

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Фурсов Владимир Александрович

Должность: И.о. директора Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 05.06.2026 10:55:02

Уникальный программный ключ:

1c378726a41fd0143ae5bccc8ba81860b0b0aa62

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению практических работ

по дисциплине «ДИАГНОСТИКА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»

для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ТЕМА № 1 Основные этапы диагностики автомобильных двигателей	4
ТЕМА № 2.1 Диагностика неисправностей элементов СУД с помощью мотор-тестера и сканера	14
ТЕМА № 2.2 Диагностика неисправностей элементов СУД с помощью мотор-тестера и сканера	65
ТЕМА № 3 Диагностика двигателя и его систем с помощью газоанализатора	104
ТЕМА № 4 Диагностика вспомогательных систем двигателя с помощью осциллографа	138
Тема № 5 Диагностика топливной системы бензинового двигателя	188
ТЕМА № 6 Диагностика свечей зажигания	225
ТЕМА № 7 Диагностика антиблокировочной системы тормозов	246
ТЕМА № 8 Диагностика ходовой части автомобилей.....	267
ТЕМА № 9 Диагностика элементов трансмиссии автомобилей.....	279
Список рекомендуемой литературы	314

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Диагностика автотранспортных средств» занимает особое место в процессе формирования специалистов в области автомобильного транспорта. Для ряда последующих предметов, входящих в учебный план направления 23.03.03 – «Эксплуатация транспортно – технологических машин и комплексов» профиль подготовки: Автомобильный сервис, данная дисциплина является одной из базовых. Поэтому глубокие знания, полученные в процессе освоения данной дисциплины, напрямую связаны с высоким качеством подготовки специалистов-транспортников.

Практическое занятие по дисциплине «Диагностика автотранспортных средств» проводится с целью привития студентам твёрдых знаний по устройству и принципу работы силовых агрегатов автомобиля, и их электронных систем управления.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-2 Готовность к контролю технического состояния транспортных средств с использованием средств технического диагностирования	ИД-1 _{ПК-2} Владеет методами проверки наличия изменений конструкции транспортных средств	Готовность к контролю технического состояния транспортных средств с использованием средств технического диагностирования
	ИД-2 _{ПК-2} Владеет методами измерения и проверки параметров технического состояния транспортных средств	

ТЕМА № 1 Основные этапы диагностики автомобильных двигателей

1. Методика приема автомобиля в ремонт

1.1. Общие сведения об этапах диагностических работ

Процесс диагностики двигателей включает в себя целый ряд работ и операций, последовательность проведения которых представлена на рис. 1.

Как видно из рис. 1, на этапе приема автомобиля в ремонт формулируется дефект. Однако причин возникновения дефектов много. Причина дефекта может быть из-за неисправности элементов системы управления двигателем СУД, топливной системы, системы зажигания, механической части двигателя, выхлопной системы.

Наличие дефекта в СУД может привести к отклонению от установленных норм как параметров работы самой СУД и двигателя в целом, так и содержание компонентов выхлопных газов (CO , CH , CO_2 , O_2), значение лямбда, угол опережения зажигания (УОЗ), угол замкнутого состояния катушки зажигания (УЗСК), величин напряжения пробоя искрового разряда по цилиндрам двигателя и других параметров (в различных режимах работы).

На этапе общей диагностики производится измерение различных совокупностей параметров и анализ результатов измерений на предмет соответствия установленным нормам. Согласно ГОСТ такой процесс обозначают термином тестирование технического состояния.

Основные операции общей диагностики двигателя включают в себя: проверку кодов неисправностей системы управления, параметров системы на правдоподобность значение коэффициентов адаптивных уровней; измерение содержания выхлопных газов; измерение значений пробивных напряжений на электродах свечей цилиндров; измерение величины компрессии по цилиндрам двигателя и определение цвета конусов свечей зажигания.

