

39
Н/14
Высшее профессиональное образование

В. А. Набоких

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ
И РЕМОНТ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
АВТОМОБИЛЕЙ
И ТРАКТОРОВ**

Учебник



Транспорт


ACADEMIA

В. А. НАБОКИХ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ
И РЕМОНТ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
АВТОМОБИЛЕЙ
И ТРАКТОРОВ

Учебник

Допущено

Учебно-методическим объединением по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 180800 «Электрооборудование автомобилей и тракторов» направления подготовки дипломированных специалистов 654500 «Электромеханика, электротехника и электротехнологии»

6382

УДК 629.083(075.8)

ББК 30.82я73

Н141

Рецензенты:

зам. директора ФГУП НИИАЭ по научной работе проф. *Ю. А. Купеев*;
зав. кафедрой «Электротехника и электрооборудование» МАДИ (ГТУ)
д-р техн. наук, проф. *В. Е. Ютм*;
главный конструктор ЗАО «МЗАТЭ-2» *Г. В. Кабарихо*

Набоких В. А.

Н141 Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Владимир Андреевич Набоких. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 240 с.

ISBN 5-7695-1451-5

Приведены материалы по условиям эксплуатации и методам обеспечения работоспособности изделий и систем электрооборудования, отвечающих за безопасность движения. Рассмотрены закономерности восстановления работоспособности изделий в процессе ремонта, вопросы обеспечения экологической безопасности и формирования системы технического обслуживания изделий, особенности эксплуатации изделий в экстремальных условиях, виды технического обслуживания и роль диагностики изделий.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 180800 «Электрооборудование автомобилей и тракторов»; может быть полезен для работников автотранспортных организаций и автолюбителей.

УДК 629.083(075.8)

ББК 30.82я73

Учебное издание

Набоких Владимир Андреевич

**Эксплуатация и ремонт электрооборудования
автомобилей и тракторов**

Учебник

Редактор *И. П. Гаврилова*

Технические редакторы *Н. И. Горбачева, Е. Ф. Коржуева*

Компьютерная верстка: *В. В. Демкин*

Корректоры *С. Ю. Свиридова, Е. В. Соловьева*

Изд. № А-844-1. Подписано в печать 27.01.2004. Формат 60×90/16.

Бумага тип. № 2. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,0.

Тираж 5100 экз. Заказ № 12799.

Лицензия ИД № 02025 от 13.06.2000. Издательский центр «Академия».

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.003903.06.03 от 05.06.2003.
117342, Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 223. Тел./факс: (095) 330-1092, 334-8337.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.

410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

© Набоких В. А., 2004

© Издательский центр «Академия», 2004

ISBN 5-7695-1451-5

Снижение аварийности и уровня загрязнения окружающей среды в процессе дорожного движения автомобилей, бесперебойная эксплуатация транспортных средств на сельскохозяйственных работах, повышение производительности труда водителей и трактористов во многом зависят от технического состояния и надежности изделий и систем автотракторного электрооборудования (АТЭ), к которым относятся изделия автоэлектроники (АЭ).

Система технической эксплуатации представляет собой комплекс взаимосвязанных материально-технических, экономических, организационных и социальных мероприятий, которые поддерживают транспортные средства в исправном состоянии при рациональном использовании трудовых и материальных ресурсов, а также обеспечивают нормативные уровни дорожной и экологической безопасности при нормированных условиях труда обслуживающего персонала.

К основным документам, регламентирующим требования к техническому состоянию автотранспортных средств, относятся отечественные стандарты и правила ЕЭК ООН, касающиеся безопасности движения и экологии. Эти документы устанавливают объем и методы технического обслуживания (ТО) и ремонта.

Учебник написан по программе курса «Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов» для обучающихся в вузах по специальности 180800 «Электрооборудование автомобилей и тракторов». В нем нашли отражение результаты эксплуатационных испытаний новых и модернизируемых изделий и систем АТЭ, опыт автотранспортных организаций, станций технического обслуживания и научно-исследовательских учреждений, в том числе учебно-методические разработки кафедр МГТУ «МАМИ» и МАДИ (ГТУ). Автор стремился к комплексному изложению материала, поэтому он может оказаться полезным для эксплуатирующих организаций и их учебных центров.

Материал учебника, обобщающий опыт работы автора, изложен с учетом действующих государственных и отраслевых стандартов, нормативных документов Министерства транспорта РФ, международных правил ЕЭК ООН и методических пособий. Применяемые единицы измерения физических величин соответствуют Международной системе единиц (СИ). Выражаю благодарность сотрудникам кафедры автотракторного электрооборудования МГТУ «МАМИ», особенно доцентам Б.С. Филатову, Р.А. Малееву и Ш.М. Нигматуллину за помощь в написании книги.

Автомобили и тракторы играют существенную роль в экономике страны, регулярно обслуживая организации всех форм собственности, крестьянские и фермерские хозяйства, предпринимателей и население страны. Согласно статистическим данным в 2001 г. автомобильный парк Российской Федерации составлял 29 млн единиц, причем более 85 % легковых и грузовых автомобилей находились в личной собственности граждан; кроме того, насчитывалось до 6 млн единиц тракторов и сельскохозяйственной техники, 26 % которых принадлежали фермерским хозяйствам. На 230 тыс. организаций различных форм собственности и 144 тыс. физических лиц, осуществлявших автотранспортную деятельность, приходилось 75...77 % объема перевозок грузов и 53...56 % — пассажиров (без учета индивидуального легкового автотранспорта). При этом регулярными автомобильными перевозками были охвачены 1,3 тыс. городов и 79 тыс. сельских населенных пунктов. Общее число автобусных маршрутов превысило 32 тыс., среди них 30 % — городские, 49 % — пригородные и 21 % — междугородные и международные.

Уровень работоспособности автомобилей и тракторов зависит от их технического состояния, вида деятельности транспортных и сельскохозяйственных организаций, надежности конструкции автотракторных средств и их компонентов, принимаемых мер по поддержанию их в исправном состоянии и условий эксплуатации. Работоспособность автомобилей, тракторов, автопарков и сельскохозяйственных организаций обеспечивает система технической эксплуатации.

В зависимости от характера деятельности автотранспортной организации техническая эксплуатация осуществляется либо в рамках производственной структуры, поддерживающей транспорт в работоспособном состоянии, либо независимым хозяйствующим субъектом, оказывающим платные услуги владельцам транспортных средств любых форм собственности, т. е. сервисной системой, которую можно рассматривать как совокупность средств, способов и методов предоставления платных услуг по приобретению и эффективному использованию транспортных средств, обеспечению их работоспособности, дорожной и экологической безопасности в течение всего срока службы.

Техническая эксплуатация и сервисное обслуживание включают в себя следующие основные виды работ и услуг:

- подбор и поставки необходимого оборудования, запасных частей и материалов;

- предпродажное обслуживание и гарантийный ремонт;
- заправку, мойку, уборку и хранение;
- ТО и ремонт в процессе эксплуатации;
- инструментальный технический контроль и осмотр;
- модернизацию, переоборудование, оснащение дополнительным оборудованием и тюнинг;
- сбор и утилизацию отходов эксплуатационных материалов, отказавших изделий и т. д.;
- информационное обеспечение владельцев и производителей транспортных средств;
- обучение и консультацию организаций, предпринимателей, физических лиц — владельцев транспортных средств.

Автотракторное электрооборудование и электронные системы автоматического управления играют решающую роль в обеспечении безопасности движения автомобилей и тракторов, экологической безопасности и повышения производительности труда водителей и трактористов, поэтому одним из наиболее важных свойств изделий и систем АТЭ и АЭ является их надежность.

Основным нормативным документом, устанавливающим требования к техническому состоянию автотранспортных средств и их элементов (в том числе изделий и систем АТЭ) в части, относящейся к обеспечению безопасности движения, является ГОСТ 25478—91. К изделиям АТЭ, оказывающим влияние на безопасность движения автотранспорта, можно отнести:

- фары, фары-прожекторы, прожекторы, указатели, фонари, опознавательные знаки автопоезда, катафоты, противотуманные фары и фонари, габаритные огни, сигналы торможения, фонари освещения номерного знака, аварийную сигнализацию (внешние световые приборы);
- сигнализаторы, стеклоочистители и стеклоомыватели, звуковой сигнал, устройства обогрева и обдува ветрового стекла, противоугонные устройства, спидометры, тахометры и жгуты проводов.

Другим нормативным документом, регламентирующим требования к транспортным средствам, оборудованным антиблокировочной системой торможения с электронным управлением, является ГОСТ Р 41.13—99. Он соответствует Правилу ЕЭК ООН R 13 и приложению к нему № 13.

Требования экологической безопасности транспортных средств регламентируют ОСТ 37.001.054—86, ГОСТ 17.2.2.03—87 и ГОСТ 21393—99, который соответствует Правилу ЕЭК ООН R 83 для автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями и Правилу ЕЭК ООН R 49 для автомобилей с дизельными двигателями. В настоящее время Европейский союз объявил о введении с 2005 г. ужесточенных требований в области экологии — норм «Евро-4». Без применения электронных систем управления бензиновым,

дизельным и газовым двигателями, систем искрового зажигания высокой энергии (управления экономайзером принудительного холостого хода, ЭПХХ) и других систем АЭ эти требования практически невыполнимы. Возможность технической эксплуатации таких сложных электронных систем зависит от наличия встроенных диагностических разъемов и интерфейсов, соответствующих международному стандарту ISO 9141.

В процессе эксплуатации автотранспорта в экстремальных природно-климатических условиях, особенно при низких температурах, увеличивается число отказов изделий и систем АТЭ, повышается трудоемкость устранения неисправностей. Это связано, во-первых, с возрастанием момента сопротивления прокручиванию вала двигателя внутреннего сгорания при его запуске и увеличением продолжительности его прогрева в режиме холостого хода; во-вторых, со снижением энергетических возможностей аккумуляторной батареи (уменьшаются ее емкость и эффективность процесса заряда от генераторной установки, происходит более глубокий разряд, увеличивается число включенных потребителей электроэнергии, сокращается продолжительность подзаряда от генераторной установки из-за короткого светового дня, снижаются скорость движения и зарядный ток от генератора); в-третьих, с повышением пробивного напряжения на свечах зажигания, возрастанием электрической нагрузки на высоковольтные детали системы зажигания и т. д.

Применение внешних источников для облегчения запуска холодного двигателя может привести к электрическому пробую электронных изделий и их комплектующих.

Эксплуатация автотранспорта в горных условиях и при высокой температуре окружающей среды также может приводить к увеличению числа отказов изделий и систем АТЭ, особенно при нарушении инструкций по эксплуатации и неквалифицированном ТО.

Повышенная влажность воздуха в горных условиях (субтропики) вызывает ускоренную коррозию клемм электропроводки, а в районах с жарким засушливым климатом значительно возрастает температура электрооборудования из-за неблагоприятных условий для его охлаждения.

Поскольку функционирование изделий и систем АТЭ основано на использовании электрических, электромагнитных, электронных, магнитных, механических, оптических и других явлений, в деталях конструкции происходят процессы теплопередачи, поглощается электромагнитное излучение, возникают деформации и т. д. Эти процессы могут быть как обратимыми, так и необратимыми.

При обратимых процессах, вызывающих сбой или неустойчивую работу изделий АТЭ, параметры изделий восстанавливаются

до первоначальных значений, а при необратимых происходит их старение или изнашивание. В случае старения параметры изделий необратимо изменяются из-за деградации физической структуры материалов и комплектующих в процессе эксплуатации. При изнашивании происходит разрушение элементов изделия вследствие механического трения или воздействия электрического тока (электрическая эрозия).

Таким образом, к причинам, а иногда одновременно и к следствиям изменения технического состояния изделий и систем АТЭ в процессе эксплуатации можно отнести повышение нагрузки на их элементы, взаимное перемещение последних, воздействие тепловой и электрической энергии, химически активных компонентов, факторов внешней среды, водителя (тракториста) и т. д.

Для определения технического состояния изделий и систем АТЭ применяют прямые и косвенные методы измерения текущих значений конструктивных параметров (размеры, зазоры, электрические характеристики, угловые и линейные перемещения и т. д.). *Прямые методы* обладают такими достоинствами, как точность, наглядность, достоверность, возможность применения достаточно простой технологии измерений и несложного инструмента. К их недостаткам следует отнести необходимость частичной или полной разборки изделия, нарушение приработки деталей и невозможность комплексного контроля сложных систем.

Косвенные методы называют диагностическими. Они позволяют не разбирать изделия или системы, производить контроль с меньшими затратами труда, оперативно получать результаты измерения и контролировать сложнейшие электронные системы управления агрегатами транспортного средства. К недостаткам косвенных методов относятся сложность диагностического оборудования, значительная стоимость самого оборудования и контроля, необходимость наличия высокой квалификации у лица, проводящего метрологический контроль оборудования, и у обслуживающего персонала (оператора).

Изменение технического состояния изделий и систем АТЭ можно зафиксировать с помощью нескольких диагностических параметров, из которых целесообразно выбрать наиболее эффективный. *Эффективность параметра* зависит от его однозначности (изменение такого параметра описывается монотонной функцией, не имеющей точек перегиба), стабильности, чувствительности и информативности (комплексное свойство, которое при определении технического состояния объекта диагностирования позволяет свести к минимуму возможность принять фактически неисправный по техническому параметру объект диагностирования за исправный и наоборот).

Различают два способа диагностирования. Первый состоит в том, что на объект диагностирования, который может находиться

в неработоспособном состоянии, оказывают определенное механическое, электрическое или другое воздействие и с помощью датчиков фиксируют его реакцию как диагностический сигнал. Второй способ заключается в том, что объект диагностирования выводят на заданный, тестовый режим работы и анализируют полученную от него с помощью датчиков информацию, которая может быть преобразована в цифровую или иную форму, удобную для сравнения с данными для эталона или образца, записанными в память процессора или в таблицу.

На практике прямой и диагностический методы дополняют друг друга. Предпочтение отдается методу, требующему наименьших затрат времени для выявления и устранения отказа изделия, системы или их элемента.

Для предупреждения неисправностей и отказов изделий и систем АТЭ, а также поступления изготовителю или продавцу рекламаций необходимо знать причины и механизмы их возникновения и характер их проявления, т.е. закономерности изменения технического состояния электрооборудования.

Процессы, происходящие в изделиях АТЭ и АЭ при эксплуатации, могут выражаться в виде функциональных зависимостей или носить случайный характер. При наличии функциональных зависимостей существует жесткая связь между функцией и аргументом (например, между пройденным расстоянием и временем движения или между износом шестерни привода стартера и числом включений (пусков двигателя) и т.д.). Для случайных процессов характерно то, что на них влияют многие переменные факторы, значения которых часто неизвестны. А это означает, что результаты носят вероятностный характер и могут иметь разное количественное выражение (в виде рассеяния или вариации).

Умение оценить случайные величины в процессе эксплуатации позволяет с определенной вероятностью предвидеть и предупредить отказы и неисправности, обеспечивать предупредительное обслуживание и ремонт изделий и систем, что повышает качество и эффективность эксплуатации транспортного средства.

Для обеспечения работоспособности изделий АТЭ и АЭ применяют метод поддержания ее заданного уровня при эксплуатации с помощью ТО, метод восстановления утраченной работоспособности путем ремонта и комбинированный метод, включающий в себя ТО и ремонт.

Под техническим обслуживанием понимают профилактические мероприятия, которые предупреждают достижение предельного состояния (отказ или неисправность) изделий АТЭ и АЭ, а также их элементов и отдаляют этот момент.

Различают следующие виды ТО: контрольно-диагностическое, электротехническое, регулировочное, ежедневное, сезонное и регламентное.

К особенностям ТО следует отнести:

- поддержание технических характеристик изделия в заданных пределах (например, силы света передних габаритных огней — в диапазоне 2...60 кд);
- регулярность и плановость ТО при определенной наработке (пробеге), называемой периодичностью (3...25 тыс. км) и влияющей на безотказность, долговечность, экономичность (расход топлива) и экологию (количество выбросов вредных веществ в отработавших газах);
- проведение ТО без разборки или с минимальной разборкой изделия, что обеспечивает малую трудоемкость и небольшую продолжительность выполнения операций.

Формирование системы ТО чрезвычайно сложная задача даже для крупных автохозяйств и компаний, требующая больших инвестиций. Это обусловило существование нескольких направлений формирования системы ТО:

- на государственном или отраслевом уровне (в Российской Федерации);
- на уровне объединений производителей автомобилей и тракторов, в том числе транснациональных, или крупнейших производителей АТЭ и АЭ — «Бош», «Сименс» и др. (создаются структуры, базовые нормативные документы и технологии согласно действующему законодательству);
- на уровне прочих автотранспортных фирм, которые добровольно принимают существующие правила и в зависимости от условий эксплуатации изделий АТЭ и положения организации вносят в нормативы соответствующие уточнения.

Под ремонтом понимают восстановление и поддержание работоспособности изделия и его элементов, устранение отказов и неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации. К ремонтируемым изделиям АТЭ относятся генераторные установки, некоторые типы регуляторов напряжения, стартеры, аппараты зажигания, отдельные контрольно-измерительные приборы и вспомогательное оборудование.

Ремонт имеет следующие особенности:

- его выполняют по достижении предельного состояния изделия;
- он отличается значительной трудоемкостью и стоимостью;
- его проведение связано с применением сложного специального и универсального производственного оборудования.

Различают капитальный ремонт в специализированных ремонтных организациях, восстановительный ремонт по спецификациям изготовителей (зарубежные фирмы) и текущий ремонт для устранения возникших в процессе эксплуатации отказов и неисправностей, а также обеспечения установленных нормативов ресурса до капитального ремонта или списания (иногда такой ремонт называется средним).

Основным показателем изделий АТЭ и АЭ в условиях эксплуатации является *надежность* — их свойство сохранять в процессе наработки в заданных пределах значения своих электрических, механических, магнитных и других параметров, определяющих способность выполнять требуемые функции (согласно назначению). Под надежностью часто понимают сохранение качества изделия во времени. Надежность изделия включает в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость в процессе транспортировки или хранения.

Безотказность оценивают исходя из вероятности безотказной работы в течение определенного времени, средней наработки до отказа и между отказами, интенсивности отказов для невозстанавливаемых изделий, параметра потока отказов — для восстанавливаемых и гамма-процентной наработки до отказа.

Для оценки *долговечности* используют гамма-процентный ресурс, гамма-процентный срок службы, средний ресурс, средний срок службы и вероятность достижения предельного состояния.

При оценке *ремонтпригодности* задают вероятность восстановления изделия за определенное время, гамма-процентное время восстановления, т. е. время, в течение которого изделие может быть восстановлено с вероятностью $\gamma/100$, и среднее время восстановления.

Для оценки *сохраняемости* применяют средний и гамма-процентный сроки сохраняемости изделий.

Наличие взаимосвязи между показателями надежности изделий и систем АТЭ, полученными по результатам эксплуатации и испытаний на надежность, и отказами позволяет судить о том, насколько необходима корректировка технологии и организации ТО и ремонта. При осуществлении такой корректировки следует учитывать закономерности процессов восстановления, так как ресурс изделия после ремонта может уменьшиться из-за замены только отказавших деталей при сокращении надежности оставшихся деталей и вследствие низкого технологического уровня ремонтных работ.

Заслуживает внимания опыт некоторых ведущих западных фирм по восстановлению изделий АТЭ. Оно осуществляется по следующей технологической схеме: полная разборка изделия на отдельные детали; тщательная очистка их с соблюдением предписаний по охране окружающей среды; проведение полного визуального, инструментального и электрического контроля с применением методов статистического контроля; замена всех изношенных деталей абсолютно новыми, изготовленными самой фирмой; сборка по технологии сборки нового изделия; контроль работоспособности и электрических характеристик.

Следует отметить, что новые экономические условия в Российской Федерации позволили изготовителям АТЭ и АЭ, ремонт-

ным организациям и станциям ТО использовать изделия и комплектующие других стран и фирм, которые наладили их производство для российских автомобилей.

Таким образом, техническое состояние и работоспособность изделий и систем АТЭ, которые обеспечивают дорожную и экологическую безопасность, поддерживаются с помощью сформировавшихся систем ТО и ремонта. Проведение ТО и ремонта основано на знании закономерностей восстановления работоспособности отказавших изделий и процессов, происходящих в изделиях АТЭ при их эксплуатации, на разработке новых диагностических методик, методов и оборудования, обеспечивающих однозначность, стабильность и информативность параметров диагностирования.

КАТЕГОРИИ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Условия эксплуатации автомобилей и тракторов влияют на режимы работы изделий и систем АТЭ и АЭ, ускоряя или замедляя изменение параметров их технического состояния. В различных условиях эксплуатации показатели надежности АТЭ отличаются при одинаковом пробеге или времени работы. Это обусловлено не только применением в изделиях различных видов комплектующих и материалов, но и неодинаковым конструктивным (климатическим) исполнением. Изделия, предназначенные для умеренного климата, обозначают «У», для холодного — «ХЛ», для тропического — «Т» и для любых климатических зон — «О». При этом для каждого климатического исполнения применяют свои материалы, покрытия и методы технического обслуживания в процессе эксплуатации. Прежде чем проводить анализ изменений технического состояния изделий и систем АТЭ, целесообразно рассмотреть их классификацию, а также влияние их особенностей на техническое состояние автомобилей и тракторов.

1.1. Классификация систем электрооборудования. Влияние особенностей изделий и систем АТЭ и АЭ на техническое состояние автомобилей и тракторов

В зависимости от функционального назначения электрооборудования его подразделяют на несколько систем:

- систему электроснабжения, состоящую из генераторной установки со встроенным регулятором напряжения или генератора с выносным регулятором, аккумуляторной батареи (АКБ) и пучка соединительных проводов;
- систему пуска двигателя внутреннего сгорания, включающую в себя электростартер, реле управления стартером, АКБ (иногда с применением молекулярного накопителя — суперконденсатора) и дополнительные системы предпускового подогрева (электрофакельные устройства, воздушный или жидкостный подогреватель). Для автомобилей высшего класса в настоящее время спроектирован и осваивается стартер-генератор с функциями системы «стоп-старт», интегрированный в маховик двигателя. Управление

им осуществляет электронный модуль (режим стартера или генератора);

- систему зажигания, в состав которой входят свечи зажигания, высоковольтные провода, свечные наконечники (экранированные или неэкранированные), прерыватель-распределитель или датчик-распределитель, катушка зажигания одно-, двух- либо четырехвыводная или индивидуальная для каждой свечи зажигания, транзисторный коммутатор и дополнительный резистор;

- систему освещения, световой и звуковой сигнализации, состоящую из фар головного освещения, указателей поворота, задних и передних фонарей, фонаря освещения номерного знака, габаритных огней, плафонов освещения салона, световых табло и звукового сигнала;

- систему электропривода, включающую в себя электродвигатели отопителя, электровентиляторы, стекло- и фарочистители, стеклоподъемники, блокировку дверей, моторредукторы антенны, зеркал заднего вида, а также сидений водителя и пассажиров;

- систему коммутации и проводки, состоящую из выключателей, переключателей, кнопок управления, электромагнитных и электронных реле; блока предохранителей и реле; выключателя зажигания; пучка проводов; разъемов и соединителей. В случае применения на транспортном средстве мультиплексной проводки в системе коммутации появляются интеллектуальные ключи, электронный блок управления с центральным процессором, согласующие шины CAN-протокола связи (Controller Area Network) и локальные модули;

- систему информации и контроля параметров автомобиля, трактора и их агрегатов, в которую входят датчики давления масла, температуры охлаждающей жидкости, скорости автомобиля; спидометр; тахометр; счетчик моточасов (для тракторов); указательные приборы; щитки приборов и диагностические панели или дисплеи; сигнализаторы аварийных значений контролируемых параметров;

- систему подавления радиопомех, состоящую из фильтров, помехоподавляющих наконечников и резисторов, экранов и полужуранов;

- системы электронной автоматики и управления двигателем, силовым агрегатом, блокировкой тормозов, положением подвески, системами активной и пассивной безопасности.

Первые три системы в вышеприведенном перечне, за исключением элементов систем предпускового подогрева, находящихся в салоне или кабине, и датчики системы информации и контроля, устанавливаемые на двигателе внутреннего сгорания, относят к моторному комплексу электрооборудования.

Системы освещения, световой сигнализации, предотвращения блокировки тормозов, очистки фар, передних и задних стекол относят к системам активной и пассивной безопасности.

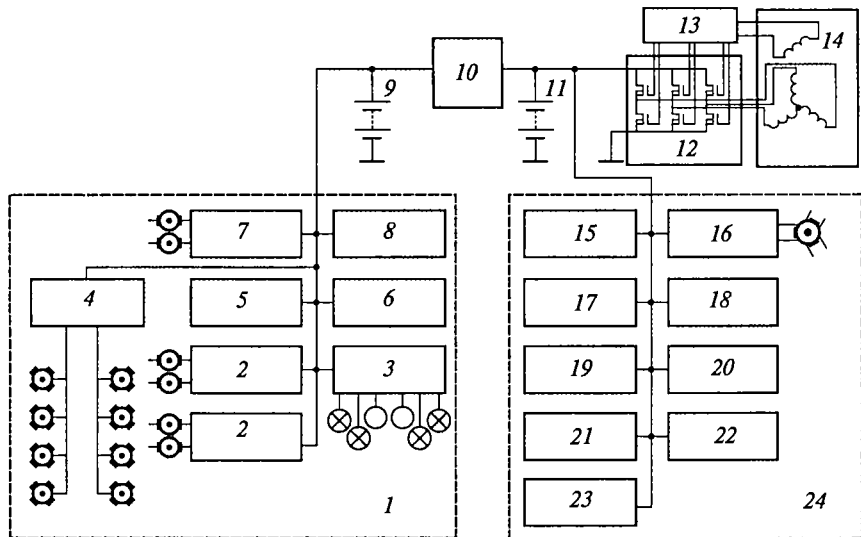


Рис. 1.1. Двухуровневая бортовая сеть с двумя аккумуляторными батареями напряжением 12 и 36 В:

1 — потребители малой и средней мощности; 2 — электропривод блокировки дверей; 3 — система освещения и световой сигнализации; 4 — электропривод климатической установки; 5 — центральный замок; 6 — система управления двигателем; 7 — стеклоочистители; 8 — приборная панель информационной системы; 9 — аккумуляторная батарея напряжением 12 В; 10 — обратимый преобразователь постоянного тока; 11 — аккумуляторная батарея напряжением 36 В; 12 — управляемый инвертор постоянного тока в переменный и переменного тока в постоянный; 13 — электронный блок управления стартерным и генераторным режимами; 14 — стартер-генератор, интегрированный в маховик двигателя внутреннего сгорания; 15 — система управления активной подвеской с электроприводом; 16 — электровентилятор системы охлаждения двигателя; 17 — электропривод механизма газораспределения двигателя; 18 — электропривод водяного насоса; 19 — электроусилитель руля; 20 — антиблокировочная система торможения; 21 — электроподогрев каталитического нейтрализатора отработавших газов; 22 — электрообогрев стекол; 23 — электроподогрев сидений; 24 — потребители большой мощности

Система информации и контроля параметров двигателя и автомобиля одновременно выполняет функции встроенной диагностической системы.

В систему жизнеобеспечения и комфорта входят электроприводные механизмы различных типоразмеров.

К системе экологической безопасности можно отнести электронные системы управления силовыми агрегатами.

В настоящее время на автомобилях появились мультиплексные системы бортовой сети с CAN-интерфейсной шиной контроля и управления, а также открытым стандартным протоколом обмена

данными, интегрированный стартер-генератор и электронные средства связи через спутниковые системы и Интернет. В сетях этих систем находят широкое применение интеллектуальные ключи с защитой от короткого замыкания и управляемые через CAN-интерфейсную шину вторичные источники — преобразователи напряжения. Эти преобразователи предохраняют от перегрузок выходные каскады электронных блоков управления и предотвращают возникновение перенапряжений при аномальных режимах работы и коммутации токов мощных потребителей (режим сброса нагрузки).

Системы АТЭ можно классифицировать и по архитектуре бортовой сети транспортного средства, выделив, например, сети распределения электрической энергии, защиты от коротких замыка-



Рис. 1.2. Общая классификация систем электрооборудования автомобилей и тракторов

ний, сигнализации, дорожной и экологической безопасности, низко- и высокоскоростной передачи информации.

На основе такой структуры разработана двухуровневая бортовая сеть с двумя аккумуляторными батареями напряжением 14 и 48 В, которая является переходной к 48-вольтовой. Вариант этой сети представлен на рис. 1.1. В ней применены АКБ 11 напряжением 36 В и АКБ 9 напряжением 12 В. Интегрированный стартер-генератор 14 в генераторном режиме вырабатывает трехфазный ток, который преобразуется инвертором 12 в выпрямительном режиме в постоянный ток напряжением 42 В. Обратимый преобразователь постоянного тока 10 снабжает зарядным током 14-вольтовые потребители малой и средней мощности 1 и 12-вольтовую АКБ 9.

Общая классификация систем электрооборудования автомобилей и тракторов приведена на рис. 1.2. Методы организации ТО и ремонта систем АТЭ и АЭ зависят от их конструктивных особенностей и условий эксплуатации.

1.2. Факторы, влияющие на эксплуатацию автомобилей и тракторов

На эффективность процесса эксплуатации, ТО и ремонта изделий и систем АТЭ и АЭ существенное влияние оказывают условия эксплуатации (время года, климат, квалификация персонала и др.), в соответствии с которыми ускоряются или замедляются изменения их технического состояния. Под техническим состоянием изделий и систем АТЭ понимают совокупность электрических, механических и других параметров, зависящих от воздействия дестабилизирующих факторов (температура, влажность, режим работы и интенсивность эксплуатации).

Под влиянием указанных факторов меняются и показатели надежности изделий, что сказывается на периодичности ТО, трудоемкости ремонта и расходе запасных частей.

На показатели надежности изделий и систем АТЭ воздействуют внешние и внутренние объективные, а также местные, или субъективные, условия. К внешним условиям относятся тип дорожного покрытия, условия движения и климатические особенности. Отметим, что на территории Российской Федерации существует несколько климатических зон. Очень холодный климат в Якутии (Республика Саха) и Магаданской области; умеренно холодный — в Башкортостане, Удмуртии, Пермской, Свердловской, Курганской и Челябинской областях; умеренно теплый — в Северной Осетии, Ингушетии, Чечне, Карачаево-Черкесии, Кабардино-Балкарии; умеренно теплый влажный — в Адыгее, Дагестане, Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской и Калининградской областях; жаркий засушливый — в Калмыкии; умеренный — в остальных регионах России.

**Влияние типа дорожного полотна на режим работы изделий АТЭ
автомобилей большой грузоподъемности**

Показатель	Цементобетон, асфальтобетон	Битумоминеральные смеси	Щебень, гравий	Булыжник, укрепленный грунт	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 (ускорение в месте крепления генератора)	68 (25 g)	128 (25...30 g)	214 (30...40 g)	352 (40...50 g)	625 (50 g)

В табл. 1.1 показано влияние типа покрытия дороги на режим работы изделий АТЭ автомобилей большой грузоподъемности.

В табл. 1.2 представлены данные о влиянии квалификации водителя (субъективные условия) на режим работы и надежность автобуса, а в табл. 1.3 приведены категории условий эксплуатации автотранспорта в зависимости от условий движения, типа дорожного покрытия (Д) и рельефа местности (Р).

В табл. 1.4 и 1.5 представлены данные о продолжительности использования колесных и гусеничных тракторов на различных сельскохозяйственных работах, а также скоростные режимы работы тракторных генераторов на различных типах дизельных двигателей.

Средняя интенсивность эксплуатации за год с учетом ее условий, возраста, типа, марки и модели транспортного средства составляет 1100...3300 ч (табл. 1.6).

Под влиянием природных и других факторов в комплектующих изделиях, материалах и узлах систем АТЭ протекают сложные процессы, приводящие к расходованию ресурса и вызывающие отказы. Это относится в первую очередь к тепловому режиму работы изделий. Высокие температуры вызывают не только снижение упругости материала, уменьшение вязкости смазок, изменение объема деталей и старение материалов, но и конструктивные отказы. К этим отказам можно отнести разрывы, деформации, закли-

Влияние квалификации водителя на режим работы и надежность автобуса

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

Таблица 1.3

Категории условий эксплуатации автотранспорта

Категория условий эксплуатации	Условия движения		
	Более 50 км от города	В малых городах (до 100 тыс. жителей)	В больших городах (более 100 тыс. жителей)
I	$D_1 - P_1, P_2, P_3$	—	—
II	$D_1 - P_4; D_2 - P_1, P_2, P_3, P_4$	$D_1 - P_1, P_2, P_3, P_4; D_2 - P_1$	—
III	$D_1 - P_5; D_2 - P_5; D_3 - P_4, P_5; D_4 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$D_1 - P_5; D_2 - P_2, P_3, P_4, P_5; D_3 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5; D_4 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$D_1 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5; D_2 - P_1, P_2, P_3, P_4; D_3 - P_1, P_2, P_3; D_4 - P_1$
IV	$D_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$D_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	$D_2 - P_5; D_3 - P_4, P_5; D_4 - P_2, P_3, P_4, P_5; D_5 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$
V	—	$D_6 - P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$	—

Примечание. Дорожное покрытие: D_1 — усовершенствованное капитальное (цементобетонное монолитное, железобетонное или армированное сборное, асфальтобетонное, мостовая из брусчатки и мозаики на битумном основании); D_2 — усовершенствованное облегченное (из щебня, гравия и песка, обработанное вяжущими материалами; из холодного асфальта); D_3 — переходное (щебенчатое и гравийное); D_4 — переходное (из грунтов и местных каменных материалов, обработанных вяжущими материалами; мостовая из булыжника, зимник); D_5 — низкое (летнее и бревенчатое; грунт, укрепленный или улучшенный добавками); D_6 — естественные грунтовые дороги; временные внутрикарьерные и отвалыные дороги; подъездные пути, не имеющие твердого покрытия. Рельеф местности: P_1 — равнинный (до 200 м над уровнем моря); P_2 — слабохолмистый (200...300 м); P_3 — холмистый (300...1000 м); P_4 — гористый (1000...2000 м); P_5 — горный (свыше 2000 м)

**Продолжительность использования колесных и гусеничных тракторов,
в % общей продолжительности работ за год**

Вид работ	Колесные тракторы классов			Гусеничные тракторы классов		
	1,4	3	5	2	3	4
Пахота	—	25	35	20	23	40
Боронование	—	—	—	—	10	15
Дискование	—	5	—	—	10	—
Культивация	6	15	10	20	10	10
Междурядная обработка	7	—	—	15	—	—
Сев	—	—	10	—	—	10
Сеноробочные работы	13	—	—	—	10	—
Уборка картофеля и корнеплодов	5	—	—	10	—	—
Уборка зерновых и силосных культур	5	—	—	5	—	—
Транспорт	50	50	35	15	15	10
Внесение удобрений	7	—	—	15	7	—
Бульдозерные и погрузочные работы	7	5	10	—	15	15

Примечание. Класс трактора 1,4 соответствует тяговому усилию 12,6... 18 кН; класс 2 — 19...27 кН; класс 3 — 27...36 кН; класс 4 — 36...45 кН; класс 5 — 45...54 кН.

нивания и износы деталей. В электронных изделиях повышенные температуры вызывают нестабильность электрических параметров, возникновение неустойчивого теплового режима и тепловой пробой диэлектриков, $p-n$ -переходов и изоляционных материалов (пленок) конденсаторов.

При низких температурах изменяются электрофизические свойства материалов, возникают механические напряжения внутри элементов, обрывы и короткие замыкания в обмотках, нарушается герметичность изделия или прибора.

У полупроводниковых приборов возникают перемежающиеся отказы, связанные с механическими повреждениями в местах соединения кремния с его оксидом, кремния с металлом, металла со стеклом и т. д.

Высокая влажность вызывает появление конденсата, смазка эмульгируется, возникают очаги коррозии металлов, ухудшаются изоляционные свойства материалов. Например, электрохимические процессы в полупроводниковых приборах приводят к неста-

Скоростные режимы работы тракторных генераторов

Модель дизеля	Мощность, кВт		Частота вращения, мин ⁻¹		
	эксплуатационная	номинальная	номинальная	при максимальном крутящем моменте	генератора
<i>Дизели водяного охлаждения</i>					
4Р без наддува	55,1	56,6	2200	1400	3000... 4500
6Р с турбонаддувом	106,6	110,2	2200	1500	3000... 4500
4Р с турбонаддувом	73,5	76,4	1900	1400	3000... 4200
6V с турбонаддувом	121,3	128,6	2100	1450... 1650	3000... 4400
8V с турбонаддувом	183,3	194,8	2100	1450... 1650	3000... 4300
<i>Дизели воздушного охлаждения</i>					
2Р без наддува	21,1	23,5	2200	1500	3100... 4400
4Р без наддува	44,1	46,3	2200	1500	3000... 4500
8V с турбонаддувом	252,5	267,8	1850	1250... 1300	2500... 4000

Таблица 1.6

Типовые условия эксплуатации автомобилей и тракторов

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

бильности и деградации электрических параметров, увеличению токов утечки по поверхности и др.

На изделия АТЭ и АЭ, хранящиеся на складах, помимо природных факторов воздействуют биологические дестабилизирующие факторы: микроорганизмы (плесневые грибы), насекомые (термиты, муравьи) и грызуны. Все эти воздействия приводят к изменению технического состояния не только изделий АТЭ, но и автомобилей и тракторов в целом.

1.3. Изменение технического состояния изделий и систем АТЭ и АЭ в процессе эксплуатации

Текущие значения конструктивных параметров изделия тесно связаны с его наработкой t — продолжительностью работы, измеряемой пробегом в километрах, временем в часах или числом циклов. Различают наработку изделия с начала эксплуатации, до определенного (предельного) момента или интервальную (в пределах промежутка времени, пробега, цикла). По мере увеличения t значения параметров технического состояния изделия изменяются от номинальных h_n , присущих новому изделию, до предельных h_p , при которых его дальнейшая эксплуатация недопустима. Обобщенная кривая изменения параметров технического состояния изделий АТЭ и АЭ на примере эрозии электродов свечи зажигания представлена на рис. 1.3.

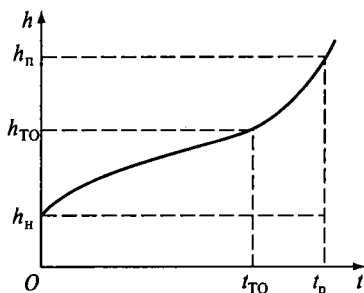
Номинальные, предельные и предельно допустимые значения параметров технического состояния изделий устанавливаются законами, государственными стандартами, постановлениями правительства, нормативно-технической документацией (НТД) и конструкторской документацией (КД). Например, в инструкции по эксплуатации легкового автомобиля устанавливают следующие параметры технического состояния:

Прогиб ремня привода генератора, соответствующий усилию 10 кгс (98,1 Н), при комплектации бесконтактной системой зажигания, мм	5... 10
Прогиб ремня привода генератора при комплектации аппаратурой впрыскивания топлива, мм	6... 10
Зазор между электродами свечи зажигания двигателя, мм:	
карбюраторного	0,75 ... 0,85
с впрыскиванием топлива	1,00 ... 1,35
Начальный угол опережения зажигания до верхней мертвой точки (ВМТ), °, по коленчатому валу (ПКВ)	0 + 1

К основным причинам изменения конструктивных параметров и технического состояния изделий АТЭ и АЭ можно отнести воз-

Рис. 1.3. Обобщенная кривая изменения параметров технического состояния изделий АТЭ и АЭ (на примере эрозии электродов свечи зажигания):

h — зазор между электродами; t — время;
 h_n — номинальный зазор; $h_{ТО}$ — зазор при проведении ТО; h_p — предельный зазор;
 $t_{ТО}$ — наработка изделия до ТО; t_p — ресурс изделия



действие внешней среды (температура, влага, солнечная радиация), нагрузку деталей и элементов, воздействие электричества, электромагнитного излучения, промышленных химических элементов и соли, воздействия водителя и др. Под влиянием этих процессов трущиеся детали со временем изнашиваются, корродируют, подвергаются усталостным разрушениям, пластическим деформациям, стареют и ломаются.

Изнашивание происходит под действием сил трения, зависящих от материала, качества обработки поверхности, смазки, нагрузки, относительной скорости перемещения рабочих поверхностей, теплового режима в местах сопряжений.

Детали изделий АТЭ и АЭ подвергаются абразивному, усталостному, коррозионно-эрозионному, окислительному, электроэрозионному изнашиванию. Абразивному изнашиванию подвергаются валы моторредукторов стеклоочистителей, валики распределителей и датчиков-распределителей, сочленения датчиков (рычаги и крючки) и указательных приборов, валы электростартеров и других электродвигателей. Твердые частицы, способствующие абразивному изнашиванию, попадают извне в виде пыли, песка, продуктов изнашивания трущихся деталей.

Усталостное изнашивание заключается в образовании трещин и ямок выкрашивания (питтинг) из-за циклических нагрузок, вызывающих превращение структуры металла или керамики из твердой в хрупкую. Такому виду изнашивания подвергаются зубья шестерни привода электростартера, места посадки подшипников в крышки генераторных установок, мембраны датчиков, оси приводных механизмов и редукторов.

Заедание или заклинивание в месте сочленения деталей может происходить в результате схватывания, глубинного вырывания металла, переноса его с одной поверхности на другую и воздействия появляющихся неровностей на сопряженную поверхность. Эти процессы характерны для отсутствия смазки между трущимися деталями или неправильной сборки узла. Наиболее часто данные процессы происходят в редукторах или на шлицах вала стартера и в червячных зацеплениях.

Окислительное изнашивание характерно для деталей, работающих в агрессивной среде, например резиновых мембран и уплотнений, деталей датчиков уровня топлива и топливных электронасосов.

Электроэрозионному изнашиванию подвержены контакты прерывателей аппаратов зажигания, звуковых сигналов и электромеханических реле, центральный и боковой электроды свечей зажигания.

Пластические деформации и разрушения, связанные с превышением пределов текучести или прочности материала, являются следствием нарушения правил эксплуатации (например, исполь-

зование стартера для движения автомобиля), ошибок конструирования или дорожно-транспортного происшествия.

Коррозия происходит под воздействием влаги, агрессивной среды при отсутствии или нарушении покрытия на деталях изделий АТЭ и АЭ. В наибольшей мере подвержены коррозии металлические детали светотехнических приборов (ободки фар, фонарей), корпуса свечей зажигания, металлические корпуса катушек зажигания и электростартеров. Особенно негативное влияние коррозия оказывает на сварные соединения корпусных деталей.

Старение — это изменение технического состояния деталей изделий под воздействием внешней среды и внутренних факторов. Старению подвержены высоковольтные детали аппаратов зажигания, пластмассовые крышки и корпуса, на которые воздействует электрическое поле большой напряженности. Старение характерно и для изделий, хранящихся на складах.

Электрический пробой и поверхностное *перекрытие искрового разряда* возникают на загрязненных высоковольтных крышках аппаратов зажигания и на изоляторе свечи зажигания.

Короткое замыкание характерно для участков с разрушенной изоляцией или пропиткой обмоток при воздействии агрессивной среды и вибрационных нагрузок.

В местах неправильного соединения высоковольтных проводов системы зажигания с клеммами высоковольтных свечных наконечников крышек распределителя и катушки зажигания происходит *прогорание* с последующим пробоем материала.

Как отмечалось ранее, изделие и система АТЭ характеризуются наличием *работоспособного* состояния, в котором они выполняют заданные функции с параметрами, значения которых соответствуют КД и НТД, *предотказного* состояния, когда параметры технического состояния достигают своих предельных значений, или состояния *отказа*. Иногда понятие работоспособности заменяют понятием *исправности*, которое более широко характеризует состояние изделия и системы АТЭ, при котором они удовлетворяют всем требованиям КД и НТД.

Отказы изделий АТЭ и АЭ, которые происходят в процессе эксплуатации, классифицируют как внезапные, постепенные, независимые, полные, перемежающиеся, конструкционные, производственные и эксплуатационные (классификация подробно рассмотрена в подразд. 1.4). Отказы изделий и систем АТЭ влияют на техническое состояние транспортного средства и не позволяют начать транспортный процесс или требуют прекращения начатого процесса.

Перечень неисправностей изделий АТЭ и АЭ, при которых запрещается эксплуатация транспортного средства, установлен на федеральном уровне ГОСТ 25478—91:

- внешние световые приборы работают не в штатном режиме, или не работает один из них (их количество, тип, цвет и располо-

жение не соответствуют конструкции автомобиля). При этом допускается на транспортных средствах, снятых с производства, устанавливать внешние световые приборы от других транспортных средств;

- нарушена регулировка фар (луч от фар по яркости и светораспределению не соответствует предписаниям международных правил);
- не работают в нормативном режиме и загрязнены световые приборы или световозвращатели;
- на световых приборах отсутствуют рассеиватели или используются рассеиватели и лампы, не соответствующие типу данного прибора;
- установка проблесковых маячков не соответствует требованиям стандарта;
- не работают в нормативном режиме стеклоочистители или предусмотренные конструкцией омыватели;
- не работают звуковой сигнал, спидометр, тахограф, противотонное устройство, устройства обогрева и обдува стекол.

1.4. Основные виды отказов изделий и систем АТЭ и АЭ в процессе эксплуатации

Рассмотрим отказы изделий АТЭ и АЭ, наиболее часто встречающиеся в процессе эксплуатации.

Внезапный отказ характеризуется скачкообразным изменением одного или нескольких конструктивных параметров из-за накопления неисправностей и повреждений. В качестве примера приведем отказ электростартера вследствие поломки пружины бесплунжерной роликовой муфты свободного хода. Пружина может сломаться в результате перегрузки привода стартера. Электростартер может отказать, если шестерня привода не выходит из зацепления с маховиком двигателя. Тогда происходит разнос якоря стартера.

Постепенный отказ связан с плавным изменением одного или нескольких параметров изделия. Примером постепенного отказа может служить коррозия патрона лампы фонаря или оптического элемента фары, сопровождающаяся постепенным уменьшением яркости, в том числе из-за увеличения переходного сопротивления между цоколем лампы и патроном.

Независимый отказ элемента изделия или системы не обусловлен повреждениями и отказами других элементов. К таким отказам можно отнести отказы механического характера — саморазбор привода электростартера из-за нарушений технологии сборки и др.

Зависимый отказ обусловлен повреждениями и отказами отдельных элементов изделия, например тепловым пробоем $p-n$ -перехода выходного транзистора коммутатора бесконтактной системы зажигания, что может быть связано с размещением коммутатора

в теплонапряженном месте подкапотного пространства. Пробой *p-n*-перехода выходного транзистора может произойти и в случае работы катушки зажигания на открытую цепь при выходе центрального провода из гнезда крышки распределителя.

Полный отказ — отказ, после которого использовать изделие по назначению невозможно или возможно, но при этом значения одного или нескольких конструктивных параметров находятся вне допустимых пределов, т. е. работоспособность изделия понижена. К таким отказам можно отнести пробой диода дополнительного плеча выпрямителя генераторной установки, когда резко уменьшаются выходные напряжение и ток генератора.

Перемежающийся отказ возникает, самоустраняется и является одинаковым по своему характеру. Этот тип отказов характерен для электронных блоков управления и может быть обусловлен «холодной» пайкой, неправильно выбранным компаундом или гелем, нерациональным отводом теплоты от мощных транзисторов или диодов.

Конструкционные отказы связаны с ошибками при конструировании или применением несовершенных существующих методов конструирования, а также неправильным выбором комплектующих изделий. Примером могут служить встречающиеся в процессе эксплуатации поломки крепящих элементов конструкции из-за совпадения резонансных частот места крепления и изделия.

Производственный отказ связан с нарушениями технологии производства и использованием оборудования, которое не обеспечивает требуемой точности изготовления деталей. Эти отказы имеют различные причины, и выявить их довольно сложно.

Эксплуатационный отказ происходит вследствие нарушений правил эксплуатации или из-за непредусмотренных внешних воздействий.

При наработке транспортным средством 200...300 тыс. км пробега из всех отказов агрегатов на изделия АТЭ приходится примерно 10...12 % отказов. Средняя трудоемкость устранения одного такого отказа составляет 0,5...0,7 человеко-часов, затраты на запасные части — до 6...7 % стоимости всех запасных частей автомобиля.

Рассмотрим основные отказы изделий и систем АТЭ более подробно с учетом возможности их диагностирования, поскольку оно позволяет в процессе ТО обнаружить приближение момента предельного состояния изделия или компонента.

Основными отказами *системы электроснабжения* являются:

- обрыв в обмотке возбуждения генераторной установки или статорной обмотке из-за плохой пайки в местах соединений обмотки с контактными кольцами в первом случае и вследствие плохой зачистки от изоляции проводов, идущих к выводам, во втором случае;

- износ контактных колец и щеток при завершении срока эксплуатации или при эксплуатации транспорта в запыленной местности;

- межвитковые замыкания обмотки статора и ее замыкание на пластины железа статора из-за плохой межпазовой изоляции или в конце ресурса генератора при несоблюдении режима сварки пакета статора (пластины железа смещаются друг относительно друга) или нарушении технологии нанесения изоляции на лобовые части статора;

- пробой или обрыв диодов выпрямительного блока вследствие перенапряжений в бортовой сети или при нарушении технологии производства диодов. Например, при комплектации автомобилей аппаратурой впрыскивания топлива с электронным управлением прерывание тока в обмотке электромагнитной форсунки возбуждает в бортовой сети кратковременные экстратоки. Эти импульсы тока «прокалывают» $p-n$ -переход, и постепенно диод выходит из строя;

- поломки щеткодержателя;

- ослабление, чрезмерное натяжение или обрыв приводного ремня;

- износ посадочного места подшипника в крышке генератора со стороны привода;

- разрушение подшипников или их чрезмерный износ из-за отсутствия смазки или попадания на сборку генераторной установки подшипника с «оквадраченным» шариком и ротора, который не прошел балансировку.

К основным отказам *регулятора напряжения* относятся пробой полупроводниковых приборов, отклонение уровня регулируемого напряжения от нормы (13,7... 14,2 В), нарушение герметичности корпуса и трещины кристаллов полупроводниковых элементов.

Отказы генераторных установок определяют по осциллограммам выходного напряжения с помощью мотор-тестера (см. гл. 3).

Основными отказами *аккумуляторных батарей* являются:

- ускоренный износ батареи, связанный с ее перезарядом или недозарядом из-за неисправности регулятора напряжения. Перезаряд приводит к ускоренной потере воды, коррозии положительных токоотводов — решеток батареи и оголению верхних кромок пластин и сепараторов. Это может привести к взрыву батареи. При недозаряде работоспособность АКБ постепенно снижается из-за ускоренного оплавления активной массы, что при отрицательных температурах приводит к замерзанию электролита и разрушению корпуса АКБ;

- саморазряд из-за старения батареи. При чередующихся зарядах и разрядах, которые постоянно происходят в процессе работы АКБ, положительная активная масса постепенно оплавляется, и ее количество, участвующее в химической реакции, уменьшается;

- окисление полюсных выводов, что может привести к разрыву цепи между аккумулятором и бортовой сетью. В этом случае электростартер не запускает двигатель внутреннего сгорания.

АКБ диагностируют с помощью мультиметра — прибора, в котором совмещены вольтметр, амперметр, измерительный мост емкостей, индуктивностей и сопротивлений, или аккумуляторных пробников (см. гл. 3).

В процессе эксплуатации у *электростартера* происходят следующие отказы:

- пробуксовка муфты свободного хода привода;
- износ или заклинивание шестерни привода в шлицевом соединении с валом;
- разнос коллектора и якоря, что наиболее характерно для стартеров со встроенным редуктором или в случаях заклинивания шестерни привода в зубьях маховика двигателя;
- нарушение регулировки привода, что не позволяет при включенном стартере войти шестерне привода в зацепление с маховиком двигателя;
- окисление клеммы тягового реле или обрыв удерживающей обмотки реле;
- окисление или загрязнение коллектора якоря;
- зависание щеток в щеткодержателе из-за его деформации или загрязнения;
- замыкание обмотки возбуждения на корпус стартера;
- заклинивание якоря стартера в корпусе из-за разносоа;
- короткое замыкание в обмотках реле или якоря стартера.

Параметрами диагностирования стартера могут служить сила тока и частота вращения его вала в режиме холостого хода.

На *систему зажигания* приходится примерно 10...12 % всех отказов электрооборудования, и в 80 % случаев эти отказы являются причиной повышения расхода топлива (на 5...6 %) и снижения мощности двигателя, а также ухудшения динамических качеств автомобиля. Характерными отказами системы зажигания являются:

- отсутствие высокого напряжения на свечах зажигания из-за пробоя изоляции проводов высокого напряжения, образования нагара на тепловом конусе свечи зажигания, перекрытия изолятора свечи, обрывов в первичной цепи вследствие заедания рычажка прерывателя классической или контактно-транзисторной системы зажигания, подгорания контактов, пробоя или зависания центрального уголька высоковольтной крышки распределителя, пробоя или сгорания помехоподавляющего резистора в бегунке распределителя, обрыва первичной обмотки катушки зажигания и пробоя выходного транзистора коммутатора;

- затрудненный запуск двигателя или его работа с перебоями из-за образования нагара на свечах зажигания, износа деталей

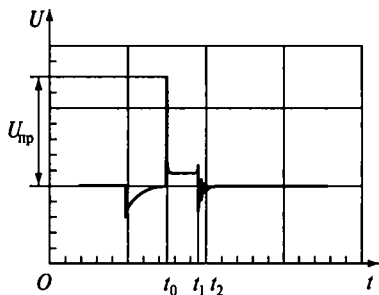


Рис. 1.4. Осциллограмма вторичного напряжения катушки зажигания:

$U_{пр}$ — пробивное напряжение на свече зажигания; $t_1 - t_0$ — длительность искрового разряда; $t_2 - t_1$ — длительность затухания переходного электромагнитного процесса в катушке зажигания

прерывающего механизма и распределителя (металлокерамические подшипники и детали центробежного регулятора угла опережения зажигания), нарушения зазора между контактами прерывающего механизма, образования перекрытий участков загрязненной поверхности высоковольтной крышки распределителя, межвитковых замыканий в обмотке катушки зажигания и пробоя высоковольтной крышки распределителя;

- остановка двигателя после выключения электростартера из-за сгорания дополнительного резистора в бесконтактной или контактно-транзисторной системе зажигания.

К диагностическим параметрам системы зажигания можно отнести характеристики разрядного процесса на свечах зажигания или вторичного напряжения катушки зажигания, определяемые с помощью осциллографа (рис. 1.4) или мотор-тестера.

К наиболее часто возникающим отказам *электронных систем управления* бензиновыми двигателями (иногда их называют *компьютерными системами*) относятся:

- окисление контактов разъемных соединителей из-за попадания на них охлаждающей жидкости, масла или бензина;
- обрыв проводов или отсутствие соединения между датчиком и электронным блоком (до 35 % отказов);
- заклинивание якоря, зависание щеток или обрыв в обмотке электробензонасоса (до 22 % отказов);
- пробой или обрывы в обмотке электромагнитной форсунки (до 9 % отказов);
- отказ кислородного датчика из-за «отравления» его этилированным бензином (до 7 % отказов);
- прекращение функционирования датчиков или реле управления (датчик детонации, датчик температуры воздуха или охлаждающей жидкости, реле включения топливного насоса);
- пробой выходного транзистора системы зажигания — моноблока (до 3 % случаев).

Следует отметить, что в электронных системах управления широко применяется встроенная система диагностирования. Она заносит в память электронного блока отклонения рабочих параметров системы и ее компонентов в виде кодированных сигналов.

При этом на щитке приборов загорается диагностическая лампа с надписью «Check engine» или включается прерывистый сигнал индикатора с рисунком двигателя. Например, при закорачивании двух клемм диагностического разъема высвечиваются следующие коды:

12 — «Режим самодиагностирования» или «Система полностью исправна» при отсутствии других кодов;

13 — «Отсутствует сигнал датчика кислорода»;

14 — «Высокий сигнал температуры двигателя» и т. д.

Более подробно коды неисправностей рассмотрены в гл. 4.

В электронной системе управления дизельным двигателем также возможны отказы, связанные в основном с нарушением цепей в проводке системы от датчиков до электронного блока и от этого блока до исполнительных реле.

Встроенная система диагностирования информирует водителя о наличии отказов с помощью сигнальной лампы или индикатора.

Отказы *антиблокировочной системы торможения*, аналогичные рассмотренным выше, анализируются с помощью мотор-тестеров, сканеров и специализированных или универсальных тестеров, у которых имеются картриджи (дискеты или CD-диски) с тестовыми программами для проверки работоспособности соответствующего электронного блока и датчиков электронной системы. Расширяется применение персональных компьютеров с унифицированным интерфейсом для диагностирования различных электронных систем управления.

К отказам *электрофакельных устройств дизельных двигателей* относятся:

- перегорание спирали свечи накаливания;
- сторание обмотки управляющего реле;
- сбой в работе электронного блока управления — электронного реле (у легковых автомобилей);
- окисление клемм разъемных соединителей;
- обрывы обмотки управляющего реле или в проводке электрофакельной системы.

В информационных системах, в том числе *контрольно-измерительных приборах*, в процессе эксплуатации возникают отказы, связанные с неисправностью контактов в соединительных разъемах или клеммах соединений из-за коррозии, ослабления пружин, обрыва цепей, сторания предохранителей и перемычек. Кроме этих отказов возникают колебания стрелок указательных приборов из-за износа концов гибкого вала привода спидометра, выхода из строя механизма демпфирования стрелки и отказа датчиков.

У электронных контрольно-измерительных приборов и электронных щитков приборов наиболее характерными отказами являются:

- выход из строя изделий электронной техники (дисплей, микросхема управления, конденсаторы, транзисторы и диоды) при несоблюдении правил эксплуатации или при аномальных режимах работы генераторной установки;

- ослабление контактов в разъемных соединителях.

Коммутационной аппаратуре (блоки предохранителей и реле, блоки предохранителей, электронные и электромеханические реле) присущи отказы с пробоем или обрывом обмоток, сгоранием контактов реле, выходом из строя изделий электронной техники и нарушением контактов в штекерных соединителях.

В *электроприводных механизмах* (моторредукторы, стеклоочистители, электроventильаторы) основные отказы связаны:

- с пробоем или обрывом обмотки якоря;
- короткими замыканиями в обмотках из-за перегрузок в результате заклинивания или заедания шестерни и червяка редуктора при отсутствии либо высыхании смазки;
- зависанием и износом щеток и коллектора;
- износом подшипников;
- поломкой мест крепления механизма к корпусу автомобиля.

У *изделий светотехники, световой и звуковой сигнализации* в процессе эксплуатации возникают следующие отказы:

- неисправности выключателей или переключателей светотехнических и светосигнальных приборов;
- перегорание предохранителей в цепях питания из-за коротких замыканий;
- перегорание нитей ламп накаливания вследствие превышения регулируемого напряжения генераторной установки;
- слабое горение нитей ламп из-за низкого регулируемого напряжения генераторной установки или больших падений напряжения между патроном и цоколем лампы в результате коррозии и попадания влаги и грязи;
- снижение освещенности дорожного полотна из-за коррозии оптического элемента или нарушения регулирования фар при неправильной загрузке автомобиля и отклонении давления в шинах от оптимального;
- отсутствие звучания звукового сигнала вследствие окисления контактов механизма прерывания, разрегулирования зазора или обрыва обмотки;
- дребезжащее звучание сигнала, вызываемое дефектами мембраны, разрушением изоляционных шайб выводов или ослаблением крепления сигнала.

Генераторным установкам и электродвигателям присущи отказы, связанные с появлением повышенного шума из-за износа подшипниковых узлов, неравномерного износа ламелей коллектора и ослабления крепления изделий в местах их установки на двигатель или шасси.

Рассмотренные отказы изделий и систем АТЭ и АЭ оказывают различное влияние на работоспособность автомобиля и трактора, их техническую готовность и в конечном итоге на экономические показатели процесса эксплуатации.

1.5. Влияние изменения технического состояния изделий АТЭ и АЭ на технико-экономические показатели эксплуатации автомобилей и тракторов

Повышение эффективности технической эксплуатации изделий АТЭ и АЭ означает:

- обеспечение необходимого уровня их работоспособности, при которых возможна надежная работа автомобиля и трактора;
- сокращение затрат на обеспечение работоспособности изделий и систем АТЭ;
- повышение производительности труда при проведении ТО и ремонта;
- снижение отрицательного воздействия на население и окружающую среду.

По данным специалистов и ученых МАДИ (ГТУ), затраты на ремонт и ТО автомобилей составляют 22...26 % себестоимости перевозки грузов, причем затраты на эксплуатационные материалы определяются организацией и качеством технической эксплуатации. Примерно 45...50 % себестоимости перевозок грузов прямо или косвенно зависят от качества и эффективности технической эксплуатации автомобиля. На изделия АТЭ и АЭ приходится от 10 до 30 % всех затрат при проведении ТО и ремонта для поддержания транспортного средства в состоянии технической готовности, под которой понимают обобщенный показатель работы инженерно-технической службы по обеспечению работоспособности транспортного средства.

Коэффициент технической готовности напрямую связан с показателями надежности, т.е. наработкой изделия на отказ и простоем транспортного средства. Техническая готовность зависит от нормативов технической эксплуатации (ТО, ремонта и расхода запасных частей), на которые оказывают влияние условия эксплуатации (табл. 1.7).

На технико-экономических показателях эксплуатации существенно сказывается предупредительный ремонт или замена некоторых изделий АТЭ и АЭ, например кислородного датчика системы нейтрализации отработавших газов после пробега автомобиля 50,0...80,0 тыс. км, электроламп в изделиях светотехники или свечей зажигания. Такие замены очень важны для транспортных средств, осуществляющих междугородные и международные перевозки.

**Коэффициент корректирования нормативов для различных
категорий эксплуатации**

Категория эксплуатации	Норматив			
	Периодичность	Удельная трудоемкость	Ресурс до капиталь- ного ремонта	Количество запасных частей
II	0,9	1,1	0,9	1,1
III	0,8	1,2	0,8	1,25
IV	0,7	1,4	0,7	1,4
V	0,6	1,5	0,6	1,65

Примечание. Для I категории эксплуатации все нормативы приняты равными единице.

Следует подчеркнуть, что от качества работы служб технической эксплуатации зависит степень загрязнения окружающей среды, которая возрастает в случае недостаточно удовлетворительного технического состояния системы зажигания, элементов и изделий АЭ, особенно при нарушении правил эксплуатации.

Безопасность дорожного движения в условиях его возрастающей интенсивности все в большей мере зависит от работы технических служб, в частности от правильности показаний спидометра и регулировки фар, работы указателей поворота, аварийной сигнализации и антиблокировочной системы торможения.

Кроме того, от технических служб зависит эффективность проведения ТО и ремонта, поскольку правильная их организация обуславливает надежность ремонтируемых и обслуживаемых изделий АТЭ и АЭ.

Таким образом, на технико-экономические показатели транспортных средств, экологическую и дорожную безопасность влияют условия эксплуатации, эффективность проведения ТО и ремонта, а также качество работы технических служб эксплуатации.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируют системы АТЭ и АЭ?
2. Расскажите о классификации систем электрооборудования.
3. Какие изделия и системы АТЭ влияют на техническое состояние автомобиля и трактора?
4. Какие категории условий эксплуатации существуют в Российской Федерации?
5. Перечислите типовые условия эксплуатации и соответствующие им средние интенсивности эксплуатации.
6. Что означает понятие технической эксплуатации изделий АТЭ и АЭ?

7. Расскажите о классификации отказов изделий АТЭ и АЭ в эксплуатации и характерных отказах.

8. Каковы причины изменения технического состояния изделий АТЭ и АЭ?

9. При каких отказах изделий АТЭ и АЭ эксплуатация автомобилей запрещена?

10. Назовите основные отказы изделий АТЭ и АЭ, вызывающие загрязнение окружающей среды.

11. Перечислите отказы изделий АТЭ и АЭ, приводящие к дорожно-транспортным происшествиям.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ И СИСТЕМ АТЭ И АЭ

Организация технической эксплуатации и диагностирования изделий и систем АТЭ и АЭ связана с реализацией методов эффективного управления их техническим состоянием с помощью диагностирования, технического обслуживания, текущего и капитального ремонтов. Управление — это процесс обобщения информации о состоянии системы организации ТО и диагностирования, который позволяет предпринять конкретные целенаправленные действия, переводящие систему из исходного состояния в заданное. Управление включает в себя определенную последовательность действий.

1. Установление цели, стоящей перед технической эксплуатацией.

2. Получение информации о состоянии изделий и систем АТЭ и АЭ, о внешних дестабилизирующих воздействиях, об их наиболее характерных отказах и эксплуатационной надежности.

3. Обработка и систематизация полученной информации.

4. Принятие управляющих решений о совершенствовании нормативов ТО и ремонта, применении новой диагностической аппаратуры, повышении квалификации обслуживающего персонала, об организации снабжения запасными частями и новыми изделиями.

5. Составление четкой программы, обязательной для выполнения персоналом, с четкой индивидуальной ответственностью исполнителей и поэтапным контролем.

6. Доведение программы до исполнителей, реализация ее и анализ полученных результатов.

Такой метод управления называется программно-целевым или целевым и является наиболее эффективным методом организации технической эксплуатации и диагностирования. Часто вместо термина «программа» используют термины «мероприятие» или «операция».

