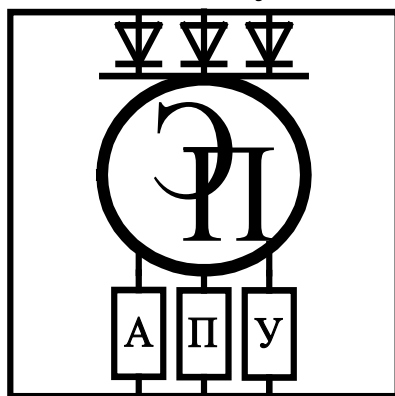


ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электропривод и автоматизация
промышленных установок»

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

*Методические рекомендации
к курсовому проектированию для студентов специальности
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
дневной формы обучения*



Могилев 2018

УДК 621.313
ББК 32.973.26 04.291
Д 75

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Электропривод и АПУ» «12» октября 2017 г.,
протокол № 3

Составитель канд. техн. наук, доц. С. В. Кольцов

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. К. Крутолевич

Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы обучения по дисциплине «Диагностика, эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов».

Учебно-методическое издание

ДИАГНОСТИКА, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Ответственный за выпуск	Г. С. Леневский
Технический редактор	С. В. Кольцов
Компьютерная верстка	С. В. Кольцов

Подписано в печать 01.11.2018. Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл -печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 1,00. Тираж 50 экз. Заказ № 2537.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изделий
№1/156 от 24.01.2014.
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2018

Введение

Электрооборудование автомобиля представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных электротехнических и электронных систем, приборов и устройств, обеспечивает надежное функционирование двигателя, трансмиссии и ходовой части, безопасность движения, автоматизацию рабочих процессов автомобиля и комфортные условия для пассажиров.

Автомобильное электрооборудование включает в себя следующие системы и устройства:

- электроснабжения;
- электростартерного пуска двигателя внутреннего сгорания;
- зажигания;
- освещения, световой и звуковой сигнализации;
- электронные системы управления агрегатами автомобиля;
- информации и контроля технического состояния автомобиля и его агрегатов;
- электропривода;
- подавления радиопомех;
- коммутационные, защитные устройства и электропроводку.

В систему электроснабжения входят генераторная установка и аккумуляторная батарея.

К системе электростартерного пуска относят аккумуляторную батарею, электростартер, реле управления (дополнительные реле и реле блокировки) и электротехнические устройства облегчения пуска двигателя.

Система зажигания обеспечивает воспламенение смеси в цилиндрах бензинового двигателя искрой высокого напряжения, возникающей между электродами свечи зажигания. Помимо свечей, к системе зажигания относятся зажигание, прерыватель-распределитель, датчик-распределитель, транзисторный коммутатор, добавочный резистор, высоковольтные провода, наконечники и т.д.

Система освещения и световой сигнализации объединяет осветительные приборы (фары головного освещения), светосигнальные фонари (габаритные огни, указатели поворота, стоп-сигналы, фонари заднего хода и др.) и различные реле управления ими.

Система информации и контроля включает в себя датчики и указатели давления, температуры, уровня топлива в баке, спидометр, тахометр, сигнальные (контрольные) лампы и пр.

Электропривод (электродвигатели, моторредукторы, мотонасосы) находит все большее применение в системах стеклоочистки, отопления, вентиляции, предпускового подогрева двигателя, подъема и опускания антенны, блокировки дверей и в стеклоподъемниках.

Для снижения уровня радиопомех применяются следующие **поме-**

хоподавляющие устройства:

- неэкранированные или экранированные наконечники искровых свечей зажигания; высоковольтные провода с распределенным сопротивлением;
- фильтры подавления радиопомех;
- помехоподавительные резисторы в роторах распределителей или в свечах зажигания.

В современных автомобилях используется разнообразная **коммутационная и защитная аппаратура**: выключатели, переключатели, реле различного назначения, контакторы, предохранители и блоки предохранителей, соединительные панели и разъемные соединения. Развитие электрооборудования автомобилей тесно связано с широким применением электроники и микропроцессоров, обеспечивающих автоматизацию и оптимизацию рабочих процессов, большую безопасность движения, снижение токсичности отработавших газов и улучшение условий работы водителей.

Количество и мощность потребителей электроэнергии на автомобилях постоянно увеличиваются. Соответственно, возрастает мощность источников электрической энергии. На смену прежнему электрооборудованию приходят новые, более сложные по конструкции и схемным решениям электрические и электронные изделия и системы. От технического состояния электрооборудования во многом зависит эксплуатационная надежность и производительность автомобиля.