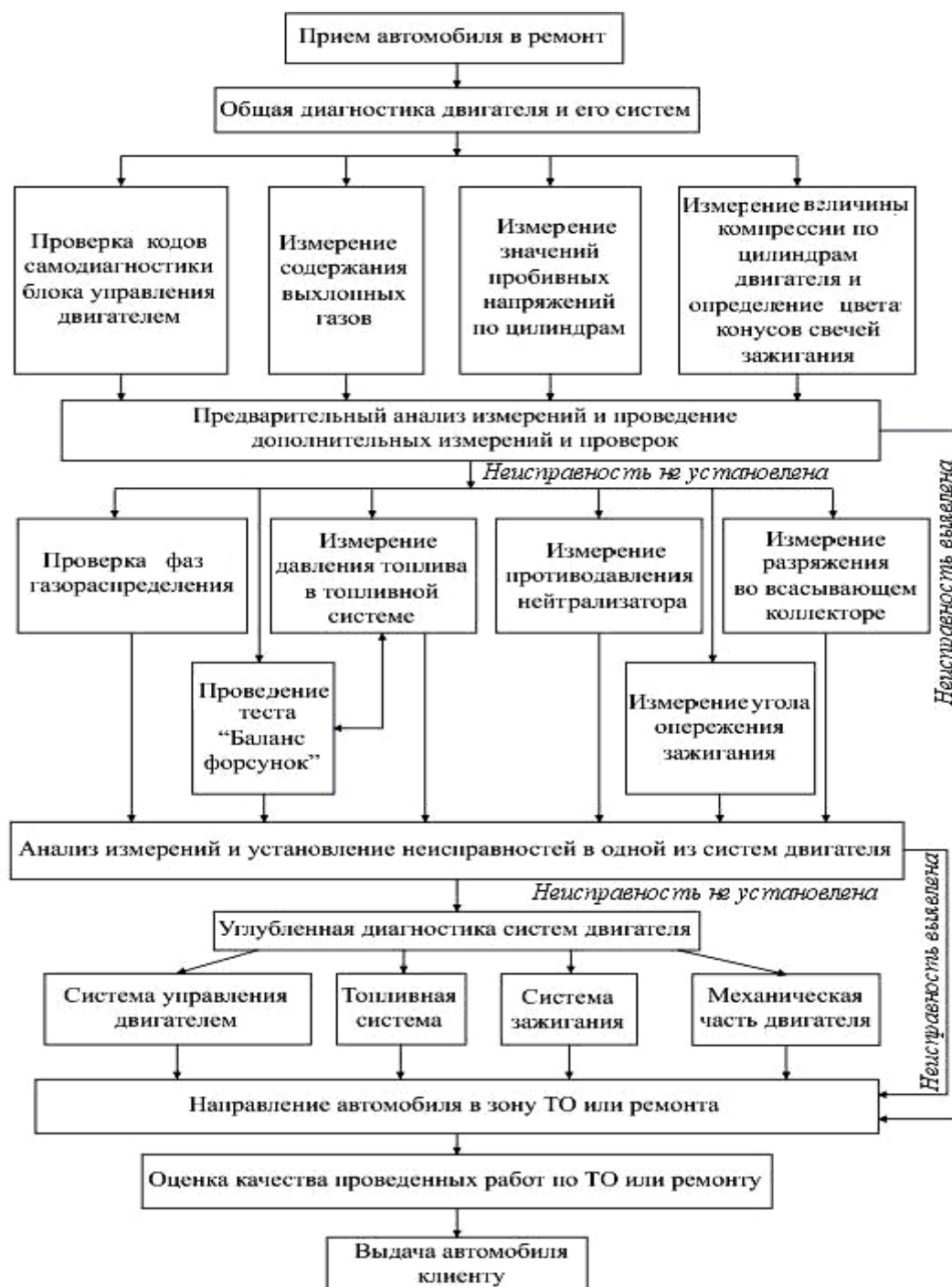


Рис. 1. Блок-схема этапов проведения диагностики автомобильных двигателей.

После проведения тестов общей диагностики двигателя проводится предварительный анализ результатов измерений, и в случае необходимости, в зависимости от вида неисправности проводятся дополнительные

технологические тесты: проверка фаз газораспределения; измерение давления топлива в топливной магистрали; проведение теста «Баланс форсунок»; измерение противодействия каталитического нейтрализатора; измерение разрежения во всасывающем коллекторе; измерение угла опережения зажигания.

Например, для локализации дефектов в выхлопной и всасывающей системах, производится измерение противодействия нейтрализатора и измерение степени разрежения во всасывающем коллекторе двигателя. При подозрении на наличие дефекта в топливной системе проводится измерение давления топлива в топливной магистрали и тест баланса форсунок, а при подозрении на дефект в механической части двигателя дополнительно проводится проверка фаз газораспределения.

Если и после дополнительных измерений неисправность не установлена, то проводится углубленная диагностика основных систем двигателя: системы управления двигателем; топливной системы; системы зажигания и механической части двигателя. После установления неисправности автомобиль направляется в зону ТО и ремонта. Затем производится оценка качества проведенных работ и выдача автомобиля клиенту.

2. Цель работы: Изучить этапы приема автомобиля в ремонт; научиться собирать информацию от клиента о неисправности двигателя и его систем и проводить внешний осмотр подкапотного пространства; освоить методику диагностики двигателя и его систем по внешним признакам их работы; научиться проводить проверку общего состояния и работоспособности основных узлов автомобиля.

