

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
в г. Петровске

 УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала СГТУ
имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске
Е.А.Бесшапошникова
«30» июня 2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по дисциплине

ОП.12 «Электрооборудование автомобиля»

специальности

13.02.07 «Электроснабжение (по отраслям)»

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой)
комиссии общепрофессиональных
дисциплин, профессиональных модулей
специальностей
технического профиля

«14» июня 2021 года, протокол № 13

Председатель ПЦК  /Т.А.Лескина/

Петровск 2021

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических работ разработаны в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Электрооборудование автомобиля», требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 14.12.2017 № 1216 и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;

ПК 2.1. Читать и составлять электрические схемы электрических подстанций и сетей;

ПК 3.2. Находить и устранять повреждения оборудования;

ПК 3.3. Выполнять работы по ремонту устройств электроснабжения;

При выполнении практических работ студент должен **знать**:

- классификацию электронных приборов, их устройство и область применения;
- методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных цепей;
- основные законы электротехники;
- основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин;
- основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств;
- основы физических процессов в проводниках, полупроводниках и диэлектриках;
- параметры электрических схем и единицы их измерения;
- принципы выбора электрических и электронных устройств и приборов;

- принципы действия, устройство, основные характеристики электротехнических и электронных устройств и приборов;
- свойства проводников, полупроводников, электроизоляционных, магнитных материалов;
- способы получения, передачи и использования электрической энергии;
- характеристики и параметры электрических и магнитных полей.

При выполнении практических работ студент должен **уметь:**

- подбирать устройства электронной техники, электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;
- правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов;
- рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей;
- снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;
- собирать электрические схемы;
- читать принципиальные, электрические и монтажные схемы.

Содержание практических занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объём практических занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность практического занятия - 2 академических часа. Перед проведением практического занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению практических работ

Дисциплины «Электрооборудование автомобиля» содержит 11 практических занятий.

**Перечень практических работ
по дисциплине «Электрооборудование автомобиля»**

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: Аккумуляторная батарея. Техническое обслуживание и ремонт

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: Аккумуляторная батарея. Техническое обслуживание и ремонт

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.

Тема: Бесконтактная система зажигания

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема: Электронная система зажигания

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема: Электронная система зажигания

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема: Система управления двигателем. Устройство и принцип действия

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7.

Тема : Система управления двигателем. Устройство и принцип действия

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема: Датчики системы управления двигателем.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9.

Тема: Самодиагностика системы управления двигателем.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10.

Тема: Система электрического пуска двигателя. Устройство и принцип работы

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11.

Тема Контрольно-измерительные приборы. Устройство и принцип работы

ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации. Практические работы включают в себя задания следующих видов:

1. Ответ на поставленные вопросы (с аргументацией)

Прочитайте вопрос и вникните в него.

Для удобства подчеркните ту, фразу, которая, по вашему мнению, является главной. Это поможет вам быстрее сориентироваться при ответе на вопрос.

Если вы считаете, что можете ответить на вопрос без помощи лекции и дополнительной литературы – приступайте. Если же вопрос заставляет вас сомневаться, откройте лекционную тетрадь (учебник или дополнительную литературу), прочитайте необходимый пункт, вникните в содержание и после этого приступайте за работу.

ГЛАВНОЕ! Не переписывайте отрывки лекции в рабочую тетрадь! Четко отвечайте на ПОСТАВЛЕННЫЙ вопрос!

Не забудьте привести аргументацию (обоснование) вашей позиции, если вопрос предполагает личностное отношение к проблеме.

2. Заполнение таблиц и схем

Прочитайте название таблицы или схемы.

Исходя из названия, вы поймете цель предстоящей работы.

Воспользуйтесь материалами лекций или другими источниками, чтобы заполнить таблицу (схему).

Используйте цветные графические материалы для выделения строк, столбцов или элементов схем.

Особое внимание обращайтесь на четкость при отборе материала: делайте записи кратко и четко!

3. Выполнение расчетных заданий.

1. Внимательно прочитайте теоретический материал - конспект, составленный на учебном занятии. Выпишите формулы из конспекта по изучаемой теме.

2. Обратите внимание, как использовались данные формулы при решении задач на занятии.

3. Выпишите ваш вариант задания, предложенного в данных методических указаниях, в соответствии с порядковым номером в учебном журнале.

4. Решите предложенную задачу, используя выписанные формулы.

5. В случае необходимости воспользуйтесь справочными данными.

6. Проанализируйте полученный результат (проверьте размерности

величин, правильность подстановки в формулы численных значений, правильность расчетов, правильность вывода неизвестной величины из формулы).

7. Решение задач должно сопровождаться необходимыми пояснениями. Расчётные формулы приводите на отдельной строке, выделяя из текста, с указанием размерности величин. Формулы записывайте сначала в общем виде (буквенное выражение), затем подставляйте числовые значения без указания размерностей, после чего приведите конечный результат расчётной величины.

Показатели оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы:

- грамотная запись условия задачи и ее решения;
- грамотное использование формул;
- грамотное использование справочной литературы;
- точность и правильность расчетов;
- обоснование решения задачи.

4.Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам и подготовка к их защите

1. Обратитесь к методическим указаниям по проведению лабораторных и практических работ и оформите работу, указав название, цель и краткий порядок проведения работы.

2. Повторите основные теоретические положения по теме лабораторной или практической работы, используя конспект лекций или методические указания.

3. Сформулируйте выводы по результатам работы, выполненной на учебном занятии. В случае необходимости закончите выполнение расчетной части.

4. Подготовьтесь к защите выполненной работы: повторите основные теоретические положения и ответьте на контрольные вопросы, представленные в методических указаниях по проведению лабораторных или практических работ.

Показатели оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы:

- оформление лабораторных и практических работ в соответствии с требованиями, описанными в методических указаниях;

- качественное выполнение всех этапов работы;

- необходимый и достаточный уровень понимания цели и порядка выполнения работы;

- правильное оформление выводов работы;

- обоснованность и четкость изложения ответа на контрольные вопросы к работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: Аккумуляторная батарея. Техническое обслуживание и ремонт

Цель: изучить устройство АКБ, принцип действия, порядок обслуживания

Оборудование: Аккумуляторная батарея, зарядное устройство, мультиметр, ареометр

Справочный материал

1. Смирнов Ю.А. Детистов В.А. Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>
2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Содержание работы

Осмотр аккумуляторной батареи, проверяют крепление батарей и подтягивают гайки прижимного устройства, удаляют окись с выводов батареи и наконечников проводов, протирают насухо поверхность батарей и убеждаются в отсутствии трещин и подтекании электролита, выворачивают пробки и прочищают вентиляционные отверстия, проверяют уровень электролита в каждом аккумуляторе и при надобности доливают дистиллированную воду.

проверить степень заряженности аккумуляторов по плотности электролита. Батареи, разряженные летом на 50%, а зимой на 25% и более, подлежат отправке на зарядную станцию.

Для контроля за состоянием батареи пользуются нагрузочной вилкой, мерной трубкой, ареометром определяют плотность электролита, по плотности судят о степени разряженности аккумуляторных батарей. Понижение плотности на 0,01 г/см против нормы соответствует разряду аккумулятора на 6%.

Нагрузочной вилкой измеряют напряжение аккумулятора под нагрузкой, примерно равной стартерному режиму, Если напряжение в аккумуляторе менее 2в, то в нем имеется замыкание пластин, Если в течении 5 сек. напряжение, показываемое нагрузочной вилкой, остается постоянным, такой аккумулятор считается, исправным.

Мерной трубкой определяют уровень электролита в аккумуляторе, который должен быть на 10... 15мм выше предохранительного щитка или на уровне нижнего торца тубуса горловины.

Для восстановления уровня электролита в аккумуляторе заливают только дистиллированную воду, электролит можно доливать в том случае, если есть явные признаки его утечки.

При приведении в рабочее состояние новых сухо заряженных батарей в них доливают приготовленный, электролит, до нормального уровня и не ранее чем через 20 минут и не позднее чем через 2 часа после заливки проверяют его плотность и уровень. Если плотность электролита понизится не более чем на 0,03 г/см по сравнению с плотностью заливаемого электролита, то батарею можно устанавливать на автомобиль без подзарядки, Если плотность понизится более чем на 0,03 г/см, то батарею следует зарядить.

Заряд аккумуляторных батарей ведется током, равным 0,1 от его номинальной, емкости (для батареи 6СТ-190ТР - ток 19А) до обильного выделения газа во всех аккумуляторах и до стабильного напряжения и плотности в течении 2ч. При зарядке батареи температура не должна повышаться более 45° С. По окончании заряда корректировку плотности проводят дистиллированной водой или серной кислотой плотностью - 1,4 г/см³ После корректировки плотности, продолжают заряд в течении 30 минут для полного перемешивания электролита.

При работе с электролитом следует соблюдать меры безопасности. для приготовления электролита используют термостойкую посуду (стеклянную, керамическую, эбонитовую). Кислоту заливают тонкой струйкой в воду. Попадание кислоты на кожу вызывает сильные ожоги и разрушает одежду. При попадании кислоты на кожу нужно быстро вытереть этот участок тела и промыть сильной струей воды.

Задание 1.

Назовите основные неисправности АКБ и причины их возникновения.

Задание 2.

Опишите технологию проверки уровня электролита в АКБ.

Задание 3.

Опишите технологию проверки плотности электролита АКБ.

Задание 4.

Опишите диагностирование напряжения на клеммах АКБ.

Задание 5.

Перечислите основные признаки неисправностей АКБ, их причины и способы устранения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: Бесконтактная система зажигания

Цель: изучить бесконтактную систему зажигания, принцип работы, порядок обслуживания

Оборудование: выключатель зажигания, датчик импульсов транзисторный коммутатор катушка зажигания распределитель бронепровода

Справочный материал

1. Смирнов Ю.А. Детистов В.А. Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>
2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Содержание работы

бесконтактная система повышает мощность двигателя, уменьшает расход горючего, снижает токсичность выхлопа и т.д. Это становится возможным благодаря тому, что разряд отличается более высоким напряжением (30 тысяч вольт.). В свою очередь, мощная искра позволяет смеси сгорать более эффективно и полноценно.

Если иначе, отсутствие контактов позволяет подать ток на первичную обмотку катушки зажигания через полупроводниковый коммутатор, в результате чего энергия искры больше и удастся получить большее напряжение на вторичной обмотке катушки. В среднем, показатель составляет до 10 кВ;

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

При увеличении оборотов коленчатого вала регулирование угла опережения зажигания осуществляется центробежным регулятором опережения зажигания. При изменении нагрузки на двигатель регулирование угла опережения зажигания производит вакуумный регулятор опережения зажигания.

При техническом обслуживании бесконтактной системы зажигания главное вниманием необходимо уделять содержанию в чистоте и креплению всех приборов и проводников. Следует тщательно протирать чистой тканью, смоченной бензином, наружную и внутреннюю поверхности крышки датчика-распределителя и ротора, защищать электроды боковых клемм и токоразностную пластину ротора. Надо также протирать корпус электронного коммутатора и катушку зажигания, проверять надежность крепления соединений в электрических цепях низкого и высокого напряжения и целостность защитных резиновых колпачков всех соединений.

Не допускается снимать наконечники свечей с проводов и провода высокого напряжения из крышки датчика-распределителя при горячем двигателе во избежание обрыва токопроводящей жилы, которая от нагревания становится более эластичной (мягкой). Необходимо проверять плотность посадки проводов на полную глубину в наконечниках свечей и крышки датчика-распределителя.

Задание 1.

Опишите общее устройство и принцип действия бесконтактной системы зажигания.

Задание 2.