1 Содержание расчетно-пояснительной записки

Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень вопросов, которые подлежат разработке):

- 1.1 Описание поставленной задачи.
- 1.2 Особенности технической эксплуатации оборудования, подлежащего ремонту.
- 1.3 Анализ основных неисправностей указанного электрооборудования.
- 1.4 Основные способы обнаружения неисправностей электрооборудования.
- 1.5 Разработка методики и комплекса мероприятий по ремонту электрооборудования.
- 1.6 Разработка комплекса мероприятий по проверке электрооборудования после ремонта.
- 1.7 Техника безопасности при проведении ремонтных работ.
- 1.8 Экономический расчет (определение стоимости ремонта).

2. Перечень графического материала:

Лист 1 — Сборочный чертеж электрооборудования на автомобиле, спецификация.

Лист 2 — Схема электрическая принципиальная, перечень элементов.

2 Основные вопросы проектирования комплекса мероприятий по ремонту электрооборудования

2.1. Описание поставленной задачи

Прежде чем приступить к выполнению задания, необходимо внимательно ознакомиться с техническим заданием на проектирование, в котором приводятся исходные данные на ремонтируемое устройство. Недостающие параметры устройства находятся в руководстве или инструкции по эксплуатации автомобиля.

2.2 Особенности технической эксплуатации оборудования, подлежащего ремонту

Пользуясь технической литературой или руководством по эксплуатации автомобиля уяснить и отразить в пояснительной записке для ремонтируемого оборудования:

- его назначение;
- условия эксплуатации;
- режим работы (продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный);
- мощность номинальную или потребляемую кратковременно;
- способ охлаждения;
- способы защиты;
- исполнение по монтажу;
- исполнение по защите (открытое, закрытое или защищенное);
- надежность и т.п.

Условия работы электрооборудования зависят от климатической зоны эксплуатации и места установки на автомобиле. Изделия электрооборудования выпускаются в климатических исполнениях У (для умеренного климата), ХЛ (для холодного климата), О (общеклиматическое исполнение), Т (тропическое исполнение). Исполнения типа У-ХЛ, У-Т и т. д. допускают возможность эксплуатации электрооборудования в разных климатических зонах.

Изделия электрооборудования и автоэлектроники должны быть работоспособными при эксплуатации в условиях, характеризуемых параметрами, приведенными в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Условия эксплуатации изделий электрооборудования

Температурные и атмосферные условия	Климатическое исполнение		
	У	ХЛ	Т
Максимальная температура окружающей среды, °С: для изделий, устанавливаемых на двигателе и в моторном отсеке	70	80,90	100*
для изделий, устанавливаемых в кабине или снаружи:			
— рабочие	55	55	55
— предельные	65	65	65
Минимальная температура окружающей среды, °С: для изделий, устанавливаемых снаружи или в кабине, а также для изделий, которые должны работать до предпускового подогрева:			
— рабочие	-45 (-40)**	-60 (-55)**	-20
— предельные	-50 (-45)**	-60	-45
для изделий, устанавливаемых на двигателе и в моторном отсеке и включаемых только после предпускового подогрева	-40	-40	-20
Относительная влажность воздуха для всех изделий при температуре (40±2) °С, %	95±3	95±3	95±3
Минимальное атмосферное давление для изделий, кПа (на высоте 4000 м над уровнем моря)	61	61	61

* — температура для изделий выбирается из приведенного ряда и устанавливается в стандартах или технических условиях на изделия.

** — в скобках указаны температуры для изделий, разработанных до 09.01.88 г.

Кроме того, электрооборудование автомобиля должно сохранять работоспособность после воздействия температуры $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ для исполнения ХЛ и $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ для исполнения У и Т при транспортировании и во время нерабочих периодов автомобиля.