2.1. Этапы приема автомобиля в ремонт

Прием автомобиля в ремонт производится в три этапа:

- сбор информации от клиента и внешний осмотр подкапотного пространства;

- диагностика работы двигателя по внешним признакам;
- проверка общего состояния и работоспособности основных узлов автомобиля.

2.2. Сбор информации от клиента о неисправности двигателя и его систем и проведение внешнего осмотра подкапотного пространства

Сбор информации проводится для того, чтобы со слов клиента сформулировать дефект и узнать при каком режиме работы он проявляется. Основные возможные признаки неисправностей представлены в таблице 1: двигатель не запускается; двигатель запускается и глохнет; трудный двигателя; «плавают» обороты холостого хода; не соответствующая частота вращения коленчатого вала на холостом ходу; двигатель глохнет на холостом ходу; двигатель глохнет под нагрузкой; задержка на управляющее воздействие на педаль акселератора; плохое ускорение (плохая приемистость); провал; удар; рывки, подергивание автомобиля; детонация; калильное зажигание.

Необходимо выяснить, как возник и развивался дефект, при каких условиях он проявляется, например, при нагреве, вибрациях или других факторах. Если причиной неисправности является вибрация, то необходимо аккуратно пошатать во всех направлениях разъемы датчиков, исполнительных устройств, электронного блока управления, главного реле и других (рис. 2),

Необходимо выяснить в каком режиме работы двигателя проявляется неисправность (при старте с места, ускорении или при постоянной скорости движения), какие предупреждающие индикаторы на панели приборов при этом загорались и т.д.). Необходимо узнать также какие попытки уже делались для ликвидации дефекта.

После того, как дефект сформулирован со слов владельца необходимо убедиться в его наличии. Для этого проводят проверку работу двигателя на холостом ходу и, если необходимо, то и при движении автомобиля.

Признаки неисправности

Таблица 1.

Неисправность		Описание неисправности
Пуск двигателя	Двигатель не запускается	Стартер вращает коленчатый вал, однако отсутствуют вспышки в цилиндрах ,двигатель не пускается
	Двигатель запускается и глохнет	Начинаются вспышки в цилиндрах, однако двигатель глохнет и не запускается
	Затрудненный запуск	Двигатель заводится после длительной прокрутки стартером.
Стабильность работы двигателя на режиме холостого хода	“Плавают” обороты холостого хода	Изменяется (“плавает”) частота вращения коленчатого вала двигателя на режиме холостого хода
	Неравномерная работа двигателя на холостом ходу	Обычно заключение о наличии данного признака неисправности может быть сделано путем отслеживания стрелки тахометра, а также при ощущении вибрации на рулевом колесе, рычаге переключения передач, кузове и т.д. Называется неравномерным холостым ходом
	Несоответствующая частота вращения холостого хода	Частота вращения холостого хода не соответствует обычной, штатной величине.
	Двигатель глохнет	Двигатель глохнет при снятии ноги с педали акселератора, независимо от того ,движется ли автомобиль или нет
	Двигатель глохнет(под нагрузкой,pass out – дословно”угасает”)	Двигатель при нажатие на педаль акселератора (управление педалью) или под нагрузкой.
Работа двигателя при движении автомобиля	Задержка на управляющее воздействие на педаль акселератора	“Небольшая задержка”- это задержка управляющим воздействием на педаль акселератора и увеличением скорости автомобиля(частоты вращения коленчатого вала двигателя) ,или временное снижение скорости автомобиля (частоты вращения коленчатого вала двигателя) при нажатии на педаль акселератора.<Длительная задержка > называется ”провалом ”
	Плохое ускорение(плохая приемистость)	Медленный разгон автомобиля является следствием неспособности двигателя получить ускорение, соответствующее открытию дроссельной заслонки, либо неспособность двигателя достичь максимальной частоты вращения.
	Провал	При резком нажатии на педаль акселератора для разгона автомобиля, автомобиль начинает ускорение с задержкой.
	Удар	Ощущение относительно большого толчка или вибрации при ускорении или замедлении автомобиля педалью акселератора.
	Рывки, подергивание автомобиля	Это постоянные рывки автомобиля в перед при движении с постоянной и переменной скоростью.
	Детонация ,стуки	Резкий звук подобно стучащему по стенкам цилиндра молотку во время движения, что отрицательно влияет на двигатель.
Остановка	Двигатель не прекращает работу	Данное явление происходит в результате самовоспламенения топливоздушнй смеси, когда двигатель продолжает работатьпосле выключения зажигания.