Опишите общее устройство высоковольтных проводов системы зажигания.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема: Электронная система зажигания

Цель: изучить электронную систему зажигания, принцип работы, порядок обслуживания

Оборудование: источник питания, выключатель зажигания, катушку, свечи, а также провода высокого напряжения (на некоторых видах системы). Помимо этого система включает следующие элементы управления: входные датчики, электронный блок управления и исполнительное устройство - воспламенитель.

Справочный материал

1. Смирнов Ю.А. Детистов В.А. Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>

2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Электронной (микропроцессорной) системой зажигания называется система, в которой создание и распределение тока высокого напряжения по цилиндрам двигателя осуществляется с помощью электронных устройств (микропроцессорного блока управления с датчиками и коммутатором). На

современных автомобилях электронная система зажигания является составной частью системы управления двигателем. Данная система осуществляет управление объединенной системой впрыска и зажигания, а на последних моделях автомобилей и рядом других систем – впускной и выпускной системами. Основные элементы электронной системы зажигания: источник тока (АКБ и генератор), замок зажигания, электронный блок управления, входные датчики (дающие электронному блоку информацию о параметрах работы двигателя), коммутаторы, катушки зажигания, свечи зажигания, низковольтные и высоковольтные провода. Микропроцессорная система зажигания не имеет механического распределителя. Функции создания импульсов напряжения и распределения тока высокого напряжения по цилиндрам двигателя осуществляет электронный блок управления. Электронный блок управления получает информацию о работе двигателя (обороты, положение коленчатого вала, положение распределительного вала, нагрузка на двигатель, температура охлаждающей жидкости и пр.) от датчиков и по результатам алгоритмической обработки этих данных управляет коммутатором, который управляет накопителем энергии (катушками зажигания). Регулировка опережения зажигания осуществляется посредством специальной программы в блоке управления.

Электронный блок управления (ЭБУ, ECU, PCM) выполняет в системе главную роль. Его работа состоит в сборе информации от датчиков (датчика положения коленчатого вала, датчика положения распределительного вала, датчика детонации, датчика угла открытия дроссельной заслонки), в расчете оптимального момента зажигания и времени зарядки катушки, в управлении через коммутатор первичной цепью катушки. На современных автомобилях блок управления системой зажигания объединен с блоком управления впрыском топлива.

Входные датчики фиксируют текущие параметры работы двигателя и преобразуют их в электрические сигналы. К входным датчикам относятся: датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя; датчик массового расхода воздуха; датчик детонации; датчик температуры воздуха; датчик температуры охлаждающей жидкости; датчик давления воздуха; датчик положения распределительного вала; датчик положения дроссельной заслонки; датчик положения педали газа; датчик давления топлива; кислородный датчик и др. Номенклатура датчиков на разных моделях автомобилей может различаться.

Основные датчики микропроцессорной системы управления зажиганием: датчики положения коленчатого и распределительного валов, датчик детонации и датчик угла открытия дроссельной заслонки.

Датчики положения коленчатого и распределительного валов необходимы ЭБУ для определения текущих оборотов двигателя, а также текущего положения распределительного вала (для идентификации цилиндра, который находится в такте сжатия). Датчик детонации устанавливается на блоке двигателя. Во время работы двигателя датчик генерирует сигнал с частотой и амплитудой, зависящей от частоты и амплитуды вибрации двигателя. При возникновении детонации электронный блок корректирует угол опережения зажигания. Датчик угла открытия дроссельной заслонки определяет нагрузку на двигатель.

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

Существует несколько типов систем с разным расположением коммутаторов: а) в одном блоке с ЭБУ; б) отдельно для каждой катушки (несколько коммутаторов); в) в отдельном блоке коммутаторов; г) вместе с катушками соответствующих цилиндров.

Электронная система зажигания может иметь одну общую катушку зажигания или отдельные катушки зажигания на каждую свечу.

В соответствии с сигналами датчиков электронный блок управления вычисляет оптимальные параметры работы системы, в соответствии с которыми подается напряжение на катушку зажигания. В цепи первичной обмотки катушки зажигания начинает протекать ток. При прерывании напряжения, во вторичной обмотке катушки индуцируется ток высокого напряжения. По высоковольтным проводам или непосредственно с катушки ток высокого напряжения подается к соответствующей свече зажигания. Создающаяся искра в свече зажигания воспламеняет топливно-воздушную смесь.

При изменении скорости вращения коленчатого вала двигателя соответствующий датчик подает сигнал в электронный блок управления, который в свою очередь осуществляет необходимое изменение угла опережения зажигания.

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

Задание 1.

Опишите общее устройство электронной системы зажигания.

Задание 2.

Опишите принцип действия электронной системы зажигания.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема: Электронная система зажигания

Цель: изучить электронную систему зажигания, принцип работы, порядок обслуживания

Оборудование: источник питания, выключатель зажигания, катушку, свечи, а также провода высокого напряжения (на некоторых видах системы). Помимо этого система включает следующие элементы управления: входные датчики, электронный блок управления и исполнительное устройство - воспламенитель.

Справочный материал

Справочный материал

1. Смирнов Ю.А. Детистов В.А. Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>
2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Неисправности системы зажигания

На современных автомобилях устанавливаются различные системы зажигания: контактная, бесконтактная, электронная. При эксплуатации возникают различные неисправности системы зажигания. Можно выделить следующие общие неисправности систем зажигания:

- неисправности свечей зажигания;
- неисправности катушки зажигания;
- нарушение соединения в высоковольтной и низковольтной цепи (*обрыв проводов, окисление контактов, неплотное соединение и др.*).

Для электронной системы зажигания к данному списку можно добавить неисправности электронного блока управления и дефекты входных датчиков.

Бесконтактная система зажигания может иметь проблемы с транзисторным коммутатором, крышкой датчика-распределителя, центробежным и вакуумным регулятором опережения зажигания.

Основными причинами неисправностей системы зажигания являются:

- нарушение правил эксплуатации (*применение некачественного бензина, нарушение периодичности обслуживания и неквалифицированное его проведение*);
- использование некачественных конструктивных элементов системы (*свечи, катушки зажигания, высоковольтные провода и др.*);
- воздействие внешних факторов (*механические повреждения, атмосферные воздействия*).

Самыми распространенными неисправностями системы зажигания являются дефекты свечей зажигания. В настоящее время, когда свечи зажигания стали доступны потребителю, данная неисправность легко устраняется и не доставляет больших проблем автомобилистам.

Позитивным является и тот факт, что значительное количество неисправностей системы зажигания ушли в прошлое вместе с контактной системой зажигания и низким качеством ее элементов.

Неисправности системы зажигания могут быть диагностированы по внешним признакам. Необходимо отметить, что неисправности системы зажигания имеют общие внешние признаки неисправности топливной системы и неисправностями системы впрыска. Поэтому диагностика неисправностей данных систем должна проводиться в комплексе.

Внешними признаками неисправностей системы зажигания являются:

- затрудненный запуск двигателя;
- неустойчивая работа двигателя на холостом ходу;
- снижение мощности двигателя;
- повышенный расход топлива.

Задание 1.

Самостоятельно найдите неисправности системы зажигания

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема: Система управления двигателем. Устройство и принцип действия

Цель: изучить систему управления двигателем, принцип работы

Оборудование: Блок управления, датчики управляемых устройств

Справочный материал

1. Смирнов Ю.А. Детистов В.А. Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>

2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Системой управления двигателем называется электронная система управления, которая обеспечивает работу двух и более систем двигателя. Система является одним из основных электронных компонентов электрооборудования автомобиля.

Генератор развития систем управления двигателем – немецкая фирма Bosch. Технический прогресс в области электроники, жесткие нормы экологической безопасности обуславливают неуклонный рост числа подконтрольных систем двигателя.

Простейшей системой управления двигателем является объединенная система впрыска и зажигания. Современная система управления двигателем объединяет большое число систем и устройств:

топливную систему; систему впрыска; систему впуска; систему зажигания; выпускную систему; систему охлаждения; систему рециркуляции отработавших газов; систему улавливания паров бензина; вакуумный усилитель тормозов.

Система управления двигателем включает в себя входные датчики, электронный блок управления и исполнительные устройства систем двигателя

Схема системы управления двигателем: 1 – адсорбер; 2 – запорный клапан системы улавливания паров бензина; 3 – датчик давления во впускном коллекторе; 4 – топливный насос высокого давления; 5 – датчик давления топлива; 6 – датчик высокого давления топлива; 7 – форсунка впрыска; 8 – клапан регулирования фаз газораспределения; 9 – катушка зажигания; 10 – датчик Холла; 11 – датчик температуры воздуха на впуске; 12 – блок управления дроссельной заслонкой с датчиком положения; 13 – управляющий клапан системы рециркуляции отработавших газов; 14 – потенциометр заслонки впускного коллектора; 15 – датчик детонации; 16 – датчик частоты

вращения коленчатого вала; 17 – кислородный датчик; 18 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 19 – блок управления; 20 – диагностический интерфейс; 21 – датчик положения педали газа; 22 – топливный насос; 23 – кислородный датчик; 24 – датчик температуры отработавших газов; 25 – датчик оксидов азота

Электронный блок управления принимает информацию от датчиков и в соответствии с заложенным программным обеспечением формирует управляющие воздействия на исполнительные устройства систем двигателя. В своей работе электронный блок управления двигателем взаимодействует с блоками управления отдельных систем: автоматической коробкой передач, системой ABS (ESP), электроусилителя руля, подушками безопасности и др. **Исполнительные устройства** входят в состав конкретных систем двигателя и обеспечивают их работу.

Исполнительные устройства топливной системы – это топливный электронасос и перепускной клапан. В системе впрыска управляемыми элементами являются форсунки и клапан регулирования давления. Работа системы впуска управляется с помощью привода дроссельной заслонки и привода впускных заслонок.

Катушки зажигания – это исполнительные устройства системы зажигания. Система охлаждения современного автомобиля также имеет ряд компонентов, управляемых электроникой: термостат, реле дополнительного насоса охлаждающей жидкости, блок управления вентилятора радиатора, реле охлаждения двигателя после остановки.

В выпускной системе осуществляется принудительный подогрев кислородных датчиков и датчика оксидов азота, необходимый для их эффективной работы. Исполнительными устройствами системы рециркуляции отработавших газов являются электромагнитный клапан управления подачей вторичного воздуха, а также электродвигатель насоса вторичного воздуха. Управление системой улавливания паров бензина производится с помощью электромагнитного клапана продувки адсорбера.

Входные датчики. С помощью входных датчиков измеряют конкретные параметры работы двигателя и преобразуют их в электрические сигналы. Информация, получаемая от датчиков, является основой управления двигателем. Входные датчики системы управления двигателем представлены в таблице.

Датчик и	Система двигателя, в работе которой используются эти датчики
Датчик давления топлива	Топливная система
Датчик высокого давления топлива	Система впрыска
Расходомер воздуха (при наличии). Датчик температуры воздуха на впуске. Датчик положения	Система впуска

<p>дроссельной заслонки.</p> <p>Датчик давления во впускном коллекторе</p>	
<p>Датчик положения педали газа.</p> <p>Датчик частоты вращения коленчатого вала. Датчик Холла.</p> <p>Датчик детонации.</p> <p>Расходомер воздуха.</p> <p>Датчик температуры воздуха на впуске.</p> <p>Датчик температуры охлаждающей жидкости.</p> <p>Кислородные датчики</p>	Система зажигания
<p>Датчик температуры отработавших газов. Кислородный датчик перед нейтрализатором. Кислородный датчик после нейтрализатора.</p> <p>Датчик оксидов азота</p>	Выпускная система
<p>Датчик температуры охлаждающей жидкости.</p> <p>Датчик температуры масла</p>	Система охлаждения
<p>Датчик давления в магистрали вакуумного усилителя тормозов.</p>	Вакуумный усилитель тормозов

Задание 1.