2.1. Основные требования к организации технической эксплуатации

На организацию технической эксплуатации изделий и систем АТЭ и АЭ значительное влияние оказывают технический уровень,

надежность и качество автомобильного и тракторного парков, а также квалификация обслуживающего персонала. Обновление парков автомобилями и тракторами современной конструкции происходит постепенно, поэтому в них сосуществуют транспортные средства нескольких поколений технического уровня и производителей. По данным МАДИ (ГТУ), средний возраст автомобильного транспорта в Российской Федерации на 1 января 1999 г. (без учета индивидуального транспорта) для грузовых автомобилей составляет 8,2 года, легковых — 6,9 года, а для автобусов — 8,8 года, причем в автотранспортных организациях в эксплуатации находятся автобусы и грузовые автомобили зарубежного производства старше 10 лет.

Отечественный и зарубежный опыт организации технической эксплуатации показывает, что обеспечить гарантированный уровень работоспособности изделий АТЭ и АЭ без планово-предупредительной системы ТО и ремонта невозможно.

Под влиянием дестабилизирующих воздействий у изделий АТЭ и АЭ возникает совокупность отказов или неисправностей. Каждая составляющая этой совокупности является случайной величиной, характеризуемой ее средним значением, наработкой на отказ, видом закона распределения отказов, стоимостью предупреждения отказа и его устранения. На практике существуют два направления проведения ТО и ремонта. Первое — поддержание работоспособности (профилактика) с определенной периодичностью и второе — восстановление утраченной работоспособности, когда в этом возникает потребность (при случайных отказах изделий). Первое направление считают наиболее целесообразным, так как постоянное применение в этом случае диагностирования повышает коэффициент готовности транспортного средства.

Организация технической эксплуатации изделий и систем АТЭ и АЭ с предварительным контролем их диагностическими методами с использованием стационарных, компактных и мобильных контрольно-диагностических средств постоянно развивается и совершенствуется. Однако следует отметить, что основные условия деятельности такой организации — точность, надежность и универсальность самих контрольно-диагностических средств.

Организация технической эксплуатации с предварительным контролем состояния изделий АТЭ и АЭ позволяет производить контроль их работоспособности с определенной периодичностью.

В настоящее время широкое распространение получила встроенная система диагностирования, которая сигнализирует разными способами об уровне работоспособности изделия или системы. Например, осуществляется сигнализация об отсутствии заряда АКБ от генератора, о превышении допустимой температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя и т. д. Работоспособность встроенной системы диагностирования также должна

контролироваться в рамках планово-предупредительной системы и метрологическими поверками.

Таким образом, из рассмотрения основных принципов организации технической эксплуатации изделий и систем АТЭ и АЭ вытекают следующие требования к ней.

1. Организация технической эксплуатации должна обеспечивать заданный уровень эксплуатационной надежности изделий при рациональных материальных и трудовых затратах.

2. Основная направленность организации технической эксплуатации должна быть природоохранительной, ресурсосберегающей и обеспечивающей дорожную безопасность движения транспорта.

3. Необходимо, чтобы техническая эксплуатация носила планово-предупредительный характер и была направлена на повышение качества ТО и ремонта, применяемых эксплуатационных материалов (бензин, масло, охлаждающая жидкость, электролит) и надежности изделий при высоком уровне квалификации обслуживающего персонала.

4. Применение встроенных диагностических средств позволяет более оперативно информировать водителя и обслуживающий персонал о приближении предельного состояния изделия в соответствии с результатами расшифровки кодов неисправностей в оперативной памяти электронных блоков или на диаграммных дисках тахографа.

5. Техническая эксплуатация должна обеспечивать стабильность основных принципов, гибкость нормирования с учетом изменений условий эксплуатации, конструкции изделий, систем и их надежности.

6. При организации технической эксплуатации следует учитывать разнообразие условий эксплуатации автомобилей и тракторов.

7. В процессе технической эксплуатации необходимо объективно оценивать и фиксировать эксплуатационную надежность и на этой базе определять основные направления совершенствования системы эксплуатации.

2.2. Организации, занимающиеся эксплуатацией и техническим обслуживанием изделий и систем АТЭ и АЭ

Основой системы технической эксплуатации, ТО и ремонта являются техническая политика, структура и базовые нормы, которые разрабатываются на государственном, отраслевом, фирменном и производственном уровнях, а также на уровне сферы обслуживания.

В Российской Федерации разработан и утвержден ряд государственных стандартов и отраслевых нормативов, отражающих принципы ТО и ремонта автомобильной техники, требования к эксплуатационной технологичности конструкции изделий и качеству

сертифицированной продукции. В этих стандартах и нормативах зафиксированы предельные значения трудоемкости ТО и ремонта, методы определения показателей эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности при испытаниях и т. д.

Анализ, проведенный специалистами МАДИ (ГТУ), показал, что в 2001 г. в нашей стране 370 тыс. субъектов осуществляли коммерческую деятельность на автомобильном транспорте. Среди них 60 % — организации и 40 % — физические лица и малые предприятия, причем организации владели 77 % автомобильного парка, в том числе 73 % грузового, 98 % легкового и 55 % автобусного.

Однако целый ряд транспортных организаций и особенно малые предприятия, не имеют базы, оборудования и персонала для поддержания работоспособности автомобильного транспорта и требуемого государственными документами уровня безопасности движения и экологической безопасности. К этим документам относятся Федеральный закон от 10 декабря 1995 г. № 163-ФЗ «О безопасности дорожного движения», Устав автомобильного транспорта (1992 г., с изм. от 1998 г.), Положение о лицензировании перевозочной, транспортно-экспедиционной и другой деятельности, связанной с осуществлением транспортного процесса, ремонтов и техническим обслуживанием транспортных средств на автомобильном транспорте в Российской Федерации (см. приложение к Постановлению Правительства РФ от 2 февраля 1992 г. № 118, с изм. от 31 июля 1998 г.). Эти нормативные акты обусловили развитие фирменных систем ТО и ремонта в сервисных организациях с применением планово-предупредительной системы обслуживания в соответствии с рекомендациями и нормативами производителей автомобилей. Некоторые владельцы автомобилей предпочитают пользоваться услугами мелких частных сервисных фирм, которые придерживаются руководств по эксплуатации, разработанных производителями транспортных средств.

Таким образом, к организациям, занимающимся эксплуатацией и техническим обслуживанием автомобилей, в том числе изделий АТЭ и АЭ, относятся объединения, холдинги, акционерные общества, крупные транспортные компании, государственные или муниципальные унитарные транспортные предприятия, которые имеют в своем составе научно-исследовательские институты или лаборатории, а также малые предприятия.

2.3. Методическое обеспечение эксплуатации и технического обслуживания

В Российской Федерации произошла структурная перестройка и постоянно меняется система управления транспортом. Изменения связаны с разделением функций государственного регулирования и производственно-коммерческого управления, а

также переходом от отраслевого построения органов управления к функциональному. В результате в Министерстве транспорта РФ была создана Российская транспортная инспекция, осуществляющая лицензирование и контроль выполнения транспортного законодательства, требований по экологии и безопасности движения.

Министерство разрабатывает основные положения государственной транспортной политики: законы, подзаконные акты, стандарты, нормативы, определяющие порядок работы транспорта и транспортных организаций независимо от их формы собственности.

Транспортные организации осуществляют функции производственно-коммерческого управления в форме инженерно-технической службы, которая выполняет ежедневное, первое и второе техническое обслуживание (ЕТО, ТО-1 и ТО-2), диагностирование и ремонт.

Регламентация ТО и ремонта определяется законами, государственными стандартами, отраслевыми нормативами и технической документацией, излагающими принципы ТО и ремонта. К ним относятся стратегия и тактика обеспечения работоспособного состояния транспортного средства, основные понятия и определения, виды и назначение ТО и ремонта.

В НТД содержатся нормативы периодичности и трудоемкости, ресурсов изделий и агрегатов, простоев автотранспорта при ТО и текущем ремонте (ТР); типовые обобщенные перечни операций ТО и ремонта изделий; методы учета условий эксплуатации и корректирования нормативов; основные положения об организации ТО и ремонта.

Рассмотрим основные задачи всех видов ТО и ремонта изделий и систем АТЭ и АЭ. Задачей ЕТО является общий контроль изделий светотехники, световой и звуковой сигнализации, работоспособности стеклоочистителей, омывателей, фарочистителей, фароомывателей, спидометра, тахометра, тахографа и отопителя, т.е. изделий, отвечающих за безопасность движения автомобиля.

Задачей ТО-1 и ТО-2 является снижение интенсивности изменения параметров технического состояния изделий АТЭ и АЭ, выявление и предупреждение неисправностей и отказов, обеспечение экономичности, безопасности движения, защиты окружающей среды путем своевременного выполнения контрольных, смазочных и регулировочных операций и работ.

Диагностические работы являются технологическим элементом ТО и ремонта. Получаемая с их помощью информация представлена в виде контрольных осциллограмм, алгоритма работы, частоты рабочих циклов, электрических и механических параметров, характеризующих техническое состояние изделий при вы-

Рекомендуемая периодичность ТО транспортных средств

Тип транспортного средства	ТО-1	ТО-2
Легковой автомобиль, тыс. км	5	20
Автобус, тыс. км	5	20
Грузовой автомобиль, тыс. км	4	16
Трактор, моточасы	100	1000

Примечание. Допустимые отклонения от нормативов периодичности ТО составляют $\pm 10\%$.

полнении соответствующих работ. Различают общее диагностирование и углубленное поэтапное.

Общее диагностирование иногда называют экспресс-диагностикой. Оно заключается в том, что в автоматическом режиме за короткий промежуток времени определяют, является ли техническое состояние изделия или системы исправным. *Углубленное поэтапное диагностирование* включает в себя оценку работоспособности элементов изделия или системы и их предельного состояния.

Сезонное обслуживание (СО) проводят два раза в год для подготовки транспортного средства к эксплуатации при изменении времени года. Это особенно важно в зонах очень холодного, холодного, жаркого, сухого и очень жаркого сухого климата. Нормативы трудоемкости СО составляют 50 % трудоемкости ТО-2 для очень холодного и очень жаркого сухого климатических районов, 30 % — для холодного и жаркого сухого районов, 20 % — для прочих районов. Обычно СО совмещают с ТО-2, увеличивая при этом трудоемкость на 20 %.

Рекомендуемая периодичность ТО транспортных средств представлена в табл. 2.1, примерные значения трудоемкости ТО изделий АТЭ и АЭ при проведении ЕТО, ТО-1, ТО-2 и ТР — в табл. 2.2.

Как отмечалось ранее, ТО выполняют в автотранспортных организациях, на станциях технического обслуживания, базах централизованного ТО, в ремонтных мастерских и центрах.

Ремонт подразделяют на ТР и капитальный ремонт (КР). КР предназначен для регламентированного восстановления потерявших работоспособность изделий АТЭ и АЭ, обеспечения ресурса до следующего КР. При его выполнении заменяют изношенные и разрушенные детали новыми заводского изготовления или восстановленными с применением ремонтных технологий.

КР предусматривает полную разборку изделий, дефектацию, восстановление или замену детали, последующую сборку, регулирование и испытание. При этом КР должен обеспечивать уровень качества, близкий или равный качеству нового изделия. Во время КР изделий АТЭ восстанавливают или заменяют новыми

**Примерная трудоемкость ТО изделий АТЭ и АЭ, человекочасы
на 1000 км пробега транспортного средства**

Тип транспортного средства	ЕТО	ТО-1	ТО-2	ТР
Легковой автомобиль малого класса	0,06 ... 0,08	0,46 ... 0,52	1,84 ... 2,04	0,56 ... 0,62
Легковой автомобиль среднего класса	0,07 ... 0,10	0,50 ... 0,58	2,10 ... 2,34	0,60 ... 0,64
Автобус городской	0,16 ... 0,19	1,16 ... 1,32	4,80 ... 5,16	1,36 ... 1,40
Автобус междугородный	0,20 ... 0,23	1,50 ... 1,60	6,30 ... 6,54	1,38 ... 1,40
Грузовой автомобиль	0,08 ... 0,11	0,50 ... 0,52	1,82 ... 2,06	0,74 ... 0,78
Трактор	0,10 ... 0,12	1,20 ... 1,30	5,00 ... 6,10	—

Примечание. Примерные значения трудоемкости рассчитаны на основе Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.

корпусные детали, статоры, якоря и роторы в сборе, подшипники, валы якорей и роторов. КР проводят в специализированных ремонтных организациях (см. гл. 7).

ТР осуществляют для устранения возникающих отказов и неисправностей с целью обеспечения нормативного ресурса до КР. Для ТР характерны разборочные, сборочные, дефектовочные и окрасочные работы, замена деталей и сборочных единиц. ТР должен обеспечить безотказную работу изделий и систем за пробег до ТО-2. При проведении ТР регламентируют удельную трудоемкость в человекочасах на 1000 км пробега и суммарное удельное время (число смен на 1000 км).

Нормативы ТО и ремонта определяют Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, отраслевые нормативы технологического проектирования, заводские инструкции по эксплуатации и сервисные книжки для индивидуального транспорта.

Для установления количественных и качественных показателей нормирования технической эксплуатации необходимо знать закономерности изменения параметров технического состояния изделия и их допустимые значения. Известно, что изменение параметров технического состояния изделий АТЭ и АЭ по мере нарастания наработки является случайным процессом. Это связано с тем, что наработка изделия зависит от качества сборочных работ, материалов деталей изделия, ТО и ремонта, нарушений условий эксплуатации, манеры вождения и т. д. Поэтому для анализа изменения параметров технического состояния изделий АТЭ и АЭ используют показатели надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

К показателям безотказности относят:

- вероятность безотказной работы $P(t)$, т.е. вероятность того, что в пределах заданной наработки t отказа изделия не произойдет;
- гамма-процентную наработку до отказа $t_{\gamma\%}$, т.е. наработку, в пределах которой отказа не произойдет с вероятностью $\gamma/100$;
- среднюю наработку до отказа t_0 — отношение суммарной наработки восстанавливаемого изделия к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки;
- интенсивность отказов $\lambda(t)$ — плотность вероятности отказа изделия при условии, что до определенного значения наработки отказа не произошло.

Вероятность безотказной работы $P(t)$ связана с функцией распределения $F(t)$ числа отказов соотношением

$$P(t) = 1 - F(t),$$

а интенсивность отказов равна

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)},$$

где $f(t)$ — плотность вероятности отказа. Поскольку математическими преобразованиями можно показать, что $P(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt$, функцию $F(t)$ часто называют интегральной функцией распределения, а $f(t)$ — дифференциальной функцией распределения. На рис. 2.1 представлены кривые изменения во времени интенсивности $\lambda(t)$ внезапных и постепенных отказов изделий АТЭ и АЭ.

Для изделий электрооборудования закон распределения отказов в большинстве случаев представляет собой двухпараметрическое распределение Вейбулла—Гнеденко, для которого функции $F(t)$ и $f(t)$, вероятность безотказной работы $P(t)$ за наработку t , интенсивность отказов $\lambda(t)$ при наработке t и средняя интенсивность отказов λ_0 описываются следующими выражениями:

$$F(t) = 1 - \exp \left\{ - \left[\frac{t}{t_0} \Gamma \left(1 + \frac{1}{m} \right) \right]^m \right\},$$

$$f(t) = \frac{m}{t} \left[\frac{t}{t_0} \Gamma \left(1 + \frac{1}{m} \right) \right]^m \exp \left\{ - \left[\frac{t}{t_0} \Gamma \left(1 + \frac{1}{m} \right) \right]^m \right\},$$

$$P(t) = 1 - F(t) = \exp \left\{ - \left[\frac{t}{t_0} \Gamma \left(1 + \frac{1}{m} \right) \right]^m \right\},$$

$$\lambda(t) = \frac{m}{t} \left[\frac{t}{t_0} \Gamma \left(1 + \frac{1}{m} \right) \right]^m,$$

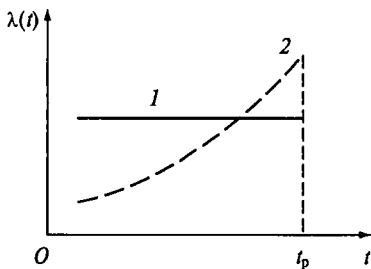


Рис. 2.1. Изменение интенсивности отказов изделий в процессе эксплуатации:

1 — постепенный отказ; 2 — внезапный отказ; t_p — ресурс изделия

$$\lambda_0 = \frac{1}{t_0},$$

где t_0 — средняя наработка до отказа; m — параметр формы функции $F(t)$, изменяющийся в пределах от 0,5 до 5; $\Gamma(x)$ — гамма-функция, или функция Эйлера, аргумента x .

С m однозначно связан коэффициент вариации $V(m)$, равный отношению среднего квадратического отклонения σ к среднему значению t_0 . При $m = 1$ закон распределения становится экспоненциальным.

В этом случае $\lambda(t) = \lambda_0$.

При значениях параметра формы $m > 3$ распределение становится нормальным распределением Гаусса, а коэффициент вариации $V = \sigma/t \approx 0,35$. Для распределения Гаусса рассмотренные выше формулы принимают следующий вид:

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left\{-\left[\frac{t_0 - \tau}{\sigma}\right]^2 / 2\right\} d\tau,$$

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\left[\frac{t_0 - t}{\sigma}\right]^2 / 2\right\}.$$

При экспоненциальном законе распределения вероятность безотказной работы нельзя представить в явном виде как функцию времени работы изделия с начала эксплуатации. Следовательно, это распределение не позволяет учитывать изнашивание, старение и другие процессы, а может служить лишь инструментом для прогнозирования внезапных отказов.

Закон распределения Вейбулла—Гнеденко справедлив для изделий и систем, состоящих из независимых элементов, отказ каждого из которых вызывает отказ изделия или системы в целом.

Поскольку на основании данных об эксплуатации изделий электрооборудования можно определить характер закона распределения вероятности безотказной работы, показатели надежности изделий определяются аналитически. С этой целью составлены таблицы нормированных функций, которые облегчают процедуру расчета.

Например, если известно или задано значение среднего квадратического отклонения σ , то коэффициент вариации для нормального распределения и распределения Вейбулла—Гнеденко определяется по таблицам, которые приводятся в государственных и отраслевых стандартах, связанных с вопросами надежности.

Умение оценивать случайные величины позволяет объективно, с определенной вероятностью, прогнозировать появление отказов изделий АТЭ и АЭ, устанавливать периодичность ТО и ремонтов. Эта методология применяется для разработки стратегии обеспечения работоспособности изделий и систем АТЭ и АЭ в процессе технической эксплуатации автомобилей и тракторов.

2.4. Международные правила и их влияние на техническую эксплуатацию изделий и систем электрооборудования

Увеличение объема производства автомобилей в различных странах и развитие торговли ими обусловили необходимость унификации требований к автотранспортным средствам по экологической, пассивной и активной безопасности, а также создание механизма взаимного признания результатов подобной оценки. В рамках Комитета по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (КВТ ЕЭК ООН) была создана Рабочая группа WP.29 по конструкциям транспортных средств, подготовившая соглашение, подписанное рядом стран в 1956 г. в Риме. Оно приобрело патронаж ЕЭК ООН и получило название Женевского соглашения 1958 г.

В рамках этого Соглашения разрабатываются и одобряются технические предписания по экологической, активной и пассивной безопасности автотранспортных средств, которые называются правилами ЕЭК ООН. Участие в Соглашении является добровольным, и каждая присоединившаяся страна сама решает, какие правила она принимает и каким образом реализует их в национальном законодательстве. В настоящее время утверждены 110 правил ЕЭК ООН, из которых 91 правило применено в Российской Федерации и 54 правила включены в национальную систему сертификации механических транспортных средств и прицепов.

В странах Европейского союза (ЕС) с 1 января 1993 г. введена Директива ЕС 92/53, предусматривающая процедуру одобрения типа полномасштабного транспортного средства. Это одобрение разрешает изготовителю выпуск автомобилей и допуск их к продаже только при соответствии его конструкции 46 отдельным требованиям к токсичности отработавших газов, шуму, активной и пассивной безопасности, обзорности и т. д.

С марта 1998 г. Европейский союз стал коллективным членом Женевского соглашения 1958 г. и начал применять 78 правил ЕЭК ООН.

В США принят федеральный закон о безопасности механических транспортных средств и создана Национальная администрация по безопасности дорожного движения (NHTSA). Она разрабатывает, публикует и проводит в жизнь федеральные стандарты по безопасности дорожного движения механических транспортных

средств (FMVSS). Действующие 40 федеральных стандартов разделены на следующие группы:

- серия 100 — по активной безопасности;
- серия 200 — по пассивной безопасности;
- серия 300 — по пожарной безопасности.

Кроме этих стандартов в США действует более 60 тыс. необязательных стандартов, разработанных обществами, ассоциациями и союзами. В области автомобильной промышленности США созданием таких стандартов занимается общество инженеров-механиков (SAE), которое разработало около 1500 стандартов. Эти стандарты устанавливают типовые размерные характеристики изделий для обеспечения взаимозаменяемости, методы испытаний, требования к сырью и материалам, поставляемым для производства автомобилей и компонентов к ним, в том числе к электромеханическим изделиям.

В настоящее время в рамках КВТ ЕЭК ООН разработан и осуществляется проект нормативного документа по унификации требований к световому пучку фар ближнего и дальнего света, изготавливаемых в США, Японии и странах Европы. Согласованы единые требования к электрическим соединениям, углам геометрической видимости и световому пучку фары ближнего света. Однако еще не устранены существенные различия в характеристиках и показателях осветительных и светосигнальных приборов европейских и американских автомобилей. Например, из-за повышенной на 20 % слепимости американской фары ближнего света по сравнению с европейской невозможен допуск к эксплуатации в России автомобилей с американской светотехникой. Перечень правил ЕЭК ООН, директив ЕС, стандартов SAE (США) и соответствующих им национальных стандартов Российской Федерации приведен в табл. 2.3.

Из табл. 2.3 следует, что стандарты РФ отражают практически все правила ЕЭК ООН и директивы ЕС. Это налагает специальные требования на производителей светотехнических и светосигнальных приборов по обеспечению воспроизводимости их светотехнических характеристик.

В Российской Федерации растущий автомобильный парк оказывает серьезное влияние на окружающую среду. На долю автомобильного транспорта приходится 40 % ее загрязнения, причем в городах — 50...60 %, а в мегаполисах — 85...90 %.

В 1991 г. законодательством РФ установлены правила регулирования отношений в сфере предотвращения экологически вредного воздействия хозяйственной деятельности, сохранения естественной среды обитания. В части обеспечения экологических показателей автомобилей в РФ действуют международные правила ЕЭК ООН R 49 и R 83, которые нормируют содержание в отработавших газах (ОГ) оксида углерода CO , углеводородов C_nH_m и оксидов азота NO_x .

Перечень правил ЕЭК ООН, директив ЕС, стандартов США и РФ

Объект стандартизации	Правила ЕЭК ООН	Директивы ЕС	Стандарты SAE (США)	Государственные стандарты РФ
Автомобильные фары с асимметричными огнями ближнего света и лампами накаливания типов R2 и/или H51	R 1	76/761/CEE	J582, J760, J1383	P41.1—99
Светоотражающие приспособления	R 3	76/757/CEE	J594	P41.3—99
Устройства освещения номерного знака	R 4	76/760/CEE, 76/222/CEE	J587	P41.4—99
Лампы-фары (СВ) с асимметричными огнями ближнего и/или дальнего света	R 5	—	J582, J760, J1383	P41.5—99
Указатели поворотов	R 6	76/559/CEE	J588, J590	P41.6—99
Подфарники, задние красные огни, стоп-сигналы	R 7	76/758/CEE, 76/540/CEE	J585, J586, J222, J1957	P41.7—99
Фары с асимметричными огнями ближнего света и/или огнями дальнего света с галогенными лампами типов H1, H3, HB3, H7, H8, H9, H1R1 и H1R2	R 8	—	J760, J1383	P41.8—99
Противотуманные фары	R 19	76/762/CEE	J583	P41.19—99
Фары с асимметричными огнями ближнего и/или дальнего света с галогенными лампами типа H4	R 20	—	J581, J582, J760, J1383	P41.20—99
Задние фонари	R 23	76/539/EWG	J593	P41.23—99
Предупреждающие треугольники	R 27	—	J774	2433—80
Галогенные лампы-фары (HSB) с асимметричными огнями ближнего и/или дальнего света	R 31	—	J581, J582, J760, J1383	P41.31—99

Объект стандартизации	Правила ЕЭК ООН	Директивы ЕС	Стандарты SAE (США)	Государственные стандарты РФ
Лампы накаливания	R 37	—	J567, J573, J1383	P 41.37—99
Задние противотуманные огни	R 38	77/538/EWG	J1319	P 41.38—99
Установка устройств освещения и световой сигнализации	R 48	76/756/CEE	J2338	P 41.48—99
Специальные предупреждающие огни	R 65	—	J595, J845, J1318	P 41.65—99
Стояночные огни	R 77	—	J222	P 41.77—99
Боковые габаритные огни	R 91	—	J592	P 41.91—99
Фары с газоразрядными источниками света	R 98	—	J1382, J2009	P 41.98—99
Газоразрядные источники света	R 99	—	J2009	P 41.99—99

Правила устанавливают нормы выбросов вредных веществ при работе двигателя автомобиля в режиме холостого хода и на беговых барабанах по ездовому циклу, включающему в себя 13-ступенчатый цикл ESC, цикл ETC с непрерывным посекундным изменением нагрузки и частоты вращения, имитирующий городскую, пригородную езду и движение на автостраде, цикл ELR, предназначенный для определения дымности на моторном стенде и при сертификационных испытаниях двигателя внутреннего сгорания. Соответствие правил ЕЭК ООН государственным и отраслевым стандартам видно из табл. 2.4.

В настоящее время в странах ЕС вступили в действие ужесточенные нормы «Евро-3», которые вдвое снижают предельные уровни содержания вредных веществ в отработавших газах по сравнению с нормами «Евро-1». В РФ требованиями «Евро-1» и «Евро-2» будут отвечать новые автомобили и двигатели выпуска 2003—2005 гг., а с 2005 г. вступят в силу еще более жесткие нормы «Евро-4». Для соответствия этим нормам вновь выпускаемые отечественные автомобили и двигатели должны оснащаться электронными системами, а эксплуатируемые — дооборудоваться нейтрализаторами и дожигателями ОГ. Кроме этого необходима новая инфраструктура эксплуатации автотранспортных средств и полная отмена применения этилированных бензинов при жестком нормировании содержания серы в бензинах и дизельном топливе.

С 2000 г. в Европе вступила в силу Директива 98/70 СЕЕ, регламентирующая содержание серы в бензинах не более 150 млн^{-1} , бензола — 1 % и ароматических компонентов — 42 %, а для дизельного топлива содержание серы — 350 млн^{-1} . Кроме этого с 2002 г. вводится обязательность наличия бортовой системы диагностирования по экологическим показателям ОГ (эффективность работы нейтрализатора) с автоматическим выводом информации на дисплей или сигнализатор.

Известно, что доля шумов, создаваемых автомобильным транспортом, в городском шуме составляет 60...80 %, поэтому ГОСТ 27436—87 устанавливает допустимый уровень шума одного транспортного средства не выше 80 дБ (А) для легкового автомобиля,

Таблица 2.4

**Соответствие Правил ЕЭК ООН государственным
и отраслевым стандартам РФ**

Тип	Вид проверки	Правила ЕЭК ООН	Стандарт РФ
<i>Автомобили</i>			
С бензиновыми двигателями	Эксплуатация	R 83	ГОСТ 17.2.2.03—87 с доп. № 1
С газовыми двигателями	»	R 83	ГОСТ 17.2.2.02.06—99
С дизельными двигателями	»	R 49 (оптическая плотность)	ГОСТ 21393—99
С бензиновыми и дизельными двигателями	Сертификация, беговые барабаны (городской и загородный циклы)	R 83	ОСТ 37.001.054—86 (нормы выброса CO , C_nH_m , NO_x и картерных газов)
<i>Автомобильные двигатели</i>			
Бензиновые	Сертификация, моторный стенд	R 83	ОСТ 37.001.070—75
Дизельные	То же	R 49	ОСТ 37.001.234—81 (9- и 13-ступенчатые циклы)
»	»	R 49 и R 24 (внешняя характеристика)	ГОСТ 17.2.2.01—84 (дымность)

Примечание. Предельно допустимые уровни выбросов CO , C_nH_m и NO_x , твердых частиц для дизелей и топливных испарений для бензиновых двигателей зависят от категории эксплуатации. Согласно Правилу R 83-02В нормативные показатели должны сохраняться после 80 тыс. км пробега.

81 дБ (А) — для грузового автомобиля массой до 3,5 т, 86 дБ (А) — для грузового массой свыше 3,5 т и 82 дБ (А) — для автобусов массой свыше 3,5 т.

Все рассмотренные международные правила оказывают влияние на уровень технической эксплуатации в плане периодичности контроля и ТО изделий и систем АТЭ и АЭ. В связи с этим вся аппаратура диагностирования (мотор-тестеры, анализаторы) имеет тестовые программы, в которые включены проверки, в частности, систем зажигания, искровых свечей зажигания, свечей накаливания дизелей, АКБ, стартеров, генераторных установок, электронных систем управления двигателем, антиблокировочных и противобуксовочных систем, а также систем управления комфортом в салоне автомобиля.

Опыт эксплуатации транспортных средств показывает, что на 10... 15 % неисправных или неотрегулированных автомобилей при-

Таблица 2.5

Влияние технического состояния изделий АТЭ и АЭ на расход топлива и токсичность отработавших газов

Изменение параметра системы или изделия	Увеличение относительно нормы, %		
	Расход топлива	Выбросы CO	Выбросы C _n H _m
Неплотность посадки клапана ЭПХХ	20	100... 500	20
Преждевременное включение клапана ЭПХХ	15... 17	200	25
Увеличение или уменьшение зазора между контактами прерывателя на 0,2 мм	7... 8	0	200... 300
Увеличение зазора свечи зажигания	3... 5	0	300
Отказ одной свечи зажигания	20... 30	0	500... 900
Отклонение угла опережения зажигания на 1° ПКВ	До 1	0	10
Отказ датчика детонации	5... 6	0	20
Нарушение программы дозирования топлива и регулирования зажигания	10... 17	100	200... 400
Нарушение программы регулирования дизеля	5... 25	До 50	До 25

ходится до 40 % всех загрязняющих выбросов в окружающую среду (воздух, вода, почва). Поэтому оптимально выбранные и соблюдаемые периодичности проведения ТО и регулировок изделий и систем АТЭ и АЭ положительно сказываются на экономичности, токсичности и ресурсе агрегатов и автомобилей.

Для бензиновых двигателей характерно следующее распределение неисправностей электрооборудования, %: свечи зажигания — 38, прерывательный механизм распределителя — 21, провода высокого напряжения — 7,5, катушки зажигания — 3,4, датчики компьютерных систем — 7... 16. Обобщенные данные НПО «Экосистема» и организаций, эксплуатирующих автобусы, за 1995—1997 гг. о влиянии технического состояния изделий АТЭ и АЭ на расход топлива и токсичность ОГ сведены в табл. 2.5.

Обеспечение видимости на дорогах во время тумана и ночью является главной проблемой повышения безопасности дорожного движения. По данным международной организации дорожной безопасности PRI до 47 % всех дорожно-транспортных происшествий приходится на ночное время суток. Это связано со значительным ограничением видимости и ухудшением реакции глаз водителя. Одновременно условия видимости и безопасность движения в ночное время зависят и от правильности регулировок и работоспособности осветительных приборов транспортного средства.

При увеличении плотности потока автомобилей на улицах городов и дорогах большое значение имеют сигнальные огни, так как они информируют о положении и состоянии автомобиля в транспортном потоке. При высокой интенсивности дорожного движения около 50 % дорожно-транспортных происшествий (из них 10 % со смертельным исходом) происходят при встречных столкновениях. Это обуславливает еще более строгие требования к правильному регулированию, размещению и надежности осветительных и светосигнальных приборов.

2.5. Метрологическое обеспечение технического обслуживания и диагностирования

Поскольку к диагностическим параметрам изделий и систем АТЭ и АЭ относятся параметры их рабочих процессов, характеризующие функциональные свойства, а также параметры процессов, сопровождающих работу изделий, то любые диагностические устройства содержат датчики, аналого-цифровые преобразователи (АЦП), средства анализа и отображения измерительной информации. К функциональным свойствам изделий обычно относятся мощность, максимальная сила тока, частота вращения вала, углы опережения зажигания, а к параметрам процессов — температура обмоток, уровень шума или вибрации, содержание вредных веществ в ОГ и др.

Датчики, АЦП, средства анализа и отображения информации диагностического устройства имеют ряд метрологических характеристик:

- функции преобразования измерительного устройства и измерительного прибора со шкалой, отградуированной в соответствующих единицах напряжения, силы тока, угла замкнутого состояния контактов, температуры;
- вид выходного кода, число разрядов, цена единицы наименьшего разряда;
- значение систематической составляющей погрешности;
- среднее квадратичное отклонение случайной составляющей погрешности, нормализованная автокорреляционная функция или функция спектральной плотности случайной составляющей;
- характеристика случайной погрешности, связанной с гистерезисом (вариация выходного сигнала средства измерения);
- характеристика чувствительности средства измерения;
- динамические характеристики (переходная, импульсная переходная, амплитудно-фазовая, амплитудно-частотная) и передаточная функция;
- частотные динамические характеристики аналоговых, аналого-цифровых преобразователей и средств измерений (время реакции, постоянная времени, максимальная частота измерений, погрешность отсчета).

Нормативные метрологические характеристики представляются в виде формул, таблиц, графиков или чисел в абсолютных или относительных единицах.

Одним из процессов, наиболее существенно влияющих на погрешность измерений при диагностировании, является взаимодействие между диагностируемым изделием (системой) и соединенным с ним средством измерения. Это связано с тем, что средство измерения может изменить параметр, подлежащий диагностированию, т.е. появится соответствующая составляющая погрешности диагностирования. Например, погрешность измерения температуры при помощи термопары или термометра сопротивления зависит от обмена тепловой энергией между объектом измерения и самим измерительным преобразователем. При подсоединении к изделию измерительного преобразователя температура изделия может как понижаться из-за поглощения теплоты преобразователем, так и повышаться в результате собственного начального нагрева преобразователя. При измерениях колебательных процессов в электрических цепях могут возникать искажения электромагнитных колебаний из-за наличия коаксиальных соединителей между изделием и средством измерения (диагностирования).

Диагностическое оборудование, как и любое измерительное, должно метрологически аттестовываться первично и периодически.

ки, а в случае необходимости — внеочередно. Первичная метрологическая аттестация проводится с целью выяснения возможности диагностического оборудования измерять необходимые параметры с требуемой точностью и стабильностью в течение определенного срока. Кроме того, нужно установить действительные значения нормативных точностных характеристик и погрешностей диагностирования и регистрации параметров, а также обеспечить выполнение требований безопасности и охраны окружающей среды. Периодическая метрологическая аттестация диагностического оборудования проводится в процессе его эксплуатации один раз в 3...5 лет, а внеочередная — при вводе его в эксплуатацию после транспортировки, хранения, ремонта или модернизации.

Для определения общей погрешности Δ_o средств диагностирования используют формулу

$$\Delta_o = \Delta_{\text{сист}} + \Delta_{\text{сл}},$$

где $\Delta_{\text{сист}}$ — систематическая составляющая погрешности; $\Delta_{\text{сл}}$ — ее случайная составляющая, вызываемая гистерезисом.

2.6. Материально-техническое обеспечение эксплуатации и диагностирования

Станции технического обслуживания, транспортные и ремонтные организации должны быть обеспечены диагностическим оборудованием, расходными материалами, например дискетами, бумагой и картриджами, а также запасными частями, необходимыми для проведения ТО и ТР. Правильная организация материально-технического обеспечения позволяет стабилизировать производственный процесс проведения ТО и ТР, поддерживать транспортные средства в технически исправном состоянии и сократить продолжительность ремонта.

Номенклатура запасных частей составляет 70 % номенклатуры изделий и материалов, используемых в процессе эксплуатации транспортных средств. На долю АТЭ и АЭ приходится 10...30 % видов запасных частей, или 150...450 наименований изделий, деталей и крепежа на каждый тип автомобиля или трактора, что требует применения рациональных методов хранения, заказа и получения запасных частей. С этой целью для конкретных моделей транспортных средств ведут так называемые номенклатурные тетради. Важную роль в рациональном использовании запасных частей играет унификация деталей изделий АТЭ и АЭ. Степень унификации однотипных изделий, производимых на заводах автотракторного электрооборудования для грузовых и легковых автомобилей, составляет 35...70 %. Для тракторов полностью унифицированы системы электроснабжения и электропуска, электропривод-



Рис. 2.2. Факторы, влияющие на потребность в запасных частях

ные механизмы, светосигнальные приборы и датчики указательных приборов 24-вольтового исполнения.

Расход запасных частей зависит от конструктивных, эксплуатационных, технологических и организационных факторов (рис. 2.2). К конструктивным факторам относятся надежность, сложность и унификация деталей и сборочных единиц изделий и систем. Для поддержания на должном уровне технического состояния изделий с неодинаковыми показателями надежности требуется разное число запасных частей. В свою очередь, надежность изделий зависит от пробега или наработки в моточасах транспортного средства, поэтому с их ростом расход запасных частей увеличивается (рис. 2.3). В климатических зонах с неблагоприятными условиями эксплуатации перечень наименований запасных частей расширяется и возрастает их расход (рис. 2.4).

К эксплуатационным факторам, влияющим на расход запасных частей, относятся интенсивность эксплуатации, квалификация водителя, дорожные и природно-климатические условия, а также уровень обеспечения инструментами и приспособлениями для проведения ТО и диагностирования.

К технологическим факторам, влияющим на расход запасных частей, можно отнести их качество, а также качество проведения ТО и ремонта. В РФ вместо существовавшей централизованной системы восстановления изделий и накопления запасных частей

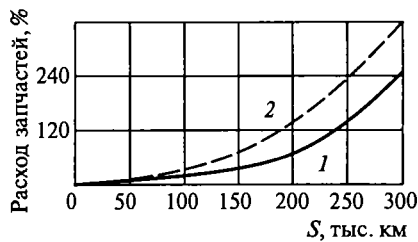
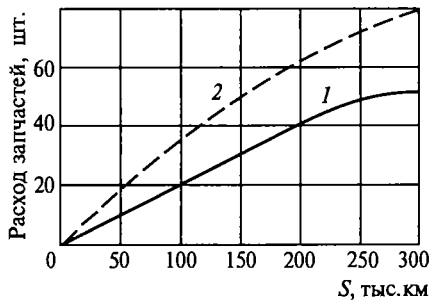


Рис. 2.3. Зависимости расхода запасных частей, необходимых для ремонта автомобилей, от пробега в районах с умеренным климатом: 1, 2 — легковой и грузовой автомобили соответственно

Рис. 2.4. Зависимости расхода запасных частей, необходимых для ремонта грузовых автомобилей, от пробега в различных климатических зонах:

1, 2 — умеренный и холодный климат соответственно

на центральных складах сложилась система поставок запчастей через торговые фирмы и общества с ограниченной ответственностью без обязательств обеспечить необходимое их качество. Иногда такие фирмы осуществляют ремонтные работы небольшого объема. Это связано с тем, что отечественные заводы-изготовители, за редким исключением, еще не создали современной сбытовой инфраструктуры, аналогичной европейской.

Основным элементом зарубежной системы поставок запасных частей от их изготовителей является центральный склад, на котором хранится до 80 % номенклатуры запасных частей. Он обеспечивает региональные отделения и склады фирм, торгующих запчастями.

При центральном складе имеется вычислительный центр, который ведет учет и регистрацию заказов, контроль запасов и реализации, а также бухгалтерский учет. Региональные склады располагаются в районах с наибольшим количеством транспортных средств, а также на территории других стран, имеющих значительный парк автомобилей или тракторов одной фирмы-изготовителя. На этих складах хранится запас продукции каждого наименования, равный 1,5-месячной потребности. В зоне их действия располагается крупный центр ТО и ремонта.

Массовым звеном такой системы являются малые фирмы (дилеры), которые покупают изделия и детали, продают их и осуществляют ТО и ремонт на станциях технического обслуживания. В то же время в сфере автосервиса существует целый ряд независимых организаций, осуществляющих ТО и ремонт в объеме 40 % всего рынка этих услуг. Кроме фирм — изготовителей транспортных средств существуют организации, специализирующиеся на производстве определенных запасных частей. По качеству они мо-

гут не соответствовать фирменной продукции. Часть запасных частей поступает от фирм, занимающихся разборкой списанных автомобилей и продажей подержанных деталей, а также восстановлением этих деталей и агрегатов.

В Российской Федерации рынок запасных частей, представленный многочисленными крупными, средними и мелкими фирмами (рынки, магазины, оптовики), не имеет структуры зарубежных рынков. Это связано с наличием большого числа посреднических фирм, которые покупают изделия и детали у заводов-изготовителей и организаций, торгуют подержанными и восстановленными изделиями, но не гарантируют их качество. Устранение данного недостатка возможно путем создания современной развитой сервисной и фирменной инфраструктуры.

Организация хранения запасных частей в магазинах, на складах автотранспортных организаций, станций технического обслуживания и мелких ремонтных мастерских связана в первую очередь с определением рационального количества изделий и деталей для ТО и ремонта.

Поскольку выход из строя детали или изделия носит случайный характер, номенклатура запасных частей делится по частоте спроса на три группы. К первой отнесены детали и изделия высокого уровня спроса (около 20 % общей номенклатуры). С их помощью выполняют примерно 85 % заказов потребителей. Их стоимость составляет 65 % общей стоимости, так как они наиболее часто выходят из строя. Вторая группа — детали и изделия среднего уровня спроса — включает в себя 20 % общей номенклатуры; на них приходится 30 % общей стоимости. Они удовлетворяют 10 % спроса на запасные части. Третья группа — детали и изделия низкого уровня спроса (60 % общей номенклатуры); они удовлетворяют 5 % спроса при 5 % общей стоимости.

Оптимальный размер заказа запасных частей по критерию минимизации общих затрат на хранение и пополнение запаса рассчитывается по формуле

$$N_{\text{опт}} = \sqrt{2Z_3G/Z_x},$$

где Z_3 — затраты на закупку единицы заказа, руб.; G — годовой расход данной детали, шт.; Z_x — затраты на хранение единицы заказа, руб.

Гарантированный сбыт запасных частей осуществляется таким образом, что детали первой группы поставляют клиенту в течение суток, второй и третьей — через 2...3 сут после поступления заказа. Это обеспечивается 1...2-месячным запасом деталей высокого уровня спроса на складе дилера, а на региональном складе — 2...3-месячным запасом деталей высокого и среднего уровней спроса.

Контрольные вопросы

1. Что включает в себя программно-целевой метод технической эксплуатации изделий и систем АТЭ и АЭ?
2. Каковы основные требования к организации технической эксплуатации?
3. Перечислите основные требования к техническим службам эксплуатации.
4. Назовите организации, занимающиеся эксплуатацией.
5. Каковы задачи ЕТО?
6. Перечислите задачи ТО-1 и ТО-2.
7. Какие задачи решает сезонное техническое обслуживание?
8. Чем отличается текущий ремонт от капитального?
9. Какие показатели надежности используют для анализа изменений параметров изделий при эксплуатации?
10. Какие международные правила определяют экологическую безопасность?
11. Какие международные правила определяют безопасность дорожного движения?
12. Расскажите о метрологическом обеспечении диагностирования.
13. Каково материально-техническое обеспечение эксплуатации и диагностирования?
14. Назовите факторы, влияющие на потребность в запасных частях.
15. В чем состоит отличие системы поставок запасных частей в РФ и за рубежом?

СТЕНДОВОЕ И ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИЗДЕЛИЙ АТЭ И АЭ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Стендовое и диагностическое оборудование, применяемое при эксплуатации электрооборудования автомобилей и тракторов, должно обеспечивать выполнение следующих требований:

- поддерживать заданные условия проведения контроля и диагностирования в процессе измерения параметров;
- имитировать нагрузки и сигналы, соответствующие режимным параметрам силовых установок и агрегатов транспортного средства;
- иметь дополнительные приспособления для крепления датчиков, соединительные кабели, не влияющие на работоспособность диагностируемого изделия или системы, и не искажать осциллограммы рабочих и переходных процессов в изделиях;
- поддерживать режимы работы системы в течение времени, необходимого для контроля и диагностирования;
- иметь средства измерения и фиксации результатов измерений или комплексной оценки работоспособности изделия или системы;
- использоваться многократно;
- защищать диагностируемый или контролируемый объект от действия помех;
- обеспечивать безопасность при монтаже, контроле, диагностировании и демонтаже приспособлений и оснастки.

Для того чтобы свести к минимуму погрешность измерений, применяемые измерительные устройства необходимо отградуировать в единицах соответствующих величин с помощью специальных сертифицированных метрологических лабораторий.

В связи с широким распространением в практике измерений компьютерных технологий введены дополнительные требования к стендам и диагностическому оборудованию:

- системы контроля и диагностирования обладают необходимым набором функций и оптимальной скоростью обработки информации; возможна их дальнейшая модернизация;
- программное обеспечение системы допускает использование различных шин ввода-вывода, что позволяет расширить возможности контроля и диагностирования;
- система может быть калибрована.

3.1. Стендовое оборудование для проверки технического состояния изделий и систем АТЭ и АЭ

При проведении ТО-1 и ТО-2 приходится выполнять контрольно-диагностические, регулировочные, крепежные, смазочные и другие работы, которые требуют снятия изделий с транспортного средства, применения специализированного и универсального контрольного и испытательного оборудования. К специализированному оборудованию относятся аккумуляторные пробники типов Э107 и Э108, комплект аккумуляторщика типа Э412, приборы типа Э203 для очистки и проверки свечей зажигания, типов Э214 и Э236 — для проверки параметров генераторных установок, регуляторов напряжения и электростартеров; приборы регулировки фар типов ПРАФ-8 и ПРАФ-9; стенд типа СПЗ-16 для проверки и регулировки систем зажигания и др. К универсальному оборудованию можно отнести контрольно-испытательные стенды типов Э240, Э242 и 532-2М; мотор-тестеры различных модификаций, сканеры и мультиметры отечественного и зарубежного производства.

Оборудование для проверки работоспособности аккумуляторных батарей

Для проверки работоспособности свинцовых стартерных батарей емкостью до 190 А·ч со скрытыми межэлектродными перемычками или батареи с межэлементными перемычками в моноблоке с общей крышкой и для измерения напряжения генераторной установки применяют *аккумуляторный пробник типа Э107* (рис. 3.1). Этот прибор рассчитан на эксплуатацию в районах с умеренным климатом при температуре окружающей среды $1...35^{\circ}\text{C}$, атмосферном давлении (100 ± 7) кПа и относительной влажности воздуха до 80 %.

Техническая характеристика аккумуляторного пробника типа Э107: номинальное напряжение проверяемой батареи 12 В; сопротивление нагрузочного резистора $(0,1 \pm 0,015)$ Ом; режим работы при измерениях — повторно-кратковременный (5 с — измерение, 15 с — пауза); габаритные размеры $170 \times 120 \times 160$ мм; масса не более 0,9 кг.

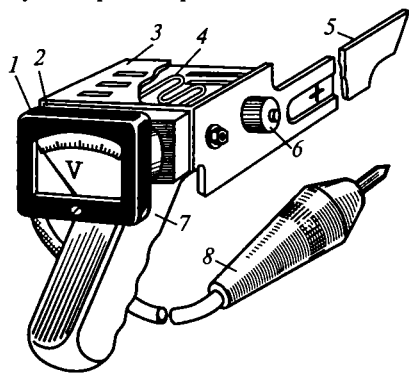


Рис. 3.1. Аккумуляторный пробник типа Э107:

1 — вольтметр; 2 — кронштейн; 3 — кожух; 4 — нагрузочный резистор; 5 — контактная ножка; 6 — контактная гайка; 7 — рукоятка; 8 — щуп

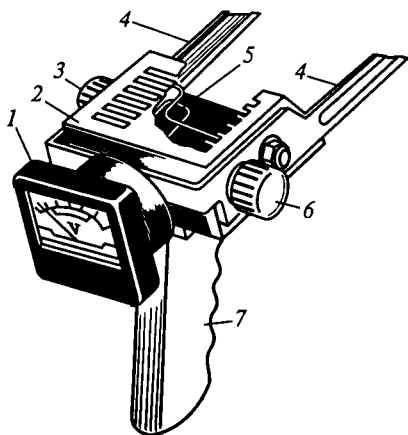


Рис. 3.2. Аккумуляторный пробник типа Э108:

1 — вольтметр; 2 — кожух; 3, 6 — контактные гайки; 4 — контактные ножки; 5 — нагрузочный резистор; 7 — рукоятка

Аккумуляторный пробник типа Э108 (рис. 3.2) предназначен для проверки технического состояния свинцовых стартерных батарей номинальной емкостью до 190 А·ч с открытыми межэлементными перемычками в автотранспортных организациях и на станциях технического обслуживания. Условия его эксплуатации аналогичны условиям эксплуатации пробника типа Э107.

Техническая характеристика аккумуляторного пробника типа Э108: номинальное напряжение проверяемого аккумулятора 2 В; сопротивление нагрузочного резистора при проверке аккумуляторов емкостью от 45 до 100 А·ч — 0,0126 Ом, от 100 до 145 А·ч — 0,0078 Ом и от 145 до 190 А·ч — 0,0052 Ом; режим измерения под

нагрузкой — повторно-кратковременный (5 с — измерение, 15 с — пауза); габаритные размеры 165×125×160 мм; масса не более 0,7 кг.

Комплект аккумуляторщика типа Э412 предназначен для обслуживания стартерных аккумуляторных батарей емкостью от 45 до 190 А·ч, плотностью от 1,19 до 1,31 г/см³ и номинальным напряжением 12 В. Это переносной комплект, состоящий из аккумуляторного пробника типа Э107, плотномеров ПЭ-1 или ПЭ-2, полиэтиленовой емкости вместимостью 2,5 л, двух гаечных ключей и трех приспособлений: груши для отсоса электролита, стеклянной трубки для определения уровня и плотномера. Габаритные размеры комплекта 320×210×300 мм; масса не более 6,5 кг.

Данный комплект используется для выполнения следующих операций:

- измерения напряжения АКБ как без нагрузки, так и с нагрузкой;
- определения плотности электролита;
- корректировки уровня электролита;
- снятия наконечников проводов и выводов АКБ;
- установки и извлечения батареи из гнезда в автомобиле.

Ряд отечественных и зарубежных фирм, например «Автоэлектрика», «Бош», «АВЕСТА» и др., выпускают целую гамму пускозарядных диагностических приборов, которые позволяют осуществлять следующие операции:

- автоматический цикл заряда АКБ;

- поддержание работоспособности АКБ при хранении;
- контроль уровня заряда АКБ;
- проверку работоспособности генераторной установки, регулятора напряжения и стартера;
- запуск двигателя при разряженной АКБ.

У аналогичных приборов имеется возможность подключения принтера для документированной распечатки параметров АКБ при контроле.

Приборы и стенды для проверки работоспособности генераторных установок, регуляторов напряжения и стартеров

Для проверки параметров генераторных установок, регуляторов напряжения и электростартеров применяют приборы типов Э214 и Э236.

Прибор типа Э214 предназначен для проверки электрооборудования автомобилей, рассчитанного на номинальное напряжение 12 и 24 В, в том числе генераторов мощностью до 800 Вт, регуляторов напряжения, стартеров мощностью до 7 л. с., прерывателей-распределителей зажигания, катушек зажигания и АКБ. Он позволяет контролировать сопротивление изоляции изделий АТЭ, измерять емкость, угол замкнутого состояния контактов прерывателя, частоту вращения, напряжение и силу тока. В нем предусмотрено изменение нагрузки генераторной установки при ее проверке.

Прибор типа Э236 (рис. 3.3) применяют для проверки якорей стартеров и роторов генераторов при ТО и ремонте генераторных установок и электростартеров. Он обеспечивает определение:

- электрической прочности изоляции обмоток и других изолированных деталей генераторов и стартеров;
- короткозамкнутых секций обмоток якоря;
- правильности направления намотки и числа витков в секциях;
- типа обмотки якоря;
- наличия обрывов в обмотке якоря.

Для проверки в условиях автотранспортных организаций и станций технического обслужи-

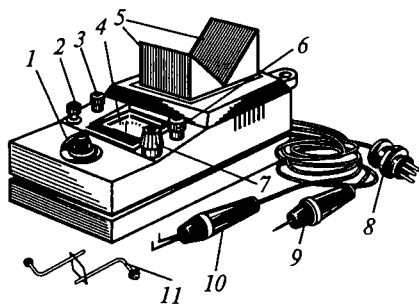


Рис. 3.3. Прибор типа Э236 для проверки якорей стартеров и роторов генераторов:

1 — переключатель рода проверок; 2 — предохранитель; 3 — контрольная лампа; 4 — микроамперметр (индикатор); 5 — полюса магнита; 6 — индикатор «Сеть»; 7 — рукоятка регулирования чувствительности микроамперметра; 8 — вилка включения в сеть; 9, 10 — щупы; 11 — приспособление для поворачивания якоря

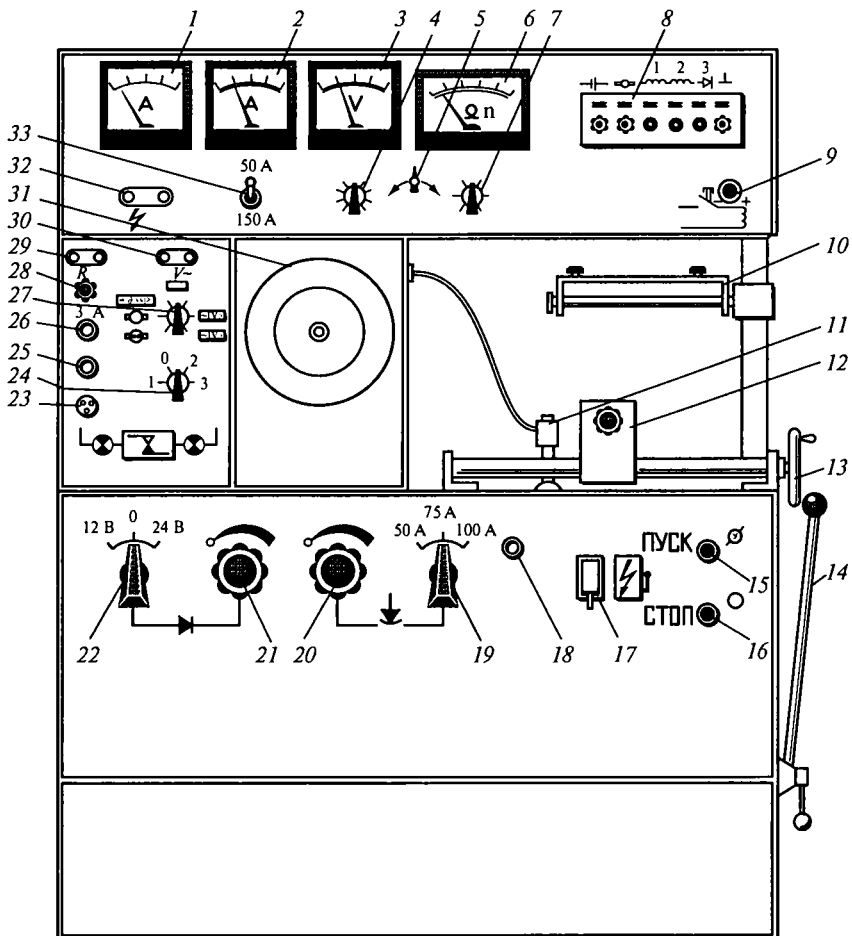


Рис. 3.4. Стенд типа 532-2М для проверки работоспособности генераторных установок и регуляторов напряжения:

1, 2 — амперметры; 3 — вольтметр; 4 — переключатель вольтметра; 5 — рукоятка установки нуля омметра; 6 — омметр-тахометр; 7 — переключатель пределов измерений омметра-тахометра; 8 — панель зажимов; 9 — кнопка возбуждения генератора; 10 — площадка крепления реле-регулятора; 11 — датчик тахометра; 12 — зажим для крепления генератора; 13 — рукоятка натяжного устройства; 14 — рукоятка управления частотой вращения электропривода стенда; 15 — кнопка «Пуск»; 16 — кнопка «Стоп»; 17 — выключатель стенда; 18 — индикатор «Сеть»; 19 — переключатель нагрузки; 20 — рукоятка реостата нагрузки; 21 — рукоятка реостата питания; 22 — переключатель напряжения; 23 — разъем для включения реле-прерывателя; 24, 27 — переключатели режима проверки; 25, 26 — сигнализаторы; 28 — предохранитель; 29, 30, 32 — розетки; 31 — привод; 33 — переключатель пределов измерений амперметра

вания технического состояния и регулирования изделий АТЭ, снятых с автомобиля, применяют стенды типов Э242 и 532-2М (рис. 3.4).

Стенд типа Э242 обеспечивает проверку генераторных установок мощностью с нагрузкой не более 1 кВт и номинальным напряжением 14 и 28 В, регуляторов напряжения, стартеров мощностью до 10 кВт, реле прерывателя указателей поворота, коммутационной аппаратуры, резисторов и полупроводниковых приборов, входящих в изделия АТЭ. Этот стенд позволяет осуществлять следующие контрольные испытания:

- определять характеристики холостого хода и токоскоростные характеристики генераторных установок;
- измерять частоту вращения и силу тока в режиме холостого хода, а также максимальную силу тока заторможенного стартера;
- определять характеристики и проверять работоспособность регуляторов напряжения, реле указателей поворота и коммутационной аппаратуры.

Техническая характеристика стенда: тип — стационарный; питание — от сети переменного тока напряжением 220/380 В и частотой 50 Гц; потребляемая мощность 16 кВт; частота вращения вала привода 500...5000 мин⁻¹. Диапазоны измеряемых значений силы тока 0...10, 0...30 и 0...100 А; напряжения — 0...20 и 0...40 В; частоты вращения — 500...5000 и 500...10⁴ мин⁻¹; крутящего момента — 0...98 Н·м; сопротивления — 1...100, 10...10³, 10...10⁴ и 10³...10⁴ Ом. Габаритные размеры 1110×750×1500 мм; масса 450 кг.

Стенд типа 532-2М служит для проверки изделий АТЭ, снятых с транспортного средства, при проведении ТО и ремонта на станциях технического обслуживания и в автотранспортных организациях. Он позволяет осуществлять контроль технического состояния генераторных установок мощностью до 2,0 кВт и номинальным напряжением 14 и 28 В, всех элементов регуляторов напряжения и самих регуляторов, реле указателей поворота, изоляции изделий АТЭ, резисторов, диодов и транзисторов, входящих в изделия.

Техническая характеристика стенда: тип — стационарный; питание — от сети переменного тока напряжением 380 В и частотой 50 Гц; максимальная мощность нагрузки контролируемых генераторов не более 1,0 кВт.

Диапазоны бесступенчатого регулирования частоты вращения генераторов 500...5000 и 10³...10⁴ мин⁻¹. Диапазоны измеряемых значений частоты вращения генераторов 0...5000 и 0...10⁴ мин⁻¹; силы тока — 0...20, 0...50 и 0...100 А; напряжения — 0...20 и 0...40 В; сопротивления — 1...100, 10...10³, 10²...10⁴, 10³...10⁵ и 10⁴...10⁶ Ом. Габаритные размеры 1547×1265×820 мм; масса не более 350 кг.

Стенды и приборы для проверки технического состояния аппаратов зажигания

Для очистки и проверки свечей зажигания применяют комплект приборов типа Э203, для проверки и регулирования систем зажигания — стенды СПЗ-8 и СПЗ-16.

Комплект приборов Э203 для очистки и проверки свечей зажигания состоит из испытательных устройств двух типов: Э203.О — для пескоструйной очистки теплового конуса свечи зажигания под давлением 0,3 ... 0,6 МПа при расходе воздуха 50 л/мин и Э203.П — для проверки бесперебойности искрообразования и герметичности при давлениях до 1,6 МПа. Для этих устройств необходим воздушный компрессор с подачей до 100 л/мин, обеспечивающий давление до 1,5 МПа.

Техническая характеристика: тип стенда — стационарный; питание — от сети однофазного переменного тока напряжением 220 В

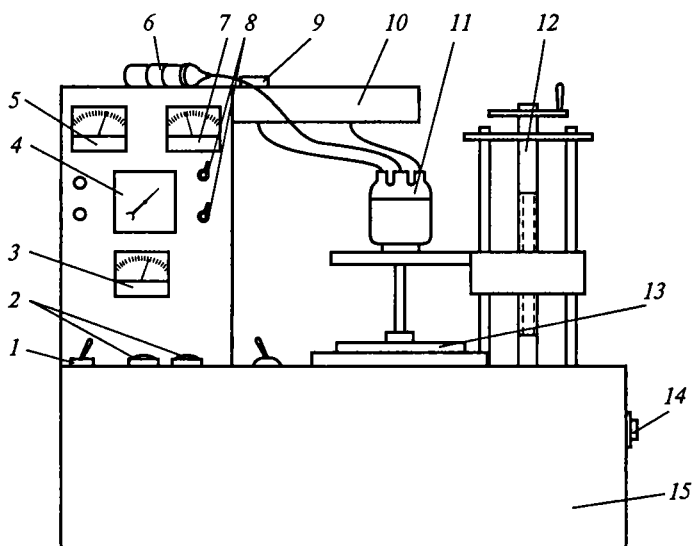


Рис. 3.5. Стенд типа СПЗ-16 для проверки систем зажигания:

1 — выключатель стенда; 2 — сигнализаторы работы стенда; 3 — амперметр; 4 — прибор для контроля разрежения в вакуумном регуляторе опережения зажигания; 5 — измерительный прибор для контроля параметров системы зажигания; 6 — испытываемая или эталонная катушка зажигания; 7 — вольтметр (омметр); 8 — переключатели режима работы стенда; 9 — регулятор зазоров игольчатых разрядников; 10 — игольчатые разрядники; 11 — испытываемый или эталонный распределитель или датчик-распределитель зажигания; 12 — устройство для крепления распределителя зажигания; 13 — лимб стробоскопического устройства для измерения асинхронизма углов по цилиндрам, углов опережения зажигания и определения замкнутого состояния контактов; 14 — кнопка выключателя привода распределителя; 15 — корпус стенда

и частотой 50 Гц; потребляемая мощность 15 Вт. Устройство Э203.О имеет габариты 215×280×180 мм и массу 4,0 кг, Э203.П — соответственно 245×125×355 мм и 7 кг.

Для проверки технического состояния и контроля основных электрических параметров классических, бесконтактных (с магнитоэлектрическим датчиком момента искрообразования и датчиком на основе эффекта Холла) транзисторных и тиристорных систем зажигания, снятых с двигателя, применяют универсальные стенды типов СПЗ-8 и СПЗ-16 (рис. 3.5). На этих стендах можно осуществить регулировку систем зажигания, и определить следующие основные параметры:

- очередность и бесперебойность искрообразования, электрическую прочность высоковольтных деталей — с помощью регулируемых зазоров игольчатых разрядников;
- асинхронизм искрообразования, углы опережения зажигания в зависимости от частоты вращения и разрежения, угол замкнутого состояния контактов прерывателя и время открытого состояния выходного транзистора коммутатора — с помощью лимба стробоскопического устройства;
- напряжение, силу тока, активное сопротивление и частоту вращения.

Техническая характеристика стенда СПЗ-16: тип — стационарный; питание — от сети однофазного переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц; потребляемая мощность 400 Вт. Точность измерения углов опережения зажигания $\pm 0,5^\circ$ с автоматическим исключением случайных и систематических погрешностей. Регулирование частоты вращения в диапазоне $0 \dots 6000 \text{ мин}^{-1}$; регулирование разрежения от атмосферного давления до 53 кПа; точность измерений напряжения, силы тока, сопротивления и частоты не ниже 4 %. Габариты стенда 590×414×550 мм; масса 30 кг.