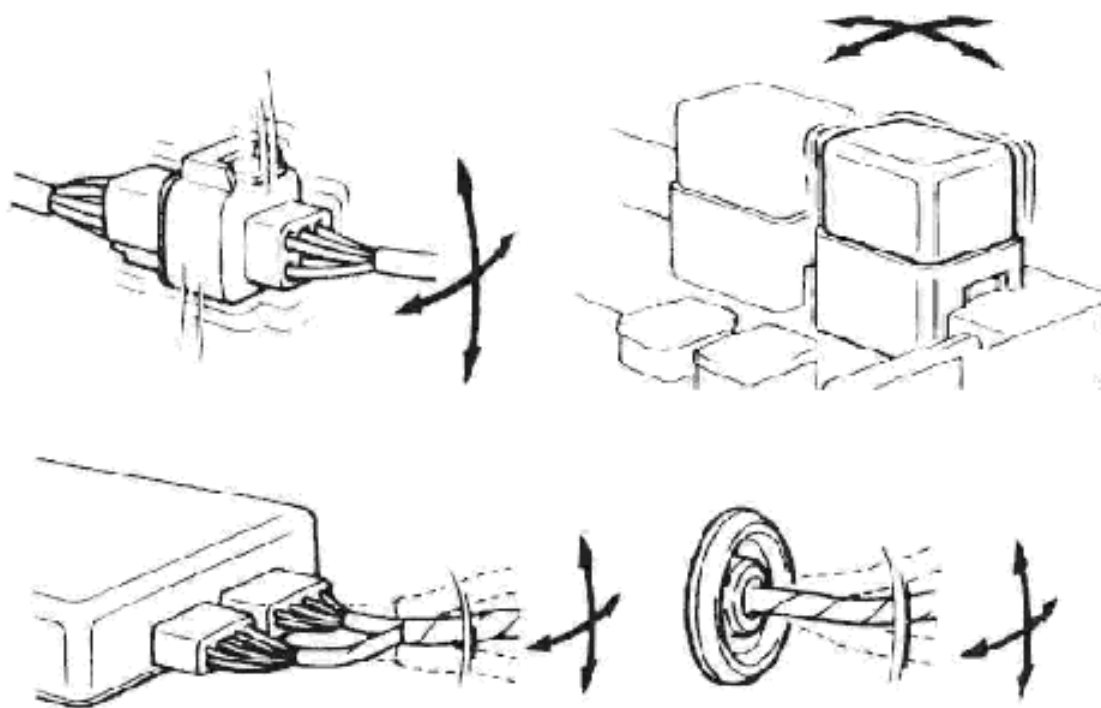


Рис. 2. Поиск периодически возникающих неисправностей

Необходимо также получить информацию о соблюдении сроков технического обслуживания, и наметить план их проведения. Так, например, в зависимости от модели автомобиля устанавливаются сроки замены: зубчатого ремня привода газораспределения примерно 40-120 тыс.км. пробега, топливного фильтра 20 тыс.км., кислородного датчика 70 тыс.км., катализатора 100 тыс.км. и т.д.

Необходимо осмотреть подкапотное пространство для выявления таких очевидных неисправностей, как трещины или неподключенные вакуумные шланги; отсутствие надежного заземления двигателя, ЭБУ и его системы управления; коррозия контактов аккумуляторной батареи; нарушение электрических соединений в контактных разъемах; засорение воздушного фильтра; отсутствие утечек масла, особенно в районе привода ремня газораспределения.

2.3. Диагностика двигателя по внешним признакам работы

По внешним признакам работы двигателя можно наметить пути поиска следующих основных неисправностей.

Если при резком нажатии на газ наблюдается хлопок во впускной системе, то возможными причинами могут быть: бедная смесь, раннее зажигание, не плотности в клапанах головки, нарушение фаз газораспределения.

Двигатель может «троить» из-за низкой компрессия в одном из цилиндров, неисправности форсунки, свечей зажигания и т.д.

«Тряска» двигателя может наблюдаться из-за бедной смеси, неисправностей в системе зажигания, прогара одного из клапанов и т.д.

Если при подъеме в гору на полном газе автомобиль дергается, то причиной может быть нехватка топлива, например, из-за неисправности бензонасоса, загрязнения форсунок или топливного фильтра; и т.д.

Если при резком открытии дроссельной заслонки на холостом ходу наблюдается детонация, «дребезжание», то причинами могут быть: пробой изолятора свечи, обмоток катушки или модуля зажигания, загрязнение форсунок или раннее зажигание.

Причинами неравномерности выхлопа отработавших газов из выхлопной трубы могут быть: прогар клапанов в одном или нескольких цилиндрах; пропуски воспламенения из-за обедненной смеси или отсутствия искры, не герметичность впускной или выпускной систем.

Низкий напор выхлопных газов может наблюдаться из-за засорения выхлопной системы или нейтрализатора.

