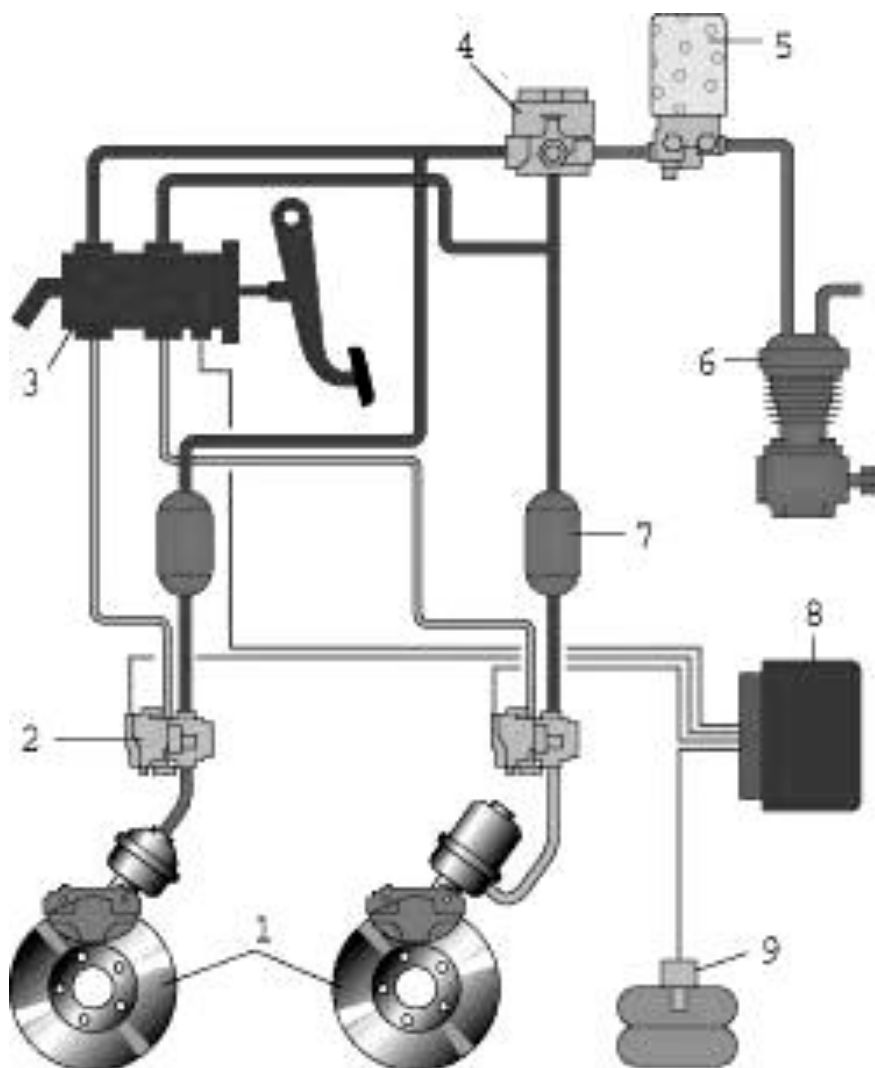


Рисунок 6.10 – Схема электропневматической тормозной системы

1 – колесные тормозные механизмы; 2 – модуль регулирования давления; 3 – педаль тормоза с блоком включения и датчиком хода педали; 4 – защитный клапан; 5 – осушитель воздуха; 6 – компрессор; 7 – ресивер; 8 – блок управления; 9 – датчик нагрузки; 10 – гидравлический модуль с электронным управлением; 11 – датчик положения автомобиля; 12 – аккумуляторные батареи.

Помимо шины данных CAN, соединяющей контроллер с прицепом, ELB имеет, по меньшей мере, еще две шины данных: одну, соединяющую ELB с блоком управления (например, EDC и/или

ЭБУ замедлителя, ЭБУ трансмиссии и т.д.) и одну внутреннюю шину для связи с модулями контроля давления и модулем контроля прицепа. Система ELB, таким образом, способна обмениваться информацией с другими системами с целью оптимизации функций управления автомобилем.

Система ELB включает EPB, ABS и TCS как стандартные функции. Одни функции автоматического уравнивания тормозных сил и установления взаимодействия между системами уже используются при производстве автомобилей, другие находятся на стадии разработки.

Эффект торможения, на который рассчитывает водитель, может быть достигнут действием замедлителя, или торможением двигателем, или действием рабочей тормозной системы. Блок контроля ELB может решать задачу назначения той или иной системы или систем торможения.

Замедление автомобиля осуществляется в соответствии с командой водителя, то есть положением крана рабочей тормозной системы, независимо – загруженный автомобиль или порожний. Система управления автоматического мониторинга тормозов предотвращает перегрузку.

Имеется система контроля износа фрикционных накладок. Толщина фрикционных накладок определяется датчиками. Во время нормального торможения с низкими уровнями замедления износ фрикционных накладок тормозных колодок колес одной оси выравнивается небольшим изменением баланса тормозных сил.

Целью автоматического уравнивания сил торможения тягача и прицепа является создание оптимальных усилий сцепки между двумя частями автопоезда во время его торможения.

Каждая часть автопоезда затормаживается отдельно в соответствии с ее собственной массой. Предполагая соответствующую конструкцию системы торможения и правильный выбор тормозных накладок, автоматическое уравнивание сил торможения обычно приводит к уравниванию температур и износа между тормозными накладками на автомобиле-тягаче и прицепе.

Энергия, накапливаемая в тормозе, зависит от скорости движения автомобиля и момента торможения, в то время как температура тормозов зависит от рассеяния тепла, получаемого в

результате трения. Используя все эти переменные, система ELB может оценивать температуру тормозов и затем принимать решение по предупреждению перегрузок.

Нежелательное уменьшение момента торможения на одном или более колес может быть обнаружено в процессе анализа блоком управления с последующей корректировкой поведения автомобиля во время торможения.

Использование информации, поступающей от электронных систем посредством бортового контроллера связи CAN SAE J 1939, обеспечивает автоматическое применение тормозов вскоре после того, как автомобиль начинает откат во время разъединения привода, например, когда останавливается у светофора. На автобусах общественного транспорта эта функция может быть реализована применением так называемого "тормоза остановки автобуса".

6.2.3 Антипробуксовочные системы

Система антипробуксовки ведущих колес (ASR, TRC) освобождает водителя от необходимости контролировать обороты двигателя в начале движения и при разгоне автомобиля и обеспечивают более уверенный разгон автомобиля, а отсутствие буксования увеличивает управляемость и устойчивость.

Основная идея, реализованная в системе ASR, состоит в согласованном управлении частотой вращения ДВС посредством автоматического воздействия на положение специальной вспомогательной дроссельной заслонки (или воздействия на систему «электронного дросселя – ETC»), а также притормаживании буксующего колеса тормозными механизмами через модуляторы давления системы АБС, рисунок 6.11.

Системы разных производителей получили разные обозначения, наиболее часто встречаемые следующие: **ESP** – (Electronic stability programme), **DSC**- (Dynamic System Control), **VDC** (Vehicle Dynamic Control).

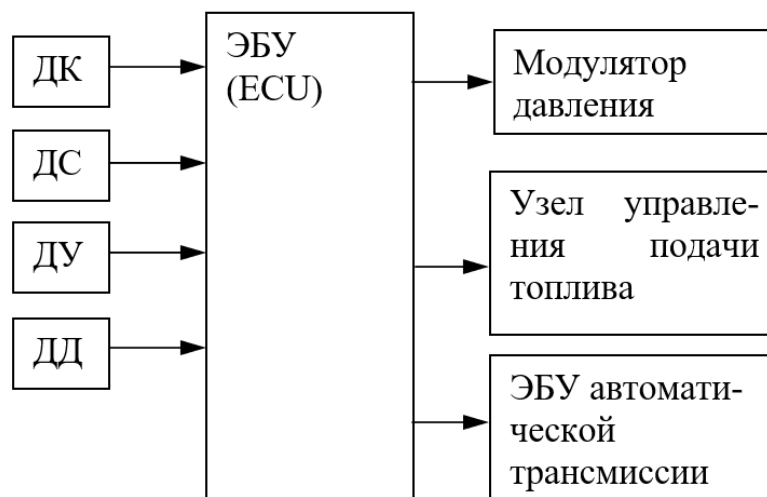


Рисунок 6.11 – Структурная схема антипробуксовочной системы (ASR)

ДК – датчики колес; ДС- датчик скорости; ДУ – датчик ускорения; ДД - датчик положения дросселя.

6.2.4. Электронная система стабилизации движения автомобиля

Система ESP – представляет собой систему с расширенными функциями ABS контролируя не только продольную динамику движения автомобиля (подобно ABS), но и поперечную при критических величинах сцепления, например при скольжении. Для этого требуется наличие датчиков скорости поворота вокруг вертикальной оси и поперечной составляющей ускорения для оценки фактического поведения автомобиля, а также датчика угла поворота для определения намерений водителя²⁰.

Если существуют различия в намерениях водителя и поведении автомобиля, например если автомобиль начинает совершать недостаточный или избыточный поворот, то система ESP вносит изменения в поведение автомобиля посредством автоматического торможения отдельных колес.

Даная система является наиболее сложной, управляющая работой антиблокировочной, антипробуксовочной систем (ASR),

²⁰ Мельников А.А. Управление техническими объектами автомобилей: Системы электроники и автоматики: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений / А.А. Мельников. – М.: Издательский центр «Академия», 2003.– 376 с.

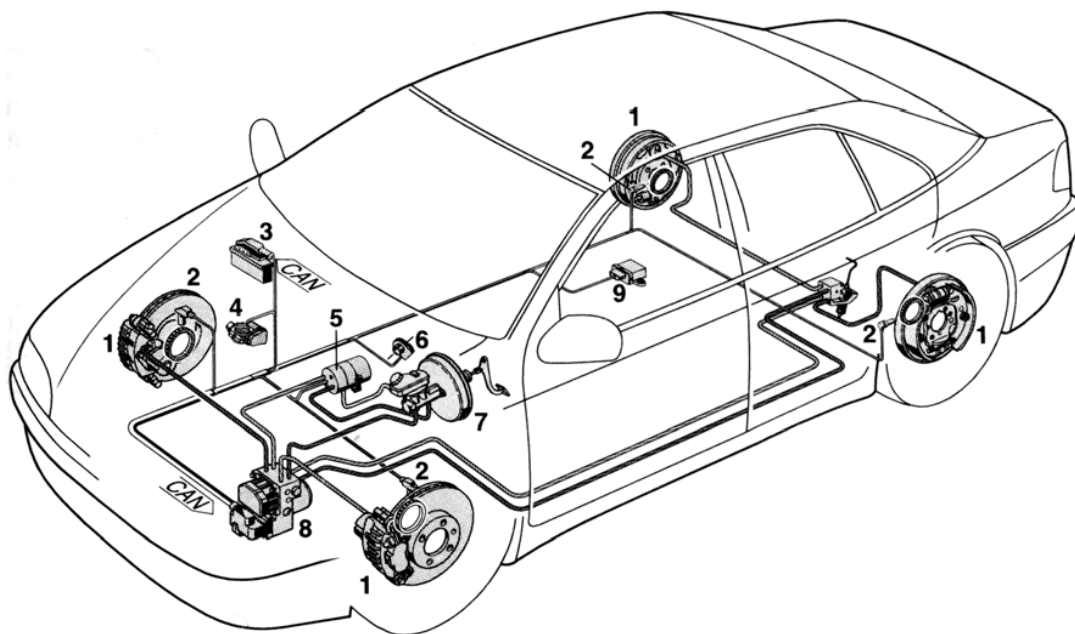
контролирующее тягу и управление дроссельной заслонкой (ETC). Блок электронного управления использует информацию от датчиков. Которые отслеживают работу мотора и трансмиссии, скорость вращения каждого из колес, давление в тормозной системе. Угол поворота руля, поперечное ускорение. Ситуация оценивается, вычисляется усилие торможения для каждого колеса, исполнительные механизмы получают команду. Процессор ESP связан с блоком электронного управления двигателем, что позволяет корректировать мощность и обороты коленчатого вала.

Наличие подобной системы позволяет избежать, в частности, возникновение заноса в повороте или при объезде внезапного препятствия, а также помогает водителям при езде на скользких покрытиях.

Пример бортовой установки компонентов ESP автомобиля вместе с электрическими и механическими средствами соединений приведен на рисунке 7.7. Помимо скорости движения автомобиля в вычисления также входят необходимые характеристики коэффициентов сцепления между шинами и дорожным покрытием. Эти параметры оцениваются на основе сигналов, получаемых от датчиков частоты вращения колес 1, датчика поперечного ускорения 5, датчика угловой скорости вокруг вертикальной оси 4 и датчика давления в тормозной системе 2. Затем вычисляется момент относительно вертикальной оси, который необходим для приближенного приведения параметров действительного состояния к параметрам требуемого состояния, рисунок 6.12.

В целях получения требуемого момента рыскания необходимо, чтобы изменения в величинах относительного скольжения колес определялись посредством контроллера ESP. Эти величины затем устанавливаются посредством контроллера скольжения и контроллера тягового усилия с помощью исполнительного механизма гидравлической тормозной системы 6 и привода управления работой двигателя 7.

Необходимый крутящий момент двигателя может быть установлен посредством управления работой двигателя интерфейсом CAN так, что могут быть отрегулированы тягово-сцепные параметры всех колес.



1 – тормозные механизмы колес; 2 – датчики частоты вращения колес; 3 – блок ECU управления работой двигателя с интерфейсом CAN; 4 – механизм управления дроссельной заслонкой; 5 – подпиточный насос с датчиком подвода давления; 6 – датчик поворота рулевого колеса; 7 – усилитель тормоза с главным тормозным цилиндром; 8 – гидравлическая система с датчиком тормозного усилия и подсоединением ECU; 9 – датчик угловой скорости поворота вокруг вертикальной оси с интегрированным датчиком поперечного ускорения

Рисунок 6.12. Программа ESP с электрическими соединениями в автомобиле

Гидравлический модулятор и датчики частот вращения колес вполне работоспособны при установке под капотом и днищем автомобиля. Датчики угловой скорости вокруг вертикальной оси, поперечного ускорения, угла поворота рулевого колеса и блок управления устанавливаются в пассажирском салоне или в багажнике.

Комплексная система гарантии качества является фундаментальной для обеспечения надежного функционирования ESP. Система гарантии качества охватывает работу программы ESP вместе с ее компонентами и всеми другими функциональными взаимосвязями. Применяются методы по исключению ошибок, которые бы имели последствия, относящиеся к безопасности. Они были внедрены в некоторое количество повторных исследований, главным образом для оптимизации разработок, конструкции и

изготовления компонентов. В результате были полностью исключены источники неисправностей или их вероятность сведена до минимума. Крупномасштабные программы контроля гарантировали надежное определение всех ошибок датчиков, которые не могли быть полностью исключены. Эти программы основаны на хорошо разработанных надежных программных обеспечениях систем ABS и TCS, контролирующих все компоненты, подключенные к ЭБУ вместе с их электрическими подсоединениями. В дальнейшем надежное программное обеспечение улучшалось более полным использованием возможностей, предоставлявшихся дополнительными датчиками и их последующим приспособлением к специальным компонентам и функциям ESP. Работа датчиков контролировалась в несколько этапов.

Во время первой стадии датчики непрерывно контролировались на целостность кабеля и вероятность прохождения сигнала. В течение второго этапа наиболее важные датчики проверялись отдельно. Датчик угловой скорости вокруг вертикальной оси испытывался во время преднамеренной рассогласованности элемента датчика и затем оценивался на проходимость сигнала. Датчик угла поворота рулевого колеса снабжался «местным интеллектом» и имел свои собственные контрольные функции, которые непосредственно сопровождали какое-либо ошибочное сообщение, поступающее к ЭБУ. Дополнительно контролировался цифровой сигнал, постоянно передаваемый к ЭБУ.

Во время третьего этапа применялась аналитическая избыточность для контроля работы датчиков во время стационарного режима эксплуатации автомобиля. В данном случае использовалась модель автомобиля с целью проверить тот факт, что не имеется нарушений для определенных связей между сигналами датчиков и движением автомобиля. Эти модели также часто применялись для вычислений и компенсирования смещений датчиков, поскольку они оставались в пределах технических условий. В случае возникновения ошибки система выключалась или частично, или полностью, что зависело от типа ошибки. Реагирование системы на ошибки также зависело от того, действительно ли осуществлялось управление или нет.

Данные принципы применимы к системам ESP для грузовых автомобилей за исключением стратегии торможения, модифицированной для применения к грузовым автомобилям при различных условиях управления. Например, также, как и торможение отдельных колес на тягаче устранение излишнего поворота может быть выполнено торможением колес прицепа. Прицепы обычно не имеют систем датчиков для определения динамики управления и следовательно, не входят в систему контроля устойчивости автомобиля.

Степень риска совершения излишних поворотов у грузовых автомобилей значительно выше, чем у легковых. По этой причине ESP грузового автомобиля также имеет функцию уменьшения вероятности опрокидывания автомобиля.

В настоящее время внедряются системы стабилизации второго поколения ESP II, главной чертой которой интеграция с активным рулевым управлением – системой ESAS (Electric Steer Assisted Steering - управление с электрическим подруливанием). Второе поколение систем семейства Bosch ESP получившее название ESP® plus, стало использоваться в стандартной комплектации автомобилей представительского класса с середины 2005 года.

Технологическую основу ESP® plus составляет система управления торможением восьмого поколения, серийно выпускающаяся с 2002 года. При этом инженеры Bosch существенно обновили ряд компонентов, в том числе блок управления, ответственный за рабочие алгоритмы системы.