Приборы для проверки технического состояния светотехнических приборов

Проверку технического состояния и регулировку внешних светотехнических приборов производят прибором типа ПРАФ-9 и его модификациями (рис. 3.6). С помощью ПРАФ-9 контролируют следующие параметры фар дальнего и ближнего света, противотуманных фар и светосигнальных приборов:

- направление светового пучка фар при любых типах светораспределения;
- силу света внешних световых приборов (фары дальнего и ближнего света, габаритные огни, сигналы торможения, указатели поворота) — в направлении оптической оси проверяемого прибора;
- силу света фар ближнего света — в направлении $0,87^\circ$ вниз от оптической оси, противотуманных фар — в направлении 3° вверх

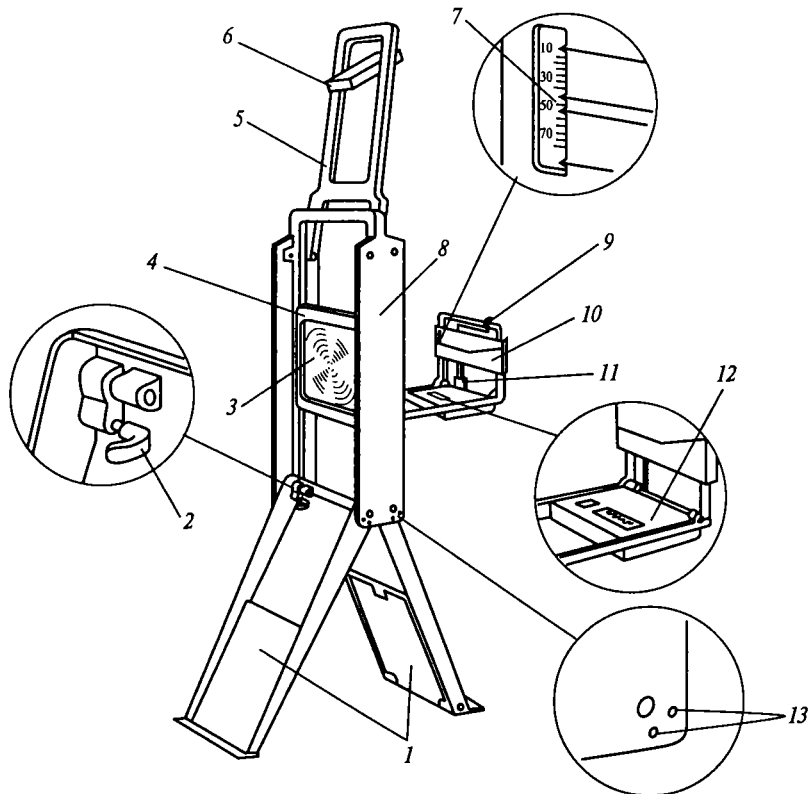


Рис. 3.6. Прибор для определения технического состояния и регулирования внешних световых приборов типа ПРАФ-9:

1 — установочные стойки прибора; 2 — фиксатор стоек; 3 — линза; 4 — оправа линзы; 5 — рамка для установки прибора; 6 — зрительная труба ориентации прибора; 7 — шкала измерительного экрана; 8 — корпус прибора; 9 — регулировочный винт; 10 — измерительный экран; 11 — ограничитель хода регулятора экрана; 12 — измерительный блок; 13 — отверстия для фиксатора корпуса

и 3° вниз в вертикальной плоскости, проходящей через оптическую ось прибора;

- время от момента включения указателей поворота до появления первого проблеска;
- частоту следования проблесков указателей поворота;
- отношение длительности горения источника света к продолжительности цикла указателя поворота.

ПРАФ-9, предназначенный для применения в условиях умеренно холодного климата, работает от бортовой сети автомобиля при напряжении 10...30 В, температуре окружающей среды $-30 \dots +50^\circ\text{C}$, относительной влажности воздуха 90 % и давлении 73...106 кПа.

Техническая характеристика прибора: тип — переносной, портативный; способ определения направления светового пучка — по положению светового пятна на экране измерительного прибора, имеющем разметку. Контрольные и регулировочные операции проводят при высоте (по отношению к земле) установки внешних световых приборов в диапазоне 0,250... 1,2 м; оптическую ось прибора ориентируют относительно оси симметрии транспортного средства при помощи оптического устройства. Точность ориентации оптической оси прибора и транспортного средства в горизонтальной плоскости составляет не ниже $0,25^\circ$; общая погрешность измерения частоты следования световых проблесков указателей поворота не превышает $\pm 0,1$ Гц. Диапазон измерения силы света внешних световых приборов 0... 10^5 кд, частоты следования световых проблесков указателей поворота — 0,1... 9,9 Гц, отношения длительности горения источника света к продолжительности цикла указателей поворота (коэффициент заполнения) — 1... 99 %, времени от момента включения указателей поворота до появления первого проблеска — 0... 9,9 с при общей погрешности измерения не более $\pm 0,25$ с. Величина компенсации погрешности измерений, связанной с засветкой посторонним источником света, не менее 10 кд; потребляемая мощность не более 10 Вт; продолжительность непрерывной работы прибора 8 ч; наработка на отказ не менее 2000 ч. Габаритные размеры в транспортном положении $800 \times 300 \times 120$ мм, в рабочем — $1300 \times 1000 \times 300$ мм; масса не более 9 кг.

3.2. Диагностическое оборудование

Для проверки технического состояния систем зажигания, электроснабжения и пуска, а также электронных систем управления агрегатами автомобиля применяют системы компьютерного диагностирования типа КАД-300, мотор-тестеры типа МТ-5, тестеры типа ДСТ-2М и автосканеры типа «Евроскан». Мотор-тестер представляет собой электронный осциллограф, к которому через АЦП подключены датчики и компьютер. Автосканер — это портативный диагностический прибор, подключаемый к бортовому компьютеру блока управления через специальный диагностический разъем. Сканер осуществляет обмен данными с электронным блоком управления системы и имеет доступ к его памяти и внутренним ресурсам. Автосканером диагностируют электронные системы управления силовым агрегатом, антиблокировочные системы торможения, системы управления подвеской автомобиля, подушками безопасности и т. д.

Структурная схема типового мотор-тестера приведена на рис. 3.7. В ее состав входят датчики, которые через АЦП связаны с центральным управляющим устройством ЦУУ (центральный процессор с постоянной и оперативной памятью) и измерительным

многоканальным устройством ИМУ. Измерительная информация из АЦП (в виде нормализованных сигналов) обрабатывается центральным процессором и поступает на экран осциллографа, который может быть снабжен памятью, или в цифровое индикаторное устройство. ЦУУ связано с калибровочным устройством КУ и выносным дистанционным управляющим устройством ВУ.

В мотор-тестере применяются датчики частоты вращения, один из которых служит датчиком ВМТ, если таковой отсутствует на автомобиле, датчики—соединители с клеммой «+» АКБ, клеммой «+» генераторной установки и клеммой «ВК» катушки зажигания. Кроме того, используются кабель-адаптер, подключаемый к высоковольтному проводу распределителя зажигания или свече зажигания первого цилиндра, и кабель-адаптер с емкостным датчиком, соединяемый с центральным проводом катушки зажигания. Эти кабели-адаптеры выполняют функцию синхронизации осциллограмм. При наличии двух- или четырехвыводных катушек зажигания применяется кабель-адаптер с восемью емкостными

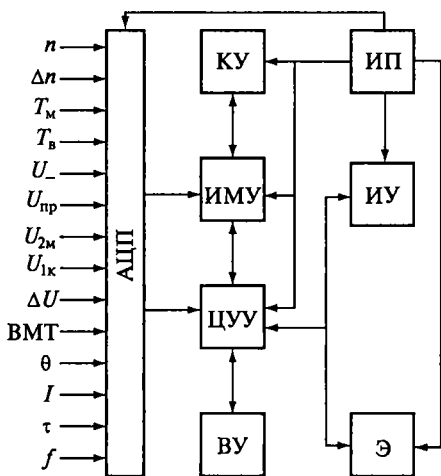


Рис. 3.7. Структурная схема мотор-тестера:

измеряемые параметры: n — частота вращения вала двигателя; Δn — изменение частоты вращения вала двигателя; T_m, T_v — температура масла и воздуха; U_- — постоянное напряжение; $U_{пр}, U_{2м}$ — пробивное и вторичное напряжение на свече и катушке зажигания; $U_{ик}$ — напряжение на первичной обмотке катушки зажигания; ΔU — пульсации выходного напряжения генератора; ВМТ — момент достижения верхней мертвой точки; θ — угол опережения зажигания по коленчатому валу двигателя; I — сила тока стартера или генератора; τ — длительность горения искрового разряда на свече зажигания; f — частота импульсов; АЦП — аналого-цифровой преобразователь; КУ — калибровочное устройство; ИМУ — измерительное многоканальное устройство; ЦУУ — центральное управляющее устройство; ВУ — внешнее управляющее устройство; ИП — источник питания; ИУ — индикаторное устройство (цифровое табло); Э — дисплей, экран осциллографа

датчиками. В комплекте мотор-тестера имеются датчик для бесконтактного измерения силы тока, кабель-адаптер для подключения к датчику кислорода и штекерный соединитель для подключения к диагностическому разъему автомобиля.

ЦУУ и измерительное устройство ИУ входят вместе с центральным процессором в программный модуль мотор-тестера, который связан с блоком памяти на жестком диске, совмещенным с оперативной памятью и дисководом для картриджей.

Результаты измерений и соответствующие им осциллограммы выводят на цифровой дисплей и экран осциллографа или, в последнее время, на монитор персонального компьютера. Для каждого мотор-тестера данные измерений могут быть распечатаны на принтере в любом формате (протокол, цифровая распечатка).

Управление мотор-тестером осуществляется с помощью специальной клавиатуры постоянных функций или клавиатуры персонального компьютера. К постоянным функциям относятся отключение или замыкание высокого напряжения системы зажигания на «массу», запись и считывание измеренных значений параметров системы, вывод информации, переключение из режима осциллографирования на программу измерений и т. д.

Рассмотрим технические характеристики отечественных мотор-тестеров.

Система компьютерной диагностики бензиновых и дизельных двигателей типа КАД-300 выполнена на базе персонального компьютера с цветным дисплеем и принтером. Управление мотор-тестером осуществляют с помощью инфракрасного дистанционного пульта или клавиатуры компьютера. Процедуру диагностирования выполняют с применением картриджа на гибком диске. Результаты выводят на монитор и записывают в память с целью формирования базы технических данных.

Рабочая программа диагностирования управляет вводом данных о диагностируемом двигателе и вспомогательных программ, производит выбор измерительных режимов и их последовательности, а также осуществляет вывод результатов. В измерительных режимах выполняются:

- измерения компрессии в цилиндрах двигателя в режиме пуска и силы тока стартера в режиме холостого хода;
- проверка баланса мощности двигателя — эффективной мощности и потерь мощности;
- проверка цилиндрического баланса (наличие баланса устанавливается последовательным отключением цилиндров путем закорачивания высоковольтного провода, идущего к свече зажигания);
- измерения параметров АКБ, первичной цепи системы зажигания, напряжения генераторной установки, параметров прерывателя или выходного каскада транзисторного коммутатора системы зажигания;

- определение углов опережения зажигания;
- измерения параметров вторичной цепи и искрового разряда системы зажигания;
- определение концентрации вредных составляющих выхлопных газов с помощью газоанализатора;
- измерения сопротивлений резисторов, индуктивностей и емкостей обмоток.

Рабочие процессы в первичной и вторичной цепях системы зажигания, пульсации напряжения генераторной установки и рабочий процесс в электромагнитной форсунке впрыскивания топлива воспроизводятся цифровым осциллографом с памятью.

Техническая характеристика мотор-тестера: тип — стационарный; питание — от сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц; потребляемая мощность 310 Вт. Диапазон измерения мощности двигателя, ее потерь и компрессии 0... 100 %; асинхронизма и угла замкнутого состояния контактов — 0... 180° ПКВ; продолжительности открытого состояния выходного транзистора коммутатора — 0... 100 мс; угла опережения зажигания (с помощью стробоскопа) — 0... 60° ПКВ; длительности искрового разряда на свече зажигания — 0... 10 мс; частоты вращения вала — 0... 6000 мин⁻¹; напряжения постоянного тока — 0... 40 В; напряжения на выходе катушки зажигания — 0... 40 кВ, силы тока — 0... 600 А; сопротивления — 0... 100 кОм. Габаритные размеры 760×1950 (по стреле)××670 мм; масса 100 кг.

Тестер типа ДСТ-2М предназначен для проверки технического состояния автомобилей с электронной системой впрыска топлива фирм «GM», «Бош» и «АВТЭЛ». Он позволяет диагностировать электронные блоки управления «МИКАС 5.4», «МИКАС 7.1», «МИКАС 7.2», «Январь 4», «Январь 5.1», «Январь 5.1.1», М1.5.4.N, МР 7.04 и ISFI-2S с применением сменных картриджей. Питание осуществляется от бортовой сети автомобиля напряжением 12 В. Потребляемая мощность 1,5 Вт; габаритные размеры 95×100×48 мм; масса 0,35 кг.

Диагностический тестер «АСКАН-8» (рис. 3.8), изготавливаемый ООО «НПП ЭЛКАР» позволяет диагностировать электронные системы, устанавливаемые на автомобилях ГАЗ,

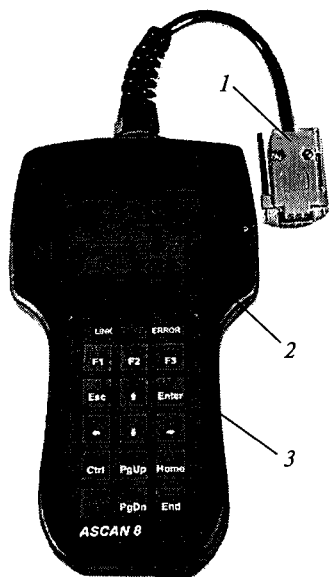


Рис. 3.8. Диагностический тестер типа «АСКАН-8»:

1 — разъем для подключения; 2 — дисплей тестера; 3 — клавиатура управления тестером

ВАЗ, УАЗ и ЗАЗ-ДЭУ. Он обеспечивает считывание параметров блоков управления в виде выходных сигналов в нормализованном виде, вывод на дисплей графиков изменения анализируемого параметра в реальном масштабе времени, а также запись в память тестера параметров двигателя с интервалом 0,2 с и последующим отображением их в цифровом и графическом виде. Тестер позволяет считывать коды неисправностей, содержащиеся в памяти блока управления данные о комплектации системы управления и идентификационную информацию об автомобиле и блоке управления. Он может управлять исполнительными устройствами на автомобиле — регулятором холостого хода, реле кондиционера, диагностической лампой «Check Engine», реле вентилятора охлаждения радиатора, модулем зажигания, реле электробензонасоса и электромагнитными форсунками. Существует программа работы тестера с персональным компьютером через стандартный интерфейс RS 232.

Рассмотрим варианты осциллограмм, получаемых на экране дисплея (монитора) мотор-тестера, при наличии неисправностей в системах электроснабжения (рис. 3.9) и зажигания (рис. 3.10). Это типовые осциллограммы, не зависящие от марки мотор-тестера и фирмы-изготовителя.

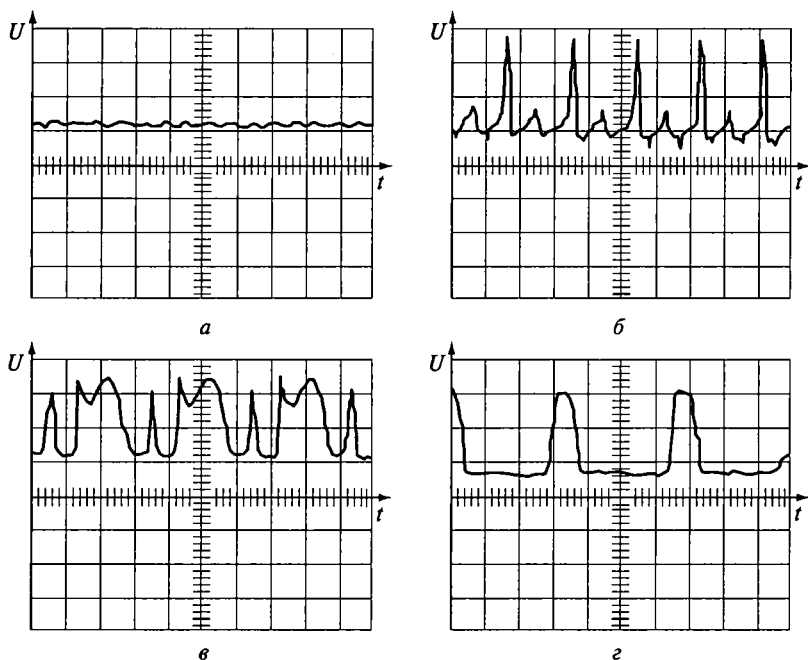
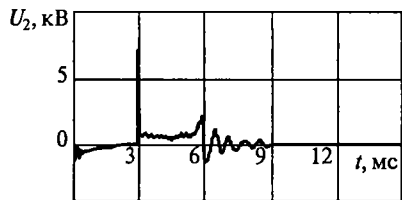
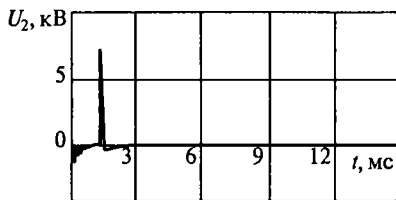


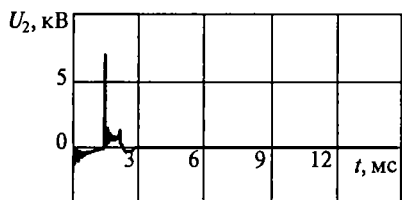
Рис. 3.9. Осциллограммы выходного напряжения генераторной установки: а — исправный генератор; б — обрыв фазной обмотки; в — межвитковое замыкание в фазной обмотке; г — обрыв в цепи возбуждения



a



б



в

Рис. 3.10. Осциллограммы вторичного напряжения системы зажигания: *a* — исправная система зажигания; *б* — пробой или межвитковое замыкание в катушке зажигания; *в* — пробой высоковольтной крышки катушки зажигания

Проверка системы электроснабжения производится в режиме холостого хода двигателя при частоте вращения вала 1000 мин^{-1} . К клемме «+» генератора подсоединяют вывод « U_- » кабеля-адаптера тестера, а к клемме «-» АКБ или генератора — массовый кабель-адаптер мотор-тестера. По осциллограммам можно определить исправное состояние генератора (рис. 3.9, *a*), обрыв фазной обмотки (рис. 3.9, *б*), межвитковое замыкание в ней (рис. 3.9, *в*) и обрыв в цепи обмотки возбуждения (рис. 3.9, *г*).

При проверке технического состояния аппаратов зажигания в режиме холостого хода двигателя частоту вращения меняют в диапазоне $800 \dots 2000 \text{ мин}^{-1}$. В зависимости от конструкции системы зажигания (классическая, бесконтактная с высоковольтным распределителем или со статическим распределением высокого напряжения) кабель-адаптер подключают к первичной обмотке катушки зажигания, высоковольтному проводу первого цилиндра, датчику ВМТ или к электронному блоку (через диагностический разъем). По характеру разрядного процесса на свече зажигания, регистрируемого с помощью осциллографа, можно судить об исправности системы зажигания (рис. 3.10, *a*), наличии пробоя или межвиткового замыкания в обмотке катушки зажигания (рис. 3.10, *б*) и пробоя высоковольтной крышки катушки зажигания (рис. 3.10, *в*).

3.3. Газоанализаторы для проверки токсичности отработавших газов

Для оценки технического состояния карбюраторного или дизельного двигателя и правильности регулировочных характеристик, заложенных в память электронных систем управления силовым агрегатом, применяют газоанализаторы ОГ. С помощью газоанализа-

торов измеряют концентрации оксида СО и диоксида СО₂ углерода (в % объема), оксидов азота NO_x и углеводородов C_nH_m (в миллионных долях), а у дизелей — также дымность отработавших газов. По содержанию СО, СО₂ и C_nH_m в ОГ оценивают исправность систем впрыскивания топлива и зажигания, а также их компонентов. В табл. 3.1, табл. 3.2 и табл. 3.3 представлены измеренные концентрации оксида и диоксида углерода, а также углеводородов при неисправных состояниях элементов электронных систем управления.

Концентрацию токсичных компонентов в ОГ, например СО, измеряют инфракрасным методом. Он основан на неодинаковой поглотительной способности различных газов в соответствии с их спектром поглощения. Источником инфракрасного излучения является элемент, нить которого имеет температуру около 700 °С. Инфракрасные лучи пропускают через измерительный элемент, расположенный перед входом в приемную камеру. Оксид углерода, содержащийся в ОГ, поглощает часть излучения, что приводит к повышению температуры газа и возникновению его потока. Он преобразуется датчиком потока в переменный электрический импульс (сигнал). Количество поглощенной энергии инфракрасного излучения изменяется пропорционально объемной концентрации СО в газе.

Концентрацию углеводородов в ОГ измеряют плазменно-ионизационным методом, а концентрацию NO_x — хемилюминесцентным методом. Сущность плазменно-ионизационного метода за-

Таблица 3.1

Неисправности элементов электронных систем, определяемые по концентрации СО в отработавших газах

Высокая концентрация СО (более 3 %)	Низкая концентрация СО (менее 0,5 %)
<i>Карбюраторные двигатели</i>	
Высокий уровень топлива в поплавковой камере карбюратора, неисправен электромагнитный клапан ЭПХХ	Низкий уровень топлива в поплавковой камере карбюратора
<i>Аппаратура впрыскивания топлива</i>	
Неправильная программа регулирования подачи топлива электромагнитной форсункой, неисправны датчики температуры охлаждающей жидкости и/или массового расхода воздуха	Неисправен электронный блок управления, отказ датчика температуры охлаждающей жидкости

Примечание. Нормативная концентрация СО в режиме холостого хода 0,5...3,0 %.

**Оценка состава смеси в цилиндре двигателя по концентрации CO_2 ,
 CO и C_nH_m в отработавших газах**

Анализ состава смеси	Концентрация		
	CO_2	CO	C_nH_m
Оптимальное сгорание смеси, система выпуска герметична	Очень высокая	Низкая	Очень низкая
Оптимальное сгорание смеси, система выпуска негерметична	Низкая	»	Низкая
Чрезмерно обогащенная смесь	»	Высокая	Высокая
Чрезмерно обедненная смесь	»	Очень низкая	»

Таблица 3.3

**Оценка неисправностей двигателя по концентрации C_nH_m и CO
в отработавших газах**

Характер работы двигателя	Концентрация		Неисправности систем	
	C_nH_m	CO	зажигания	топливоподачи
Перебои в работе	Очень высокая	Низкая	Снизилось высокое напряжение, отказ свечи или катушки зажигания	—
Неравномерная работа	Высокая	Высокая	—	Чрезмерно обогащенная смесь из-за нарушения программы дозирования
То же	»	Очень низкая	—	—

ключается в ионизации атомами С и Н пламени водорода при температуре 2000 °С. Чувствительность этого метода пропорциональна концентраций углеводородов. При непосредственном отборе ОГ газоотборник нагревают во избежание адсорбции и конденсации на его стенках углеводородов при соприкосновении с протекающим газом.

Газоанализаторы, используемые для анализа концентрации вредных компонентов в ОГ при диагностировании бензиновых и дизельных двигателей, имеют следующие характеристики:

<i>Компонент ОГ</i>	<i>Диапазон измерений</i>	<i>Погрешность</i>
CO	0... 10 %	±0,001 %
CO ₂	0... 18 %	±0,001 %
C _n H _m	0... 9999 млн ⁻¹	±1 млн ⁻¹
O ₂	0... 22 %	±0,01 %
Состав смеси α (λ)	0,5...1,80	±0,001

Дымомеры ОГ дизельных двигателей имеют следующие характеристики:

<i>Измеряемая величина</i>	<i>Диапазон измерений</i>	<i>Погрешность</i>
Степень замутнения, %	0... 100	±0,1
Коэффициент поглощения, м ⁻¹	0...10	±0,01
Максимальная температура ОГ на входе в газоотборник, °С	250	—

3.4. Применение беговых барабанов для определения технического состояния автомобилей, снабженных антиблокировочной и противобуксовочной системами торможения

Для проверки технического состояния автомобилей, оборудованных антиблокировочной (АБС) и противобуксовочной (ПБС) системами торможения используют те же методики и оборудование, что и для автомобилей без этих систем. Техническое состояние тормозных систем проверяют на беговых барабанах роликового типа, измеряя следующие параметры: сопротивление качению колеса и его овальность, максимальную тормозную силу и разницу сил на левом и правом колесе. Удельную тормозную силу рассчитывают с учетом массы автомобиля.

Технические характеристики двух модификаций тормозного стенда таковы:

- максимальная нагрузка на ось каждого колеса, т 3 (4)
- максимальная сила торможения каждого колеса, кН 5 (6)
- рабочая скорость автомобиля, км/ч 3,3 (5)
- диаметр колеса:
 - минимальный 440 мм или 10"
 - максимальный 800 мм или 18"

- минимальный коэффициент сцепления
во влажной/сухой среде 0,5/0,7
- диаметр роликов, мм 200
- мощность электродвигателя привода, кВт 2(2,5)
- масса, кг 370

Контрольные вопросы

1. Перечислите требования к стендовому оборудованию и диагностическим приборам.
2. Какие приборы используют для проверки технического состояния АКБ?
3. Какие стенды и приборы применяют для проверки технического состояния генераторов?
4. Какие стенды и приборы используют для проверки технического состояния систем зажигания?
5. Какие приборы применяют для проверки и регулирования внешних световых приборов?
6. Какова структурная схема типового мотор-тестера?
7. Какие особенности имеют сканеры для проверки электронных блоков управления?
8. Какова типовая рабочая программа мотор-тестера?
9. Назовите приборы, применяемые для измерения токсичности ОГ автомобилей.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ И СИСТЕМ
АТЭ И АЭ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Техническое обслуживание изделий АТЭ и АЭ представляет собой комплекс операций, направленных на предупреждение отказов и повреждений в период между плановыми ТО автомобилей и тракторов. Этот комплекс операций в зависимости от объема работ может производиться непосредственно на транспортном средстве, в электроцехе автотранспортной организации или на станции технического обслуживания. Он совмещается с ТО транспортного средства и его агрегатов, которое, как отмечалось ранее, проводится через определенный календарный срок или после определенного пробега в зависимости от категории эксплуатации и климатической зоны.

По периодичности, объему и трудоемкости выполнения работ техническое обслуживание подразделяется на ЕТО, ТО-1, ТО-2 и СО. ЕТО заключается в контроле исправности светотехнической, светосигнальной и звуковой аппаратуры, стеклоочистителя и стеклоомывателя, которые обеспечивают безопасность движения транспортного средства. Этот вид обслуживания проводят при выезде на маршрут и смене водителя на линии.

ТО-1 и ТО-2 состоят в выполнении контрольно-диагностических операций, крепежных, регулировочных и смазочных работ. При СО, проводимом два раза в год, предусмотрены работы по подготовке электрооборудования к зимней или летней эксплуатации.

Периодичность проведения ТО-1 и ТО-2 определяется инструкцией по эксплуатации транспортного средства для I категории условий эксплуатации и умеренного климата. При эксплуатации в других условиях приведенную периодичность ТО-1 и ТО-2 определяют, пользуясь формулой

$$П_{\text{пр}} = П_1 K_1 K_2,$$

где $П_1$ — периодичность ТО для I категории условий эксплуатации и умеренной климатической зоны; K_1 , K_2 — коэффициенты корректирования соответственно по категории условий эксплуатации и природно-климатическим зонам.

Коэффициенты корректирования нормативов

Категория условий эксплуатации	Норматив			
	Периодичность ТО	Удельная трудоемкость ТР	Ресурс до КР	Расход запасных частей
II	0,90	1,10	0,90	1,10
III	0,80	1,20	0,80	1,25
IV	0,70	1,40	0,70	1,40
V	0,60	1,50	0,60	1,65

Примечание. Для I категории условий эксплуатации принято, что все нормативы равны единице. При этом полагают, что дорога имеет асфальтобетонное или бетонное покрытие, рельеф местности равнинный, слабохолмистый или холмистый, а движение происходит за пределами города.

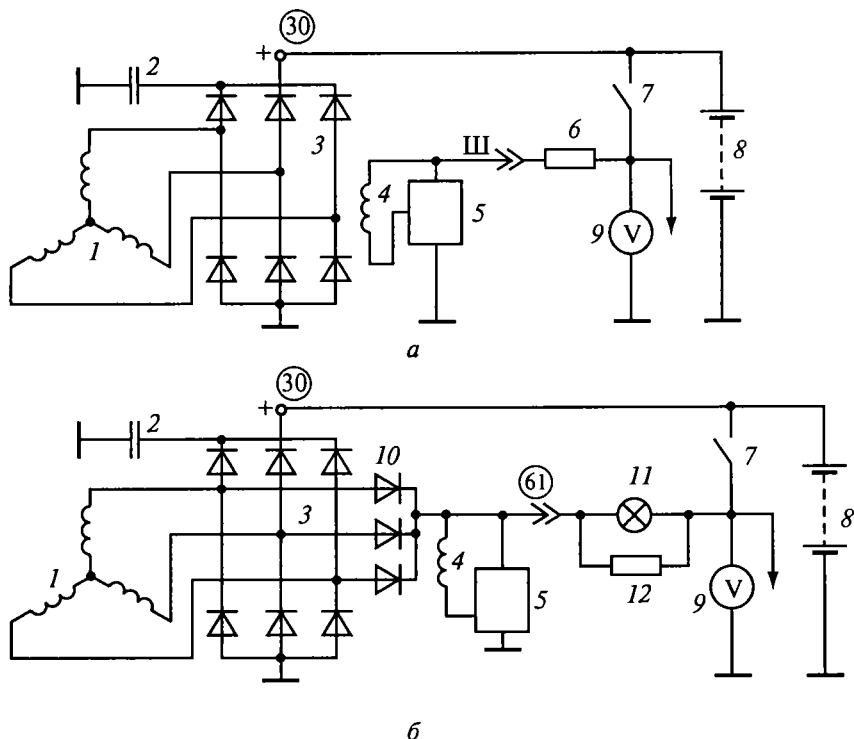
В табл. 4.1 представлены коэффициенты корректирования нормативов в зависимости от категории условий эксплуатации.

Коэффициент K_2 корректирования по природно-климатическим зонам для периодичности ТО составляет 0,80... 1,00, трудоемкости ТР — 0,90... 1,30, ресурса до КР — 0,70... 1,10 и расхода запасных частей — 0,80... 1,40 (от зоны жаркого сухого климата до северных районов).

4.1. Особенности эксплуатации и ТО системы электроснабжения

В процессе эксплуатации к надежности работы системы электроснабжения, состоящей из генераторной установки с реле-регулятором и АКБ, предъявляются высокие требования, поскольку она должна обеспечить поддержание номинального напряжения бортовой сети (для потребителей оно составляет 14 и 28 В) с точностью 3%. Это связано с тем, что увеличение допуска до 5% приводит к изменению светового потока осветительной и светосигнальной аппаратуры на 20% и снижает их ресурс в два раза. Повышение уровня регулируемого напряжения на 10... 12% вызывает снижение ресурса АКБ в 2... 2,5 раза.

Надежность работы генераторной установки зависит от места ее размещения на двигателе, качества крепления генератора к двигателю, усилия натяжения ремня привода генератора и переходного сопротивления на контактах выключателя зажигания и в штекерных соединителях цепи от «+» АКБ до «+» реле-регулятора. Влияние переходного сопротивления, приводящее к повышению регулируемого напряжения до 15,0... 15,5 В, устраняется внесением изменений в электрическую схему генератора. В отличие от схе-



6

Рис. 4.1. Основные электрические схемы генераторных установок:

a — генераторная установка 58.3701; *б* — генераторная установка 372.3701; 1 — обмотки статора; 2 — помехоподавляющий конденсатор; 3 — выпрямительный мост; 4 — обмотка возбуждения генератора; 5 — регулятор напряжения; 6 — предохранитель; 7 — выключатель зажигания; 8 — аккумуляторная батарея; 9 — вольтметр; 10 — дополнительное плечо выпрямительного моста; 11 — лампа контроля заряда; 12 — резистор сопротивлением 50 Ом; Ш, «61» — выводы; «30» — номер провода

мы рис. 4.1, *a*, где ток возбуждения силой 3...5 А проходит через выключатель зажигания 7 и вывод Ш, в схеме рис. 4.1, *б* цепь возбуждения, как и регулятор 5, подключена к плюсовым выводам дополнительного плеча 10 выпрямительного моста, к которому проходит незначительный ток силой 0,1...0,3 А для начального возбуждения генератора. После появления напряжения на клемме «+» дополнительного плеча генератор начинает вырабатывать ток для обмотки возбуждения генератора. Однако данная схема чувствительна к кратковременному замыканию вывода «61» на «массу», приводящему к выходу из строя дополнительного плеча. Это требует определенных мер предосторожности при монтаже пучка проводов генераторной установки на автомобиле.

**Усилие, приложенное к ремню привода генератора,
и соответствующий прогиб ремня**

Тип двигателя	Усилие, Н	Прогиб, мм
ЗИЛ-130	38	6...14
КамАЗ-740	48	15...22
ЗМЗ-53	38	10...15
ВАЗ-2101, -2103, -2105, -2108	98	10...15
ВАЗ-2110	98	6...10
ЗМЗ-4021	40	8...10
ЗМЗ-4061, -4062, -4063	80	10...15

Недостаточная жесткость крепления генератора на двигателе может вызвать излом лапы крепления, а недостаточное усилие натяжения приводного ремня — его проскальзывание в ручье шкива, снижение частоты вращения ротора и уменьшение отдачи генераторной установки, вследствие чего АКБ не будет заряжаться полностью. Превышение усилия натяжения ремня увеличивает

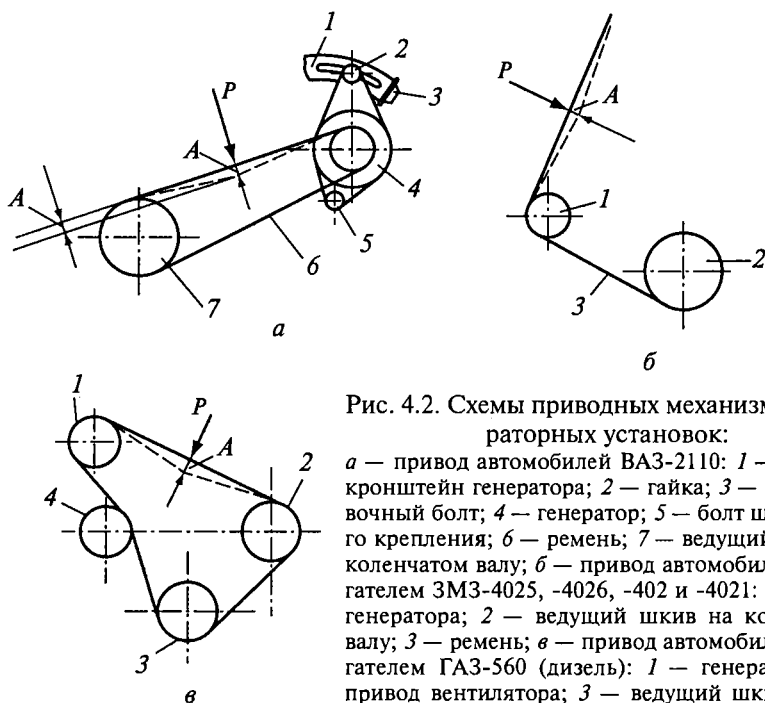


Рис. 4.2. Схемы приводных механизмов генераторных установок:

a — привод автомобилей ВАЗ-2110: 1 — верхний кронштейн генератора; 2 — гайка; 3 — регулировочный болт; 4 — генератор; 5 — болт шарнирного крепления; 6 — ремень; 7 — ведущий шкив на коленчатом валу; *б* — привод автомобилей с двигателем ЗМЗ-4025, -4026, -402 и -4021: 1 — шкив генератора; 2 — ведущий шкив на коленчатом валу; 3 — ремень; *в* — привод автомобилей с двигателем ГАЗ-560 (дизель): 1 — генератор; 2 — привод вентилятора; 3 — ведущий шкив на коленчатом валу; 4 — автоматический механизм натяжения ремня с помощью спиральной пружины; *A* — прогиб приводного ремня; *P* — усилие, приложенное к ремню

радиальное усилие на подшипник генератора, что может преждевременно вывести его из строя.

Правильность натяжения приводного ремня в процессе эксплуатации проверяют по его прогибу при нажатии на ремень усилием от 19 до 50 Н посередине между шкивами генератора и вентилятора или вала двигателя (рис. 4.2). Величина прогиба и усилие, приложенное к ремню, приведены в табл. 4.2.

При сезонном регулировании напряжения генераторной установки замена выносных, вибрационных и контактно-транзисторных регуляторов напряжения бесконтактными со ступенчатым регулированием уровня напряжения (зима/лето) и интегральными, твердотельными конструкциями, встроенными в генератор, улучшает точность регулирования и эксплуатационную надежность всей генераторной установки. Встроенные регуляторы напряжения обладают свойством термокомпенсации, т. е. обеспечивают изменение уровня напряжения заряда АКБ в зависимости от температуры воздуха в подкапотном пространстве, составляющее 0,01В/К. Это обстоятельство в определенной степени облегчает техническое обслуживание генераторных установок.

Довольно часто за отказ генераторной установки принимают отсутствие контакта в цепи электроснабжения, короткое замыкание в проводке автомобиля или срабатывание предохранителей. Причины возникновения основных видов неисправностей генераторной установки, способы их диагностирования и устранения перечислены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Причины основных видов неисправностей генераторной установки, способы их диагностирования и устранения

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Генераторная установка не обеспечивает заряд аккумуляторной батареи</i>		
Обрыв или проскальзывание ремня из-за износа или недостаточного натяжения шкива	Осматривают привод, проверяют прогиб ремня	Заменяют ремень. Натягивают ремень в соответствии с данными табл. 4.2 или заменяют шкив
Плохой контакт в штекерных соединителях или обрыв в цепях между генераторной установкой и АКБ	Измеряют вольтметром напряжение на клеммах «+» генератора и АКБ при средних оборотах двигателя с включением фар головного освещения	Восстанавливают плохой контакт, устраняют обрывы

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
	или с помощью тестера определяют место обрыва	
Выход из строя АКБ	Проверяют состояние АКБ нагрузочной вилкой	При необходимости заменяют АКБ
Износ, «зависание» щеток или загрязнение контактных колец	Проверяют состояние щеточного узла (измеряют усилие пружин, высоту щеток) и очищают его от пыли и грязи	При деформации щеткодержателя его заменяют. Щетки с предельным износом заменяют. Выработанные контактные кольца протачивают
Обрыв в цепи возбуждения	Проверяют качество припайки выводов катушки возбуждения к контактным кольцам	При наличии отпаянных выводов их припаивают. При внутреннем обрыве обмотки возбуждения заменяют обмотку в сборе
Межвитковое замыкание в цепи одной из фаз обмотки статора	Проверяют качество изоляции обмоток фаз относительно статора омметром	При обрыве или межвитковом замыкании статор заменяют новым или ремонтируют
Пробой или обрыв диодов выпрямительного блока	Проверяют прямую и обратную проводимость диодов омметром или с помощью контрольной лампы	Заменяют выпрямительный блок
Выход из строя интегрального регулятора напряжения	При кратковременном замыкании выводов Ш и «+» (для генератора с подключением одного из выводов обмотки возбуждения на «массу»), а также Ш и «масса» (для генератора с двумя изолированными выводами обмотки возбуждения) вольтметр показывает повышенное напряжение	Заменяют регулятор напряжения

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
Выход из строя вибрационного или контактно-транзисторного регулятора напряжения	Проверяют усилие натяжения пружин	Регулируют усилие натяжения пружин
<i>Повышенный шум при работе генераторной установки</i>		
Недостаточное количество смазки в подшипниках или ее отсутствие	Проверяют состояние подшипников	Промывают подшипники и закладывают смазку. При значительном износе подшипник заменяют
Разрушение сепаратора и заклинивание подшипника. Проворачивание наружной обоймы подшипника в посадочном месте крышки	Проверяют проворачиванием вала ротора рукой	Заменяют крышку и подшипник
Выработка места посадки подшипника в крышке	Проверяют проворачиванием вала ротора рукой	Заменяют крышку и подшипник
<i>Генераторная установка вызывает перезаряд АКБ (электролит «кипит»)</i>		
Неисправность АКБ (короткое замыкание в аккумуляторе)	Проверяют плотность электролита и напряжение АКБ	Ремонтируют или заменяют АКБ
Увеличение переходных сопротивлений от вывода «+» генератора до вывода выключателя зажигания и регулятора напряжения	Измеряют переходное сопротивление в цепи или напряжение на ее отдельных участках	Восстанавливают контакт
Неисправен регулятор напряжения из-за пробоя элементов	Если после замены регулятора электролампой заряд АКБ происходит, то отказал регулятор	При необходимости регулятор заменяют новым

Проверку технического состояния и обслуживание системы электроснабжения с углубленным диагностированием рабочих параметров генераторной установки, ее регулятора напряжения и выпрямительного блока проводят с периодичностью, равной или

Предельные усилия прижатия щеток к контактным кольцам генераторов

Тип автомобиля	Тип генераторной установки	Усилие прижатия щетки, Н
ГАЗ-53А, -5312, -33061	Г250ГЗ, Г250ДЗ.3701, 3812.3701	1,8...2,6
ЗИЛ-130, -53014, -4319	Г250И1, 17.3701, 3872.3701	1,8...2,6
ЗИЛ-131ВЯ, -131ГЯ	Г287А, -Б, -В	1,8...2,6
ГАЗ-66 и его модификации	Г287	1,8...2,6
«Урал-375» и его модификации	Г287Б, Г288А	1,8...2,6
МАЗ-500, -5335, -6422, КамАЗ	Г2271.3701, Г273В1.3701	1,8...2,6
Все модели ВАЗ, ГАЗ-3110	Г221, Г222, 37.3701, 94.3701	4,0...4,4

кратной периодичности ТО-2. При ТО-1 изделия системы электроснабжения очищают от пыли, масла и грязи, проверяют надежность крепления генераторной установки к двигателю и усилие натяжения ремня привода.

Работы по обслуживанию генераторов с периодичностью, кратной нескольким ТО-2, имеют ряд особенностей в зависимости от типов генератора и регулятора напряжения.

Каждое четвертое ТО-2 предусматривает снятие генераторной установки с двигателя для осмотра и обслуживания щеток и контактных колец. Для этого с поверхности генератора предварительно удаляют пыль, масло и грязь, продувают внутренние полости сжатым воздухом, а затем снимают защитную крышку и извлекают щеткодержатель. Далее проверяют, насколько свободно перемещаются щетки в направляющих щеткодержателя, вынимают щетки, измеряют их высоту и упругость пружин. Загрязненные контактные кольца очищают, а при износе протачивают на станке, снимая слой материала толщиной не более 0,5 мм. Щетки, достигшие предельного износа, заменяют новыми.

Усилие прижатия щетки пружиной к контактным кольцам измеряют стрелочными весами или динамометром в момент, когда щетки выступают из щеткодержателя на 2 мм (предельные усилия см. в табл. 4.4).

После очистки и текущего ремонта, если это было необходимо, генераторную установку помещают на стенд и с помощью измерительных приборов, осциллографа или мотор-тестера исследуют и измеряют характеристику холостого хода, токоскоростную характеристику и величину пульсации выходного напряжения генератора.

При проведении ТО особое внимание следует обращать на состояние подшипниковых узлов, и если при вращении вала ротора

генераторной установки от руки или на стенде прослушиваются посторонние шумы, то генератор разбирают и определяют дефекты подшипниковых узлов.

При эксплуатации необходимо соблюдать следующие правила:

- при установке новой АКБ на автомобиль обеспечить правильную полярность подключения, поскольку ошибка приведет к выходу из строя выпрямительного моста. Аналогичные последствия возможны и при неправильной полярности подключения внешнего источника при запуске двигателя;
- следить за состоянием электрической проводки, не оставлять автомобиль с подключенной АКБ при подозрении на наличие неисправности выпрямительного блока (не горит контрольная лампа), так как это может привести к полному разряду АКБ и даже возгоранию проводки;
- не проверять работоспособность генераторной установки замыканием его вывода «+» на «массу» или «+» и «-» между собой;
- не проверять исправность генераторной установки путем отключения АКБ при работающем двигателе, так как могут выйти из строя электронные блоки управления;
- не допускать попадания на генераторную установку электролита, охлаждающей жидкости и масла.

4.2. Особенности эксплуатации и ТО аккумуляторной батареи

Техническое обслуживание аккумуляторных батарей заключается в приведении их в рабочее состояние, уходе при эксплуатации и хранении. В зависимости от климатической зоны и конструкции АКБ перед приведением их в рабочее состояние в них заливают электролит различной плотности (табл. 4.5).

Для получения электролита требуемой плотности при температуре 25°C руководствуются данными, приведенными в табл. 4.6. Если температура отличается от 25°C, то при ее повышении на 1°C плотность электролита уменьшают на 0,0007 г/см³, а при понижении на 1°C — увеличивают на 0,0007 г/см³.

После заливки электролита производят заряд АКБ в режиме постоянного тока в пределах от 2,75 до 10,7А в зависимости от ее номинальной емкости при 20-часовом разряде. По достижении напряжения не менее 2,4 В — на каждом аккумуляторе или 14,4 В — на 12-вольтовой АКБ с общей крышкой начальную силу тока заряда уменьшают на 50 % и продолжают процесс до полного заряда батареи. Окончание заряда характеризуется постоянством напряжения и плотности электролита в течение 2 ч, а также обильным газовыделением во всех аккумуляторах. В конце заряда производят корректирование плотности электролита в соответствии с данными, представленными в табл. 4.5.

Плотность электролита в зависимости от климатической зоны

Климат и среднемесячная температура в январе, °С	Время года	Плотность электролита при 25 °С, г/см ³ , для батарей		
		малообслуживаемых, заряженных	обычного типа	
			при заливке	заряженных
Очень холодный, -50...-30	Зима	1,30	1,28	1,30
	Лето	1,28	1,26	1,28
Холодный, -30...-15	Круглогодично	1,28	1,26	1,28
	»	1,28	1,24	1,26
Умеренный, -15...-8	»	1,23	1,21	1,23
	»	1,23	1,21	1,23
Теплый влажный, 0...4	»	1,23	1,21	1,23
	»	1,23	1,21	1,23

АКБ, приведенную в рабочее состояние, устанавливают на транспортное средство и эксплуатируют в соответствии со следующими правилами:

- у свинцовых АКБ обычного типа уровень электролита проверяют при техническом обслуживании не реже одного раза в две недели и при доливке дистиллированной воды (зеркало электролита должно касаться нижнего торца тубуса горловины, а при отсутствии тубуса — располагаться на 10...15 мм выше предохранительного щитка);

- проверяют надежность крепления батареи в месте установки и плотность контакта наконечников проводов с выводами бата-

Таблица 4.6

Пропорции воды и серной кислоты для требуемой плотности электролита

Требуемая плотность электролита при 25 °С, г/см ³	Объемы воды и серной кислоты плотностью 1,83 г/см ³ , необходимые для получения 1 л электролита, л	
	Вода	Серная кислота
1,20	0,859	0,200
1,21	0,849	0,211
1,22	0,839	0,221
1,23	0,829	0,231
1,24	0,819	0,242
1,26	0,800	0,263
1,28	0,781	0,285
1,30	0,761	0,306
1,40	0,650	0,423

реи. Наконечники проводов после их монтажа на полюсные выводы смазывают техническим вазелином ВТВ-1 или «Литолом-24»;

- не реже одного раза в две недели поверхность АКБ очищают от пыли и грязи, а также прочищают вентиляционные отверстия в пробках батареи. Образовавшийся токопроводящий слой влажной пыли удаляют протиркой поверхности батареи раствором аммиака или кальцинированной соды (10%-й раствор);

- с периодичностью один раз в квартал или при участившихся случаях ненадежного пуска двигателя проверяют степень разряженности АКБ по плотности электролита, используя денсиметр. Исходя из полученных значений плотности степень разряженности определяют по данным, представленным в табл. 4.7, зная ее первоначальное значение;

- снимают с эксплуатации на подзарядку АКБ, разряженную более чем на 25 % — зимой и на 50 % — летом. Иногда степень разряженности проверяют нагрузочной вилкой в течение 5 с. У полностью заряженной АКБ нагрузочная вилка покажет напряжение 1,7 В и выше, у разряженной на 25 % — 1,6...1,7 В, на 50 % — 1,5...1,6 В и на 75 % — 1,4...1,5 В;

- режим заряда АКБ контролируют периодической проверкой при ТО-2 напряжения генераторной установки.

Причины основных видов неисправностей АКБ, возникающих в процессе эксплуатации, способы их диагностирования и устранения приведены в табл. 4.8.

Техническое состояние АКБ определяют с помощью аккумуляторных пробников типа Э107 и Э108 (см. гл. 3). Напряжение пробника под нагрузкой в конце 5-й секунды у АКБ с общей крышкой должно составлять более 8,9 В, а у отдельного аккумулятора, входящего в АКБ с открытыми межэлектродными перемычками, — более 1,7 В.

Заряд АКБ осуществляют двумя методами: при постоянной силе тока и при постоянном напряжении зарядного источника. Режим

Таблица 4.7

Плотность электролита в зависимости от степени разряженности АКБ

Плотность электролита полностью заряженной АКБ, г/см ³	Плотность электролита частично разряженной АКБ, г/см ³	
	На 25%	На 50%
1,30	1,26	1,22
1,28	1,24	1,20
1,26	1,22	1,18
1,24	1,20	1,16
1,22	1,18	1,14

Примечание. Плотность электролита соответствует температуре 25 °С.

**Причины основных видов неисправностей АКБ, способы
их диагностирования и устранения**

Причины неисправности АКБ	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>АКБ быстро разряжается и не обеспечивает достаточной частоты вращения коленчатого вала двигателя при пуске стартером</i>		
Длительное включение электрических потребителей при неработающем двигателе или работающем при малой частоте вращения коленчатого вала	При включении фар головного освещения они работают вполнакала	Проверяют заряженность АКБ и при необходимости заряжают. Рекомендуется не включать электрические потребители при длительной стоянке
Ускоренный саморазряд из-за замыкания выводов АКБ токопроводящей грязью или электролитом по поверхности крышки	На поверхности крышки АКБ — грязь, стрелка вольтметра на щитке приборов находится в «оранжевой» зоне, амперметр показывает разряд	Очищают поверхность батареи 10%-м раствором нашатырного спирта или кальцинированной соды
Ускоренный саморазряд из-за разрушения или «прорастания» сепараторов, замыкания электродов шламом при выпадении активной массы АКБ	Измеренная вольтметром ЭДС АКБ имеет низкое значение при нормальной плотности электролита	Ремонт АКБ с заменой разрушенных сепараторов и удалением шлама
Ускоренный саморазряд АКБ вследствие применения грязной воды или электролита	Стрелка вольтметра находится в «оранжевой» зоне, амперметр показывает разряд	АКБ разряжают током 10-часового разряда до напряжения на аккумуляторе 1,1...1,2 В, электролит удаляют, батарею промывают, заливают новый электролит и заряжают до нормы
Сульфатация электродов из-за длительного хранения АКБ, ее эксплуатация при малой заряженности и с пониженным уровнем электролита	Высокое напряжение в начале заряда; преждевременное газовыделение при незначительном увеличении плотности электролита в процессе заряда; повышение температуры	Электролит удаляют, заливают новый плотностью 1,145 г/см ³ , заряжают АКБ силой тока 0,05 C ₂₀ А (где C ₂₀ — емкость АКБ при 20-часовом разряде) и к концу заряда доводят

Причины неисправности АКБ	Способ диагностирования	Способ устранения
	и понижение напряжения в конце заряда	плотность электролита до нормы; ремонтируют АКБ
Окисление выводов АКБ и наконечников вследствие неплотного крепления в местах соединений	Виден белый налет в местах соединений клемм и наконечников	Очищают выводы АКБ и наконечники от белого налета, закрепляют их и смазывают техническим вазелином
Короткие замыкания в цепях электрических потребителей	Выключают все потребители и проводом «масса» касаются клеммы «→» АКБ. Наличие искры свидетельствует о коротком замыкании, местоположение которого устанавливают последовательной проверкой цепей тестером или мультиметром	Обнаруженное место короткого замыкания защищают дополнительной изоляцией
Неисправен один или несколько аккумуляторов	Емкость АКБ меньше исправной, и напряжение под нагрузкой быстро снижается	Замена батареи исправной
Неисправна генераторная установка	Напряжение на выходе генераторной установки ниже нормы	Ремонт генераторной установки (см. табл. 4.3)
<i>Быстрое снижение уровня электролита в АКБ</i>		
Поврежден моноблок АКБ	Видны трещины моноблока	Ремонт моноблока АКБ или его замена
Перезаряд АКБ вследствие повышенного зарядного напряжения от генератора	Напряжение на выходе генераторной установки выше нормы	Ремонт регулятора напряжения или генератора
Неплотно завернуты пробки АКБ	Проверяют затяжку пробок	Устраняют неисправность затяжкой пробок
<i>Выплескивание электролита через вентиляционные отверстия в пробках АКБ</i>		
Повышенный зарядный ток	Проверяют исправность генераторной установки	Ремонт регулятора напряжения или замена его новым

Причины неисправности АКБ	Способ диагностирования	Способ устранения
Короткое замыкание электродов АКБ разной полярности	Напряжение на неисправном аккумуляторе отсутствует	Ремонт АКБ
<i>АКБ не заряжается</i>		
Обрыв в цепи генераторная установка — АКБ	Проверяют вольтметром напряжение на выходе генератора, обрывы определяют тестером	Найденный обрыв устраняют
Разрушение активной массы электродов	Низкая ЭДС АКБ при нормальной плотности электролита или слабое газовыделение при заряде	Ремонт АКБ
<i>Стрелка вольтметра находится в «красной» зоне, амперметр показывает большой зарядный ток при нормальном уровне регулируемого напряжения</i>		
Короткое замыкание электродов АКБ разной полярности	Напряжение на неисправном аккумуляторе отсутствует	Ремонт АКБ

заряда при неизменной силе тока может быть одно- или двухступенчатым. Сила тока при одноступенчатом 20-часовом режиме заряда составляет $0,05C_{20}$ А.

Ускоренный двухступенчатый режим заряда продолжается до достижения напряжения 2,4 В на одном аккумуляторе при силе тока $1,5C_{20}$ А, а затем $0,1C_{20}$ А — до полного заряда аккумулятора. Основным достоинством способа заряда при постоянной силе тока является возможность заряда АКБ до полной номинальной емкости, а недостатками — большая продолжительность процесса, необходимость контроля и регулирования силы зарядного тока, нерациональный расход электроэнергии на электролиз воды в конце заряда и значительное повышение температуры электролита.

Заряд АКБ при постоянном напряжении характеризуется тем, что напряжение источника поддерживается неизменным в течение всего процесса заряда, а сила тока заряда постепенно уменьшается. Напряжение заряда должно составлять 2,4... 2,5 В на каждый аккумулятор при силе тока в начале заряда в пределах $(1,0... 1,5)C_{20}$ А, а в конце — намного меньше. Способ заряда при постоянном напряжении предпочтителен, так как основная часть сообщенной АКБ энергии расходуется только на процесс заряда, когда газовыделение невозможно, и лишь незначительная часть энергии расходуется, когда оно начинается. АКБ необслуживаемого и малообслуживаемого типов рекомендуется заряжать методом постоянного на-

пряжения. К положительным особенностям этого метода можно отнести отсутствие обильного газовыделения и перезаряда батареи, а также необходимости контроля и регулирования силы тока. Недостатками этого метода являются неравномерная загрузка зарядного источника, невозможность полного заряда АКБ из-за падения силы тока в конце заряда и ускоренного заряда батареи при отрицательных температурах, когда ее внутреннее сопротивление возрастает.

Хранение и транспортирование АКБ осуществляется при выполнении следующих условий:

- новые, не залитые электролитом батареи рекомендуется хранить в неотапливаемых помещениях при температуре не ниже -50°C . АКБ устанавливают крышками вверх. Необходимо, чтобы пробки были прочно ввинчены, герметизирующие детали имели уплотнительные диски, а герметизирующие пленки и колпачки находились в штатном положении;

- по окончании хранения проверяют состояние мастики на батареях с открытыми межэлементными перемычками; появившиеся трещины удаляют оплавлением слабым пламенем газовой горелки или паяльником;

- АКБ, снятые с транспортного средства после непродолжительной эксплуатации, полностью заряжают перед отправкой на хранение. Плотность электролита доводят до нормы (см. табл. 4.5). Если хранение осуществляется при положительной температуре, то их ежемесячно подзаряжают, а при отрицательной температуре ограничиваются ежемесячной проверкой плотности электролита, и при ее снижении более чем на $0,04\text{ г/см}^3$ батарею подзаряжают;

- срок хранения АКБ при отрицательной температуре не превышает 1,5 года, а при положительной — 9 мес;

- АКБ, снятые с транспортных средств после длительной эксплуатации, после полного заряда и доведения плотности электролита до нормы подвергают тренировочному разряду силой тока 10-часового режима при температуре $18 \dots 27^{\circ}\text{C}$. АКБ с длительностью разряда менее 7,5; 6,5 и 5,5 ч при плотности электролита при температуре 25°C соответственно 1,28; 1,26 и $1,24\text{ г/см}^3$ на длительное хранение не ставят. Тренировочный разряд заканчивают при снижении напряжения одного аккумулятора до 1,8 В, а у батарей с общей крышкой — до 10,2 В.

- при транспортировке незалитых АКБ необходимо обеспечить защиту их от механических повреждений, атмосферных осадков и солнечных лучей.

4.3. Особенности эксплуатации и ТО электростартера

Ресурс электростартера определяется интенсивностью его эксплуатации. Общее число включений электростартера зависит от числа не только остановок двигателя внутреннего сгорания, но и

от неудачных попыток его запуска. А это определяется рабочим процессом в камере сгорания, функционированием систем топливоподдачи, смазки и газораспределения.

Электростартеры (рис. 4.3) потребляют токи большой силы и рассчитаны на кратковременные режимы работы. Во избежание перегрева обмоток и нарушения электрического контакта в разъемных соединениях, к которым относятся контактный диск реле и контакты выключателя зажигания, продолжительность непрерывной работы стартеров при неудачных попытках пуска двигателя не должна превышать 10...20 с.

При неудачной попытке пуска электростартер следует выключить на 1...2 мин и только тогда производить пуск повторно, предварительно убедившись в том, что двигатель внутреннего сгорания не работает, так как попытка пуска работающего двигателя приведет к поломке зубьев шестерни привода, зубьев маховика или муфты свободного хода стартера.

Если двигатель не запускается за три попытки, то необходимо проверить его техническое состояние и устранить неисправности системы топливоподдачи или зажигания.

Стартер следует выключать сразу после пуска двигателя, иначе произойдет заклинивание муфты свободного хода и стартер войдет в режим «разноса» и будет разрушен.

Категорически запрещается приводить транспортное средство в движение с помощью электростартера при включенной переда-

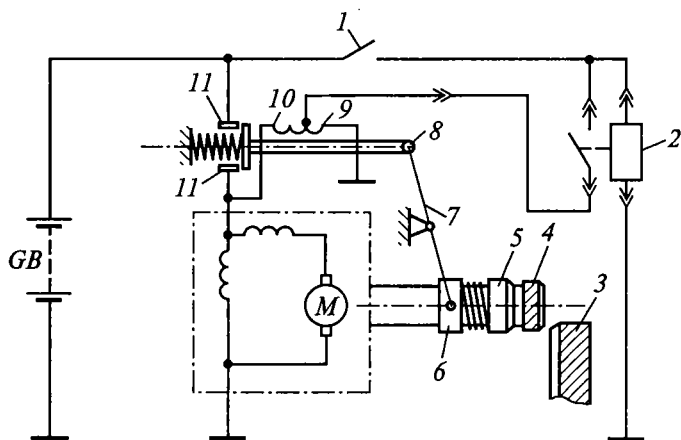


Рис. 4.3. Схема включения и управления электростартером:

1 — выключатель зажигания; 2 — вспомогательное (дополнительное) реле; 3 — венец маховика; 4 — шестерня привода; 5 — обгонная муфта; 6 — поводковая муфта; 7 — рычаг привода; 8 — якорь тягового реле; 9, 10 — соответственно удерживающая и втягивающая обмотки тягового реле; 11 — контактные болты;
GB — АКБ; M — якорь стартера

че, так как он будет механически и электрически перегружен и может выйти из строя.

Причины основных видов неисправностей электростартера, способы их диагностирования и устранения приведены в табл. 4.9.

Проверка технического состояния электростартеров производится с помощью диагностического оборудования непосредственно на двигателе или на специальных стендах при снятии стартера с двигателя. До применения диагностического оборудования необходимо проверить техническое состояние АКБ, влияющее на ха-

Таблица 4.9

Причины основных видов неисправностей стартера, способы их диагностирования и устранения

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Стартер и тяговое реле не включаются</i>		
Неисправна или сильно разряжена АКБ	Определяют степень заряженности АКБ по плотности электролита или нагрузочной вилкой	Неисправную АКБ заменяют новой
Нарушены контакты в соединениях, обрыв проводов в цепях электроснабжения или управления стартером	Определяют тестером или вольтметром целостность цепей и соединений наконечников	При необходимости затягивают наконечники, поврежденные провода заменяют
Нарушена работа дополнительного реле, выключателя зажигания	Стартер подключают непосредственно к АКБ. При исправной работе стартера неисправны реле или выключатель зажигания	Неисправные элементы заменяют или ремонтируют
Неисправность тягового реле из-за обрыва обмоток, межвиткового замыкания во втягивающей обмотке, замыкания ее на «массу», заедания или смещения контактного диска	При замыкании контактных болтов на тяговом реле дополнительным проводом стартер работает	Разборное реле ремонтируют, неисправные элементы заменяют исправными
Короткое замыкание в обмотках стартера	Проверяют контрольной лампой или тестером	Ремонт стартера

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Тяговое реле включается, но ротор стартера не вращается или вращается медленно</i>		
Сильный разряд АКБ	Определяют степень разряженности АКБ по плотности электролита	Разряженную АКБ заряжают до нормы
Плохой контакт на выводах АКБ, слабая затяжка гаек на контактных болтах тягового реле	Проверяют надежность крепления на выводах АКБ и тягового реле	Устраняют плохой контакт
Нарушения в работе контактного диска тягового реле	Проверяют посредством замыкания болтов тягового реле дополнительным проводом — при работающем стартере реле неисправно	Ремонт или замена тягового реле
Сильное загрязнение или окисление коллектора стартера	Визуальный осмотр коллектора	Коллектор зачищают мелкозернистой шкуркой со стеклянным покрытием или протачивают на токарном станке. Замасленный коллектор протирают ветошью, смоченной в бензине
Сильный износ или «зависание» щеток	Проверяют надавливанием на щетки со стороны коллектора	Ремонт щеточного узла
Замыкание на «массу» щеточного узла	Проверяют контрольной лампой или тестером	Устраняют причину замыкания
Ослабление пружин щеткодержателя	Проверяют усилие прижатия пружин динамометром	При необходимости заменяют пружины
Замыкание на «массу» или межвитковые замыкания обмоток возбуждения и якоря	Проверяют контрольной лампой или тестером	Ремонт стартера, при необходимости с заменой якоря или обмотки возбуждения
Заклинивание якоря	Проверяют вольтметром или контрольной	Ремонт или замена стартера

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
	лампой, подсоединенной к АКБ. При сильном падении напряжения якорь заклинивает	
<i>Тяговое реле включается и сразу выключается (часто повторяющиеся щелчки)</i>		
Сильный разряд АКБ	Определяют по плотности электролита	Разряженную АКБ заряжают
Плохой контакт в цепи электроснабжения стартера	Местоположение плохого контакта определяют тестером	Обнаруженный плохой контакт устраняют
Выход из строя электрической части выключателя зажигания	Проверяют контрольной лампой или тестером	Неисправную электрическую часть выключателя заменяют
Обрыв или плохой контакт удерживающей обмотки тягового реле	Проверяют тестером	Ремонтируют реле
<i>Стартер включается, но коленчатый вал не вращается</i>		
Пробуксовывание муфты свободного хода	Проверяют вручную	При необходимости заменяют муфту
Тугое перемещение механизма привода по винтовым шлицам вала якоря стартера	Проверяют вручную легкость перемещения привода по валу	При необходимости шлицы смазывают
Поломка рычага приводного механизма	Проверяют на разобранном стартере	При необходимости рычаг заменяют
Поломка поводковой муфты или пружины между ней и муфтой свободного хода	Проверяют на разобранном стартере	Неисправные детали заменяют
<i>Стартер включается, но шестерня привода не входит в зацепление с зубьями маховика</i>		
Ослабли пружины между поводковой и обгонной муфтами	Проверяют на разобранном стартере	Замена пружин при ремонте
Наличие забоин на зубьях шестерни стартера или венца маховика	Определяют визуально	Ремонт стартера или венца маховика
Заедание механизма привода на валу якоря	Проверяют вручную	Очищают шлицы и смазывают смазкой ЦИАТИМ-201, -202 или -203

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Стартер после пуска двигателя не выключается</i>		
Заедание ключа в замке зажигания	Определяют визуально	Немедленно останавливают двигатель, выключают стартер. Ремонтируют или заменяют выключатель зажигания
Заедание механизма привода на валу якоря стартера	То же	Останавливают двигатель, выключают стартер. Очищают шлицы и смазывают смазкой ЦИАТИМ-201, -202 или -203
Спекание силовых контактов тягового реле	»	Тяговое реле ремонтируют или заменяют новым
<i>Повышенный шум при вращении якоря стартера</i>		
Ослабление крепления стартера к двигателю	Проверяют крепление стартера	При необходимости подтягивают гайки и болты крепления
Поломка крышки стартера со стороны привода	Проверяют вручную	Ремонт стартера с заменой крышки
Повреждение зубьев шестерни привода или венца маховика	Проверяют визуально	Заменяют привод или ремонтируют венец маховика
Выход из строя механизма привода или его тугое перемещение по шлицам вала якоря	Проверяют вручную	Неисправный механизм привода заменяют, шлицы очищают от грязи и наносят смазку
Износ подшипников или шеек вала якоря	Проверяют на разобранном стартере	Ремонтируют путем замены втулки или якоря
Перекас стартера при установке на двигатель	Определяют визуально	Устраняют перекас

рактеристики стартера. В процессе диагностирования двигатель прокручивают стартером, измеряя потребляемую силу тока и напряжение бортовой сети. По значениям этих параметров определяют техническое состояние стартера.