Повышенная температура выхлопных газов возможна из-за слишком позднего зажигания.

Черный дым из выхлопной трубы наблюдается при богатой топливной смеси.

Повышенный уровень масла говорит о наличие бензина в масле.

Причиной белого налета на щупе и на заливной масляной пробке может быть из-за наличия влаги в масле.

Об износе механической части двигателя можно судить по следующим признакам:

1. Высокий расход масла. Предельным считается расход масла от метки «max» до метки «min» на щупе за 1000 км пробега.

2 Дымный выхлоп, цвет дыма — синий или белый, особенно при перегазовках.

3. Из шланга системы вентиляции картера и отверстия щупа газы выходят сильным напором в такт с рабочими ходами в цилиндрах. Наличие масла в корпусе воздушного фильтра.

4. Высокий расход бензина из-за низкой компрессии. Например, для автомобилей ВАЗ в городском цикле расход бензина увеличивается до 15 л на 100 км пробега.

5. Падение мощности двигателя. Снижение мощности считается существенным, если время разгона автомобиля с места до 100 км/час с переключением передач увеличивается более чем на 25 %. (для автомобилей ВАЗ-2106 с 17,5 до 22 секунд), а максимальная скорость уменьшается более чем на 15 % (ВАЗ-2106 с 152 до 129 км/ч).

О падении мощности двигателя можно судить, не прибегая к испытаниям на максимальную скорость. Если на 1-й передаче автомобиль ВАЗ разгоняется до скорости 37-38 км/ч, на 2-й — до 51-52 км/ч, на 3-й — до 95-96 км/ч, то двигатель развивает номинальную (паспортную) мощность.

2.4. Проверка общего состояния и работоспособности основных узлов автомобиля

При проверке общего состояния и работоспособности основных узлов автомобиля необходимо проверить наличие топлива в баке (при малом количестве топлива оно будет перемешано с конденсатом, грязью и затруднит диагностику), работу охранной сигнализации, повреждение электропроводки, работу приборов

на щитке управления (тахометра, спидометра и др.), горение контрольных ламп (давления масла, заряда аккумуляторной батареи, ручного тормоза и лампочки контроля двигателя), включение вентилятора системы охлаждения двигателя, а также осмотреть кузов на наличие царапин, вмятин и т.п.

Контрольные вопросы:

1. Назвать основные этапы диагностики СУД?
2. Какие основные операции выполняются при проведении общей диагностики?
3. Какие основные операции выполняются при проведении дополнительных технологических тестов?
4. Какие основные операции выполняются при проведении углубленной диагностики?
5. Как и с какой целью производится опрос владельца автомобильного транспорта?
6. Как производится прием автомобиля в ремонт?
7. Как производится диагностика по внешним признакам?
8. Как производится проверка общего состояния и работоспособности основных узлов автомобиля?

ТЕМА № 2.1 Диагностика неисправностей элементов СУД с помощью мотор-тестера и сканера

1.1. Диагностика электронных систем управления инжекторными двигателями с помощью сканера МТ-10

1.1.1. Назначение и принципиальное устройство сканера

Диагностика систем управления проводится с помощью диагностического сканера, который подключается к разъему диагностики.

Сканеры позволяют:

- считывать и удалять коды неисправностей в СУД,
- контролировать значения основных параметров элементов систем управления путем вывода текущих параметров на дисплей сканера в цифровом и графическом виде,
 - проводить сервисные регулировки (регулировать СО, УОЗ и др.),
 - проводить функциональные тесты исполнительных механизмов СУД,
 - прописывать текущие параметры датчиков и исполнительных устройств в том числе непосредственно во время движения автомобиля,
 - просматривать записанный массив данных в цифровом и графическом виде,
 - проводить тесты двигателя в различных режимах (ускорения, торможения и др.),
 - получать паспортные данные об ЭБУ автомобиля; стирать коды ошибок,

Некоторые сканеры дополнительно позволяют:

- обнулять межсервисные интервалы.
- просматривать технические данные, необходимые для контроля выходных сигналов датчиков и параметров исполнительных устройств,
- диагностировать шины CAN,

Сканеры позволяют диагностировать следующие системы управления автомобилем:

- двигатель,
- автоматическая коробка передач,
- антиблокировочная система тормозов (АБС),
- противобуксовочная система (ПБС),
- управляемая подвеска,
- подушка безопасности,
- система кондиционирования и климат-контроля,
- круиз-контроль,
- электронная комбинация приборов,
- бортовой компьютер,
- кузовная электроника,
- другие системы (в зависимости от модели автомобиля),

Диагностический сканер включает в себя компьютер, программное обеспечение и адаптер, который подсоединяется к диагностическому разъему ЭБУ автомобиля (рис. 1).