Электрооборудование должно выдерживать вибрационные и ударные нагрузки, указанные в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Допустимые вибрационные и ударные нагрузки для изделий автомобильного электрооборудования

Наименование изделий	Вид нагрузки	Частота вибрации, Гц		Максимальное ускорение (или замедление), м/с ²	Продолжительность испытаний
		при периодических испытаниях	при типовых испытаниях		
Изделия, устанавливаемые на двигателе	Вибрационная	50	50–250	100	8 ч
	Ударная	–	150	150	100 ударов
Остальные изделия	Вибрационная	50	50	50	8 ч
	Ударная	–	100	100	1000 ударов

Допустимые значения превышения температуры электрических машин и аппаратов длительного режима работы при температуре окружающей среды +70 °С приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4. Допустимые тепловые нагрузки электрических машин и аппаратов длительного режима работы

Наименование частей электрических машин и аппаратов	Допустимые превышения температуры, С, для классов изоляционных материалов				
	А	Е	В	Г	Н
Обмотки генераторов и электродвигателей	–	–	125	140	–
Коллекторы и контактные кольца	100	115	145	155	160
Обмотки реле различного назначения	–	–	130	145	–

Электрические машины должны выдерживать испытание на повышенную частоту вращения в режиме холостого хода в течение 20 с (электростартеры и другие электрические машины с продолжительностью работы менее 1 мин) и 2 мин (прочие электрические машины). Испытательная частота вращения должна быть на 20 % выше максимальной частоты вращения, возможной в эксплуатации, и частоты вращения в режиме холостого хода для стартеров.

Изделия электрооборудования могут быть рассчитаны на продолжительный номинальный режим работы S1, кратковременный номинальный режим работы S2 с длительностью периода неизменной номинальной нагрузки 5, 10 и 30 мин и повторно-кратковременный номинальный режим продолжительностью включения 15, 25, 40 и 60 %.

Изделия электрооборудования должны быть совместимы между собой и внешней средой и сохранять работоспособность в условиях электромагнитного воздействия в соответствии с данными табл. 1.5 и 1.6.

Таблица 1.5. Параметры импульсных напряжений в аномальных режимах (срабатывание предохранителей, пуск двигателя от посторонних источников, при отключении аккумуляторной батареи и т. п.)

Номинальное напряжение, В	Уровень напряжения (мгновенные значения), В, не более, при различной длительности				
	0,3 мкс	10 мкс	0,3 мс	10 мс	300 мс
14 (12)	150*/-20	112/-28	62/0	42/3	21/6
28 (24)	150/-56	112/-56	84/0	58/7	42/14

* — в числителе максимальные, а в знаменателе минимальные значения.

Таблица 1.6. Параметры импульсных напряжений бортовой сети в нормальных режимах эксплуатации

Номинальное напряжение, В	Уровень напряжения (мгновенные значения), В, не более, при различной длительности				
	0,3 мкс	10 мкс	0,3 мс	10 мс	300 мс
14 (12)	42*/6	42/6	28/6	23/8	17,5/10,3
28 (24)	56/14	56/14	56/14	45/15,5	35/21

* — в числителе максимальные, а в знаменателе минимальные значения.

Изоляция обмоток и токоведущих деталей изделий электрооборудования относительно корпуса должна выдерживать без повреждений в течение 1 мин воздействие синусоидального переменного напряжения частотой 50 Гц, действующие значения которого указаны в табл. 1.7.

Таблица 1.7. Электрическая стойкость изоляции

Наименование деталей изделий	Напряжение, В
1. Обмотки электрических машин и аппаратов, токоведущие детали этих изделий, обмотки контрольно-измерительных приборов и их датчиков, токоведущие детали коммутационной аппаратуры, работающие в главных цепях или в цепях, содержащих индуктивность, элементы цепей низкого напряжения аппаратов зажигания, звуковых сигналов	550
2. Обмотки и токоведущие детали электродвигателей с электромагнитным возбуждением	250
3. Токоведущие детали коммутационной аппаратуры (за исключением указанных в п. 1), установочных изделий, осветительных и светосигнальных приборов	220
4. Токоведущие детали и элементы цепей высокого напряжения систем зажигания	22000

Степень искрения (класс коммутации) по шкале ГОСТ 183–74 должна быть не более 1,5 для электрических машин продолжительного режима работы, не более 2 для электрических машин повторно–кратковременного перемежающегося и кратковременного режима работы (продолжительностью 5 мин и выше) и не более 3 для электрических машин кратковременного режима работы продолжительностью 3 мин и менее.

Изделия автотракторного электрооборудования должны работать в однопроводной схеме, в которой с корпусом машины («массой») соединен отрицательный полюс системы. Допускается применение изделий, у кото-

рых от корпуса изолированы оба полюса.

Электрооборудование должно быть защищено от проникновения посторонних тел, пыли, грязи, брызг воды, и при этом надежно и безотказно работать в течение требуемого срока службы. Защита от коррозии должна осуществляться лакокрасочными, гальваническими, химическими покрытиями или их сочетаниями.