Проверка технического состояния стартера на стенде осуществляется в следующих режимах испытаний:

- в режиме полного торможения якоря стартера, когда его частота вращения равна нулю, а крутящий момент максимален. Если значения силы тока и крутящего момента ниже нормы, то это указывает на плохой контакт между коллектором и щетками. Увеличение силы тока, потребляемого стартером, до уровня, превышающего допустимый, при снижении крутящего момента свидетельствует о замыкании в обмотках возбуждения или в обмотке якоря на «массу»;

- в режиме холостого хода без нагрузки с измерением частоты вращения вала якоря и силы тока, потребляемого стартером. По этим величинам оценивают качество сборки и исправность механических частей стартера. При наличии неисправностей увеличивается сила потребляемого тока и снижается частота вращения вала якоря.

В процессе эксплуатации при каждом ТО-1 проверяют крепление стартера к двигателю и надежность затяжки контактов проводов на электрических выводах тягового реле. После определенного пробега автомобиля (например, для стартера 29.3708 — 45 тыс. км, а для стартера 25.3708 — 150 тыс. км) при очередном ТО-2 или при подготовке к зимней эксплуатации стартер рекомендуется снимать с двигателя и очищать от грязи. Затем проводят следующие операции обслуживания:

- отсоединяют защитный кожух стартера, осматривают коллектор, который должен иметь гладкую рабочую поверхность без следов загрязнения и подгорания. Загрязненную поверхность протирают чистой ветошью, смоченной в бензине. Подгоревший или окисленный коллектор зачищают мелкозернистой шкуркой со стеклянным покрытием и продувают сжатым воздухом. При значительных износах или подгораниях коллектора стартер разбирают и протачивают коллектор на токарном станке;

- проверяют подвижность щеток, которые должны перемещаться в щеткодержателе свободно, без заедания. Остаточная высота щеток для большинства стартеров должна составлять не менее 10 мм;

- проверяют крепление щеткодержателя к крышкам стартера;

- через окно в передней крышке стартера проверяют подвижность механизма привода, который должен легко перемещаться по валу якоря и возвращаться в исходное положение силой возвратной пружины. При затрудненном перемещении привода доступную часть вала очищают от грязи и покрывают пластичной смазкой ЦИАТИМ-201, -202 или -203;

- осматривают шестерню привода для выявления сколов и выкрашиваний зубьев. При их значительном изнашивании стартер разбирают и заменяют дефектные детали;

- проверяют осевой люфт вала якоря, который не должен превышать 1 мм;

- осматривают крышку стартера на наличие трещин; дефектную крышку заменяют;
- если тяговое реле имеет разборную конструкцию, то снимают его крышку и осматривают силовые болты для выявления следов износа или подгорания. При необходимости их зачищают мелкозернистой шкуркой. При значительном износе силовые контактные болты поворачивают на 180° , а контактный диск — к контактным болтам другой стороной.

После устранения неисправностей и последующей сборки стартер регулируют. В электростартерах с роликовой муфтой свободного хода регулировочным винтом устанавливают расстояние A (рис. 4.4, *a*) между торцом шестерни и упорным кольцом на валу реле. Для включения тягового реле к соответствующей клемме и корпусу присоединяют АКБ и регулируют расстояние B в пределах $3 \dots 5$ мм. Регулирование тягового реле осуществляют, заворачивая или выворачивая винт в ядре к реле. Для освобождения винта необходимо снимать палец-ось, соединяющий винт с рычагом перемещения привода.

В некоторых стартерах зазор B величиной $3 \dots 5$ мм регулируют поворотом эксцентриковой оси стопорной гайкой. В выключенном положении тягового реле шестерню привода устанавливают на расстоянии 34 мм от привалочной плоскости фланца крышки со стороны привода.

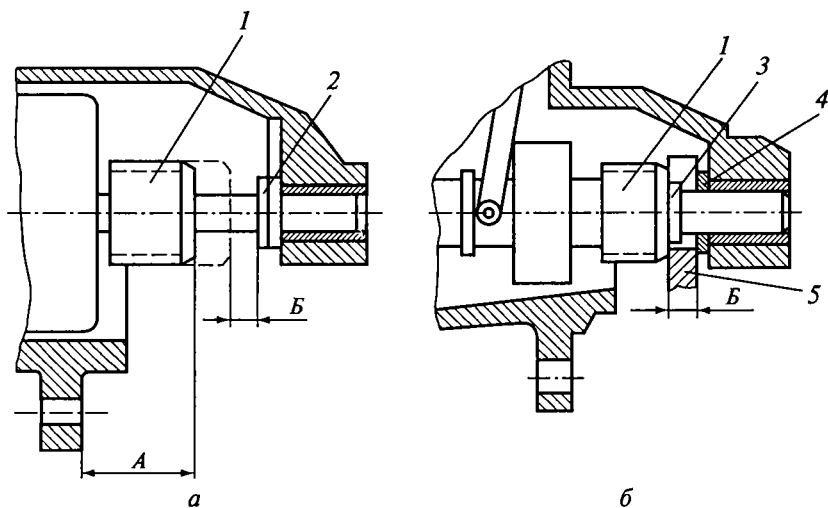


Рис. 4.4. Регулирование стартеров с роликовыми (*a*) и храповичными (*б*) муфтами свободного хода:

1 — шестерня привода; *2* — упорное кольцо; *3* — втулка привода; *4* — упорная шайба; *5* — прокладка; *A* — расстояние от привалочной плоскости корпуса до торца шестерни привода; *B* — расстояние между торцом шестерни и упорным кольцом

В стартерах типов 29.3708, 35.3708 и 42.3708 для автомобилей ВАЗ механизм привода не регулируют. При сборке стартеров расстояние A (см. рис. 4.4, *a*) должно составлять 21,3... 21,5 мм.

При регулировании стартеров большой мощности с храповичными муфтами свободного хода при втянутом якоре реле зазор между шайбой и втулкой привода должен составлять 0,5... 1,5 мм (рис. 4.4, *б*). Для контроля этого размера между шестерней привода и шайбой устанавливают прокладку толщиной 6 мм и включают тяговое реле. Используя лампу, соединенную со второй клеммой реле, и шайбу толщиной 2,5 мм, контролируют момент замыкания контактных болтов. Если лампа не загорается, что означает наличие незамкнутых контактов, то производят регулирование хода якоря с помощью поворота эксцентриковой оси рычага привода, на которой имеется диск с двумя отверстиями. После установки регулировочного диска в новое положение снова проверяют регулировку реле стартера.

4.4. Особенности эксплуатации и ТО системы зажигания

Техническое обслуживание системы зажигания предназначено для предупреждения отказов и повреждений аппаратов зажигания в период между плановыми ТО автомобиля. Техническое состояние аппаратов зажигания существенно сказывается на эксплуатационных характеристиках транспортного средства, так как влияет на его экономичность, токсичность и динамические качества. Поэтому при проведении ТО техническому состоянию аппаратов зажигания уделяется особое внимание.

При ЕТО и ТО-1 проверяют исправность включения зажигания, надежность электрических контактов в цепи зажигания, состояние высоковольтных проводов и крышек распределителя и катушки зажигания, надежность крепления всех приборов на двигателе и чистоту наружных поверхностей высоковольтных деталей.

При каждом ТО-2 снимают систему зажигания с автомобиля и проводят углубленное диагностирование всех аппаратов зажигания на специализированном стенде типа СПЗ-16.

Поскольку трущиеся детали распределителя зажигания в процессе эксплуатации подвергаются износу, они требуют систематической смазки. К ним относятся подшипники валика и вакуумного автомата опережения зажигания, детали центробежного регулятора опережения зажигания, оси рычажка и кулачковой муфты.

Важное значение для работы классической системы зажигания имеют величина зазора между контактами прерывателя и установочный угол опережения зажигания. Зазор определяет время замкнутого состояния контактов, а следовательно, и вторичное напряжение катушки зажигания. В процессе эксплуатации зазор постоянно меняется, и его необходимо периодически регулировать.

Этого недостатка лишены бесконтактные системы зажигания с регулируемым временем накопления энергии (временем открытого состояния выходного транзистора) в первичной обмотке катушки зажигания.

Если регулярно не очищать от следов эрозии контакты прерывателя классической системы зажигания и от грязи — высоковольтные детали катушки зажигания и распределителя, то электрические характеристики системы зажигания ухудшатся, могут возникнуть перебои в искрообразовании на свечах зажигания, возрастет расход топлива, увеличатся выбросы вредных веществ в ОГ и снизится мощность двигателя.

Установочный угол опережения зажигания влияет на пусковые качества двигателя и в определенном положении корпуса распределителя зажигания — на возникновение детонационного сгорания смеси в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания. Правильность установки угла опережения зажигания в процессе эксплуатации проверяют на слух при движении автомобиля на прямой передаче со скоростью 50 км/ч. Если резко нажать на педаль газа и при этом возникнет незначительная детонация, прослушиваемая как легкий стук, с последующим быстрым ее исчезновением, то угол опережения зажигания установлен правильно.

Необходимо обеспечить хороший контакт наконечников высоковольтных проводов в гнездах крышек распределителя и катушки зажигания, а также в высоковольтных свечных наконечниках, иначе будут выгорать гнезда в высоковольтных крышках, и произойдет их пробой. Большое значение имеет состояние искровых свечей зажигания, их герметичность и величина зазора между электродами.

Проверку исправности аппаратов зажигания непосредственно на двигателе и автомобиле проводят, соблюдая определенные правила и последовательность операций:

- первичную цепь системы зажигания проверяют контрольной лампой или тестером, последовательно контролируя ее элементы от вывода «+» АКБ до выключателя зажигания, клеммы первичной обмотки катушки зажигания и клеммы на распределителе классической системы зажигания или разъема транзисторного коммутатора бесконтактной системы зажигания. Затем устанавливают наличие высокого напряжения по искровому разряду между центральным проводом катушки зажигания и «массой». При исправной первичной цепи и отсутствии искрового разряда имеет место отказ во вторичной цепи. При контроле вторичной цепи у бесконтактных систем зажигания высокой энергии запрещается проводить проверку «на искру» без диагностического разрядника. В случае необходимости его можно изготовить из неисправной свечи зажигания с отломанным боковым электродом; роль «массы» играет ее корпус, ввернутый в приспособление;

• исправность свечей зажигания на 4-цилиндровом двигателе можно проверить последовательным отключением высоковольтных проводов, идущих к свечам. Отключение действующей свечи зажигания приводит к перебоям в работе двигателя, а неисправной — не сказывается на его работе. Причины основных видов неисправностей системы зажигания, способы их диагностирования и устранения приведены в табл. 4.10.

Углубленное обслуживание системы зажигания проводят при каждом четвертом ТО-2, снимая ее с автомобиля и проверяя все электрические и механические характеристики. На стенде измеряют усилие прижатия контактов прерывателя, зазор между ними, величину искрогасящей емкости, сопротивления первичной и вторичной обмоток катушки зажигания классической системы и характеристики регуляторов опережения зажигания. При техни-

Таблица 4.10

Причины основных видов неисправностей системы зажигания, способы их диагностирования и устранения

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Двигатель не заводится, отсутствуют вспышки в цилиндрах</i>		
Неисправна электрическая часть выключателя зажигания	Проверяют с помощью контрольной лампы или вольтметра, замыкая один конец на «массу», а второй подсоединяя к выводам выключателя	Заменяют неисправную электрическую часть новой или соединяют перемычкой выводы выключателя зажигания
Неисправно реле в первичной цепи зажигания	Проверяют вольтметром или контрольной лампой	При необходимости заменяют реле
Обрыв первичной обмотки или замыкание вторичной обмотки катушки зажигания	Проверяют целостность первичной или вторичной цепей тестером или мультиметром	При необходимости заменяют катушку зажигания
Неисправен или регулирован прерыватель	Проверяют контрольной лампой, тестером или мотор-тестером	Регулируют зазор между контактами и очищают их поверхность от следов эрозии
Пробой выходного транзистора или микросхемы управления транзисторного коммутатора (ТК)	Проверяют тестером или специализированным прибором	Ремонтируют ТК типов 36.3734 и 3620.3734, гибридные коммутаторы заменяют новыми

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
«Замаслен» разъем ТК	Проверяют визуально	Разъем очищают и восстанавливают контакт в нем
Износ, зависание, повреждение уголька в крышке распределителя	Проверяют пружину вручную, сопротивление — тестером	При необходимости заменяют уголек с пружиной
Перегорание помехоподавляющего резистора в бегунке	Целостность резистора проверяют тестером	Заменяют резистор или весь бегунок (ротор)
Пробой, трещины, поверхностное перекрытие в крышке распределителя	Проверяют визуально	Заменяют высоковольтную крышку
Контакты прерывателя подгорели или «замаслены»	Проверяют визуально или мультиметром	Зачищают контакты и регулируют зазор прерывателя
Вышел из строя конденсатор у классической системы	Проверяют высоковольтным проводом «на искру». Если она красного цвета и пробой воздушного зазора происходит с перебоями, то неисправен конденсатор	Заменяют конденсатор
Вышла из строя микросхема датчика Холла	Отсутствует искровой разряд от катушки зажигания	Заменяют микросхему
Неправильное подсоединение высоковольтных проводов к свечам зажигания (нарушен порядок работы двигателя)	Проверяют соответствие подсоединения проводов указанному в инструкции по эксплуатации	Устраняют неправильное подсоединение
Перегорание центральной жилы высоковольтного провода или наличие влаги на проводах	Проверяют сопротивление жилы провода тестером	Заменяют сторевшие провода. Влагу удаляют
Нагар, масло или топливо на тепловом конусе свечи зажигания	Проверяют визуально на вывернутой свече зажигания	Очищают свечу. При необходимости ее заменяют новой

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Запуск двигателя затруднен, или его работа в режиме холостого хода неустойчива</i>		
Окисление, подгорание или «замазливание» контактов прерывателя	Визуальный осмотр или проверка мультиметром	Зачищают контакты и регулируют зазор
Износ деталей распределителя зажигания (втулки, подшипник пластины, детали центрального автомата)	Проверяют на стенде типа СПЗ-16 или мотор-тестером	Ремонтируют распределитель
Снижение упругости пружины подвижного контакта прерывателя	Измеряют усилие пружины динамометром	Заменяют подвижный контакт с пружиной
Уменьшение емкости искрогасящего конденсатора	Измеряют емкость	Заменяют конденсатор
Межвитковое замыкание в первичной обмотке катушки зажигания	Определяют по осциллограмме переходного процесса в катушке зажигания мотор-тестером	Заменяют катушку зажигания
Перекрытие между боковыми выводами по внутренней поверхности высоковольтной крышки распределителя	Определяют визуально. Видны следы прогара	Заменяют высоковольтную крышку
Нарушение крепления высоковольтных проводов	Определяют визуально	Восстанавливают крепление
Увеличенный зазор между электродами свечи зажигания	Определяют по осциллограмме мотор-тестером	Регулируют зазор между электродами свечи зажигания
Нарушена изоляция высоковольтных проводов	Проверяют мультиметром	Заменяют провода
Плохая фиксация наконечников высоковольтных проводов в гнездах крышек катушки и распределителя зажигания	Проверяют вручную	Восстанавливают фиксацию наконечников в гнездах крышек катушки и распределителя зажигания

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Увеличение расхода топлива и снижение мощности двигателя</i>		
Отклонение угла опережения зажигания от нормальной величины или его неправильное регулирование	Проверяют характеристики на стенде типа СПЗ-16 или мотор-тестером	Регулируют характеристики опережения зажигания
Заедание грузиков центробежного автомата	Проверяют характеристику на стенде типа СПЗ-16	Ремонтируют распределитель
Нарушение герметичности вакуумного автомата	Проверяют на стенде типа СПЗ-16	Ремонтируют вакуумный автомат или меняют на новый
Пробой высоковольтной крышки распределителя	Определяют визуально	Заменяют крышку
Износ деталей центробежного автомата	Определяют на стенде типа СПЗ-16	Ремонтируют распределитель
Выход из строя свечи зажигания (трещины изолятора, нарушение герметичности, отрыв теплового конуса)	Определяют по осциллограмме мотор-тестером или визуально	Заменяют свечи
<i>Остановка двигателя после выключения стартера</i>		
Обрыв или перегорание дополнительного резистора катушки зажигания	Проверяют тестером	Заменяют дополнительный резистор
Поломка ротора, сгорание помехоподавляющего резистора, пробой искрогасящего конденсатора, поломка неподвижного контакта прерывателя	Проверяют визуально с применением тестера или мультиметра	Ремонтируют отказавшие детали и комплектующие, а также распределитель зажигания

ческом обслуживании бесконтактных систем зажигания проводят осциллографирование рабочих процессов транзисторного коммутатора, определяя время открытого состояния выходного транзистора, скорость нарастания вторичного напряжения и параметры искрового разряда.

Для проведения диагностирования в процессе ТО-2 при отсутствии стенда и мотор-тестера используют стробоскопический метод проверки центробежного и вакуумного автоматов опережения зажигания. Стробоскоп представляет собой газоразрядную лампу, которая вспыхивает синхронно с искрой в первом цилиндре двигателя.

Перед проверкой работоспособности центробежного и вакуумного автоматов опережения зажигания классической системы регулируют зазор между контактами (для бесконтактных систем эту операцию не производят). Затем в соответствии с инструкцией при прогревом двигателя и отключенном вакуумном автомате устанавливают угол опережения зажигания, путем сопоставления положений подвижной и неподвижной меток на шкиве коленчатого вала и блоке цилиндров двигателя. Если этот угол установлен правильно, то при минимальных частотах вращения вала двигателя подвижная метка в результате стробоскопического эффекта кажется неподвижной и находится напротив неподвижной метки. В противном случае ослабляют крепление корпуса распределителя и его поворотом добиваются совпадения меток, после чего закрепляют распределитель, а регулирование по детонации выполняют с помощью октан-корректора.

Работоспособность центробежного регулятора опережения зажигания проверяют плавным увеличением частоты вращения вала, начиная с минимальной частоты в режиме холостого хода. Если смещение подвижной метки происходит плавно, то автомат исправен. В случае если она остается в том же положении, регулятор неисправен и его необходимо отремонтировать.

Исправность вакуумного автомата проверяют путем быстрого подсоединения его на устойчивой частоте вращения вала в режиме холостого хода. Если при этом подвижная метка резко отклоняется, то автомат исправен. В противном случае он требует ремонта.

На работу двигателя и его показатели токсичности, экономичности и мощности значительное влияние оказывают искровые свечи зажигания. Их работоспособность существенно зависит от качества применяемого топлива и правильного регулирования топливной аппаратуры. В табл. 4.11 приведены виды загрязнения свечи зажигания в зависимости от состояния двигателя и способы устранения возникших при этом дефектов свечи. Следует отметить, что чем длиннее тепловой конус свечи зажигания, тем больше его поверхность, поэтому он нагревается до температуры самоочищения при меньшей тепловой нагрузке. Выход конуса за пределы корпуса свечи усиливает его обдув газами, что улучшает его очищение от нагара. Однако увеличение длины конуса приводит к уменьшению калильного числа, т. е. свеча становится «горячее». Для предотвращения данного эффекта при-

Влияние состояния двигателя на свечу зажигания

Вид загрязнения свечи зажигания	Возможная причина загрязнения	Сопутствующий признак загрязнения	Способ устранения
Тонкий слой светло-серого или светло-коричневого налета	Естественный результат работы двигателя	Двигатель исправен. Свеча соответствует двигателю по калильному числу. Расход топлива, моторного масла и токсичность ОГ соответствуют норме	Очищают свечу от налета в приборе типа Э203.О и при необходимости регулируют зазор
Матовый слой черной копоти	<p>Неправильное регулирование карбюратора или угла опережения зажигания</p> <p>Низкая компрессия из-за негерметичности клапанов или износа цилиндропоршневой группы</p> <p>Загрязнение воздушного фильтра</p> <p>Неправильная установка зазоров в свечах</p> <p>Трещина в изоляторе свечи зажигания</p>	Повышенный расход топлива, снижение мощности двигателя, неустойчивая работа на холостом ходу, затруднен запуск двигателя	<p>Регулируют карбюратор и систему зажигания</p> <p>Ремонтируют двигатель</p> <p>Заменяют фильтр</p> <p>Регулируют зазоры свечей зажигания</p> <p>Заменяют свечи зажигания</p>
Матовый слой черной копоти	Калильное число больше необходимого	Перебои в искрообразовании	Заменяют свечи
Нагар блестящий, маслянистый, черного цвета	Попадание масла в камеру сгорания двигателя	Повышенный расход масла, неустойчивая работа в режиме холостого хода,	Меняют масло-съемные колпачки клапанов или поршневые масло-съемные

Вид загрязнения свечи зажигания	Возможная причина загрязнения	Сопутствующий признак загрязнения	Способ устранения
		затруднен пуск двигателя	кольца
Отложения толстого рыхлого слоя на тепловом конусе свечи	Низкое качество бензина или масла	Перебои в работе двигателя, затрудненный пуск	Заменяют топливо и масло
Отложения красного цвета на тепловом конусе свечи	Превышение допустимой концентрации металловсодержащих присадок в топливе	Перебои в работе двигателя, затрудненный пуск холодного двигателя	Заменяют топливо
Оплавление, выгорание электродов свечи зажигания, трещины или разрушение теплового конуса свечи	Калильное число свечи меньше необходимого	Перебои в работе двигателя, плохой пуск	Заменяют свечи
	Неисправна система охлаждения двигателя	Перегрев двигателя	Ремонтируют систему охлаждения двигателя
	Увеличен угол опережения зажигания	Детонационное сгорание в камере сгорания	Регулируют зажигание
	Применение низкооктанового топлива	То же	Заменяют топливо

меняют биметаллический центральный электрод, который благодаря наличию меди в металлической оболочке лучше отводит теплоту от конуса свечи. Это позволяет сохранить неизменной величину калильного числа.

Свечи зажигания подвергают проверке при каждом ТО-2. Вывертывание и ввертывание свечи зажигания производят специальным свечным ключом, предварительно очистив ее гнездо и поверхность от грязи и окалины, чтобы не засорить камеру сгорания двигателя. Тепловой конус свечи зажигания очищают с помощью пескоструйного прибора типа Э203.О, а после очистки и регулирования зазора проверяют свечу на герметичность и бесперебойность искрообразования на приборе типа Э203.П. Если в свечу встроен помехоподавляющий резистор, то проверяют его сопротивление, которое должно составлять около 5 кОм.

4.5. Особенности эксплуатации и ТО электронных систем управления двигателем

На автомобильных двигателях ВАЗ-2110, ЗМЗ-4062.10 и ГАЗ-560 устанавливают микропроцессорную систему зажигания, электронную систему управления впрыскиванием топлива и зажиганием в бензиновых двигателях и электронную систему управления дизельным двигателем. Структурные схемы этих систем управления приведены на рис. 4.5—4.7.

Микропроцессорная система зажигания (рис. 4.5) содержит датчики абсолютного давления 12 во всасывающем патрубке, частоты вращения 9 коленчатого вала и положения поршня в ВМТ, детонации 7, температуры 8 охлаждающей жидкости, положения 11

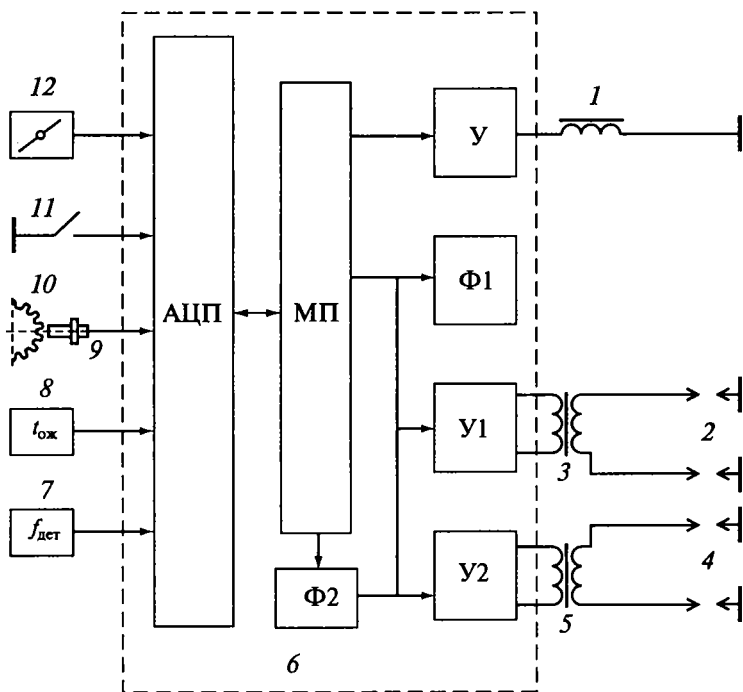


Рис. 4.5. Структурная схема микропроцессорной системы зажигания:

1 — клапан ЭПХХ; 2, 4 — свечи зажигания; 3, 5 — двухвыводные катушки зажигания; 6 — блок управления; 7 — датчик детонации $f_{дет}$; 8 — датчик температуры охлаждающей жидкости $t_{ож}$; 9 — датчик частоты вращения коленчатого вала и положения поршня в ВМТ; 10 — маховик двигателя; 11 — датчик положения дроссельной заслонки; 12 — датчик абсолютного давления; АЦП — аналого-цифровой преобразователь; МП — микропроцессор; Ф1 — формирователь выбора канала; Ф2 — формирователь импульсов зажигания; У1, У2 — усилители; У — усилитель клапана ЭПХХ

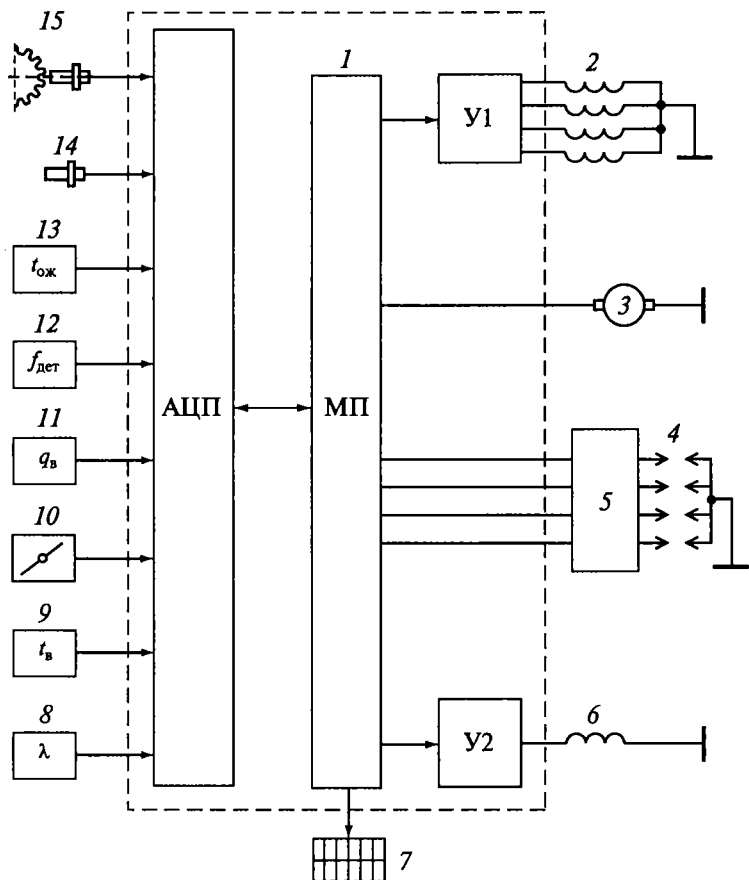


Рис. 4.6. Структурная схема электронной системы управления бензиновым или газовым двигателем:

1 — электронный блок управления; 2 — электромагнитные форсунки; 3 — электрический бензонасос; 4 — свечи зажигания; 5 — модуль зажигания; 6 — регулятор дополнительного воздуха; 7 — диагностическая колодка; 8 — кислородный датчик (λ -зонд); 9 — датчик температуры всасываемого воздуха $t_{\text{в}}$; 10 — датчик положения дроссельной заслонки; 11 — датчик массового расхода воздуха $q_{\text{в}}$; 12 — датчик детонации $f_{\text{дет}}$; 13 — датчик температуры охлаждающей жидкости $t_{\text{ож}}$; 14 — датчик фазы; 15 — датчик положения коленчатого вала двигателя; АЦП — аналого-цифровой преобразователь; МП — микропроцессор; У1 — усилитель форсунок; У2 — усилитель регулятора добавочного воздуха

дроссельной заслонки, блок управления 6 и двухвыводные катушки зажигания 3 и 5. Сигналы датчиков поступают на вход электронного блока 6. Они нормализуются и преобразуются в АЦП, а затем поступают в микропроцессор (МП). В зависимости от параметров режима работы двигателя — частоты вращения вала, нагрузки, температуры охлаждающей жидкости и начала детонаци-

онного сгорания — МП рассчитывает оптимальный угол опережения зажигания, момент включения и выключения клапана ЭПХХ и порядок работы цилиндров.

Электронная система управления бензиновым или газовым двигателем (рис. 4.6) состоит из датчиков 10, 14 и 15 положения соответственно дроссельной заслонки, распределительного вала (фазы) и коленчатого вала двигателя, температуры 13 охлаждающей жидкости, детонации 12, массового расхода 11 воздуха и температуры 9 всасываемого воздуха. Сигналы датчиков поступают в электронный блок (контроллер) 1, который управляет четырьмя электромагнитными форсунками 2, электрическим бензонасосом 3, регулятором дополнительного воздуха 6, модулем зажигания 5 и работой свечей зажигания 4.

Контроллер 1 выполняет программы управления, обеспечивающие:

- формирование длительности электрических импульсов и момента открытия электромагнитных форсунок 2 подачи топлива;
- формирование момента включения и величины угла опережения зажигания в зависимости от режима работы двигателя;
- работу регулятора дополнительного воздуха 6;
- работу электрического бензонасоса 3;
- работу двигателя в резервном режиме при выходе из строя отдельных элементов системы;
- контроль и самодиагностирование системы.

В состав системы входят контрольная лампа в комбинации приборов и диагностический разъем. Устройство самодиагностирования предназначено для информирования водителя о неисправностях, возникших в системе управления, и высвечивания диагностических кодов с помощью диагностической лампы или табло. Диагностические коды неисправностей, имевших место при работе двигателя, находятся в памяти процессора контроллера 1.

Электронная система управления дизельным двигателем ГАЗ-560 (рис. 4.7) предназначена для снижения токсичности и дымности ОГ, уровня шума, оптимизации и стабилизации частоты вращения коленчатого вала в режиме холостого хода. Система состоит из электронного блока управления 1, датчика 18 положения педали газа, исполнительного клапана 12 системы рециркуляции ОГ, электромагнита управления 8 рейкой насосов-форсунок, датчиков 13 и 14 температуры соответственно всасываемого в двигатель воздуха и охлаждающей жидкости, датчиков частоты вращения 17 коленчатого вала двигателя, давления наддува 16 и свечей накаливания 3.

Во время работы двигателя в электронный блок управления 1 поступают сигналы от датчиков, которые им обрабатываются, и определяются программы работы насоса-форсунки 10, исполни-

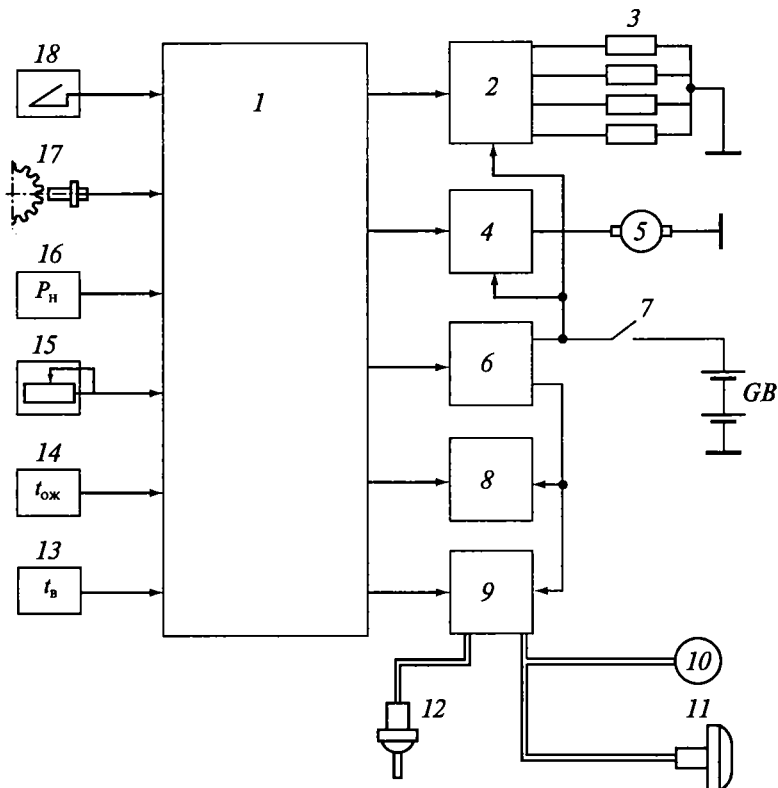


Рис. 4.7. Структурная схема электронной системы управления дизельным двигателем:

1 — электронный блок управления; 2 — реле свечей накаливания; 3 — свечи накаливания; 4 — реле топливного насоса; 5 — топливный насос; 6 — главное реле системы; 7 — выключатель зажигания; 8 — электромагнит управления рейкой насосов-форсунок; 9 — электромагнитный клапан рециркуляции ОГ; 10 — вакуумный насос; 11 — вакуумный усилитель тормозов; 12 — исполнительный клапан системы рециркуляции ОГ; 13 — датчик температуры всасываемого воздуха t_b ; 14 — датчик температуры охлаждающей жидкости $t_{ож}$; 15 — датчик положения рейки насосов-форсунок; 16 — датчик давления наддува P_n ; 17 — датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя; 18 — датчик положения педали газа; GB — АКБ

тельного клапана 12 системы рециркуляции, а в режиме пуска двигателя этот блок осуществляет управление свечами накаливания 3. В системе имеются устройство встроенного диагностирования, контрольная лампа в щитке приборов и диагностическая колодка (разъем). Неисправности закодированы и находятся в памяти электронного блока. По значениям кода можно определить вид неисправности и ее местонахождение.

При проведении ТО рассмотренных электронных систем управления необходимо, как и в процессе эксплуатации, соблюдать особую осторожность в обращении с элементами системы:

- прежде чем снимать любые узлы системы управления, сначала следует отсоединить провод от вывода «-» АКБ, а затем от вывода «+»;
- не запускать двигатель, если концевики проводов на АКБ плохо затянуты;
- при работающем двигателе не отсоединять клемму «+» АКБ от бортовой сети;
- не отключать от электронного блока разъем жгута проводов при замкнутом выключателе зажигания;
- при заряде АКБ от внешнего источника нужно отсоединять ее от бортовой сети автомобиля;
- напряжение в цепях следует измерять цифровым вольтметром с внутренним сопротивлением не менее 10 МОм;
- не разрешается производить электродуговую сварку на автомобиле при включенном в бортовую сеть электронном блоке;
- во избежание повреждения контроллера электростатическим разрядом нельзя прикасаться к штекерным соединителям и разбирать электронный блок;
- при окраске и последующей сушке автомобиля в камере при температуре свыше 65 °С следует снимать контроллер с автомобиля.

В табл. 4.12 приведены причины основных видов неисправностей микропроцессорной системы зажигания, способы их диагностирования и устранения, а в табл. 4.13 — аналогичные данные для электронной системы управления бензиновым двигателем. Коды неисправностей определяют с помощью контрольной лампы и диагностической колодки (рис. 4.8) или при подключении мотор-тестера и сканера.

Электронные системы управления двигателями и их компоненты при ТО-1 необходимо диагностировать с использованием не только мотор-тестера, но и сканера, мультиметра, стробоскопа, газоанализатора, манометра и вакуумного насоса по следующей технологической схеме:

- с помощью манометра измеряют давление подачи топлива в различных точках системы с целью определения работоспособности электрического бензонасоса, топливного фильтра и регулятора давления топлива;
- мультиметром измеряют сопротивление обмоток электромагнитных форсунок. Его значения должны составлять 15,5... 16,0 Ом;
- мультиметром измеряют сопротивление датчика температуры в зависимости от температуры охлаждающей жидкости. При температуре 15... 20 °С оно должно составлять около 43,0 кОм. Иногда измеряют сигнал датчика (его уровень — высокий или низкий) с помощью сканера по коду неисправности;

Причины основных видов неисправностей микропроцессорной системы зажигания, способы их диагностирования и устранения

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Двигатель не запускается</i>		
Нарушение контактных соединений в цепи от «+» АКБ до выключателя зажигания	Проверяют контрольной лампой или вольтметром последовательно по цепи от «+» АКБ	Устраняют нарушения контактных соединений, при необходимости заменяют электрическую часть выключателя
Обрыв в первичной обмотке катушки зажигания или короткое замыкание во вторичной обмотке	Проверяют тестером или мультиметром сопротивление обмоток катушки зажигания	Неисправную катушку зажигания заменяют исправной
Неисправны свечи зажигания	Проверяют цвет теплового конуса свечи зажигания	Очищают свечи от нагара, регулируют или устанавливают новые
Неисправен контроллер	Проверяют по кодам неисправностей или сканером	При необходимости заменяют контроллер
Обрывы в цепи от выключателя зажигания до разъема контроллера	Проверяют цепь последовательно от выключателя зажигания до разъема	Устраняют обрывы и восстанавливают контакт в разъеме
Неисправен электрический пневмоклапан ЭПХХ	Проверяют клапан, отключая и подключая его. Если слышен щелчок, клапан исправен	При необходимости клапан заменяют новым
<i>Двигатель не развивает полной мощности</i>		
Неисправен датчик температуры охлаждающей жидкости	Проверяют мультиметром величину падения напряжения на клеммах датчика (3,43...3,73 В)	При необходимости заменяют датчик
Неисправен или установлен неправильно датчик угловых импульсов	Проверяют установку датчика относительно венца маховика или мультиметром измеряют его сопротивление (350...450 Ом)	Регулирование производят установкой зазора между датчиком и вершиной зуба маховика (0,3 ... 1,2 мм)
Неисправен датчик абсолютного давления	Проверяют на выходных клеммах выходное напряжение (4,6...4,8 В)	При необходимости датчик заменяют новым

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
Сбои в программе работы контроллера	Проверяют элементы системы. Если они исправны, то сбои в программе оценивают по кодам неисправностей или сканером и мотор-тестером	При необходимости заменяют контроллер
Неисправны катушки зажигания	Проверяют искрообразование на игольчатом пробнике*	При необходимости заменяют катушки зажигания
<i>Двигатель работает с перебоями</i>		
Неисправны свечи зажигания	Проверяют состояние теплового конуса и зазор свечи	При необходимости заменяют свечи зажигания
Неисправны высоковольтные провода или помехоподавляющие наконечники свечей	Проверяют с помощью мотор-тестера по осциллограммам вторичной цепи	При необходимости заменяют провода или наконечники свечей
Сбои в программе работы контроллера	Проверяют мотор-тестером, сканером или по кодам неисправностей	При необходимости заменяют контроллер

* Игольчатый пробник изготавливают самостоятельно из четырех свечей зажигания без бокового электрода, образующих два разрядника с зазором 7...10 мм между двумя центральными электродами.

- газоанализатором измеряют концентрацию CO , C_nH_m и O_2 через специальное отверстие перед каталитическим нейтрализатором, а с помощью мотор-тестера или сканера по специальному тесту — напряжение на выходе датчика кислорода (λ -зонда) при различных режимах работы двигателя;

- осциллографом и мультиметром измеряют напряжение на сигнальном проводе датчика кислорода при разной частоте вращения вала двигателя;

- сканером проверяют программу регулирования контроллера;
- с помощью сканера, мотор-тестера и стробоскопа измеряют параметры системы зажигания, в том числе длительность искрового разряда, значения вторичного напряжения, пробивного напряжения на свечах зажигания и углов опережения зажигания;

- определяют работоспособность и электрические параметры регулятора холостого хода, датчика положения дроссельной

Причины основных видов неисправностей электронной системы управления бензиновым двигателем (впрыскивание топлива и зажигание), способы их диагностирования и устранения

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Двигатель не запускается</i>		
Неисправны свечи зажигания	Проверяют по величине зазора между электродами и цвету теплового конуса (см. табл. 4.11)	При необходимости заменяют свечи зажигания
Неисправна электромагнитная форсунка	Проверяют сопротивление обмоток мультиметром или тестером (15,5... 16,0 Ом)	При необходимости заменяют электромагнитные форсунки
Неисправен электрический бензонасос	Проверяют электрические цепи от «+» АКБ до выводов реле насоса	Устраняют обнаруженные обрывы или при необходимости заменяют насос и реле насоса
Неисправен один из датчиков системы управления	Проверяют сканером или мультиметром (см. табл. 4.12)	При необходимости неисправные датчики заменяют новыми
<i>Двигатель работает с перебоями или не развивает необходимой мощности</i>		
Неисправен один из датчиков: температуры охлаждающей жидкости, всасываемого воздуха, частоты вращения коленчатого вала, детонации, положения дроссельной заслонки, массового расхода воздуха, фазы и т. д.; неисправны контроллер, свечи зажигания, высоковольтные провода, катушки зажигания или модуль зажигания	Неисправности определяют с помощью сканера, мотор-тестера или диагностической колодки. Неисправности закодированы в виде 48 числовых значений от кода «12» до кода «182». Для каждого сканера имеются несколько диагностических карт или картриджей в зависимости от типа системы, двигателя и автомобиля. Сканер выводит диагностическую информацию на бумажный носитель (распечатка), на экран осциллографа или дис-	При необходимости неисправные датчики и устройства заменяют новыми

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
	<p>плей персонального компьютера. После обнаружения и устранения неисправностей их коды стирают из памяти контроллера. Перед диагностированием с помощью сканера или мотор-тестера целесообразно проверить мультиметром цепи, подводящие информацию датчиков и электропитание, чтобы уточнить объем детального диагностирования</p>	

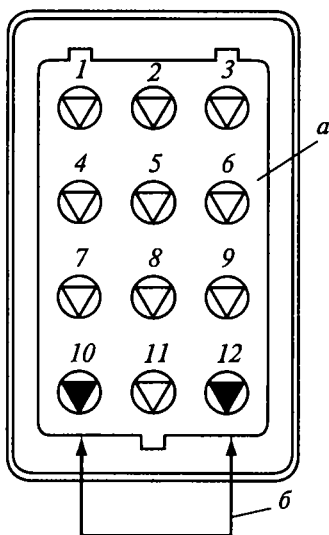


Рис. 4.8. Диагностическая колодка (разъем):

а — собственно колодка; *б* — перемычка (дополнительный провод); 1—12 — выводы колодки

заслонки и правильность его установки на дроссельном патрубке;

- измеряют количество воздуха, засасываемого через датчик массового расхода воздуха, и проверяют регулировочный винт «Количество СО»;
- проверяют устройство самодиагностирования электронного блока путем считывания кодов неисправностей;
- после обслуживания и необходимого текущего ремонта удаляют коды неисправностей из памяти контроллера.

Коды неисправностей проверяют, замкнув выводы «10» и «12» диагностической колодки, по числу включений сигнализатора или светового табло на щитке приборов. При этом сначала три раза должен появиться код 12, а затем коды, отражающие неисправности системы:

15 или 13 — короткое замыкание в цепи датчика абсолютного давления;

16 — обрыв в цепи датчика абсолютного давления;

Причины основных видов неисправностей электронной системы управления дизельным двигателем, их проявления и соответствующие им коды

Возможные причины неисправности	Проявление неисправности	Код
Неисправность датчика наддува, короткое замыкание в цепи от датчика до разъема контроллера	Низкое давление наддува двигателя	13
Обрыв цепи от датчика наддува до разъема контроллера	Высокое давление наддува двигателя	14
Неисправность датчика температуры всасываемого воздуха, обрыв или короткое замыкание в цепи от датчика до разъема контроллера	Высокая температура воздуха на входе во всасывающий коллектор	18
Неисправность датчика температуры охлаждающей жидкости, короткое замыкание в цепи датчика	Низкая температура охлаждающей жидкости	21
Обрыв в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости	Высокая температура охлаждающей жидкости	22
Неисправность датчика положения педали газа, обрыв в цепи датчика	Низкий уровень сигнала датчика положения педали газа	23
Неисправность датчика положения педали газа	Высокий уровень сигнала датчика положения педали газа	24
Обрыв в цепи от реле до разъема контроллера или сбой в алгоритме управления контроллера	Низкое опорное напряжение	27
	Высокое опорное напряжение	28
Отказ датчика педали газа	Ложный сигнал срабатывания датчика положения педали газа	29
Неисправность датчика положения рейки насосов-форсунок, обрыв в цепи от датчика до разъема контроллера	Неправильное положение рейки (нестабильная подача топлива)	35
	Положение рейки соответствует очень большой подаче топлива	36

Возможные причины неисправности	Проявление неисправности	Код
	Отсутствие калибровки положения рейки насоса-форсунки	56, 57
Плохой контакт в разъеме датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя (искрение внутри разъема)	Сбой в работе датчика частоты вращения вала двигателя	53
Обрыв в цепи от реле стартера до разъема контроллера	Отсутствие сигнала отключения стартера	54
Неисправность датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя, обрыв в цепи от датчика до контроллера	Отсутствие выходного сигнала датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя	55
Обрывы, плохой контакт в разъеме электромагнита управления рейкой насосов-форсунок	Не включается реле, или сбой в работе контроллера	99
Короткое замыкание в цепи управления электрическим топливным насосом	Большая сила тока, потребляемого системой управления	167
Обрывы обмотки реле электрического топливного насоса и в цепи реле	Неисправность реле электрического топливного насоса или отсутствие соединения в цепи	168
Короткое замыкание в цепи управления клапаном рециркуляции ОГ	Большая сила тока, потребляемого клапаном рециркуляции ОГ	171, 187
Обрыв в цепи управления клапаном рециркуляции ОГ	Малая сила тока, потребляемого клапаном рециркуляции ОГ; ошибки в алгоритме управления клапаном рециркуляции ОГ	172, 188, 191
Короткое замыкание в цепи главного реле	Перегрузка главного реле	177
Обрыв обмотки главного реле	Главное реле не включается	178
Короткое замыкание в цепи контрольной лампы	Не работает контрольная лампа	181, 182
Короткое замыкание в цепи реле свечей накаливания	Перегрузка реле свечей накаливания	194
Обрыв обмотки реле свечей накаливания, нарушение контактов разъема реле, обрыв в цепи управления реле	Не работает реле свечей накаливания	195

21 или 14 — короткое замыкание в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости;

22 или 15 — обрыв в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости;

25 или 49 — низкое напряжение бортовой сети (менее 10 В);

26 или 48 — высокое напряжение бортовой сети (более 18 В);

53 — неисправность датчика угловых импульсов;

51, 52, 61...65 — неисправность контроллера;

197 — короткое замыкание в цепи электрического пневмоклапана ЭПХХ;

198 — обрыв в цепи электрического пневмоклапана ЭПХХ и т. д.

Первые значения кодов относятся к контроллеру МИКАС 5.4, а вторые — к МКД 105. Числу 1 соответствует одно короткое включение сигнальной лампы, за которым следуют короткая пауза и второе число, например 2 — два коротких включения, а затем длинная пауза — конец кода.

Система управления дизельным двигателем имеет устройство встроенного диагностирования, индикатором которого является диагностическая лампа. При появлении неисправности в системе диагностическая лампа начинает периодически включаться. Чтобы определить конкретную неисправность, двигатель останавливают, замыкают два вывода диагностической колодки, включают зажигание, и по числу вспышек диагностической лампы определяют вид неисправности и ее возможную причину.

Возможные причины основных видов неисправностей системы управления, их проявления и соответствующие им коды приведены в табл. 4.14.

На некоторых автомобилях с дизельным двигателем фирмы «Стайер» устанавливают электронную систему управления фирмы «ФДО», которую диагностируют с помощью персонального компьютера и специальной сервисной программы. Эта программа позволяет определять неисправности системы управления и дает рекомендации по их устранению.

4.6. Особенности эксплуатации и ТО антиблокировочной и противобуксовочной системы торможения

Согласно Правилу ЕЭК ООН R13 с дополнениями 85/647 и 88/194 грузовые автомобили с автоприцепами, автопоезда и автобусы необходимо оборудовать антиблокировочной и противобуксовочной системой торможения (АБС/ПБС) с 2001 г. Эта система предназначена для предотвращения блокировки колес при резком торможении на мокрых, скользких от гололеда дорогах. Она обеспечивает устойчивость транспортного средства, особенно автопоезда, благодаря постоянному регулированию силы торможения при изменении коэффициента сцепления колес с дорожным покрытием.

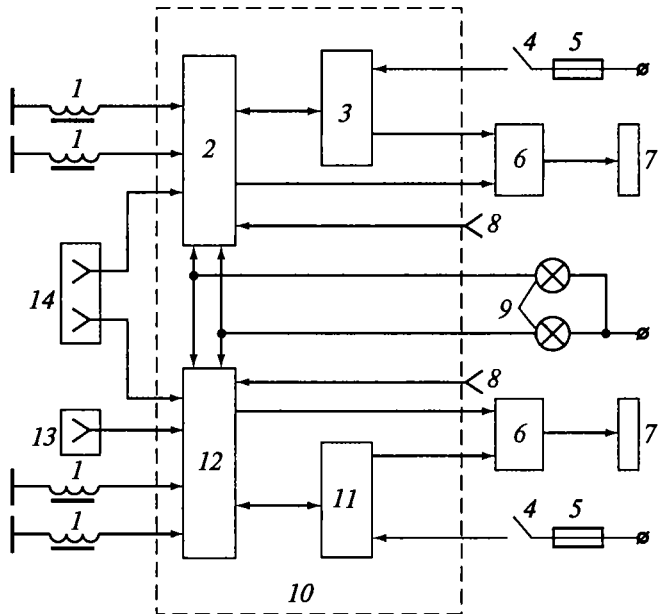


Рис. 4.9. Структурная схема антиблокировочной и противобуксовочной системы торможения (АБС/ПБС)

1 — колесные магнитоэлектрические датчики; 2, 12 — основные микроЭВМ; 3, 11 — вспомогательные (автономные) микроЭВМ; 4 — выключатели АБС/ПБС; 5 — предохранители; 6 — модуляторы давления рабочего тела (воздух или тормозная жидкость) тормозной системы; 7 — электромагниты тормозных цилиндров; 8 — дополнительные соединители; 9 — индикаторы рабочего процесса системы на щитке приборов; 10 — электронный блок управления; 13 — разъем декодера; 14 — диагностический разъем, соответствующий стандарту ISO 9141

Электронный блок управления АБС/ПБС (рис. 4.9) представляет собой четырех- или шестиканальную вычислительную машину, которая по скорости каждого колеса автомобиля (в соответствии с сигналами датчиков) определяет давление рабочего тела (воздух или тормозная жидкость) в контуре каждого тормозного цилиндра. В вычислительную систему входят две основные микроЭВМ и две вспомогательные (автономные), которые контролируют каждый датчик скорости колеса, модулятор, основные микроЭВМ, соединительные кабели и систему сигнализации. Эти вспомогательные микроЭВМ являются составной частью системы безопасности с устройством встроенного диагностирования. В систему входят два диагностических разъема. Один служит для подключения внешнего диагностического устройства по стандарту ISO 9141, а другой — для подключения внешнего декодера сигналов неисправностей.

Техническое обслуживание компонентов системы АБС/ПБС осуществляется при ТО-1 или промежуточном осмотре в том случае,

**Причины основных видов неисправностей системы АБС/ПБС,
способы их диагностирования и устранения**

Причины неисправностей	Способ диагностирования и устранения
<i>При включении центрального выключателя или выключателя прицепа индикаторное устройство системы не горит</i>	
Короткие замыкания или обрывы в пучке проводов от АКБ до разъема электронного блока управления или в соединительном кабеле	Проверяют по световым мигающим кодам или мультиметром последовательно по цепи от АКБ до электронного блока. Устраняют короткие замыкания и обрывы, при необходимости заменяют соединительный кабель
Сгорел предохранитель системы	Заменяют предохранитель
<i>Индикаторное табло системы после трогания автомобиля с места не гаснет</i>	
Недопустимый воздушный зазор между зубьями индуктора и датчиками колеса	Проверяют по световому мигающему коду. Устраняют с помощью установочного приспособления или заменяют датчик скорости
Обрыв или короткое замыкание в цепи от электронного блока до датчика скорости	Проверяют с помощью диагностического оборудования и устраняют обрыв или короткое замыкание

Примечание. Все сбои в работе системы записываются в память электронного блока. В управляющей программе системы предусмотрены манипуляции, позволяющие отключить электронное управление, после чего процесс торможения будет происходить в обычном режиме. При этом водитель информируется о переходе на режим обычного торможения световым табло.

когда световая индикация системы информирует водителя о наличии больших воздушных зазоров между датчиком скорости и зубьями диска-индуктора или о модуляции сигнала из-за биения диска-индуктора. Индикатор горит в постоянном режиме и при сбоях в работе программы управления, нарушении контактных соединений или коротких замыканиях в цепях.

Правила эксплуатации системы АБС/ПБС не отличаются от правил, изложенных в подразд. 4.5. Контроль технического состояния производят с помощью световых мигающих кодов, специального диагностического оборудования через диагностический разъем, диагностического комплекса на базе персонального компьютера или компьютерного диагностического комплекса фирмы, изготавливающей систему.

Причины основных видов неисправностей системы АБС/ПБС, способы их диагностирования и устранения приведены в табл. 4.15.

4.7. Особенности эксплуатации и ТО светотехнических приборов, световой и звуковой сигнализации

Светотехнические приборы, приборы световой и звуковой сигнализации ответственны за безопасность дорожного движения. Они должны обеспечивать возможность максимальной видимости объектов, участвующих в дорожном движении, не ослеплять водителей встречного транспорта и указывать другим участникам движения габариты и выполняемые маневры: поворот, торможение и задний ход. Все светотехнические характеристики приборов должны отвечать требованиям международных правил ЕЭК ООН (см. табл. 2.3).

В соответствии с ГОСТ 25.478—91 эксплуатация автомобилей невозможна, если не функционирует хотя бы один светотехнический прибор либо его выходные параметры находятся за пределами установленных норм. Поэтому в процессе эксплуатации важно соблюдать правила обслуживания светотехнических приборов, аккуратно обращаться с ними в процессе ТО и периодически контролировать их параметры.

При ЕТО необходимо очищать от грязи рассеиватели светотехнических приборов, протирая и обмывая их, особенно пластмассовые рассеиватели, с большой осторожностью, чтобы не повредить поверхность остатками песка, грязи и пыли в протирающем материале. Царапины и потертости могут ухудшить светотехнические характеристики приборов. При ЕТО последовательно проверяют работоспособность каждого из них, а также приборов световой и звуковой сигнализации.

На световой поток светотехнических приборов значительное влияние оказывает напряжение генераторной установки, поэтому при ТО-1 и ТО-2 в первую очередь проверяют напряжение на выходе генератора.

Следующей важной операцией является измерение падения напряжения в силовых цепях световых приборов. Падение напряжения в электрической цепи от выключателя света до ламп мощностью менее 15 Вт должно составлять 0,1...0,6 В, более 15 Вт — 0,5...0,9 В, а в электрической цепи от выключателя света до фар — 0,3...0,8 В.

ТО-1 охватывает операции ЕТО, проверку крепления фар, передних указателей поворотов и подфарников, задних фонарей и фонаря заднего хода, сигнала торможения, правильности работы центрального переключателя света, переключателя указателей поворота и выключателя аварийной сигнализации.

При проведении ТО-2 помимо работ, предусмотренных ТО-1, проверяют правильность установки и подключения противотуманных фар, надежность штекерных и винтовых соединений, качество изоляции проводки, не защищенной от попадания воды, пыли

и грязи, состояние источников света и работоспособность звукового сигнала, а также измеряют силу света всех фар в штатном режиме работы.

Частичное или полное отсутствие контакта в клеммах светотехнических приборов или между их минусовыми проводами и кузовом автомобиля вызывает нарушения в их работе. Наличие плохого плюсового контакта сопровождается снижением силы света ламп, а плохой минусовый контакт приводит к самопроизвольному включению некоторых секций многофункциональных приборов: вместо стоп-сигнала может загореться, например, сигнал указателя поворота или заднего хода. При возникновении такой ситуации проверку работы светотехнических приборов производят при одновременном включении всех секций фонаря.

Важное значение при эксплуатации изделий светотехники и световой сигнализации имеет правильность применения источников света. Установка ламп, не соответствующих фонарю, снижает его информативность (например, бесцветная лампа в указателе поворота с бесцветным рассеивателем или оранжевая лампа в габаритном фонаре нарушают цветность сигнала, что запрещено). Лампа с оранжевой колбой в любом фонаре с цветным рассеивателем или лампа малой мощности снижает силу света прибора. Применение ламп повышенной мощности приводит к перегреву фонаря, оплавлению его пластмассовых деталей и изоляции, подгоранию контактов управляющих реле или переключателя, перегоранию проводников печатных плат и к замыканию в проводке. При замене перегоревших ламп в светотехнических приборах необходимо восстанавливать предусмотренную конструкцией герметичность фонаря и штекерного соединения.

При проведении ТО-2 наиболее часто приходится регулировать установку фар, нарушенную в процессе эксплуатации. Неправильная установка фары повышает вероятность дорожно-транспортного происшествия в темное время суток.

Нарушения в установке фар связаны с ослаблением или самоотвертыванием крепящих элементов и регулировочных винтов, смещением центра тяжести автомобиля из-за проседания подвески, заменой источника света.

Регулирование фар производят реглоскопом или прибором типа ПРАФ-9 (см. подразд. 3.1) либо с помощью специально размеченного экрана, соответствующего расположению фар на автомобиле. Разметка экрана на вертикальной стене показана на рис. 4.10. Перед регулированием света фар устанавливают давление воздуха в шинах, предусмотренное инструкцией по эксплуатации, и автомобиль, полностью заправленный и снаряженный, с нагрузкой на сиденье водителя 735 Н, помещают на ровную, горизонтальную площадку в 5 м от экрана. Фары регулируют поочередно, закрывая одну из них.

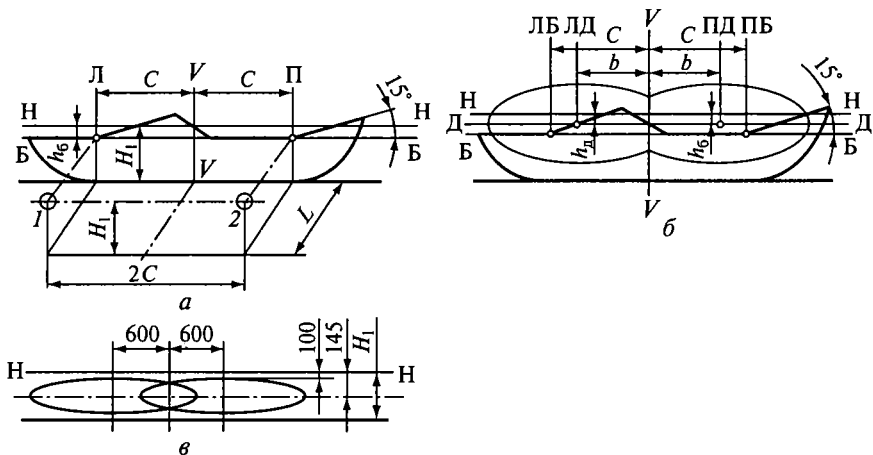


Рис. 4.10. Разметка измерительного экрана для регулирования фар: *a* — двухфарная система освещения с европейским асимметричным лучом; *б* — четырехфарная система; *в* — противотуманные фары; 1, 2 — координаты световых пятен левой и правой фар соответственно; H_1 — высота центра фар головного освещения на автомобиле; $2C$ — расстояние между центрами фар; Л, П — вертикали, соответствующие центрам фар; Н, Д, Б, ЛБ, ЛД, ПБ, ПД, $h_а$, $h_б$, b , L , V — параметры светораспределения

В процессе эксплуатации светотехнические, светосигнальные и звуковые приборы в результате повреждений выходят из строя. Причины возникновения, способы диагностирования и устранения основных видов неисправностей приборов приведены в табл. 4.16.

Таблица 4.16

Причины возникновения, способы диагностирования и устранения основных видов неисправностей светотехнических, светосигнальных и звуковых приборов

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Ни один светотехнический прибор световой сигнализации не работает</i>		
Неисправен переключатель или выключатель	Проверку осуществляют вольтметром последовательно по цепи от переключателя или выключателя до прибора	При необходимости переключатель или выключатель заменяют
Отсоединилась клеммная коробка от переключателя	Проверяют вольтметром последовательно по цепям	Восстанавливают соединение

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
Обрывы в цепи освещения, проводки, сгорание предохранителей, окисление контактов в патроне лампы, короткое замыкание	Проверяют вольтметром и тестером последовательно все цепи от «+» АКБ до светотехнического прибора	Обнаруженные места обрывов и короткого замыкания устраняют. Предохранители и патроны ламп заменяют
<i>Не горит одна из ламп световых приборов</i>		
Перегорела нить (спираль) лампы	Проверяют тестером	Сгоревшую лампу заменяют
Окислился патрон или цоколь лампы	Проверяют тестером и визуально	Очищают от оксидов место контакта и после установки лампы смазывают контактный узел «Литолом-24»
Ненадежное соединение в патроне из-за поломки контакта или брака производства	Проверяют визуально	Заменяют патрон новым
Неисправен переключатель из-за попадания грязи или износа механизма переключения	Проверяют электрическую схему переключателя	При необходимости переключатель заменяют новым
<i>Лампы горят с неполным накалом</i>		
Регулируемое напряжение генератора ниже нормы	Проверяют напряжение на выходе генератора вольтметром	Регулируют напряжение или заменяют регулятор напряжения
Колба лампы затемнена парами вольфрама из нити (спирали)	Проверяют визуально, достав лампу из патрона	При необходимости заменяют лампу
Большое падение напряжения на контактах из-за их окисления или ослабления	Проверяют вольтметром последовательно по цепи прибора	Окисленные места очищают, восстанавливают контакт и смазывают «Литолом-24»
Замыкание в проводке на «массу» вследствие разрушения изоляции и попадания влаги	Измеряют сопротивление изоляции и определяют место замыкания тестером	Неисправные участки провода заменяют
<i>Мигание световых приборов при работающем двигателе</i>		
Люфт у ламп в патронах или ослабление	Проверяют визуально	Заменяют неисправные патроны и подтя-

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
крепления наконечников проводов		гивают крепление
Короткое замыкание проводки на «массу», частичное или периодически повторяющееся при вибрации	Проверяют тестером или контрольной лампой, визуальный контроль изоляции проводки	Заменяют поврежденные участки проводки
Частичный обрыв или излом жилы провода вследствие вибрации	Визуальный контроль проводки электроснабжения приборов	То же
<i>Фары плохо освещают дорожное полотно</i>		
Нарушение регулировки фар	Проверяют прибором ПРАФ-9 или с помощью разметки экрана	Регулируют установку фар в соответствии с нормами
Повреждение или потускнение отражателя фар	Проверяют визуально	Оптический элемент заменяют новым
Загрязнение рассеивателя фары	То же	Очищают рассеиватель
Затемнение колбы лампы, вибрация плохо закрепленного оптического элемента	»	Заменяют лампу, крепят оптический элемент в соответствии с инструкцией по эксплуатации
Смещение центра масс автомобиля из-за неправильной загрузки или отклонение давления в шинах от нормального	Определяют визуально на ровной площадке	При наличии корректора фар изменяют регулировку, давление в шинах устанавливают согласно инструкции
<i>Не работает указатель поворота в режимах маневрирования и аварийной сигнализации</i>		
Перегорели предохранители в цепях указателей поворота	Проверяют целостность предохранителей тестером	При обнаружении короткого замыкания его устраняют, предохранитель заменяют
Плохой контакт в штекерных соединениях предохранителей	Проверяют надежность соединений	Устраняют ненадежное соединение штекера
Вышел из строя выключатель аварийной сигнализации	Проверяют вольтметром или контрольной лампой	При необходимости заменяют выключатель

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
Неисправно реле прерывателя указателей поворота	Проверяют контрольной лампой	Ремонтируют реле или заменяют новым
<i>Не включается или не выключается сигнал торможения</i>		
Неисправен выключатель сигнала торможения	Проверяют контрольной лампой или тестером	При необходимости заменяют выключатель новым
Отсоединились провода от выключателя сигнала торможения	Проверяют визуально и с помощью тестера	Устраняют плохое соединение
Неправильно отрегулирован ход выключателя при установке	Проверяют контрольной лампой или тестером	Регулируют ход выключателя, при необходимости устанавливают новый
<i>Лампы указателей поворотов горят без прерывания</i>		
Спекание контактов исполнительного реле прерывателя	Проверяют контрольной лампой или тестером	При необходимости зачищают контакты и регулируют зазор
<i>Не работает контрольная лампа указателя поворотов</i>		
Перегорела одна из ламп указателя поворотов	Проверяют тестером	Заменяют сгоревшую лампу
<i>Не фиксируется или не перемещается рычаг переключателя указателей поворотов</i>		
Разрушилось гнездо фиксатора рычага	Проверяют после снятия его с автомобиля и разборки	При необходимости заменяют новым
Выскочил шарик фиксатора из гнезда	То же	Ремонтируют переключатель
Заедание шариков фиксаторов, сектора возврата рычага	»	При необходимости переключатель заменяют новым
<i>Указатели поворотов не выключаются автоматически после завершения маневра</i>		
Сильный износ механизма возврата рычага в нейтральное положение или его разрушение	Проверяют после снятия переключателя с автомобиля и его разборки	При необходимости переключатель заменяют новым

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Не переключается ближний или дальний свет</i>		
Окислились контакты переключателя фар	Проверяют тестером, измеряют переходное сопротивление	Разбирают переключатель и зачищают контакты
<i>Быстрое перегорание нити (спирали) ламп</i>		
Повышенное напряжение бортовой сети	Проверяют вольтметром напряжение генератора	Регулируют или заменяют регулятор напряжения
Ослабление крепления лампы в патроне	Проверяют визуально	Заменяют патрон
<i>Звуковой сигнал не звучит при нормальном напряжении бортовой сети</i>		
Окислились или подгорели контакты прерывателя сигнала	Проверяют тестером или вольтметром	Зачищают и регулируют зазор между контактами
Неисправно реле сигнала	То же	Заменяют реле новым
Сгорел предохранитель в цепи сигнала, окислились штекерные или винтовые клеммы	»	Заменяют предохранитель, очищают контактные соединения
Разрегулирован сигнал, замыкание или обрыв обмотки катушки сигнала	Проверяют вольтметром, тестером или контрольной лампой	Регулируют или заменяют сигнал
<i>Дребезжащий или слабый звук сигнала при нормальном напряжении генератора</i>		
Дефект мембраны или вибрационного диска	Проверяют при разборке сигнала	При необходимости сигнал заменяют новым
Нарушено крепление сигнала	Проверяют визуально	Подтягивают болты крепления
<i>Непрерывное звучание или самопроизвольное включение сигнала</i>		
Короткое замыкание в выключателе сигнала	Проверяют тестером	Устраняют замыкание в выключателе сигнала
Залипание или спекание контактов реле включения сигнала	Проверяют тестером	При необходимости реле заменяют новым
Замыкание цепи сигнала на «массу» между выключателем, реле и сигналом	Проверяют тестером последовательно цепь сигнал — выключатель — «масса»	Устраняют замыкание

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Звуковой сигнал не работает, но потребляет ток</i>		
Разрегулировано реле сигнала	Проверяют тестером	Регулируют реле
Замыкание подвижной и неподвижной пластин из-за разрушения изоляции	Проверяют тестером сопротивление изоляции между пластинами	Заменяют изоляционные шайбы под винтами

4.8. Особенности эксплуатации и ТО информационной системы и датчиков

Информационные системы, состоящие из контрольно-измерительных приборов, датчиков, а в некоторых вариантах — из электронных блоков и дисплеев, как правило, не подвергают профилактике. Однако при ЕТО необходимо убедиться в исправности работы стрелочных приборов, индикаторных табло и контрольных сигнализаторов. При возникновении сомнений в правильности показаний приборов проверяют их работоспособность и оценивают точность показаний по сравнению с эталонами. Это относится в первую очередь к спидометрам, тахометрам и счетчикам пройденного пути.