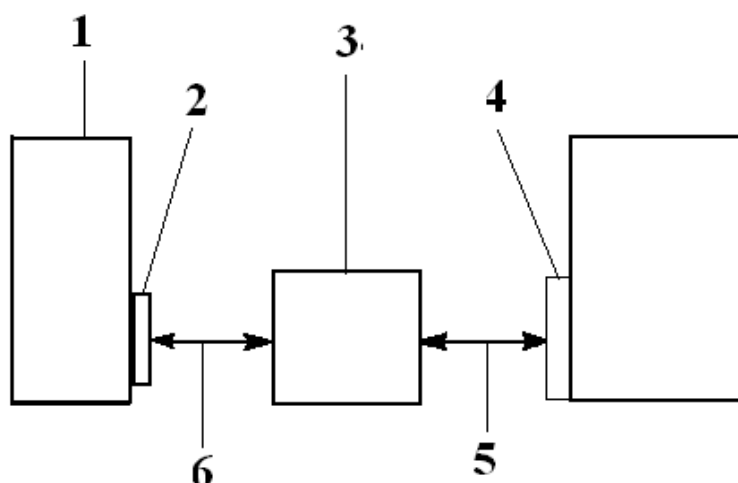


Рис. 1. Диагностический сканер: 1 – персональный компьютер; 2 – COM компьютера; 3 – адаптер; 4 – диагностический разъем ЭБУ автомобиля; 5 – соединительный шнур RS – 232; 6 – диагностический шнур.

Адаптер необходим для согласования сигналов ЭБУ автомобиля и персонального компьютера в сеансах обмена информацией. ЭБУ автомобиля посылает на адаптер цифровой сигнал (1 или 0) в виде серии импульсов изменения напряжения с низкого уровня 0 В (соответствующего 0) до высокого 12 В (соответствующего 1). Адаптер преобразует полученный цифровой сигнал в виде импульса напряжений (0 и 12 В) в цифровой сигнал в виде импульсов изменения напряжений от -12 В (соответствующего цифровому 0) и до $+12$ В (соответствующего цифровой 1), который понимает персональный компьютер. При передаче информации с персонального компьютера на ЭБУ автомобиля адаптер преобразует импульсы напряжения в обратном порядке.

Сканер может быть выполнен на базе персонального компьютера или представлять собой единый блок, состоящий из портативного компьютера с миниатюрным дисплеем на жидких кристаллах и встроенным адаптером, способный обмениваться информацией с компьютером ЭБУ автомобиля по соединительному кабелю. Сканер получает доступ к внутрисистемной информации ЭБУ и выдает эту информацию на дисплей.

Сканеры могут обмениваться информацией с ЭБУ по одному проводу (К-линия) или по двум проводам (К - и L-линии) диагностического разъема. Линия К двунаправленная и передает данные в обе стороны, линия L однонаправленная и используется только при установлении связи между ЭБУ и сканером, затем линия L переходит в состояние логической единицы. К разъему должны также подключаться «масса» автомобиля и провод питания от аккумуляторной батареи.

1.1.2. Функция самодиагностики электронного блока управления

Функция самодиагностики ЭБУ, заключается в отыскании неисправностей в самой системе управления. Это производится путем

сравнения сигналов, получаемых ЭБУ от различных датчиков и исполнительных устройств, с эталонными значениями этих параметров, записанных в памяти ЭБУ.

Если сигнал находится вне пределов контрольных параметров, то в память ЭБУ записывается неисправность в виде кода ошибки и на панели приборов загорается контрольная лампочка неисправности системы управления «CHECK ENGINE».

Кроме того, ЭБУ способен анализировать сигналы от различных датчиков на правдоподобность. Например, если датчик положения дроссельной заслонки выдает сигнал, соответствующий широко открытой дроссельной заслонке, датчик частоты вращения указывает на высокие обороты коленчатого вала, а датчик расхода воздуха не указывает на увеличение расхода воздуха, то ЭБУ будет считать неисправным датчик расхода воздуха.

Однако возможности самодиагностики достаточно ограничены. Если сигнал от датчика неверный, но его величина не вышла за допустимый предел, то код неисправности не запишется в память ЭБУ. Например, если датчик температуры не меняет свое сопротивление при изменении температуры, то код неисправности записан не будет, хотя двигатель работает плохо, так как неправильно будет рассчитываться угол опережения зажигания и длительность времени впрыска, что приведет к ухудшению ездовых характеристик автомобиля.