Надежность изделий электрооборудования характеризуется:

- для ремонтируемых или неремонтируемых изделий — гамма-процентной безотказностью и средней наработкой (в километрах пробега автомобиля, часах работы двигателя, числе включений) или интенсивностью отказов;
- только для ремонтируемых изделий дополнительным показателем долговечности — гамма-процентным ресурсом.

2.3 Анализ основных неисправностей указанного электрооборудования

Необходимо помнить: ***большая часть неисправностей электрооборудования автомобилей возникает вследствие несвоевременного и некачественного технического обслуживания.***

Основными неисправностями в электрооборудовании бортовой сети являются:

- обрыв в цепи источников и потребителей электрической энергии;
- чрезмерное снижение или повышение напряжения в цепи источников и потребителей электрической энергии;
- тепловое разрушение изоляции;
- механические повреждения отдельных частей и узлов;
- короткое замыкание проводов и изолированных деталей и узлов приборов на корпус (массу) автомобиля;
- обрыв в цепи источников и потребителей электрической энергии вследствие расплавления плавкого предохранителя, размыкания контактов в термовиметаллическом предохранителе, разрыва проводов, непрочного крепления наконечников проводов на выводах, нарушения контакта в штекерном соединении проводов, нарушения контакта в выключателях и переключателях обрыва цепи в потребителях (перегорание нити накаливания в лампе, перегорание дополнительного резистора или обмотки электродвигателя и т. п.);
- механический износ.

2.4 Основные способы обнаружения неисправностей электрооборудования

Определение и устранение неисправностей электрооборудования ав-

томобилей представляет определенную трудность из-за сложности конструкции электрических устройств и вследствие того, что их функционирование в системе электрооборудования взаимосвязано.

Многообразие существующих систем, приборов и аппаратов электрооборудования не позволяет привести практические советы на все случаи, поэтому основное внимание нужно уделить принципам поиска причин неисправностей. Хотя конструкция приборов, их схемы постоянно совершенствуются, изменяются, принципы проверки, как правило, остаются неизменными.

В связи с этим схемы электронных приборов (регуляторов напряжения, коммутаторов и т. п.) следует рассматривать как пример для работы с аналогичными схемными решениями подобных приборов, пользуясь на практике заводскими схемами и руководствами по эксплуатации и ремонту конкретных моделей автомобилей.

Принцип определения неисправностей в общем случае заключается в следующем:

- по характерным признакам проявления той или иной неисправности определяют систему (системы), в которой может быть неисправность;
- анализируют работу системы и выявляют предполагаемый неисправный элемент;
- простыми способами проверяют работоспособность этого элемента;
- проверяют детально неисправный элемент;
- устраняют неисправность.

Определение и устранение неисправности необходимо давать в последовательности, учитывающей вероятность возникновения неисправности. Например, не горит лампа фары – проверку целесообразно начать с лампы. Нет искры между электродами свечи или не запускается двигатель – проверяется в первую очередь наличие напряжения на центральном проводе катушки зажигания. Очень часто требуется последовательная проверка всей цепи. Например, практически всегда рекомендуется начинать проверку с определения состояния аккумуляторной батареи.

Поиск причины неисправности целесообразно начинать с проверки надежности крепления наконечников проводов на выводах электрических устройств, ибо значительная часть неисправностей в системе электрооборудования возникает при ослаблении крепления этих наконечников. При этом повышается сопротивление в цепи, увеличивается температура выводов, а – при движении автомобиля вследствие вибрации даже нарушается контакт в цепи.

Обрыв в цепи источников и потребителей электрической энергии возникает вследствие расплавления плавкого предохранителя, размыкания контактов в термобиметаллическом предохранителе, разрыва проводов, непрочного крепления наконечников проводов на выводах, нарушения

контакта в штекерном соединении проводов, нарушения контакта в выключателях и переключателях обрыва цепи в потребителях (перегорание нити накаливания в лампе, перегорание дополнительного резистора или обмотки электродвигателя и т. п.).

В связи с широким применением электроники на автомобилях большое распространение получили плавкие предохранители, которые устанавливаются в отдельных колодках или блоках. При поиске неисправности в цепи удобно пользоваться схемами и таблицами с перечнем потребителей, защищенных пронумерованными предохранителями (таблицы приведены в заводских инструкциях по эксплуатации автомобиля). Для того чтобы убедиться в исправности предохранителя, необходимо включать поочередно потребители, защищенные этим предохранителем. Если хотя бы один потребитель работает, предохранитель исправен.