Системой управления двигателем называется

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема: Система управления двигателем. Устройство и принцип действия

Цель: изучить систему управления двигателем, принцип работы

Оборудование: Блок управления, датчики управляемых устройств

Справочный материал

1. Смирнов Ю.А. Детистов В.А. Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>

2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Принцип работы системы управления двигателем основан на комплексном управлении величиной крутящего момента двигателя. Другими словами, система управления двигателем приводит величину крутящего момента в соответствие с конкретным режимом работы двигателя. Режимы работы двигателя: запуск; прогрев; холостой ход; движение; переключение передач; торможение; работа системы кондиционирования.

Изменение величины крутящего момента производится двумя способами: а) регулированием наполнения цилиндров воздухом; б) регулированием угла опережения зажигания.

Задание 1.

Система управления двигателем в своей работе различает следующие режимы работы двигателя какие?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема: Датчики системы управления двигателем

Цель: изучить устройство датчиков, принцип их работы

Оборудование: Датчики управления двигателем

Справочный материал

1. Смирнов Ю.А. Детистов В.А. Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>

2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Датчик положения дроссельной заслонки предназначен для определения степени и скорости открытия дроссельной заслонки. Конструктивно датчик

представляет собой потенциометр, обеспечивающий изменение выходного напряжения в зависимости от положения дроссельной заслонки. Поэтому другое наименование датчика – потенциометр дроссельной заслонки.

Датчик устанавливается на оси дроссельной заслонки и имеет с ней жесткую связь. Датчик положения дроссельной заслонки имеет три вывода: на один подается напряжение, другой соединен с массой, а с третьего снимается сигнал блоком управления двигателем.

При закрытой дроссельной заслонке сопротивление и напряжение на датчике минимальные. По мере открытия дроссельной заслонки напряжение увеличивается и достигает максимального значения 5 В в крайнем положении.

На основании сигналов от датчика положения дроссельной заслонки блок управления двигателем оценивает степень и скорость открытия дроссельной заслонки, корректирует момент и величину впрыскиваемого топлива, момент зажигания.

Вместо потенциометра дроссельной заслонки может устанавливаться бесконтактный датчик положения дроссельной заслонки, работа которого основана на эффекте Холла

Датчик положения дроссельной заслонки

Неисправность датчика положения дроссельной заслонки (отсутствие сигнала) сопровождается следующими внешними признаками: затрудненный запуск двигателя; большие обороты холостого хода; перебои при разгоне; повышенный расход топлива.

Датчик температуры охлаждающей жидкости предназначен для измерения температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя. Датчик включен в систему управления двигателем. Информация от датчика используется системой управления для корректировки основных параметров работы двигателя (частоты вращения коленчатого вала; качественного состава топливно-воздушной смеси; угла опережения зажигания) в зависимости от его теплового состояния.

Таким образом, работа датчика температуры охлаждающей жидкости обеспечивает быстрый прогрев двигателя при запуске и поддержание оптимальной его температуры на всех режимах.

В недалеком прошлом в качестве датчика температуры охлаждающей жидкости на двигателе внутреннего сгорания использовали термореле. Применение данного устройства обеспечивало только два режима работы: 1) прогрев двигателя при запуске за счет обогащения топливно-воздушной смеси (при открытом контакте термореле); 2) поддержание номинальной температуры (при закрытом контакте термореле).

В настоящее время датчик температуры охлаждающей жидкости является элементом электронного управления системой охлаждения, с помощью которого осуществляется непрерывный контроль и регулирование температурного режима двигателя. В качестве датчика применяется термистор – устройство, изменяющее сопротивление в зависимости от температуры

Датчик температуры охлаждающей жидкости

Термистор имеет отрицательный температурный коэффициент, т.е. его

сопротивление уменьшается с ростом температуры. Когда двигатель холодный, сопротивление датчика максимальное. На датчик подается напряжение порядка 5 В, которое уменьшается с изменением сопротивления датчика. По падению напряжения на датчике блок управления двигателем рассчитывает температуру охлаждающей жидкости.

Новые возможности температурного регулирования открываются с применением двух датчиков температуры охлаждающей жидкости. Один из датчиков устанавливается на выходе из двигателя, другой – на выходе из радиатора.

Необходимая температура охлаждающей жидкости определяется в зависимости от нагрузки двигателя (массы засасываемого воздуха) и частоты вращения коленчатого вала двигателя. По показаниям датчиков устанавливается характер работы вентилятора, степень открытия термостата, момент включения реле дополнительного насоса охлаждения в системе рециркуляции отработавших газов и реле охлаждения двигателя после остановки.

Датчик частоты вращения коленчатого вала предназначен для синхронизации управления системой впрыска и системой зажигания, поэтому другое название датчика – датчик синхронизации. Сигналы от датчика используются системой управления двигателем для определения оптимальных значений: момента впрыска топлива; количества впрыскиваемого топлива; момента зажигания (бензиновые двигатели);

угла поворота распределительного вала при работе системы изменения фаз газораспределения;

времени включения клапана адсорбера при работе системы улавливания паров бензина.

Наибольшее распространение получил датчик частоты вращения коленчатого вала индуктивного типа. Индуктивный датчик представляет собой магнитный сердечник с расположенной вокруг него обмоткой. В некоторых системах управления двигателем устанавливается датчик синхронизации, построенный на эффекте Холла.

Принцип работы датчика заключается в наведении электродвижущей силы в обмотке при взаимодействии магнитного поля датчика с металлическим задающим диском (диск синхронизации)

Задающий диск имеет по окружности 58 зубьев с пропуском на два зуба – это диск типа 60-2. На отдельных дизельных двигателях для ускорения определения положения коленчатого вала и облегчения запуска устанавливается задающий диск типа 60-2-2 (с двумя пропусками через 180°).

Датчик частоты вращения коленчатого вала:

Датчик синхронизации позволяет определять два параметра: частоту вращения коленчатого вала и точное положение коленчатого вала.

Число оборотов коленчатого вала определяется по количеству зубьев, проходящих через датчик в единицу времени. Пропуск зубьев служит в качестве исходной точки для определения положения коленчатого вала. Он соответствует, как правило, положению поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке.

Датчик частоты вращения коленчатого вала, построенный на эффекте Холла, взаимодействует с задающим диском несколько иной конструкции. Диск выполнен в виде металлических сегментов, разделенных металлическими вставками. Сегменты представляют собой постоянные магниты с чередующимися северными и южными полюсами. В качестве начала отсчета используется сегмент большей ширины. Таким образом, получается задающий диск типа 60-2

При неисправности датчика частоты вращения коленчатого вала (отсутствии сигнала) двигатель останавливается и повторно не запускается.

Кислородный датчик (другое наименование лямбда-зонд, датчик концентрации кислорода) служит для определения количества кислорода в отработавших газах. Для обеспечения эффективной, экономичной и экологичной работы двигателя внутреннего сгорания соотношение воздуха и топлива в топливно-воздушной смеси должно быть постоянным на всех режимах работы. Это достигается использованием кислородного датчика в выпускной системе. Сам процесс управления содержанием кислорода в выхлопных газах называется лямбда-регулированием.

С одной стороны, при недостатке воздуха в топливно-воздушной смеси углеводороды и угарный газ полностью не окисляются. С другой стороны, при избытке воздуха оксиды азота полностью не разлагаются на азот и кислород.

Лямбда-зонд устанавливается в выпускной системе. На отдельных моделях автомобилей применяется два кислородных датчика: один устанавливается до каталитического нейтрализатора, другой – после. Применение двух кислородных датчиков усиливает контроль за составом отработавших газов и обеспечивает эффективную работу нейтрализатора.

В зависимости от конструкции различают два вида кислородных датчиков: двухточечные и широкополосные.

Двухточечный датчик устанавливается как перед нейтрализатором, так и за ним. Датчик фиксирует коэффициент избытка воздуха в топливно-воздушной смеси по величине концентрации кислорода в отработавших газах.

Двухточечный датчик представляет собой керамический элемент, имеющий двухстороннее покрытие из диоксида циркония. Измерение осуществляется электрохимическим способом. Электрод одной стороной контактирует с выхлопными газами, другой – с атмосферой. Принцип действия двухточечного кислородного датчика основан на измерении содержания кислорода в отработавших газах и атмосфере. При разной концентрации

кислорода в отработавших газах и атмосфере на концах электрода создается напряжение. Чем выше содержание кислорода (обедненная топливно-воздушная смесь), тем ниже напряжение, чем ниже содержание кислорода (обогащенная топливно-воздушная смесь), тем выше напряжение. Электрический сигнал от кислородного датчика поступает в электронный блок управления системы управления двигателем. В зависимости от величины сигнала блок управления воздействует на исполнительные органы подконтрольных ему систем автомобиля.

Широкополосный датчик представляет собой современную конструкцию лямбда-зонда. Он применяется в качестве входного датчика каталитического нейтрализатора. В широкополосном датчике значение «лямбда» определяется с использованием силы тока закачивания. В отличие от двухточечного датчика широкополосный датчик состоит из двух керамических элементов – двухточечного и закачивающего. Под закачиванием понимается физический процесс, при котором кислород из отработавших газов проходит через закачивающий элемент под воздействием определенной силы тока.

Принцип работы широкополосного датчика основан на поддержании постоянного напряжения (450 мВ) между электродами двухточечного элемента за счет изменения силы тока закачивания.

Снижение концентрации кислорода в отработавших газах (обогащенная топливно-воздушная смесь) сопровождается ростом напряжения между электродами двухточечного керамического элемента. Сигнал от элемента подается в электронный блок управления, на основании которого создается ток определенной силы на закачивающем элементе.

Ток, в свою очередь, обеспечивает закачку в измерительный зазор, и напряжение достигает нормативного значения. Величина силы тока при этом является мерой концентрации кислорода в отработавших газах. Она анализируется электронным блоком управления и преобразуется в управляющие воздействия на исполнительные устройства системы впрыска.

При обеднении топливно-воздушной смеси работа широкополосного датчика осуществляется аналогичным образом. Отличие состоит в том, что под действием тока происходит выкачивание кислорода из измерительного зазора наружу.

Эффективная работа кислородного датчика осуществляется при температуре 300 °С. Для скорейшего достижения рабочей температуры, лямбда-зонд оборудуют нагревателем.

Датчик расхода воздуха предназначен для измерения количества воздуха, подаваемого в цилиндр. Эта информация необходима для того, чтобы система управления двигателем обеспечила подачу оптимального количества топлива. Экологические требования к современным двигателям внутреннего сгорания предполагают поддержание определенного (стехиометрического) соотношения воздуха и топлива в топливно-воздушной смеси на всех режимах работы. Только в этом случае каталитический нейтрализатор полностью удаляет вредные вещества в отработавших газах.

Для поддержания стехиометрического соотношения компонентов топливно-воздушной смеси требуется точная информация о количестве

(расходе) всасываемого воздуха, которую предоставляет расходомер воздуха. Мерой расхода может выступать как объем, так и масса всасываемого воздуха. В зависимости от этого различают два способа определения расхода воздуха: механический и тепловой.

Механический способ основан на измерении объема воздуха, пропорционального перемещению заслонки. *Тепловой способ* предполагает измерение массы воздуха в соответствии с изменением температуры чувствительного элемента.

Расходомер воздуха устанавливается во впускной системе между воздушным фильтром и дроссельной заслонкой двигателя. Ведущим производителем расходомеров воздуха является фирма Bosch.