ЭБУ анализирует неисправности, относящиеся к электронным цепям, а механические неисправности (неправильные зазоры в клапанах, низкая компрессия, подсос воздуха и т.д.), неисправности топливной системы или выхлопной системы требуют диагностики с помощью вспомогательных диагностических устройств. При появлении кода неисправности ЭБУ автоматически запускает аварийный режим и будет руководствоваться запрограммированной величиной, а не сигналом от датчика. При этом на

панели приборов загорается лампочка «CHECK ENGINE». Это дает возможность автомобилю доехать до места ремонта.

1.1.3. Типы кодов неисправностей системы управления двигателем

Коды неисправностей могут быть постоянными, текущими и симптоматическими.

Постоянные коды неисправностей. Код этой ошибки проявляется постоянно, пока не будет устранена неисправность. Если стереть из памяти ЭБУ все коды ошибок, постоянные ошибки восстановятся. Такие коды обычно появляются при замыкание или обрыве в датчике или в его соединительных цепях.

Например, при обрыве в цепи датчика температуры появится код ошибки: высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости.

Текущие коды неисправностей. Это непостоянные неисправности, которые проявляются при определенных условиях (скорость автомобиля, температура двигателя и т. д.) и не существуют постоянно. После стирания всех кодов из памяти ЭБУ такие коды ошибок могут и не восстановиться, т. к. неисправность в данное время не проявляется. Такие ошибки стираются в ЭБУ за некоторое число циклов «запуск — остановка двигателя» (обычно 50 - 60).

Симптоматические коды неисправностей. Эти ошибки записываются в память ЭБУ и приводят к сбоям в ее работе, но не имеют к ней отношения. Эти неисправности трудно диагностировать.

Такие коды неисправностей появляются при выходе из строя узлов, диагностика которых не проводится блоком управления: модуль зажигания, регулятор давления топлива, воздушный или топливный фильтры, диск синхронизации и т. д.

К этим неисправностям можно отнести неисправности самого двигателя или автомобиля: регулировка клапанов, потеря компрессии, неисправность генератора, работа помпы водяного насоса, плохое качество бензина, выход из строя системы сигнализации, плохое крепление защиты картера и т.п.

Например, код ошибки датчика кислорода, указывающий на высокое содержание кислорода в выхлопных газах, не обязательно означает, что этот датчик неисправен. Причина неисправности, например, может быть из-за низкого давления топлива или не герметичности впускной системы и других причин.

В главном меню программы сканера имеется функция определения кодов ошибок. При выборе этой функции на экране дисплея будут отображены номера кодов ошибок и текст, поясняющий код записанной ошибки.

1.1.4. Бортовая диагностическая система OBD-II

В 1988 г. в США был разработан первый автомобильный экологический стандарт «OBD-1 (Onboard diagnostic-I), который предусматривал наличие диагностического разъема на борту автомобиля и обязательного наличия светового индикатора на щитке приборов автомобиля «CHECK ENGINE», предупреждающего о появлении неисправностей в одной из систем управления двигателем.

Применение стандарта OBD-I на практике не было эффективным, так как не был предусмотрен контроль за работой каталитического нейтрализатора, отсутствовал контроль утечек паров бензина и пропусков воспламенения смеси. Кроме того, стандарт OBD-I не предъявлял требований к унификации диагностических систем, что привело к разработке большого числа вариантов бортовых диагностических систем для разных моделей автомобилей.

В 1996 году в США вступил в действие экологический стандарт OBD-II, а в Европе стандарт стал действовать с 2000 г и получил название EOBD.

Требования этих стандартов предусматривают:

- стандартный диагностический разъем;
- стандартное размещение диагностического разъема;
- стандартный протокол обмена данными между сканером и ЭБУ автомобиля;
- стандартный список кодов неисправностей;
- единый перечень терминов, сокращений, определений, используемых для элементов электронных систем автомобиля и кодов ошибок.

На рис. 2 показан 16-контактный диагностический разъем, являющийся стандартным на автомобилях, соответствующих требованиям OBD-II. В таблице 1 поясняется назначение отдельных контактов.

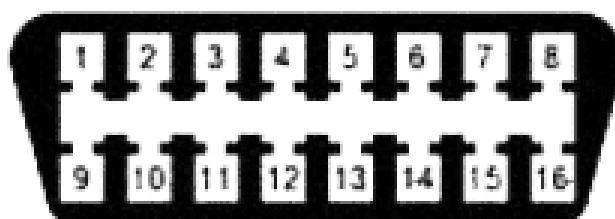


Рис. 2. Стандартный диагностический разъем OBD-II.

Диагностический разъем размещается в пассажирском салоне, обычно под приборной панелью, открыто и обеспечивает доступ к системным данным. К разъему может быть подключен любой сканер.