В соответствии с международными правилами на автобусах с числом мест более 20 и на грузовых автомобилях полной массой более 15 т необходима установка тахографов (Постановление Правительства РФ от 3 августа 1996 г. № 922 «О повышении безопасности междугородных и международных перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом»). Поверку тахографов производят не реже одного раза в два года в сертифицированной мастерской.

На выпускаемых в последнее время автомобилях ВАЗ устанавливают комбинацию электронных приборов с жидкокристаллическими индикаторами, но указатели температуры и уровня топлива в баке того же типа, что и в обычной комбинации приборов. Стрелки спидометра и тахометра поворачиваются шаговыми электродвигателями. Приборами управляет электронный модуль, в который поступают сигналы от датчиков. Обслуживание комбинации электронных приборов не отличается от обслуживания электронных систем управления.

Неисправности информационных систем, контрольно-измерительных приборов и их приемников связаны в основном с обры-

**Причины основных видов неисправностей информационных систем,
способы их диагностирования и устранения**

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>При включении зажигания ни один контрольно-измерительный прибор не работает (их стрелки не отклоняются)</i>		
Перегорел предохранитель вследствие короткого замыкания в цепи	Проверку осуществляют тестером последовательно по цепям	Заменяют сгоревший предохранитель, устраняют короткое замыкание
Обрыв в цепи за предохранителем	То же	Найденный обрыв цепи устраняют
Нарушен контакт на клеммах или в штекерных соединениях комбинации приборов	»	Нарушенный контакт восстанавливают
<i>При включении зажигания показания отдельных приборов неверны</i>		
Высокое переходное сопротивление в контактных соединениях	Проверку осуществляют тестером, измеряя падение напряжения на контактах	Устраняют пленку оксида в местах контактирования, контактные винты подтягивают
Нарушена регулировка или неисправны отдельные приборы	То же	По возможности регулируют приборы или меняют на новые
<i>При включении зажигания стрелки указательных приборов заклинены</i>		
Обрыв провода от датчика к указательному прибору	Проверяют тестером	Обнаруженный обрыв устраняют
Короткое замыкание провода на «массу»	То же	Обнаруженное короткое замыкание устраняют
<i>Резкие колебания стрелки указательного прибора</i>		
Ненадежный контакт в штекерных разъемах или винтовых соединениях	Проверяют тестером или контрольной лампой	Устраняют ненадежный контакт и подтягивают контактные винты
Излом подводящего провода	Обнаруживают тестером	Обнаруженный излом устраняют
Износ граней концов гибкого вала спидометра	Проверяют визуально, демонтировав гибкий вал	При необходимости гибкий вал заменяют

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
Торсионное биение гибкого вала вследствие неправильной прокладки его трассы или отсутствия смазки вала	Проверяют визуально, демонтировав гибкий вал	Прокладывают трассу в соответствии с инструкцией и смазывают вал
Выход из строя демпферного механизма стрелки или датчика	Проверяют визуально	Заменяют демпфирующий механизм
<i>Спидометр показывает завышенную или заниженную скорость движения автомобиля</i>		
Ослабление возвратной пружины механизма стрелки	Проверяют на стенде по эталону	Заменяют спидометр новым
Размагничивание постоянного магнита механизма поворота	То же	То же
<i>При выключении зажигания стрелка указателя не возвращается в начальное положение</i>		
Заедание оси стрелки или ее перекос	Проверяют визуально	Заменяют указательный прибор
Нарушение балансировки стрелки	То же	То же
<i>Одна из контрольных ламп сигнализатора при включении зажигания не горит</i>		
Неисправен датчик аварийного давления масла	Проверяют замыканием провода от датчика через контрольную лампу	При необходимости заменяют датчик
Обрыв в проводке или плохой контакт в соединениях	Проверяют тестером последовательно по цепи	Устраняют обрыв или плохой контакт
Перегорание лампы в сигнализаторе или плохой контакт в патроне лампы	То же	Заменяют лампу или патрон
<i>При включении зажигания не действуют жидкокристаллические индикаторы</i>		
Ненадежный контакт в штекерных соединениях (разъеме)	Проверяют мультиметром	Устраняют ненадежный контакт и восстанавливают герметизацию разъема

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
Сгорел предохранитель в цепи питания комбинации электронных приборов	Проверяют тестером	Предохранитель заменяют на новый того же номинала
Неисправен электронный модуль	Проверяют на специальном стенде	При необходимости модуль заменяют новым
Обрыв в цепи питания комбинации электронных приборов	Проверяют мультиметром последовательно по цепи питания	Устраняют обрыв и восстанавливают изоляцию проводки
Неисправен жидкокристаллический индикатор	Проверяют на стенде	При необходимости заменяют всю комбинацию

вами цепей, короткими замыканиями в них, отказами измерительных элементов и приводов стрелочных механизмов или с перегоранием контрольных ламп. Причины этих видов неисправностей информационных систем, способы их диагностирования и устранения рассмотрены в табл. 4.17.

4.9. Особенности эксплуатации и ТО электропривода и вспомогательного оборудования

К электроприводным механизмам и вспомогательному оборудованию относятся стеклоочистители и стеклоомыватели, фарочистители и фароомыватели, отопители и электрические вентиляторы, стеклоподъемники, электрообогреватели стекол и сидений, моторедукторы регулирования положений сидений, зеркал заднего вида и антенн. Работоспособность данных механизмов и устройств, зависящая от режима их работы (постоянный или кратковременный), надежности электродвигателя, редукторов различных типов и электрических изделий, входящих в привод или оборудование (термобиметаллический предохранитель, нагревательный элемент и т. д.), проверяется при проведении ТО-1 и ТО-2. Особое внимание при проверке обращают на выполнение ими рабочих циклов в соответствии с требованиями НТД и их назначением. При ТО-2 рекомендуется измерять силу тока, потребляемую электроприводом.

Причины возникновения основных видов неисправностей электропривода, способы их диагностирования и устранения представлены в табл. 4.18.

**Причины основных видов неисправностей электропривода,
способы их диагностирования и устранения**

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>При включении вал электродвигателя не вращается или имеет небольшую частоту вращения</i>		
Отсутствие или высыхание смазки в подшипниках электродвигателя	Проверяют при разборке моторредуктора	Закладывают смазку в подшипники, при повышенном износе их заменяют
Межвитковое или короткое замыкание обмотки на «массу», обрыв в обмотке якоря	Проверяют тестером	При необходимости заменяют якорь электродвигателя
Обрыв, межвитковое или короткое замыкание обмотки возбуждения	То же	Заменяют электродвигатель
Загрязнение, замасливание или подгорание коллектора электродвигателя	Проверяют визуально состояние коллектора	Коллектор очищают стеклянной шкуркой или протачивают на токарном станке
Межламельное замыкание коллектора из-за попадания продуктов износа щеток	Проверяют тестером и визуально состояние коллектора	Очищают коллектор стеклянной шкуркой и продораживают его
Ослабление прижатия щеток к коллектору вследствие их предельного износа или зависания в направляющих и растяжения пружин	Проверяют усилие прижатия щеток к коллектору с помощью динамометра	При необходимости меняют щетки, пружины, очищают от грязи направляющие щеткодержателя
Межламельная изоляция выступает в результате износа коллектора	Проверяют визуально состояние коллектора	Протачивают и продораживают коллектор
Сгорел предохранитель вследствие короткого замыкания или сработал термобиметаллический предохранитель в цепи электродвигателя из-за заклинивания редуктора или пантографа стеклоочистителя	Проверяют тестером последовательно по цепи электродвигателя, а также работоспособность редуктора и пантографа	Заменяют сгоревший предохранитель, устранив короткое замыкание или заклинивание редуктора и пантографа

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
Обрыв проводки в цепи управления электроприводом	Проверяют тестером или контрольной лампой по цепи	Устраняют обрыв цепи
Неисправен переключатель режимов работы моторедуктора	Проверяют контрольной лампой, подсоединяя ее к выводам 1-го и 2-го режимов переключателя (рис. ПЗ)	При необходимости заменяют переключатель
Электродвигатель работает только на одной скорости вследствие неисправности переключателя	То же	Заменяют переключатель
Неисправны реле включения электродвигателя или датчик	Проверяют тестером или контрольной лампой	При необходимости заменяют реле или датчик
<i>Повышенный шум при работе электродвигателя</i>		
Повышенный износ подшипников электродвигателя	Определяют при разборке	При необходимости заменяют подшипники
Сильный износ коллектора	Определяют визуально	Протачивают коллектор
Не притерты щетки	То же	Притирают щетки

4.10. Особенности эксплуатации и ТО электронных систем и устройств

В настоящее время на автомобилях и тракторах применяют следующие электронные системы и устройства: систему ЭПХХ, прерыватель указателей поворотов, реле аварийной сигнализации, блок управления системой блокирования дверей, реле управления прерывистым движением стеклоочистителя, систему управления климатической установкой (рис. 4.11) и т. д. Все они, как и сложные электронные системы управления агрегатами автомобиля, требуют принятия мер предосторожности в обращении с ними при эксплуатации.

Запрещается разъединять разъем электронного реле или блока при включенном зажигании, поскольку могут отказать компоненты электронного блока (изделия электронной техники), а также не разрешается производить электросварочные работы на

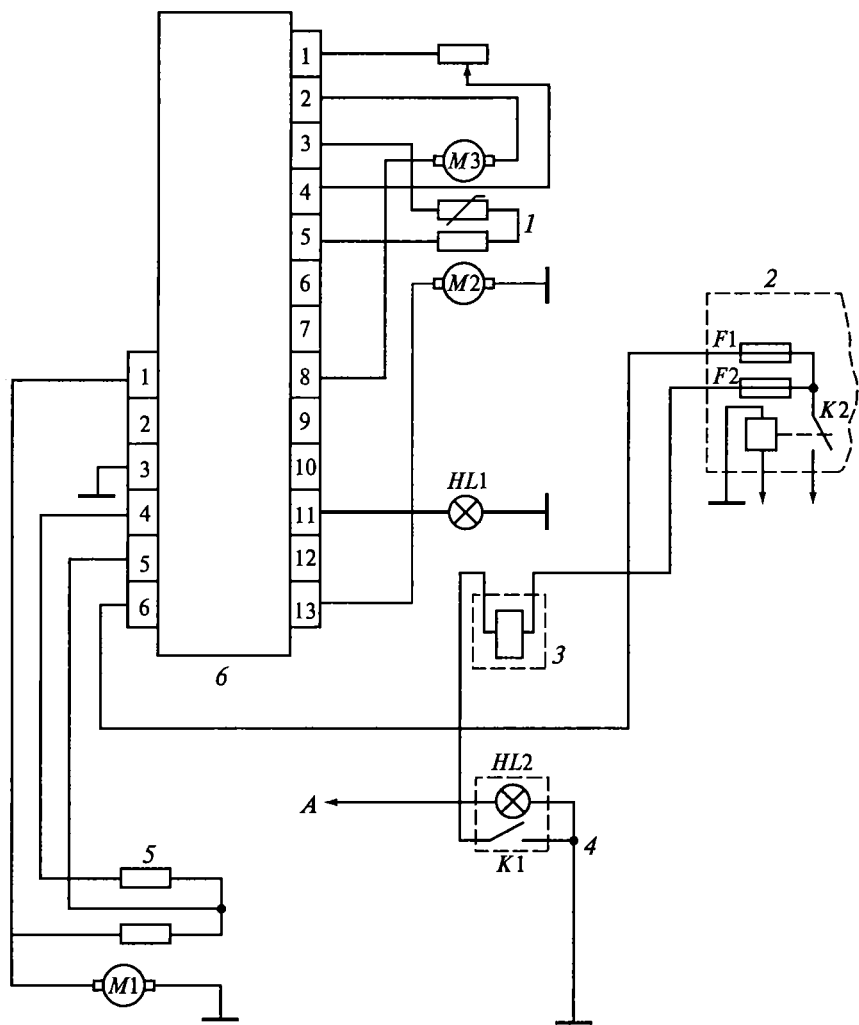


Рис. 4.11. Схема системы автоматического управления отопителем автомобиля:

1 — датчик температуры воздуха в салоне автомобиля; 2 — монтажный блок; 3, 4 — соответственно клапан и выключатель рециркуляции воздуха; 5 — дополнительный резистор; 6 — контроллер; А — к выключателю освещения указательных приборов; F1, F2 — предохранители; HL1, HL2 — лампы; K1, K2 — контакты реле; M1 — электродвигатель вентилятора; M2 — электродвигатель обдува салона автомобиля; M3 — микроредуктор привода заслонки отопителя; 1—6, 1—13 — нумерация разъемов

транспортном средстве при включенных в бортовую сеть АКБ и электронных системах и устройствах. Необходимо выполнять предписания заводской инструкции по регулированию этих систем и

устройств на транспортном средстве, а при поиске их неисправностей применять мультиметр с высоким входным сопротивлением или тестер.

ТО электронных систем и устройств производят путем проверки их работоспособности, временных циклов, моментов включения индикаторных ламп, производительности и т. д. При ТО-2 и в случае их неисправности (табл. 4.19) электронные блоки снимают с автомобиля и проверяют на специальных стендах.

Техническое обслуживание и диагностирование изделий и систем АТЭ и АЭ позволяют поддерживать высокую техническую готовность транспортных средств.

Качество проведения ТО и диагностирования во многом зависит от квалификации операторов инженерных служб транспортных организаций и сервисных служб.

Таблица 4.19

Причины основных видов неисправностей электронных систем и устройств, способы их диагностирования и устранения

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Двигатель автомобиля глохнет в режиме холостого хода</i>		
Ненадежная фиксация проводов в штекерных соединениях	Проверяют надежность соединений к блоку ЭПХХ	Устраняют ненадежный контакт
Неисправен электромагнитный клапан ЭПХХ	Проверяют тестером или отключают клапан и перекрывают	При необходимости заменяют электромагнитный клапан
Неисправен блок управления	Проверяют тестером	При необходимости заменяют блок управления
<i>Автомобиль движется рывками</i>		
Неисправен микропереключатель системы ЭПХХ	Соединяют выводы микропереключателя друг с другом; если рывки прекратились, то неисправен микропереключатель	Регулируют установку или заменяют микропереключатель новым
Неисправен блок управления	Соединяют электромагнитный клапан с клеммой «+» АКБ; если рывки прекратились, то неисправен блок управления	При необходимости блок заменяют

Причины неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Не работает указатель поворотов (лампы указателей горят или не горят)</i>		
Неисправно реле указателей поворота или короткое замыкание в цепи реле	Проверяют тестером или контрольной лампой последовательно по цепи питания реле	При необходимости заменяют предохранитель или реле после нахождения короткого замыкания
<i>Контрольная лампа указателя аварийной сигнализации не горит</i>		
Неисправно реле аварийной сигнализации	Проверяют тестером или контрольной лампой	При необходимости заменяют реле
<i>Двигатель стеклоочистителя не работает в прерывистом режиме</i>		
Неисправно реле прерывистой работы стеклоочистителя	Проверяют тестером	При необходимости ремонтируют или заменяют реле
<i>При включении электронной системы управления отопителем теплый воздух не поступает в салон</i>		
Неисправен микромотoredуктор М3 (см. рис. 4.11) привода заслонки отопителя	Проверяют тестером	Заменяют микромотoredуктор
Обрыв цепи или сгорел предохранитель F1 либо F2 (см. рис. 4.11) вследствие короткого замыкания	Проверяют тестером последовательно по цепи управления	Устраняют обрыв, короткое замыкание и заменяют предохранитель
Неисправен контроллер б (см. рис. 4.11) системы	Проверяют мультиметром	При необходимости заменяют контроллер

Контрольные вопросы

1. Каким образом классифицируют виды ТО изделий АТЭ и АЭ?
2. Каков объем ТО генераторных установок?
3. Перечислите основные виды неисправностей генераторных установок, способы их диагностирования и устранения.
4. Каков объем ТО аккумуляторных батарей?
5. Назовите основные виды неисправностей АКБ, способы их диагностирования и устранения.
6. Каков объем ТО электростартеров?

7. Перечислите основные виды неисправностей электростартеров, способы их диагностирования и устранения.
8. Каков объем ТО систем зажигания и свечей зажигания?
9. Назовите основные виды неисправностей систем зажигания, способы их диагностирования и устранения.
10. Каковы особенности эксплуатации электронных систем управления бензиновыми двигателями?
11. Перечислите основные виды неисправностей микропроцессорной системы зажигания, способы их диагностирования и устранения.
12. Каковы основные виды неисправностей электронной системы управления бензиновым двигателем, способы их диагностирования и устранения?
13. Назовите основные виды неисправностей электронных систем управления дизельными двигателями, способы их диагностирования и устранения.
14. Каковы особенности эксплуатации АБС/ПБС?
15. Перечислите основные виды неисправностей АБС/ПБС, способы их диагностирования и устранения.
16. Каковы особенности эксплуатации светотехнических приборов, световой и звуковой сигнализации?
17. Назовите основные виды неисправностей светотехнических приборов, световой и звуковой сигнализации, а также способы их диагностирования.
18. Каковы особенности эксплуатации информационных систем, контрольно-измерительных приборов и датчиков?
19. Перечислите основные виды неисправностей информационных систем, контрольно-измерительных приборов и датчиков, а также способы их диагностирования и устранения.
20. Каков объем ТО электропривода и вспомогательного оборудования?
21. Расскажите об особенностях эксплуатации электронных устройств и систем.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ И СИСТЕМ АТЭ И АЭ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Большинство районов эксплуатации автотранспорта в Российской Федерации расположены в зонах умеренного и холодного климата. Здесь средняя температура воздуха колеблется от 0 до -60°C — в январе и от 1 до 25°C — в июле. Районы Кавказа, Алтая и Саян относятся к высокогорью, ряд районов Причерноморья — к высокогорью с влажным климатом, а районы Чукотки и Якутии — к территории Крайнего Севера. Экстремальными природными условиями эксплуатации считаются сверхнизкие и высокие температуры, в том числе при большой влажности воздуха, наличие горного рельефа и перевалов.

В качестве основных климатических факторов при районировании территорий для технических целей принимают температуру и влажность воздуха. Поэтому все районы, расположенные вне зоны умеренного климата, характеризуются особыми условиями эксплуатации.

5.1. Особенности эксплуатации автотранспорта в экстремальных условиях

Для повышения эффективности работы автотранспорта в особых условиях изделия АТЭ и АЭ имеют специальное исполнение, например северное или горное. Для северных условий эксплуатации характерны бездорожье с резким повышением механических воздействий на изделия с ускорением до $40g$ и безгаражное паркование автомобилей. Двигатель внутреннего сгорания не выключается в течение всего зимнего сезона. Во время эксплуатации при отрицательных температурах важное значение имеют условия применения независимых отопителей, предпусковых подогревателей, дополнительного утепления и улучшения обогрева кабины, салона и кузова автомобилей и автобусов, утепления АКБ, а также обеспечение безопасности движения в условиях ограниченной видимости при снегопадах и тумане.

По своему характеру отказы изделий электрооборудования автомобилей и тракторов, работающих в условиях Крайнего Севера, сопоставимы с отказами в других климатических зонах, одна-

ко изделия моторного комплекта, светосигнальная аппаратура, жгуты проводов и датчики отказывают чаще из-за более интенсивной эксплуатации. Кроме того, при низкой температуре воздуха водители чаще нарушают условия эксплуатации изделий АТЭ и АЭ. В первую очередь это связано с применением в зимнее время года для запуска холодного двигателя внутреннего сгорания дополнительных внешних источников тока, эксплуатацией автотранспорта с разряженными АКБ или батареями меньшей емкости, чем установлено инструкцией.

Такие особенности эксплуатации автотранспорта в экстремальных условиях приводят к возрастанию числа отказов, связанных с выплыванием крышек под контактными болтами тяговых реле стартера, разносом и межвитковыми замыканиями обмоток якоря стартера. Увеличивается число отказов, вызванных межвитковыми замыканиями обмоток статора генератора, отказов интегральных регуляторов напряжения, электродвигателей отопителя и автоламп. В условиях низких температур учащается разрушение изоляции жгутов проводов из-за ее повышенной хрупкости, а возрастание вибрационных нагрузок приводит к нарушению работоспособности всей системы электрооборудования вследствие коротких замыканий. При этом в бортовой сети автомобиля возникают аварийные режимы из-за аномальных переходных процессов, вызывающих увеличение интенсивности отказов изделий АТЭ и особенно изделий АЭ.

Опыт эксплуатации в условиях Севера показывает, что для повышения надежности работы автомобилей и тракторов необходимо применять модернизированные или новые изделия АТЭ и АЭ, а именно:

- генераторные установки увеличенной мощности, обеспечивающие положительный баланс электроэнергии при постоянной работе стеклообогревателей, устройств обогрева сидений и АКБ;
- электростартеры большей мощности с приводом типа «Позитор»;
- электрофакельные устройства (ЭФУ), предпусковые подогреватели, системы автоматического регулирования температуры электролита АКБ;
- противотуманные фары с галогенными источниками света, фары-прожектора для обеспечения безопасности движения при снегопадах и тумане;
- изделия АТЭ и АЭ северного исполнения, в которых комплектующие изделия и материалы, например резинотехнические, масла и пластмассы, изделия электронной техники и др., могут надежно работать при температурах окружающей среды -60°C и ниже.

Рассмотрим влияние отрицательных температур на изделия АТЭ и АЭ на примере пуска двигателя внутреннего сгорания, когда электростартеру приходится преодолевать увеличенное сопротивление

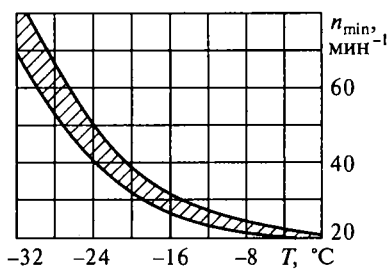


Рис. 5.1. Изменение минимальной пусковой частоты вращения коленчатого вала двигателя в зависимости от температуры окружающей среды

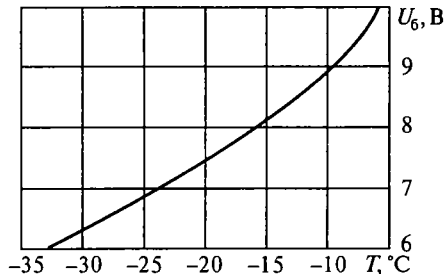


Рис. 5.2. Изменение напряжения полностью заряженной АКБ в зависимости от температуры окружающей среды в стартерном режиме

трущихся частей: поршня — зеркала цилиндров, подшипников — шеек вала и пальцев. Они покрыты разрушившейся пленкой масла, которая восстанавливается в процессе прогрева. При температуре окружающего воздуха от -15 до -30 °C износ трущихся деталей во время пуска эквивалентен износу за 18...26 км пробега автомобиля.

Минимальная частота вращения коленчатого вала двигателя, необходимая для обеспечения пуска двигателя за две попытки продолжительностью 10 с — для бензиновых двигателей и 15 с — для дизелей, с интервалом между попытками, возрастает с понижением температуры (рис. 5.1). При этом напряжение и емкость АКБ уменьшаются (рис. 5.2), так как падение температуры электролита на 1 °C вызывает снижение емкости аккумулятора на 1,0...1,5 %. При температуре электролита -30 °C батарея не принимает заряд и эксплуатируется фактически в разряженном состоянии (до 60 % номинальной емкости).

Для улучшения пусковых качеств бензиновых и дизельных двигателей широко применяют свечи подогрева воздуха во впускном трубопроводе; электрические подогреватели смеси, устанавливаемые под карбюратором; ЭФУ; впрыскивание бензина и подогрев топливопроводов позисторными нагревателями и т. д.

Технические характеристики электрофакельных свечей, электромагнитных клапанов и дополнительных резисторов с термореле приведены в табл. 5.1 — 5.3.

Эффективность применения свечей накаливания при пуске дизелей с разделенными камерами сгорания связана с обеспечением надежного пуска при температуре окружающей среды от -10 до -15 °C и частоте вращения коленчатого вала 60...80 мин⁻¹.

При подогреве воздуха во впускном трубопроводе свечой накаливания и топливной смеси в карбюраторе минимальная темпе-

Технические характеристики электрофакельных свечей

Параметр	Типы свечей	
	11.2740 и 113.3740	13.3740
Номинальное напряжение, В	19	9,5
Сила потребляемого тока, А	11...12	21...23
Температура нагрева при номинальной силе тока, °С	1040...1230	1080...1150
Продолжительность нагрева, с	90	90
Расход топлива, см ³ /мин	5,5...6,5	7,5...8,5
Масса, кг	0,13	0,13
Применяемость	КамАЗ, «Урал», ГАЗ, БелАЗ, МАЗ, КрАЗ	ЗИЛ 133ВЯ, ЗИЛ 133ГЯ

Таблица 5.2

Технические характеристики электромагнитных клапанов

Параметр	Типы клапанов	
	11.3741	13.3741
Номинальное напряжение, В	24	12
Сила потребляемого тока, А	0,8...1,1	1,6...2,2
Напряжение срабатывания клапана, В, не более	12	6
Ход якоря, мм	0,6...1,2	0,6...1,2
Масса, кг	0,14	0,14
Применяемость	КамАЗ, «Урал», ГАЗ, БелАЗ, МАЗ, КрАЗ	ЗИЛ 133ВЯ, ЗИЛ 133ГЯ

Таблица 5.3

Технические характеристики дополнительных резисторов с термореле

Параметр	Типы резисторов	
	12.3741	14.3741
Номинальное напряжение, В	24	12
Номинальная сила тока, А	22,8	44,0
Сопrotивление спирали, Ом	0,156...0,169	0,045...0,050
Промежуток времени между включением и замыканием контактов, с	50...65	50...65
Продолжительность замкнутого состояния после отключения тока, с	45	20
Масса, кг	0,12	0,12
Применяемость	КамАЗ, «Урал», ГАЗ, БелАЗ, МАЗ, КрАЗ	ЗИЛ 133ВЯ, ЗИЛ 133ГЯ

ратура пуска двигателя снижается на 5...10 °С, а в случае применения ЭФУ — на 10...15 °С.

Для облегчения пуска двигателя и обогрева кабины или салона автомобилей применяют жидкостные подогреватели и воздушные отопители, которые работают на бензине и дизельном топливе в бортовой сети напряжением 12 и 24 В.

Жидкостные подогреватели типов ПЖД-30, ПЖД-600, 14.806 и 15.806 врезают в систему охлаждения двигателя. Охлаждающая жидкость циркулирует под действием электрического насоса и нагревается в котле, подогрев которого происходит при сгорании топливовоздушной смеси в горелке, поджигаемой с помощью свечи зажигания. Высокое напряжение, необходимое для работы свечи зажигания, обеспечивает высоковольтный источник тока. Жидкостные подогреватели при окружающей температуре воздуха -20 °С способны за 40...45 мин работы прогреть двигатель до температуры 55 °С и салон автомобиля — до 20 °С.

Воздушные отопители, предназначенные для обогрева салона и кабины автомобилей, в течение часа работы обеспечивают подачу 70...218 м³ воздуха.

Опыт зимней эксплуатации показывает, что использование предпускового подогревателя двигателя сокращает расход топлива на 0,1...0,5 л в расчете на один пуск и при 300...500 зимних пусках позволяет сэкономить 30...150 л топлива.

К экстремальным условиям эксплуатации относятся наличие горного рельефа и высокая температура окружающей среды. Автомобильные дороги в нашей стране расположены на высоте, достигающей 1500...2000 м над уровнем моря. Для них характерны большие уклоны — до 10...15 %, серпантины — до 10 на 1 км пути, 15...18 поворотов на 1 км пути, закругления дороги малым радиусом поворота — 8...10 м, деформация дорожного покрытия и плохая видимость.

При высоких температурах окружающей среды ее специфическими особенностями являются запыленность воздуха, низкая относительная влажность и значительный поток солнечной радиации. В связи с этим необходимо принимать особые меры против перегрева изделий АТЭ и АЭ, а также использовать материалы и комплектующие изделия, устойчивые к воздействию температуры 120...150 °С.

При таких условиях эксплуатации в салонах и кабинах автомобилей и тракторов устанавливают кондиционеры, которые имеют привод от двигателя внутреннего сгорания, а электрические вентиляторы снабжают электроэнергией от бортовой сети. Кабину водителя и пассажирский отсек отделяют от двигателя надежной теплоизоляцией, а двигатель оборудуют закрытой системой охлаждения и обеспечивают более интенсивное воздушное охлаждение масляного и водяного радиаторов. АКБ размещают в зоне, подвер-

женной наименьшему нагреву и защищенной от прямых солнечных лучей. Электронные блоки управления не должны располагаться в тепловых «мешках», т. е. в местах без циркуляции воздуха.

Снижение надежности и повышение трудоемкости ТО и ТР, а также увеличение расхода запасных частей, изделий АТЭ и АЭ при эксплуатации в экстремальных условиях учитываются в нормативах технической эксплуатации, корректируемых с применением соответствующих коэффициентов.

5.2. Особенности ТО средств облегчения пуска двигателя в условиях Севера

На дизельные двигатели с разделенными камерами сгорания устанавливают свечи накаливания для инициации воспламенения в начале процесса пуска двигателя (рис. 5.3), на дизельные двигатели с неразделенными камерами сгорания — свечи накаливания и ЭФУ для подогрева воздуха во впускном трубопроводе (рис. 5.4). Свечи накаливания размещают в камере сгорания так, чтобы на открытый нагревательный элемент 2 (рис. 5.3, а) или кожух нагревательной спирали 6 (рис. 5.3, б) не попадало топливо, распыляе-

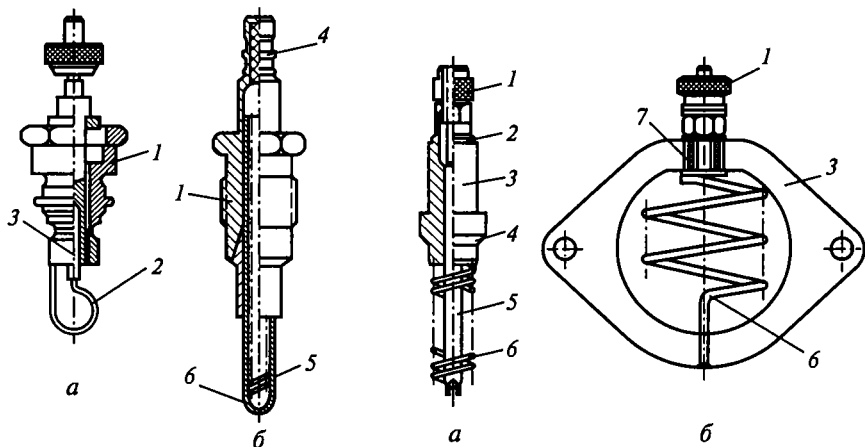


Рис. 5.3. Конструктивные схемы свечей накаливания с открытым (а) и штифтовым (б) нагревательными элементами:

1 — корпус; 2 — открытый нагревательный элемент; 3 — центральный электрод; 4 — вывод питания свечи; 5 — нагревательная спираль; 6 — кожух нагревательной спирали

Рис. 5.4. Свечи накаливания типа СН 150-А (а) и с фланцевым креплением (б) для подогрева воздуха во впускном коллекторе двигателя:

1 — контактная гайка; 2 — изоляционная шайба; 3 — корпус; 4 — уплотнительная шайба; 5 — стержень; 6 — спираль накаливания; 7 — изоляционная втулка

мое форсункой, иначе срок службы свечи сокращается несмотря на улучшение процесса воспламенения.

Свечи со спиралью накаливания и ЭФУ нагревают воздух во впускном трубопроводе при такте сжатия для повышения температуры сжатия, что улучшает процесс сгорания топливовоздушной смеси.

Свечи накаливания типа СН-150 (рис. 5.4, *a*) имеют мощность 400 Вт и потребляют ток силой 45...47 А. Спираль *b* свечи нагревается до температуры 900...950 °С через 40...60 с после подключения к аккумуляторной батарее. Лучший теплоотвод от спирали обеспечивается при использовании фланцевых свечей (рис. 5.4, *b*), но применение их усложняет конструкцию впускного трубопровода.

В ЭФУ (рис. 5.5) применяется свеча накаливания. Через ее нагревательный элемент *16* (рис. 5.5, *b*) проходит ток небольшой силы, так как она служит для подогрева, испарения и зажигания топлива. Воздух во впускном трубопроводе нагревается за счет теплоты сгорания топливовоздушной смеси. Дозирование топлива осуществляется жиклером *11*. Оно испаряется на сетке *8* и смешивается с воздухом, который проходит через защитный экран *7*. Этот экран предотвращает затухание пламени при увеличении скорости воздушного потока во впускном трубопроводе после пуска двигателя. Электромагнитный топливный клапан включается при подаче на катушку *4* напряжения АКБ и запирается под воздействием пружины при отсутствии тока.

Внутри спирали *21* (рис. 5.5, *в*) дополнительного резистора термореле расположена биметаллическая пластина *22*. По мере прогрева за счет теплоты, выделяемой этим резистором, пластина деформируется и замыкает контакты *22* и *26* реле. При таком положении контактов напряжение подается на электромагнитный топливный клапан (рис. 5.5, *a*) и контрольную лампу, сигнализирующую о готовности ЭФУ к пуску двигателя. При включении стартера дополнительный резистор закорачивается. В это время подкачивающий насос через электромагнитный топливный клапан подает топливо к свече накаливания. После пуска двигателя и отключения стартера ЭФУ работает в период прогрева двигателя при включенной кнопке выключателя ЭФУ, так как дополнительное реле выключает обмотку возбуждения генераторной установки для защиты свечи накаливания от перегрева.

На рис. 5.6 представлена конструкция предпускового подогревателя, работающего на бензине, дизельном топливе или газе. Подогреватель соединен с системой охлаждения двигателя и с помощью жидкостного насоса *10* обеспечивает принудительную циркуляцию нагреваемой охлаждающей жидкости в теплообменнике *8* и системе охлаждения двигателя. Подогреватель включается командой таймера, находящегося в электронном блоке *2*, который управляет подачей топлива в камеру сгорания *7*. Датчики

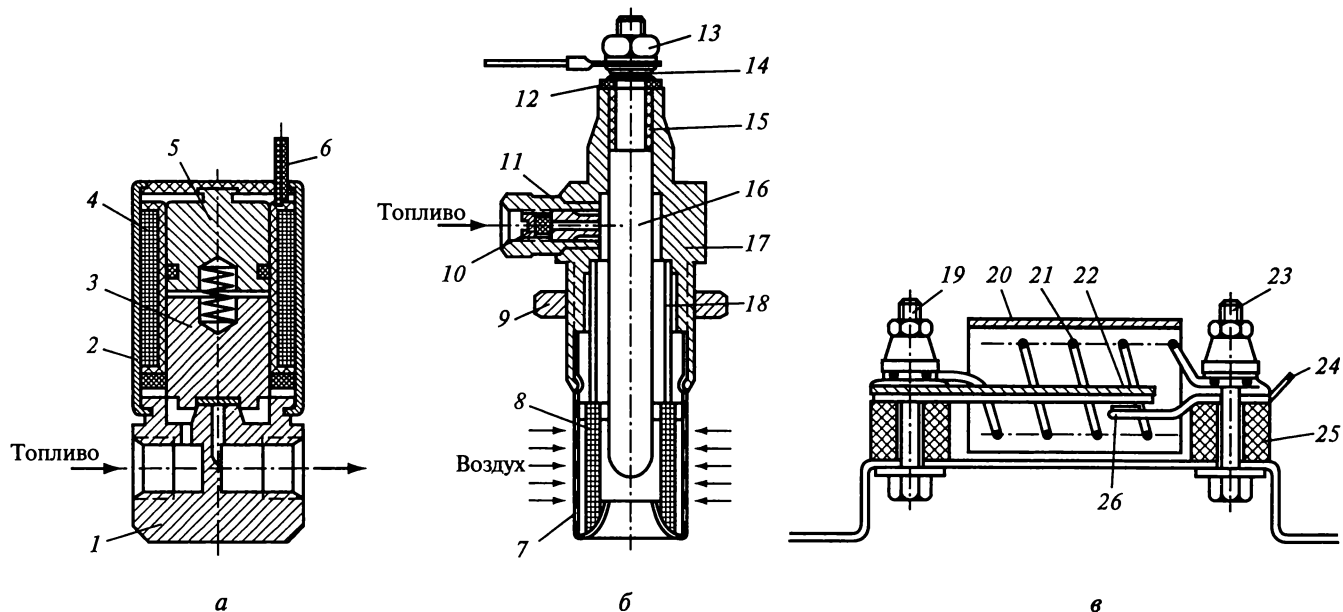


Рис. 5.5. Электрофакельное устройство:

а — электромагнитный топливный клапан типа 13.3741; *б* — факельная штифтовая свеча типа 13.3740; *в* — дополнительный резистор с термореле; 1 — основание клапана; 2 — гильза; 3 — якорь; 4 — катушка; 5 — сердечник; 6, 19, 23 — выводы; 7 — защитный экран; 8 — испарительная сетка; 9, 13 — гайки; 10 — фильтр; 11 — топливный жиклер; 12 — изоляционная шайба; 14 — шайбы; 15 — изоляционная втулка; 16 — нагревательный элемент; 17 — корпус свечи; 18 — испаритель; 20 — защитный кожух; 21 — спираль дополнительного резистора; 22 — биметаллическая пластина с подвижным контактом; 24 — штекер; 25 — изолятор; 26 — неподвижный контакт

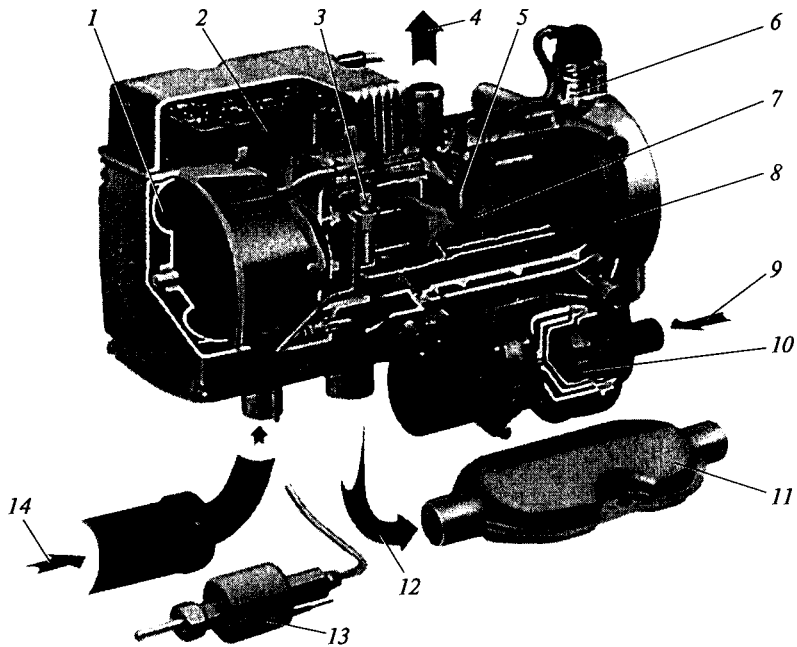


Рис. 5.6. Конструктивная схема предпускового подогревателя фирмы «Эберс-пехер» (Германия):

1 — крыльчатка вентилятора камеры сгорания; 2 — электронный блок управления; 3 — свеча накаливания; 4 — выход нагретого антифриза; 5 — датчик температуры; 6 — датчик перегрева; 7 — камера сгорания; 8 — теплообменник; 9 — вход холодной охлаждающей жидкости; 10 — насос; 11 — глушитель отработавших газов; 12 — выход отработавших газов; 13 — топливный дозирующий насос; 14 — воздух, всасываемый для камеры сгорания

перегрева 6 и температуры 5 обеспечивают защиту подогревателя при возникновении аварийных режимов, например, вызванных срывом пламени в камере сгорания или перегревом. Запуск подогревателя осуществляется от искровой свечи зажигания или свечи накаливания.

По своей конструкции воздушный отопитель (рис. 5.7) аналогичен жидкостному подогревателю, но в теплообменнике 7 нагревается поток воздуха, который прогоняется через отопитель крыльчаткой 1 электрического вентилятора.

Для пуска двигателя при отрицательных температурах часто применяют легковоспламеняющиеся жидкости, которые содержат компоненты с низкой температурой самовоспламенения. Например, пусковые жидкости типа «Арктика» состоят из 45...55 % диэтилового эфира (температура самовоспламенения 180...205 °С), 35...55 % газового бензина, 1,0...1,5 % нитрата изопропила, раз-

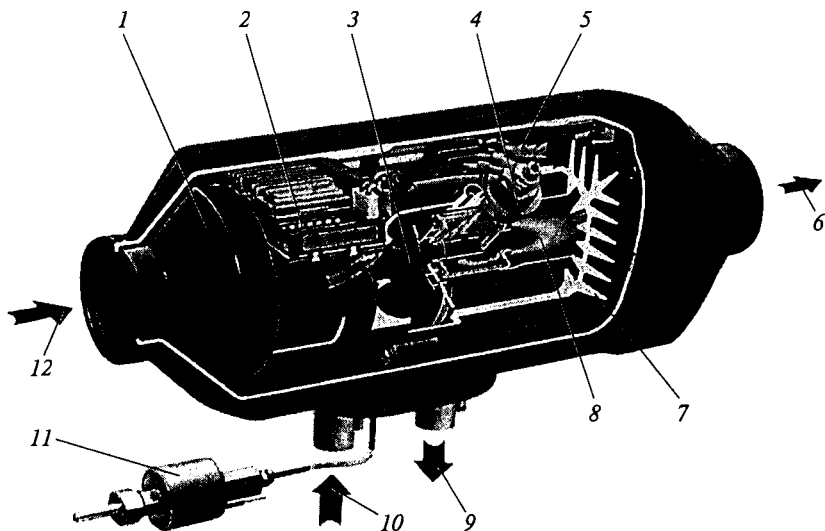


Рис. 5.7. Конструктивная схема воздушного отопителя фирмы «Эберспехер» (Германия):

1 — крыльчатка вентилятора теплообменника; 2 — электронный блок управления; 3 — крыльчатка вентилятора камеры сгорания; 4 — свеча накаливания; 5 — датчик перегрева; 6 — выход нагретого воздуха; 7 — теплообменник; 8 — камера сгорания; 9 — выход отработавших газов; 10 — воздух, всасываемый для камеры сгорания; 11 — топливный дозирующий насос; 12 — вход воздуха для нагрева

личных промежуточных продуктов окисления (до 10 %) и противозносных, противозадирных и антиокислительных присадок (до 2,5 %). В состав пусковой жидкости «Холод Д-40» входят 58... 68 % диэтилового спирта, 13... 17 % нитрата изопропила и 8... 12 % масла для судовых газовых турбин.

Пусковая жидкость подается непосредственно в цилиндры двигателя вместе с дизельным топливом или с помощью специальных устройств — во впускной трубопровод. В устройствах для подачи пусковой жидкости используют принцип пневматического или механического распыления ее и дальнейшего испарения в трубопроводе. Применение такой жидкости обеспечивает пуск двигателя на маловязком загущенном масле при температуре окружающей среды до -30°C и частоте вращения коленчатого вала 40... 55 мин^{-1} .

Автоматическое управление подачей пусковой жидкости во впускной трубопровод основано на аэрозольном распылении при помощи пускового устройства с электромагнитным приводом (рис. 5.8) сжатого в баллоне газа (пропан или бутан), который сам является топливом. Аэрозольным устройством управляет водитель из кабины автомобиля. Это устройство устанавливают на

кронштейне 5 в отсеке двигателя в удобном для замены баллона месте. Когда на электромагнит 7 дистанционно подают напряжение, то он включается, и его якорь, перемещаясь, нажимает эмульсионной трубкой на шток аэрозольного баллона и одновременно открывает проход для аэрозолей в трубопровод 10 через пластинчатый клапан 9, после чего пусковая жидкость поступает во впускной тракт двигателя. Один аэрозольный баллон обеспечивает 8... 10 пусков двигателя при температуре окружающей среды -30°C .

Для пуска холодных двигателей автомобилей и тракторов также широко применяют электрические подогреватели, вмонтированные в систему смазки и охлаждения двигателя и в топливную систему. Наиболее широкое распространение получили нагреватели сопротивления в виде спиралей (ТЭНы) и позисторные нагреватели. Типичные конструкции электрических подогревателей представлены на рис. 5.9. Рабочее тело, а это масло, охлаждающая жидкость или электролит АКБ, обтекает нагревательный элемент на основе никромовой спирали 3 в корпусе 4, отбирает теплоту и переносит ее к нагреваемому изделию.

Проверку технического состояния свечей накаливания, ЭФУ, подогревателей и аэрозольных устройств, облегчающих пуск холодного двигателя, осуществляют при отказах элементов систем или проведении сезонного ТО. Она включает в себя целый комплекс мероприятий:

- визуально определяют состояние конструкции устройства, наличие горения контрольных ламп и сигнализаторов исправности системы;

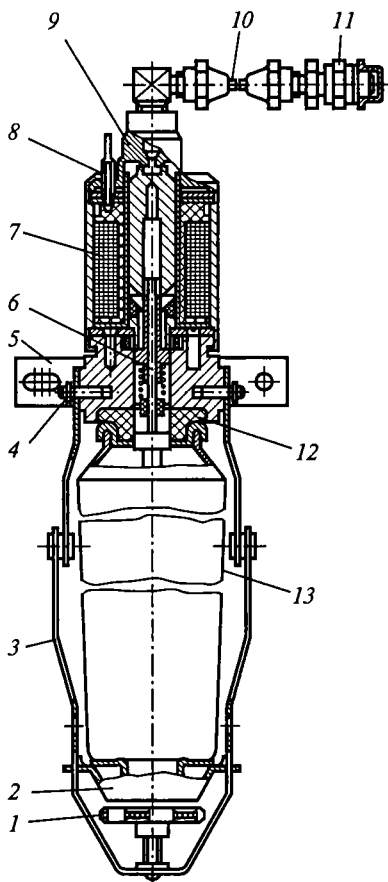


Рис. 5.8. Конструктивная схема аэрозольного пускового устройства с электромагнитным приводом: 1 — регулировочный винт; 2 — нажимной подпятник; 3 — складывающееся крепление баллона с аэрозолем; 4 — ось крепления; 5 — кронштейн крепления; 6 — эмульсионная трубка; 7 — электромагнит; 8 — сердечник; 9 — пластинчатый клапан; 10 — трубопровод; 11 — форсунка; 12 — резиновое уплотнение; 13 — аэрозольный баллон

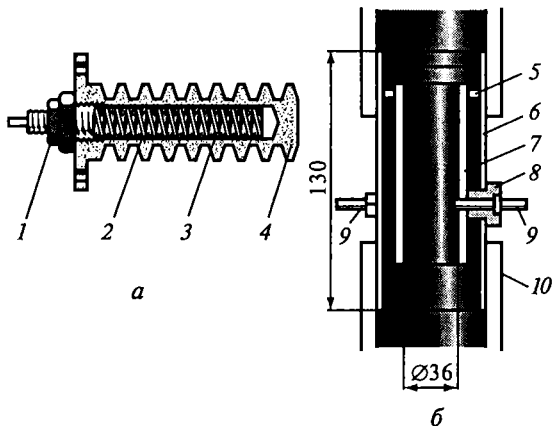


Рис. 5.9. Конструктивные схемы электрических подогревателей моторного масла (а) и охлаждающей жидкости (б):

1 — изолятор с клеммой; 2 — стержень; 3 — нагревательная нихромовая спираль; 4 — корпус; 5 — распорное кольцо; 6 — наружный электрод; 7 — внутренний электрод; 8 — изолятор; 9 — выводы; 10 — патрубок

- исправность свечей накаливания и нагревательных элементов оценивают по силе потребляемого тока. Большая сила тока или его отсутствие свидетельствует о неисправности или обрывах в токоподводящих цепях;

- проверяют временные интервалы работы электронных блоков и реле (например, исправность дополнительного резистора с термореле ЭФУ оценивают по времени от момента включения термореле до замыкания его контактов после отключения тока). Уменьшение продолжительности замкнутого состояния контактов термореле приводит к преждевременному прекращению подачи топлива к факельным свечам ЭФУ;

- наличие горения смеси и факела в ЭФУ, камерах сгорания жидкостных и воздушных подогревателей оценивают визуально через отверстие во впускном трубопроводе двигателя при вращении коленчатого вала дизеля электростартером — у ЭФУ или по индикатору — у подогревателей;

- проверяют герметичность топливной системы визуально или путем отсоединения ее от дозирующих устройств и включения подкачивающего насоса или электромагнитного клапана. В этом случае должна появиться струя топлива. Расход топлива и силу потребляемого тока определяют на специальных стендах.

При подготовке топливной системы дизелей к эксплуатации в холодный период года ее освобождают от летнего сорта топлива, очищают от нагара свечи накаливания, сетки и защитные экраны, промывают фильтры и жиклеры ЭФУ и подогревателей. Искровые свечи зажигания очищают от нагара на пескоструйном

стенде и регулируют искровой зазор. Фильтры после очистки продувают сжатым воздухом.

Техническое обслуживание подогревателей состоит из ЕТО, периодического и сезонного ТО. ЕТО выполняют в период постоянного функционирования отопителя. Оно заключается в проверке надежности крепления соединительных разъемов пучка проводов к блоку управления, затяжки болтов крепления горелки к теплообменнику и наличия подтекания топлива и охлаждающей жидкости после запуска подогревателя.

Периодическое ТО проводят в объеме ЕТО при ТО-1. При сезонном ТО выполняют следующие работы:

- отсоединяют подогреватель от бортовой сети автомобиля. Очищают его от пыли и грязи, при необходимости снимают его с автомобиля для осмотра и выявления повреждений;
- снимают блок управления с подогревателя и проверяют его функционирование;
- снимают горелку с корпуса подогревателя и визуально оценивают ее состояние;
- демонтируют камеру сгорания, очищают ее от нагара и копоти. Наиболее тщательной очистке подвергают завихритель, так как нагар в его отверстиях снижает подачу воздуха и тепловую производительность подогревателя;
- очищают от сажи и нагара внутреннюю полость теплообменника и промывают ее чистой теплой водой через патрубок подвода жидкости под давлением 196 кПа;
- снимают запальные электроды и индикатор пламени, проверяют визуально и при наличии копоти и нагара их удаляют;
- проверяют плавность работы зубчатой передачи;
- проверяют работоспособность электродвигателя вентилятора, обращая внимание на состояние щеток и их изношенность;

Таблица 5.4

Причины основных видов неисправностей устройств облегчения пуска холодного двигателя, способы их диагностирования и устранения

Причина неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Стрелка амперметра при включении устройства или систем зашкаливает, а стрелка вольтметра находится в «оранжевой» или «белой» зоне</i>		
Замыкание нагревательного элемента на «массу» из-за повреждения герметизирующей манжеты и замыкания	Отсоединяют провод, идущий на свечу, или одну из свечей ЭФУ, что исключает возможность его замыкания на «массу». Отсутствие зашкаливания стрелки амперметра или	Неисправную свечу заменяют или ремонтируют

Причина неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
спирали на «массу»	<p>вольтметра в «оранжевой» зоне свидетельствует о неисправности отключенной свечи.</p> <p>Измеряют сопротивление свечи (оно должно составлять около 0,1 Ом).</p> <p>Вывернутую свечу накаливания надежно закрепляют в приспособлении и, не прикасаясь к нагревательному элементу, чтобы не обжечься, подключают на 1...2 мин к источнику постоянного тока, указанному на свече. Через 7...20 с (в зависимости от ее быстродействия) она должна нагреться. В противном случае она неисправна</p>	
Замыкание на «массу» электрических проводов, термореле, реле блокировки	Тестером или мультиметром проверяют состояние изоляции подводящих проводов и обмоток реле	Провода с поврежденной изоляцией и неисправное реле заменяют
	Отсоединяют провода между кнопочным выключателем и выводом термореле. Прекращение зашкаливания стрелки амперметра или выход стрелки вольтметра из «оранжевой» зоны свидетельствуют о замыкании спирали термореле	Неисправное термореле заменяют новым
<i>Стрелка амперметра или вольтметра не меняет положения при включении устройства</i>		
Перегорание свечей или отсутствие контакта в цепи электроснабжения	Включают ЭФУ и проверяют напряжение на выводах элементов, начиная со штифтовых свечей. В случае применения искровых свечей зажигания проверяют напряжение на выходе высоковольтного источника искрового разряда — на воздушном зазоре величиной 2...3 мм	Неисправные элементы ЭФУ заменяют новыми. Нарушения контакта в цепи электроснабжения устраняют

Причина неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Наличие паров топлива при отсутствии факела</i>		
Недостаточная температура нагревательных элементов или отсутствие искрового разряда	Проверяют время загорания контрольной лампы	Неисправное термореле заменяют новым
Высокое переходное сопротивление в цепи электроснабжения от АКБ	Проверяют надежность контактных соединений в цепи питания от выводов АКБ до клеммы «+» ЭФУ	Клеммы АКБ зачищают, затягивают и смазывают смазкой «Литол-24»
Недостаточное напряжение АКБ	Проверяют состояние АКБ по плотности электролита	Разряженную АКБ заряжают или ремонтируют

• после устранения неисправностей и профилактики подогреватель собирают в последовательности обратной разборке, тщательно затягивая винтовые соединения и надежно соединяя разъемы электропроводки.

Причины основных видов неисправностей устройств облегчения пуска холодного двигателя, способы их диагностирования и устранения рассмотрены в табл. 5.4.

В табл. 5.5 приведены причины основных видов неисправностей подогревателей, способы их диагностирования и устранения.

Таблица 5.5

Причины основных видов неисправностей жидкостных подогревателей, способы их диагностирования и устранения

Причина неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
<i>Подогреватель не запускается</i>		
Отсутствует напряжение питания подогревателя	Последовательно проверяют тестером цепь питания	Обнаруженные обрывы или сгорание предохранителя устраняют
Вышли из строя коллектор или щетки электродвигателя вентилятора	Проверяют визуально при разборке подогревателя	При необходимости заменяют электродвигатель или щетки
Обрыв в цепи питания электрического насоса	Проверяют, подключив насос непосредственно к АКБ: если он рабо-	Обнаруженный обрыв цепи устраняют

Причина неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
	тает, то произошел обрыв цепи	
Разрядилась АКБ	Проверяют плотность электролита плотно-мером	При необходимости АКБ заряжают до нормы
<i>Отсутствуют воспламенение и сгорание, блок управления автоматически выключается</i>		
Недостаточная подача топлива	Проверяют работоспособность топливного насоса	При необходимости доливают топливо в топливную систему и ремонтируют насос
Не открывается электромагнит	Проверяют термopредохранитель и цепь питания электромагнита	Включают предохранитель, обнаруженный разрыв цепи устраняют
Топливный насос не подает топливо	Проверяют привод насоса	При необходимости топливный насос заменяют
Дизельное топливо застыло в трубопроводе при низкой температуре	Проверяют поступление топлива в форсунку	Меняют топливо на зимнее, продувают трубопровод
Засорилась форсунка	Проверяют по поступлению топлива	При необходимости форсунку заменяют
Негерметичность соединений топливопровода, насос всасывает воздух	Проверяют визуально по подтекам топлива	Уплотняют соединения топливопровода
Отсутствует напряжение зажигания от высоковольтного источника	Проверяют образование искры в воздушном зазоре величиной 2... 3 мм	При необходимости высоковольтный источник или блок управления заменяют
Неправильно установлены электроды зажигания	Проверяют величину зазора между электродами	При необходимости зазор регулируют по инструкции
Избыток воздуха для горения	Проверяют положение дроссельной заслонки	Регулируют подачу воздуха по инструкции
<i>Подогреватель отключается после срабатывания термopредохранителя</i>		
Недостаточное количество охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя	Определяют по уровню жидкости в расширительном бачке	При необходимости доливают охлаждающую жидкость в систему

Причина неисправности	Способ диагностирования	Способ устранения
Неисправен выносной термовыключатель	Проверяют тестером	При необходимости заменяют термовыключатель
<i>Горение в камере сгорания некачественное, с выделением из газоотводящей трубы густого дыма</i>		
Избыток топлива, загрязнение форсунки, топливо подается под углом менее $(80+10)^\circ$	Проверяют работу форсунки по внешнему виду струи	Форсунку заменяют
Неполное сгорание топлива	Проверяют по наличию нагара на фотозlemente	Прочищают воздушный патрубок
Плохое распыление топлива	Проверяют визуально	Заменяют форсунку
Низкая частота вращения вала вентилятора из-за недостаточного напряжения питания или износа щеток	Проверяют плотность электролита АКБ или состояние щеток	При необходимости АКБ заряжают или заменяют электродвигатель
Выпускной патрубок забит продуктами сгорания и сажей	Проверяют визуально	Очищают патрубок от сажи
<i>При работе подогревателя из выхлопной трубы появился голубой дым</i>		
Недостаток топлива	Проверяют состояние фильтра	Промывают фильтр
Засорилась форсунка	Проверяют визуально	Меняют форсунку
Избыток воздуха для горения	Проверяют положение заслонки воздухозабора	Регулируют положение заслонки по инструкции
<i>Недостаточная теплопроизводительность подогревателя</i>		
В камере сгорания образовался нагар, в теплообменнике — накипь на стенках	Проверяют визуально при разборке подогревателя	Очищают от нагара камеру сгорания и от накипи — теплообменник
<i>При работе подогревателя сильный шум в корпусе горелки</i>		
Износ подшипников электродвигателя или зубчатой передачи	Проверяют при разборке подогревателя	Ремонтируют электродвигатель путем замены подшипника

5.3. Особенности ТО изделий и систем АТЭ и АЭ в горных условиях и районах с жарким сухим климатом

Условия эксплуатации в горной местности

При эксплуатации автомобилей и тракторов в горной местности на 40 % сокращается периодичность ТО и увеличиваются нормы на запасные части. В инструкции по эксплуатации включены специальные требования к вождению в горной местности и повышенные требования к тормозной системе. Интенсивность эксплуатации изделий АТЭ и АЭ в горных условиях увеличивается вследствие постоянно меняющихся режимов работы двигателя и возрастания механических нагрузок при резких изменениях траектории движения по серпантину дорог. Из-за частых туманов и дождей в условиях плохой видимости перегреваются генераторные установки, аппараты зажигания, осветительные и светосигнальные приборы. Повышенная влажность вызывает ускоренную коррозию клемм электрической проводки и некоторых деталей изделий АТЭ.

Из-за сильного разрежения воздуха на высоте 3000...4000 м над уровнем моря повышается вероятность образования коронного разряда на поверхностях высоковольтных деталей аппаратов зажигания, что может вызвать их пробой, особенно в случае их загрязнения. Высокая интенсивность эксплуатации транспортных средств в горных условиях обуславливает ряд особенностей проведения ТО изделий АТЭ и АЭ:

- изделия АТЭ и АЭ моторного комплекта — генераторная установка, электростартер, свечи зажигания, датчики и проводка (пучок проводов) — при ЕТО проходят визуальную проверку на целостность и работоспособность;
- все электрооборудование тщательно закрепляют и регулируют в соответствии с инструкцией по эксплуатации;
- осветительная и светосигнальная аппаратура должна нормально функционировать; необходимо, чтобы ее номенклатура и установка соответствовали нормативным документам;
- перед выездом на трассу диагностируют все электронные системы и устройства, в том числе с помощью встроенного устройства диагностирования.

Эксплуатация в районах с жарким сухим климатом

В районах с жарким сухим климатом на изделия АТЭ и АЭ наибольшее воздействие оказывают высокая температура окружающей среды, сильная запыленность воздуха и солнечная радиация. Для создания более комфортных условий водителю и пассажирам автомобили и тракторы снабжают климатическими установками, в состав которых входит кондиционер.

Наличие кондиционера на автомобиле или тракторе увеличивает нагрузку на двигатель внутреннего сгорания и генераторную установку, так как может нарушиться баланс электроэнергии на транспортном средстве. Это означает, что АКБ может быть заряжена не полностью, и нельзя исключать возможности снижения ее ресурса в процессе эксплуатации. Следует отметить, что при работе двигателя в режиме холостого хода из-за дополнительной нагрузки (компрессор кондиционера и электрические вентиляторы) частота вращения вала двигателя будет снижаться, и проблема баланса электроэнергии в сети автомобиля еще больше усугубится. Генераторная установка при малой частоте вращения вала двигателя не обеспечит требуемого зарядного тока АКБ, и батарея будет быстро разряжаться. При температуре окружающей среды 30°C в городах с интенсивным дорожным движением АКБ может быть разряжена до 25 % номинальной емкости за одну неделю.

Для устранения этих недостатков системы электроснабжения на автомобилях, оборудованных электронной системой управления двигателем, последняя имеет дополнительную функцию управления — увеличение частоты вращения вала двигателя в режиме холостого хода при работающем кондиционере. Кроме того, при повышенной температуре окружающей среды происходит перегрев изделий АТЭ, и особенно АЭ, поэтому нежелательно размещать их в застойных, без движения воздуха, зонах.

Высокая температура окружающей среды приводит к нагреву электролита, а следовательно, и к более быстрому разрушению электродов, сульфатации и интенсивному испарению воды из электролита. Под воздействием солнечной радиации уменьшается прочность моноблока, крышек и герметизирующих мастик. Для снижения химической активности электролита его плотность понижают, а периодичность доливки дистиллированной воды в обслуживаемые АКБ сокращают до 5...7 сут вместо 12...15 сут.

Даже у необслуживаемых батарей необходимы более частый контроль уровня электролита и доливка дистиллированной воды. Это связано с тем, что повышение напряжения начала разложения воды на водород и кислород за счет применения в качестве материала для электродов сплавов с низким содержанием сурьмы не приводит к снижению скорости испарения воды из электролита при повышенных температурах. Измерять уровень электролита в необслуживаемых батареях необходимо один раз в 2...4 мес. На продолжительность периода между добавлениями дистиллированной воды влияет и интенсивность эксплуатации транспорта. При многократном снижении уровня электролита срок службы батареи уменьшается из-за ускоренного разрушения решеток положительных электродов.

В районах с жарким климатом быстрее перегреваются АКБ, выполненные в моноблоках с темной окраской и устанавливаемые снаружи, когда они не защищены от прямого попадания сол-

нечных лучей. При температуре воздуха в тени 45...47 °С температура батарей в блоках черного цвета повышается до 60...65 °С.

Помимо этого регулируемое напряжение системы электроснабжения должно быть снижено до значения, при котором исключается продолжительный перезаряд батареи.

