

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 140607 «Электрооборудование автомобилей и тракторов» направления подготовки дипломированных специалистов 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»

5-е издание, стереотипное



Москва

Издательский центр «Академия»

2010

УДК 629.083(075.8)

ББК 30.82я73

H141

Рецензенты:

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

Набоких В. А.

H141 Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. А. Набоких. — 5-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. — 240 с.

ISBN 978-5-7695-7046-9

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. Может быть полезен для работников автотранспортных организаций и автолюбителей.

УДК 629.083(075.8)

Учебное издание

ББК 30.82я73

Набоких Владимир Андреевич

**Эксплуатация и ремонт электрооборудования
автомобилей и тракторов**

Учебник

5-е издание, стереотипное

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. № 105105895. Подписано в печать 14.12.2009. Формат 60×90/16. Бумага офс. № 1. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,0. Тираж 1 000 экз. Заказ №

Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru

125252, Москва, ул. Зорге, д. 15, корп. 1, пом. 26б.

Адрес для корреспонденции: 129085, Москва, пр-т Мира, 101В, стр. 1, а/я 48.

Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.60.953.Д.007831.07.09 от 06.07.2009.

Отпечатано с электронных носителей, предоставленных издательством,

в ОАО «Саратовский полиграфкомбинат». www.sarprk.ru

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

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Набоких В. А., 2004

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2008

ISBN 978-5-7695-7046-9

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2008

ОТ АВТОРА

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.

ВВЕДЕНИЕ

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 пробоем 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 сбои 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 фароочистители, 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 полэкранов;

- 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.

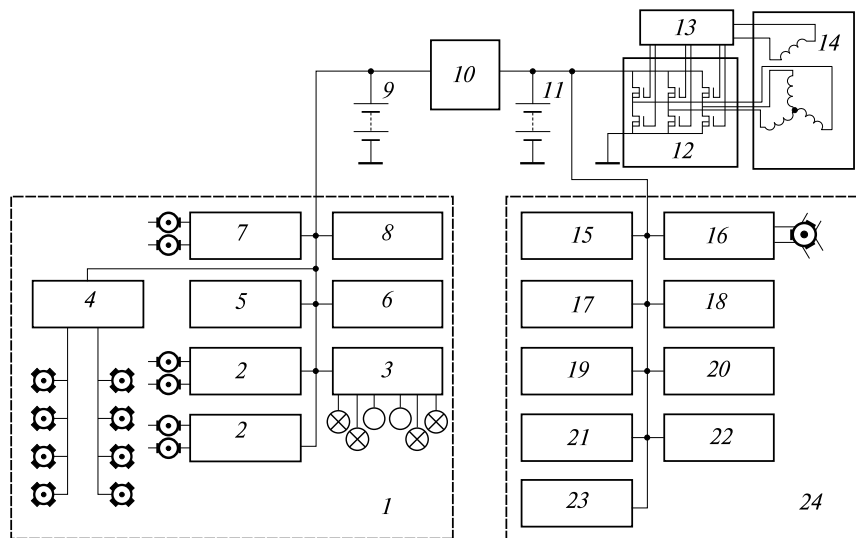


Рис. 1.1. Двухуровневая бортовая сеть с двумя аккумуляторными батареями напряжением 12 и 36 В:

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 — электроventильатор 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