Функция Brake Disc Wiping активируется во время дождя: периодически приводя колодки в легкий контакт с дисками, она позволяет достичь максимальной эффективности тормозной системы в случае внезапного резкого торможения. ESP® plus оснащена функцией помощи водителю при движении в плотном потоке, обеспечивающей автоматическое торможение вплоть до полной остановки. В сочетании с адаптивным круиз-контролем (ACC) это существенно облегчает вождение в условиях перегрузки транспортной сети²¹.

²¹ Соснин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы. Учебное пособие для специалистов по ремонту автомобилей, студентов и преподавателей вузов и колледжей / Д.А. Соснин, В.Ф. Яковлев. – М.: СОЛОН- Пресс, 2005. – 240 с.

В 2006 году в серийное производство поступит система третьего поколения – Bosch ESP® premium. Она оснащена рядом дополнительных функций, которые до настоящего времени считались прерогативой электронных тормозных систем. Еще более эффективные компоненты и стратегии контроля сделают возможными чрезвычайно быстрые вмешательства в управление, почти неслышные для водителя и незаметные по поведению педали тормоза.

Краткий словарь терминов к шестой главе

Система M–Motronic – микропроцессорная система управления зажиганием и распределенным впрыском топлива;

Система ME–Motronic – микропроцессорная система управления зажиганием и распределенным, последовательным впрыском топлива, с λ - регулированием и электронным дросселем (система ETC);

Система MED–Motronic – микропроцессорная система управления зажиганием и непосредственным впрыском топлива в цилиндры (Direct injection, DI).

Топливный насос высокого давления служит для подачи топлива к топливной рампе и далее к форсункам впрыска, под высоким давлением- (3-11 МПа), в соответствии с потребностями двигателя.

Регулятор давления топлива обеспечивает дозированную подачу топлива насосом в соответствии с впрыском форсунки

Топливная рампа служит для распределения топлива по форсункам впрыска и предотвращения пульсации топлива в контуре.

Предохранительный клапан защищает элементы системы впрыска от предельных давлений, возникающих при температурном расширении топлива. Клапан устанавливается на топливной рампе.

Датчик высокого давления предназначен для измерения давления в топливной рампе. В соответствии с сигналами датчика блок управления двигателем может изменять давление в топливной рампе

Электрогидравлическая тормозная система. - системы контроля силы тяги (TCS) и управления автомобилем (ESP) электронные тормозные системы могут создавать давление в колесных цилиндрах независимо от действий водителя

Система ESP – представляет собой систему с расширенными функциями ABS контролируя не только продольную динамику движения автомобиля (подобно ABS), но и поперечную при критических величинах сцепления, например при скольжении.

Контрольные вопросы к шестой главе

1 Определить назначение и общие принципы работы систем ABS?

2 Дать характеристику элементов ABS легковых и грузовых автомобилей?

3 Дать характеристику дополнительных электронных систем тормозных систем автомобиля?

4 Дать характеристику электрогидравлической, электропневматической тормозных систем автомобиля?

5 Сформулировать назначение и принципы работы противобуксовочной системы автомобиля?

6 Определить назначение и принципы работы электронной системы стабилизации движения автомобиля?

Тестовые вопросы к шестой главе

1. Какой датчик в микропроцессорной системе зажигания отвечает за образование искры:

А. датчик кислорода

Б. λ -зонд

В. Датчик положения коленчатого вала

Д. Датчик фаз

2. Какой датчик в микропроцессорной системе зажигания корректируется время открытия форсунки:

А. датчик температуры

Б. λ -зонд

В. Датчик массового расхода воздуха

Д. Датчик фаз

3. Какой датчик в микропроцессорной системе зажигания отвечает за работу двигателя на холостом ходу:

А. Датчик скорости

Б. Датчик кислорода

В. Регулятор холостого хода

Д. Датчик положения дроссельной заслонки

4. Какой датчик в микропроцессорной системе зажигания следит за пропусками воспламенения в цилиндрах двигателя:

А. Датчик детонации

Б. λ -зонд

В. Датчик массового расхода воздуха

Д. Датчик положения коленчатого вала

5. Какой датчик в микропроцессорной системе зажигания считывает информацию о количестве воздуха поступающего в двигатель:

А Датчик кислорода

Б. Датчик скорости

В. Датчик положения дроссельной заслонки

Д. Датчик массового расхода воздуха

ГЛАВА 7. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ И КОММУТАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

7.1 ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

7.1.1. Стеклоочистители

Вспомогательным электрооборудованием называют группу приборов и аппаратов, обеспечивающих отопление и вентиляцию кабины и кузова, очистку стекол кабины и фар, радиоприем и другие вспомогательные функции.

Стеклоочиститель предназначен для механической очистки лобового и заднего стекла от атмосферных осадков и грязи. По типу привода различают вакуумные, пневматические и электрические стеклоочистители. Последние получили наибольшее распространение.

Электрический стеклоочиститель состоит из электродвигателя, червячного редуктора (обычно выполненного в одном корпусе с электродвигателем), кривошипного механизма, системы рычагов и щеток 3 (рис. 7.1). Электродвигатель 4 стеклоочистителя через червячный редуктор 1 приводит во вращение кривошип 2, который через систему приводных рычагов и тяг сообщает рычагам щеток качательное движение. Щетки должны перемещаться по стеклу плавно, без толчков, с определенными углом размаха и усилием прижатия к стеклу. Применение на современных автомобилях гнутых передних стекол усложняет работу стеклоочистителя, так как становится трудно обеспечить плотное прилегание щеток к поверхности стекол. Поэтому щетки стеклоочистителей выполняют гибкими и увеличивают усилие пружин, прижимающих щетки. Гибкость щеток достигается увеличением числа коромысел держателя щетки и придания профилю щетки рациональной формы.

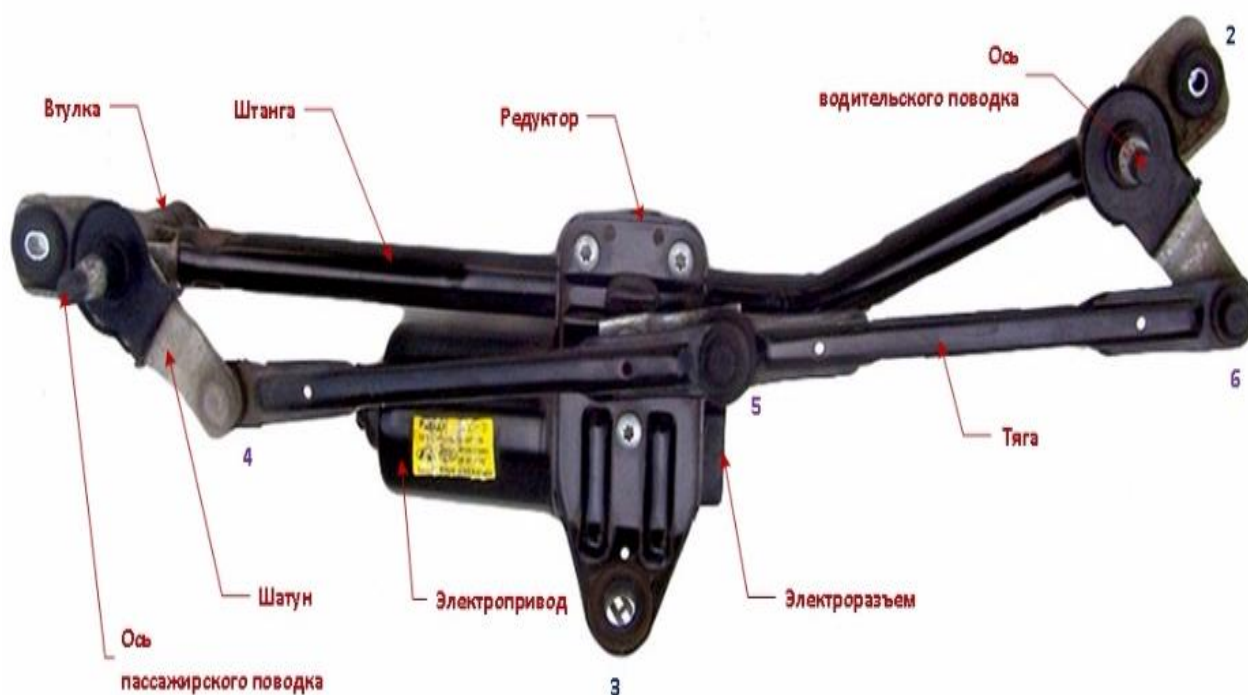


Рис. 7.1. Устройство стеклоочистителя.

Различные климатические условия и скоростные режимы движения автомобиля обуславливают необходимость изменения производительности стеклоочистителя. Поэтому современные стеклоочистители имеют две или три скорости.

В дополнение к стеклоочистителям часто устанавливают *омыватели* переднего стекла. При движении по сырой грязной дороге даже при отсутствии дождя стекло водителя забрызгивается грязью от встречных автомобилей. Щетки стеклоочистителя не очищают стекло, а лишь размазывают по нему подсыхающую грязь. Омыватели стекла состоят из небольшого бачка с чистой водой и насоса, приводимого в движение вручную, ножной педалью или электродвигателем. При работе омывателя переднее стекло автомобиля смачивается струйками воды из форсунок, установленных около стеклоочистителей. Увлажненная грязь затем легко очищается щетками стеклоочистителя.

С целью повышения безопасности движения на легковых автомобилях последних выпусков устанавливают *фароочистители*, которые предназначены для чистки стекол фар от грязи, нарушающей нормальное светораспределение при движении

автомобиля в темное время суток и неблагоприятных климатических условиях. Существуют два способа очистки фар: щеточный и струйный. Принцип действия и устройство щеточного фароочистителя аналогичны принципу действия и устройству стеклоочистителя ветрового стекла. Принцип действия струйного фароочистителя заключается в том, что частицы грязи на стекле фары отбиваются и смываются водой, которая подается от специального электрического насоса через форсунку под большим давлением – до 0,3 МПа.

Преимуществами такой очистки являются высокая надежность и эффективность в работе, возможность очистки фар любой формы, кратковременное вмешательство в светораспределение. К недостаткам можно отнести необходимость использования мощного электронасоса высокого давления и сравнительно большой расход воды.

7.1.2. Электроприводы вспомогательного электрооборудования автомобиля

Развитие различных систем автомобиля, обусловленное необходимостью повышения экономичности, надежности, комфорта и безопасности движения, приводит к тому, что роль электрооборудования, в частности электропривода вспомогательных систем, неуклонно возрастает. В настоящее время даже на грузовых автомобилях устанавливается минимум 3...4 электродвигателя, а на легковых – 5 и более, в зависимости от класса.

Электроприводом называется электромеханическая система, состоящая из электродвигателя (или нескольких электродвигателей), передаточного механизма к рабочей машине и всей аппаратуры для управления электродвигателем. Основными устройствами автомобиля, где находит применение электропривод, являются отопители и вентиляторы салона, предпусковые подогреватели, стекло- и фароочистители, механизмы подъема стекол, антенн, перемещения сидений и др.

Требования, предъявляемые к электродвигателям, устанавливаемым в том или ином узле автомобиля, обусловлены режимами работы этого узла. При выборе типа двигателя необходимо

сопоставить условия работы привода с особенностями механических характеристик различных видов электродвигателей. Принято различать *естественную* и *искусственную механические характеристики двигателя*. Первая характеристика соответствует номинальным условиям включения двигателя, нормальной схеме соединений и отсутствию каких-либо добавочных элементов в цепях двигателя. Искусственные характеристики получаются при изменении напряжения на двигателе, включении добавочных элементов в цепи двигателя и соединении этих цепей по специальным схемам.

Одним из наиболее перспективных направлений в развитии электропривода вспомогательных систем автомобиля является создание электродвигателей мощностью до 100 Вт с возбуждением от постоянных магнитов. Применение постоянных магнитов позволяет в значительной мере повысить технико-экономические показатели электродвигателей: уменьшить массу, габаритные размеры, повысить КПД. К преимуществам следует отнести отсутствие обмоток возбуждения, что упрощает внутренние соединения, повышает надежность электродвигателей. Кроме того, благодаря независимому возбуждению все электродвигатели с постоянными магнитами могут быть реверсивными.

Принцип действия электрических машин с постоянными магнитами аналогичен общеизвестному принципу действия машин с электромагнитным возбуждением – в электродвигателе взаимодействие полей якоря и статора создает вращающий момент. Источник магнитного потока в таких электродвигателях – постоянный магнит. Полезный поток, отдаваемый магнитом во внешнюю цепь, не является постоянным, а зависит от суммарного воздействия внешних размагничивающих факторов. Магнитный поток магнита вне системы электродвигателя и магнитный поток магнита в электродвигателе в сборе различны. Причем для большинства магнитных материалов процесс размагничивания магнита необратим, так как возврат из точки с меньшей индукцией в точку с большей индукцией (например, при разборке и сборке электродвигателя) происходит по кривым возврата, не совпадающим с кривой размагничивания (явление гистерезиса). Поэтому при

сборке электродвигателя магнитный поток магнита становится меньше, чем он был перед разборкой электродвигателя.

В связи с этим важным преимуществом используемых в автотракторной промышленности оксидно-бариевых магнитов является не только их относительная дешевизна, но и совпадение в определенных пределах кривых возврата и размагничивания. Но даже в них при сильном размагничивающем воздействии магнитный поток магнита после снятия размагничивающих воздействий становится меньше. Поэтому при расчете электродвигателей с постоянными магнитами очень важен правильный выбор объема магнита, обеспечивающего не только рабочий режим электродвигателя, но и стабильность рабочей точки при воздействии максимально возможных размагничивающих факторов.

Электродвигатели предпусковых подогревателей. Предпусковые подогреватели используются для обеспечения надежного пуска ДВС при низких температурах. Назначение электродвигателей предпусковых подогревателей – подача воздуха для поддержания горения в бензиновых подогревателях, подача воздуха, топлива и обеспечение циркуляции жидкости в дизелях.

Особенностью режима работы этих электродвигателей является то, что при низких температурах им необходимо развивать большой пусковой момент и достаточно функционировать непродолжительное время. Для обеспечения этих требований электродвигатели предпусковых подогревателей выполняются с последовательной обмоткой и работают в кратко-временном и повторно-кратковременном режимах. В зависимости от температурных условий электродвигатели имеют различную продолжительность включения: при $-5...-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ не более 20 мин; при $-10...-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ не более 30 мин; при $-25...-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ не более 50 мин.

Номинальная мощность большинства электродвигателей в предпусковых подогревателях составляет 180 Вт, частота их вращения равна 6500 мин^{-1} .

Электродвигатели для привода вентиляционных и отопительных установок. Вентиляционные и отопительные установки предназначены для обогрева и вентиляции салонов легковых автомобилей, автобусов, кабин грузовых автомобилей и тракторов. Действие их основано на использовании тепла двигателя

внутреннего сгорания, а производительность в значительной степени зависит от характеристик электропривода. Все электродвигатели такого назначения представляют собой двигатели длительного режима работы, эксплуатируемые при температуре окружающей среды, равной $-40...+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. В зависимости от компоновки на автомобиле отопительной и вентиляционной установки электродвигатели имеют разное направление вращения. Эти электродвигатели одно- или двухскоростные в основном с возбуждением от постоянных магнитов. С помощью двухскоростных электродвигателей отопительные установки могут работать в двух режимах. Частичный режим работы (режим низшей скорости, а следовательно, и низшей производительности) обеспечивается за счет дополнительной обмотки возбуждения.

Звуковые сигналы автомобиля. Для обеспечения безопасности движения автомобиля и оповещения участников движения об опасности применяется звуковой сигнал. Звуковые сигналы автомобиля подразделяются на электровибрационные, электропневматические и пневматические. Устройство звукового сигнала, как пневматического, так и электропневматического одинаково.

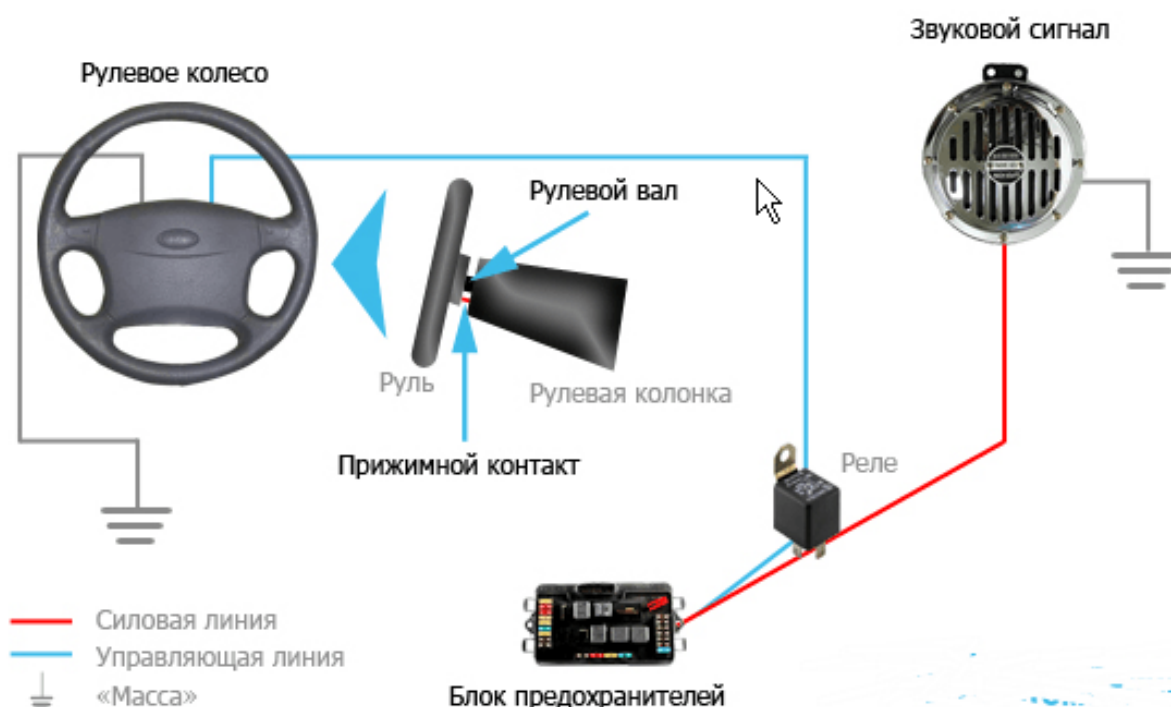


Рис 7.2 Схема устройства системы звуковой сигнализации.