Работа расходомера воздуха осуществляется по принципу перемещения измерительной заслонки пропорционально величине потока воздуха. Измерительная заслонка, демпфирующая заслонка и потенциометр размещены на одной оси, обеспечивающей прямую связь между перемещением заслонки и изменением сопротивления потенциометра.

Конструктивно потенциометр выполнен в виде керамической подложки, на которую нанесены резисторные дорожки. К дорожкам прижат ползунок потенциометра. На потенциометр подается напряжение, изменяющееся в соответствии с сопротивлением. Изменение напряжения учитывается электронным блоком управления как объемная характеристика всасываемого воздуха. Для корректировки показаний расходомера в систему управления включен датчик температуры входящего воздуха. В настоящее время механические расходомеры на двигателях внутреннего сгорания не устанавливаются.

Термоанемометрический расходомер воздуха. Более совершенными являются расходомеры воздуха, построенные на тепловом способе определения массового расхода воздуха. Это так называемые термоанемометрические расходомеры воздуха (от «анемо» – ветер). Они не имеют подвижных механических частей, характеризуются высоким быстродействием, точностью и в силу особенности конструкции не зависят от температуры воздуха.

Термоанемометрический расходомер воздуха (другое наименование – датчик массового расхода воздуха, ДМРВ) используется в современных системах впрыска бензиновых и дизельных двигателей, в том числе в системе непосредственного впрыска топлива. Конструктивно расходомер воздуха включен в систему управления двигателем. В ряде систем управления двигателем расходомер воздуха не используется, а его функции выполняет **датчик давления воздуха во впускном трубопроводе**.

В зависимости от конструкции чувствительного элемента различают следующие виды термоанемометрических расходомеров:

- проволочный расходомер воздуха (Hot Wire MAF Sensor);

- пленочный расходомер воздуха (Hot Film Air Flow Sensor, HFM).

Основой *проволочного термоанемометрического расходомера* воздуха является чувствительный элемент – платиновая нагреваемая нить. Работа расходомера построена на поддержании постоянной температуры платиновой нити за счет нагрева электрическим током.

При движении потока воздуха через датчик чувствительный элемент охлаждается. Терморезистор увеличивает ток нагрева нити. Преобразователь напряжения преобразует изменение тока нагрева чувствительного элемента в выходное напряжение. Между выходным напряжением и массовым расходом воздуха существует нелинейная зависимость, которая учитывается блоком управления двигателем.

Для предотвращения загрязнения чувствительного элемента в работе проволочного расходомера предусмотрен режим самоочистки, при котором на неработающем двигателе платиновая нить кратковременно нагревается до температуры 1000 °С. Необходимо отметить, что в ходе эксплуатации расходомера толщина платиновой нити уменьшается, что приводит к снижению точности измерений.

Этого недостатка лишен пленочный расходомер воздуха. Принцип действия пленочного расходомера аналогичен проволочному ДМРВ. Основное отличие заключается в конструкции чувствительного элемента.

Чувствительный элемент пленочного расходомера воздуха представляет собой кристалл кремния, на который нанесено несколько тонких платиновых слоев – резисторов: нагревательного резистора, двух терморезисторов, резистора датчика температуры воздуха.

Чувствительный элемент расположен в специальном воздушном канале, воздух в который поступает за счет разрежения. Высокая скорость потока предотвращает попадание в канал крупных частиц грязи и загрязнение чувствительного элемента. Конструкция воздушного канала позволяет определять массу как прямого, так и обратного (отраженного от закрытых клапанов) потока воздуха, что увеличивает точность измерения.

Нагревательный резистор поддерживает определенную температуру чувствительного элемента. По разнице температур на терморезисторах определяется масса всасываемого воздуха и направление воздушного потока. Выходным аналоговым сигналом расходомера является напряжение постоянного тока.

Вместо аналогового сигнала отдельные конструкции датчиков массового расхода воздуха генерируют цифровой сигнал, являющийся в системах управления более предпочтительным (не зависит от срока эксплуатации устройства и характеристик электрической цепи).

Сигналы пленочного расходомера используются блоком управления двигателем для определения следующих параметров:

бензиновые двигатели – времени впрыска, количества впрыскиваемого топлива, момента зажигания, порядка работы системы улавливания паров бензина;

дизельные двигатели – времени впрыска, порядка работы системы рециркуляции отработавших газов.

Датчик детонации служит для контроля степени детонации при работе бензинового двигателя внутреннего сгорания. Датчик устанавливается на блоке цилиндров двигателя. Он является важным компонентом системы управления двигателем, так как позволяет реализовать максимальную мощность двигателя и обеспечить экономию топлива.

Под степенью детонации понимается часть топливно-воздушной смеси, сгорающая с детонацией. Детонация, или детонационное сгорание возникает тогда, когда удаленная от свечи зажигания часть топливно-воздушной смеси вследствие поджатия фронтом пламени нагревается и самовоспламеняется с образованием взрыва. Детонация сопровождается акустическими признаками – металлическим стуком в кривошипно-шатунном механизме.

Причинами детонации являются химический состав топлива (октановое число), конструктивные особенности двигателя (степень сжатия, расположение свечей зажигания, форма камеры сгорания и др.) и условия эксплуатации (состав топливно-воздушной смеси, угол опережения зажигания, нагрузка на двигатель, нагар на деталях камеры сгорания и др.).

Последствием детонационного сгорания выступает повышенная теплоотдача элементов кривошипно-шатунного механизма, сопровождающаяся повышенным износом, поломками и разрушением.

Принцип действия датчика детонации основан на пьезоэффекте. В конструкцию датчика включена пьезоэлектрическая пластина, в которой при возникновении детонации на концах возникает напряжение. Чем больше амплитуда и частота колебаний, тем выше напряжение. Когда напряжение на выходе датчика превышает заданный уровень, соответствующий определенной степени детонации, электронный блок управления корректирует характеристику работы системы зажигания в сторону уменьшения угла опережения зажигания. Таким образом, достигается оптимальная характеристика работы системы для конкретных условий эксплуатации.

При неисправности датчика детонации (отсутствии сигнала) на панели приборов загорается соответствующая сигнальная лампа, двигатель при этом продолжает работать.

Датчик давления топлива предназначен для измерения текущего давления топлива. Он применяется в системе непосредственного впрыска бензиновых двигателей и системе впрыска Common Rail дизельных двигателей. Датчик устанавливается в топливной рампе. Применение датчика обеспечивает поддержание заданного давления в системе впрыска, что, в свою очередь, имеет большое значение для реализации номинальной мощности, снижения вредных выбросов и уровня шума при работе двигателя.

Конструктивную основу датчика составляет сенсорный элемент, объединяющий стальную мембрану и тензорезисторы. Толщина стальной мембраны соответствует измеряемому давлению (чем толще мембрана, тем больше давление). Тензорезисторы преобразуют деформацию стальной мембраны в изменение электрического сопротивления. Тензорезисторы соединены по мостовой схеме (так называемый мостик Уинстона), и к ним через усилитель подается напряжение.

Работа датчика давления топлива осуществляется следующим образом. Через штуцер топливо попадает к стальной мембране, которая прогибается пропорционально величине давления. Соответственно изменяется величина сопротивления тензорезисторов. Входное напряжение датчика при этом может изменяться в пределах 0...80 мВ. С помощью усилителя величина напряжения увеличивается до значений порядка 0...5 В и подается на электронный блок управления. Блок управления в соответствии с заложенной программой оценивает текущее значение давления топлива. В случае отклонения давления топлива от заданной величины срабатывает регулирующий клапан в топливной рампе.

При неисправности датчика давления топлива (отсутствии сигнала) система управления двигателем использует стандартные данные давления топлива. При этом мощность двигателя падает.

Датчик положения распределительного вала предназначен для определения углового положения газораспределительного механизма в соответствии с положением коленчатого вала двигателя.

Информация, поступающая от датчика положения распределительного вала, используется системой управления двигателем для управления впрыском и зажиганием. Функционально датчик связан с датчиком частоты вращения коленчатого вала двигателя. На двигателе устанавливается датчик положения распределительного вала, работа которого построена на эффекте Холла, поэтому другое название датчика – датчик Холла.

Принцип действия датчика Холла основан на изменении направления движения носителей заряда (изменении напряжения) в полупроводнике при изменении пересекающего его магнитного поля. Магнитное поле создается постоянным магнитом, расположенным в датчике. Изменение магнитного поля происходит при замыкании магнитного зазора репером (металлическим зубом). Репер располагается на зубчатом колесе распределительного вала или на специальном задающем диске, закрепленном на валу.

При прохождении репера мимо датчика в нем возникает импульс напряжения, передаваемый в электронный блок управления. В зависимости от частоты вращения распределительного вала сигнал от датчика Холла поступает

в разные промежутки времени. На основании этих сигналов блок управления двигателем распознает положение поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке такта сжатия, обеспечивает впрыск бензина и зажигание топливно-воздушной смеси.

На двигателях, оборудованных системой изменения фаз газораспределения, датчик положения распределительного вала используется для управления данной системой. Датчики устанавливаются на распределительных валах впускных и выпускных клапанов.

Несколько иначе датчик Холла работает в системе управления дизельным двигателем. Здесь сигналы датчика используются для установления положения поршня каждого цилиндра двигателя в верхней мертвой точке такта сжатия. За счет этого достигается точное определение положения распределительного вала относительно коленчатого вала, соответственно быстрый пуск дизеля и устойчивая его работа на всех режимах.

Для реализации данных функций внесены конструктивные изменения в задающий диск, на котором установлены реперы для каждого цилиндра двигателя. Это могут быть сегменты разной угловой ширины или набор зубьев, расположенных на разном расстоянии друг от друга. Так, в четырехцилиндровом дизеле на задающем диске устанавливается 7 зубьев: четыре основных – по одному на каждый цилиндр под углом 90° и три дополнительных – для распознавания конкретного цилиндра. Дополнительные зубья расположены на разных расстояниях от основных зубьев, чем достигается установление положения поршня в ВМТ такта сжатия для конкретного цилиндра.

При возникновении неисправности датчика Холла (отсутствии сигнала) система управления двигателем в своей работе использует информацию от датчика частоты вращения коленчатого вала. Двигатель продолжает работать и даже может повторно запускаться после остановки.

Задание 1.

Опишите назначение и принцип работы датчика положения дроссельной заслонки.

Задание 2.

Перечислите внешние признаки, которыми сопровождается неисправность датчика положения дроссельной заслонки.

Задание 3.

Опишите назначение и принцип работы датчика температуры охлаждающей жидкости.

Задание 4.

Опишите назначение и принцип работы датчика частоты вращения коленчатого вала.

Задание 5.

Опишите принцип работы и область применения двухточечного кислородного датчика.

Задание 6.

Опишите принцип работы и область применения широкополосного кислородного датчика

Задание 7.

Опишите назначение и принцип работы датчика детонации.

Задание 8.

Опишите назначение и принцип работы датчика давления топлива.

Задание 9.

Опишите назначение и принцип работы датчика положения распределительного вала.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема: Самодиагностика системы управления двигателем

Цель: ознакомиться с самодиагностикой СУД, научиться пользоваться информацией об обнаруженной неисправности

Оборудование: Автосканер

Справочный материал

1. Смирнов Ю.А. Детистов В.А. Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>

2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Основная задача системы управления двигателем (СУД) — управление рабочим процессом двигателя. Для этого в ее состав входят контроллер СУД, датчики и исполнительные механизмы. По сигналам датчиков контроллер устанавливает оптимальное количество топлива и момент, когда его необходимо подать в цилиндр, определяет момент, когда необходимо подать искру. Исполнительные механизмы обеспечивают доставку в цилиндр топливно-воздушной смеси в нужной пропорции и формирование искры. Наряду с этим существует еще одна, не менее важная задача, решаемая контроллером СУД, — это самодиагностика системы управления («бортовая диагностика»). Под «бортовой диагностикой» понимается система программно-аппаратных средств (контроллер СУД, датчики, исполнительные механизмы), способная определить и идентифицировать неисправности в системе управления двигателем, а также возможные причины их возникновения.