Обслуживание кондиционеров сводится к диагностированию их с помощью специальной аппаратуры или путем выполнения простых операций:

- в салоне автомобиля повышают температуру до 25...30 °С, открывая в жаркий день двери кабины или салона, и устанавливают частоту вращения коленчатого вала двигателя 1000...2000 мин⁻¹. Этот режим обеспечивает наиболее интенсивное охлаждение и максимальную частоту вращения вала вентилятора воздухораспределителя салона. Через 10...15 мин работы по характеру перетекания жидкого хладагента (устанавливается визуально с помощью смотрового окна ресивера-осушителя) определяют, необходима ли его дозаправка;

- одновременно проверяют работу вентиляторов дополнительного обдува конденсатора. Частота их вращения зависит от тепловой нагрузки на кондиционер, при увеличении которой она должна возрастать;

- следы масла вокруг вала компрессора и в местах резьбовых соединений трубопроводов свидетельствуют о наличии утечки хладагента;

- посторонние звуки в передней части компрессора при работе двигателя с выключенным кондиционером возникают из-за попадания грязи в зазор электромагнитной муфты;

- шум и повышенная вибрация приводного ремня свидетельствуют о необходимости регулирования его натяжения;

- отказ датчиков, электромагнитных клапанов, реле и обрывы в электрических цепях выявляют с помощью диагностического оборудования.

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности эксплуатации автотранспорта в экстремальных условиях?

2. Назовите характерные отказы изделий АТЭ и АЭ в северных условиях эксплуатации.

3. Перечислите дополнительные устройства облегчения пуска холодного двигателя.

4. Какими особенностями отличается ТО свечей накаливания и ЭФУ?

5. Каковы особенности ТО жидкостных независимых отопителей?

6. Назовите основные виды неисправностей устройств облегчения пуска холодного двигателя.

7. Каковы особенности ТО изделий АТЭ в местности с жарким сухим климатом?

ВЫБОР ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗДЕЛИЙ И СИСТЕМ АТЭ И АЭ

Техническое состояние изделий и систем АТЭ и АЭ определяют прямым и косвенным методами, которые обеспечивают измерение текущих значений их конструктивных параметров. При этом косвенный, или диагностический, метод позволяет не разбирать изделия или системы и с меньшими затратами труда осуществлять контроль механических, электрических и иных показателей объекта. Этот метод называется также техническим диагностированием.

Необходимо подчеркнуть, что техническое диагностирование электрооборудования транспортных средств характеризует техническое состояние изделий АТЭ и АЭ с определенной точностью. Результаты диагностирования оформляют в виде заключения о техническом состоянии изделия или системы с указанием, при необходимости, места, вида и причины несоответствия структурного или выходного параметра требованиям, установленным НТД. Видами технического состояния изделий АТЭ и АЭ являются исправность, работоспособность, неисправность и неработоспособность.

Между неисправным и неработоспособным состояниями есть существенное отличие, заключающееся в том, что при некоторых неисправных состояниях объекта, например при повышенном механическом или магнитном шуме генераторной установки или электропривода, наличии трещин, сколов, забоин или вмятин на какой-либо неотчетливой корпусной детали, может сохраняться работоспособность изделия. Однако при ТО или ремонте такую деталь заменяют, а агрегат ремонтируют, поскольку эта неисправность может привести к отказу изделия или нарушению правил эксплуатации.

6.1. Классификация видов и средств диагностирования

Виды и средства диагностирования подразделяют на две основные группы: встроенные, или бортовые, средства и внешние диагностические устройства. В свою очередь, встроенные средства могут быть информационными, сигнализирующими и програм-

мируемыми, или запоминающими. Внешние средства подразделяют на стационарные и переносные. Информационные бортовые средства, являющиеся конструктивными элементами автомобиля или трактора, непрерывно или периодически осуществляют контроль по определенной программе.

Примером информационной системы является блок индикации бортовой системы контроля, электрическая схема которого представлена на рис. 6.1.

Блок индикации предназначен для контроля и информирования о состоянии отдельных устройств и систем автомобиля. Он

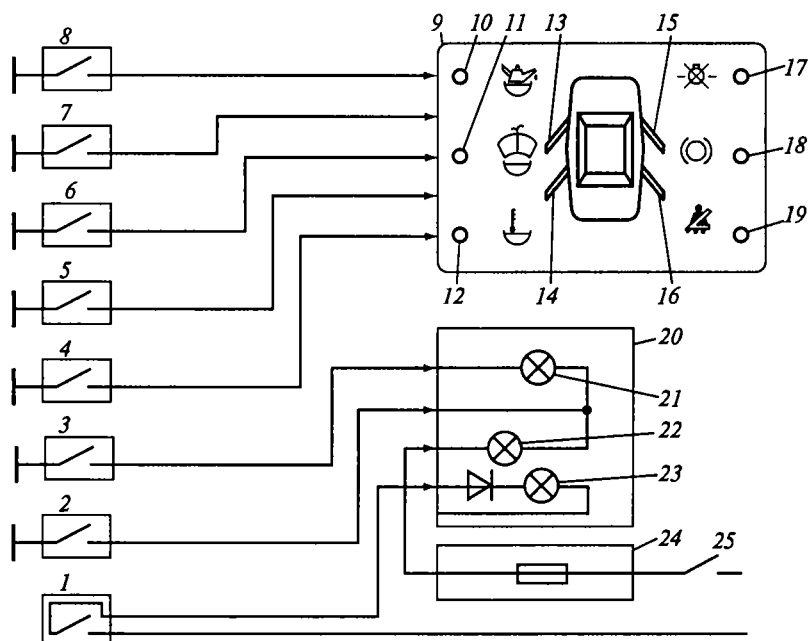


Рис. 6.1. Электрическая схема соединений встроенных сигнализаторов аварийных режимов блока индикации:

1 — датчик уровня тормозной жидкости; 2 — датчик стояночного тормоза; 3 — датчик аварийного давления масла; 4 — датчик уровня масла; 5 — датчик уровня аварийного давления масла; 6 — датчик уровня охлаждающей жидкости; 7 — датчик пристегнутых ремней безопасности; 8 — датчик износа тормозных колодок; 9 — блок индикации бортовой системы контроля; 10 — сигнализатор уровня масла; 11 — сигнализатор уровня охлаждающей жидкости; 12 — сигнализатор уровня охлаждающей жидкости; 13—16 — сигнализаторы незакрытых дверей; 17 — сигнализатор неисправности ламп габаритных огней и торможения; 18 — сигнализатор износа тормозных колодок; 19 — сигнализатор непристегнутых ремней безопасности; 20 — комбинация приборов; 21 — контрольная лампа аварийного давления масла; 22 — сигнализатор стояночного тормоза; 23 — сигнализатор уровня тормозной жидкости; 24 — монтажный блок; 25 — выключатель зажигания

представляет собой электронную систему диагностирования, звуковой и светодиодной сигнализации о состоянии износа тормозных колодок; непристегнутых ремнях безопасности; уровнях масла в картере двигателя, омывающей, охлаждающей и тормозной жидкостей; аварийном давлении масла; незакрытых дверях салона; неисправности ламп габаритных огней и сигнала торможения.

Этот блок может находиться в одном из пяти режимов: «Выключено», ждущем и тестовом режимах, «Предвыездной контроль параметров» и «Контроль параметров при работе двигателя». При открывании любой двери салона блок включает внутреннее освещение.

Когда ключ зажигания не вставлен в выключатель зажигания, блок индикации находится в режиме «Выключено». После того как ключ введен в выключатель зажигания, блок переходит в ждущий режим и остается в нем, пока ключ находится в положении «Выключено» или «0». Если в этом режиме открыта дверь водителя, то возникает неисправность «Забытый ключ в выключателе зажигания» и звуковой сигнализатор подает прерывистый сигнал в течение (8 ± 2) с. Сигнал выключится, если дверь закрыть, а ключ вынуть из выключателя зажигания или повернуть в положение «Зажигание включено».

Тестовый режим включается после поворота ключа в выключателе зажигания в положение «Зажигание» или «1». При этом на (4 ± 2) с включаются звуковой сигнал и все светодиодные сигнализаторы для проверки их исправности. Одновременно выявляются неисправности с помощью датчиков уровней охлаждающей, тормозной и омывающей жидкостей и запоминается состояние этих датчиков. До окончания тестирования сигналы о состоянии датчиков не поступают.

По окончании тестирования наступает пауза, и блок индикации переходит в режим «Предвыездной контроль параметров». Далее при наличии неисправностей блок работает согласно следующему алгоритму:

- светодиодные сигнализаторы параметров, вышедших за пределы установленной нормы, начинают мигать в течение (8 ± 2) с, после чего горят постоянно до выключения зажигания или перевода ключа в положение «0»;
- синхронно со светодиодами включается звуковой сигнализатор, который выключается через (8 ± 2) с.

Если в процессе движения автомобиля возникает неисправность, то включается алгоритм «Контроль параметров при работе двигателя».

Если в течение (8 ± 2) с после начала действия световой и звуковой сигнализации поступят еще один или несколько сигналов о наличии неисправности, то мигание светодиодных сигнализато-

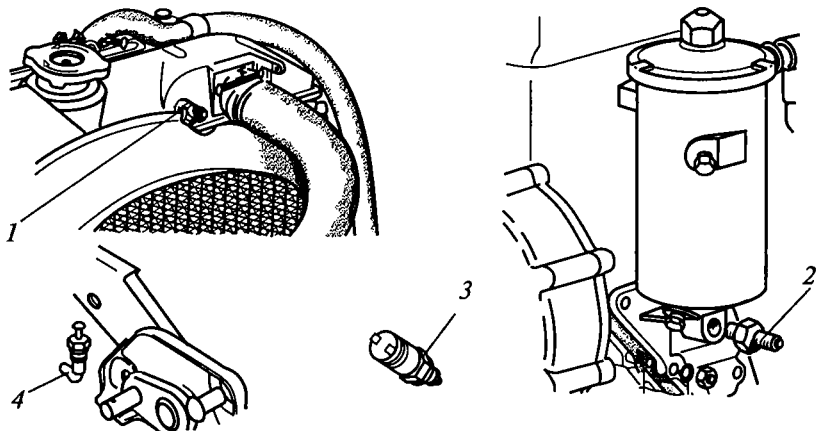


Рис. 6.2. Размещение датчиков аварийных режимов на автомобиле:

1 — датчик перегрева двигателя внутреннего сгорания; 2 — датчик аварийного давления масла; 3 — выключатель сигнализатора неисправности рабочих тормозов; 4 — выключатель сигнализатора стояночного тормоза

ров сменится постоянным горением и выполнение алгоритма индикации повторится.

Кроме рассмотренной системы встроенного диагностирования на автомобилях широко применяется набор датчиков и сигнализаторов аварийных режимов (рис. 6.2), которые предупреждают о возможном состоянии отказа до его наступления или о возникновении скрытых отказов (перегрев двигателя, аварийное давление масла, неисправность рабочих тормозов, включение стояночного тормоза, отсутствие заряда АКБ и т.д.).

Программируемые (запоминающие) встроенные средства диагностирования или самодиагностирования отслеживают и заносят в память информацию о неисправностях электронных систем для считывания ее с помощью диагностического разъема и контрольного табло «Check engine», звуковой или речевой индикации о предотказном состоянии изделий или системы. Диагностический разъем используется и для подключения автосканера и мотор-тестера.

Алгоритм работы программируемой диагностической системы заключается в следующем. При включении зажигания контрольное табло загорается, и, пока двигатель еще не работает, происходит проверка исправности элементов системы. После пуска двигателя табло гаснет. Если оно продолжает светиться, то это означает, что обнаружена неисправность. При этом код неисправности заносится в память контроллера. Причину включения табло необходимо выяснить при первой же возможности. Если неисправность устраняется, то контрольное табло или лампа гаснет через 10 с, но код

неисправности будет храниться в памяти контроллера. При проведении диагностирования каждый из этих кодов высвечивается три раза. По окончании ремонта коды стирают из памяти. Для этого необходимо отключить питание контроллера на 10 с путем отсоединения клеммы «-» АКБ или предохранитель контроллера.

К внешним переносным средствам диагностирования относят приборы контроля состава отработавших газов, автосканеры, мультиметры и т. д.

На практике применяют два способа диагностирования. Первый состоит в том, что на объект диагностирования воздействуют имитатором сигналов датчиков и исполнительных устройств в виде эталонных напряжений, силы токов или частот и фиксируют реакцию объекта — диагностический сигнал. Такой способ реализуется при использовании компьютерного диагностического комплекса, который через диагностический разъем, отвечающий стандарту ISO 9141, подключают к электронной системе, и с помощью программы контролируют все необходимые параметры. На дисплей компьютера выводятся мнемосхема или конфигурация системы, числовые данные, хранящиеся в памяти процессора, и переходные процессы в исполнительных механизмах, которые могут служить показателями исправности системы. Информация, поступающая на экран дисплея, позволяет проанализировать неисправности системы, имевшие место ранее, в процессе эксплуатации, и возникшие в момент проверки.

При втором способе диагностирования исследуемый объект выводят на заданный режим работы. С помощью датчиков средства диагностирования анализируют поступающие от него сигналы, которые характеризуют измеряемые параметры, например процессов во вторичной цепи катушки зажигания — для системы зажигания, пульсаций выходного напряжения — для генераторной установки. Эти сигналы можно проанализировать визуально на дисплее или экране осциллографа в сравнении с эталонными или со значениями параметров, находящимися в памяти контроллера системы диагностирования. В ряде случаев система дает прогноз технического состояния объекта с указанием перечня работ, необходимых для устранения обнаруженных неисправностей.

В памяти диагностического устройства могут содержаться сведения об автомобиле и его пробеге, а также о предыдущих проверках технического состояния объекта, что позволяет определить динамику диагностического параметра и дать прогноз наработки до предельного уровня технических параметров изделия.

Основными критериями выбора метода диагностирования и обслуживания являются размер затрат на его проведение и вид параметров изделия или системы, подлежащих измерению.

6.2. Выбор структурных и диагностических параметров изделий и систем АТЭ и АЭ для оценки их технического состояния

При выборе диагностических параметров изделия или системы АТЭ и АЭ руководствуются следующими принципами. Первый из них заключается в том, что структурные и выходные параметры объекта должны обеспечивать оценку его технического состояния без разборки. Это означает, что диагностическими параметрами могут быть характеристики рабочего процесса изделия или системы: вторичное напряжение катушки зажигания, длительность искрового разряда на свечах зажигания, ток электростартера при полном торможении якоря и др.

Вторым принципом является однозначность диагностического параметра, т.е. его монотонное, а не скачкообразное изменение в процессе эксплуатации автомобиля или трактора.

Третий принцип — это стабильность диагностического параметра, что означает нахождение его значений в заданном интервале. Примером стабильного параметра может служить выходное напряжение генераторной установки, пределы изменения которого определяет регулятор напряжения.

Четвертым принципом выбора диагностического параметра является его чувствительность, т.е. наличие изменения конструктивного параметра изделия в процессе расходования его ресурса.

Пятый принцип заключается в информативности диагностического параметра. Это комплексное свойство, объединяющее все предыдущие и позволяющее исключить неопределенность при оценке технического состояния объекта. Благодаря этому свойству выбранного диагностического параметра сводится к минимуму возможность принять неисправный объект диагностирования за исправный (ошибка первого рода) и наоборот (ошибка второго рода).

Поэтому сложился определенный порядок выбора диагностического параметра изделий и систем АТЭ и АЭ:

- по данным подконтрольной или обычной эксплуатации выявляют наиболее часто встречающиеся виды отказов и повреждений;
- анализируют, как отражается неработоспособность элементов изделия на его выходных параметрах;
- составляют блок-схему причинно-следственных связей в цепи агрегат (или сборочная единица) — сопряжение (или элемент) — структурный параметр — характер неисправности — симптом — диагностический параметр.

Уровни поиска неисправностей отвечают следующей схеме:

- 1 — агрегат или сборочные единицы, из которых состоит диагностируемая система электрооборудования;

- 2 — сопряжение либо элемент агрегата или его сборочных единиц, подвергающихся в процессе эксплуатации воздействию дестабилизирующих факторов (температура, влажность, вибрация и др.);
- 3 — структурные параметры, характеризующие исправность либо работоспособность элементов или сопряжений изделий;
- 4 — возможные состояния неисправности и неработоспособности;
- 5 — симптомы состояний неисправности и неработоспособности;
- 6 — возможные диагностические параметры, чувствительные к изменению структурных параметров.

На рис. 6.3 приведена блок-схема причинно-следственных связей и уровней поиска неисправностей на примере датчика-распределителя бесконтактной системы зажигания (рис. 6.4).

Порядок диагностирования устанавливают таким образом, чтобы по минимальному числу измеренных параметров установить техническое состояние изделия или системы, а в случае их неработоспособности локализовать неисправные элементы или сопряжения и обнаружить нарушение регулировки.

Параметры шестого уровня определяют непосредственно на автомобиле без разборки и снятия датчика-распределителя с двигателя. Значения измеренных параметров сравнивают с нормативными и определяют конкретную неисправность по осциллограммам на экране мотор-тестера.

Алгоритмы диагностирования изделий и систем АТЭ и АЭ составляют исходя из анализа их структурных схем надежности. При этом системы электроснабжения, пуска и зажигания имеют последовательную надежностную схему соединений элементов, в которой отказ любого из них вызывает отказ системы в целом. Например, отказ выпрямительного диода моста генератора приводит к отказу всей генераторной установки, так как напряжение на ее выходе не соответствует норме. В табл. 6.1 рассмотрены неисправности, присущие системам электроснабжения, пуска и зажигания, при отказе одного из их элементов, соединенных по последовательной надежностной схеме.

Элементы системы освещения и световой сигнализации, информационной системы и вспомогательного оборудования соединены по параллельной надежностной схеме, в которой отказ какого-либо одного элемента не приводит к отказу всей системы. Например, отказ электродвигателя отопителя не нарушает работоспособности всей системы электропривода, т. е. движение автомобиля не затруднено. В табл. 6.2 перечислены некоторые виды неисправностей этих систем и их элементов.

Разделение надежностных схем соединений элементов диагностируемых систем на последовательные и параллельные позволяет определить оптимальные алгоритмы проверки на мотор-тесте-

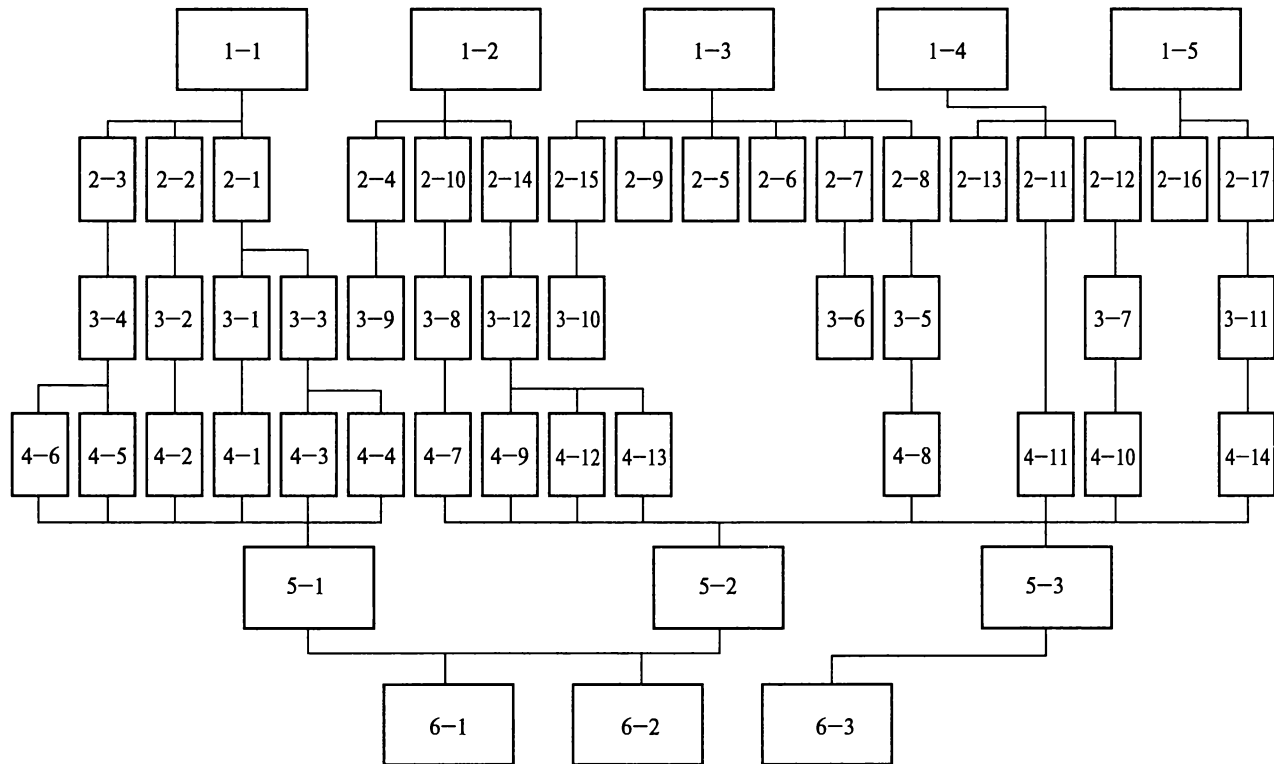


Рис. 6.3. Блок-схема причинно-следственных связей и уровней поиска неисправностей датчика-распределителя бесконтактной системы зажигания:

1-й уровень: 1—1 — высоковольтная крышка; 1—2 — корпус датчика-распределителя; 1—3 — центробежный автомат; 1—4 — вакуумный автомат; 1—5 — датчик Холла и опорная пластина датчика; 2-й уровень (сопряжения): 2—1 — высоковольтная крышка — уголек; 2—2 — уголек — ротор; 2—3 — ротор — помехоподавляющий резистор; 2—4 — держатель переднего подшипника валика — валик; 2—5 — валик распределителя — ведомая пластина центробежного автомата; 2—6 — валик распределителя — муфта; 2—7 — ведущая пластина центробежного автомата — грузики; 2—8 — грузики центробежного автомата — пружины; 2—9 — ось грузика на ведомой пластине — грузик; 2—10 — опорная пластина с подшипником — держатель переднего подшипника валика; 2—11 — тяга вакуумного автомата — диафрагма вакуумного регулятора; 2—12 — диафрагма — пружина вакуумного регулятора; 2—13 — пружина — крышка вакуумного автомата; 2—14 — корпус распределителя — сальниковое уплотнение; 2—15 — муфта — штифт; 2—16 — датчик Холла — замыкатель; 2—17 — датчик Холла — провод разъема; 3-й уровень: 3—1 — сопротивление уголька; 3—2 — сопротивление помехоподавляющего резистора; 3—3 — сопротивление изоляции высоковольтной крышки; 3—4 — сопротивление изоляции ротора; 3—5 — упругость пружин центробежного регулятора; 3—6 — величина зазора между осью грузика и осью; 3—7 — упругость пружины вакуумного автомата; 3—8 — величина люфта в переднем подшипнике распределителя; 3—9 — величина люфта валика в подшипнике скольжения корпуса распределителя; 3—10 — величина зазора между муфтой и корпусом; 3—11 — форма выходного напряжения сигнала датчика Холла; 3—12 — величина люфта переднего подшипника валика в держателе; 4-й уровень: 4—1 — увеличение сопротивления уголька или обрыв; 4—2 — выход из строя помехоподавляющего резистора; 4—3 — трещины высоковольтной крышки или ее прогар; 4—4 — загрязнение высоковольтной крышки; 4—5 — загрязнение ротора; 4—6 — пробой ротора; 4—7 — износ переднего подшипника валика; 4—8 — заедание грузиков центробежного автомата; 4—9 — износ посадочного места муфты на распределительном валу; 4—10 — повреждение диафрагмы вакуумного автомата; 4—11 — ослабление пластины вакуумного регулятора; 4—12 — заедание подшипника в неподвижной пластине датчика; 4—13 — течь масла через сальник; 4—14 — стирание микросхемы датчика Холла; 5-й уровень: 5—1 — уменьшение вторичного напряжения системы зажигания; 5—2 — отклонение угла опережения зажигания от нормы; 5—3 — перебои искрообразования на свечах зажигания; 6-й уровень: 6—1 — вторичное напряжение на свечах зажигания при работающем двигателе; 6—2 — длительность искрового разряда при работающем двигателе; 6—3 — угол опережения зажигания

рах, облегчить анализ работоспособного и неработоспособного состояний системы, выбрать порядок выполнения технологических операций текущего и даже капитального ремонтов. Знание того, какой тип надежностной схемы имеет система, сокращает затраты времени на поиск неисправностей с помощью контрольной лампы, если отказ произошел во время транспортного процесса. Таким образом, диагностирование изделий и систем АТЭ и АЭ позволяет определить степень их работоспособности на момент проведения проверки и выявить отдельные дефекты, их характер и местонахождение.

**Неисправности систем и их элементов, соединенных
по последовательной надежностной схеме**

Неисправность		Способ устранения
системы	элемента системы	
<i>Система электроснабжения</i>		
Нет зарядного тока	Обрыв обмотки возбуждения	Ремонт генератора
	Пробой диодов выпрямительного моста	Замена диодного моста, текущий ремонт
	Пробой фазной обмотки на «массу»	Ремонт генератора
	Отказ регулятора напряжения	Замена регулятора напряжения
Выходное напряжение выше нормы	То же	Замена регулятора напряжения
Повышенный механический шум генератора при работе	Отказ подшипника	Ремонт генератора, снятого с двигателя
<i>Система пуска</i>		
Коленчатый вал двигателя не вращается при включенном стартере	Разряжена АКБ	Заряд или ремонт АКБ
	Отказ привода стартера	Замена или ремонт привода
	Пробой обмотки якоря	Ремонт стартера, снятого с двигателя
	Отказ тягового реле	Замена или ремонт реле
Коленчатый вал двигателя вращается с повышенным механическим шумом	Заело муфту привода на валу якоря	Ремонт муфты привода и вала
	Поломка шестерни привода стартера	Ремонт стартера, снятого с двигателя
<i>Система зажигания</i>		
Двигатель не развивает необходимой мощности и работает неустойчиво	Выход из строя свечи зажигания	Заменяют свечу зажигания после ее визуального осмотра и проверки на стенде
Двигатель не развивает необходимой мощности и работает с перебоями	Заело грузики центрального автомата опережения угла	Ремонт датчика-распределителя, снятого с двигателя
		Пробой высоковольтных крышек распре-

Неисправность		Способ устранения
системы	элемента системы	
	делителя или катушки зажигания	катушки зажигания
Двигатель не запускается при вращении его стартером	Отсутствие высокого напряжения на свечах зажигания из-за пробоя помехоподавляющего резистора	Замена бегунка распределителя или катушки зажигания
	Выход из строя свечи зажигания	Замена свечи зажигания
	Пробой обмоток катушки зажигания или транзисторного коммутатора	Замена отказавших изделий новыми

Таблица 6.2

Неисправности систем и их элементов, соединенных по параллельной надежностной схеме

Неисправность		Способ устранения
системы	элемента системы	
<i>Система освещения и световой сигнализации</i>		
Не горит одна фара	Не срабатывает реле включения фары	Ремонт или замена реле
	Сгорела лампа фары	Замена сгоревшей лампы
	Сгорел предохранитель в цепи	Замена предохранителя
	Обрыв или короткое замыкание в цепи	Выявление и устранение обрыва или короткого замыкания
Не работают приборы наружного освещения	Не горят два фонаря, имеющих общий предохранитель	Замена предохранителя
	Сгорели лампы	Замена ламп
	Неисправен выключатель	Замена выключателя
<i>Информационная система</i>		
Заклинило стрелку	Заело ось, или стрелка	Замена указательного

Неисправность		Способ устранения
системы	элемента системы	
указательного прибора	задевает за шкалу	прибора
<i>Дополнительное оборудование</i>		
Не работает двигатель отопителя	Пробой обмотки якоря или короткое замыкание	Ремонт либо замена якоря или двигателя НОВЫМ
Не работает или дает неправильные показания спидометр	Вышел из строя гибкий вал	То же

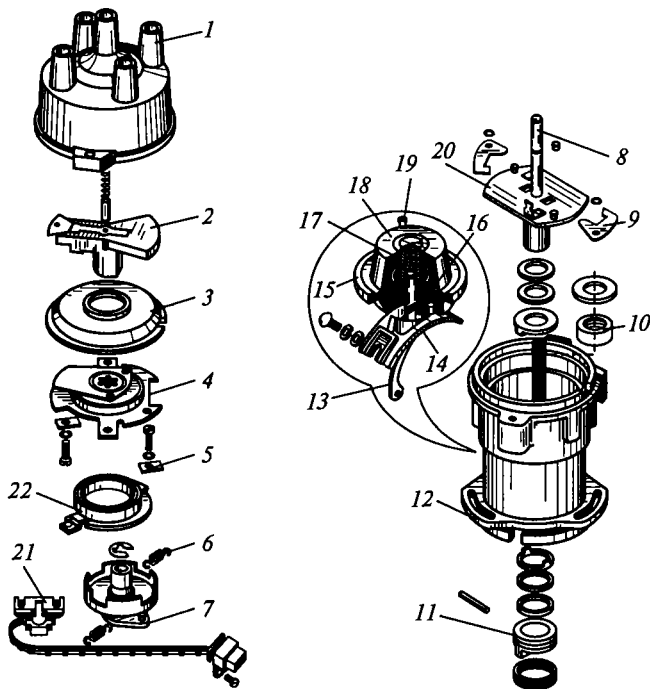


Рис. 6.4. Конструктивная схема разобранного датчика-распределителя типа 40.3706:

1 — высоковольтная крышка; 2 — ротор; 3 — защитная перегородка; 4 — держатель переднего подшипника валика в сборе с опорной пластиной датчика Холла; 5 — шайба крепления проводов датчика Холла; 6, 17 — пружины; 7 — ведомая пластина с замыкателем датчика Холла; 8 — валик с ведущей пластиной центробежного регулятора; 9 — грузики центробежного регулятора; 10 — сальник; 11 — муфта; 12 — корпус; 13 — тяга вакуумного регулятора; 14 — вакуумный регулятор; 15, 18 — крышки вакуумного регулятора; 16 — диафрагма; 19 — штуцер для подвода разрежения во всасывающем патрубке двигателя; 20 — ведущая пластина центробежного регулятора; 21 — датчик Холла; 22 — опорная пластина датчика Холла с подшипником

6.3. Определение наиболее часто повторяющихся неисправностей изделий АТЭ и АЭ по результатам подконтрольной эксплуатации

Основными источниками получения информации о наиболее часто встречающихся отказах изделий АТЭ и АЭ и их элементов являются эксплуатационные испытания подконтрольной партии автомобилей и тракторов, находящихся в рядовой эксплуатации. При проведении этих испытаний исследуют механизмы расходования ресурса и старения изделий. Такие испытания требуют значительных затрат средств и времени. Полученные результаты служат основой для разработки и модернизации конструкций изделий, а также исходным материалом для уточнения нормативов технического обслуживания, ремонта и запасных частей.

Таблица 6.3

Основные диагностические параметры изделий и систем АТЭ и АЭ

Наименование изделия или системы	Наиболее характерные отказы	Диагностический параметр
Система электро-снабжения	Обрыв фазной обмотки, межвитковое замыкание, пробой диодов выпрямительного моста, обрыв обмотки возбуждения	Величина и форма выходного напряжения
Система пуска	Пробуксовка муфты свободного хода, замыкание обмотки возбуждения или якоря, отказ реле стартера, износ коллектора	Сила тока заторможенно-го стартера
Система зажигания	Пробой обмотки катушки зажигания, отказ свечи зажигания, пробой крышек катушки или распределителя	Осцилло-грамма вто-ричной цепи системы
Электронная система управления бензиновым двигателем	Бедная или богатая смесь, отказ форсунки, выбросы токсичных веществ в ОГ, превышающие норму, низкая степень сжатия	Осцилло-граммы рабочих процес-сов, коды отказов
Бортовая сеть автомобиля	Большие переходные сопротивления в контактных соединениях или разъемах	Падение напряжения
Световые приборы	Сгорание ламп и предохранителей	Сила света и тока
Информационные системы и датчики	Неправильные показания, заедания стрелок, отказы датчиков	Сравнение с показателями эталонов

Подконтрольная эксплуатация ранее проводилась на базе таксомоторных парков и автотранспортных предприятий, осуществлявших международные перевозки пассажиров и строительных материалов. В настоящее время подобная информация содержится в материалах по отказам изделий АТЭ и АЭ в течение гарантийного периода эксплуатации автомобилей и при сборке их на конвейере.

Во время подконтрольной эксплуатации для выявления отказов и предотказного состояния изделия обычно исследуют изменение одного из основных параметров, например выходного напряжения генератора, силы тока короткого замыкания стартера или угла замкнутого состояния контактов прерывателя, в зависимости от пробега транспортного средства. При изучении изменения силы тока короткого замыкания заторможенного стартера за основные диагностические параметры можно принять переходное сопротивление в щеточно-коллекторном узле после подгорания, степень загрязнения или замасливания коллекторных пластин, изменение усилия прижима щетки к коллектору в результате их износа и изменения натяжения пружин щеткодержателя.

Анализ наиболее часто повторяющихся неисправностей и метод причинно-следственных связей при поиске неисправностей позволяют определить наиболее важные диагностические параметры изделий АТЭ и АЭ, которые приведены в табл. 6.3 для основных систем и изделий.

6.4. Диагностирование неисправностей изделий и систем АТЭ и АЭ

Инструментами определения неисправностей изделий, узла, детали или сопряжения служат диагностическое оборудование и простые приспособления в виде контрольной лампы, дополнительного зуммера, вольтметра, амперметра, омметра или мультиметра. Необходимо знать типовые алгоритмы технологии поиска обрыва, короткого замыкания и других неисправностей в процессе транспортных работ или вдали от сервисной станции. Рассмотрим эти процедуры для систем электрооборудования.

Система электроснабжения

Если электрическая схема генераторной установки соответствует схеме (рис. 6.5), в которой один конец обмотки возбуждения соединен с корпусом генератора, то алгоритм поиска неисправностей состоит из следующих шагов.

Цепь заряда АКБ проверяют путем подключения одного конца контрольной лампы к выводу «+» генератора, а другого — к «мас-

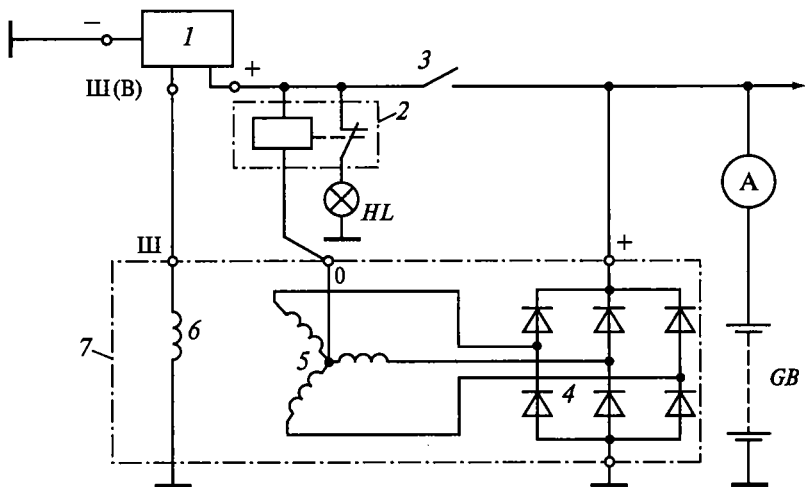


Рис. 6.5. Принципиальная схема генераторной установки с соединением обмотки возбуждения с «массой» автомобиля:

1 — регулятор напряжения; 2 — реле контрольной лампы; 3 — выключатель зажигания; 4 — выпрямительный мост; 5 — фазные обмотки; 6 — обмотка возбуждения; 7 — генератор; Ш и Ш(В) — клеммы соответственно генератора и регулятора напряжения; «-» — клемма «масса»; А — амперметр; «0» — нулевая клемма генератора; HL — контрольная лампа; GB — АКБ

се». Под контрольной лампой понимают устройство, изготовленное самостоятельно, в котором минусовый конец выполнен в виде зажима типа «крокодил», а другой, плюсовый, — в виде шупа. Между ними припаивают патрон с лампой мощностью 15...25 Вт в зависимости от напряжения бортовой сети. При загорании контрольной лампы можно констатировать исправность цепи заряда.

Цепь возбуждения проверяют, подключив плюсовый вывод контрольной лампы к выводам «+» или клемме В регулятора напряжения, а затем к клемме Ш генератора. Минусовый вывод контрольной лампы присоединяют к «массе». При включении зажигания контрольная лампа должна гореть. Если исправность цепи возбуждения таким образом не подтверждается, то при работающем двигателе на средних частотах вращения коленчатого вала вывод «+» или клемму В регулятора соединяют дополнительным проводником с клеммой Ш. При появлении зарядного тока неисправен регулятор напряжения, в противном случае — генератор.

Если в электрической схеме генераторной установки (рис. 6.6), обмотка возбуждения подсоединена к «массе» через регулятор напряжения, то исправность цепи возбуждения проверяют последовательным подключением плюсового вывода контрольной лампы к выводам «+» и клемме Ш1 регулятора напряжения. Другой вывод контрольной лампы замкнут на «массу». При негорящей

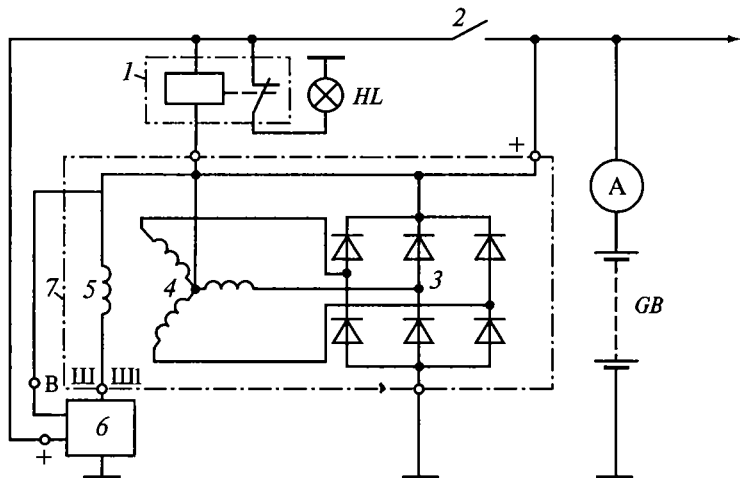


Рис. 6.6. Принципиальная схема генераторной установки с соединением обмотки возбуждения с «массой» автомобиля через регулятор напряжения: 1 — реле контрольной лампы; 2 — выключатель зажигания; 3 — выпрямительный мост; 4 — фазные обмотки; 5 — обмотка возбуждения; 6 — регулятор напряжения; 7 — генератор; Ш, Ш1 и В — клеммы генератора и регулятора напряжения; А — амперметр; HL — контрольная лампа; GB — АКБ

контрольной лампе только во время подключения к клемме Ш1 может быть обнаружен обрыв в цепи возбуждения.

При отсутствии обрыва в цепи возбуждения проверяют исправность генератора на средних частотах вращения коленчатого вала двигателя. Для этого дополнительным проводником соединяют клемму Ш1 регулятора напряжения с «массой». Появление зарядного тока свидетельствует о неисправности регулятора, а его отсутствие — о неисправности генератора.

Если при полностью заряженной АКБ амперметр (см. рис. 6.6) в течение длительного времени показывает зарядный ток 8... 10 А, а вольтметр — повышенное напряжение, то это свидетельствует о наличии неисправности в цепи от вывода «+» генератора до вывода «+» или клеммы В регулятора напряжения. Причиной такой неисправности являются большие переходные сопротивления на контактах в этих цепях, когда регулятор напряжения имеет выносную конструкцию.

При колебаниях стрелки амперметра или вольтметра необходимо проверить надежность подсоединения проводов в схеме электроснабжения или усилие прижима щеток к контактным кольцам. Колебания стрелок возможны и в случае многократного срабатывания термобиметаллических предохранителей вследствие коротких замыканий в цепях. При колебаниях тока стрелка амперметра выходит за пределы шкалы.

Система пуска

Поиск неисправностей в системе управления электростартером (рис. 6.7) осуществляют поэтапно, разделив ее на элементы. Проверяют аккумуляторную батарею, силовую цепь (провода от клеммы «+» АКБ до вывода «+» стартера и от клеммы «-» АКБ до корпуса автомобиля), стартер, низкоточные цепи управления и коммутирующие изделия (реле блокировки стартера, дополнительное реле, выключатель зажигания и выключатель «массы»).

Если при попытке пуска двигателя внутреннего сгорания нет характерного щелчка, сопровождающего включение тягового реле стартера, то поиск неисправности проводят в соответствии со следующим алгоритмом.

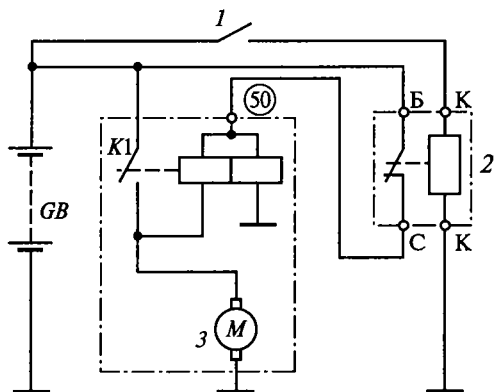
Соединяют дополнительным проводником выводы Б и С дополнительного реле. Если стартер включился, то с вывода С конец дополнительного провода переносят на вывод К. Если стартер не включился, то неисправно дополнительное реле.

Если при соединении выводов Б и С стартер не включился, то вольтметром измеряют напряжение на выводе Б. Если оно больше напряжения включения реле стартера, то соединяют выводы Б и «50». Включение стартера означает наличие обрыва цепи между С и «50». В противном случае неисправен стартер. Если напряжение на выводе Б меньше напряжения включения реле стартера, то последовательно проверяют напряжение на всех участках цепи от вывода Б до клеммы «+» АКБ. При отсутствии напряжения на выводе Б ищут обрыв цепи между Б и клеммой «+» АКБ. Эту процедуру начинают с проверки АКБ, и если она исправна, то измеряют падение напряжения на стартере. При падении напряжения более 3 В для 12-вольтового исполнения батареи и более 6 В для 24-вольтового стартер неисправен.

Циклическое включение и выключение тягового реле при включении стартера происходит из-за сильной разряженности АКБ,

Рис. 6.7. Принципиальная схема управления электростартером:

1 — выключатель зажигания;
2 — дополнительное реле;
3 — электростартер; К1 — контакты тягового реле стартера; М — якорь стартера; Б, С и К — выводы дополнительного реле; «50» — номер провода; GB — АКБ



разрегулирования дополнительного реле или обрыва удерживающей обмотки реле стартера. Если при включении стартера слышен металлический скрежет или коленчатый вал не вращается, то неисправна муфта свободного хода (см. табл. 4.9).

Система зажигания

Поиск неисправностей системы зажигания в случае отсутствия вспышек рабочей смеси в цилиндрах двигателя при нормальной работе топливной системы и стартера осуществляют в следующем порядке.

Высоковольтный провод вынимают из свечного наконечника и вставляют в диагностический разрядник (см. гл. 4). У электронных систем зажигания зазор между электродами разрядника составляет 5...7 мм.

Если при прокручивании двигателя стартером в воздушном промежутке проскакивает искра синего цвета, то высокое напряжение соответствует норме и необходимо проверить состояние свечей зажигания (см. табл. 4.10).

Красноватый цвет искры свидетельствует о недостаточном вторичном напряжении у классической системы зажигания. У электронных систем зажигания такая ситуация невозможна, так как при внутренних пробоях в катушке зажигания на ее выходе искра не возникает.

Если искра отсутствует или имеет красноватый цвет, то проверяют состояние высоковольтных деталей распределителя, крышки катушки зажигания, высоковольтных проводов, помехоподавляющих резисторов и работоспособность транзисторного коммутатора.

При потере приемистости и перегреве двигателя или увеличении расхода топлива проверяют исправность центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания и установочный угол опережения зажигания.

Следует отметить, что для проверки цепей системы зажигания целесообразно использовать мультиметр, а не контрольную лампу. Ее можно применять только для проверки контактных соединений. Недопустимо диагностировать контрольной лампой датчик-распределитель и транзисторный коммутатор, так как могут выйти из строя микросхемы датчика Холла и коммутатора. В зарубежных сервисных центрах для этих целей применяют специальные тестеры или коммутатор с универсальными разъемами (для подключения транзисторных коммутаторов и электронных блоков управления) и выводами (для подключения измерительных приборов).

Электронная система управления двигателем

Эта система имеет устройство встроенного диагностирования, диагностический разъем и контрольное табло «Check engine», ко-

торое информирует водителя о возникшей неисправности и о необходимости проверки диагностических кодов.

После обнаружения неисправности отказавшее изделие электронной системы демонтируют для замены или ремонта. При замене, например, контроллера, соблюдают следующие правила:

- код программируемого постоянного запоминающего устройства (ППЗУ) и номер неисправного контроллера переносят на маркировочную этикетку нового контроллера. Это обеспечивает надежную идентификацию контроллера в течение всего срока эксплуатации автомобиля. Крышку контроллера маркировать не рекомендуется;

- для предотвращения внутренних повреждений при отключении или подключении напряжения питания к контроллеру выключатель зажигания переводят в положение «0» — «Выключен»;

- демонтаж контроллера, установку, проверку или замену ППЗУ выполняют в такой последовательности: выключают зажигание; отсоединяют провод от клеммы «-» АКБ; отвертывают винты крепления контроллера; снимают контроллер, отсоединив от него жгут проводов с колодкой разъема; снимают крышку отсека ППЗУ, отвернув винты крепления; вынимают ППЗУ, потянув его вверх после того, как открыт замок нажатием фиксатора сбоку панели ППЗУ в сторону от середины корпуса контроллера; аккуратно устанавливают новое ППЗУ в гнездо панели контроллера и закрывают замок нажатием на фиксатор с другой стороны панели. ППЗУ имеет «ключ» в виде полукруглой выемки на корпусе для обеспечения надежного соединения с панелью контроллера. ППЗУ располагают так, чтобы ключ был обращен в сторону соединителей контроллера;

- установку контроллера на автомобиль осуществляют в обратной последовательности.

Информационная система

Неисправность указателей, как правило, проявляется в отсутствии изменений в значениях измеряемых и контролируемых параметров. При отключении электропитания стрелки указателей должны возвращаться в исходное положение. Если хотя бы один из указателей не удовлетворяет этому требованию, то он неисправен.

Отсутствие показаний на одном из указателей при включении электропитания свидетельствует о неисправности самого указательного прибора, датчика или об обрыве провода между ними. Для определения места неисправности отсоединяют провод от датчика и касаются этим проводом «массы» автомобиля. Стрелка исправного указателя должна отклониться до отметки максимального значения параметра. В противном случае возможны обрыв провода или неисправность самого указательного прибора. Место

обрыва уточняют вольтметром, подсоединяя его плюсовым концом к выводу указателя, а другим — к «массе» автомобиля. Если при включенном зажигании напряжение отсутствует, то неисправен указатель, в противном случае необходимо искать обрыв в проводке.

Система освещения и световой сигнализации

Принципиальная схема наружного освещения автомобиля приведена на рис. 6.8.

Отказ световых и светосигнальных приборов вызывается перегоранием нитей накала световых источников, плохим контактом в патроне лампы, обрывом или перегоранием предохранителей в цепях и неисправностями коммутационной аппаратуры. Места обрывов устанавливают с помощью контрольной лампы или вольтметра. Предохранители проверяют омметром или шунтированием их в блоке предохранителей и реле контрольной лампы. Если лампа горит вполнакала, то короткого замыкания в цепи нет, тогда как полный накал свидетельствует о его наличии.

Короткое замыкание определяют последовательным отключением цепей световых приборов в местах разветвления проводки. Если при этом контрольная лампа горит полным накалом, то замыкание произошло в подводящем проводе — от предохранителя до места разветвления.

Одной из причин существенного уменьшения силы света приборов является значительное падение напряжения в цепях. В 12-вольтовой системе электрооборудования падение напряжения в цепях фар, сигналов торможения и указателей поворотов не должно превышать 0,9 В, а в цепях габаритных огней, освещения номерного знака и салона — 0,6 В. В 24-вольтовой системе максимальные значения падения напряжения в соответствующих цепях составляют 0,6 и 0,4 В.

В зависимости от потребляемой силы тока звуковые электрические сигналы включаются через дополнительное реле или непосредственно выключателем сигнала. Неисправности в этих цепях выявляют с помощью контрольной лампы или вольтметра, последовательно проверяя цепи от сигнала или реле до клеммы «+» АКБ.

Дополнительное оборудование

Алгоритм определения неисправностей при диагностировании изделий, которые относятся к дополнительному оборудованию, и подводящих электрических цепей аналогичен рассмотренному ранее с учетом конструктивных и схемных особенностей этих изделий.

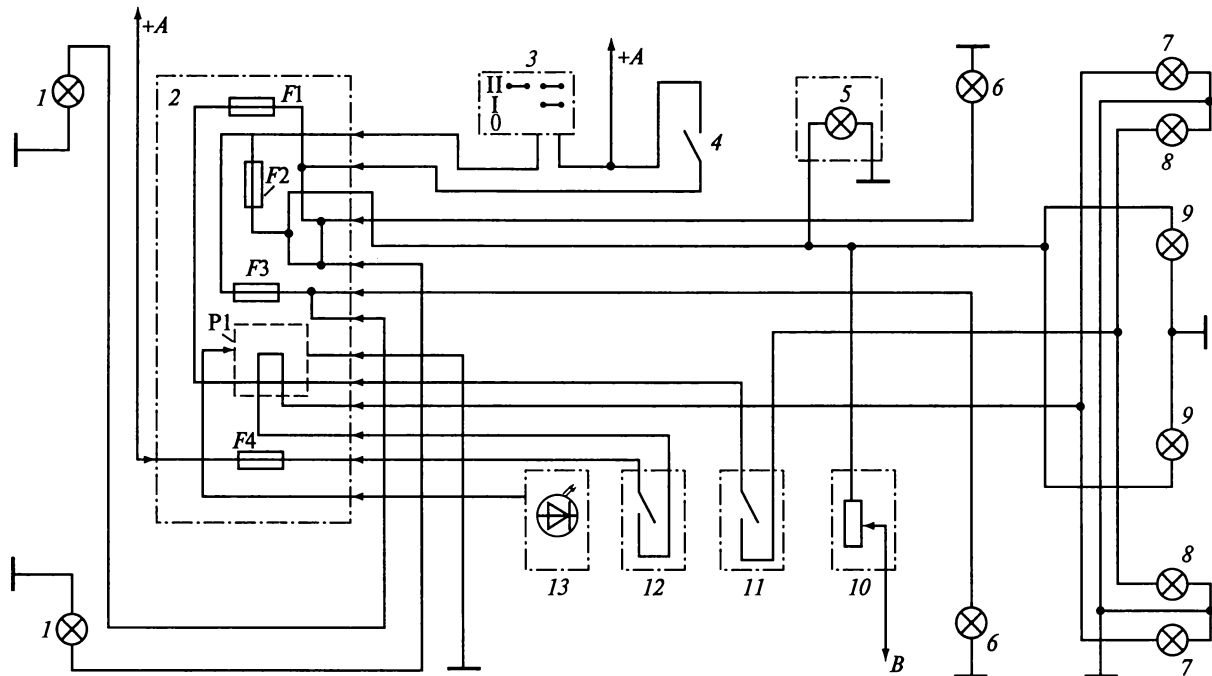


Рис. 6.8. Принципиальная схема наружного освещения автомобиля:

1 — лампы передних габаритных огней; 2 — монтажный блок; 3 — переключатель наружного освещения; 4 — выключатель зажигания; 5 — контрольная лампа наружного освещения в комбинации приборов; 6 — лампа задних габаритных огней; 7 — лампы стоп-сигнала; 8 — лампы света заднего хода; 9 — фонари освещения номерного знака; 10 — выключатель освещения указательных приборов; 11 — выключатель света заднего хода; 12 — выключатель стоп-сигнала; 13 — блок бортовой системы диагностирования; F1 — F4 — предохранители; P1 — обмотка реле; A — к источникам питания; B — к лампам освещения щитка приборов; 0, I и II — положения переключателя

Например, поиск неисправности стеклоочистителя осуществляется следующим образом. Если щетки стеклоочистителя после включения остаются в парковом положении (неподвижны), то ищут обрыв в электрических цепях и на участках окисления контактов предохранителей. Неисправность может быть вызвана также зависанием щеток электродвигателя, обрывом или коротким замыканием в обмотках возбуждения и якоря электродвигателя, обрывом провода общей точки параллельной обмотки возбуждения и резистора.

Если при включении стеклоочистителя срабатывает термовыключатель, что обнаруживают на слух по характерным щелчкам, то это является следствием короткого замыкания на «массу» параллельной обмотки возбуждения.

Таким образом, диагностирование изделий и систем АТЭ и АЭ по выбранным параметрам с использованием отработанных алгоритмов поиска неисправностей позволяет ускорить проведение ТО и текущего ремонта в транспортных и сервисных организациях.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируют виды и средства диагностирования?
2. Какими особенностями обладают программируемые встроенные средства диагностирования?
3. Перечислите способы диагностирования внешними средствами.
4. Каковы принципы выбора диагностических параметров изделий и систем АТЭ и АЭ?
5. Каков порядок выбора диагностических параметров изделий и систем АТЭ и АЭ?
6. Опишите блок-схему поиска неисправностей изделий АТЭ.
7. Как составляют алгоритм поиска неисправностей изделий и систем?
8. Какие надежные схемы соединений элементов применяют в изделиях и системах АТЭ и АЭ?
9. Какие испытания позволяют определить наиболее часто встречающиеся неисправности?
10. Перечислите основные диагностические параметры изделий и систем АТЭ и АЭ.
 11. Опишите алгоритмы поиска неисправностей в следующих системах:
 - электроснабжения;
 - пуска;
 - зажигания;
 - освещения и световой сигнализации;
 - электронной системе управления двигателем;
 - информационной системе.
 12. Опишите алгоритм поиска неисправностей дополнительного оборудования.

РЕМОНТ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Система ремонта регулируется положениями и нормами, определяющими порядок организации, содержание и нормативы восстановления работоспособности автомобильного транспорта, а следовательно, изделий и систем АТЭ и АЭ.

7.1. Общие сведения о ремонте. Виды ремонта изделий АТЭ и АЭ

Ремонт представляет собой комплекс операций по восстановлению исправного или работоспособного состояния и ресурса, а также по обеспечению безотказной работы систем АТЭ или АЭ, их составных частей и изделий. Ремонт выполняется как по потребности после появления неисправного состояния, так и принудительно, по плану, при определенном пробеге или времени работы. Второй вид ремонта является планово-предупредительным.

Таким образом, ремонт изделий и систем АТЭ и АЭ должен:

- обеспечивать заданный уровень эксплуатационной надежности изделия при рациональных материальных и трудовых затратах;
- быть планово-предупредительным, учитывать разнообразие условий эксплуатации и предусматривать обновление конструкций и систем;
- основываться на стабильных принципах и обладать гибкостью с учетом изменения условий эксплуатации, конструкций и надежности изделий, а также хозяйственных механизмов в стране;
- иметь прочную технологическую базу с обновляемым станочным и другим оборудованием, соответствующим новым конструкциям систем и изделий АТЭ и АЭ.

По назначению и характеру работ ремонт подразделяется на текущий (ТР), средний (СР) и капитальный (КР). ТР предназначен для устранения отказов и неисправностей изделий и систем, а также обеспечения нормативов ресурса ремонтируемых изделий до капитального ремонта. Для ТР характерны разборочные, сборочные, слесарные, дефектовочные и окрасочные технологические операции, замена деталей и комплектующих. ТР должен обес-

печивать безотказную работу отремонтированных изделий или систем по меньшей мере до очередного ТО-2. Регламентируемыми показателями ТР являются удельная трудоемкость, суммарные удельные простои транспорта, связанные с ТР изделия, и т.д.

СР допускается при эксплуатации автотранспорта в тяжелых дорожных условиях и проводится с периодичностью свыше одного года.

КР предназначен для регламентированного восстановления отказавших изделий и систем, обеспечения их ресурса до следующего КР или повышения ресурса до такого же уровня, как у новых изделий. КР предусматривает полную разборку изделия, дефектацию, восстановление или замену отказавшей детали с последующей сборкой, регулировкой и испытанием. После ремонта основных деталей, определяющих функциональные свойства изделия, оно не должно уступать по качеству новому. При КР восстанавливают до уровня, характерного для новых изделий, зазоры, взаимное расположение деталей, микро- и макрогеометрию рабочих поверхностей, структуру и твердость металла, форму и внешний вид составных частей изделия.

КР подразделяется на ремонт, выполняемый специализированными ремонтными организациями, восстановительный ремонт по спецификациям производителя и средний ремонт в транспортных организациях.

В специализированных организациях КР производится, как правило, обезличенным методом по технической и технологической документации, в которой отражены требования государственных и отраслевых стандартов, нормативных документов и международных стандартов.

Существенное влияние на организацию и выполнение ТО и ремонта начинает оказывать система международных стандартов (ISO 14000 «Система экологического управления») и директивы Европейского союза (ЕС 97/с337/02 «Транспортные средства, вышедшие из эксплуатации»). В этих документах намечен ряд целей, реализовать которые предстоит в недалеком будущем. Так, например, в рекомендациях по разработке новой автомобильной техники отмечается важность соблюдения следующих принципов:

- применения энергосберегающих и экологически чистых технологических процессов с сокращенным числом операций и повторным использованием отходов переработки в том же производственном процессе;
- обеспечения высокой надежности конструкции, удобства обслуживания и ремонта с минимизацией их трудоемкости; создания модульных конструкций;
- повторного использования годных деталей по окончании срока службы продукции.

Этими же документами предусмотрено введение процедур сертификации производства, ТО и ремонта с 2005 г.

Рассмотрим вопросы ремонта с учетом мировых тенденций в этой области.

Капитальному ремонту подвергаются изделия АТЭ и АЭ с дефектами, которые не поддаются устранению в транспортной организации. Очищенные изделия направляют на ремонтный участок сервисной организации или в специализированную ремонтную организацию.

Технологический процесс ремонта изделий включает в себя внешний осмотр, проверку наличия осевых и радиальных зазоров, легкости вращения валов и осей, степени износа щеток, состояния коллекторов и контактных колец. Эти операции выполняют, предварительно сняв крышки с генераторов, стартеров, распределителей и электродвигателей.

Скрытые электрические дефекты диагностируют на специальных стендах и приспособлениях. Например, генераторы проверяют на наличие выходного напряжения при номинальной нагрузке, стартеры — на силу потребляемого тока в режиме полного торможения и частоту вращения якоря в режиме холостого хода, аппараты зажигания — на бесперебойность искрообразования на игольчатых разрядниках.

В зависимости от характера дефекта изделия разбирают частично или полностью: агрегаты — на основные узлы, последние, в случае выявления неисправностей, — на детали. Эти узлы и мелкие детали складывают в специальные контейнеры с ячейками. Такой подход к организации процесса разборки позволяет избежать потерь деталей, еще годных для сборочных работ.

Затем производятся мойка и чистка деталей с последующей сушкой и окончательным определением с помощью контрольно-измерительных инструментов характера дефектов (изношенность, повреждения, низкая электрическая прочность изоляции обмоток и изоляционных деталей). После этого детали сортируют на годные к дальнейшему использованию, требующие восстановления и негодные.

Детали, требующие восстановления, поступают на соответствующие ремонтные участки, например механической обработки, намоточных работ, пропитки и т. д., новые и восстановленные детали — на сборочные участки узлов, а затем и агрегатов.

После сборки изделия регулируют и испытывают в соответствии с техническими условиями. Отремонтированные изделия поступают на склад готовой продукции, где их упаковывают и отправляют в транспортные организации.

Следует отметить, что в новых экономических условиях система организации централизованного ремонта изделий АТЭ и АЭ претерпела определенные изменения. Наблюдается тенденция к проведению фирменного (на заводах-изготовителях) ремонта изделий, отказавших в эксплуатации. В крупных транспортных орга-

низациях продолжают функционировать ремонтные участки и цехи, а специализированные ремонтные организации оказывают нерентабельными или меняют свой профиль, переходя на сервисное обслуживание автотехники. Появившиеся мелкие частные фирмы и малые предприятия закупают новые детали у производителей и ремонтируют отечественные и зарубежные изделия АТЭ. Принципы организации ремонта, технологические операции, методы диагностирования дефектов, сборка и испытания отремонтированных изделий остаются неизменными. Меняются только способы ремонта оригинальных изделий АТЭ и применяемые приспособления в зависимости от размеров ремонтируемых деталей и их сложности.

7.2. Организация рабочего места для ремонта изделий АТЭ и АЭ. Дефекты и износ деталей и изделий

Рабочее место по ремонту изделий электрооборудования должно быть оснащено приборами и инструментом, позволяющими разобрать, измерить и испытать узлы, детали и даже целое изделие. Необходимо, чтобы рабочее место было расположено в светлом отапливаемом помещении, изолированном от других рабочих мест, и имело вытяжное вентиляционное оборудование, так как при ремонте могут выделяться вредные вещества (например, пары серной кислоты при устранении неисправностей АКБ).

На рабочем верстаке помимо слесарных приспособлений и инструмента должны находиться источник постоянного тока с защитой от коротких замыканий, вольтметры, амперметры, омметр, осциллограф или современный автосканер. Там же необходимо иметь стенд для испытаний генераторных установок, стартеров и систем зажигания.

В настоящее время появились новые отечественные и зарубежные приборы и испытательное оборудование (см. гл. 3), которые повышают производительность ремонтных работ.

Поскольку к ремонтируемым изделиям электрооборудования относятся генераторные установки, электродвигатели, электро-стартеры, аппараты зажигания, отдельные контрольно-измерительные приборы, датчики и блоки некоторых электронных систем управления, то число приспособлений и инструментов велико. Поэтому на ремонтных участках существует узкая специализация рабочих мест.

Основные виды отказов изделий и систем АТЭ и АЭ рассмотрены в подразд. 1.4. При изучении организации ремонта целесообразно проанализировать дефекты, разделив их на механические и электрические. Это связано с тем, что такое деление позволяет оптимизировать номенклатуру инструментов и испытательного оборудования на рабочих местах.

К механическим дефектам генераторных установок относятся:

- зависание щеток и износ контактных колец;
- выработка посадочных мест подшипников со стороны контактных колец в случае отсутствия пластмассовых стаканчиков или гофрированных стальных пружин, препятствующих образованию этого дефекта;

- заедание ротора генератора и износ шеек вала.

Электрические дефекты генераторной установки — это обрыв обмотки возбуждения, короткое замыкание обмотки статора, отказ регулятора напряжения, пробой изоляции или диода.

Для выявления таких дефектов на рабочем месте необходимо иметь съемники, механические или электрические отвертки, гаечные ключи, мерительный инструмент, тестер, приборы типов Э214 и Э236.

К механическим дефектам электростартеров и электродвигателей относятся:

- саморазбор привода, поломка пружины и зубьев шестерни привода и редуктора;

- износ и зависание щеток, износ коллектора якоря и вкладышей подшипников, поломка щеткодержателя;

- разнос якоря, поломка и заедание тягового реле.

Электрическими дефектами стартера и электродвигателей являются короткое замыкание обмотки возбуждения, пробой изоляции обмоток якоря и тягового реле.

Для исследования таких дефектов рабочее место должно быть обеспечено приборами типов Э214 и Э236, омметром, вольтметром, амперметром и приспособлениями для разборки стартера.

К механическим дефектам аккумуляторных батарей относятся повреждения моноблока, обрыв перемычек и разрушение активной массы электродов, а к электрическим — короткое замыкание разноименных электродов в аккумуляторе, сульфатация электродов, быстрый саморазряд батареи и разрушение электродов в результате перезаряда.

При ремонте АКБ на рабочем месте должны находиться приборы типов Э107 и Э108, комплект аккумуляторщика типа Э412, зарядные устройства, механический и электрический инструмент для разборки АКБ, расплавки перемычек и т. д.

Механическими дефектами аппаратов зажигания являются износ подушечки и кулачков механизма прерывания в классической системе зажигания, пластины центробежного регулятора, контактов прерывателя, металлокерамического вкладыша подшипника, опорного подшипника пластины вакуумного регулятора и разгерметизация вакуумного автомата опережения зажигания.

К электрическим дефектам аппаратов зажигания относятся пробой конденсатора, обмотки катушки зажигания, выходного транзистора, микросхемы транзисторного коммутатора или мик-

росхемы датчика Холла, а также пробой и сгорание помехоподавляющего резистора в роторе.

Для анализа этих дефектов на рабочем месте необходимо иметь стенд типа СПЗ-16, тестер, игольчатые разрядники, инструмент для разборки датчика-распределителя и съемники подшипников. При выявлении дефектов электронных систем управления двигателем, для которых характерны отказы микросхем датчиков, обрывы в цепях и сбои в алгоритме контроллера, можно использовать рабочее место с аналогичным оборудованием, добавив лишь автосканер или мотор-тестер.

7.3. Особенности технологического процесса ремонта электрооборудования в специализированных организациях

В специализированных организациях обычно создают отдельные участки ремонта генераторов, стартеров, аппаратов зажигания и АКБ. Такая узкая специализация дает возможность применять при ремонте технологические процессы заводов — изготовителей этих изделий. Схема производственного процесса капитального ремонта электрооборудования в специализированном цехе представлена на рис. 7.1.