Сигналы состоят из мембраны и раструба. При подаче воздуха мембрана вибрирует, издавая звук, который усиливается за счет раструба. Отличие пневматического и электропневматического сигнала в подаче воздуха. На пневматический сигнал воздух подаётся из пневматической системы автомобиля, что позволяет увеличить расход воздуха и соответственно мощность звучания, а на электропневматический собственным компрессором.

Электровибрационные сигналы подразделяются на рупорные и без рупорные, тональные и шумовые. Отличие рупорных и без рупорных вытекает из названия. Шумовые и тональные сигналы конструктивно и по принципу действия практически не отличаются. Извлечение звука происходит, как и в пневматических сигналах за счёт мембраны, только в данном случае в движение её приводит электромагнит, сердечник которого жёстко связан с мембраной.

Принцип действия и устройство звуковых сигналов следующий. При подаче напряжения на выводы сигнала, ток проходит через катушку электромагнита и контакты прерывателя, включенные в цепь электромагнитной катушки последовательно с ней. В катушке образуется электромагнитное поле, под действием которого происходит движение якоря, прикреплённого к мембране, внутрь катушки. В конце хода якорь размыкает контакты прерывателя, и катушка теряет питание. Под воздействием мембраны якорь возвращается в исходное состояние, освобождая контакты, которые замыкаются, повторяя всё с начала.

Основным отличием без рупорного шумового сигнала от рупорного тонального, наличие резонатора, закреплённого на мембране, который генерирует звук. Воспроизведение звука в тональных сигналах происходит за счёт воздуха, находящегося в рупоре, который выполнен в виде улитки. Тональные, как и пневматические сигналы устанавливаются парами, низкой и высокой частоты звучания с разницей между ними 65–100 Гц. Рекомендуемая частота звучания 1800–3550 Гц. Эта частота настраивается регулировочным винтом, который регулирует амплитуду колебания якоря. Тональные сигналы конструктивно чаще всего имеют один вывод и потребляют больше тока, чем

шумовые. Поэтому эти сигналы подключаются через промежуточное реле.²²

7.2. Коммутационная и защитная аппаратура в электронике автомобиля

Совершенствование конструкции автомобиля с целью повышения безопасности его движения, экономичности, надежности, комфортабельности и других показателей, привело к значительному увеличению количества приборов электрооборудования автомобиля и повышению их мощности.

С увеличением количества приборов усложняются схемы электрических соединений и увеличивается число коммутационной аппаратуры. К коммутационной и защитной аппаратуре систем электрооборудования автомобиля относятся выключатели, переключатели, реле, контакторы, электромагниты, предохранители, панели соединительные, разъемные соединения, розетки и вилки.

Автомобильные выключатели. Выключатели предназначены для включения приборов освещения, световой сигнализации, тормозных сигналов, звуковых сигналов, электродвигателей отопителей и вентиляции, стартера, отключения массы аккумуляторной батареи, стеклоочистителей, включения зажигания, контрольных приборов. Количество выключателей по их назначению превышает 33, а общее количество выключателей, применяемых на транспортных машинах с учетом их модификаций.

По конструктивным особенностям все выключатели можно подразделить на следующие типы: кнопочные, клавишные, поворотные, перекидные, рычажные, ползунковые, электромагнитные, вакуумные, пневматические, гидравлические, поворотные со съёмным ключом.

Номинальное напряжение выключателей 12 или 24 В и 12 и 24 В. Количество положений 2, 3, 4. Количество включаемых цепей 1, 2, 3, 4, 6. Сила номинального тока, на который рассчитаны контакты отечественных выключателей следующая: 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,25; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 7,5; 8,0; 10; 12; 15; 25; 30; 50 и 60 А.

²² Литвиненко В.В, Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник / В.В. Литвиненко, А.П. Майструк. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 176 с: ил.: табл.



Рас 7.3 Автомобильные выключатели.

Автомобильные переключатели. Переключатели отличаются от выключателей количеством положений при переключении, которое может составлять от 2 до 16, в то время как выключатели выполняются, как правило, на два положения «Выключено — Включено».

По конструкции переключатели могут быть: перекидные, ползунковые, ножные нажимные, вытяжные, одно-, двух- и трех-рычажные, поворотные, клавишные, комбинированные (рычажный, кнопочный, поворотный), поворотно-нажимные.

Количество включаемых цепей в переключателях может достигать 10. Сила номинального тока переключателей 0,5–25 А.

Переключатели применяются для включения различных потребителей с возможностью регулировки режимов работы этих потребителей (освещение и его регулировка, освещение щитка приборов, включение электродвигателей с регулировкой частоты вращения их роторов и т. д.).



Рис.7.4 Автомобильные переключатели света.

Все большее распространение получают комбинированные переключатели, в которых объединено несколько переключателей отдельных приборов: включения указателей поворотов, света фар, стеклоомывателя и стеклоочистителя.

Автомобильные реле. Для коммутации большой силы тока (10–25 А), а также в том случае, когда место коммутации находится далеко от места управления режимом выключения или переключения, применяют реле.

Реле представляет собой электромагнитный аппарат с одной или несколькими парами контактов, управляемых электромагнитом, потребляющим незначительной силы ток. В этом случае контакты выключателя или переключателя меньше изнашиваются, а в цепях управления могут быть применены провода меньшего сечения.

Реле применяют для включения стартера, сигналов, дальнего и ближнего света фар, электровентилятора в системе охлаждения двигателя (автомобиль ВАЗ-2103 и др.), обогрева заднего стекла, отопителя, фарочистителей, отключения обмотки возбуждения генератора (автомобили КамАЗ). Реле используют также в схемах предпусковых подогревателей двигателя (автомобили КамАЗ). Реле-прерыватели устанавливают в схемах контрольной лампы включения стояночной тормозной системы, стеклоочистителя и т. д.

Срок службы в зависимости от напряжения реле составляет 25–200 тыс. включений и 100—300 тыс. км пробега автомобиля.

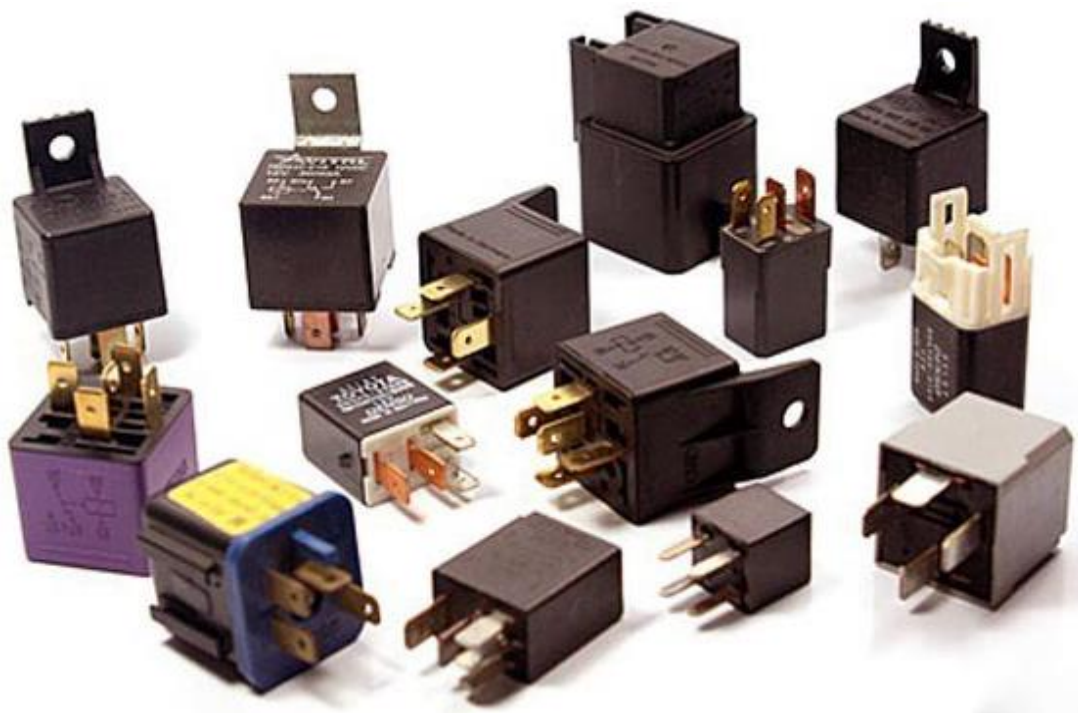


Рис 7.5 Автомобильные реле.

Режим работы реле может быть кратковременный или длительный. Основными параметрами реле являются сила тока нагрузки, напряжение срабатывания и напряжение отпускания. Для включения потребителей большой мощности применяют контакторы, сила номинального тока которых составляет 50—150 А.

7.3. Клеммы соединительные для проводов используемые в электрооборудовании

Применение обжимных соединительных клемм для проводов — коммутация силовых кабелей, так и в слаботочных цепях, где они являются обязательными. При ремонте, такие провода можно легко разъединить. Опыт применения различных типов обжимных клемм для соединения проводов. Обзор инструментов для обжима наконечников.



Клемма – это контактный элемент, который предназначен для разъёмного соединения проводников между собой.

Соединения при устройстве электрических схем могут выполняться разной методикой и клеммы – это лишь один из вариантов. Однако именно такой вариант видится простейшим, удобным и даже экономичным по сравнению, к примеру, с пайкой, сваркой, в том числе холодной.

Столкнувшись с необходимостью подбора электрических клемм для проводов, начать лучше с простейших конструкций отечественного производства – надёжных, долговечных, проверенных в деле не один раз:

1. ножевых;
2. вилочных;
3. кольцевых;
4. штыревых.

Клеммы для проводов обжимные. Кабельные наконечники обжимные или клеммы для проводов соединительного типа предназначены для быстрого и надёжного соединения проводов в электрических схемах путём зажима с изоляцией.

Кольцевые. Более надёжный контакт обеспечивают так называемые кольцевые клеммы (рис 7.7). Как и их вилочные собратья они предназначены для последующего крепления винтовым зажимом. Но благодаря круглой форме контактной части обеспечивают большую площадь контакта и снижают риски «выскакивания» наконечников.

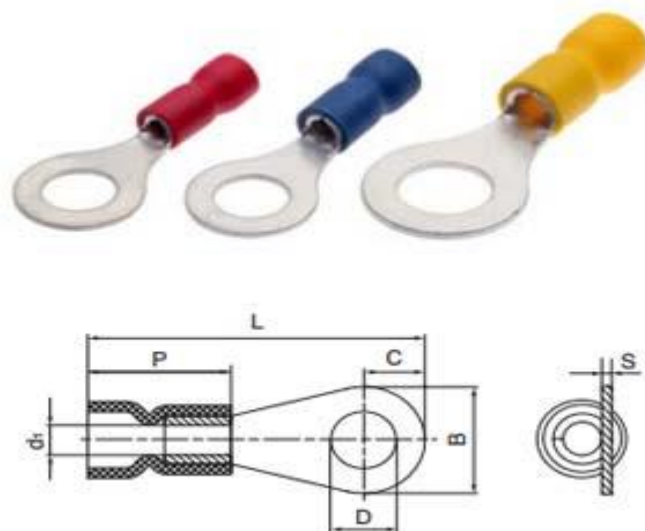


Рис 7.7 Кольцевые клеммы.

Клеммы кольцевые на провода являются настолько удачным решением, что применяются не только в слаботочных сетях, но и являются обязательным атрибутом силовых кабелей любого сечения. При этом способ крепления провода или кабеля к наконечникам такого типа может варьировать от сварки и пайки, до опрессовки.

Кольцевые клеммы выпускаются из меди, алюминия, латуни и меде-алюминия. Их сечение может очень сильно варьировать, начиная от небольших клемм под винт троечка и заканчивая болтами на 27 и больше. При этом клеммы для слаботочных сетей могут поставляться с изоляцией обжимной части.

Вилочные. Клеммы вилочного типа предназначены для коммутации силовых и вторичных цепей. Такие наконечники предназначены для последующего крепления при помощи винтов непосредственно к оборудованию или к шинам. Инструкция советует применять их в качестве временного или требующего частого перепоключения контакта.

Конструкция вилочных наконечников представляет собой двузубчатую вилку, откуда и пошло название. Такая конструкция позволяет достаточно просто производить переключения без полного откручивания винтового зажима. При этом в подключенном состоянии она обеспечивает достаточно плотный контакт.

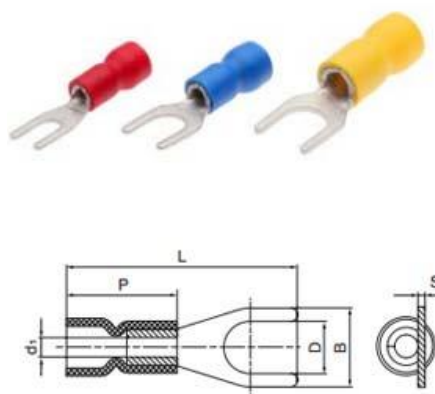


Рис 7.8 Вилочные клеммы.

Вилочные наконечники выпускаются под провода сечением до 6 мм^2 . Провода на клеммы крепятся методом опрессовки. Это место в различных вариациях может иметь или не иметь изоляционного покрытия.

Клеммы для проводов обжимные автомобильные: при работе с автомобилем нередко приходится выполнять различные электрические подключения с использованием разъемов или клемм. Я для себя определился так – если разъем негерметичный, но работает в условиях высокой влажности – только пайка. Если разъем герметичный или находится в салоне – то можно использовать обжатие.

Для неизолированных клемм используются кримперы со специальным профилем губок, во время обжатия загибающих концы металла вовнутрь. Такие кримперы обжимают провод и дополнительно фиксируют изоляцию, чтобы провод от перегибов и вибрации не обломился.

Как показывает опыт, для стандартных 6-мм автомобильных клемм требуется кримпер с губками на провод с сечением $1,5 \text{ мм}^2$, не меньше, иначе клемма и провод будут передавливаться.

Соединительные клеммы для проводов. Эта группа соединительных клемм для электрических проводов изготовлена по принципу разъёмной детали, состоящей из двух отдельных элементов – вилки и розетки.



Рис 7.9 Автомобильные кримперы.

Ножевые. Это, пожалуй, наиболее распространённые конструктивные варианты изделий. Их часто можно встретить в составе электрических схем многих бытовых приборов: утюгов, холодильников, нагревательных устройств и т.д.

Устанавливать этот вид электротехнических изделий допустимо на проводники (многожильные) сечением 0,26-6,0 мм² методом силового обжима хвостовика. Существует два вида таких продуктов: изолированные и неизолированные.

Изоляция обычно окрашивается разным цветом (красным, синим, желтым) в зависимости от расчётной мощности клеммника. Применяются изделия парами в связке «папа-мама».

Штыревые. Эта группа соединительных клемм для электрических проводов изготовлена по принципу разъёмной детали, состоящей из двух отдельных элементов – вилки и розетки. Вилка маркируется символом «А», например, F2А.

Розетка маркируется символом «В», например, F2В. Поддерживается монтаж на проводники сечением 1,25–6,64 мм.

Главное предназначение штыревых клемм – обеспечение соединения электрических проводников.



Рис 7.10 Штыревые клеммы.

Эта группа монтажной фурнитуры относится к изолированным изделиям. Хвостовая часть клемм закрывается изолирующим материалом. В зависимости от расчетной мощности клеммника для соединения проводов изолятор имеет соответствующую окраску.

Изоляторы электрических клемм под проводники сечением до 2 мм^2 окрашиваются в синий цвет, остальные (от 2 до $6,64 \text{ мм}^2$) – в жёлтый цвет.

7.4 Автомобильные предохранители

Защита электрической проводки автомобиля от перегрузок и коротких замыканий важна не меньше, чем защита бытовых сетей в домах и квартирах. Для питания различных потребителей в автомобиле применяется низкое напряжение величиной от 12 до 24 вольт, но при коротком замыкании в электропроводке возникают большие токи.

Если при коротком замыкании своевременно не обесточить электропроводку автомобиля, то токоведущие жилы проводов сильно нагреются и расплавят изоляцию. В результате этого происходит воспламенение находящейся рядом обшивки салона и других элементов. Пожар быстро распространяется по всему салону, и охватывает всю машину. Скорость распространения огня настолько велика, что при приезде пожарной службы тушить бывает уже нечего.

Для предотвращения пожара в таких ситуациях путем размыкания электрической цепи способом расплавления специального легкоплавкого элемента, служат автомобильные предохранители. Срабатывание предохранителя происходит при возрастании тока выше заданной величины. Это значение плавкой вставки рассчитывается по допустимой нагрузке на электрическую цепь.

Цилиндрические автомобильные предохранители. При установке или демонтаже цилиндрической вставки есть вероятность попадания под напряжение, хотя это и не так опасно, но можно получить ожог пальцев. Габаритные размеры блока предохранителей занимают много места. В отличие от других видов предохранителей, эти вставки не стандартизированы, поэтому при приобретении приходится довольствоваться надписями на их упаковке.