Назначение бортовой диагностики. С помощью бортовой диагностики решаются следующие задачи:

- определяются и идентифицируются ошибки функционирования системы управления двигателем (СУД) и самого двигателя;
- осуществляется информирование водителя о наличии неисправности включением диагностической лампы;
- сохраняется информация об обнаруженной неисправности;
- активизируются аварийные режимы работы СУД;
- облегчается поиск неисправностей СУД и двигателя;
- обеспечивается взаимодействие с диагностическим оборудованием.

Функция определения и идентификации ошибок функционирования СУД и самого двигателя является одной из важнейших. Ошибки функционирования двигателя и его системы управления могут привести к превышению предельных значений токсичности отработавших газов автомобиля (данное требование к бортовой диагностике распространяется на все системы управления двигателем, обеспечивающие выполнение норм токсичности «Евро-3» и выше); к ухудшению параметров двигателя (например, снижению мощности и крутящего момента двигателя, увеличению расхода топлива, ухудшению ходовых качеств автомобиля); к выходу из строя двигателя или компонентов системы управления (в качестве примера может служить повреждение каталитического нейтрализатора в случае возникновения пропусков воспламенения).

Информирование водителя о наличии неисправности включением диагностической лампы. Горящая диагностическая лампа не требует от водителя немедленного прекращения движения и остановки двигателя. Водитель предупрежден о том, что бортовая система диагностики зафиксировала неисправность СУД, при этом автомобиль может двигаться самостоятельно в аварийном режиме. В этом случае обязанность водителя — в кратчайшие сроки доставить автомобиль к специалистам по техническому обслуживанию. Мигание диагностической лампы сигнализирует о том, что обнаружена неисправность, которая может привести к серьезным повреждениям других компонентов СУД (например, обнаружены пропуски воспламенения, способные повредить каталитический нейтрализатор).

Сохранение информации об обнаруженной неисправности. Коды ошибок и вся сопутствующая им дополнительная информация ощутимо облегчают специалистам поиск и устранение неисправностей в системах управления двигателем. В момент обнаружения неисправности в память ошибок контроллера СУД заносится следующая информация:

- 1) код ошибки согласно международной классификации;
- 2) статус-флаги (или признаки), характеризующие состояние неисправности в момент считывания информации с помощью диагностического прибора;
- 3) Freeze Frame (по-другому — стоп-кадр) — значения особо важных для системы параметров в момент фиксации ошибки (реализовано в контроллерах MP7.0 и M7.9.7).

Активизация аварийных режимов работы СУД. При обнаружении неисправности для обеспечения приемлемых ходовых качеств автомобиля, для предотвращения выхода из строя других (исправных) компонентов СУД и

двигателя, для предотвращения выхода значений токсичности отработавших газов за предельные величины система управления двигателем переходит на аварийные режимы работы. Суть аварийных режимов состоит в следующем: при возникновении неисправности в цепи какого-либо датчика контроллер СУД использует для расчетов замещающие значения, хранящиеся в памяти контроллера, вместо реального сигнала датчика. На аварийных режимах автомобиль должен быть способен доехать до сервисных служб. Случается так, что водитель и не подозревает о том, что двигатель работает в аварийном режиме.

Обеспечение взаимодействия с диагностическим оборудованием. О наличии неисправности система бортовой диагностики сигнализирует зажиганием диагностической лампы. Далее система бортовой диагностики должна обеспечить возможность считывания сохраненной в памяти контроллера диагностической информации с помощью специализированного оборудования. Для этой цели в системе управления двигателем организован последовательный канал передачи информации, в состав которого входят контроллер СУД (в роли приемопередатчика), стандартизированная диагностическая колодка для подключения диагностического оборудования и соединяющий их отрезок провода (К-линия). Для передачи информации используются стандартизированные протоколы. С помощью диагностического оборудования специалисты сервисных служб могут считать из памяти контроллера информацию о выявленных ошибках, о самой системе управления двигателем, выполнить серию проверочных тестов, управляя исполнительными механизмами.

Облегчение поиска неисправностей СУД и двигателя. Современные системы бортовой диагностики способны идентифицировать около сотни неисправностей СУД. Каждой неисправности присваивается свой код согласно международной классификации. Например, код P0102 соответствует неисправности «Датчик массового расхода воздуха. Низкий уровень сигнала». В данном случае код ошибки однозначно указывает на компонент СУД, сигнал которого считается ложным, но не определяет причину возникшей неисправности: это может быть и неисправный датчик, и короткое замыкание цепей (или их обрыв), и неисправность самого контроллера. Существуют коды ошибок, которые указывают на неисправности не в конкретном датчике, а в целой подсистеме СУД. Примером могут служить коды P0301 – P0304 «Пропуски воспламенения в 1 – 4-м цилиндрах». Причинами возникновения этих кодов могут быть как неисправности электрических компонентов СУД (модуля или катушки зажигания, свечей, высоковольтных проводов, форсунок), так и механические неисправности двигателя, следствием которых является неравномерное вращение коленвала (например, из-за снижения компрессии в одном из цилиндров). Возможны неисправности, по которым коды ошибок не фиксируются, но на ходовые качества автомобиля влияют. В любом из приведенных случаев, для того чтобы однозначно определить причину неисправности, требуется провести серию проверок с помощью диагностического оборудования (например, контроль текущих параметров двигателя или выполнение тестов исполнительных механизмов). Правильное использование всего объема информации, которую выдает система бортовой диагностики, позволяет максимально сократить время на поиск неисправности.

Принцип действия бортовой диагностики. Основным компонентом

системы бортовой диагностики является контроллер СУД. Он постоянно держит под наблюдением сигналы всех датчиков системы управления, а также некоторые значимые параметры работы двигателя. Эти сигналы сравниваются с контрольными значениями, которые хранятся в памяти контроллера. Если какой-либо сигнал выходит за пределы контрольных значений (например, напряжение датчика стало равным нулю – короткое замыкание «на массу»), контроллер квалифицирует это состояние как неисправность, формирует и записывает в память ошибок соответствующую диагностическую информацию, активизирует алгоритм управления диагностической лампой, а также обеспечивает переход на аварийные режимы работы СУД.

Система бортовой диагностики начинает функционировать с момента включения зажигания (клемма 15) и прекращает функционировать после перехода контроллера СУД в режим «stand by». Момент активизации того или иного алгоритма диагностики и его работа могут ограничиваться определенными режимами работы двигателя.

Диагностические алгоритмы, заложенные в контроллер, могут быть разделены на три группы.

Диагностика датчиков СУД. Датчики СУД контролируются на обрыв, замыкание сигнальной цепи на «массу» или источник питания. Для некоторых датчиков реализована проверка выходного сигнала на достоверность. В этом случае контроллер отслеживает, чтобы величина сигнала датчика находилась в допустимом, ожидаемом диапазоне.

Диагностика исполнительных механизмов СУД (драйверная диагностика выходных каскадов контроллера). Исполнительные механизмы СУД контролируются на обрыв, замыкание на «массу» или источник питания цепей управления.

Диагностика подсистем СУД (функциональная диагностика).

В системе управления двигателем можно выделить несколько подсистем: подсистему зажигания; подсистему топливоподачи; подсистему поддержания холостого хода; подсистему нейтрализации отработавших газов; подсистему улавливания паров бензина и др. Каждая из них выполняет свою конкретную задачу. К каждой подсистеме предъявляются требования по величине предельно допустимых отклонений ее параметров от средних значений. В данном случае система бортовой диагностики следит уже не за отдельно взятыми датчиками и исполнительными механизмами, а за параметрами, которые характеризуют работу всей подсистемы в целом. Например: о качестве работы подсистемы зажигания можно судить по наличию пропусков воспламенения в камерах сгорания двигателя; параметры адаптации топливоподачи дают информацию о состоянии подсистемы топливоподачи. С помощью функциональной диагностики делают заключение о качестве работы подсистем СУД в целом.

Задание 1.

Опишите принцип действия бортовой диагностики.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Тема: Система электрического пуска двигателя.

Цель: изучить систему пуска двигателя, принцип действия

Оборудование: выключатель «массы»; аккумуляторная батарея; дополнительное реле стартера; выключатель (замок) зажигания; вольтметр; контактный диск; втягивающая обмотка; удерживающая обмотка; тяговое реле; стартер

Справочный материал

1. Смирнов Ю.А. Детистов В.А. Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>

2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Основным исполнительным элементом системы пуска является стартер, представляющий собой четырехполюсный электродвигатель постоянного тока с последовательной обмоткой возбуждения и дистанционным включением с места водителя. Стартер крепится к кожуху сцепления или к специальному кронштейну на боковой части блока цилиндров таким образом, чтобы пусковая шестерня при включении стартера входила в зацепление с зубчатым венцом маховика.

Цепь стартера включает в себя следующие приборы: выключатель стартера (замок зажигания); электромагнитное тяговое реле; реле стартера и реле блокировки; провода, соединяющие все приборы в единую электрическую цепь .

Средства, облегчающие пуск двигателя: пусковые жидкости, свечи накаливания, электрофакельные подогреватели воздуха, предпусковые подогреватели, электроподогрев АКБ, подогрев масла в поддоне картера путем обдува его теплым воздухом.

Принцип действия системы пуска. При включении стартера, которое осуществляется поворотом ключа в замке зажигания в положении «стартер», ток подается на обмотку реле стартера, включенную на «массу» через контакты реле блокировки, и контакты реле стартера замыкают цепь втягивающей обмотки тягового реле. Втягивающая обмотка намагничивает сердечник, который втягивает в себя подвижный якорь, перемещающий рычаг пусковой шестерни.

Пусковая шестерня с муфтой свободного хода перемещается по винтовым шлицам вала стартера и вводится в зацепление с венцом маховика. Одновременно другой конец якоря через контактный диск замыкает цепь «аккумулятор – стартер». Якорь стартера начинает вращаться и через пусковую шестерню вращает маховик с коленчатым валом. Для удержания подвижного якоря тягового реле во включенном положении служит удерживающая обмотка. С момента пуска двигателя, когда обороты коленчатого вала превысят обороты стартера, пусковая шестерня выходит из зацепления с венцом маховика. Если этого не происходит, то срабатывает муфта свободного хода, которая разъединяет пусковую шестерню с валом якоря и предохраняет стартер от разгона. С увеличением частоты вращения коленчатого

вала двигателя возрастает напряжение, подаваемое генератором на реле стартера. При достижении напряжения 8...9 В срабатывает реле блокировки, которое обесточивает реле стартера. Контакты реле стартера размыкаются и отключают тяговое реле, которое отключает стартер. С помощью реле стартера и реле блокировки предотвращается включение стартера при работающем двигателе.

Предпусковые подогреватели. Предназначены для предварительного подогрева холодного двигателя автомобиля при низких температурах. Подогреватели способствуют облегчению пуска двигателя, снижению износа его деталей, сокращению количества вредных выбросов в атмосферу.

В зависимости от вида используемой энергии предпусковые подогреватели подразделяются на электрические, топливные и аккумулирующие тепло. Последние модели предпусковых подогревателей имеют электронные системы управления.

Электрические предпусковые подогреватели подключаются к сети переменного тока напряжением 220 В. Электрический нагревательный элемент мощностью от 600 до 2000 Вт расположен в герметичном теплообменнике, который монтируется в технологические отверстия рубашки охлаждения или соединяется с ней с помощью патрубков. Циркуляция происходит за счет того, что нагретый антифриз поднимается в верхнюю часть рубашки охлаждения, а более холодный опускается вниз.