В ремонтном производстве в отличие от машиностроительного преобладают технологические процессы восстановления, а не изготовления деталей. Это вызвано тем, что основным видом механических дефектов является износ, тогда как детали с повреждениями встречаются намного реже. Что касается электрических дефектов, то они связаны главным образом с разрушением изоляции обмоток. Такие дефекты позволяют при ремонте вторично использовать магнитопроводы и полюсные половины, для изготовления которых требуются наиболее сложное, дорогостоящее и энергозатратное технологическое оборудование и оснастка.

После мойки, разборки изделий и очистки деталей определяют их дефекты. С помощью специальных приборов и мерительного инструмента выявляют отклонения размеров изношенных валов, коллекторов и щеток. Далее устанавливают наличие электрического пробоя обмоток якорей, роторов, статоров, обмоток возбуждения и реле. Детали со следами износа подвергают процессам восстановления, а детали с повреждениями заменяют новыми.

Технологии восстановления деталей, применяемые в ремонтных организациях, разрабатывают исходя из статистических данных о сочетаниях дефектов. Технологически взаимосвязанным операциям восстановления соответствуют один или несколько маршрутов движения ремонтируемой детали. Такая технология называется маршрутно-групповой. Она является более эффективной по сравнению с маршрутной и может охватывать как отдельные операции, так и весь процесс восстановления деталей.

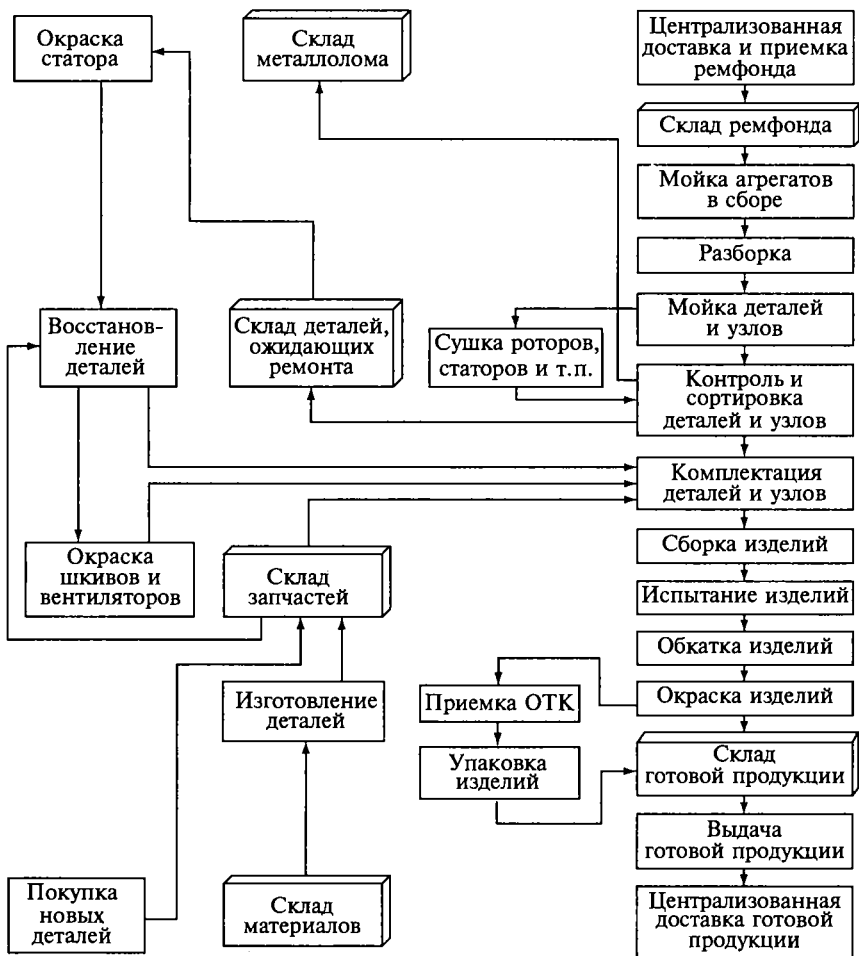


Рис. 7.1. Схема производственного процесса капитального ремонта изделий АТЭ и АЭ в специализированном цехе

Разработка маршрутно-групповой технологии заключается в следующем. Сначала детали распределяют по группам, учитывая их габариты, форму (использование принципа подобия), вид обрабатываемой поверхности, массу, серийность и стоимость. Затем выявляют фактические сочетания их дефектов и степень износа. Далее исследуют состояние партий деталей ремонтного фонда. На базе проведенного анализа разрабатывают маршрутную технологию для групп деталей, подбирают необходимые приспособления, унифицированную технологическую оснастку, контрольные приборы и испытательные стенды. Иногда проектируют и изготавливают специализированные станки и оборудование.

В малых транспортных организациях и на частных станциях авторемонт осуществляют в основном агрегатным методом: отказавшие детали или даже целые изделия заменяют новыми.

Принцип замены изношенных деталей в изделиях АТЭ и АЭ новыми широко применяется при фирменном ремонте за рубежом, например фирмой «Бош». Кроме того, на центральном складе создается так называемый обменный фонд отремонтированных изделий, по надежности не уступающих новым.

Текущий ремонт изделий АТЭ и АЭ производят индивидуальным или агрегатным методом на ремонтных постах, обеспеченных универсальным оборудованием, приспособлениями и инструментом. На этих постах часто применяют «обходные» технологии — разработанные опытным путем определенные приемы восстановления корпусных и иных деталей. Например, шлам осыпавшейся активной массы пластин АКБ удаляют путем сверления дна корпуса аккумулятора с последующей заливкой отверстия несколькими слоями полиэтиленовой пленки, расплавленной утюгом, и т.д.

Рассмотрим некоторые технологические приемы устранения неисправностей в условиях ограниченных материальных и других ресурсов.

Устранимыми дефектами *генераторной установки* являются обрыв или короткое замыкание в местах соединения выводов обмотки возбуждения с контактными кольцами, проворачивание на валу контактного кольца, ослабление крепления или повреждение помехоподавляющего конденсатора и отказ интегрального регулятора напряжения.

Обрыв и короткое замыкание в местах соединения выводов устраняют восстановлением пайки в контактных кольцах. При обрыве провода от щетки в ее торце высверливают выемку, диаметр которой больше диаметра провода, и заливают ее смесью опилок, графита и клея, предварительно вставив в нее провод.

Отказавшие выпрямительный блок и регулятор напряжения меняют на исправные. Если во время поездки отказал интегральный регулятор, то вместо него временно можно включить лампу накаливания А-12-8 или А-12-5, которая обеспечит заряд АКБ при движении автомобиля. Это возможно при соединении обмотки возбуждения с «массой» через регулятор (см. рис. 4.1, а).

Отремонтировать *стартер* можно в случаях окисления или загрязнения коллектора, отрыва концов обмоток якоря от коллектора в местах пайки, износа контактного диска тягового реле и саморазбора муфты свободного хода.

Секции обмотки якоря, отпаявшиеся от коллектора, припаивают к пластинам коллектора, зачищают его и покрывают места пайки лаком. При обрывах и коротких замыканиях обмотки якоря его меняют на новый. Обгонную муфту с дефектом пробуксовки разбирают и заменяют пружину.

Износенный контактный диск тягового реле переворачивают, а контактные болты разворачивают на 180° . При отсоединении вывода обмотки от контактного болта его припаивают.

У системы зажигания можно отремонтировать ротор распределителя и прерывательный механизм (у классической системы зажигания), а также устранить заедание подшипника подвижной пластины.

Восстановление ротора после его пробоя производят посредством нанесения на его внутреннюю поверхность нитролака или тонкого слоя эпоксидной смолы. Пробитый помехоподавляющий резистор можно временно заменить металлической проставкой такой же длины, как у резистора.

Перечисленные выше технологические приемы позволяют временно устранить неисправности. Изделия и системы, отремонтированные такими способами, не имеют показателей надежности, необходимых для обеспечения работоспособности транспортного средства до капитального ремонта.

7.4. Ремонт генераторных установок

На рис. 7.2 представлена конструктивная схема компакт-генератора со встроенными в корпус двумя вентиляторами и закрытой конструкцией щеточного узла. При разборке такого генератора последовательность операций обусловлена его конструктивной схемой, которая является перспективной для других типов генераторов. Однако преемственность в развитии отечественных и зарубежных конструкций генераторных установок позволяет применять эту же последовательность операций и для разборки генераторов переменного тока с традиционной схемой.

Разборка генератора начинается с отжатия защелок и отсоединения защитного кожуха 8, который соединен с задней крышкой 6 генератора. Затем отвертывают винты крепления щеткодержателя 7 (в сборе с интегральным регулятором напряжения) к задней крышке, вынимают щеткодержатель из посадочного места и отсоединяют провод от вывода «Д +» регулятора напряжения.

Отвертывают винты крепления фазных выводов обмотки статора 4 к выпрямительному блоку 10, винты крепления помехоподавляющего конденсатора к крышке и отсоединяют провод конденсатора от вывода «В +» выпрямительного блока.

Вывернув четыре стяжных винта 5, отсоединяют заднюю крышку со статором от передней крышки 2 с ротором 13. Статор отсоединяют от задней крышки, при этом с помощью съемника можно вынуть подшипник со стороны контактных колец в пластмассовом стаканчике 12. Закрепив ротор с передней крышкой в приспособлении, отвертывают гайку крепления шкива 1. Сняв шкив и упорную шайбу, вынимают ротор из крышки.

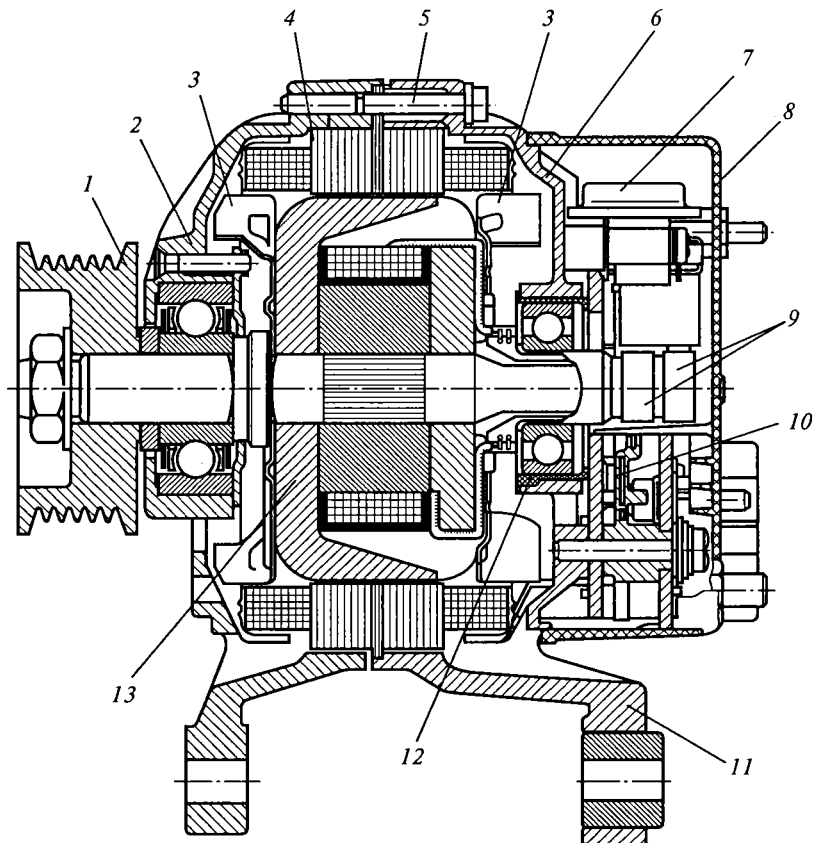


Рис. 7.2. Конструктивная схема компак-генератора:

1 — шкив; 2, 6 — соответственно передняя и задняя крышки; 3 — внутренние вентиляторы; 4 — статор в сборе; 5 — стяжной винт; 7 — щеткодержатель в сборе с интегральным регулятором напряжения; 8 — защитный кожух; 9 — контактные кольца; 10 — выпрямительный блок; 11 — крепежная лапа; 12 — пластмассовый стаканчик посадки подшипника в крышку; 13 — ротор в сборе

Диагностика разобранных сборочных единиц генератора, статора и ротора после мойки и сушки производится тестером в режиме омметра. Прибор должен показывать значение сопротивления обмотки возбуждения в пределах 2...8 Ом. Если фиксируется обрыв, то определяют его местонахождение и устраняют. Наиболее часто обрывы возникают в местах припайки выводов обмотки к контактным кольцам.

Выпрямительный блок, интегральный регулятор напряжения и фазные обмотки также проверяют тестером в режиме омметра. Если прибор показывает, например, разные значения сопротивления статорных обмоток, то в них имеется межвитковое замыкание.

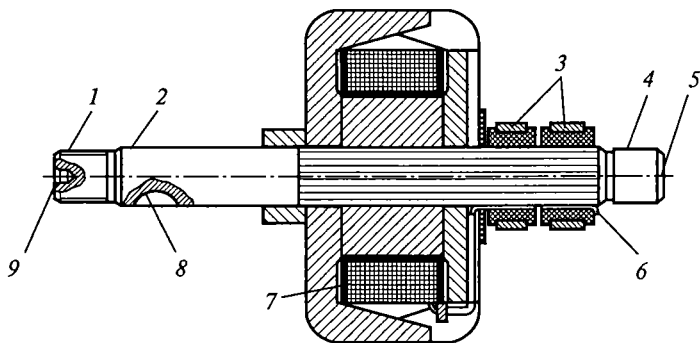


Рис. 7.3. Схема расположения дефектов ротора генераторной установки: 1 — срыв, забитость или износ резьбы вала со стороны привода; 2, 4 — износ шейки вала со стороны соответственно привода и контактных колец; 3 — износ контактных колец; 5, 9 — забитость торцов вала и центровых отверстий со стороны соответственно контактных колец и привода; 6 — обрыв или отпайка соединительных проводов между обмоткой возбуждения и контактными кольцами; 7 — изменение электрического сопротивления обмотки возбуждения, пробой изоляции обмотки на «массу»; 8 — износ шпоночного пазы (при его наличии)

Разобранные крепежные детали помещают в соответствующую тару и направляют в моющую машину. После мойки и сушки их разбраковывают и неповрежденный крепеж используют для сборочных работ.

На рис. 7.3 представлена схема расположения дефектов ротора генератора. Для ремонта роторов генераторных установок применяется технология, содержащая пять маршрутов:

- 1) восстановление резьбы и проточка контактных колец;
- 2) прогонка резьбы, станочные операции и проточка контактных колец;
- 3) замена контактных колец, станочные операции, прогонка резьбы и проточка контактных колец;
- 4) операции, связанные с заменой катушки возбуждения и входящие в 3-й маршрут;
- 5) отбор деталей для утилизации.

Поскольку около 70 % статоров имеют дефекты обмоток и могут быть использованы вторично, их ремонт осуществляется следующим образом. Статоры поступают в печь, где при температуре 500... 600 °С происходит выжигание изоляции проводов. После остывания снимают обмотку и калибруют статоры на прессе для восстановления размеров пазов и зубцов. Затем наносят пазовую изоляцию, наматывают фазные обмотки и производят пропитку и сушку. Статоры, у которых проверены электрические параметры и размеры, поступают на сборочный участок.

Крышки генераторов после отбраковки по дефектам — износу резьбы, посадочных мест подшипников (старая конструкция крыш-

ки) и отверстий под болты крепления генератора к двигателю — подвергают восстановлению следующим образом. Резьбовые дефекты устраняют посредством прогонки резьбы, отверстия обрабатывают под ремонтные втулки или подшипники со стороны контактных колец и привода. Иногда размеры изношенного отверстия восстанавливают гальваническим методом. Крышки помещают в электролит на основе сернистого цинка и борной кислоты определенной концентрации. На крышку подают положительный потенциал, а на электрод — отрицательный. При силе тока 20...30 А поверхностный слой крышки наращивается за 5...7 мин (данный процесс называют электронатирированием). Затем восстановленное отверстие обрабатывают для получения необходимого размера, и крышка поступает на сборку.

Наружные вентиляторы при наличии погнутых лопастей и крышки после отбраковки восстанавливают правкой на гидравлическом прессе. Погнутые лопасти внутренних вентиляторов правят по специальным калибрам, при этом необходимо проверять качество приварки их к ротору.

Около 82 % шкивов генераторов восстанавливают, применяя станочные и слесарные операции с последующей балансировкой. Поврежденные и изношенные шкивы под поликлиновой привод ремонту не подлежат.

Выпрямительные блоки и интегральные регуляторы напряжения, параметры которых соответствуют норме, поступают на сборку, а отказавшие заменяются новыми.

Сборку генераторной установки осуществляют в обратной последовательности по отношению к разборке, после чего генератор испытывают на стенде, проверяя соответствие его электрических характеристик установленным в технических условиях, и клеймят.

Испытанные генераторы поступают на участок упаковки, где их укладывают в тару и отправляют на склад готовой продукции.

7.5. Ремонт электростартеров

Основными механизмами, входящими в состав стартера, являются электродвигатель постоянного тока, приводная роликовая муфта свободного хода, тяговое реле и, у современных стартеров, редуктор (планетарный, цилиндрический с внешним или внутренним зацеплением).

Сравнительный анализ стартеров различных типов показал, что многие их конструктивные параметры одинаковы. Это позволяет применять при их разработке и ремонте групповые технологические процессы.

На рис. 7.4 представлена конструктивная схема стартера с редуктором и электромагнитным возбуждением. Разборку такого стартера осуществляют в следующем порядке.

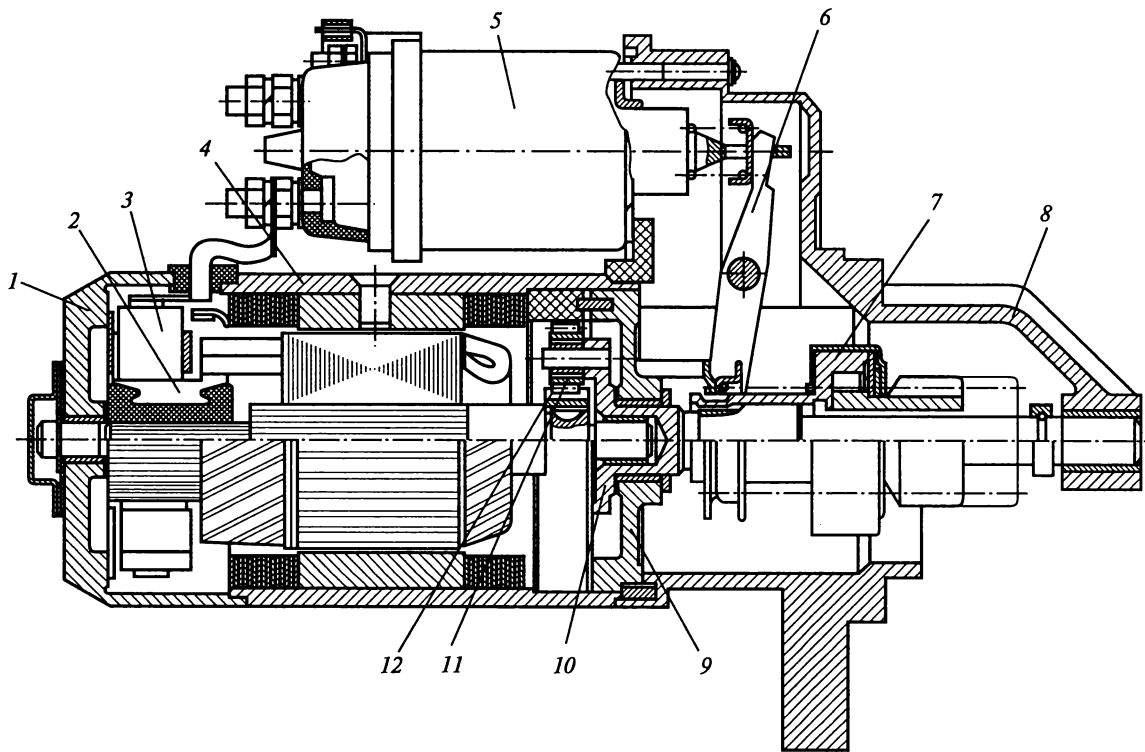


Рис. 7.4. Конструктивная схема стартера с редуктором и электромагнитным возбуждением:

1 — задняя крышка; 2 — коллектор электростартера; 3 — щеточный узел; 4 — корпус стартера с обмоткой возбуждения в сборе; 5 — тяговое реле; 6 — рычаг привода стартера; 7 — обгонная муфта; 8 — крышка в сборе со стороны привода; 9 — шестерня редуктора с внутренним зацеплением; 10 — водило редуктора; 11 — шестерня планетарного механизма; 12 — центральная шестерня редуктора

Отвертывают гайку с нижнего контактного болта тягового реле 5 и отсоединяют от него вывод щеток. Отвернув винты крепления тягового реле к корпусу стартера 4, реле снимают, отсоединив его якорь от рычага 6 привода. Затем отвертывают гайки стяжных шпилек корпуса и отсоединяют заднюю крышку 1 с щеточным узлом 3 от корпуса стартера.

Корпус с магнитами возбуждения или обмоткой возбуждения отсоединяют от крышки 8 стартера со стороны привода, а вал обгонной муфты 7 — от центральной шестерни 12 редуктора. Затем вынимают якорь и разбирают редуктор (водило 10 и шестерни 11, 12).

Разборку привода начинают, снимая стопорное кольцо, расположенное под ограничительным кольцом, опору вала и шестерню.

Тяговое реле разбирают, отвернув винты крепления крышки и отпаяв выводы обмотки.

После разборки проводят диагностирование сборочных единиц стартера: якоря, корпуса с обмоткой или магнитами возбуждения, крышки, щеточного узла, привода, редуктора и тягового реле.

Якорь электростартера является наиболее сложной и дорогостоящей деталью, на которую приходится до 30 % цены всего изделия. На рис. 7.5 приведена схема расположения дефектов, характерных для якоря. Отметим, что примерно 3 % якорей не подлежат ремонту и выбраковываются.

Дефекты электрического характера, например обрывы или короткие замыкания обмотки якоря, определяются с помощью прибора типа Э236 (см. рис. 3.3), принципиальная электрическая схема

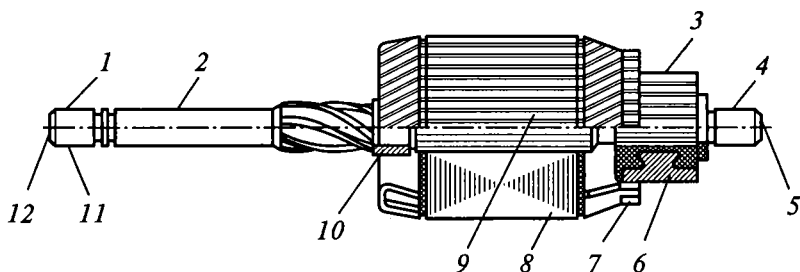


Рис. 7.5. Схема расположения дефектов якоря электростартера:

1, 4 — износ шеек вала со стороны соответственно привода и коллектора, требующий восстановления под ремонтный размер (возможно, с применением ремонтной втулки или гальванического наращивания); 2 — износ поверхности вала якоря, по которой перемещается муфта свободного хода; 3 — износ, подгорание и окисление коллектора, в определенных случаях требующие его замены; 5, 12 — забитость торцов вала со стороны соответственно коллектора и привода; 6, 8 — биение соответственно коллектора и сердечника относительно шеек вала вследствие превышения допустимой деформации; 7 — отпайка обмоток якоря от коллектора; 9 — короткое замыкание обмоток якоря на «массу»; 10 — износ или ослабление посадки промежуточной втулки; 11 — выкрашивание шейки вала со стороны привода

которого представлена на рис. 7.6. В верхней части прибора находится сердечник трансформатора 1 в виде двух призм, на который укладывают диагностируемые якоря. С помощью переключателя режимов 9 устанавливают вид проверки: контроль изоляции, выявление короткозамкнутых секций обмотки якоря или определение правильности направления намотки секций. Контрольная лампа 3 и миллиамперметр 4 служат индикаторными и отсчетными элементами прибора для определения дефектов якоря. Щупы 7 предназначены для подключения прибора к контролируемому участку якоря.

Примерно у 10 % якорей встречаются межвитковые и короткие замыкания, а также разнос обмоток. У стартеров, снабженных редуктором, дефектов, связанных с разносом, в 1,5 раза больше. Эти якоря не подлежат восстановлению из-за большой трудоемкости их разборки и замены пакета железа. До 90 % якорей поступают на восстановление путем протачивания и полирования коллектора на токарном станке с последующей проверкой на наличие межвиткового и короткого замыканий. После протачивания якорь обдувают сжатым воздухом для удаления медной пыли.

Согласно опыту ремонта и результатам статистического анализа дефектов, для восстановления у 37 % якорей размеров шейки вала со стороны привода применяется технология шлифования под ремонтный размер. При этом ремонтную втулку подшипника скольжения, запрессовываемую в крышку стартера, развертывают под соответствующий ремонтный размер. В остальных случаях шейки вала восстанавливают посредством напрессовки ремонтной втулки с последующим шлифованием или гальваническими методами и осталиванием.

Шейка вала якоря со стороны коллектора менее нагружена, чем со стороны привода. Ремонту подлежат около 37 % шеек, однако с

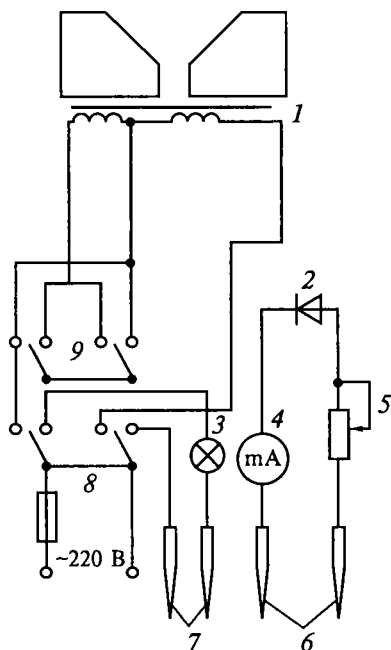


Рис. 7.6. Электрическая схема прибора типа Э236 для контроля обмотки якоря:

1 — трансформатор; 2 — выпрямитель; 3 — контрольная лампа; 4 — миллиамперметр; 5 — реостат регулировки миллиамперметра; 6 — щупы для контроля коллектора; 7 — щупы для контроля сопротивления изоляции обмотки; 8 — переключатель вида проверки; 9 — переключатель режимов

целью уменьшения биения коллектора остальные валы также шлифуют под ремонтный размер, меньший, чем в первом случае, и впрессовывают в крышку со стороны коллектора ремонтные металлокерамические втулки уменьшенного диаметра.

Для ремонта шейки вала якоря, по которой перемещается муфта свободного хода, применяют такие технологии восстановления размеров изношенной шейки, как осталивание и твердое хромирование. В ряде случаев осуществляют селективный подбор валов и приводов с втулками, развернутыми под ремонтные размеры.

Наиболее трудоемкий процесс ремонта вала якоря — это замена коллектора. Сначала на токарном станке резцом разрушают коллектор, после чего в ванне с нагретым припоем расплавляют его остатки и удаляют их. Затем напрессовывают новый коллектор; с помощью специального приспособления укладывают концы секций обмотки в пазы; зачеканивают выступы коллектора, закрепляя тем самым в них секции обмотки; опаивают, протачивают и полируют коллектор. Замена коллектора завершается проверкой электрических параметров якоря на приборе типа Э236.

При ремонте крышки стартера со стороны коллектора выполняют следующие операции: устраняют ослабленное крепление щеткодержателя дополнительной расклепкой оставшихся заклепок; изношенную бронзографитовую или металлокерамическую втулку в корпусе заменяют ремонтной; восстанавливают размеры центрирующего пояса крышки и направляют ее на сборку стартера.

Аналогичный технологический процесс применяют и при ремонте крышки стартера со стороны привода, которая имеет дефекты, связанные с износом подшипников скольжения, а также забитую резьбу под стяжные болты и болты крепления.

Ремонт редукторов стартера заключается в замене разрушенных и изношенных деталей новыми, так как восстановление водила, шестерен планетарного механизма и сателлитов нецелесообразно из-за его высокой себестоимости.

Ремонт полюсных катушек стартера состоит в замене изоляции обмоток или намотке и изолировании новых обмоток.

Муфты свободного хода при ремонте подвергают разборке и меняют латунные втулки, ролики, пружины плунжеров и профилированные обоймы. После сборки муфты проверяют на усилие проворачивания шестерни на калибре соосности и на усилие передачи крутящего момента.

Тяговое реле ремонтируют только в том случае, если оно имеет разборную конструкцию. Неразборные реле заменяют новыми. После ремонта тяговое реле испытывают на специальном стенде, который позволяет проверить напряжения включения и выключения реле, плавность хода его якоря, а также измерить сопротивление обмоток и предварительно отрегулировать положение винта в якорьке.

Сборка стартера после восстановления его элементов и узлов осуществляется в обратной последовательности по сравнению с разборкой.

После сборки стартеры регулируют и испытывают на стенде в режимах полного торможения и холостого хода, а у тяговых реле измеряют напряжения включения и выключения.

7.6. Ремонт распределителя системы зажигания и датчика-распределителя

Распределители и датчики-распределители являются ответственными элементами системы зажигания, так как определяют момент опережения зажигания двигателя внутреннего сгорания и порядок работы цилиндров. На рис. 7.7 и 7.8 представлены конструктивные схемы датчиков-распределителей бесконтактной системы зажигания соответственно с датчиком Холла (автомобили ВАЗ) и магнитоэлектрическим датчиком.

Датчик-распределитель первого типа (см. рис. 7.7) разбирается следующим образом. Сначала, отвернув винты, снимают высоковольтную крышку 10, ротор 11 и защитную перегородку 9. Отсоединяют тягу вакуумного автомата 18 опережения зажигания от подвижной пластины, на которой закреплен датчик Холла 13, и, отвернув крепежные винты, снимают вакуумный регулятор. Отвертывают винты крепления и снимают неподвижную пластину 8 в сборе с подвижной. Снимают пружину с муфты 1, удаляют штифт и отсоединяют ее от валика 2. Валик с центробежным автоматом достают из корпуса 5. Таким же образом разбирают и датчик-распределитель бесконтактной системы зажигания с магнитоэлектрическим датчиком. Следует отметить, что в конструкции датчика-распределителя второго типа предусмотрены защелки крепления высоковольтной крышки 7 (см. рис. 7.8), октан-корректор 2, который во время разборки отсоединяют после извлечения вакуумного регулятора, и масленка 4.

При разборке распределителей, датчиков-распределителей и их основных узлов (вакуумного и центробежного регуляторов) все мелкие детали и крепеж необходимо правильно расположить по ячейкам тары, чтобы в дальнейшем не возникло необходимости в их сортировке.

После разборки выявляют дефекты корпуса и валика датчика-распределителя или распределителя классической системы зажигания. На рис. 7.9 изображено расположение основных видов дефектов на корпусе распределителя.

Деформация защелки высоковольтной крышки встречается у 43 % корпусов, выработка нижнего торца хвостовика — почти у всех корпусов. Изношенные металлокерамические втулки заменяют. Перед запрессовкой в корпус их пропитывают машинным маслом в

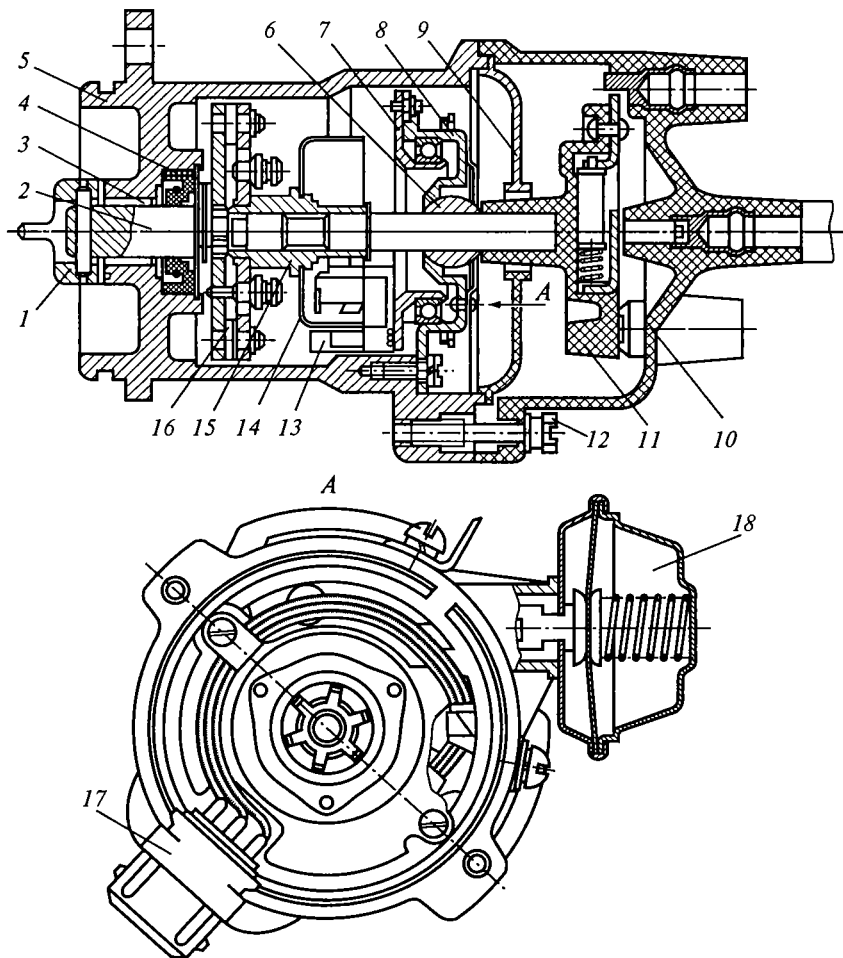


Рис. 7.7. Конструктивная схема датчика-распределителя бесконтактной системы зажигания с датчиком Холла:

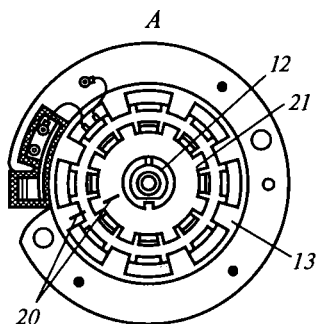
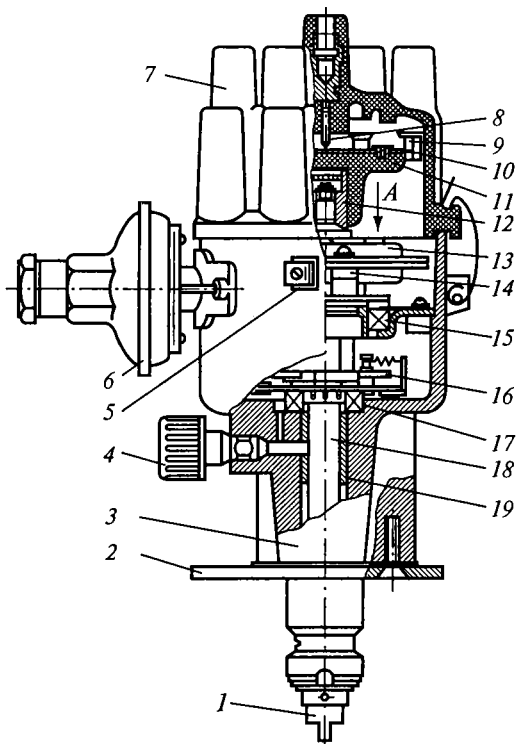
1 — муфта; 2 — валик; 3 — маслоотражательное кольцо; 4 — сальник; 5 — корпус распределителя; 6 — втулка; 7 — подшипник; 8 — неподвижная пластина; 9 — защитная перегородка; 10 — высоковольтная крышка; 11 — ротор; 12 — крепежный винт; 13 — датчик Холла; 14 — экран — замыкатель датчика Холла; 15 — втулка крепления замыкателя; 16 — центробежный автомат; 17 — присоединительный разъем; 18 — вакуумный автомат

течение 2 ч при температуре 180... 190 °С. Износ хвостовика корпуса устраняют установкой ремонтной детали, осталиванием, хромированием или плазменной наплавкой в среде углекислого газа.

Дефекты валика в сборе (рис. 7.10) носят в основном механический характер. Их устраняют шлифованием, заменой пластины центробежного автомата, грузиков и пружин.

Рис. 7.8. Конструктивная схема датчика-распределителя бесконтактной системы зажигания с магнитоэлектрическим датчиком:

1 — муфта распределителя; 2 — пластина октан-корректора; 3 — корпус распределителя; 4 — масленка; 5 — вывод датчика; 6 — вакуумный регулятор опережения зажигания; 7 — высоковольтная крышка распределителя; 8 — центральный уголек; 9 — наружный контакт ротора; 10 — центральный контакт ротора; 11 — ротор; 12 — втулка центробежного автомата; 13 — статор магнитоэлектрического датчика; 14 — изоляционная шайба; 15, 17 — подшипники; 16 — центробежный регулятор опережения зажигания; 18 — валик распределителя; 19 — металлокерамическая втулка; 20 — установочные метки; 21 — ротор датчика



Кулачки прерывателя классической системы зажигания ремонтируют путем шлифования их поверхности по копиру после восстановления геометрии хромированием.

Неподвижную пластину центробежного автомата в сборе с подвижной ремонтируют при разрушении или сильной изношенности колец шарикоподшипника. В этом случае шарикоподшипник заменяют новым.

Высоковольтную крышку распределителя при наличии прогорания или трещин заменяют.

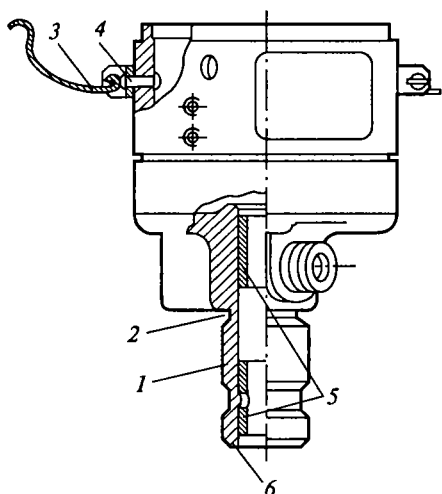


Рис. 7.9. Схема расположения дефектов корпуса распределителя классической системы зажигания:

1 — износ хвостовика корпуса; 2 — облом корпуса; 3 — деформация защелки высоковольтной крышки; 4 — перекося ушка пружины крышки; 5 — износ металлокерамических втулок; 6 — выработка нижнего торца хвостовика корпуса

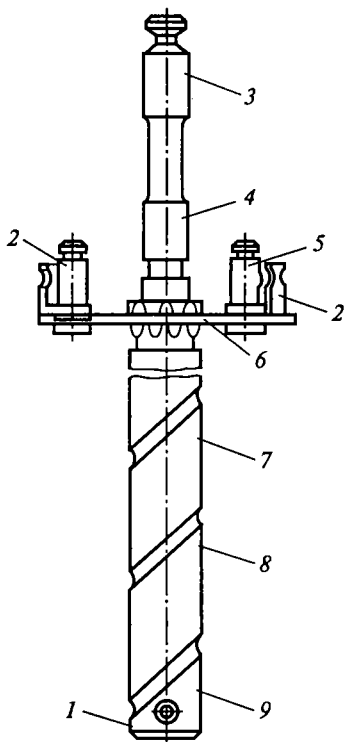


Рис. 7.10. Схема расположения механических дефектов валика распределителя системы зажигания в сборе:

1, 3 — механические повреждения шеек валика соответственно под кулачок и муфту; 2 — облом стойки пружины автомата; 4 — биение шейки валика; 5 — износ оси грузика; 6 — ослабление крепления, распайка и изгиб пластины центробежного автомата; 7—9 — износ хвостовика валика

Сборку распределителей и датчиков-распределителей производят в обратном порядке по отношению к разборке. Собранные распределители обкатывают на стендах в течение 15 мин, после чего настраивают вакуумный и центробежный регуляторы и проверяют распределитель на бесперебойность искрообразования в комплекте с эталонными катушками зажигания и транзисторными коммутаторами.

7.7. Ремонт реле-регуляторов, транзисторных коммутаторов и электронных блоков управления

В комплекте электрооборудования автомобилей и тракторов еще встречаются бесконтактные реле-регуляторы, блоки управления ЭПХХ и прерывателем-указателем поворотов, а также другие устройства, выполненные на основе дискретных радиоэлементов (или изделий электронной техники) на печатных платах и размещенные в пластмассовых корпусах со штырьковыми разъемами. В качестве радиоэлементов применяют резисторы, конденсаторы, диоды, стабилитроны, транзисторы и микросхемы логики. В процессе эксплуатации такие конструкции отказывают из-за возникновения в бортовой сети перенапряжений при аномальных режимах работы системы электроснабжения. Так, отключение АКБ вследствие окисления клемм или обрыва цепи приводит к тому, что в бортовой сети при функционировании мощных потребителей электроэнергии возникают переходные процессы с пиковыми значениями напряжения до 150...200 В. В связи с этим отказы таких электронных блоков, реле-регуляторов и транзисторных коммутаторов вызваны в основном выходом из строя стабилитронов, транзисторов и диодов. Поэтому при ремонте этих изделий применяют те же технологические приемы, что и при производстве электронных блоков.

К ремонтируемым транзисторным коммутаторам относятся коммутаторы типов 36.3734 и 3620.3734, которые выполнены на дискретных элементах, расположенных в металлическом корпусе.

Разборка таких изделий осуществляется с помощью отвертки, пинцета и паяльника для отпайки проводников от разъема. По завершении отпайки плату с радиокомпонентами извлекают из корпуса и с помощью омметра или мультиметра определяют дефекты. Эти электронные блоки и транзисторный коммутатор можно диагностировать с применением специально собранных испытательных схем, в состав которых входят стабилизированный источник постоянного тока с внутренним сопротивлением не более 0,03 Ом при максимальной силе тока нагрузки 10 А, амперметры, вольтметр и генератор сигналов типа Г6-15 или Г6-26. Изучая с помощью осциллографа переходные процессы в транзисторном коммутаторе, определяют его работоспособность и все функции управления: регулирование продолжительности открытого состояния и ограничение силы тока выходного транзистора, выключение его при прекращении управляющего сигнала на входе и т. д.

Основные операции ремонта заключаются в выпаивании отказавших элементов, установке и припайке новых элементов с последующей лакировкой.

После ремонта электронные блоки и транзисторный коммутатор испытывают в соответствии с техническими условиями на

специальных стендах. Испытания электронных изделий проводят с применением осциллографических методов измерения рабочих процессов.

7.8. Ремонт аккумуляторных батарей

При эксплуатации аккумуляторных батарей (рис. 7.11) не заменяют блоки пластин в аккумуляторах, крышки и корпуса. Незначительные повреждения пластмассового корпуса или крышки, вызывающие течь электролита, устраняют с помощью тепловой сварки. Поврежденную поверхность и часть материала, из которого изготовлен корпус, одновременно нагревают до размягчения и заделывают трещины в корпусе. Затем с помощью нагретого паяльника и специальной пластмассы выравнивают поверхность корпуса. Следует отметить, что если АКБ хранилась без электролита в поврежденной ячейке более недели, то после заливки электролита в отремонтированную ячейку АКБ подвергают двукратному заряду-разряду для восстановления работоспособности этой ячейки.

АКБ, поступившие на специализированные ремонтные участки транспортных организаций, тщательно очищают, проверяют, разбирают, определяют дефекты, восстанавливают, изготавливают необходимые детали, собирают узлы и батарею, заливают электролит, заряжают и измеряют контрольные параметры.

Очистку АКБ от пыли и грязи осуществляют чистой тряпкой, смоченной в 10 %-м растворе нашатырного спирта. Затем производят наружный осмотр для выявления повреждений выводных клемм, наличия окислов, срыва резьбы, повреждений мастики, трещин пробок моноблока и крышек.

Проверяют уровень и плотность электролита в аккумуляторах. Из разряженных аккумуляторов электролит сливают. Если моноблок имеет трещины, а отдельные элементы — короткое замыкание, то после промывки элементов дистиллированной водой батарею разбирают: удаляют межэлементные перемычки, мастику и захватами специального съемника вынимают блоки пластин. Эти блоки диагностируют и разъединяют на полублоки положительных и отрицательных пластин. Полублоки с сохранившейся активной массой промывают в воде в течение 10...30 мин. Корпус АКБ очищают от шлама и промывают водой, исправные сепараторы и предохранительные перфорированные пластины также промывают и сушат.

Пластины с разрушенными решетками, выпавшей активной массой и глубокой сульфатацией выбраковывают. Поверхностную сульфатацию с пластин удаляют, неисправные отрицательные пластины заменяют. Отобранные годные пластины опрессовывают для выравнивания зазоров и вдавливания разбухшей активной

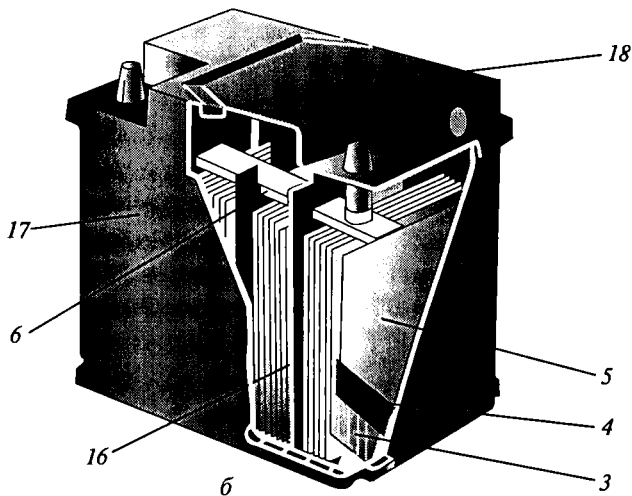
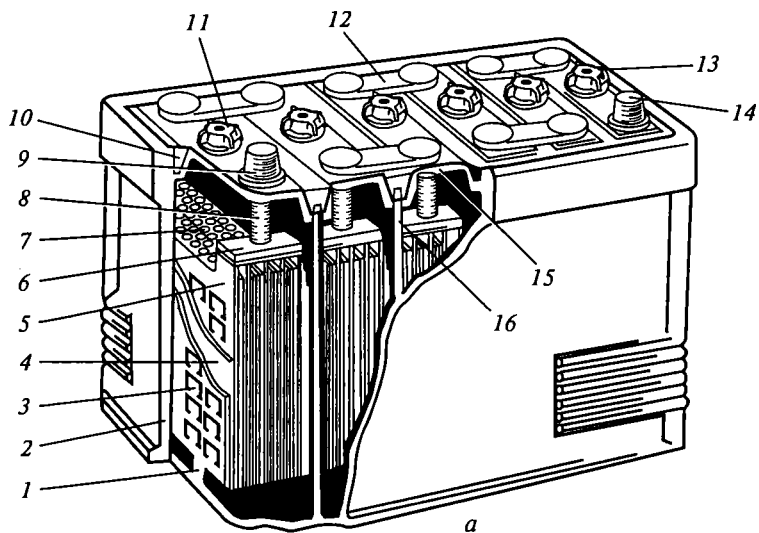


Рис. 7.11. Конструктивные схемы обслуживаемой (а) и малообслуживаемой (б) АКБ:

1 — опорная призма; 2 — корпус; 3 — отрицательная пластина; 4 — сепаратор; 5 — положительная пластина; 6 — мостик; 7 — щиток; 8 — борн; 9 — положительный вывод; 10 — мастика; 11, 13 — пробки; 12 — межэлементная перемычка; 14 — отрицательный вывод; 15 — крышка; 16 — перегородка; 17 — моноблок; 18 — общая крышка

массы в решетки. Баретки и межэлементные соединения отливают в специальных формах с соблюдением размеров и допусков.

Сборку АКБ производят, следуя определенным правилам: например, полублок составляют из пластин одинакового качества

для предотвращения быстрого саморазряда из-за появления тока между восстановленными и новыми пластинами, имеющими разные потенциалы.

Пластины, установленные в кондукторе, соединяют пайкой в полублоки при помощи паяльника с угольными электродами, подключенными к «+» АКБ, чтобы свинец не окислялся и соединение было прочным. При сборке блока наружные пластины должны быть отрицательными. Сепараторы размещают таким образом, чтобы их ребра были направлены в сторону положительных пластин. Собранный блок входит в корпус с некоторым усилием. Если размеры блока превышают габариты корпуса, то блок обжимают для получения нужного размера. Штыри соседних блоков должны иметь разную полярность. Установив предохранительные пластины и крышки, на выходные штыри надевают межэлементные соединения и угольными электродами паяльника оплавливают штыри, межэлектродную перемычку и втулку крышки.

Пазы между крышками и стенками моноблока заливают мастикой, нагретой сначала до температуры 120 °С, а затем до 200 °С.

В АКБ заливают электролит и заряжают ее до нормы.

Рассмотренный технологический процесс позволяет восстановить до 70 % вышедших из строя АКБ с максимальным использованием материалов старых батарей.

7.9. Правила техники безопасности и охрана окружающей среды при ремонте

При проведении ремонта изделий АТЭ и АЭ рабочие, испытатели и технический персонал могут подвергаться воздействию опасных и вредных факторов следующих трех групп.

Группа физических факторов:

- незащищенные движущие части станков и испытательных стендов (вращающиеся узлы станков и соединительные муфты приводов, перемещающиеся испытуемые изделия на вибростендах, узлы приспособлений и т. д.);
- повышенный шум работающих станков и испытательных стендов (испытания на надежность и т. д.);
- повышенная температура при пайке, сварке и термообработке деталей, испытаниях на нагрев, а также ускоренных испытаниях на надежность, во время которых воспроизводится температура в подкапотном пространстве автомобиля;
- повышенная влажность воздуха;
- повышенный уровень инфразвуковых колебаний при обработке металлов и механических испытаниях;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи питания при работе станочного оборудования и диагностировании, замыкание которой может произойти через тело человека;

- высокое напряжение аппаратов зажигания при испытаниях на электрическую прочность изоляции;
- повышенный уровень электромагнитных колебаний;
- повышенная яркость света при измерении светотехнических характеристик;
- повышенная загазованность в местах ремонта и испытаний аккумуляторных батарей.

Группа химических факторов:

- общетоксические;
- канцерогенные;
- раздражающие.

Группа психофизиологических факторов:

- физические нагрузки;
- нервно-психические нагрузки.

При проведении ремонтных работ и диагностировании производственное оборудование и контрольно-измерительная аппаратура должны находиться в специальных помещениях, отвечающих требованиям строительных норм и правил, санитарных норм проектирования промышленных предприятий и научно-исследовательских организаций.

Требования к помещению для производственного оборудования и рабочему месту рабочего и оператора включают в себя следующее.

1. Коэффициент естественной освещенности на рабочем верстаке или у станка, где находятся инструменты, приспособления, контрольно-измерительные приборы, техническая документация и журнал диагностирования, составляет 1,5 % — при боковом и 4 % — при верхнем и комбинированном естественном освещении.

2. Стены и потолки помещений, в которых размещено производственное и испытательное оборудование (станки, прессы, стенды и т.д.), окрашивают в светлый тон. Ширина проходов между производственным и испытательным оборудованием составляет не менее 1,5 м, а расстояние между стендами — не менее 2 м.

3. Помещения для ремонта имеют отопление, естественную или искусственную вентиляцию в соответствии с санитарными нормами.

4. Стены рабочего места покрыты звукопоглощающим материалом.

5. Все производственное и испытательное оборудование заземлено, а помещения, в которых оно размещено, обеспечено пожарной сигнализацией и средствами индивидуального тушения (огнетушители, песок и шанцевый инструмент).

6. Осветительные установки в рабочем помещении создают равномерное освещение по всей его площади. Светильники имеют отраженное или рассеянное светораспределение.

7. Пульсации освещенности не превышают 10 %. Чтобы ослабить их, лампы в многоламповых люминесцентных светильниках

или соседние светильники общего освещения включают поочередно на разные фазы сети. Допускается применение пускорегулирующих устройств, обеспечивающих сдвиг фаз.

8. Управление освещением позволяет включать и отключать (в различных сочетаниях) группы светильников, расположенных параллельно световым проемам.

9. Проверку уровней ультразвука, шума, вибрации, ультрафиолетовой радиации, концентрации озона, напряженности электростатического поля и ионизации, а также выполнения требований электробезопасности на рабочих местах проводят в соответствии с требованиями санитарно-гигиенических норм Минздрава России.

Все рабочие, служащие и инженерно-технические работники, допускаемые к проведению испытаний, проходят инструктаж по безопасности труда и пожарной безопасности: вводный — при поступлении на работу; первичный — на рабочем месте; повторный — не реже одного раза в три месяца; внеплановый — при нарушении требований безопасности труда, несчастном случае и др.

Раз в год рабочих, служащих и инженерно-технических работников направляют на техническую учебу для повышения квалификации и совершенствования навыков проведения ремонтных работ.

При ремонте электрооборудования применяются технологические процессы (окраска, сварка, мойка деталей в химических растворах, приготовление электролита, заряд АКБ после ремонта), которые могут загрязнять окружающую среду вредными выбросами. Так, при мойке ремонтируемых изделий и их деталей в сточные воды могут попасть нефтепродукты, серная кислота, каустическая сода и т. д. Поэтому все ремонтные участки и цехи должны иметь сооружения для очистки ливневых сточных вод.

Выделение пыли при разрезке обмоток, удалении их остатков после выжигания изоляции, шлифовании и проточке деталей требует установки местной вентиляции с пылеуловителями.

Это не полный перечень необходимых мероприятий по охране окружающей среды, поскольку оборудование, предотвращающее вредные выбросы в атмосферу, и технологические процессы постоянно совершенствуются.

7.10. Тенденции совершенствования конструкций изделий АТЭ и АЭ с точки зрения ремонтпригодности

Повышение надежности изделий АТЭ и АЭ сокращает простой транспортных средств, снижает объем регламентных работ при проведении ТО и ремонта. Этому способствует применение новых конструктивных схем изделий с одновременным увеличением продолжительности периодов между регламентными работами. К изделиям АТЭ и АЭ новой конструкции относятся:

- гибридные и твердотельные неразборные регуляторы напряжения генераторных установок;
- транзисторные коммутаторы электронных систем зажигания, обладающие несколькими регулирующими функциями;
- компактные генераторные установки со статорами, изготовленными методом сворачивания железа на ребро, внутренними вентиляторами и закрытым щеточным узлом;
- электродвигатели и электростартеры с возбуждением от постоянных магнитов высокой энергии, корпусами, изготавливаемыми методом сворачивания, и обмотками, создаваемыми с применением прогрессивных способов намотки и изоляции лобовых частей якоря;
- электронные системы зажигания со статическим распределением высокого напряжения и двумя двухвыводными катушками зажигания, а также индивидуальными катушками зажигания на свечу;
- пластмассовые блок-фары с новыми газоразрядными источниками света, задние фонари на основе светодиодов, фары со свободной поверхностью отражателя, разрабатываемые светотехнические приборы с использованием волоконных световодов;
- молекулярные накопители энергии;
- интегрированный в маховик двигателя внутреннего сгорания стартер-генератор (позволяет оптимизировать расход топлива в режиме городской езды и рекуперировать энергию торможения автомобиля).

Оптимальное расходование электрической энергии при различных условиях эксплуатации может быть обеспечено применением мультиплексных принципов передачи информации и энергии потребителям в бортовой сети автомобиля.

Модульный принцип построения системы электрооборудования и сложных изделий ускорит процесс замены отказавших элементов конструкции. Примером применения этого принципа является унифицированная конструкция щеточного узла, совмещенного с интегральным регулятором напряжения и устанавливаемого на весь ряд генераторных установок для легковых автомобилей. К модульным конструкциям относятся и комбинации отдельных указательных приборов.

Для повышения эксплуатационной надежности ряд изделий АТЭ и АЭ имеют бесконтактное исполнение, что позволяет применять гибкие печатные платы, например, в блоке предохранителей и реле, облегчает монтаж при сборке автомобиля и проведение ремонтных работ.

Особую роль в повышении надежности электронных изделий играют технологические методы стресс-испытаний не только готовой продукции, но и отдельных узлов и элементов.

Оптимизация конструкций изделий АТЭ и АЭ в части магнитных систем электрических машин, размещения обмоток на кар-

касах, формы и размеров контактных пар, использования магнитных и медных материалов обеспечивает повышение удельных характеристик изделий, уменьшение их габаритов и снижение эксплуатационных расходов, связанных с ТО и ремонтом.

Создание герметичных разъемов у электронных блоков электромеханических устройств позволяет сократить число отказов в процессе эксплуатации, особенно в осенне-зимний период.

Все более строгие международные требования в отношении безопасности дорожного движения и экологической чистоты автотранспорта способствуют появлению на борту автомобиля новых электронных систем и дополнительного оборудования. Это стимулирует повышение напряжения бортовой сети, использование бесконтактных электрических приводов, экономичных средств предпускового подогрева двигателя, например позисторных систем, и т. д. В настоящее время расширяется применение на автомобилях информационных систем (Интернет и спутниковая связь). К новым функциональным возможностям встроенных систем самодиагностирования электронных систем относятся раннее предупреждение и прогнозирование отказов.

Таким образом, новые конструктивные схемы изделий, технологические процессы, материалы и комплектующие позволяют сделать систему технической эксплуатации и ремонта электрооборудования более гибкой, способной прогнозировать техническое состояние не только изделий АТЭ и АЭ, но и агрегатов автомобиля и трактора.

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды ремонта изделий АТЭ и АЭ.
2. Назовите виды дефектов и износа деталей в изделиях АТЭ, характерные для эксплуатации.
3. Как организуют процесс ремонта изделий АТЭ?
4. Каковы основные технологические процессы ремонта изделий АТЭ?
5. Как ремонтируют:
 - генераторные установки;
 - электростартеры;
 - аппараты зажигания;
 - аккумуляторные батареи;
 - электронные блоки;
 - регуляторы напряжения?
6. Перечислите правила техники безопасности при ремонте.
7. Каковы тенденции развития конструкции изделий АТЭ и АЭ с точки зрения ремонтнопригодности?

ИСПЫТАНИЯ ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ И СИСТЕМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В предыдущих главах часто применялся термин «испытания», под которыми понимают экспериментальное определение количественных и качественных характеристик и свойств изделий в процессе их функционирования при воздействии на них дестабилизирующих природных и других факторов. При эксплуатации и ремонте изделий АТЭ и АЭ испытания проводят для определения электрических, механических и других параметров, чтобы оценить работоспособность изделий, выявить состояние отказа или установить соответствие их параметров требованиям НТД. В этой главе испытания рассматривают как инструмент для определения технического состояния и параметров надежности изделий при ТО или ремонте.

8.1. Испытания как оценка качества технологического процесса ремонта и надежности отремонтированных изделий АТЭ и АЭ

Основными целями испытаний отремонтированных изделий являются контроль технологического процесса ремонта, обнаружение отклонений в этом процессе, определение эффективности мероприятий по устранению дефектов и подтверждение показателей надежности и качества.

С введением в практику международных правил и стандартов (ISO 9000, 9003 и 14000), на базе которых принят ряд государственных стандартов Российской Федерации, актуальными стали вопросы организации испытаний отремонтированных изделий АТЭ и АЭ. Однако для подтверждения или определения показателей надежности необходимы большой объем испытаний, дорогостоящее оборудование и приборы. Поэтому для ремонтных организаций приемлемы лишь ускоренные форсированные* испытания.

* Форсирование — увеличение числа дестабилизирующих факторов, действующих одновременно.

Разработка методов и средств ускоренных форсированных испытаний изделий и систем на надежность является сложной задачей, состоящей из нескольких этапов:

1) анализа условий эксплуатации, места установки и обслуживания изделия, его функциональных возможностей и связей с другими изделиями на борту транспортного средства;

2) обоснования и выбора форсированных испытательных режимов и параметров дестабилизирующих факторов, адекватных режимам эксплуатации;

3) выбора статистических параметров плана испытаний для получения достоверной информации о показателях надежности изделия.

Второй этап является наиболее трудоемким и сложным, так как требует проведения многочисленных экспериментов. Для получения данных, на базе которых могут быть разработаны методы ускоренных испытаний, осуществляют эксплуатационные испытания, которые служат основой и для проверки качества отремонтированных изделий. Обычно эти испытания обеспечивают гарантийный пробег автомобиля 25... 50 тыс. км. Число испытываемых изделий должно составлять не менее 15 единиц.

Результаты эксплуатационных и ускоренных форсированных испытаний на гарантийную наработку до отказа используются для разработки мероприятий по совершенствованию методов и средств технического контроля или технологических процессов ремонта изделий. Следовательно, эти испытания могут быть основой системы качества, которая является неотъемлемой частью общей системы управления производственной и хозяйственной деятельностью автотранспортной организации.

Под качеством понимают совокупность параметров изделий и систем, определяющих способность выполнения ими своих функций в процессе эксплуатации. Наиболее важными являются показатели надежности. К ним относятся безотказность, долговечность, сохраняемость и ремонтпригодность. Для оценки безотказности определяют вероятность безотказной работы, среднюю наработку до отказа, интенсивность отказов — для невозстанавливаемых изделий и параметр потока отказов — для восстанавливаемых (см. гл. 2).

Основными показателями долговечности служат средний ресурс и средний срок службы, гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы. Для изделий АТЭ и АЭ иногда определяют ресурс до ремонта.

Сохраняемость характеризуется средним сроком сохраняемости (его математическим ожиданием).

Под ремонтпригодностью изделий часто понимают эксплуатационную технологичность, заключающуюся в возможности предупреждать возникновение отказа и обнаруживать его причины. Для изделий АТЭ и АЭ принято оперировать гамма-процентным временем восстановления, в течение которого отказавшее изде-

лие будет восстановлено с вероятностью $\gamma/100$, средним временем восстановления, которое является математическим ожиданием времени восстановления отказавшего изделия, и средней трудоемкостью восстановления отказавшего изделия.

В процессе эксплуатации автомобилей на электрооборудование приходится до 10,7 % всех отказов при средней трудоемкости устранения отказа 0,6 человекочаса, затратах на запасные части до 5,9 % общих затрат и простоях, вызванных ремонтом, до 5,6 % общей продолжительности простоя автомобиля.

Так как показатели надежности транспортного средства соответствуют схеме последовательного соединения агрегатов, то надежность всего транспортного средства будет ниже, чем у самого слабого ее звена. Это означает, что увеличение числа изделий АТЭ и АЭ повышает требования к их надежности.

Следовательно, проводя испытания по определению показателей надежности ускоренным и эксплуатационным методами в рамках программы качества, можно решать следующие задачи технической эксплуатации изделий АТЭ и АЭ:

- разрабатывать и реализовывать меры по предупреждению отказов и неисправностей;
- разрабатывать программу ремонта изделий и прогнозировать его возможный объем;
- планировать потребность в производственных и складских помещениях, номенклатуру и объемы запасных частей, материалов, инструмента и оборудования;
- нормировать процессы ремонта и ТО.

8.2. Виды испытаний изделий АТЭ и АЭ. Особенности методик испытаний

Испытания классифицируют по назначению, уровню проведения, этапу жизненного цикла изделия, условиям и месту проведения, продолжительности, виду и результату воздействия дестабилизирующих факторов и по определяемым характеристикам изделия. Кроме того, в отдельную группу выделяют испытания по *проверке* готовой продукции.

По *назначению* испытания подразделяют на исследовательские, определительные, сравнительные и контрольные; по *уровню проведения* — на государственные, ведомственные и межведомственные; по *этапу жизненного цикла изделия* — на доводочные, предварительные, приемочные и эксплуатационные; по *условиям и месту проведения* — на лабораторные, стендовые, полигонные и натурные; по *продолжительности* — на нормальные, ускоренные и сокращенные; по *виду воздействия* — на механические, климатические, температурные, электрические, электромагнитные, радиационные, химические и биологические; по *результату воздей-*

ствия — на неразрушающие и разрушающие; по *определяемым характеристикам* — на технологические, граничные и параметрические, а также на надежность, безопасность и транспортабельность.

Испытания готовой продукции подразделяют на квалификационные, предъявительские, приемосдаточные, периодические, инспекционные, типовые и сертификационные.

При проведении ремонта изделий АТЭ и АЭ наибольшее распространение получили параметрические, электрические, приемосдаточные, периодические, типовые и эксплуатационные испытания, а также испытания на надежность.

Параметрические испытания в соответствии с ГОСТ 3940—84 служат для определения значений параметров изделий при нормальных условиях (температура окружающей среды $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$, относительная влажность 45... 80 %, атмосферное давление 84,0... 106,7 кПа) и номинальных значениях питающего напряжения (для генераторов и генераторных установок — 7; 14 и 28 В, для потребителей тока — 6; 12 и 24 В), если в НТД дополнительно не определены другие значения. Параметрические испытания до и после воздействия дестабилизирующих факторов, а также до и после испытаний на надежность позволяют определить влияние этих факторов и режимов испытаний на конструкцию изделий. Кроме того, параметрические испытания являются инструментом для выявления начала неисправного состояния изделия.

При проведении ремонта параметрические испытания обычно осуществляют по сокращенной программе-методике, чтобы снизить затраты собственно на испытания и испытательное оборудование и использовать диагностическое оборудование, имеющееся в организации.

К электрическим испытаниям, применяемым в процессе ремонта изделий АТЭ и АЭ, можно отнести проверку электрической прочности изоляции обмоток и токоведущих деталей относительно металлического корпуса или основания воздействием синусоидального переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220, 250, 550, 22000 и 25000 В в зависимости от назначения детали и изделия.