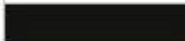
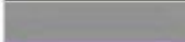
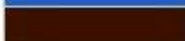
	Цвет	Номинальный ток
	Черный	1А
	Серый	2А
	Фиолетовый	3А
	Розовый	4А
	Желто-оранжевый	5А
	Коричневый	7,5А
	Красный	10А
	Голубой	15А
	Желтый	20А
	Белый	25А
	Зеленый	30А
	Светло-фиолетовый	35А
	Оранжевый	40А
	Темно-красный	50А
	Синий	60А
	Темно-коричневый	70А
	Светло-желтый	80А
	Сиреневый	100А

Рис 7.11. Цветовая маркировка предохранителей.

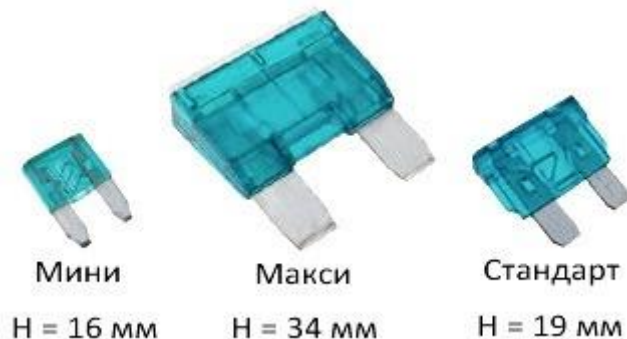
Ножевые автомобильные предохранители. Такие вставки имеют несколько преимуществ, по сравнению с цилиндрическими

моделями. При установке ножевых вставок вы защищены от ожогов, так как при этом беретесь за изолированную часть корпуса, выполненную из цветного пластика. Удобство разных цветов корпуса состоит в том, что номинал предохранителя можно определить по цвету. Кроме этого, значение номинала обозначено цифрами.

Обнаружить сгоревшую вставку не составит труда, так как пластиковый корпус выполнен прозрачным, и целостность плавкого элемента можно наблюдать визуально.

Ножевые автомобильные предохранители делятся также по размерам и форме корпуса:

- **мини** – маленькие;
- **макси** – большие;
- **стандарт** – средние.



Термические автомобильные предохранители.



Такие вставки обычно включают в себя электромагнитную и тепловую защиту. По конструкции он аналогичен автоматическому выключателю в бытовой сети. При перегрузке или коротком замыкании срабатывает электромагнитная или тепловая защита.

После устранения неисправности в цепи предохранитель включается в работу нажатием кнопки.



Ленточные автомобильные предохранители.

Для силовых цепей повышенной мощности в автомобиле применяют ленточные предохранители. Они используются для повышения надежности контактного соединения, выполняются в виде металлической пластины, и зажимаются винтами.



Существуют измененные конструкции ленточных вставок, в которых при нештатных ситуациях брызги расплавленной пластины уже не разлетаются в стороны, а защищены пластиковым корпусом.

Автомобильные предохранители на иномарках



Эта конструкция относится к дорогостоящим моделям. Она внешне похожа на обычную ножевую вставку, но работает по принципу электрического автомата, и называется прерывателем цепи.



На многих японских иномарках применяются ножевые предохранители, но отличающиеся по конструкции от отечественных образцов видом корпуса и расположением ножей.

Порог срабатывания. Правильный подбор предохранителя состоит в определении величины сопротивления его легкоплавкого элемента. Расплавление происходит из-за теплового воздействия электрического тока, в результате цепь обесточивается.

Номинальная величина тока вставки определяется по формуле:

$$I_{\text{ном}} = P_{\text{макс}} / U, \quad 7.1$$

где:

- $I_{\text{ном}}$ – номинальное значение тока, А.
- $P_{\text{макс}}$ – наибольшая мощность потребителя, обозначаемая на нем, Вт.
- U – напряжение бортовой сети, В.

Особенности замены

• При установке нового предохранителя следует применять только аналогичный вид такого же номинала по току. Если номинальный ток сделать выше, то он не будет срабатывать при нештатных ситуациях. Например, если на стеклоочистителях заклинит электродвигатель, то вставка не сработает, что приведет к расплавлению электрической проводки и дальнейшим печальным последствиям, рассмотренным нами выше.

• Занижение величины тока вставки также не даст ничего хорошего. При включении нагрузки легкоплавкая часть будет

быстро разрушаться и обесточивать цепь, даже при отсутствии аварийных ситуаций.

- При замене следует определять ток не только по обозначению на корпусе предохранителя, но и посмотреть маркировку гнезда, из которого его вытащили.

- Если после замены предохранитель снова вышел из строя, не следует повышать его номинал. Даже незначительная попытка увеличения номинала может привести к возгоранию. Чтобы выяснить, в чем проблема в проводке, следует обратиться к специалистам.

- Если вы имеете достаточную квалификацию, и можете своими руками отремонтировать и устранить неисправности в электропроводке, то рекомендуется иметь в машине электрическую схему. В разных модификациях автомобилей одной и той же марки могут иметься существенные отличия в электрических схемах: одни и те же нагрузки могут работать от разных вставок, цвета проводов не всегда совпадают.

- По схеме необходимо определить, какие потребители подключены к вышедшему из строя предохранителю, и имеются ли какие-либо разъемы, с помощью которых возможно их отключение. Устанавливая исправную вставку, поочередно отключая и подключая все потребители, определяют от чего произошло расплавление легкоплавкого элемента.

- Если все питающиеся устройства исправны, то следует проверить сам блок предохранителей, а также жгуты электропроводки, которые отходят от него в салон. Это довольно трудоемкая работа, и требует определенной квалификации.

- Пользоваться «жучками» запрещается. Даже если будет правильно подобран сечение провода по его току, то он не способен создать необходимую надежность контакта с цепью. Там, где будет установлен «жучок», контакты будут нагреваться, от чего может расплавиться пайка колодок предохранителей, что приведет к непредсказуемым последствиям.

Причины выхода из строя

- Плохая фиксация в гнезде блока.
- Внутри электрического двигателя какого-либо потребителя увеличилась нагрузка по току из-за большой механической

нагрузки. Чаще всего такая причина возникает при работе стеклоочистителей.

- Неверный выбор модели (слишком маленький корпус).
- Механические повреждения корпуса предохранителя, вибрационные нагрузки, чрезмерный нагрев.

Проверка исправности

Существует три метода, применяя которые можно проверить автомобильные предохранители.

• **Первый метод** заключается в извлечении и **визуальном осмотре** целостности легкоплавкого элемента. Это не дает полной гарантии точного определения.

• **Проверка тестером.** В этом случае предохранитель проверяют тестером на предмет наличия повреждения его цепи. Если цепь исправна, то стрелка тестера покажет нулевое сопротивление. Цифровой прибор также покажет величину сопротивления, близкого к нулевому значению.

• **Проверка пробником.** Это наиболее удобный метод, так как нет необходимости вытаскивать вставку из гнезда. Пробник представляет собой любой индикатор напряжения, либо лампочка с проводами. Для проверки необходимо включить неработающую цепь. Один провод пробника подключают на массу автомобиля, а другим касаются сначала одной клеммы предохранителя, а затем другой. Если на одной клемме напряжение есть, а на другой нет, то плавкий элемент расплавился.

Краткий словарь терминов к седьмой главе

Вспомогательным электрооборудованием называют группу приборов и аппаратов, обеспечивающих отопление и вентиляцию кабины и кузова, очистку стекол кабины и фар, радиоприем и другие вспомогательные функции.

Стеклоочиститель предназначен для механической очистки лобового и заднего стекла от атмосферных осадков и грязи. По типу привода различают вакуумные, пневматические и электрические стеклоочистители

Электроприводом называется электромеханическая система, состоящая из электродвигателя (или нескольких электродвигателей), передаточного механизма к рабочей машине и всей аппаратуры для управления электродвигателем

Клемма – это контактный элемент, который предназначен для разъемного соединения проводников между собой.

Клеммы для проводов обжимные. Кабельные наконечники обжимные или клеммы для проводов соединительного типа предназначены для быстрого и надёжного соединения проводов в электрических схемах путём зажима с изоляцией.

Автомобильные выключатели. Выключатели предназначены для включения приборов освещения, световой сигнализации, тормозных сигналов, звуковых сигналов, электродвигателей отопителей и вентиляции, стартера, отключения массы аккумуляторной батареи, стеклоочистителей, включения зажигания, контрольных приборов

Контрольные вопросы к седьмой главе

1. Что относится к вспомогательному электрооборудованию автомобиля?

2. Опишите устройство стеклоочистителя автомобиля.

3. Что называется электроприводом?

4. Что называется естественной механической характеристикой двигателя?

5. Что называется искусственной механической характеристикой двигателя?

6. Каковы основные достоинства электродвигателей с возбуждением от постоянных магнитов?

7. Какие электродвигатели используются для привода вентиляционных и отопительных установок?

8. Какие электродвигатели используются для привода стеклоочистительных установок?

Тестовые вопросы к седьмой главе

1. Какой прибор системы зажигания периодически размыкает и замыкает первичную цепь?

- a) Прерыватель
- b) Распределитель
- c) Включатель зажигания?
- d) Ротор

2. Какую электрическую цепь применяют на автомобилях?

- a) Двухпроводную
- b) Однопроводную
- c) Многопроводную
- d) Все ответы правильные

3. Какой из проводов источников тока соединяется с «массой»?

- a) Отрицательной проводимостью
- b) Положительной проводимостью
- c) Полюс не имеет значение
- d) Все ответы неправильные

4. Как соединяется АКБ на автомобиле MAN ?

- a) Параллельно
- b) Последовательно
- c) Смешанно
- d) Комбинированно

5. Какие предохранители применяются для ограничения максимальной силы тока, при коротком замыкании?

- a) Плавкие предохранители
- b) Термобиметаллические
- c) Вольфрамовые
- d) Все ответы правильные

6. Подавительные резисторы от теле-радио помех устанавливают?

- a) Наконечниках
- b) Свечах
- c) Распределители.
- d) В катушках

ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

8.1. Электронные системы пассивной безопасности

Современные, управляемые электроникой средства безопасности пассажиров в автомобиле, предназначены для уменьшения или предотвращения травматизма при аварии. Если при аварии пассажирский салон деформирован незначительно, эти средства уменьшают величину ускорения и перегрузки, испытываемую пассажирами до разумных пределов²³.

В общем случае система безопасности включает:

- датчики, по сигналам которых устанавливается факт наезда на препятствие (удара) или опрокидывания. Обычно это акселерометры той или иной конструкции;
- электронный блок управления средствами безопасности. Это по сути компьютер, следящий за сигналами датчиков и включающий при аварии необходимые исполнительные механизмы;
- исполнительные механизмы - это пиротехнически надуваемые пластиковые мешки (воздушные мешки), размещаемые между частями тела чело- века и конструкциями салона для смягчения удара; пиротехнически натягиваемые ремни безопасности; поднимаемые штанги на открытых автомобилях для обеспечения безопасного пространства пассажирам при опрокидывании.

8.2. Система подушек безопасности

Воздушные мешки (от английского airbags) - это дополнительные средства безопасности (Supplementary Restraint System или для краткости SRS), используемые совместно с обычными ремнями безопасности для предотвращения травмирования лица и грудной клетки водителя при фронтальном столкновении. Они могут устанавливаться и со стороны пассажира, для предотвращения удара о переднюю панель, и сбоку, для защиты верхней части тела и головы при боковых ударах.

²³ Electric & hybrid vehicle technology. The international review of electric and hybridvehicle design and development. UK & International press. – 2005. – 304 с.

Воздушные мешки надуваются газогенераторным модулем, содержащим взрывчатые вещества. Поэтому, ни в коем случае нельзя проверять электрические соединения в газогенераторе с помощью тестера или осциллографа, для этого имеется специальное диагностическое оборудование. Нельзя разбирать газогенератор, перед отправкой автомобиля на слом газогенератор удаляется специальным инструментом. Воздушный мешок и газогенератор размещены в ступице рулевого колеса и соединены с ЭБУ пружинными вращающимися контактами, расположенными между рулевой колонкой и рулем, рисунок 8.1 [26].

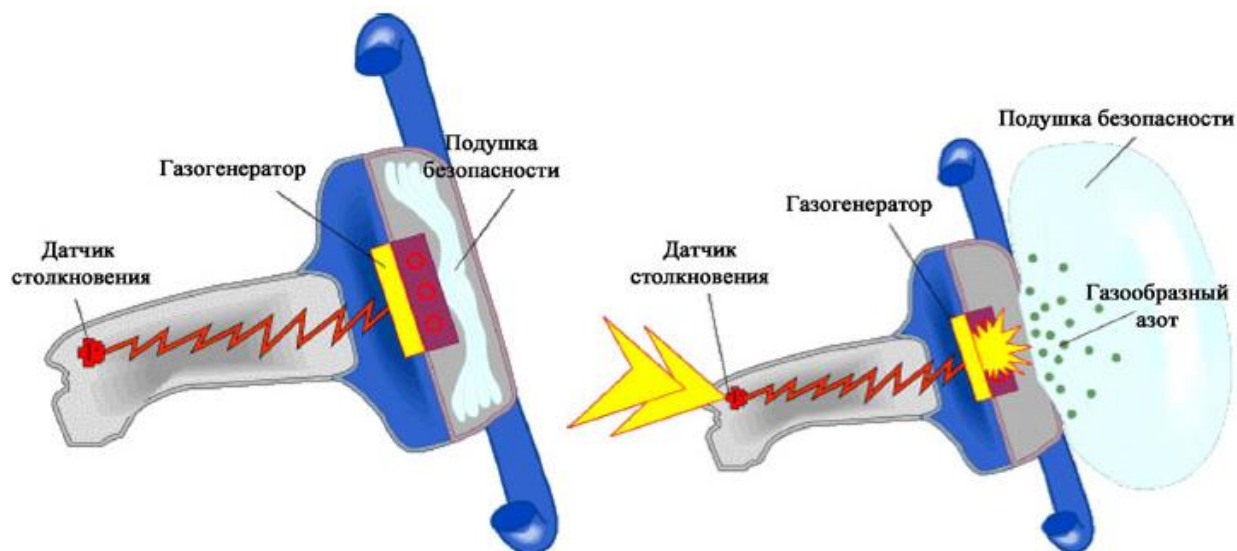


Рис 8.1 Подушка безопасности автомобиля.

Подушка безопасности представляет собой мешок из нейлоновой ткани с резиновой подкладкой, сложенный под полиуретановой крышкой (Рисунок 8.1). Когда мешок надувается, крышка ломается вдоль специально сделанной канавки и раскрывается наружу, пропуская мешок вперед. В зависимости от модели автомобиля воздушный мешок имеет емкость 30–70 литров.

Электронный блок управления подушек безопасности.

Задачей электронного блока управления подушек безопасности является обеспечение постоянной готовности к работе средств безопасности.

Для этого ЭБУ:

□ постоянно контролирует электрические цепи датчиков и газогенераторного модуля, при обнаружении неисправности загорается сигнальная лампа. Коды неисправностей заносятся в память для последующего считывания сканером или иным диагностическим устройством, подключаемым через специальный разъем.

□ обрабатывает сигналы с акселерометров и при обнаружении лобового столкновения включает газогенератор.

Так как подача электроэнергии может прерваться в самом начале столкновения (например, обрыв провода от аккумуляторной батареи), средства безопасности должны иметь резервный источник питания. Обычно это или небольшой дополнительный аккумулятор, или конденсатор большой емкости, способный в течение примерно 200 мс служить источником резервной мощности, что достаточно для запуска газогенератора. Резервные источники энергии (обычно конденсаторы) поддерживают работоспособность средств безопасности в течение 0.1 – 1 с. Напряжение на конденсаторе – 25-35 В²⁴.

ЭБУ подушек помимо управления средствами безопасности и диагностики способен помещать в не отключаемую память контроллера (ППЗУ) кадры данных с параметрами движения в течение 10 – 20 мс до удара и 30 – 50 мс после – упрощенный вариант авиационного «черного ящика». Некоторые производители выпускают средства безопасности, где в одном блоке объединены воздушный мешок, датчики ускорения, ЭБУ. Такой модуль размещается под крышкой в ступице руля. Данное техническое решение находит все более широкое распространение, т.к. меньшее количество соединителей, более короткая проводка повышают надежность устройства в целом.

8.3. Система натяжения ремней безопасности

Пиротехническая система натяжения ремней безопасности является дополнительной к воздушным мешкам и работает на тех же принципах (рисунок 8.2).

²⁴ Электронные системы автомобилей: Учебное пособие / Ю.З. Звонкин, А.М. Багно – Ярославль: Изд. Ярославского ГТУ, 2003. – 183с.

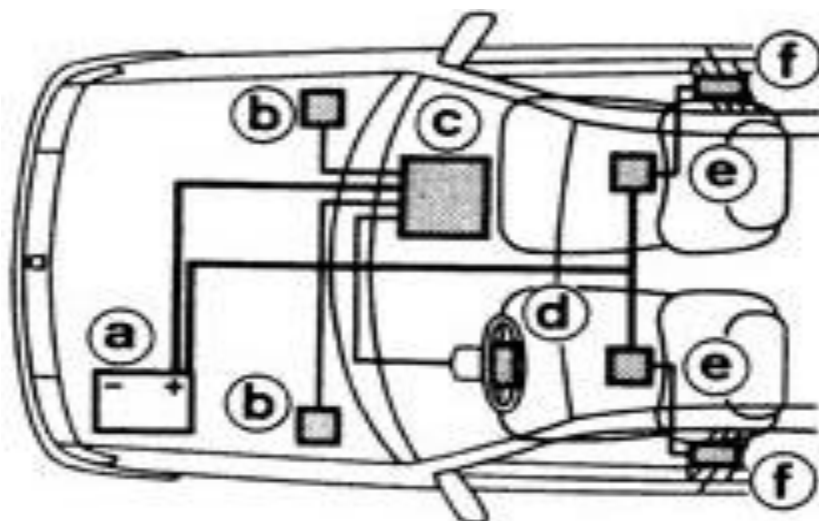


Рис. 8.2 -Комбинированная система безопасности.