Современные подогреватели представляют собой целую систему, включающую помимо нагревательного элемента электронный блок управления с таймером, блок подзаряда аккумуляторной батареи и тепловентилятор для отопления салона автомобиля. Некоторые конструкции подогревателей предусматривают дополнительно подогрев масла в поддоне картера двигателя.

Такие системы компактны, безопасны, экологически чисты, стоят относительно недорого и устанавливаются практически на любой автомобиль. Их применение ограничивает зависимость от источника переменного напряжения.

Топливные предпусковые подогреватели могут работать на бензине, дизельном топливе или газе. Соединяются с системой охлаждения двигателя и обеспечивают принудительную циркуляцию нагретой жидкости по рубашке блока цилиндров и трубопроводам штатного отопителя салона.

Такие нагреватели включаются командой таймера или с пульта дистанционного управления. Электрический дозирующий насос подает топливо в камеру сгорания, там оно смешивается с воздухом и воспламеняется свечой накаливания. Тепло, полученное в результате сгорания, через стенки теплообменника жидкости системы охлаждения передается антифризу. Помпа подогревателя прокачивает антифриз по малому контуру системы охлаждения – рубашке блока цилиндров и штатному отопителю салона. Когда температура двигателя достигает заданной, электронный блок управления включает вентилятор штатной «печки» для обогрева салона. Некоторые конструкции предпусковых подогревателей могут работать только для обогрева салона, что удобно при длительной стоянке с неработающим двигателем. Многие современные подогреватели имеют блок диагностики неисправностей.

Топливные подогреватели высокоэффективны, но стоят сравнительно дорого и требуют регулярного технического обслуживания. К тому же ими нельзя пользоваться в гаражах, не имеющих системы вентиляции.

Перед пуском двигателя *аккумуляторы тепла* из специального теплоаккумулятора («термоса»), вместимость которого соизмерима с объемом системы охлаждения, заменяют холодную жидкость в рубашке блока цилиндров на горячую. В результате двигатель быстро прогревается и легко заводится. Во время движения, когда температура двигателя достигает рабочей, холодная жидкость из «термоса» медленно поступает обратно в систему охлаждения, уступая место жидкости с более высокой температурой. Такие системы безопасны, надежны и полностью автоматизированы. Работу всех узлов контролирует электронный блок управления. Они особенно эффективны, когда перерыв между поездками не превышает двух дней.

Подогреватели дизельного топлива. Зимой в дизельном топливе образуются кристаллы парафинов, размер которых зависит от качества топлива и температуры окружающей среды. Они забивают поры фильтра тонкой очистки, в результате чего топливо не поступает в двигатель и он не заводится. При сильных морозах эти кристаллы могут забить сетку топливозаборника, а большая длина топливопроводов может затруднить топливоподкачивающему насосу прокачку дизтоплива по системе. Чтобы избежать этого, используют специальные электрические подогреватели, работающие от бортовой сети автомобиля напряжением 12 или 24 В.

Подогреватель топливного фильтра представляет собой надеваемое на его корпус металлическое кольцо, внутри которого расположен нагревательный элемент для подогрева фильтра перед пуском двигателя. Для трубопроводов применяются проточные подогреватели, функционирующие в основном при работающем двигателе.

Топливозаборники могут иметь встроенный электрический нагревательный элемент, использующийся перед пуском, а также теплообменник, к которому в процессе работы двигателя подводится жидкость из системы охлаждения.

Для облегчения запуска дизельных двигателей в холодное время система запуска может оборудоваться *свечами накаливания*, которые подогревают воздух во впускном коллекторе или в камере сгорания. Свеча

накаливания включается в работу сразу же после включения зажигания. Свече накаливания для полного разогрева нужно менее 2 с.

Свеча накаливания в современном дизельном двигателе с прямым впрыском устанавливается в головке блока цилиндров, при этом ее наконечник немного выступает в камеру сгорания. Для каждого цилиндра предусмотрена своя отдельная свеча накаливания.

В современном дизельном двигателе свеча накаливания используется не только во время пуска двигателя, но и некоторое время после пуска, чтобы стабилизировать работу холостого хода двигателя.

Свеча накаливания состоит из корпуса с резьбой и впрессованного штифта. Внутри штифта находится нагревательный элемент, состоящий из двух спиралей, соединенных последовательно. Одна спираль разогревает свечу, а вторая регулирует протекающий через нее ток.

Устройство и работа свечи накаливания

После включения зажигания в автомобиле с холодным двигателем на свечи накаливания подается напряжение и большая часть электроэнергии поступает в нагревательную спираль. Температура кончика свечи стремительно увеличивается (рис. 48б). Вторая спираль – регулировочная. С повышением температуры у регулировочной спирали увеличивается внутреннее сопротивление и она пропускает меньше тока к спирали накала. Таким образом, подобная комбинация из двух спиралей является саморегулирующим механизмом – когда свеча холодная, через них протекает максимальный ток, по мере нагревания сопротивление регулирующей спирали возрастает и очень быстро устанавливается оптимальный ток необходимый для нормальной работы свечи накаливания. Нагревательная спираль состоит из материала, сопротивление которого практически не зависит от температуры.

Результатом развития системы запуска двигателя являются система автоматического запуска двигателя, система интеллектуального доступа в машину и запуска двигателя, система Стоп-Старт, система непосредственного запуска Direct Start.

Система Стоп-старт (Stop&Start) предназначена для экономии топлива, сокращения вредных выбросов и снижения уровня шума за счет сокращения времени работы двигателя на холостом ходу. Как показывает практика, эксплуатация автомобиля в режиме холостого хода составляет до 30 % общего времени работы двигателя. В больших городах это происходит из-за частых остановок на светофорах, стояния в пробках.

До недавнего времени система Стоп-Старт применялась в основном на гибридных автомобилях. Сегодня ситуация коренным образом меняется. Практически все ведущие автопроизводители имеют в своем модельном ряду автомобили, оборудованные данной системой. По прогнозам экспертов, к 2015 году половина выпускающихся легковых автомобилей будет оборудоваться системой Стоп-Старт.

Принцип работы системы Стоп-Старт заключается в выключении двигателя при остановке автомобиля и его быстром запуске при нажатии на педаль сцепления (механическая коробка передач) или отпуске педали тормоза (автоматическая коробка передач).

Основные конструктивные элементы системы Стоп-Старт: устройство,

обеспечивающее многократный запуск двигателя, и система управления.

Существует несколько способов реализации функции многократного запуска двигателя: усиленный стартер; реверсивный генератор (стартер-генератор); впрыск топлива в цилиндры и воспламенение смеси.

Самым простым и надежным с точки зрения конструкции является система Stop&Start фирмы Bosch. Благодаря данной системе название «Стоп-Старт» стало нарицательным названием и других подобных систем.

Основу системы составляет специальный стартер, рассчитанный на большое количество пусков двигателя и имеющий увеличенный срок службы. Стартер оборудован усиленным малошумным механизмом привода, гарантирующим быстрый, надежный и бесшумный запуск двигателя.

Система управления осуществляет выполнение следующих функций: остановка двигателя; запуск двигателя; контроль заряда аккумуляторной батареи.

Как и все современные электронные системы управления, система Stop&Start включает в себя входные датчики, блок управления и исполнительные устройства.

К *входным датчикам* относятся датчик частоты вращения коленчатого вала, датчик положения педали сцепления (датчик положения педали тормоза), датчик аккумуляторной батареи, а также другие датчики системы управления двигателем.

Своего электронного блока система не имеет, а использует возможности блока управления двигателем, где установлено соответствующее программное обеспечение.

Исполнительными устройствами системы являются форсунки системы впрыска, катушки зажигания системы зажигания и стартер.

Работа системы Stop&Start осуществляется следующим образом. При остановке автомобиля перед светофором или в пробке система останавливает двигатель на основании сигнала датчика частоты вращения коленчатого вала. Питание потребителей электрического тока (кондиционера, аудиосистемы и др.) производится от аккумуляторной батареи. При нажатии педали сцепления (отпуская педали тормоза на автомобиле с автоматической коробкой передач) система активирует стартер и производит запуск двигателя. В дальнейшем цикл остановки и запуска двигателя продолжается.

Если величина заряда аккумуляторной батареи опускается ниже заданной величины, система на основании сигнала соответствующего датчика выключается. Включение системы производится после зарядки аккумуляторной батареи. Система может быть принудительно отключена с помощью специальной кнопки на панели приборов.

Аналогичную конструкцию имеет система ISG (Idle Stop&Go) от Kia Motors. Основное отличие данной системы заключается в управлении автомобильным генератором. Так, при высокой нагрузке на двигатель для снижения потребления топлива генератор отключается, при торможении генератор включается и производится подзарядка аккумуляторной батареи. При падении мощности аккумуляторной батареи ниже 75 % от номинальной система выключается. Система выключается также при использовании кондиционера.

Система STARS (Starter Alternator Reversible System), выпускаемая фирмой Valeo, в своей работе использует реверсивный генератор. Система устанавливается на автомобилях Citroen, Mercedes и позволяет снизить расход топлива до 10 %.

Реверсивный генератор представляет собой электрическую машину переменного тока, которая в зависимости от условий может выполнять функции генератора и стартера. Работу реверсивного генератора обеспечивает специальный приводной ремень и обратимый натяжитель, позволяющий передавать усилие в двух направлениях. Реверсивный генератор бесшумно работает и имеет меньшее время запуска (0,4 с в сравнении с 0,8 с для обычного стартера).

Управление системой STARS производится с помощью отдельного электронного блока управления, который взаимодействует с блоком управления двигателем. Состав входных датчиков аналогичен другим системам Стоп-Старт.

Дальнейшим развитием данной системы является использование рекуперативного торможения для создания дополнительной энергии и снижения расхода топлива.

Компания Mazda разработала систему SISS (Smart Idle Stop System), которая является альтернативой другим системам Стоп-Старт. В данной системе для многократного запуска двигателя используется впрыск топлива в цилиндры и воспламенение топливно-воздушной смеси. Система устанавливается на бензиновые двигатели, оборудованные непосредственным впрыском топлива.

Для обеспечения работы системы SISS поршни в цилиндрах останавливаются в определенных положениях, оптимальных для дальнейшего запуска двигателя. С началом движения (при отпускании педали тормоза) в цилиндры впрыскивается топливо и воспламеняется топливно-воздушная смесь, т.е. производится запуск двигателя. При запуске двигателя в дополнение энергии сгорания топлива используется энергия стартера, который включается на непродолжительное время.

Снижение расхода топлива при применении данной системы достигает 9 %. Система SISS работает только с автоматической трансмиссией.

Задание 1.

Для чего необходима система пуска?

Задание 2.

Из каких элементов состоит система электрического пуска ДВС?

Задание 3.

Какие элементы входят в цепь стартера?

Задание 4.

Опишите принцип действия системы электрического пуска двигателя.

Задание 5.

Для чего служит тяговое реле?

Задание 6.

Из каких деталей состоит и как работает тяговое реле?

Задание 7.

Каково назначение стартера?

Задание 8.

Из каких деталей состоит и как работает стартер?

Задание 9.

Для чего предназначена муфта свободного хода?

Задание 10.

Из каких деталей состоит и как работает муфта свободного хода?

Задание 11.

Перечислите средства облегчения пуска двигателя.

Задание 12.

Опишите устройство и принцип действия электрических предпусковых подогревателей.

Задание 13.

Опишите устройство и принцип действия топливных предпусковых подогревателей.

Задание 14.

Опишите назначение и принцип действия аккумуляторов тепла.

Задание 15.

Каково назначение и принцип действия подогревателей дизельного топлива?

Задание 16.