Мощность испытательного трансформатора для проверки изоляции обмоток и токоведущих частей низковольтных цепей должна составлять не менее 0,5 кВт. Испытания начинают с одной трети испытательного напряжения, а затем плавно повышают его через каждые 15 с. По достижении полного значения испытательного напряжения его не меняют в течение 1 мин, после чего плавно снижают до одной трети испытательного напряжения и отключают.

Электронные блоки управления проверяют на электрическую прочность изоляции разъема при отключенной печатной плате с изделиями электронной техники или до установки этой платы.

Мощность трансформатора для испытаний высоковольтных цепей систем зажигания должна составлять не менее 2 кВт. На-

пряжение плавно повышают со скоростью не более 1 кВ/с. По достижении максимального значения испытательного напряжения его поддерживают неизменным в течение 1 мин, а затем плавно снижают до одной трети его значения и отключают.

Испытание изоляции высоковольтных деталей проводят с применением приспособлений, позволяющих прикладывать напряжение к участкам, склонным к пробоем. Испытания высоковольтных деталей на пробой осуществляют в трансформаторном масле.

К электрическим испытаниям можно отнести контроль напряжения, силы тока, активного сопротивления, индуктивности обмоток и емкости. Эти испытания выполняют функцию диагностирования при разборке генераторных установок, стартеров, аппаратов зажигания, указательных приборов и датчиков.

Все измерения напряжения и силы тока при снятии характеристик изделий производят приборами класса точности 0,5...1,0, тогда как контрольные замеры при других видах испытаний выполняют с помощью приборов класса точности не ниже 1,5. При измерении напряжения электродвигателей, стартеров и других потребителей электроэнергии вольтметры подключают к зажимам машин или аппаратов, а при испытании генераторных установок — к зажимам, указанным в технических условиях на конкретное изделие. При измерениях постоянного или выпрямленного напряжения либо силы тока их средние значения определяют магнитоэлектрическими или электронными приборами. При измерениях переменного напряжения или силы тока их текущие значения определяют электродинамическими, электромагнитными, тепловыми или термоэлектрическими приборами.

Допустимые отклонения электрических и механических параметров составляют:

$\pm 2\%$ — для напряжения генераторных установок при определении начальной частоты вращения, а также напряжения на зажимах генераторных установок, электродвигателей и электростартеров при измерении характеристик и контроле параметров;

$\pm 5\%$ — для напряжения или силы тока генераторных установок, электродвигателей и других изделий АТЭ при испытаниях работающего изделия;

$\pm 3\%$ — для частоты вращения генераторных установок, приводимых в действие посторонним двигателем, при проверке параметров в контрольных точках характеристик;

$\pm 5\%$ — для испытательной частоты вращения при испытаниях на повышенную частоту вращения при наличии привода от постороннего двигателя.

Проверку генераторных установок на самовозбуждение до номинального напряжения иногда проводят с подключенной АКБ или источником постоянного тока.

Регуляторы напряжения проверяют в рабочей схеме с генератором и АКБ или схеме с источником постоянного тока при условии идентичности параметров регулятора в обеих схемах.

Аппараты зажигания испытывают на бесперебойность искрообразования при частотах следования управляющего сигнала.

Стартеры проверяют на холостом ходу трехкратным включением продолжительностью не более 5 с каждое при напряжении, указанном в НТД. Для тяговых реле привода стартеров и самого привода должно быть обеспечено перемещение шестерни до крайнего положения при первом включении.

В объем приемосдаточных испытаний входят внешний осмотр изделия, проверка основных и присоединительных размеров, параметрические испытания, связанные с контролем параметров, испытания на повышенную частоту вращения и электрическую прочность изоляции.

Объем выборки или план контроля должен соответствовать НТД.

Испытания на повышенную частоту вращения проводят на холостом ходу при частоте вращения на 20 % выше максимальной, указанной в технических условиях. Электростартеры и электродвигатели испытывают в течение 20 с, а генераторы, распределители зажигания и электродвигатели с продолжительностью рабочего режима более 1 мин — в течение 2 мин.

Периодические испытания проводят не реже одного раза в год. Отобранные изделия проходят внешний осмотр; проверку основных размеров и контролируемых параметров; испытания на повышенную частоту вращения, вибро- и ударопрочность, нагревание; проверку коммутации. Затем изделия подвергают испытаниям на электрическую прочность изоляции, тепло-, холодо- и влагостойкость, механическую прочность выводных зажимов, гарантийную наработку, проверяют качество покрытий. Если в организации отсутствует соответствующее испытательное оборудование, то можно обратиться в испытательные центры, уполномоченные Госстандартом России на проведение сертификационных испытаний.

В ремонтных организациях могут выполнять климатические и механические испытания (на тепло- и холодостойкость, механическую прочность выводных зажимов и надежность), а также проверять качество покрытий.

При проведении периодических испытаний каждому виду воздействий подвергают не менее трех изделий. Их осуществляют по двухступенчатому плану. Если при испытаниях первой выборки хотя бы одно изделие не соответствует требованиям НТД, то проводят повторные испытания второй выборки из удвоенного числа образцов по тем пунктам программы, по которым изделия первой выборки не выдержали испытаний.

Результаты периодических испытаний считают положительными, если во второй выборке не будет изделий, не отвечающих требованиям НТД по проверенным пунктам программы.

Периодические испытания проводят на соответствие требованиям и параметрам, на которые влияют вносимые изменения конструкции, технологии или материалов.

Испытания на надежность отремонтированных изделий АТЭ и АЭ являются основными. Их проводят для оценки и контроля показателей надежности. Поскольку эти испытания связаны с расходом значительной части ресурса, то даже при сохранении по окончании испытаний функциональных параметров изделий они не могут находиться в обычной эксплуатации.

При проведении испытаний на надежность анализируют изменения состояния изделия, вызывающие отказ, разделяя их на следующие группы:

- конструктивные — изменения габаритных и присоединительных размеров;
- функциональные — отклонения режимов работы, характеризующихся электрическими и механическими параметрами, законами управления и регулирования (например, управления впрыскиванием топлива и регулирования опережения зажигания), от заданных;
- изменения внешнего вида изделия — повреждение защитных покрытий, разгерметизация вследствие коррозии, замасливание электрических контактов.

Испытания на надежность осуществляют на специальных стендах с применением методик, разработанных для использования заводами-изготовителями. Эксплуатационные испытания отремонтированных изделий АТЭ и АЭ проводят непосредственно на транспортных средствах ремонтной организации или по договоренности с эксплуатационной организацией. Применяют две методики — опытной и подконтрольной эксплуатации, которые дополняют друг друга. Следует отметить, что эти испытания трудоемки и весьма продолжительны.

8.3. Метрологическое обеспечение испытаний

Метрологическое обеспечение, будучи одной из основных составляющих процесса испытаний и его программы-методики, охватывает вопросы точности измерений электрических и механических параметров испытываемых изделий, разработки измерительных методик, организации рабочих мест и т. д.

Для обеспечения повторяемости результатов испытаний средства измерений подвергают поверке или калибровке через определенный промежуток времени. Эти операции осуществляет служба главного метролога организации или региональной лаборатории Госстандарта России.

Поверка средств измерений устанавливает пригодность этих средств к использованию на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и позволяет контролировать их соответствие установленным требованиям. Различают три основных вида поверки: калибровка отдельных измерительных приборов, поверка испытательного оборудования и эталонов.

Основной метрологической характеристикой средств измерений, определяемой поверкой, является погрешность. Она находится путем сравнения поверяемого измерительного прибора с образцовым средством измерения, называемым эталоном. При этом часто осуществляют градуировку поверяемого средства измерений по образцовому. Поверки подразделяют на государственные, ведомственные, периодические, независимые, внеочередные, инспекционные, комплексные и поэлементные. Они проводятся в соответствии с требованиями государственных стандартов и метрологических указаний специально обученными специалистами, имеющими удостоверение метролога.

Результаты поверки средств измерений и испытательного оборудования, признанных годными к применению, оформляются свидетельством о поверке, нанесением клейма или иным способом, установленным НТД на методы и средства поверки.

Метрологическое обеспечение включает в себя еще целый ряд функций:

- проведение анализа состояния измерений в организации, на рабочем месте оператора или испытателя;
- установление рациональной номенклатуры рабочих и образцовых средств измерений, оптимальных норм измерений и точности;
- выбор, поверку и метрологическую аттестацию необходимых средств измерений;
- разработку методик измерений в зависимости от установленных норм точности;
- обеспечение чистоты рабочих мест, испытательного и измерительного оборудования;
- создание и признание законными нестандартизованных средств измерений и испытаний;
- метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации.

К важным элементам метрологического обеспечения испытаний относятся вопросы погрешности измерений и применение статистических методов обработки результатов испытаний. Погрешностью измерений называют отклонения результата измерений от действительного значения измеряемой величины.

За действительное значение физической величины принимают среднее арифметическое ряда ее значений, полученных при равноточных измерениях, или арифметическое среднее, взвешенное при равноточных измерениях. При поверке средств измерений

действительным значением измеряемой величины является значение образцовой меры или показание образцового средства измерений. При повышении точности средств измерений действительное значение измеряемой величины стремится к ее истинному значению.

Существует несколько видов погрешностей измерений. Оперируют преимущественно такими составляющими погрешности, как систематическая, случайная, абсолютная, инструментальная и субъективная, а также погрешностями метода и отсчета. Качество измерений характеризуется сходимостью, воспроизводимостью и точностью результатов.

Систематическая погрешность результата измерения остается постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же физической величины. Она исключается из результатов измерений методом введения поправки и юстировкой приборов. Наиболее часто встречаются постоянные систематические погрешности.

Появление случайных погрешностей не связано с какой-либо закономерностью. Они неизбежны и неустранимы, под их влиянием происходит рассеяние результатов при многократном и достаточно точном измерении одной и той же величины в неизменных условиях. При увеличении числа измерений случайная погрешность стремится к нулю.

Абсолютная погрешность выражается в единицах измеряемой величины, тогда как относительная погрешность представляет собой безразмерную величину, равную отношению абсолютной погрешности измерений к действительному значению измеряемой величины.

Наиболее часто применяется средняя квадратичная погрешность, равная квадратному корню из суммы квадратов отклонений результатов отдельных измерений от среднего арифметического нескольких измерений, деленной на число измерений, уменьшенное на единицу.

В практике измерений встречаются и другие виды погрешностей, связанные не только с физическими свойствами средств измерений, но и с появлением случайных причин ошибок измерений и операторов. Это обуславливает широкое применение методов статистической обработки результатов испытаний, основанных на теории вероятностей и математической статистике. Данные методы опираются на законы распределения экспериментальных данных. Если случайная величина распределена по закону Гаусса, то ограничиваются вычислением только ее основных параметров: среднего арифметического значения или математического ожидания, дисперсии и доверительного интервала.

При статистической обработке результатов испытаний стараются своевременно выявить ошибки измерений и исключить их из даль-

нейшего рассмотрения. Если появляются выбросы значений измеряемых параметров из-за случайных погрешностей (неконтролируемые условия измерений, неисправности измерительной техники, ошибки испытателей и т. п.), то эти значения обычно считают ошибками эксперимента и не учитывают при обработке результатов.

Однако следует иметь в виду, что отклонения измеряемого параметра в выборке испытываемых изделий могут отражать начавшиеся процессы деградации, которые приводят к отказам. Это означает, что выбросы могут иметь физическую природу и их нельзя исключить при обработке результатов. В данном случае необходимо проводить тщательный комплексный анализ причин выбросов значений измеряемых параметров. На практике случайная величина не всегда подчиняется закону Гаусса или закон распределения неизвестен. Тогда применяют специальную процедуру оценки появления выбросов значений измеряемой величины.

Результаты измерений электрических параметров изделий АТЭ и АЭ обычно представляют в форме таблиц, содержащих оценку средних значений, дисперсии и среднего квадратичного отклонения измеряемого параметра в начале испытаний и в конце. Для наглядности приводят графики или осциллограммы (переходные процессы). Наиболее распространенными графиками являются полигоны, гистограммы, кумуляты, огивы и поля корреляции. На рис. 8.1 показаны полигон, гистограмма и интегральная кривая распределения экспериментальных значений величины x .

При выборе графического метода представления измеряемых значений параметров изделий прежде всего нужно учитывать цели исследований и способы дальнейшего анализа результатов испы-

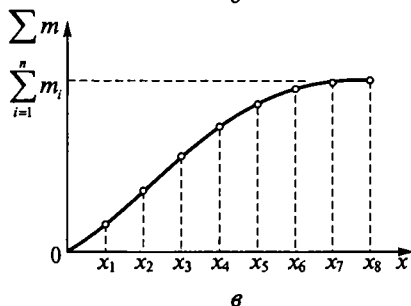
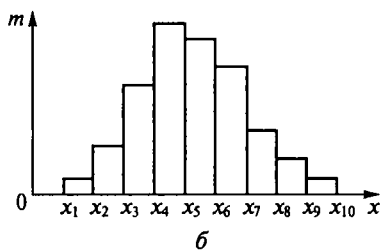
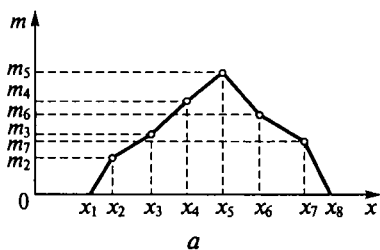
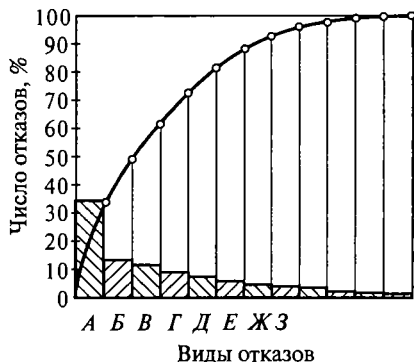


Рис. 8.1. Типичные способы статистической обработки результатов испытаний:

$a, б, в$ — соответственно полигон, гистограмма и интегральная кривая распределения значений x ; m — частота события

Рис. 8.2. Диаграмма Парето, характеризующая отказы стартера в эксплуатации, вызываемые различными причинами:

А — износ сопряжения «обойма — ролик — втулка привода стартера»; *Б* — подгорание контактного диска тягового реле; *В* — поломка замкового кольца привода; *Г* — износ или замасливание и подгорание коллектора; *Д* — износ щетки; *Е* — износ посадочного места промежуточного подшипника; *Ж* — пробой обмотки якоря; *З* — подгорание или эрозия контактного болта тягового реле



таний. Например, для технологических испытаний в рамках программы качества результаты статистических методов обработки результатов измерений служат функцией управления, так как позволяют определить основные причины появления брака и разработать меры по его устранению.

Для выявления видов деталей и сборочных единиц, лимитирующих показатели надежности, часто используют принцип Парето, который широко применяется при анализе выпуска бракованной продукции на предприятиях автомобильной промышленности Японии. Соответствующая процедура состоит из следующих этапов. Для каждой детали и узла по экспериментальным данным определяют число и процент отказов (их общее число по изделию принимают за 100 %). Далее процентные значения числа отказов всех деталей и узлов ранжируют на графике в порядке убывания и строят кривую накопления (рис. 8.2). Систематизированные таким способом данные позволяют сделать вывод о том, что для уменьшения влияния отказов *А—В* на показатели надежности изделия необходимо проведение конструкторских и технологических мероприятий.

8.4. Планы проведения испытаний и контроля

Число испытываемых изделий (выборка) в большой степени определяет план проведения испытаний. В зависимости от целей испытаний различают одно-, двух- и многоступенчатые планы, а также план последовательного контроля.

Одноступенчатый план проведения испытаний включает в себя следующие этапы (рис. 8.3):

1) случайным образом производят выборку объемом, указанным в принятом плане контроля;

2) каждое изделие в выборке проверяют на соответствие установленным техническим требованиям и выявляют изделия с дефектами;

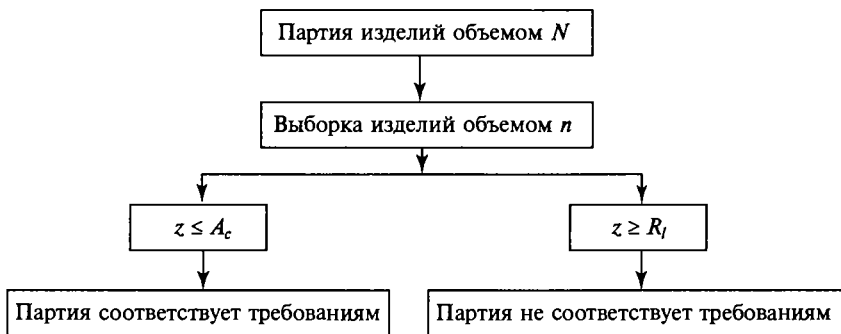


Рис. 8.3. Одноступенчатый план проведения испытаний:

z — число дефектных изделий в выборке; A_c — приемочное число дефектных изделий при испытаниях; R_l — браковочное число дефектных изделий

3) найденное число z дефектных изделий в выборке сравнивают с приемочным числом A_c дефектных изделий, определяемым по стандартным таблицам* для данного плана контроля;

4) партия изделий соответствует установленным требованиям, если z не превышает A_c ;

5) партия изделий не соответствует требованиям, если число z равно браковочному числу R_l дефектных изделий для данного плана контроля или больше его.

Такой план применяется при проведении приемосдаточных испытаний, и если окажется, что в числе изделий, отобранных для выборочной проверки, хотя бы одно не соответствует какому-либо требованию, выполнение которого проверяется при этих испытаниях, то следует осуществлять проверку удвоенного числа изделий в полном объеме испытаний.

Периодические испытания в заводских условиях проводят по *двухступенчатому плану* (рис. 8.4), который содержит следующие этапы:

1) случайным образом производят выборку изделий объемом, указанным для первой ступени плана;

2) каждое изделие проверяют на соответствие установленным техническим требованиям, определяя при этом число z_1 дефектных изделий в выборке;

3) найденное число z_1 сравнивают с приемочным числом A_{c1} дефектных изделий и их браковочным числом R_{l1} для первой ступени плана;

* Для различных планов контроля существуют таблицы значений A_c и R_l , рассчитанных в зависимости от приемочного и браковочного уровней вероятности безотказной работы изделий.

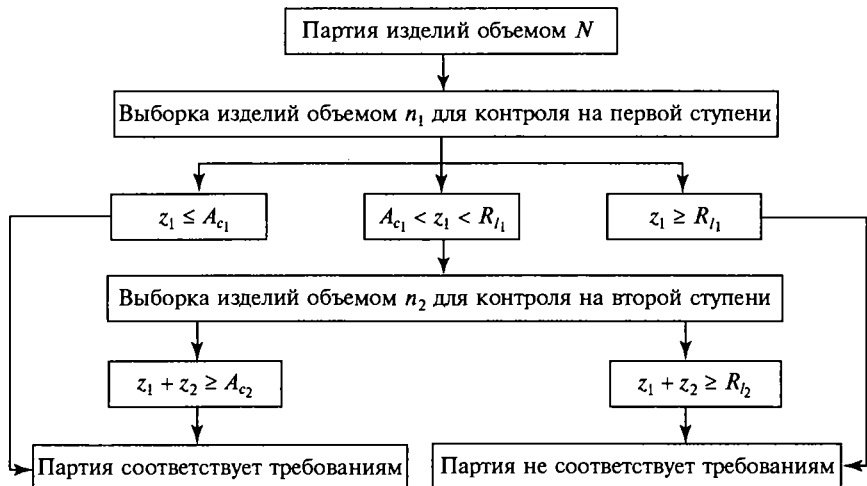


Рис. 8.4. Двухступенчатый план проведения испытаний:

z_1 и z_2 — число дефектных изделий в выборках объемом n_1 и n_2 соответственно; A_{c1} и A_{c2} — приемочное число дефектных изделий на первой и второй ступенях плана контроля; R_{l1} и R_{l2} — браковочное число дефектных изделий на первой и второй ступенях плана

4) партия изделий соответствует требованиям, если z_1 не превышает A_{c1} ;

5) партия изделий не соответствует требованиям, если число z_1 больше или равно R_{l1} ;

6) если z_1 больше A_{c1} и меньше R_{l1} , то переходят к реализации второй ступени плана;

7) производят выборку такого же объема, как и на первой ступени, и проверяют эту партию на соответствие техническим требованиям;

8) определяют число z_2 изделий с дефектами;

9) суммируют число дефектных изделий на первой и второй ступенях;

10) сравнивают полученное общее число ($z_{\text{общ}} = z_1 + z_2$) дефектных изделий с приемочным числом A_{c2} и браковочным числом R_{l2} дефектных изделий для второй ступени;

11) партия изделий соответствует установленным требованиям, если $z_{\text{общ}}$ не превышает A_{c2} ;

12) если $z_{\text{общ}}$ больше или равно R_{l2} , то партия не отвечает техническим требованиям.

Многоступенчатый контроль начинают от первого этапа принятого плана и заканчивают в момент получения информации, позволяющей принять решение о признании партии соответствующей или несоответствующей техническим требованиям. План

проведения такого контроля аналогичен двухступенчатому с тем отличием, что при необходимости контроль проводят на третьей и дальнейших ступенях так же, как на второй.

При осуществлении *плана последовательного контроля* определяют:

- объем партии и уровень контроля для данного объема партии — согласно параметрам плана контроля H и b (по расчетным таблицам);

- максимальный объем выборки — в зависимости от объема партии и приемочного уровня дефектности;

- соответствие партии изделий установленным техническим требованиям — из партии изделий отбирают последовательно по одному изделию, а после контроля каждого из них вычисляют значение

$$V = H + i - bz,$$

где i — число изделий, поданных после очередного контроля; z — число дефектных изделий, выявленных при очередном контроле.

Партию изделий считают соответствующей техническим требованиям, если $V = 2H$, и не отвечающей требованиям, если $V \leq 0$. При $0 < V < 2H$ контроль продолжается.

В процессе ремонта чрезвычайно важную роль играет метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации, позволяющая правильно выбрать измерительные операции, оптимальное сочетание измеряемых показателей и необходимую точность измерений.

8.5. Методы и средства испытаний

Наиболее важной составляющей процесса проведения испытаний является выбор метода, т.е. совокупности правил применения определенных принципов и средств испытаний. Метод испытаний должен обеспечивать проверку изделия или системы на соответствие НТД. Поэтому при выборе метода испытаний руководствуются государственными стандартами, отраслевыми нормативными документами с учетом обеспечения безопасности и экологичности их проведения. Обычно выбирают методы, позволяющие оценить качество ремонта и годность отремонтированного изделия к эксплуатации.

Эффективность метода испытаний зависит от размера затрат на проведение самих испытаний и от того, является ли он неразрушающим.

При реализации метода испытаний с помощью испытательного оборудования и измерительных приборов необходимо соблюдать ряд принципов, чтобы воспроизвести необходимые парамет-

ры дестабилизирующих факторов, измерить их и характеристики испытываемого изделия и контролировать эти показатели в процессе испытаний.

Первый принцип заключается в создании с помощью испытательных средств условий, близких к эксплуатационным, с соблюдением идентичности посадочного места и крепления испытываемого изделия способам крепления и размещения его на транспортном средстве.

Второй принцип определяет наличие устройств измерений, регистрации и обработки результатов испытаний.

Третий принцип предусматривает аттестацию испытательного оборудования и измерительных устройств на точность измерений и пригодность к работе. В процессе аттестации испытательного оборудования проводят калибровку приборов с требуемой точностью, устанавливают наличие пульсации и переходных процессов в цепях питания измерительных приборов, проверяют экранировку и установку фильтрующих элементов для защиты от внешних электромагнитных полей и помех в цепи питания. Проверяют воспроизводимость показаний измерительных приборов, стойкость их к перегрузкам, возникающим из-за постоянных или случайных нарушений режима испытаний. Аттестация позволяет избежать влияния перечисленных явлений в период испытаний и предотвратить неправильную оценку результатов измерений.

Рассмотрим ряд общих для испытаний изделий и систем АТЭ и АЭ методов, обеспечивающих выполнение перечисленных принципов.

При измерениях температуры окружающей среды используют термометры, действие которых основано на явлении объемного теплового расширения жидкости (ртуть, спирт), термоэлектрическом или терморезистивном эффекте, а также применяют термисторы и полупроводниковые структуры с $p-n$ -переходом в сочетании с усилителем, термокомпенсатором и мостовой измерительной схемой.

Уменьшение погрешности измерений термометрами этих видов обеспечивают, размещая их как можно дальше от стенок климатической камеры (для устранения их влияния), устанавливая защитные экраны (для снижения конвективных тепловых потоков около выступающей части термометра) и приближая термометры к испытываемым изделиям.

Временные параметры изделий при испытаниях измеряют механическими и электронными секундомерами, продолжительность испытаний определяют с помощью часов. Если требуется измерить временные параметры электрических переходных процессов, длительность которых составляет микро- или миллисекунды, например время нарастания вторичного напряжения, длительность искрового разряда системы зажигания или время открытого состояния выходного транзистора электронной системы, то исполь-

зуют осциллограф, в том числе запоминающий, или персональный компьютер со стандартным интерфейсом.

Электронные осциллографы имеют недостаток, заключающийся в невысокой точности измерений: их систематическая погрешность достигает $\pm 10\%$. Чувствительность осциллографов составляет $0,1 \dots 1$ мм/В. Применяя емкостный, индуктивный или комбинированный делитель напряжения, с помощью электронного осциллографа анализируют указанные высокочастотные процессы.

Персональный компьютер со стандартным интерфейсом преобразователя аналоговых или частотных сигналов в цифровую форму позволяет не только записывать измеряемый сигнал переходного процесса, но и воспроизводить на дисплее результаты статистического анализа, на основе которого можно создать математическую модель процесса.

Частотные характеристики, в том числе частоту вращения вала, измеряют электронными приборами — частотомерами. В них применен принцип заряда и разряда конденсатора, а выходной аналоговый прибор измеряет среднее значение силы тока, протекающего через конденсатор при его периодическом перезаряде, в соответствии с измеряемой частотой. Конденсаторные частотомеры имеют частотный диапазон от 10 Гц до 1 МГц при относительной погрешности $1,5 \dots 2\%$.

Размеры испытываемых изделий и их присоединительные параметры измеряют универсальным мерительным инструментом или калибрами с точностью, указанной в чертежах и НТД. Люфты и зазоры проверяют щупами, в отдельных случаях изменение геометрии детали в результате изнашивания определяют с помощью измерительного микроскопа.

При испытаниях на маслостойкость и соляной туман, а также климатических испытаниях контроль внешнего вида изделий осуществляется визуально, и его результаты могут носить субъективный характер. Для придания такому контролю большей объективности применяют эталонные изделия, изготовленные с тщательным соблюдением требований НТД.

Рассмотрим типовые разделы программы-методики любого вида испытаний. Она является обязательным для исполнения организационно-методическим документом, который устанавливает цели, объект, методику, объем, порядок, место и сроки проведения испытаний, форму представления экспериментальных данных, порядок оформления протоколов и отчетов.

В разделе «Цель испытаний» приводят общую характеристику программы исходя из назначения испытаний.

В разделе «Объект испытаний» включают информацию о дате изготовления испытываемого образца, типе изделия, особенностях конструкции и технологии. Испытываемым образцам присваивают условные номера.

В разделе «Методика испытаний» указывают методы, средства, условия испытаний, алгоритмы выполнения измерений, точности измерений, юстировки и калибровки, требования техники безопасности и охраны окружающей среды.

В разделе «Объем испытаний» перечисляют виды испытаний и соответствующие дестабилизирующие воздействия, а также приводят ссылки на государственные стандарты и НТД.

В разделе «Порядок и условия испытаний» предусматривают меры по обеспечению надежной работы испытательного оборудования и средств измерений, требуемой воспроизводимости условий измерения испытываемых образцов и стабилизации их параметров.

8.6. Основные методики испытаний изделий АТЭ и АЭ на надежность

Испытания на надежность изделий АТЭ и АЭ являются основными при ремонте, поэтому их результаты характеризуют качество технологических процессов ремонта.

Методика ускоренных форсированных испытаний генераторных установок

Структурная схема испытательного стенда приведена на рис. 8.5. В камере 5 расположены нагревательные элементы 2 и электро-вентилятор 1, которые обеспечивают заданный программой-методикой температурный режим генераторных установок 3. В камере 5 размещаются четыре однотипных генератора 3 с ременным приводом от электродвигателя. Электропривод 6, регулируемый с помощью контроллера управления 7, обеспечивает несколько скоростных режимов вращения роторов генераторных установок. Помимо регулирования скоростных режимов контроллер осуществляет измерения, контроль параметров генератора и аварийную сигнализацию, а также изменение нагрузочного режима генератора с помощью нагрузочных резисторов R_n .

Испытательные режимы установки носят циклический характер. Применяются три варианта режимов:

- основной часовой, при котором однократно включается электрическая нагрузка, эквивалентная прохождению тока силой 24; 27 и 36 А, с последующей остановкой генератора и обдувом его горячим воздухом в течение 5 ± 1 мин;
- режим разгона генератора до достижения частоты вращения 8000 мин^{-1} и остановка (продолжительность цикла «разгон — торможение» 5 мин);
- режим однократного выключения и включения электрической нагрузки в течение 5 мин.

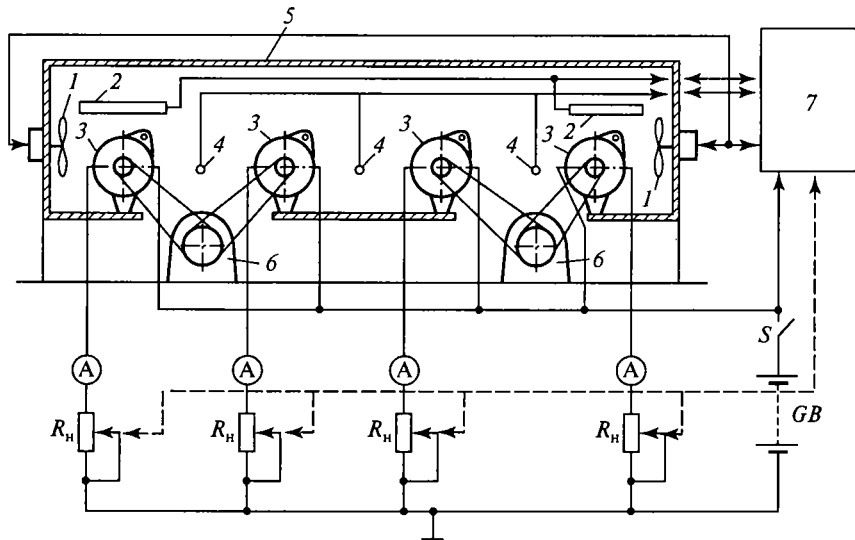


Рис. 8.5. Структурная схема стенда ускоренных форсированных испытаний на надежность генераторных установок:

1 — вентиляторы; 2 — нагревательные элементы; 3 — испытываемые генераторные установки; 4 — датчики температуры; 5 — испытательная камера; 6 — приводы генераторных установок; 7 — контроллер управления; S — выключатель; GB — АКБ; R_n — нагрузка; A — амперметр

Использование циклических режимов изменения частоты вращения вала ротора и электрической нагрузки в условиях повышенной температуры испытываемого генератора позволяет в течение 300... 1000 ч определить основные показатели надежности генераторной установки. Это связано с увеличением коэффициента ускорения* до 10... 15. В ходе форсированных испытаний не только сокращаются затраты времени на их проведение благодаря ускоренному действию механизмов отказов, но и воспроизводятся основные физические процессы в генераторе, вызывающие появление отказов.

Методика ускоренных испытаний электростартера

На рис. 8.6 представлена структурная схема стенда ускоренных форсированных испытаний электростартеров на надежность. Это пятиместный стенд, которым управляют с пульта 13. Испытываемые стартеры 1—3 крепят к установочной плите 4, а их шестерни 5 поочередно входят в зацепление с маховиком 6, который

* Коэффициент ускорения определяется как отношение продолжительности эксплуатации к длительности испытаний на надежность.

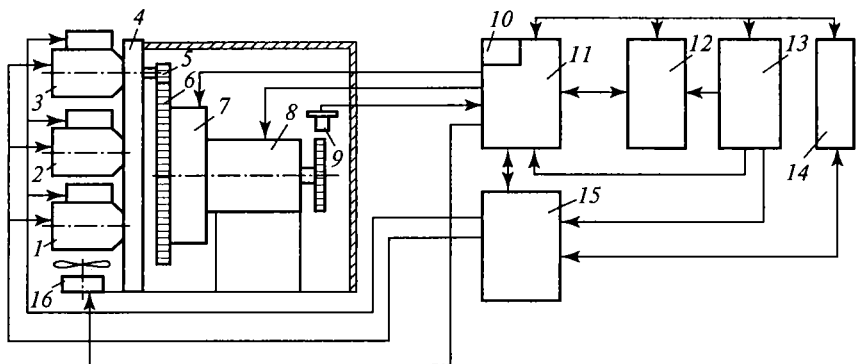


Рис. 8.6. Структурная схема стенда ускоренных форсированных испытаний на надежность электростартеров:

1—3 — испытываемые стартеры; 4 — установочная плита; 5 — шестерня привода стартера; 6 — маховик; 7 — порошковый тормоз; 8 — электродвигатель «подхвата»; 9 — датчик угловой скорости; 10 — тахогенератор; 11 — блок управления; 12 — программатор режимов; 13 — пульт управления; 14 — блок сигнализации и аварийной защиты; 15 — низковольтный агрегат; 16 — вентилятор обдува

нагружается электромагнитным порошковым тормозом 7. Тормоз соединен с электродвигателем «подхвата» 8, который имитирует разгон двигателя внутреннего сгорания в процессе запуска и выхода на режим холостого хода.

Контроль скоростного режима стартеров осуществляют импульсный датчик 9 угловой скорости и тахогенератор 10. Источником питания стартера служит низковольтный агрегат постоянного тока 15, которым управляет блок 11. Временные циклы алгоритма управления стендом определяются программатором 12. Стенд снабжен блоком 14 защиты от аварийных режимов и аварийной сигнализации. Вентилятор 16 обдувает стартеры для стабилизации их температурного режима.

Методикой испытаний предусмотрены два испытательных режима. Первый режим (на него приходится 95 % всех включений стартера) соответствует режиму номинальной мощности стартера. Маховик 6, нагруженный электромагнитным тормозом 7, прокручивается в течение 3 с, после чего нагрузка отключается, и стартер переходит в режим холостого хода. Одновременно в течение 2 с шестерня 5 привода стартера находится в зацеплении с маховиком, вращающимся с частотой 1000 мин^{-1} . Затем стартер выключается, и шестерня выходит из зацепления.

Второй режим (5 % общего числа включений стартера) осуществляется в течение 1,5 с при постоянной нагрузке и силе тока якоря стартера, равной 0,75 силы тока полного торможения при напряжении на клеммах стартера, соответствующем режиму номинальной мощности. Данный испытательный режим, эквивалент-

ный режиму повышенных нагрузок, которые возникают при неудачных попытках пуска двигателя автомобиля, предназначен для проверки надежности включения и выключения приводного механизма и тягового реле. Второй режим применяют дважды: в начале и конце испытаний.

Эта методика ускоренных форсированных испытаний на надежность электростартеров позволяет сократить календарное время испытаний до 0,5... 2 мес. Коэффициент ускорения воздействия дестабилизирующих факторов по включениям достигает 5, а по продолжительности ресурсных испытаний — 50.

Методика ускоренных форсированных испытаний на надежность аппаратов зажигания

Эта методика и соответствующее оборудование разработаны для испытаний распределителей и датчиков-распределителей бесконтактных систем зажигания. Многоместный (до десяти мест) стенд обеспечивает адекватность испытаний процессу эксплуатации. Испытания проводят в режиме неустановившихся нагрузок при четырех скоростных режимах:

- вращение валиков распределителей с постоянной частотой 1600 мин^{-1} в течение 4 с;
- увеличение частоты вращения с 1600 до 3000 мин^{-1} в течение 2 с;
- вращение валиков с частотой 3000 мин^{-1} в течение 8 с;
- торможение валиков с частоты 3000 до 1600 мин^{-1} в течение 4 с.

Одновременно вакуумный автомат опережения зажигания работает с цикличностью 40 разрежений в минуту, обеспечивая снижение давления до 66,8 кПа. Распределители находятся в камере, где поддерживается температура $70 \dots 90^\circ\text{C}$. Высоковольтные провода от крышек распределителя подключены к игольчатым разрядникам с зазором 10 мм. Напряжение питания систем зажигания по верхнему пределу регулирования составляет 14,2 В.

По завершении режима неустановившихся нагрузок продолжительностью 40 ч испытания проводят в режиме постоянной частоты вращения, составляющей 2000 мин^{-1} , в течение 160 ч. Общая продолжительность испытаний, равная 1000 ч, в течение которых осуществляются пять режимов неустановившихся нагрузок, эквивалентна пробегу автомобиля 150 тыс. км.

Данная методика обеспечивает коэффициент ускорения 4,8 при температуре испытаний 90°C и 3,7 — при 70°C .

8.7. Эксплуатационные испытания изделий и систем АТЭ и АЭ

Эксплуатационные испытания изделий и систем АТЭ и АЭ подразделяют на испытания, связанные с определением показателей

эксплуатационных режимов электрооборудования, на опытную и подконтрольную эксплуатацию. В первом случае испытания служат для оценки правильности применения изделий, прогнозирования работоспособности электрооборудования в различных условиях эксплуатации, уточнения требований к новым изделиям и выбора режимов стендовых испытаний. К показателям эксплуатационных режимов работы электрооборудования относят:

- баланс электроэнергии системы электроснабжения;
- рабочие характеристики электропусковой системы при пуске холодного двигателя;
- рабочее напряжение световых приборов;
- уровень радиопомех;
- уровень звукового давления при включении сигнала;
- температуру в зоне размещения изделий АТЭ и АЭ;
- характеристики скоростного режима генераторной установки;
- уровни нагрева или температурные поля изделий и узлов электрооборудования;
- перенапряжение в системах электроснабжения;
- режимы работы изделий (частота включений, продолжительность и электрическая нагрузка).

Для опытной эксплуатации используется серийная автотракторная техника, оборудованная модернизированными и вновь разработанными изделиями. Программа опытной эксплуатации предусматривает определение скоростных, температурных, нагрузочных и других эксплуатационных режимов при электрической нагрузке.

Подконтрольная эксплуатация представляет собой испытания с определенной целевой программой (например, определяется наработка до отказа отремонтированного изделия при гарантийном пробеге автомобиля 25...70 тыс. км) и проводится с применением специальных методик сбора, учета и обработки информации о поведении изделий на автомобилях или тракторах.

Важной особенностью методик эксплуатационных испытаний является определение числа объектов наблюдений, зависящего от выбора значения доверительной вероятности, точности, характеризуемой величиной относительной погрешности, и закона распределения исследуемого показателя.

До эксплуатационных испытаний автомобили проходят предусмотренную инструкцией по эксплуатации обкатку. Они укомплектовываются штатными электрическими потребителями и находятся в технически исправном состоянии. Частота вращения вала двигателя в режиме холостого хода отвечает требованиям НТД. Номинальная емкость АКБ соответствует комплектности автомобиля; батарея заряжена не менее чем на 75 %; температура электролита отличается от температуры окружающей среды не более чем на 5 °С.

В ходе испытаний контролируют силу общего тока электрических потребителей, постоянно включенных при движении в режиме «город, ночь, зима», в течение 10 мин работы прогретого двигателя при среднем значении частоты вращения коленчатого вала. При наличии в схеме электрооборудования мощных потребителей, например кондиционера или электрического тормоза-замедлителя (у горных автомобилей), сила тока которых превышает 10 А при напряжении 12 В и 7 А — при 24 В, помимо силы тока измеряют напряжение на зажимах этих потребителей.

В журнале испытаний, которым снабжают каждый испытываемый автомобиль, регистрируют все неисправности и отказы изделий АТЭ и АЭ за сутки с указанием времени возникновения и характера неисправности. В зимнее время года контролируют пуск холодного двигателя по следующей методике. Ежедневно пуск двигателя начинают двумя прокручиваниями от батареи (при отсутствии подачи топлива) в течение 15 с; после каждого прокручивания делают паузу в течение 60 с; затем пуск двигателя производят в штатном режиме. Общее число попыток пуска, не считая двух первых прокручиваний, не должно превышать двух. В противном случае применяют средства облегчения пуска.

При проведении эксплуатационных испытаний примерно один раз в неделю осуществляют контроль работоспособности испытываемых изделий, измеряя силу тока и напряжение приборами класса точности не менее 0,5, плотность электролита АКБ — денсиметром с ценой деления 0,01, температуру — с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$, время — с точностью $\pm 3\%$, частоту вращения — с точностью $\pm 30 \text{ мин}^{-1}$. Частоту включений изделий АТЭ определяют счетчиком типа СБ-1 или МЭС-54 после каждых 100 км пробега автомобиля.

В процессе проверки эксплуатационных режимов электрооборудования автомобиля движутся по определенным маршрутам в городах с интенсивным движением транспорта в рабочее время с 9 до 16 ч, или по грунтовым дорогам автополигона в г. Дмитрове.

В программе проведения эксплуатационных испытаний опытной и подконтрольной партий предусматривается определение среднего и гамма-процентного ресурсов до капитального ремонта. При этом критерием предельного состояния изделий служит необходимость замены базового узла (технический критерий) или превышение установленного норматива стоимости израсходованных в процессе эксплуатационных испытаний запасных частей (экономический критерий). Поэтому надежность ремонтируемого изделия определяется потоком отказов и восстановлений его работоспособности.

Восстановление работоспособности изделия может носить различный характер: отказавший элемент заменяют новым или отремонтированным. Средний ресурс ремонтируемого изделия скла-

дывается из средних наработок до каждого из отказов или из n средних наработок на отказ, т. е. зависит от числа ремонтов изделия. При средней наработке до отказа T_0 и n ремонтах средний ресурс до замены изделия можно представить как $T_{p0} \approx T_0(n + 1)$.

Аналогично связаны между собой гамма-процентные показатели при условии, что законы распределения наработок до отказов и до предельного состояния изделия существенно не различаются.

Эксплуатационные испытания изделий АТЭ и АЭ позволяют определить фактические наработки и отказы с характерными для эксплуатации условиями обслуживания, ремонта и квалификацией обслуживающего персонала. Эти результаты обладают наибольшей достоверностью с физической и статистической точек зрения, однако продолжительность таких испытаний велика (5...8 лет). Например, для подтверждения средней наработки до отказа системы электрооборудования грузовых автомобилей марок МАЗ-5432 и КамАЗ-54112, составляющей 140...200 тыс. км, потребовалось 6 лет при числе автомобилей в партиях от 19 до 40.

Таким образом, с помощью испытаний изделий АТЭ и АЭ подтверждаются их основные показатели надежности, которые не только характеризуют качество ремонта, но и позволяют разрабатывать новые технологические процессы ремонта и технического обслуживания в процессе эксплуатации.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные цели испытаний и их место в системе обеспечения качества при ремонте?
2. Назовите этапы разработки методик ускоренных испытаний.
3. Какие виды испытаний применяют при ремонте изделий АТЭ и АЭ?
4. Перечислите типовые методы испытаний, применяемые при ремонте.
5. Каковы составляющие метрологического обеспечения испытаний?
6. Назовите основные методики ускоренных форсированных испытаний изделий АТЭ и АЭ.
7. Назовите методики проведения эксплуатационных испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложение включены типовые лабораторные работы, которые необходимы для закрепления теоретического материала по курсу «Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Определение неисправностей генераторной установки

Цель работы

1. Изучить технологию проверки работоспособности узлов генераторной установки после ее разборки.
2. Освоить методы определения неисправностей фазных обмоток, обмотки возбуждения и выпрямительного моста.

Задание

1. Определить по внешнему виду узлов генераторной установки неисправности, связанные с механическими повреждениями и обрывами электрических соединений, перегрев генератора, комплектность узлов и деталей.
2. Изучить методы измерения сопротивления амперметром и вольтметром, а также с применением цифрового тестера (рис. П1 и П2).
3. Изучить методы проверки выпрямительных диодов.
4. Изучить методы измерения сопротивления изоляции обмоток генератора.

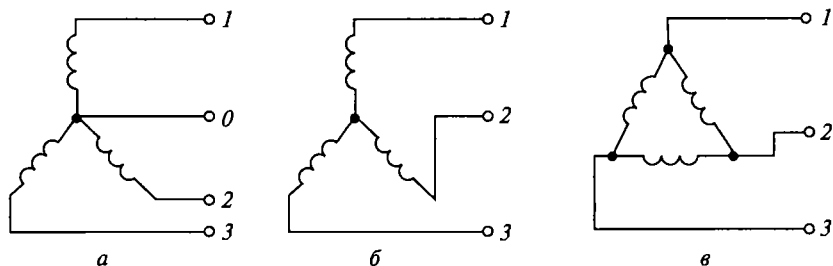


Рис. П1. Электрические схемы соединений фазных обмоток:

а — соединение «звезда» с выводом из средней точки обмоток; *б* — соединение «звезда»; *в* — соединение «треугольник»; 0 — нулевая точка; 1–3 — выводы

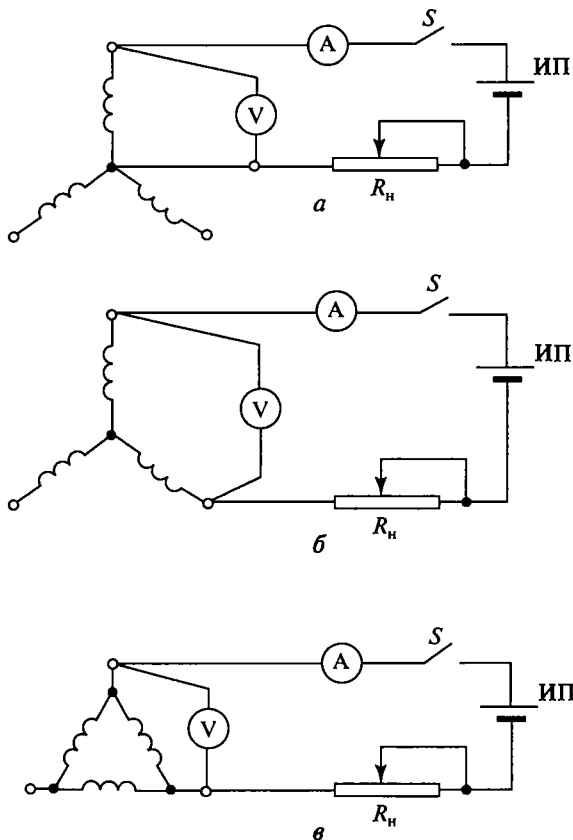


Рис. П2. Электрические схемы измерения сопротивления фазных обмоток:
a — с выводом из средней точки; *б* — соединение «звезда»; *в* — соединение «треугольник»; А — амперметр; V — вольтметр; S — выключатель; R_n — нагрузка; ИП — источник питания

Предварительная подготовка к выполнению лабораторной работы

Изучить литературу:

- 1) ГОСТ 3940—84. Электрооборудование автотракторное. Общие технические условия (разд. 1, п. 1.16.1, 1.17; разд. 3, п. 3.1, 3.8, 3.9, 3.11);
- 2) Справочник по электрооборудованию автомобилей. — М.: Машиностроение, 1994. — С. 391, 393—395.

Пояснения к работе и порядок ее выполнения

1. В отчете отразить механические повреждения генератора и его узлов, обнаруженные визуально: трещины, вмятины, сколы, износ отдельных деталей, обрывы электрических соединений, повреждения пайки и следы перегрева статора (фиолетовые размывы). Отметить отсутствующие детали и узлы исследуемого генератора.

2. Определить тип соединения фазных обмоток («звезда», «звезда» с выводом от средней точки фазы, «треугольник»). Измерить сопротивление фазной обмотки с помощью измерительного моста или вольтметра и амперметра.

Нарисовать схему измерения.

При измерении сопротивления во избежание нагрева обмотки сила тока, проходящего через нее, не должна превышать 20 % номинальной силы тока.

В отчете привести результаты не менее десяти замеров по каждой фазе с указанием значений силы тока и напряжения.

3. Определить сопротивление обмотки возбуждения и сравнить его с эталонным значением. Измерения проводить двумя способами: вольтметром и амперметром, с помощью цифрового тестера.

В отчете привести измерительные схемы и результаты не менее десяти замеров.

4. Измерить цифровым тестером в режиме проверки диодов их прямое и обратное напряжения при силе тока, проходящего через диод, около 1 мА. Выпрямительный мост отсоединен от фазных обмоток (объяснить почему). Падение напряжения на исправном диоде в прямом направлении составляет 400... 900 мВ, в обратном направлении оно равно напряжению источника питания тестера.

В отчете привести электрическую схему контроля и результаты не менее десяти замеров каждого диода.

5. Проверить сопротивление электрической изоляции фазных обмоток с помощью ЛАТРа и вольтметра с пределом измерения 250 В, приложив между выводом обмотки и «массой» статора переменное напряжение 250 В.

При пробое изоляции вольтметр покажет указанное напряжение (объяснить, что произойдет при частичном пробое изоляции и почему).

В отчете привести электрическую схему испытаний и результаты не менее десяти замеров.

6. Провести статистическую обработку результатов, измерений по п. 2—5 (определить среднее значение, среднее квадратичное отклонение и дисперсию).

7. В отчете сформулировать заключение о годности генераторной установки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Определение неисправностей приводного двигателя стеклоочистителя

Цель работы

1. Изучить технологию диагностирования электродвигателя стеклоочистителя и схемы управления двухскоростным режимом.

2. Освоить методы испытаний электродвигателя стеклоочистителя и подключение измерительных приборов к схеме.

Задание

1. Изучить принцип работы схемы управления двухскоростным стеклоочистителем и нарисовать принципиальную электрическую схему управления и электродвигателя.

2. Продиагностировать обмотки электродвигателя и определить дефекты.

Предварительная подготовка к выполнению лабораторной работы

Изучить литературу:

1) Литвиненко В.В. Электрооборудование автомобилей ГАЗ. Устройство, поиск и устранение неисправностей. — М.: За рулем, 2002. — С. 229—236;

2) Электрооборудование автомобилей: Справочник / Под ред. Ю. П. Чижкова. — М.: Транспорт, 1993. — С. 134—137.

Пояснения к работе и порядок ее выполнения

1. На рис. ПЗ представлена электрическая схема управления двухскоростным стеклоочистителем.

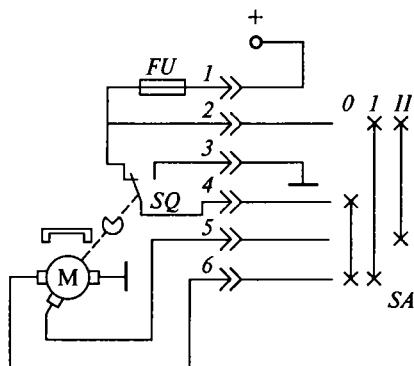
Электродвигателем *M* стеклоочистителя с возбуждением от постоянных магнитов управляет трехпозиционный переключатель *SA* режима работы. Напряжение от АКБ поступает через биметаллический предохранитель *FU* к переключателю *SA* и через концевой выключатель *SQ* — к основным щеткам электродвигателя. В этот момент переключатель находится в положении *I*. Электродвигатель работает на низкой ступени частоты вращения вала.

При переводе переключателя *SA* в положение *II* электропитание поступает к дополнительной щетке электродвигателя и его вал вращается с высокой частотой. Для остановки электродвигателя переключатель *SA* переводится в положение *0*. Однако электродвигатель не останавливается сразу, так как получает питание через размыкающий контакт концевой выключателя *SQ*.

После укладки рычагов стеклоочистителя в крайнее положение концевой выключатель отключает электродвигатель от источника питания. При этом срабатывает замыкающий контакт выключателя *SQ*, и основ-

Рис. ПЗ. Принципиальная схема управления двухскоростным стеклоочистителем на основе электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов:

SA — переключатель режима работы; *M* — электродвигатель; *SQ* — концевой выключатель; *FU* — биметаллический предохранитель; 1—6 — штекерные соединители; 0, I, II — режимы работы



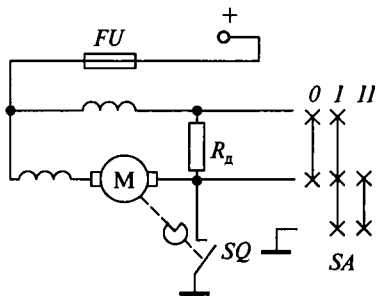


Рис. П4. Принципиальная схема управления двухскоростным стеклоочистителем на основе электродвигателя с электромагнитным возбуждением:

SA — переключатель режима работы;
 SQ — концевой выключатель; M — электродвигатель; FU — предохранитель; R_d — дополнительный резистор;
 $0, I, II$ — режимы работы

ные щетки электродвигателя соединяются накоротко. Происходит динамичное торможение, и двигатель быстро останавливается. Прерывистый режим работы стеклоочистителя осуществляется с помощью электронного реле.

Электродвигателем с электромагнитным возбуждением (рис. П4) управляют аналогично, но переход на высокую ступень частоты вращения якоря происходит при введении в цепь параллельной обмотки возбуждения дополнительного резистора R_d при положении II выключателя SA . В положении I этого переключателя параллельная обмотка возбуждения, подключенная к источнику питания напрямую, обеспечивает низкую ступень частоты вращения якоря.

2. При проверке электродвигателя измеряют потребляемую силу тока в режиме малой и высокой частоты вращения якоря. Электродвигатель подключают к источнику постоянного тока напряжением 12 В через амперметр. Исправный электродвигатель потребляет ток от 2 до 5 А. Если электродвигатель не работает, то выявляют неисправность в схеме управления или в нем самом.

3. При проверке якоря электродвигателя необходимо определить характер неисправности (обрыв или короткое замыкание) двумя способами. В первом случае собирают измерительную схему с реостатом, соединенным с амперметром последовательно. Напряжение от источника постоянного тока подводят к противоположным ламелям коллектора якоря, которые предварительно нумеруют. При установлении силы тока не более 3 А измеряют напряжение между соседними ламелями, т. е. на каждой секции обмотки якоря. Отсутствие падения напряжения на одной из секций обмотки свидетельствует о коротком замыкании в ней. Отсутствие падения напряжения на всех секциях, кроме одной, означает наличие обрыва в этой секции.

Второй способ проверки, позволяющий определить место обрыва, аналогичен предыдущему с тем лишь отличием, что падение напряжения измеряют между точкой приложения питания и последовательно каждой ламелью якоря в обеих ветвях обмоток секций. Отсутствие напряжения свидетельствует об обрыве.

4. Результаты испытаний заносят в таблицу с указанием способа подвода питания. В заключительной части отчета приводят результаты анализа характера неисправностей и перечисляют места обнаружения дефектов.

Определение параметров электромагнитного реле

Цель работы

1. Изучить процесс диагностирования электромагнитного реле и определения его основных характеристик.
2. Изучить способы защиты реле от импульсов ЭДС самоиндукции, возникающих при его отключении.

Предварительная подготовка к выполнению работы

Изучить литературу:

- 1) *Акимов С.В., Чижков Ю.П.* Электрооборудование автомобилей: Учебник для вузов. — М.: За рулем, 1999. — С. 363—375;
- 2) *Литвиненко В.В.* Электрооборудование автомобилей ГАЗ. Устройство, поиск и устранение неисправностей. — М.: За рулем, 2002. — С. 262—263.

Пояснения к работе и порядок ее выполнения

1. Разработать самостоятельно электрические схемы измерения параметров реле и подключения приборов.
2. Измерить напряжения включения реле и отпускания, а также падение напряжения между нормально замкнутыми контактами реле при прохождении тока силой 5 А.
3. Определить ток срабатывания реле при напряжении питания 7; 10 и 15 В. Объяснить, почему он зависит от напряжения питания.
4. Измерить значение ЭДС самоиндукции в случае отключения обмотки реле при наличии и отсутствии шунтирующего резистора.
5. Оформить отчет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильный справочник «Бош»: Пер. с нем. — М.: За рулем, 1999. — 895 с.
2. *Акимов С.В., Чижков Ю.П.* Электрооборудование автомобилей: Учеб. для вузов. — М.: За рулем, 1999. — 384 с.
3. ГОСТ 25478—91. Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки. — М.: Изд-во стандартов, 1992. — 36 с.
4. ГОСТ 21393—99. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения. Требования к безопасности. — М.: Государственный Комитет по стандартам РФ, 1999. — 48 с.
5. ГОСТ 17.2.2.03—87 (с изм. от 1999 г.). Охрана природы. Атмосфера. Нормативы и методы измерения содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования к безопасности. — М.: Государственный Комитет по стандартам РФ, 1999. — 60 с.
6. ГОСТ 17.2.2.03.06—99. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения содержания СО и СН газобаллонных автомобилей. — М.: Государственный Комитет по стандартам РФ, 1999. — 60 с.
7. ГОСТ 27.401—84. Надежность в технике. Порядок и методы контроля показателей надежности, установленных в нормативно-технической документации. Общие требования. М.: Изд-во стандартов, 1985. — 23 с.
8. ГОСТ 19489—74. Система технического обслуживания и ремонтной технологии, испытаний на ремонтпригодность. Основные положения. — М.: Изд-во стандартов, 1975. — 35 с.
9. ГОСТ 12997—84. Изделия государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации. Общие технические условия. — М.: Изд-во стандартов, 1991. — 48 с.
10. ГОСТ 22261—82. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. — М.: Изд-во стандартов, 1988. — 48 с.
11. ГОСТ 20.57.406—81. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний. — М.: Изд-во стандартов, 1981. — 160 с.
12. ГОСТ 25176—82. Средства диагностирования автомобилей, тракторов и дорожных машин. Классификация. Общие технические требования. — М.: Изд-во стандартов, 1986. — 9 с.
13. ГОСТ Р 41.13—99. Едиобразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении тормозов. — М.: Государственный Комитет по стандартам РФ, 1999. — 25 с.
14. *Кисуленко Б.В., Эйдинов А.А.* Требования к осветительным и светосигнальным приборам автомобилей в Европе и США, этапы их гармонизации. — М.: НАМИ, 2001. — 95 с.

15. Ланцберг И. Д., Соколин Л. З., Каманин В. Н. Ремонт электрооборудования автомобилей. — М.: Транспорт, 1981. — 317 с.
16. Левитин К. М. Эффективность освещения и световой сигнализации автотранспортных средств. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 240 с.
17. Литвиненко В. В. Электрооборудование автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112. Устройство, поиск и устранение неисправностей. — М.: За рулем, 2002. — 168 с.
18. Литвиненко В. В. Электрооборудование автомобилей ГАЗ. Устройство, поиск и устранение неисправностей. — М.: За рулем, 2002. — 343 с.
19. Набоких В. А. Испытания электрооборудования автомобилей и тракторов. — М.: Изд. центр «Академия», 2003. — 256 с.
20. Окшевский А. Л., Старостин А. К. Элементы основ надежности автомобильной электроники. — М.: Азбука, 1995. — 138 с.
21. ОСТ 37.001.043—72. Надежность изделий автомобилестроения. Система сбора и обработки информации. Определение числа объектов наблюдений, проводимых в автотранспортных предприятиях. — М.: НАМИ, 1973. — 24 с.
22. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Минтранс России. — М.: Транспорт, 1986. — 74 с.
23. Ремонт автотракторного электрооборудования. — М.: Колос, 1975. — 255 с.
24. Руководство по электрическому оборудованию автомобилей. Основы теории и практики обслуживания автомобильных электрических и электронных систем: Пер. с англ. — СПб: Алфамер Паблишинг, 2001. — 287 с.
25. Свинцовые стартерные аккумуляторные батареи / Сост. Т. И. Кузнецова. — М.: Пауэр интернэшнл, 2002. — 51 с.
26. Справочник по диагностике неисправностей автомобилей. — М.: Атласы автомобилей, 2000. — 48 с.
27. Справочник по электрооборудованию автомобилей. — М.: Машиностроение, 1994. — 542 с.
28. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Е. С. Кузнецова. — М.: Наука, 2001. — 535 с.
29. Тимофеев Ю. Л., Ильин Н. М. Электрооборудование автомобилей. Устранение и предупреждение неисправностей. — М.: Транспорт, 2000. — 301 с.
30. Электрооборудование автомобилей: Справочник / Под ред. Ю. П. Чижкова. — М.: Транспорт, 1993. — 224 с.

От автора	3
Введение	4
Глава 1. Категории условий эксплуатации автомобилей и тракторов	12
1.1. Классификация систем электрооборудования. Влияние особенностей изделий и систем АТЭ и АЭ на техническое состояние автомобилей и тракторов	12
1.2. Факторы, влияющие на эксплуатацию автомобилей и тракторов	16
1.3. Изменение технического состояния изделий и систем АТЭ и АЭ в процессе эксплуатации	21
1.4. Основные виды отказов изделий и систем АТЭ и АЭ в процессе эксплуатации	24
1.5. Влияние изменения технического состояния изделий АТЭ и АЭ на технико-экономические показатели эксплуатации автомобилей и тракторов	31
Глава 2. Организация технической эксплуатации и диагностирования изделий и систем АТЭ и АЭ	34
2.1. Основные требования к организации технической эксплуатации	34
2.2. Организации, занимающиеся эксплуатацией и техническим обслуживанием изделий и систем АТЭ и АЭ	36
2.3. Методическое обеспечение эксплуатации и технического обслуживания	37
2.4. Международные правила и их влияние на техническую эксплуатацию изделий и систем электрооборудования	43
2.5. Метрологическое обеспечение технического обслуживания и диагностирования	49
2.6. Материально-техническое обеспечение эксплуатации и диагностирования	51
Глава 3. Стендовое и диагностическое оборудование, применяемое для проверки технического состояния изделий АТЭ и АЭ в процессе эксплуатации	56
3.1. Стендовое оборудование для проверки технического состояния изделий и систем АТЭ и АЭ	57
3.2. Диагностическое оборудование	65
3.3. Газоанализаторы для проверки токсичности отработавших газов	70
3.4. Применение беговых барабанов для определения технического состояния автомобилей, снабженных антиблокировочной и противобуксовочной системами торможения	73

Глава 4. Техническое обслуживание изделий и систем АТЭ и АЭ в процессе эксплуатации	75
4.1. Особенности эксплуатации и ТО системы электроснабжения	76
4.2. Особенности эксплуатации и ТО аккумуляторной батареи	83
4.3. Особенности эксплуатации и ТО электростартера	89
4.4. Особенности эксплуатации и ТО системы зажигания	97
4.5. Особенности эксплуатации и ТО электронных систем управления двигателем	106
4.6. Особенности эксплуатации и ТО антиблокировочной и противобуксовочной системы торможения	117
4.7. Особенности эксплуатации и ТО светотехнических приборов, световой и звуковой сигнализации	120
4.8. Особенности эксплуатации и ТО информационной системы и датчиков	127
4.9. Особенности эксплуатации и ТО электропривода и вспомогательного оборудования	130
4.10. Особенности эксплуатации и ТО электронных систем и устройств	132
Глава 5. Техническая эксплуатация изделий и систем АТЭ и АЭ в экстремальных условиях	137
5.1. Особенности эксплуатации автотранспорта в экстремальных условиях	137
5.2. Особенности ТО средств облегчения пуска двигателя в условиях Севера	142
5.3. Особенности ТО изделий и систем АТЭ и АЭ в горных условиях и районах с жарким сухим климатом	154
Глава 6. Выбор диагностических параметров изделий и систем АТЭ и АЭ	157
6.1. Классификация видов и средств диагностирования	157
6.2. Выбор структурных и диагностических параметров изделий и систем АТЭ и АЭ для оценки их технического состояния	162
6.3. Определение наиболее часто повторяющихся неисправностей изделий АТЭ и АЭ по результатам подконтрольной эксплуатации	169
6.4. Диагностирование неисправностей изделий и систем АТЭ и АЭ	170
Глава 7. Ремонт изделий электрооборудования	179
7.1. Общие сведения о ремонте. Виды ремонта изделий АТЭ и АЭ	179
7.2. Организация рабочего места для ремонта изделий АТЭ и АЭ. Дефекты и износ деталей и изделий	182
7.3. Особенности технологического процесса ремонта электрооборудования в специализированных организациях	184
7.4. Ремонт генераторных установок	187
7.5. Ремонт электростартеров	190

7.6. Ремонт распределителя системы зажигания и датчика-распределителя	195
7.7. Ремонт реле-регуляторов, транзисторных коммутаторов и электронных блоков управления	199
7.8. Ремонт аккумуляторных батарей	200
7.9. Правила техники безопасности и охрана окружающей среды при ремонте	202
7.10. Тенденции совершенствования конструкций изделий АТЭ и АЭ с точки зрения ремонтпригодности	204
Глава 8. Испытания отремонтированных изделий и систем электрооборудования	207
8.1. Испытания как оценка качества технологического процесса ремонта и надежности отремонтированных изделий АТЭ и АЭ	207
8.2. Виды испытаний изделий АТЭ и АЭ. Особенности методик испытаний	209
8.3. Метрологическое обеспечение испытаний	213
8.4. Планы проведения испытаний и контроля	217
8.5. Методы и средства испытаний	220
8.6. Основные методики испытаний изделий АТЭ и АЭ на надежность	223
8.7. Эксплуатационные испытания изделий и систем АТЭ и АЭ	226
Приложения	230
Лабораторная работа № 1. Определение неисправностей генераторной установки	230
Лабораторная работа № 2. Определение неисправностей приводного двигателя стеклоочистителя	232
Лабораторная работа № 3. Определение параметров электромагнитного реле	235
Список литературы	236