а– аккумулятор, б– датчики воздушного мешка, с– ЭБУ воздушного мешка, d– воздушный мешок, е– датчики ремней безопасности. f– пиротехническая система натяжения ремней безопасности.

Она предназначена для натяжения ремней безопасности у водителя и пассажира на переднем сиденье в первые миллисекунды после столкновения, чтобы прочно и безопасно прижать их к спинкам сидений пока мешки еще не надуты (как уже отмечалось, быстро надувать их нельзя из-за возможной контузии).

Натяжение ремней достигается за счет тросика, который намотан на инерционную катушку в устройстве натяжения ремней безопасности. Свободный конец тросика прикреплен к поршню, установленному на дне трубки, прикрепленной к средней стойке двери, рисунок 8.5.

Под поршнем находится пиротехнический заряд и детонатор. Детонатор запускается сигналом от акселерометра, установленного под передним сиденьем, при фронтальном ударе с отрицательным ускорением 5g и более. Устройство спроектировано так, что детонатор срабатывает через 15 мс после столкновения, при этом поршень устремляется вверх по трубке, вращает катушку и выбирает около 10 см слабины в ремне безопасности²⁵.

²⁵ Device, diagnostics and repair of control systems [Electronic resource]: Articles of the publishing house, / Legion-Avtodata publishing House ; - Electron. Dan. - Moscow: Legion-Avtodata Publishing House, 2006. - access Mode: <http://www.autodata.ru/>, free. - Stub from the screen.

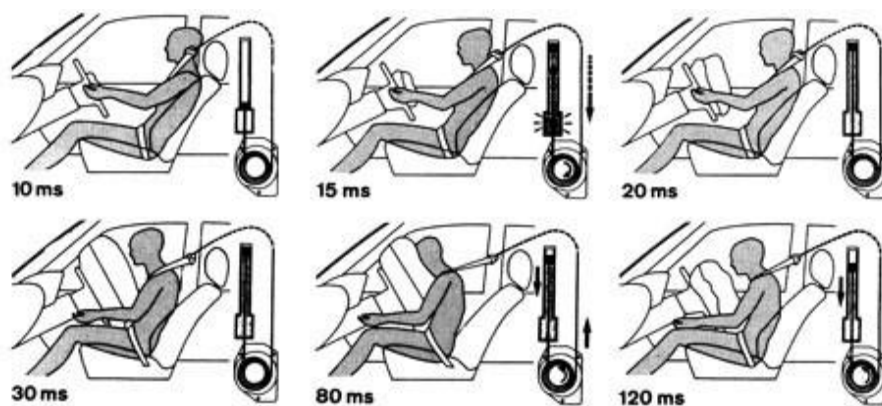


Рисунок 8.3 - Совместная работа воздушных мешков и пиротехнической системы натяжения ремней безопасности.

Последовательность действий в системе безопасности показана на рисунке 9.5 и обычно такова.

- Время 0 мс. Автомобиль сталкивается с препятствием в под углом пределах 30° к его осевой линии на скорости более 30 км/час

- Время 10 мс. Сработали датчики, ЭБУ средств безопасности посылает импульс тока в модуль воздушного мешка, запускается детонатор в устройстве натяжения ремней безопасности

- Время 13 мс. Через 3 мс после включения зажигающего устройства с громким хлопком срабатывает газогенератор. Водитель в своем сиденье сидит все еще прямо. Начали натягиваться ремни безопасности

- Время 15 мс. Воздушный мешок частично надут и взломал крышку коробки, в которой находился. Ремни безопасности почти полностью натянуты

- Время 20 мс. Автомобиль начинает сминаться и водитель начал бы двигаться вперед к рулю, но полностью натянутые ремни безопасности удерживают его

- Время 30 мс. Воздушный мешок полностью надут, лицо и грудь водителя почти касаются его. Ремни безопасности помогают удерживать водителя

- Время 80 мс. Давление водителя на воздушный мешок выталкивает из него часть газа через отверстия в задней части, мешок уменьшается в размерах. Давление газа под поршнем в трубке

устройства натяжения ремней безопасности падает, поршень идет вниз, образуется слабина в натяжении ремней

□ Время 120 мс. Водитель откинулся на сиденье, газ из мешка вышел, теперь имеется возможность для обзора и выхода из поврежденного автомобиля.

8.4. Комплексные системы безопасности

Одной их наиболее известных подобных комплексных систем безопасности является разработка фирмы Renault - PRS (Programmed Restraint System) – программированная система защиты [28].

На фирме Renault решили модернизировать обычную фронтальную подушку. Ведь сегодня надувная подушка является лишь дополнением к ремням безопасности: она может устанавливаться на машину серийно или на заказ, но суть не меняется - подушка и ремень работают сами по себе, по отдельным алгоритмам.

К созданию системы PRS – программированная система защиты французов подтолкнули данные исследований университета города Хайдельберг и Национального управления по безопасности на дорогах (NHTSA), США. В частности, эти исследования показали, что при тяжелых авариях сильные травмы телу человека наносит сам ремень - от него остаются ссадины и синяки, которые долго не заживают.

Первое поколение системы PRS I (ремни с ограничителем силы натяжения) уже используется с 1995 года на Renault Megane. Второй этап – PRS

II. Теперь к ремням добавили подушку, которая принимает на себя часть нагрузки, которая раньше приходилась только на ремень безопасности. Сначала раскрывается низ подушки (защищая нижнюю часть туловища), затем раскрываются бока и верхняя часть. К тому же подушки имеют увеличенный объем: емкость водительской равна 100 литрам, а пассажирской - 60 литрам. Таким образом, подушка принимает на себя не только голову, но и тело человека.

8.5. Тенденции в совершенствовании средств безопасности

Для сокращения числа летальных исходов и уменьшения травматизма работа средств безопасности должна быть оптимизирована. Системы управления делаются все более интеллектуальными. Пассажиры, сидящие неправильно, дети, лица, не пристегнутые ремнями, располагающиеся слишком

близко к крышкам воздушных мешков, подвергаются опасности и могут быть травмированы надувающимся воздушным мешком.

Ситуация постепенно улучшается законодательными и техническими средствами:

- не рекомендуется пассажирам весом до 30 кг и ростом до 1,5 м размещаться на переднем сиденье;

- в США на моделях после 1998 года есть возможность отключения воздушных мешков;

- мощность пиротехнических зарядов уменьшена. Изменены условия испытаний средств безопасности. По стандарту FMVSS 208 использовался не пристегнутый манекен Hybrid-III при наезде автомобиля на жесткое препятствие со скоростью 30 миль в час. По новому стандарту манекен пристегивается, скорость наезда - 35 миль в час.

Расширяются возможности систем управления средствами безопасности: ступенчатый поджиг пиропатронов, различные пороги срабатывания и т.д:

- система управления определяет, используются ли ремни безопасности. Порог срабатывания пиротехнических средств для пристегнутых пассажиров установлен выше, чем для непристегнутых;

- в зависимости от веса пассажира, определяемого датчиками в сиденье, ЭБУ включит оба пиропатрона для массивного человека или только один для пассажира средней комплекции. Контролируется положение головы и торса человека по отношению к рулевой колонке и панелям салона с помощью ультразвуковых датчиков (Jaguar, серия 2001 XK), в зависимости от этого и силы удара управляются воздушные мешки, имеющие три режима

работы: не включение, включение одного пиропатрона, включение двух пиропатронов.

Возможно появление следующих средств безопасности пассажиров:

- реверсивное натяжение ремней безопасности;
- изменяемая структура автомобиля при ударе – упрочение продольных элементов, удлинение бамперов. Раннее обнаружение препятствий делает это возможным. Цель – смягчение удара, поглощение его энергии, уменьшение динамических нагрузок на пассажиров;
- системы защиты пешеходов и велосипедистов;
- воздушные мешки на мотоциклах.

8.6. Навигационные системы автомобилей

В последнее время в Узбекистане наблюдается рост спроса на системы, объединяющие современные навигационные системы с системами мобильной связи для решения различных прикладных задач. Ярким примером такой интеграции являются системы управления транспортным парком предприятия с возможностью организации связи с подвижными единицами и автоматическим отслеживанием, и отображением их текущих координат в пространстве. В развитых зарубежных странах системы определения местоположения (ОМП) активно используются для контроля за местоположением и состоянием автотранспорта специального назначения: патрульных автомобилей полиции, карет скорой помощи, автомобилей служб инкассации и т.д. В Узбекистана также есть небольшой опыт эксплуатации комплексов автоматизированного слежения у некоторых банков и служб МЧС.

Создание и использование таких систем немыслимо без надежных средств связи диспетчера с транспортным средством (ТС) и постоянного контроля за его движением. Средства УКВ-радиосвязи действуют лишь на очень небольших расстояниях (десятки километров). В спутниковых системах связь с ТС осуществляется непосредственно через спутник, поэтому зона связи чрезвычайно широка. Связь с ТС и наблюдение за его движением

осуществляются непосредственно в офисе транспортной компании или в диспетчерской службе АТП.

К современным средствам координатно-временного определения различных объектов, в том числе ТС, относятся системы спутникового позиционирования. *Спутниковое позиционирование* – метод определения координат объекта в трехмерном пространстве с использованием спутниковых систем. Особенно важной особенностью данных систем является их интеграция с геоинформационными системами (ГИС).

Автомобиль, оснащенный таким приемником, перемещаясь по местности, автоматически фиксирует свои координаты. Может быть осуществлен ввод дополнительной информации. Данные накапливаются в цифровом виде в соответствующих форматах и могут быть выведены на экран в целях визуализации и контроля.

8.7. Круиз-контроль

Устройства поддержания заданной скорости автомобиля (круиз- контроль) появились в середине 60-х годов для уменьшения утомляемости водителя в длительных поездках. Они позволяют водителю ехать с постоянной скоростью, не касаясь педали акселератора.

Выделяют адаптивный и неадаптивный круиз-контроль.

Устройство неадаптивного круиз-контроля состоит из трех основных систем:

- панель управления. Размещается обычно на руле или рулевой колонке. Содержит кнопки включения (ON/OFF) и управления скоростью (SET) и (RESUME);

- исполнительный механизм, управляющий положением дроссельной заслонки по командам ЭБУ (электронного блока управления) круиз- контроля. Исполнительный механизм выполняется на основе электродвигателя постоянного тока с постоянным магнитом или вакуумного регулятора;

- ЭБУ круиз-контроля - это контроллер, получающий сигналы от панели управления и различных датчиков для определения режима движения автомобиля. ЭБУ управляет

положением дроссельной заслонки так, чтобы скорость движения соответствовала заданной.

Современные устройства круиз-контроля обычно имеют следующие характеристики:

- точность стабилизации скорости автомобиля $\pm 0,5 \dots \pm 1,0$ км/час;
- высокая надежность;
- адаптация под водителя, скорость реакции системы может быть изменена согласно предпочтениям водителя в пределах конструктивных ограничений.

Через последовательный интерфейс осуществляется обновление программного обеспечения под конкретный автомобиль.

Система начинает работать, когда скорость автомобиля превышает 25 миль в час и нажата кнопка ON на панели управления. Когда автомобиль достигает желаемой скорости, водитель нажимает кнопку SET, значение скорости записывается в память ЭБУ круиз-контроля. Теперь можно убрать ногу с педали акселератора. Управляя исполнительным механизмом, ЭБУ регулирует положение дроссельной заслонки, поддерживая скорость автомобиля постоянной, реагируя соответствующим образом на наличие ветра и дорожный рельеф. Если водитель желает увеличить скорость крейсирования, следует нажать кнопку SET и удерживать ее, пока плавно не будет достигнута желаемая скорость. Компьютер запомнит скорость на момент отпускания кнопки. При обгоне водитель может нажимать педаль акселератора обычным образом, после отпускания педали восстановится скорость, поддерживаемая спидостатом.

При нажатии на тормозную педаль контроллер отключает стабилизацию скорости автомобиля. Для восстановления прежнего режима работы круиз-контроля следует нажать кнопку RESUME (RES).

8.8. Система предупреждения сна за рулем

Статистика показывает, что водители, уснувшие за рулем, виновны лишь в 3% случаев от общего числа дорожных происшествий, но 50% этих происшествий заканчиваются летальным

исходом. Система предупреждения сна за рулем строит свою работу на различении стилей вождения дремлющего и бодрствующего водителя. Бодрствующий водитель постоянно корректирует движение автомобиля небольшими поворотами руля. У дремлющего водителя стиль езды иной: отсутствие активности несколько секунд, затем внезапный резкий поворот вправо или влево. Бортовой компьютер постоянно контролирует действия водителя и если стиль вождения начинает совпадать со стилем дремлющего человека, издается предупреждающий сигнал.

8.9. Системы парковки автомобиля

Устройство, позволяющее точно осуществлять парковку, заезжать в гараж или осуществлять иные маневры при езде в стесненных условиях не рискуя ударить машину. Системы получили разные обозначения: APS (Acoustic Parking System).

В задний и передний бамперы монтируются по два специальных датчика, которые излучают и принимают ультразвуковые волны и с точностью до сантиметра определяют расстояние до близко расположенных препятствий. При возникновении опасной близости к ним в автомобиле срабатывает звуковой и световой индикатор. Устройство имеет возможность отключения по желанию водителя.

8.10. Системы расширения зоны видимости водителя

Эти системы позволяют увеличивать видимость, как впереди автомобиля, так и сбоку и сзади.

Одна из таких систем – PMD (Photonic Mixer Devices, разработчик AU- DI), система способна формировать трёхмерное изображение сцены перед транспортным средством.

В основе технологии – источник модулированного инфракрасного излучения и датчик (он размещён позади ветрового стекла на уровне зеркала заднего вида), сделанный из новых фоточувствительных полупроводниковых элементов, известных как «Фотонные смешивающие устройства» (Photonic Mixer Devices, PMD). Эти устройства способны обрабатывать сигналы,

возвращённые от множества точек предмета одновременно. По строению они похожи на обычные приборы с зарядовой связью (так называемые ПЗС- матрицы), используемые в видео- и фотокамерах, но способны «чувствовать» расстояние, как обычные матрицы ощущают яркость, передавая его как уровни серого. Они используют различия во времени, которое требуется лучам, чтобы вернуться от различных объектов сцены к каждому из чувствительных элементов матрицы PMD.

Для вычисления объёмного изображения система сравнивает сигнал от каждого пикселя матрицы с опорным модулированным сигналом, поставляемым схемой излучателя.

Поле зрения датчика по горизонтали составляет 32 градуса, а по вертикали – 8 градусов. Частота сканирования сцены - 200 герц, так что эта электроника способна уловить быстрые события.

Также известны системы на основе радаров. Но они, к примеру, хорошо отслеживают приближение к препятствию, и, в то же время, не способны фиксировать размеры объектов по горизонтали и вертикали. И широкий диапазон, и высокое разрешение системы PMD могут пригодиться в различных автомобильных устройствах, которые можно создать на базе нового типа машинного зрения.

Это и система предотвращения столкновений при смене ряда, и активный круиз-контроль, способный удерживать машину в транспортном потоке, и системы помощи при парковке (тем более, что подобные датчики можно поставить «по кругу», обеспечивая полный обзор обстановки), и системы, увеличивающие безопасность движения в условиях плохой видимости. Технология PMD также имеет потенциал, чтобы увеличить безопасность пешеходов. Способность чувствовать форму предметов, позволяет электронике отличать людей от машин и включать систему торможения, если водитель не отреагировал вовремя на появление пешехода.

Компания Volvo внедряет, систему BLIS, предупреждающую водителя о нахождении машин или мотоциклов в опасной зоне - справа и слева непосредственно позади автомобиля. Система BLIS состоит из видеокамер, делающих по 25 кадров в секунду, установленных на наружных зеркалах заднего вида и компьютера, который распознаёт попадание объектов в эти зоны, размером 3 x 9,5 метров каждая. В случае опасного сближения система зажигает

жёлтый светодиод в салоне - рядом с правым или левым зеркалом соответственно. Комплекс отслеживает машины, которые идут на обгон, а также реагирует на те машины, которые, наоборот, движутся медленнее, например, попадающие в зону ответственности при перестроениях. Камеры активируются на скорости больше 10 километров в час.

Израильская компания MobilEye разработала такой систему EyeQ [28]. Она предназначена для анализа изображений, снятых с видеокамер, закреплённых на автомобиле. Заметим, ранее уже появлялись системы безопасности, основанные на видеокамерах (например, для слежения за дорожной разметкой), но они были узкоспециализированными и ограниченными. Фирма разработала достаточно универсальную систему распознавания видеоинформации, способную предостеречь водителя при многих опасных ситуациях, неважно идёт ли речь о происходящем спереди машины или сзади, а также – задействовать тормоза, если положение станет критическим.

8.11. Автомобильные охранные системы

Автомобильная охранная система – одно или совокупность нескольких технических средств: сигнализации, блокираторов, иммобилизатора и системы местоопределения подвижных объектов, предназначенных для предотвращения угона, несанкционированного доступа в автомобиль, а также порчи его элементов.