Каково назначение и общее устройство системы Стоп-Старт, используемой в автомобилях?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема: Устройство и принцип работы. Контрольно-измерительные приборы

Цель: изучить устройство, назначение и принцип работы контрольно-измерительных приборов.

Оборудование: спидометр, тахометр, указатель давления масла (манометр); указатель температуры охлаждающей жидкости (термометр); указатель уровня топлива в баке; амперметр; аварийные сигнализаторы пониженного давления масла и перегрева двигателя.

Справочный материал

1. Смирнов Ю.А. Детистов В.А. Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>
2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Любой контрольно-измерительный прибор состоит из датчика, соединительных проводов и указателя. Все указатели смонтированы на щитке приборов, а датчики расположены в зоне измеряемых показателей.

Устройство и принцип действия стрелочных указателей у большинства контрольно-измерительных приборов схожи. Указатель состоит из корпуса с экраном (предотвращающим влияние посторонних магнитных полей), трех катушек, подвижного постоянного магнита со стрелкой, укрепленной на подвижной оси, и неподвижного постоянного магнита (для установки

стрелки на нулевое деление шкалы). При протекании тока по катушкам создается результирующее магнитное поле. Стрелка с подвижным магнитом, взаимодействуя с этим магнитным полем, устанавливается в определенное положение, соответствующее положению подвижного контакта реостата или сопротивления терморезистора, т.е. определенному значению измеряемого параметра. При изменении этого значения ток в цепи *датчик – указатель* и положение стрелки указателя на шкале изменяются. Устройство и принцип действия датчиков различны.

Датчик давления масла состоит из корпуса, диафрагмы, ползункового реостата, подвижный контакт которого соединен с диафрагмой. При изменении давления в системе диафрагма выгибается и перемещает подвижный контакт реостата, изменяя сопротивление в цепи.

Датчик температуры охлаждающей жидкости представляет собой терморезистор (полупроводниковая шайба в металлическом корпусе). Изменение температуры охлаждающей жидкости вызывает значительное изменение сопротивления терморезистора, из-за чего происходит изменение тока в катушках указателя.

Амперметр предназначен для контроля заряда АКБ. Амперметр устанавливается на щитке приборов и последовательно включается в цепь аккумуляторной батареи.

Аварийные сигнализаторы предупреждают водителя о недопустимом повышении температуры охлаждающей жидкости, падении давления масла в смазочной системе или уровня топлива в баке. Устройство и принцип действия аварийных сигнализаторов схожи с устройством и принципом действия указателей. Отличие состоит в следующем: 1) в датчике вместо реостата или полупроводниковой шайбы устанавливается контактный механизм, контакты которого замыкаются при определенном значении измеряемого параметра; 2) указателем является не электромагнитный прибор, а лампа, установленная на щитке приборов.

Указатели уровня топлива предназначены для информирования водителя об уровне топлива в баке автомобиля. Датчик располагается в баке, а указатель – на приборной панели. Информация от датчика к указателю передается по проводам

На большинстве современных автомобилей используют поплавковые датчики уровня топлива. Основные детали датчика: корпус; поплавок; ползунковый реостат, подвижный контакт которого соединен с поплавком, а неподвижный – с корпусом. При изменении уровня топлива изменяется и положение поплавка, который перемещает подвижный контакт реостата, сопротивление в цепи также изменяется (рис. 57а). В датчике уровня топлива с демпфером поплавок ходит вверх-вниз в колодце-контейнере, сообщаемом с основным объемом бака через маленькие отверстия сверху (вентиляция) и внизу (дренаж) (рис. 57б). Скорость перемещения поплавка уже не меняется при колебании топлива в баке – она ограничена скоростью перетекания топлива и воздуха через отверстия.

Указатели уровня топлива могут быть стрелочными или электронными. Основные детали стрелочного указателя: корпус с экраном, предотвращающим влияние посторонних магнитных полей; три катушки;

подвижный постоянный магнит со стрелкой, укрепленной на подвижной оси; неподвижный постоянный магнит (для установки стрелки на нулевое деление шкалы). При протекании тока по катушкам создается результирующее магнитное поле. Стрелка с подвижным магнитом, взаимодействующая с этим магнитным полем, устанавливается в определенное положение, соответствующее положению подвижного контакта реостата, т.е. определенному значению измеряемого параметра. При изменении этого значения изменяется ток в цепи датчик – указатель, а следовательно, и положение стрелки указателя на его шкале. Электронный указатель обрабатывает сигнал от датчика и выводит данные об остатке топлива на экран бортового компьютера. Кроме стрелочного или электронного указателя, на приборной панели устанавливается сигнальная лампа (контрольная лампа резерва), которая загорается, когда топлива в баке остается на 30...50 км пробега и необходимо произвести заправку топливом.

Спидометр указывает скорость движения и одновременно отсчитывает пройденный путь. По принципу действия спидометры разделяют на магнитоиндукционные и электрические; по способу приведения в действие – на спидометры с приводом «гибким валом» и спидометры с электрическим приводом.

Спидометр состоит из датчика, передаточного устройства и двух механизмов, объединенных общим кожухом и основанием, указателя скорости и счетчика пути.

Скорость, которую показывает спидометр, – «мгновенная». Это она важна при экстренном торможении или энергичном маневре. Спидометр включает и одометр с точностью измерения до километра, иногда – до 100 м.

Наиболее просты механические спидометры. Приводятся от трансмиссии «гибким валом» – особым тросиком, хорошо передающим вращение. Некоторые спидометры могут устанавливаться на разные автомобили, поэтому в приводе таких спидометров применяют простейший редуктор, передаточное число которого подобрано к автомобилю. На заднеприводном автомобиле спидометр обычно контролирует вращение вторичного вала коробки передач. Точность показаний таких спидометров зависит от размера шин, передаточного числа редуктора заднего моста и собственной погрешности прибора.

Привод механического спидометра осуществляется от ведомого вала коробки передач. Указатель скорости со счетчиком пути устанавливается на щитке приборов и представляет собой магнитоиндукционный прибор, отклонение стрелки которого пропорционально частоте вращения ведомого вала коробки передач. Если расстояние от датчика на коробке передач до указателя на щитке приборов менее 3,5 м, то передаточным устройством является гибкий вал, если более 3,5 м или у автомобиля откидывается кабина, то привод электрический: на коробке передач устанавливается генератор с приводом от вторичного вала. Генератор вырабатывает ток, который поступает к указателю. Значение тока и величина отклонения стрелки указателя зависят от частоты вращения ведомого вала коробки передач.

Механический спидометр:

Устройство механического спидометра: поверх магнитного диска, приводимого тросом, расположен вращающийся на оси алюминиевый колпак (картушка). Катушка с небольшим зазором соединена со стрелкой и возвратной пружиной. Когда диск вращается, его магнитные силовые линии возбуждают в катушке токи, создающие свое магнитное поле. При взаимодействии двух полей катушка увлекается за диском, но пружина ограничивает ее поворот углом, зависящим от скорости вращения диска. Циферблат градуирован в соответствии с тарировкой прибора, зависящей от жесткости возвратной пружины. Любое изменение ее жесткости недопустимо – показания спидометра окажутся искажены.

Одометр – набор барабанчиков с цифрами (еще их называют «декадами»). Каждый барабанчик связан с соседним зубчатой передачей (отношение 1:10). С началом движения крайний барабанчик – километровой – отсчитывает единицы километров. Когда он сделает один оборот, то соседний 10-километровый покажет в своем окошке единицу. Через 100 км первый оборот завершит 10-километровый барабанчик. И так далее. Отечественные одометры ведут счет до 99 999 км, затем обнуляются. Многие одометры современных автомобилей – шестизначные. Отдельные модели включают в себя удобную опцию – счетчик короткого (обычно не больше 1000 км) пробега с точностью до сотни метров. Водитель может его обнулить нажатием кнопки.

Спидометры переднеприводных автомобилей с поперечным расположением двигателя обычно имеют привод от левого колеса после главной пары. Значит, к погрешности спидометра и влиянию размера шины прибавляется эффект от закругления дороги: на поворотах влево «приборная скорость» чуть меньше, чем посередине машины, а вправо – чуть больше.

К сожалению, работоспособность механического спидометра во многом зависит от износа его собственных деталей, а также от износа привода. Важно проложить гибкий вал без резких перегибов (иначе трос изнашивается, стрелка колеблется, механизм шумит). Тросовый привод затрудняет сборку и разборку приборного щитка. Постепенно от троса отказались – спидометр стал электронным, он работает по сигналу датчика скорости. Этот датчик совмещен с редуктором, который, кстати, можно установить и на старую машину с тросовым приводом.

По внешнему виду первые электронные спидометры трудно отличить от механических. Стрелка на обычном месте, барабанчики с цифрами тоже, однако стрелка – деталь электронного измерителя числа импульсов от датчика скорости. Угол ее поворота пропорционален числу импульсов в единицу времени. Одометр похож на механический, но «декады» подчиняются управляемому электроникой микроэлектродвигателю. Эти приборы точнее механических, но все же имеется погрешность 5...7 %. Ведь в них ликвидированы лишь самые слабые места механики (люфты, капризы троса, катушки, возвратной пружинки т.п.).

Полностью электронные приборы совершенней. Но и здесь привычные стрелки на своих местах: большинство людей понимают их «язык» лучше, чем любые цифры на дисплее. С внутренней стороны это сложный электронный блок. Всеми стрелками командует электроника через

исполнительные электродвигатели. Дисплеи (одометра или маршрутного компьютера) жидкокристаллические.

Тахометр предназначен для контроля частоты вращения коленчатого вала двигателя.

На автомобилях применяются тахометры с электрическим приводом и электронные.

Устройство и принцип действия тахометров с электроприводом аналогичны устройству и принципу действия спидометров с электроприводом. Тахометры этого типа состоят из датчика, который приводится во вращение от распредвала или вала ТНВД, электрических проводов, соединяющих датчик с указателем, и указателя, расположенного на щитке приборов.

На карбюраторных двигателях наиболее распространены тахометры, принцип действия которых основан на подсчете импульсов, возникающих в первичной цепи системы зажигания при размыкании контактов прерывателя. На четырехцилиндровых четырехтактных моторах каждому обороту коленчатого вала соответствуют две вспышки в цилиндрах, т.е. два импульса в системе зажигания. Тахометр, соединенный с катушкой и распределителем зажигания, преобразует частоту импульсов в пропорциональное ей напряжение, которое отклоняет стрелку на соответствующий угол. На рисунках представлены схемы подключения тахометров при использовании контактной и контактно-транзисторной систем зажигания.



На автомобилях с впрысковыми двигателями тахометр подключают не к зажиганию, а к контроллеру электронной системы управления двигателем (ЭСУД) (рис. 61). В этом случае тахометр считывает число импульсов оборотов непосредственно с контроллера, который получает сигнал от датчика положения коленчатого вала. Существуют также тахометры, пригодные для использования как на карбюраторных, так и на впрысковых автомобилях. Однако форма импульсов контроллера отличается от формы импульсов катушки зажигания, и преобразуются эти импульсы в тахометре по-разному. Поэтому такой прибор имеет два входа: от контроллера и от катушки зажигания (рис. 61, вход 1 и вход 2 соответственно).


На дизельных автомобилях частоту вращения коленчатого вала оценивают по частоте синусоидального сигнала с одной из фаз генератора (рис. 62). При этом на точность измерения влияет привод генератора (скорость вращения ротора зависит от соотношения диаметров приводных шкивов).