Если расплавилась вставка предохранителя, то перед заменой ее новой необходимо устранить неисправность, вызвавшую расплавление вставки. Если нет запасной вставки, можно к контактам вставки припаять медный провод диаметром 0,18 мм на силу тока 6 А, 0,23 мм – на 8 А; 0,26 мм – на 10 А, 0,34 мм – на 16 А, 0,36 мм – на 20 А.

2.5 Разработка методики и комплекса мероприятий по ремонту электрооборудования

На основании анализа возможных неисправностей излагается методика их устранения с применением, как простейших приборов, так и современных технических средств, стендов, специализированной аппаратуры.

2.6 Разработка комплекса мероприятий по проверке электрооборудования после ремонта

С целью предупреждения последующих неисправностей электропроводки рекомендуется:

- периодически очищать провода, винтовые и штекерные клеммы от грязи и влаги;
- уделять особое внимание состоянию винтовых и штекерных соединений, не допуская их коррозии, окисления и ослабления соединений. Для предупреждения окисления контактных поверхностей соединений используется смазка ЛИТОЛ и т. п.;
- регулярно проверять падение напряжения на участках цепей и контактных соединениях основных потребителей электроэнергии.

В автомобильной электропроводке применяются провода сечением от 0,25 до 6 мм², за исключением электропровода к стартеру, где используется провод сечением не менее 25 мм².

Для удобства монтажа и с целью защиты от повреждений провода объединены в пучки, оплетены хлопчатобумажной тканью и покрыты изоляцией. Пучки проводов закрепляются на кузове автомобиля металлическими скобами.

2.7 Техника безопасности при проведении ремонтных работ

Существуют определенные требования техники безопасности при ремонте электрооборудования и пренебрегать ими не следует.

К выполнению работ на контрольно-испытательных стендах, специализированных установках и приборах допускаются лица, прошедшие специальное обучение. Перед работой на специализированном оборудовании рабочий должен пройти инструктаж по технике безопасности.

Все контрольно-испытательные стенды и специализированные установки обязательно заземляют. Подключение стендов и установок к электрической сети питания разрешается проводить только через штепсельные соединения, имеющие заземляющий контакт. Если работающий почувствует хотя бы слабое действие электрического тока, стенд немедленно отключается от сети и дальнейшая работа на нем ведется только после устранения неисправности.

Следует помнить, что проверка конденсаторов, обмоток и узлов генераторов, стартеров и электродвигателей выполняется на контрольных приборах при напряжении 220 В и более, а поэтому во избежание травм и поражения электрическим током необходимо пользоваться резиновыми перчатками и стоять на резиновом коврике. Нельзя прикасаться к незащищенной части щупов и клемм установок, к которым подводится большое напряжение.

В случае поражения электрическим током надо немедленно отключить стенд или установку от электрической сети питания, пострадавшему оказать первую помощь и немедленно вызвать врача или отправить пострадавшего в лечебное учреждение.

Во избежание травм у работающих и повреждения контрольно-испытательных стендов следует проводить тщательное центрирование и надежное крепление проверяемых генераторов, стартеров и прерывателей-распределителей.

На всех рабочих местах обязательно должны быть вывешены правила техники безопасности применительно к выполняемым работам.

Внимание! Категорически запрещается проверка исправности цепей потребителей электрической энергии автомобиля «на искру», т. е. замыканием провода на корпус, так как даже кратковременное короткое замыкание может вызвать повреждение полупроводниковых приборов электрооборудования, печатных плат монтажных блоков и т. п.

2.8 Экономический расчет (определение стоимости ремонта)

В данном разделе на основании технических каталогов на выпускаемые изделия рассчитывается ориентировочная стоимость замены неисправных деталей и узлов.

Список литературы

1 **Акимов С. В., Чижков Ю.П.** Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов. –М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 336 с.

2 **Туревский И. С., Соков В. Б., Калинин Ю.Н.** Электрооборудование автомобилей. Учебное пособие. –М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 368 с.

3 **Тимофеев Ю. Л., Тимофеев Г. Л., Ильин Н. М.** Электрооборудование автомобилей: Устранение и предупреждение неисправностей. – М.: Транспорт, 2000. – 301 с.