Автосигнализация – устройство, предназначенное для предотвращения угона, несанкционированного запуска двигателя, а также выдачи предупреждающих и оповещающих сигналов при попытке взлома автомобиля вторжения в него.

По конструктивному исполнению автосигнализации делятся на два типа: компактные и модульные. Сигнализации в компактном исполнении представляют моноблок, содержащий почти все элементы системы: электронные узлы, сирену, датчики²⁶. В настоящее время этот тип сигнализации мало распространен. Модульная сигнализация состоит из отдельных частей: центрального блока,

²⁶ Андрианов В.И. Автомобильные охранные системы: Справочное пособие / В.И. Андрианов, А.В. Соколов – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург: Арлит, 2000. – 272 с.

сирены и внешних датчиков. Этот тип сигнализаций, как правило, оборудуются дополнительными датчиками и исполнительными устройствами: центральный замок, замок багажника, стеклоподъемники и т. п.

По исполнению печатной платы различают сигнализации на базе «традиционного печатного монтажа» и на основе поверхностного автоматизированного монтажа (технология SMD), для которой используются микросхемы планарного типа и бескорпусные пассивные элементы. Данная технология значительно повышает помехоустойчивость схем, особенно высокочастотных, а также надежность элементной базы, следовательно, автосигнализации в целом.

Все новые модели автосигнализаций должны проходить комплексные испытания для получения международного сертификата соответствия стандартам качества сборочного производства ISO серии 9000, выдаваемые независимыми центрами Европы и США.

Выделяют шесть режимов работы автосигнализаций:

- «охрана» – активное состояние сигнализации с включенными охранными и защитными функциями;

- «служебный» (Valet) – режим временного отключения охранных функций с сохранением сервисных, применяется при техническом обслуживании автомобиля;

- «паника» – режим работы сигнализации с включенным сигналом тревоги, для предупреждения или отпугивания посторонних объектов;

- «тревога» – режим работы с включенными охранными и защитными функциями и сигналом тревоги, при срабатывании одного или нескольких датчиков;

- «защита от нападения» (Anti-Hi-Jack) – режим работы сигнализации, характеризующийся периодическим включением охранных и защитных

функций и формирование сигнала тревоги, включается как правило брел-ком;

- «антиграбление» – режим аналогичен Anti-Hi-Jack с тем отличием, что включается заблаговременно.

Автомобильные охранные сигнализации используют множество датчиков – от самых простых (контактных) до сложных, представляющих собой практически самостоятельные интеллектуальные электронные устройства (объемные датчики).

Контактные датчики, как правило, используют все сигнализации. Эти датчики предназначены для защиты дверей автомобиля, капота и багажника.

В качестве таких датчиков обычно используются кнопочные выключатели (как правило, штатные дверные).

Датчик битого стекла реагирует на характерный звук разбитого стекла. Это датчик микрофонного типа и может быть одноуровневым или двухуровневым. Срабатывание такого датчика в большой степени зависит от типа стекла, его толщины и расположения микрофона. Одноуровневый датчик реагирует только на характерный звук разбиваемого стекла. Двухуровневый – регистрирует звук удара по стеклу и собственно звон разбиваемого стекла.

Датчик удара (вибрации) (*Shock Sensor*), как правило, поставляется в базовом комплекте автосигнализации. Он представляет собой устройство, регистрирующее вибрацию и удары по корпусу автомобиля. Если амплитуда вибраций превышает заданную величину, срабатывает сигнализация. Датчик работает на основе пьезоэффекта или электромагнитной индукции, когда постоянный магнит перемещается вдоль обмотки катушки и, тем самым, создает в ней переменный ток. В отечественной и зарубежной литературе в зависимости от технической реализации такой датчик называют электромагнитным, магниторезонансным или датчиком Piezosensor.

К данному классу относится и лазерный датчик, принцип работы которого заключается в смещении чувствительного элемента фотоприемника относительно узкого луча полупроводникового светодиода при вибрациях и ударах по кузову автомобиля.

Датчик удара имеет высокий уровень ложных срабатываний из-за внешних помех (ветра, проезжающего транспорта и т. п.). Серьезным недостатком датчика удара является низкая чувствительность к плавным покачиваниям автомобиля.

Датчик наклона состоит из двух магнитов и катушки. Один магнит закреплен неподвижно у основания катушки, а второй подвешен магнитном поле первого. При наклоне корпуса датчика второй магнит смещается относительно первого, что приводит к изменению магнитного поля, в котором находится катушка. В обмотке катушки наводится электродвижущая сила, которая усиливается и является информационным сигналом датчика.

Датчик падения напряжения в режиме охраны контролирует напряжение бортовой сети автомобиля. При возникновении бросков напряжения, вызванных, например, открыванием дверей автомобиля, датчик выдает соответствующий сигнал в блок управления сигнализации. Датчик такого типа встраивается в центральный блок и входит в состав базового комплекта большинства сигнализаций.

Токовый датчик работает аналогично датчику падения напряжения. Однако в режиме охраны он регистрирует скачок тока, возникающий при подключении дополнительной нагрузки к источнику питания (например, при открывании двери автомобиля).

Использование **датчика обрыва питания** в автосигнализациях считается традиционным. При обрыве цепи питания сигнализации (отсоединении клемм аккумуляторной батареи) датчик срабатывает и включает сирену с автономным питанием, если она подключена к сигнализации.

Датчик движения часто называют Proximity Sensor, поскольку он срабатывает при попадании объекта, излучающего тепло, например человека, в зону охраны датчика. Proximity Sensor обычно имеет одну зону чувствительности (90–110°) и устойчив к ложным срабатываниям. Недостаток самых простых и дешевых датчиков заключается в том, что они срабатывают при определенной скорости изменения теплового потока. Например, из-за прогрева солнцем салона автомобиля датчик может сработать.

Более совершенные датчики лишены этого недостатка. Их надежность и стойкость к тепловым помехам обеспечивается многоканальными головками и сложной электронной обработкой сигнала в самом датчике. В простых моделях обработка сигналов осуществляется аналоговыми методами, а в более сложных — цифровыми, например, с помощью встроенного процессора.

Объемные датчики относятся к наиболее чувствительным системам охраны салона автомобиля. Они регистрируют любое перемещение в закрытом пространстве салона. Поэтому во многих сигнализациях предусмотрен режим дистанционного отключения датчика при помощи брелка. К объемным датчикам относятся:

- ультразвуковой;
- микроволновый;
- инфракрасный;
- изменения объема.

Ультразвуковой датчик (Ultrasonic) предназначен для обнаружения перемещений в салоне автомобиля. Действие его основано на интерференции ультразвуковых колебаний. В состав датчика входят излучатель ультразвуковой частоты и приемник, которые разнесены в салоне автомобиля. При закрытых окнах и дверях пространство, контролируемое датчиком, ограничено салоном автомобиля, и в точке расположения приемника формируется устойчивая интерференционная картина. При проникновении какого-либо объекта в салон устойчивость интерференционной картины нарушается и формируется сигнал тревоги. К основному недостатку ультразвукового датчика можно отнести ложные срабатывания при возникновении конвекционных потоков воздуха в системе отопления автомобиля.

Микроволновый датчик предназначен для обнаружения движения внутри салона и вблизи автомобиля. Поэтому его еще называют двухзоновым датчиком. Первая зона охраны находится за пределами автомобиля, а вторая – собственно салон. Принцип действия датчика основан на регистрации изменений интерференционной картины радиоволн сантиметрового диапазона.

Инфракрасный датчик (Infrasonic) также, как и ультразвуковой охраняет только салон автомобиля. Его действие основано на регистрации изменения интерференционной картины волн инфракрасного диапазона. Этот датчик способен контролировать закрытые помещения большого объема, поэтому рекомендуется для установки в салонах микроавтобусов, фургонов и т. п. Основной недостаток – большой потребляемый ток по сравнению с другими объемными датчиками.

Датчик изменения объема предназначен для регистрации изменения давления воздуха в салоне автомобиля, возникающего, например, при открывании двери либо стекла автомобиля. Этот датчик имеет очень высокую чувствительность и в связи с этим, возможны его ложные срабатывания, особенно при остывании салона автомобиля в зимний период. В автосигнализациях применяется крайне редко.

Исполнительными устройствами автосигнализаций являются: центральный замок (электроприводы замков дверей), электромагнитные клапаны для блокировки топливной или воздушных магистралей ДВС, внешние реле блокировки цепей, электромеханические замки капота и багажника.

Внешнюю световую сигнализацию выполняют фары автомобиля. Для звуковой сигнализации как правило используют сирены и крайне редко штатный звуковой сигнал.

Сирены могут быть с автономным питанием и с питанием от АКБ автомобиля. Особое внимание уделяется звуковым и механическим параметрам сирен.

В качестве индикаторов режимов работы обычно применяют светодиоды, устанавливаемые внутри салона.

Важным элементом автосигнализации является дистанционный ключ – брелок. Большинство конструкций используют радиоключ, с "плавающим" кодированным кодом. Реже применяют электронный кодовый ключ- транспондер бесконтактного типа, конструктивно оформленный в виде брелка или пластиковой карточки.

Производители применяют современную на сегодняшний день технологию кодирования DID (динамический идентификационный диалог). Технология DID применяется в метках-транспондерах, благодаря которым автомобильная охранная система распознает владельца. В основе этой технологии лежит диалоговое распознавание динамического кода. В соответствии с ней противоугонная система идентифицирует метку в процессе диалога, состоящего из нескольких информационных посылок.

Для начала метка должна получить сообщение о том, что она находится в зоне видимости системы. Следующий шаг – отзыв метки собственным кодом. После его получения система выдает случайное

число, которое метка принимает, преобразует согласно заложенному в нее нелинейному алгоритму и передает обратно. Система параллельно проводит такое же преобразование, и при совпадении чисел – собственного и полученного от метки – автомобиль снимается с охраны. Основным отличием нового динамического кода от обычного является то, что с него невозможно сделать «электронный слепок», так как код самой метки является лишь одним из элементов распознавания. На каждом этапе диалога верным признается лишь один-единственный код. Рассинхронизация метки с охранной системой невозможна. Это означает, что нельзя перехватить код, а через какое-то время предъявить его системе.

ПРИЛОЖЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- AB** – AirBag (Англ.) - Подушка безопасности,
ABC – Active Body Control (Англ.) – Активная система управления подвеской,
ABS – Anti-Blocking System (Англ.) – Анти-Блокировочная система,
ACC – Adaptive cruise control (Англ.) – Система адаптивного круиз-контроля,
AFS – Active Front Steering, **ESAS** – Electric Steer Assisted Steering – (Англ.) – Активное рулевое управление,
ASR – Antriebs-Schlupf-Regelung (Нем.), **TCS** – Traction Control System (Англ.) – Антипробуксовочная система,
AVL – Automatic Vehicle Location system (Англ.)- Системы автоматического (автоматизированного) определения местоположения транспортного средств,
BAS, BA – Brake Assist System, PA, PABS (Англ.) – Ассистент при торможении,
CAN – Controller Area Network (Англ.) – Информационная сеть контроллеров автомобиля,
CCM – component monitor – (Англ.) – Мониторы компонентов бортового диагностирования двигателя,
CDC – Continuous Damping Control (Англ.) – Пневматическая подвеска с непрерывным регулированием,
CPU – Central Processing Unit – (Англ.) – Электронный Блок Управления,
CRS – Common Rail System – (Англ.) – Аккумуляторная топливная система типа
CVT – Continous Variable Transmission (Англ.) – Бесступенчато варьируемая трансмиссия,
DBC – Dynamic Brake Control (Англ.) – Система динамического контроля за торможением
DE – Diagnostic Executive (Англ.) – Исполнитель диагностики бортового диагностирования двигателя,

DI – Direct Injection (Англ.) – Непосредственный впрыск, впрыск топлива непосредственно в камеру сгорания

DLC – Data Link Connector (Англ.) – Диагностический разъем

DSC – Dynamic System Control, **VDC** – Vehicle Dynamic Control (Англ.) – Системы динамической стабилизации движения автомобиля,

Dynamic Drive (Англ.) – Система управления стабилизаторами поперечной устойчивости

EBD – Electronic brake distribution (Англ.), **EBV** – Elektronen Bremse Variation (Нем.) – Электронная система распределения тормозных сил,

EBS (Англ.) – Электронно-пневматическая тормозная система (грузового автомобиля),

ECU – Electronic Control Unit, (Англ.) – Электронный Блок Управления,

EDC, EDS – Electronic Diesel Control (Англ.) – Электронное управление дизелем,

EDS – Elektronen Differential System (Англ.) – Система электронного дифференциала,

EHB – Electronic hydraulic Braking (Англ.) – электрогидравлическая тормозная система,

EGR – Exhaust Gas Recirculation (Англ.) – Система рециркуляции отработавших газов,

EMB – Electromechanical Braking (Англ.) – Электромеханическая тормозная система,

EMM – emission monitor – (Англ.) – Мониторы выбросов бортового диагностирования двигателя,

EOBD – European On Board Diagnostic – (Англ.) – Европейская система бортового диагностирования,

EPA – (Environmental Protection Agency (Англ.) – агентство по защите окружающей среды при правительстве США,

EPAS – Electric Power Assisted Steering (Англ.) – Рулевое управление с электроусилителем,

EPB – Electronic Pressure Braking (Англ.) – Электropневматическая тормозная система,

EPS – Electrical Power Steering, **MDPS** – Motor Driver Power Steering – (Англ.) – Рулевое управление с электроусилителем,

ESP, VDC, VSC, DSC – Electronic stability programme) (Англ.) – Программа электронной стабилизации движения автомобиля,

ETCS, ETC – Electronic throttle control system (Англ.) – Электронная система управления положением дроссельной заслонки,

Freeze frame record (Англ.) – Кадр параметров системы управления двигателя,

FSI – Fuel Stratified Injection (Англ.) – Послойный впрыск топлива,

GDI – Gasoline direct injection (Англ.) – Непосредственный впрыск бензина,

GPS – Global Positioning Satellite (Англ.) – Система глобального позиционирования,

HAH – Handbrake with Automatic Hold (Англ.) – Стояночный тормоз с автоматической функцией,

HUD – Head Up Display (Англ.) – Отображение информации на лобовом стекле

IC – integrated circuit (Англ.) – Интегральная микросхема,

ITS – Intelligent Transportation System (Англ.) – Интеллектуальная транспортная система,

ITS – Integrated Tubular Sidebag (Англ.) – Система встроенных боковых подушек-труб безопасности,

K-Line (Англ.) – Двухнаправленная линия связи между диагностическим прибором и электронной системой диагностируемого автомобиля (по ISO-9141),

LIN – (Local Interconnect Network) (Англ.) – Локальная информационная сеть контроллеров автомобиля,

LH-Jetronic – Elektr. Einspritzsystem mit Hitzdraht-Luftmassenmesser (Нем.) – Электронная система управления впрыском с датчиком массового расхода воздуха,

MED – Motronic (Нем.) – Микропроцессорная система управления зажиганием и непосредственным впрыском топлива в цилиндры,

MIL – Malfunction Indicator Lamp (Англ.) – Индикатор неисправности,

OBD – OnBoard Diagnostic (Англ.) – Бортовое диагностирование,

PMD – Photonic Mixer Devices (Англ.) – Фотометрическая система расширения зоны видимости водителя,

PRS – Programmed Restraint System (Англ.) – Программированная система защиты,

SAE – Society of Automotive Engineers (Англ.) – Международное общество автомобильных инженеров,

SBC – Sensotronic Brake Control, **EBS** – Electronic Braking System (Англ.) – Электронная тормозная система,

SGI – Sequential Gas Injection, **GSI**-Gaseous Sequential Injection - (Англ.) – Системы распределенного впрыска газообразного топлива,

SH-AWD – Super Handling All-Wheel Drive system (Англ.) – Полноприводная система с продвинутой управляемостью,

SIPS – Side Impact Protection System - Система защиты от бокового удара,

SRS – Supplementary Restraint System (Англ.) – Система подушек и ремней безопасности,

Steptronic, SensoDrive (Англ.)- Механические коробки передач с электронным управлением,

VAG – Volkswagen Audi Group (Англ.) – Группа производителей Ауди, Фольцваген,

VTEC – Variable Valve Timing and Lift Electronic Control (Англ.) – Электронное управление изменяемыми фазой и подъемом клапанов,

VVA – Variable Valve Actuation – (Англ.) – Варьируемое управление клапанами двигателя,

VVT-i – Valve variable timing-intelligent (Англ.) – Системы изменяемых фаз газораспределения,