В тахометрах для настройки точности показаний применяют подстроечный потенциометр. Он позволяет регулировать величину напряжения, в которое преобразуется частота сигнала. Это дает возможность тщательно корректировать показания тахометра для различных двигателей. Существенное преимущество «генераторных» тахометров – универсальность. Такой прибор можно использовать и на бензиновых, и на дизельных двигателях, с любым числом цилиндров или вообще без них (например, газотурбинный или роторнопоршневой двигатель), лишь бы на этом автомобиле был установлен


трехфазный генератор переменного тока.

Тахографы. С 24 апреля 1995 года все автотранспортные средства государств-участников ЕСТР, допускаемые к международным пассажирским (автобусы с числом мест более 9, включая водителя) и грузовым (автомобили полной массой свыше 3,5 т) перевозкам (за исключением перевозок аварийных, спасательных, коммунальных, медицинских и других подобных служб), обязательно оборудуются автомобильными ЕС-тахографами.

ЕС-тахограф *автомобильный* – бортовое электронное контрольно-измерительное устройство, устанавливаемое взамен спидометра или совместно с ним, предназначенное для непрерывной индикации и регистрации скорости движения, пробега, периодов труда и отдыха водителей (рис. 63а). Принцип работы тахографа основан на обработке электрических сигналов, поступающих с импульсного датчика пути/скорости, устанавливаемого на коробке передач. Переключение режимов работы тахографа осуществляют водители. На переключателе режимов работы использованы следующие обозначения. В положении переключателя тахограф автоматически фиксирует два режима работы водителя: при движении – режим вождения, при остановке автомобиля – режим пассивной работы (в том числе простои на светофорах, в пробках, в очередях и т.п.). В положении переключателя  записывается любая трудовая деятельность водителя, кроме вождения (оформление документов, ремонт автомобиля и т.п.). Переключатель устанавливают в положение  при перерывах в работе и отдыхе водителя.

Если необходимо контролировать обороты двигателя, расход топлива, режимы работы специального оборудования (подъемника, бетономешалки, холодильной установки и т.п.), то на тахограф устанавливают дополнительные самописцы и соответствующие датчики. Отличить ЕС-тахографы можно по маркировке  – знаку официального утверждения типа тахографа, нанесенному на заводскую табличку (шильдик).

Параметры, фиксируемые тахографом, автоматически регистрируются на персональном диаграммном диске для каждого водителя. *Диаграммный диск* изготовлен из специальной бумаги, на которую последовательно нанесены: слой черной краски, слой прозрачного пластика и белый слой оксида цинка. Поверх этих слоев типографским способом нанесены шкалы и знаки. Когда игла самописца тахографа начинает записывать, удаляется слой оксида цинка и проступает черный цвет подложки. Одновременно игла оставляет характерный след на слое пластика, который используют при идентификации диаграммного диска и тахографа. Диск имеет отверстие грушевидной формы, позволяющее установить его только в одном, строго определенном положении. Записанная на диске информация при необходимости может быть расшифрована с точностью по времени до 5 мин и по расстоянию до 1 км.

На обороте диска нанесены графы, необходимые для записей от руки, а также знаки официального утверждения, в прямоугольниках которых проставлена буква , за которой следует отличительный номер страны (например: 1 – Германия, 2 – Франция, 22 – Российская Федерация), перечень номеров официального утверждения тахографов и значение предельно допустимого скоростного режима.

Обязательному оснащению тахографами в РФ подлежат изготовленные после 1 января 1998 года автобусы с числом мест более 20 и грузовые автомобили полной массой свыше 15 т, осуществляющие междугородные перевозки по территории России. Установку и обслуживание тахографов выполняют только уполномоченные производителем этих приборов сервисные мастерские, каждая из которых имеет идентификационное клеймо.

Опыт государств, где применение тахографов является обязательным, убедительно доказывает, что его наличие на автомобиле способствует развитию у водителей навыков безопасного и экономичного управления. Аварийность снижается в среднем на 25...30 %. Исключаются конфликты между водителями и инспекторами. При расследовании причин аварий можно с секундной точностью восстановить ход событий и избежать ошибочных обвинений. Обработка записей на диаграммных дисках позволяет автоматизировать учет работы водителей и автомобиля, а также оптимизировать их работу и снизить эксплуатационные расходы.

Для контроля дополнительных параметров используют разные датчики, например: для жидкостей – датчики уровня; для тормозных колодок – датчики износа; для выявления отказов ламп – реле диагностики. Вся информация сводится в блок индикации на панели приборов.

Датчики уровня. Уровень охлаждающей жидкости в расширительном бачке, жидкости в бачках омывателей стекол, тормозной жидкости контролируют с помощью поплавковых датчиков.

Датчик износа. Износ тормозных колодок контролируют с помощью специального датчика. Датчик – пластиковая вставка во фрикционной накладке, внутри нее – сердечник из мягкого металла (он не должен царапать тормозной диск), к сердечнику от блока индикации идет провод, на него подается ток

Когда износ накладки достигнет предельно допустимого, тормозной диск войдет в контакт с датчиком износа, при замыкании электрической цепи на блоке индикации вспыхнет стилизованное изображение колодок. Значит, пора их внимательно осмотреть и при необходимости заменить.

Исправность ламп «габаритов» и стоп-сигнала контролирует **реле диагностики** (или реле «опроса»). Оно срабатывает в зависимости от величины тока, потребляемого лампами. Если хотя бы одна погасла (нет контакта или перегорела нить), уменьшается ток в обмотке реле, оно срабатывает – включает изображение перечеркнутой лампочки.

Датчики контроля закрытия дверей на разных моделях автомобилей могут иметь отличия, напрямую связанные с устройством электрооборудования. При самом простом варианте концевые выключатели всех дверей подключены параллельно, контрольная лампочка встроена в щиток приборов. Если хотя бы один «концевик» замкнут (дверь не закрыта), вспыхивает контрольная лампа на щитке, а одновременно с нею – плафон в салоне, если выключатель находится в соответствующем положении

Задание 1.

Для чего служат контрольно-измерительные приборы?

Задание 2.

Какие контрольно-измерительные приборы используются на автомобилях?

Задание 3.

Из каких элементов состоит стрелочный электромагнитный указатель?

Задание 4.

Опишите устройство и принцип действия спидометров.

Задание 5.

Каково назначение и общее устройство тахометров?

Задание 6.

Опишите схему подключения и принцип действия тахометров на карбюраторных двигателях с контактной системой зажигания.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Тема: Техническое обслуживание и ремонт

Цель: Научиться обслуживать КИП самостоятельно

Оборудование: спидометр, тахометр, указатель давления масла (манометр); указатель температуры охлаждающей жидкости (термометр); указатель уровня топлива в баке; амперметр; аварийные сигнализаторы пониженного давления масла и перегрева двигателя

Справочный материал

1. Смирнов Ю.А. Детистов В.А. Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>
2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Основными неисправностями контрольно-измерительных приборов являются: неправильное показание скорости движения автомобиля, которое возникает из-за разрегулировки скоростного узла, заедание барабанчиков счетного узла, колебание стрелки спидометра. Перед тем как приступить к исправлению всех этих неисправностей, нужно убедиться в исправности гибкого вала привода спидометра, а именно: проверить, не оборван ли трос, а также проверить, не ослабло ли крепление гаек, которые соединяют гибкий вал со спидометром и с коробкой передач. Если трос оборван, то нужно установить причину его обрыва. Одной из таких причин может быть заедание в спидометре. Для проверки этого нужно подсоединить конец гибкого вала к спидометру и медленно проворачивать свободный конец троса. При этом стрелка спидометра не должна отходить от нулевого деления, а также в процессе вращения не должно возникать никаких заеданий. А при резком проворачивании троса стрелка спидометра должна резко отклониться от нулевого деления, а затем плавно вернуться на свое исходное место. Колебание стрелки спидометра может возникнуть из-за неправильного монтажа гибкого вала, отсутствия продольного перемещения троса внутри оболочки при затянутой до конца гайке крепления гибкого вала к спидометру, а также из-за недостаточного количества смазки внутри оболочки гибкого вала. Отсутствие продольного перемещения троса может быть следствием попадания в отверстие валика спидометра пыли и грязи. К основным

неисправностям магнитоэлектрических указателей температуры относятся: нарушение герметичности баллонов датчика при его монтаже на двигателе; поломка терморезистора из-за попадания воды внутрь датчика; смещение стрелки приемника на оси магнита из-за вибраций или ударов; обрыв провода внутри приемника. Кроме этого в результате частых и продолжительных перегревов (например, при работе без охлаждающей жидкости) может произойти нарушение работы стабильности характеристик терморезистора. Если в процессе технического обслуживания обнаруживается неисправность датчика или приемника, то их рекомендуется заменять на новые, а не подвергать ремонту, поскольку конструкция датчика и приемника неразборная и в процессе эксплуатации не подлежит ремонту. Проверку технического состояния магнитоэлектрического указателя рекомендуется производить при температуре 20 °С. При проверке датчик и приемник должны быть сняты с автомобиля. В процессе проверки приемник устанавливают в специальное приспособление в рабочее положение. Датчик помещают в специальную герметичную ванну с водой, которую закрывают пробкой от автомобильного радиатора, поскольку эта пробка позволяет повышать температуру воды выше 100 °С. Датчики указателей, предназначенных для замера температуры охлаждающей жидкости, проверяют только в воде. Проверку нельзя проводить в масле, так как при отсутствии его интенсивного движения увеличивается погрешность измерений в результате изменившихся условий теплопередачи. В масляной ванне проверяют только датчики, предназначенные для замера температуры масла. При проверке контрольно-измерительных приборов в ванну с жидкостью вставляют ртутный термометр, цена деления которого не должна превышать 0,5 °С. Затем показания приемника сравнивают с показаниями ртутного термометра. На каждой контрольной отметке перед снятием отсчета необходимо выдержать интервал времени не более 2 минут. Если погрешность измерений не превышает допустимых значений, приведенных в таблице 13.1, то датчик и приемник считаются исправными. Если погрешность превышает допустимые значения, то необходимо отдельно провести проверку датчика и указателя температуры. Проверку приемника указателя проводят при помощи контрольного реостата, который включается в цепь вместо датчика. Проверка осуществляется при температуре окружающей среды $+(20\pm 5)$ °С. Перед проверкой приемник необходимо выдержать в течение двух минут на отметке 110 или 120 °С. При этом необходимо зафиксировать сопротивление контрольного реостата. Если показания приемника соответствуют значениям сопротивления контрольного реостата, то приемник считается исправным. Проверка датчика указателя проводится с эталонным приемником. Проверка заключается в определении сопротивления датчика в комплекте с эталонным приемником при контрольных температурах. Сопротивления датчика не должны выходить за пределы

Задание 1.

Самостоятельно произвести поиск неисправностей КИП

Информационное обеспечение обучения

Печатные и электронные издания

Основные учебные издания:

1. Смирнов Ю.А Детистов В.А Автомобильная электроника и электрооборудование системы 2021г <https://e.lanbook.com/reader/book/180782/#1>
2. Сафиулин Р.Н Резниченко В.В Керимов М.А Электротехника и электрооборудование транспортных средств 2019 г <https://e.lanbook.com/reader/book/111894/#76>

Дополнительные учебные издания:

3. Смирнов.Ю.А Муханов А.В Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилей: учебное пособие для СПО 2021 г <https://e.lanbook.com/reader/book/151693/#171>
4. Поливаев О.И Костиков О.М Электронные системы управления автотракторных двигателей 2021 г <https://e.lanbook.com/reader/book/167454/#1>

Интернет ресурсы

5. <http://standartgost.ru/>
6. <http://forum.autodata.ru/>
7. ЭБС «elibrary», ООО «РУНЭБ»
8. ЭБС «IPRbooks», ООО «Ай Пи Ар Медиа»
9. ЭБС «Лань», ООО «Издательство Лань»
10. ЭБС «PROФобразование»
11. ЭБС «Book.ru»