АКБ (Рус.) – Аккумуляторная батарея,

АКП (Рус.) – Автоматическая коробка передач,

АМК, БК (Рус.) – Автомобильный маршрутный компьютер,

АЦП (Рус.) – Аналого-цифровой преобразователь,

БСК (Рус.) – Бортовая система контроля,

БТСЗ (Рус.) – Бесконтактная транзисторная система зажигания,

ДВС (Рус.) - Двигатель внутреннего сгорания,

ДД (Рус.) – Датчик детонации,

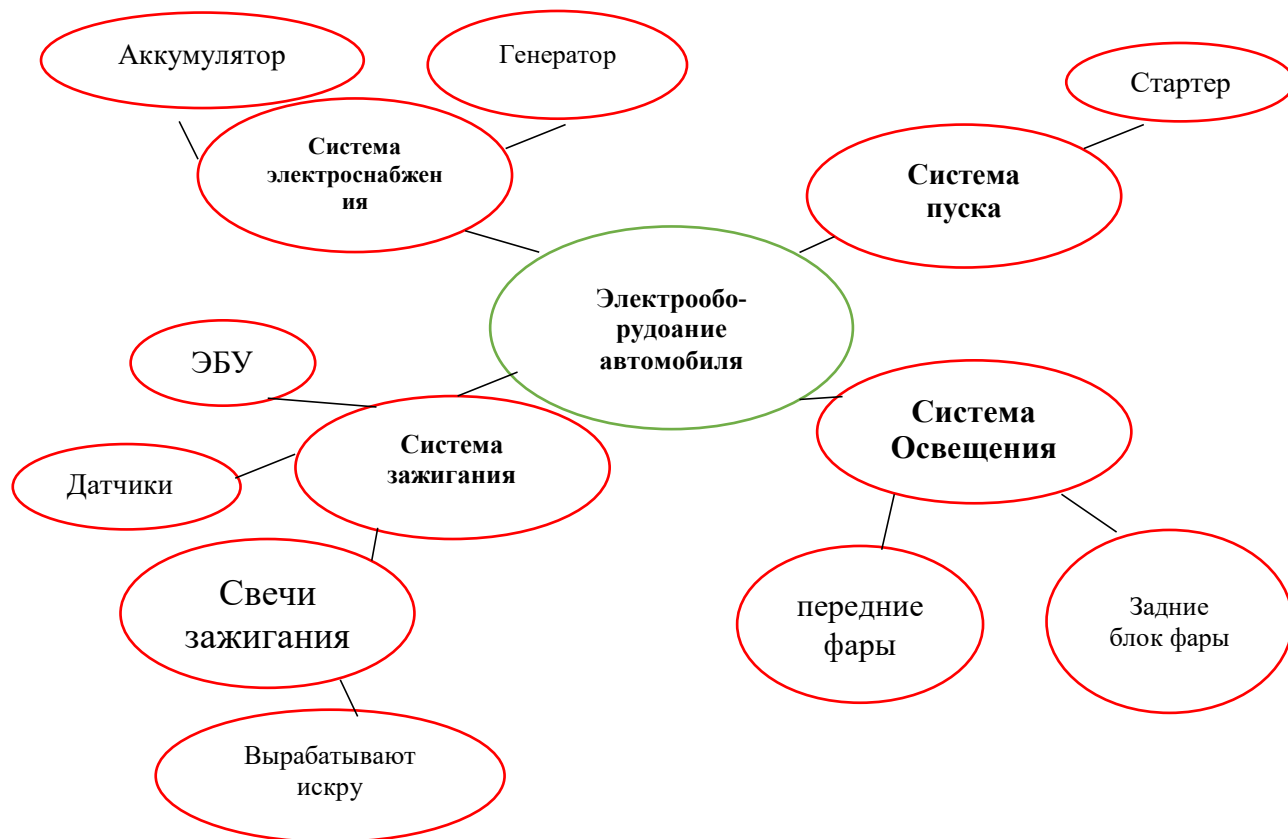
ДКК, ДК (Рус.) – Датчик концентрации кислорода,
ДМРВ (Рус.) – Датчик массового расхода воздуха,
ДПДЗ (Рус.) – Датчик положения дроссельной заслонки,
ДПКВ (Рус.) – Датчик положения коленчатого вала,
ДС (Рус.) – Датчик скорости,
ДТВ (Рус.) – Датчик температуры воздуха на впуске,
ДТОЖ (Рус.) – Датчик температуры охлаждающей жидкости,
ИС (Рус.) - Интегральные микросхемы,
ИСАД (Рус.) – Интегрированный Стартер-Альтернатор
 (Генератор) - Демпфер),
КИП (Рус.) – Контрольно-измерительная панель приборов,
КОРЗ (Рус.) – Комплекс оперативного розыска и задержания,
МП (Рус.) – Микропроцессор,
МСЗ, МПСЗ (Рус.) – Микропроцессорная система зажигания,
МСУД (Рус.) – Микропроцессорная система управления
 двигателем,
ОЗУ (Рус.) – Оперативное запоминающее устройство,
ОМП (Рус.) – Определении местоположения,
ПЗУ (Рус.) – Постоянное запоминающее устройство,
РДВ (Рус.) – Регулятор добавочного воздуха,
РН (Рус.) – Регулятор напряжения,
РХХ (Рус.) - Регулятор холостого хода,
ТВ-смесь (Рус.) – Топливновоздушная смесь,
ТНВД (Рус.) – Топливный насос высокого давления,
ЭБН (Рус.) – Электробензонасос,
ЭБУ (Рус.) – Электронный блок управления,
ЭСАУ-Д (Рус.) – Электронная система автоматического
 управления двигателем,
ЭСЗ (Рус.) – Электронная система зажигания,
ЭСУД (Рус.) – Электронная система управления двигателем.

МЕТОДЫ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИ ОБУЧЕНИИ

Метод «Кластер»

<i>Немного теории</i>	<i>Кластер — это графическая форма организации информации, когда выделяются основные смысловые единицы, которые фиксируются в виде схемы с обозначением всех связей между ними. Он представляет собой изображение, способствующее систематизации и обобщению учебного материала.</i> Современная система образования ориентирована на формирование у учеников самостоятельного мышления. Критическое мышление является педагогической технологией, стимулирующей интеллектуальное развитие учащихся. Кластер — один из его методов (приемов).
------------------------------	---

Пример применения метода



Метод мозгового штурма.

Немного теории	Метод мозгового штурма (<i>мозговой штурм, мозговая атака, англ. brainstorming</i>) - это такой процесс решения возникшей проблемы, когда участники обсуждения предлагают как можно больше самых разных вариантов решения, из которых потом выбираются наиболее удачные. Согласно статистике, продуктивными оказываются всего 10-15% высказанных идей Проведение мозгового штурма может дать хороший эффект, если возникают проблемы, которые не имеют однозначного решения или требуют нетрадиционного подхода, а также когда требуется быстро найти выход из критической ситуации или получить много идей за ограниченное время. Но при этом нельзя забывать о том, что в ходе мозгового штурма поиск идей случаен, и нет гарантии, что будет найдена та, которая действительно необходима в данном случае. Поэтому, соглашаясь с тем, что мозговой штурм является незаменимым генератором идей, нельзя исключать другие пути поиска решений.
----------------	---

Пример применения метода

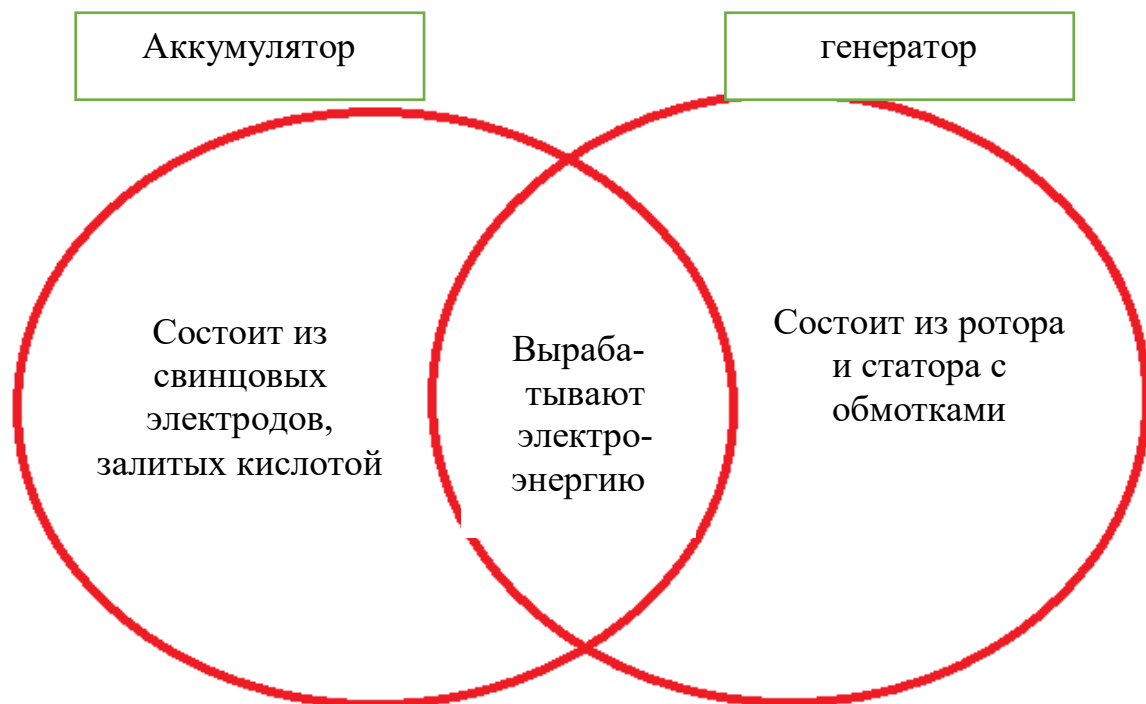
Метод может применяться для введения в новую тему. Применяется для оценки знаний студентов по теме. Происходит генерация идей для решения той или иной проблемы

Например. Диагностика системы зажигания автомобиля.

Метод Диаграмма Венна

Немного теории	Диаграмма Венна – один из видов графических организаторов, позволяющий провести анализ и синтез при рассмотрении двух и более предметов, (явлений, фактов, понятий). Строится на двух и более пересекающихся кругах. Цель: формирование умений и навыков выявления различных и общих черт при сопоставлении двух или более явлений, понятий.
----------------	---

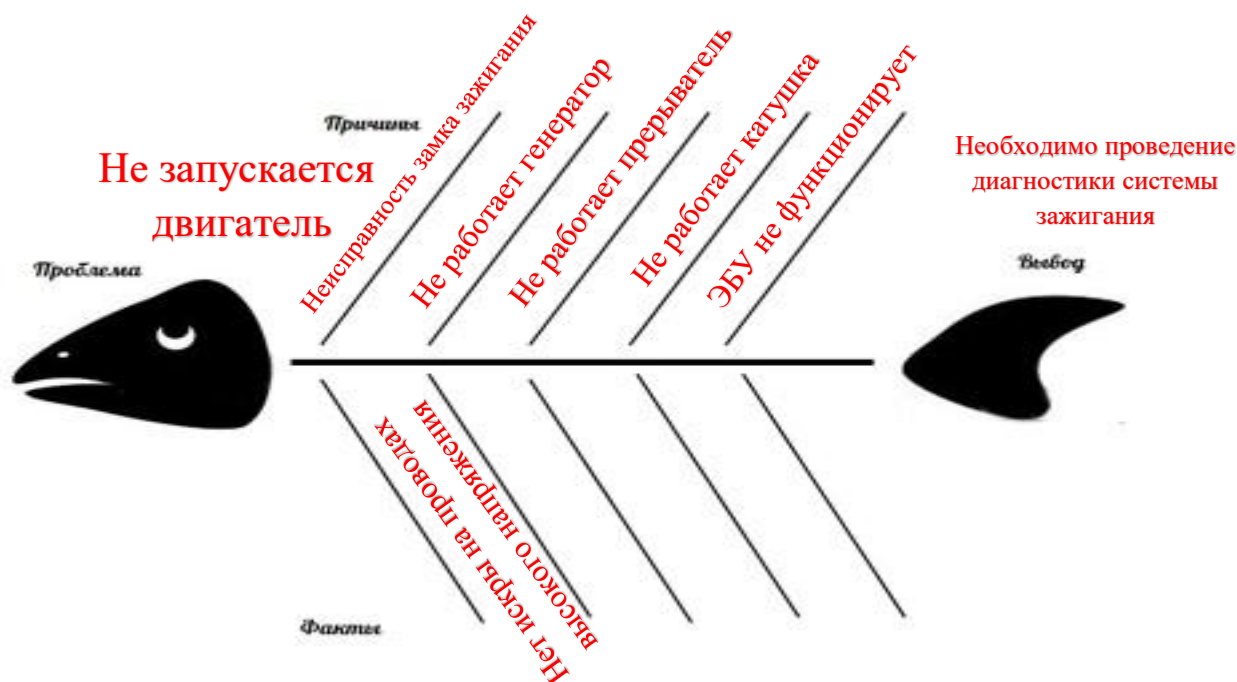
Пример применения метода



Интерактивный метод скелет рыбы.

<i>Немного теории</i>	Метод «Скелет Рыбы» – упрощённое название метода японского учёного Каору Исикавы. Эта графическая техника представления информации позволяет образно продемонстрировать ход анализа какого-либо явления через выделение проблемы, выяснение её причин и подтверждающих фактов и формулировку вывода по вопросу. В процессе составления «рыбьего скелета» ученики: - учатся работать в группе или парах; - визуализируют причинно-следственные связи; - ранжируют различные факторы по их значимости; - развивают способность критически мыслить; - обучаются давать оценку явлениям действительности. Схема «рыбьего скелета» позволяет подбирать подходящее решение для любой проблемной ситуации, генерируя новые идеи, направленные на ускорение и облегчение процесса мышления. Особенно полезно пользоваться приёмом во время «мозгового штурма», чтобы дети учились быстро и чётко формулировать мысли.
------------------------------	---

Пример применения метода



Интерактивный метод КЕЙС.

<i>Немного теории</i>	Кейс (от англ. case) – это описание конкретной ситуации или случая в какой-либо сфере. Как правило, кейс содержит не просто описание, но и некую проблему или противоречие и строится на реальных фактах. Соответственно, решить кейс – это значит проанализировать предложенную ситуацию и найти оптимальное решение. Врач решает кейсы каждый раз, когда ставит пациенту диагноз и назначает лечение. Юрист решает кейс, разбираясь в перипетиях дела и предлагая клиенту наилучший выход. Менеджер решает кейсы на всех этапах бизнес-процесса: какой продукт запустить, где его продавать, как привлечь покупателей, каких поставщиков и партнеров выбрать. Сравнительно недавно началось активное использование кейс-технологии в образовании и сейчас этот подход стал одной из самых эффективных технологий обучения. В чем преимущества кейс-метода по сравнению с традиционными методами обучения? Назовем три самых главных: Практическая направленность. Кейс-метод позволяет применить теоретические знания к решению практических
------------------------------	--

	задач. Такой подход компенсирует исключительно академическое образование и дает более широкое представление о бизнесе и процессах, нежели лекции в вузе или практика на узком участке работ. Интерактивный формат. Кейс-метод обеспечивает более эффективное усвоение материала за счет высокой эмоциональной вовлеченности и активного участия обучаемых. Участники погружаются в ситуацию с головой: у кейса есть главный герой, на место которого ставит себя команда и решает проблему от его лица. Акцент при обучении делается не на овладение готовым знанием, а на его выработку. Конкретные навыки. Кейс-метод позволяет совершенствовать «мягкие навыки» (soft skills), которым не учат в университете, но которые оказываются крайне необходимы в реальном рабочем процессе.
--	--

Пример применения метода

Ситуация *Аккумуляторная батарея не функционирует.*

Состояние?

Причины отказа?

Методы диагностики

Методы устранения неисправности

Установка

Проверка работы.

Интерактивный метод ИНСЕРТ

<i>Немного теории</i>	<i>Инсерт — один из приемов технологии развития критического мышления.</i> Название приема представляет собой аббревиатуру: I – interactive (интерактивная). N – noting (познавательная). S – system for (система). E – effective (для эффективного). R – reading (чтения). T – thinking (и размышления). Перевод несколько вольный, но передает суть метода. Итак, инсерт — это прием технологии развития критического мышления через чтение и письмо.
-----------------------	---

Заполняется таблица

V	+	—	?
Здесь тезисно записываются термины и понятия, встречающиеся в тексте, которые уже были известны.	Отмечается все новое, что стало известно из текста	Отмечаются противоречия. То есть, ученик отмечает то, что идет вразрез с его знаниями и убеждениями.	Перечисляются непонятные моменты, те, что требуют уточнения или вопросы, возникшие по мере прочтения текста.

Пример применения метода

V	+	—	?
Системы электронного управления автомобиля	Управление впрыском топлива и зажиганием бензинового двигателя	Системы Motronic	Датчики ЭБУ Октан корректор

Рефлексия. На данном этапе обсуждаются записи, внесенные в таблицу. Идет анализ того, как накапливаются знания. Путь от старого к новому становится более наглядным и понятным.

Интерактивный метод «МЕТОД ПРОЕКТОВ»

<i>Немного теории</i>	Метод проектов – это способ достижения дидактической цели через детальную разработку проблемы (технологию), которая должна завершиться вполне реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом; это совокупность приёмов, действий учащихся в их определённой последовательности для достижения поставленной задачи – решения <u>проблемы</u> , лично значимой для учащихся и оформленной в виде конечного продукта.
-----------------------	---

	Основное предназначение метода проектов состоит в предоставлении учащимся возможности самостоятельного приобретения знаний в процессе решения практических задач или проблем, требующего интеграции знаний из различных предметных областей. Если говорить о методе проектов как о педагогической технологии, то эта технология предполагает совокупность исследовательских, поисковых, проблемных методов, творческих по своей сути. Преподавателю в рамках <u>проекта</u> отводится роль разработчика, координатора, эксперта, консультанта. То есть, в основе метода проектов лежит развитие познавательных навыков учащихся, умений самостоятельно конструировать свои знания, ориентироваться в информационном пространстве, развитие <u>критического</u> и творческого мышления. Главная цель любого проекта – формирование различных ключевых <u>компетенций</u>, под которыми в современной педагогике понимаются комплексные свойства личности, включающие взаимосвязанные знания, умения, ценности, а также готовность мобилизовать их в необходимой ситуации. В процессе проектной деятельности формируются следующие компетенции: Рефлексивные умения. Поисковые (исследовательские) умения. Умения и навыки работы в сотрудничестве. Управленческие умения и навыки. Коммуникативные умения. Презентационные умения. Вот как можно начать перечень методов работы для создания проекта: Анализ информации из дополнительной литературы (энциклопедий, интернета). Синтез.
--	--

Пример применения метода

- Технология подготовки аккумуляторной батареи к эксплуатации.
- Технология установки угла опережения зажигания.
- Технология технического обслуживания системы освежения.

Метод «Ситуационная задача»

<i>Немного теории</i>	Под ситуационной задачей понимают методический прием, включающий совокупность условий, направленных на решение практически значимой ситуации с целью формирования компонентов содержания образования [5]. То есть ситуационная задача – это вид учебного задания, имитирующий ситуации, которые могут возникнуть в реальной действительности. Метод решения ситуационных задач – это: одна из интерактивных технологий, метод реализации компетентностного подхода, метод обучения на основе реальных ситуаций, метод, отличающийся практической направленностью, метод организации самостоятельной деятельности обучающихся, как аудиторной, так и внеаудиторной, методика, ориентированная на работу в проблемном поле, активный педагогический прием, используемый для обучения, метод, позволяющий интегрировать знания, полученные в процессе изучения разных дисциплин, т.е. направлен на достижение межпредметных результатов, технология, способствующая развитию компетенций обучающихся: социально-личностной(гражданской компетенции), учебно-познавательной, социокультурной и др., это средство оценки освоения компетенций.
-----------------------	--

Пример применения метода

Ситуационная задача

Автомобиль Chevrolet NEXIA

Жалобы водителя

Неравномерная работа двигателя

Осмотр

Детонация двигателя

Причины

?

Устранение неисправности

?

Метод «Причина – Факт – Следствие».

<i>Немного теории</i>	Этот приём позволяет определять причинно – следственную связь осуществлять мини-исследование. Данный приём эффективен на стадии рефлексии, так как он позволяет увидеть перспективы и предположить дальнейший ход событий, мотивирует обучающихся на дальнейшее изучение материала и выполнение домашнего задания. Для решения логической цепочки предлагается только один из её компонентов. Учащиеся подбирают к заданному факту причину (или причины) и определяют его последствия или к названной причине ищут факт и вытекающее из него следствие.
-----------------------	---

Пример применения метода

Причина	Факт	Следствие
Недостаточное освещение	Загрязненные фары	Аварийная ситуация

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Национальная программа подготовки кадров» Закон Республики Узбекистан. Ташкент, Издательство Шарқ, 1998. – 62 с.
2. «Закон о образовании» Республики Узбекистан, ЗРУ-637, 23.09.2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/docs/-5013007>.
3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «Об утверждении Положения о Министерстве транспорта Республики Узбекистан» от 19 апреля 2019 года за номером 336. [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/docs/-4300863>.
4. Указ Президента Республики Узбекистан УП № 4143 от 1 февраля 2019 года «Об организации деятельности Министерства транспорта Республики Узбекистан» [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/docs/-4194161>.
5. Указ Президента Республики Узбекистан УП-4703 от 4 мая 2020 года «О мерах по коренному совершенствованию системы подготовки кадров в транспортной отрасли» [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/docs/-4805174>.
6. Указ Президента Республики Узбекистан УП-2724 от 10 января 2017 года «О мерах по оказанию транспортных услуг населению и дальнейшему совершенствованию системы пассажирских перевозок на автобусах в городах и селах» [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/docs/-3095350>.
7. Г.Махмудов Автомобилларнинг электр ва электрон жихозлари Тошкент 2010 йил Истиқлол. 149 с
8. Автомобильный справочник / Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп.М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004.– 992 с.
9. Андрианов В.И. Автомобильные охранные системы: Справочное пособие / В.И. Андрианов, А.В. Соколов – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург: Арлит, 2000. – 272 с.
10. Богданов В.И. Электротехника и электроника в автомобиле и автомобильном хозяйстве: Учебное пособие / В.И. Богданов.– Шахты: Изд.РГУ- ЭС, 2000.– 339 с.
11. Волков В.С. Светотехническое и приборное оборудование транспортных машин: Учебное пособие / В.С. Волков. – Воронеж: Изд. Воронежской ГЛТА, 2004.– 88 с.

12. Генераторы зарубежных автомобилей / А.В. Акимов, С.В. Акимов, Л.П. Лейкин. – М.: Издательство «За рулем», 1997. – 80 с.

13. Звонкин Ю.З. Современный автомобиль и электронное управление: Учебное пособие / Ю.З. Звонкин. – Ярославль: Изд. Ярославского ГТУ, 2006. – 250 с.

14. Компьютер автомобильный маршрутный АМК-211000. Паспорт РЮ- ИБ.402253.506ПС. ОАО «Счетмаш». – Курск: ООО «Проект-2000», 2002. – 37 с.

15. Литвиненко В.В., Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник / В.В. Литвиненко, А.П. Майструк. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 176 с: ил.: табл.

16. Мельников А.А. Управление техническими объектами автомобилей и тракторов: Системы электроники и автоматики: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений / А.А. Мельников. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 376 с.

17. Микропроцессорные системы управления автомобильными двигателями внутреннего сгорания: Учеб. Пособие / Ф.И. Пинский, Р.И. Давтян, Б.Я. Черняк. – М.: Легион-Автодата, 2004. – 136 с.

18. Программа диагностическая МОТОР-ТЕСТЕР. Руководство пользователя. Самара: НПП «Новые технологические системы», 2001. – 45 с.

19. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ГАЗ 3110, 2217 / В.А. Поздяков, А.В. Щербак, О.Р. Казатор. Н.Новгород: АТИС, 2003. – 156 с.

20. Соснин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы. Учебное пособие для специалистов по ремонту автомобилей, студентов и преподавателей вузов и колледжей / Д.А. Соснин, В.Ф. Яковлев. – М.: СОЛОН- Пресс, 2005. – 240 с: ил.

21. Соснин Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей: Учебное пособие / Д.А. Соснин. – М. СОЛОН-Р, 2001. – 272 с.

22. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для ВУЗов / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов [и др.]; – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2001. – 535 с.

23. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Учебник для студ. учреждений сред. Проф. Образования / В.М. Власов, С.В.

Жанказиев, С.М. Круглов; под ред. В.М. Власова. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 480с.

24. Чижов Ю.П. Электрооборудование автомобилей: Учебник для вузов / Ю.П. Чижов, С.В. Акимов – М.: Издательство «За рулем», 2007. – 384 с.

25. Электронные системы автомобилей: Учебное пособие / Ю.З. Звонкин, А.М. Багно – Ярославль: Изд. Ярославского ГТУ, 2003. – 183с.

26. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей: Учебник для студентов вузов / В.Е. Ютт – 4-е изд. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 440 с.

27. Яковлев В.Ф. Диагностика электронных систем автомобиля. Учебное пособие / В.Ф. Яковлев. – М.: Солон-Пресс, 2003. – 272 с.

28. Behind the wheel [Electronic resource] : megaprime. zhurn., / edited by P. S. Smaller; . - Electron. Dan. – Sweden: JSC ", 2006. - access Mode: <http://www.zr.free>. - Stub from the screen. – 266 p

29. Frankfurt: AVTOWIDE, 2006. – access Mode: <http://www.cartest.omega.der/system.html>, free. – Stub from the screen. - .138 p

30. Device, diagnostics and repair of control systems [Electronic resource]: Articles of the publishing house, / Legion-Avtodata publishing House ;. – Electron. Dan. – Moscow: Legion-Avtodata Publishing House, 2006. - access Mode: <http://www.autodata.ru/>, free. - Stub from the screen.

31. Electric & hybrid vehicle technology. The international review of electric and hybrid vehicle design and development. UK & International press. – 2005. – 304 с.

32. Der neue elektro – Zer von BMW – glied einer langen entwicklungskette. Kolloquiumfahrzeug- und motorentechnik. 15...17 Oktober 2001. Eurogress Aachen. – 47с

ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. <http://elektrik.info/device/1355-elektrooborudovanie-avtomobilya.html>

2. <https://www.avtogai.ru/sistema-elektrooborudovaniya-avtomobilya.html>

3. http://k-a-t.ru/mdk.01.01_elektro/1/index.shtml

4. https://avto.tatar/news_items/elektrooborudovanie-avtomobilya

5. <http://stroy-technics.aus/article/elektrooborudovanie-avtomobilya>

6. <http://www.motortalk.ru/wiki/electrical>.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА I. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ.	7
СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	7
1.1. Важность электрического оборудования и электронных систем для эффективного использования транспортных средств	7
1.1.1. Цели и задачи курса электрооборудования автомобилей	7
1.1.2. Состояние и будущее развития автомобильной промышленности Узбекистана	9
1.1.3. Сопоставительный анализ отечественной и зарубежной литературы по предмету «Электрооборудование и электронные системы транспортных средств»	12
1.1.4. Условия эксплуатации электрооборудования автомобилей.	14
1.2. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ	18
1.2.1. Схема системы электроснабжения автомобиля	18
1.2.2. Виды автомобильных генераторных установок, требования предъявляемые к ним.	19
1.2.3. Автомобильные генераторы и их техническая характеристика.	20
1.2.4. Устройство генераторов переменного тока.	24
1.2.5. Основные характеристики генераторов переменного тока.....	25
1.2.6. Преимущества и недостатки генераторов переменного тока.	27
1.3. АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА НАПРЯЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ.....	29
1.3.1. Основы регулирования напряжения генераторов.....	29
1.3.2. Предназначение регуляторов напряжения автомобильных генераторов	31
1.3.3. Виды регуляторов напряжения	33
1.3.4. Современные системы автоматического регулирования.	35
1.4. АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ.	37
1.4.1. Устройство автомобильных аккумуляторных батарей.	37
1.4.2. Виды автомобильных аккумуляторов.	39
1.4.3. Электрохимические процессы в свинцовых аккумуляторах.	42

1.4.4. Основные параметры аккумуляторных батарей.	44
1.5. ХАРАКТЕРИСТИКИ, НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРОВ.	45
1.5.1. Характеристики аккумуляторов.	45
1.5.2. Основные неисправности автомобильных аккумуляторных батарей	47
1.5.3. Методы заряда автомобильных аккумуляторных батарей.....	49
1.5.4. Подготовка аккумуляторной батареи к эксплуатации.	51
1.5.5. Срок службы автомобильных аккумуляторных батарей.	52
Краткий словарь терминов к первой главе	54
Контрольные вопросы к первой главе	56
ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ К ПЕРВОЙ ГЛАВЕ	57
ГЛАВА 2. СИСТЕМА ПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	61
2.1. АВТОМОБИЛЬНЫЕ СТАРТЕРЫ	61
2.1.1. Схема системы пуска автомобиля	61
2.1.2. Устройство и принцип работы стартера.....	62
2.1.3. Электрические схемы управления стартером.	64
2.1.4. Технический осмотр системы пуска.	65
2.2. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ СТАРТЕРА.....	67
2.2.1. Пусковые качества двигателей внутреннего сгорания.....	67
2.2.2. Выбор электрической системы пуска.....	70
2.2.3. Устройства, облегчающие пуск при низких температурах.....	73
2.2.4. Системы старт-стоп.....	74
Краткий словарь терминов к второй главе	76
Контрольные вопросы к второй главе.....	77
ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ К ВТОРОЙ ГЛАВЕ	77
ГЛАВА 3. СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ.	80
3.1. КОНТАКТНАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ.	80
3.1.1 Схема системы зажигания бензинового двигателя.	80
3.1.2. Классификация батарейных систем зажигания.	81
3.1.3. Виды систем зажигания.	82

3.1.4. Общая схема и принцип работы контактной системы зажигания..	83
3.1.5. Принцип работы контактной системы зажигания.	86
3.1.5. Регуляторы угла опережения зажигания.	86
3.2 ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ.	88
3.2.1 Виды электронных систем зажигания.	90
3.2.2 Бесконтактные системы зажигания автомобиля.	92
3.2.3. Микропроцессорные системы зажигания.	97
3.3. АВТОМОБИЛЬНЫЙ СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ.	102
3.3.1. Предназначение свечей зажигания.	102
3.3.2. Устройство свечей зажигания.	103
3.3.3. Основные характеристики свечей зажигания.	107
3.3.4. Условия работы свечей зажигания.	109
Краткий словарь терминов к третьей главе	112
Контрольные вопросы к третьей главе	113
Тестовые вопросы к третьей главе	113
Глава 4. ИНФОРМАЦИОННО-ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АВТОМОБИЛЯ.....	117
4.1. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.....	117
4.1.1. Предназначение и основные показатели информационно диагностической системы.....	117
4.1.2. Предназначение и классификация контрольно-измерительных приборов.	121
4.1.3. Условия работы и требования к автомобильным приборам.	125
4.1.4. Приборы для измерения давления и температуры.	127
4.1.5. Приборы для измерения и контроля уровня жидкостей.	133
4.1.6. Приборы контроля зарядного режима аккумуляторной батареи..	135
4.1.7. Автомобильные спидометры и тахометры	137
4.1.7. Автомобильные тахографы.....	142
4.2. БОРТОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ СИСТЕМА.	144
4.2.1. Будущее развития информационно-диагностических систем автомобиля.....	144
4.2.2. Бортвая диагностика и контрольная система.....	145
4.2.3. Бортовые средства отображения информации.....	149

4.2.4. Приборная панель автомобиля	151
Краткий словарь терминов к четвертой главе	154
Контрольные вопросы к четвертой главе	155
Тестовые вопросы к четвертой главе.	156
ГЛАВА 5. СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ И СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ	
АВТОМОБИЛЯ.....	159
5.1. ФАРЫ ОСВЕЩЕНИЯ.....	159
5.1.1. Предназначение и технические характеристики системы освещения автомобиля.....	159
5.1.2. Устройство фар освещения.	164
5.1.3. Светодиодные и лазерные фары. Современные разработки	166
5.1.4. Противотуманные фары.	169
5.2. СВЕТОВЫЕ СИГНАЛИЗАТОРЫ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЛАМПЫ.	171
5.2.1. Виды и характеристики световых сигнализаторов.	171
5.2.2. Габаритные огни.	172
5.2.3. Тормозные и поворотные световые сигнализаторы.	173
5.2.4. Автомобильные лампы.	175
5.2.5. Устройство галогенных и ксеноновых ламп.	177
5.2.6 Регулировка автомобильных фар	179
5.2.7 Требования к компонентам световых приборов.	181
Краткий словарь терминов к четвертой главе	183
Контрольные вопросы к пятой главе.	184
Тестовые вопросы к пятой главе	184
ГЛАВА 6. СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ.	
.....	187
6.1. ЭЛЕКТРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕМ АВТОМОБИЛЯ	187
6.1.1 Основные принципы управления двигателем.....	187
6.1.2. Системы автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода.	189
6.1.3. Электронные системы впрыскивания бензина.	191
6.1.4. Управление впрыском топлива и зажиганием бензинового двигателя. Системы Motronic.	194

6.1.5. Система непосредственного впрыска топлива.	197
6.2 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ В РЕЖИМЕ ТОРМОЖЕНИЯ И РАЗГОНА.	201
6.2.1. Системы предотвращения блокировки колес автомобиля при торможении.	201
6.2.2. Электронные тормозные системы.	206
6.2.3 Антипробуксовочные системы.	211
6.2.4.Электронная система стабилизации движения автомобиля	212
Краткий словарь терминов к шестой главе.....	217
Контрольные вопросы к шестой главе.....	218
Тестовые вопросы к шестой главе.....	218
ГЛАВА 7. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ И КОММУТАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	220
7.1 ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ	220
7.1.1. Стеклоочистители.....	220
7.1.2. Электроприводы вспомогательного электрооборудования автомобиля.....	222
7.2. Коммутационная и защитная аппаратура в электронике автомобиля.	227
7.3. Клеммы соединительные для проводов используемые в электрооборудовании.	230
7.4 Автомобильные предохранители.	235
Краткий словарь терминов к седьмой главе	240
Контрольные вопросы к седьмой главе	241
Тестовые вопросы к седьмой главе	241
ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ	243
8.1. Электронные системы пассивной безопасности.....	243
8.2. Система подушек безопасности.....	243
8.3. Система натяжения ремней безопасности	245
8.4. Комплексные системы безопасности	248
8.5. Тенденции в совершенствовании средств безопасности.....	249
8.6. Навигационные системы автомобилей.	250
8.7. Круиз-контроль.....	251
8.8. Система предупреждения сна за рулем.....	252

8.9. Системы парковки автомобиля.....	253
8.10. Системы расширения зоны видимости водителя.	253
8.11. Автомобильные охранные системы	255
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	262
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	262
МЕТОДЫ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИ ОБУЧЕНИИ.....	267
Метод «Кластер».....	267
Метод мозгового штурма.....	267
Метод Диаграмма Венна.....	268
Интерактивный метод скелет рыбы	269
Интерактивный метод КЕЙС.....	270
Интерактивный метод ИНСЕРТ.....	271
Интерактивный метод «МЕТОД ПРОЕКТОВ».....	272
Метод «Ситуационная задача».....	274
Метод «Причина – Факт – Следствие».	275
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	276

И.Б.АСКАРОВ, А.А.ЭРНАЗАРОВ

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Ташкент – «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи» – 2021

Редактор:	Ш.Кушербаева
Тех. редактор:	А.Мойдинов
Художник:	А.Шушунов
Корректор:	Л.Ибрагимов
Компьютерная	М.Алимов
вёрстка:	М.Зойирова

E-mail: nashr2019@inbox.ru Тел: 71-245-57-63, 71-245-61-61.

Изд.лиц. 3226-275f-3128-7d30-5c28-4094-7907, 10.08.2020.

Разрешено в печать 23.08.2021.

Формат 60x84 ¹/₁₆. Гарнитура «Times New Roman».

Офсетная печать. Усл. печ.л. 18,5. Изд. печ.л. 17,75.

Тираж 50. Заказ № 117.

**Отпечатано в типографии
«Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи».
100066, г. Ташкент, ул. Алмазар, 171.**