Семь из 16 контактов имеют установленное стандартом назначение. Остальные находятся в распоряжении производителя. Контакты 7 и 15 используются в европейских системах диагностики для передачи данных по стандарту ISO 9141, Для передачи данных по стандарту SAE J1850 используются контакты 2 и 10.

Таблица 1.

Назначение контактов диагностического разъема

Контакт	Назначение
1	Определяется производителем
2	Линия шины +, SAE - J1850
3	Определяется производителем
4	Земля «масса» автомобиля
5	«Масса» для сигналов
6	Определяется производителем
7	Линия-K, ISO- 9141
8	Определяется производителем
9	Определяется производителем
10	Линия шины -, SAE - J1850
11	Определяется производителем
12	Определяется производителем
13	Определяется производителем
14	Определяется производителем
15	Линия-L, ISO- 9141
16	Плюс аккумуляторной батареи

В соответствии со стандартом OBD-II коды ошибок являются алфавитно-цифровыми и содержат пять символов, например, P0113. Первый символ — буква, которая указывает на систему, в которой произошла неисправность. Второй символ — цифра, которая указывает, как определен код: с помощью SAE или производителем автомобиля. Остальные три цифры указывают характер неисправности.

Стандартом OBD-II используются четыре буквы для обозначения основных электронных систем автомобиля:

B - для корпусной электроники (body);

C - для электроники на шасси (chassis);

P - для электронных систем управления силовым агрегатом (powertrain);

U - тип системы не определен (undefined).

Не все возможные комбинации кодов использованы, многие зарезервированы на будущее за SAE.

Второй символ (цифра) принимает значения 0, 1, 2, 3. Цифра 0 означает, что код ошибки введен с помощью SAE (Society of Automobile Engineers — Международное общество автомобильных инженеров); цифра 1 указывает на то, что код введен производителем; цифры 2 и 3 зарезервированы для последующего использования за SAE. Третий символ (цифры от 0 до 9) указывает на подсистему, где произошла неисправность. Например, для систем управления силовым агрегатом (P):

1, 2 — системы подачи топлива и воды;

3 — система зажигания;

4 — система контроля за токсичными выбросами;

5 — система контроля оборотов двигателя;

6 — ЭБУ;

7, 8 - трансмиссия;

9, 0 — зарезервировано за SAE.

Последние две цифры в коде ошибки указывают на конкретную причину неисправности. Коды неисправностей различных датчиков, исполнительных механизмов, электронных и электрических цепей организованы в блоки по значениям левой цифры из двух. Правая цифра в блоке соответствует более специфической информации. Например, низкое или высокое напряжение, сигнал вне допустимого диапазона значений и т.д.

Таким образом код P0113 расшифровывается с учетом сказанного следующим образом:

P — неисправность систем управления силовым агрегатом, 0 - код установлен SAE, 1 — система подачи топлива и воды, 13 — высокий уровень сигнала датчика температуры воздуха во впускном коллекторе.

1.1.5. Назначение сканера МТ-10

Сканер МТ-10 позволяет:

- автоматически определять тип ЭБУ (только для автомобилей ВАЗ, ГАЗ, ИЖ, ЗАЗ);
- просматривать в динамике все контролируемые параметры ЭБУ и напрямую устройств ЭСУД, просматривать как в цифровом, так и в графическом виде до 16-ти параметров одновременно;
- вести долговременную запись поступающей информации. Запись может быть включена в любой момент во время просмотра. Время записи ограничено только свободным местом на жестком диске компьютера;
- получать сведения об ошибках ЭБУ, паспортах ЭБУ, двигателя, калибровках, таблицах коэффициентов топливоподачи;
- управлять исполнительными механизмами двигателя в процессе отображения интересующих параметров (если это позволяет ЭБУ);
- проводить испытания для определения механических потерь, скорости прогрева двигателя и другие (в зависимости от типа ЭБУ).

Сканер МТ-10 обеспечивает диагностику практически всех типов ЭБУ автомобилей российского производства и ряда марок иностранного производства. При появлении новых версий программы список поддерживаемых автомобилей может быть расширен.

2. Диагностика систем управления инжекторными двигателями с помощью сканера МТ-10

2.1. Цель работы: освоить методы диагностики систем управления инжекторными двигателями ВАЗ и ГАЗ с помощью сканера МТ-10, научиться считывать коды неисправностей, наблюдать за параметрами работы двигателя. Производить запись диагностируемых параметров, в базу

данных, управлять исполнительными механизмами, проводить тесты испытаний.

2.2. Экспериментальная установка и контрольно-измерительные приборы для диагностирования инжекторного двигателя ВАЗ

Экспериментальная установка представлена на рисунке 10.



Рис. 10. Экспериментальная установка.

Стенд ВАЗ состоит из ЭБУ, датчиков и исполнительных устройств, рис. 11.

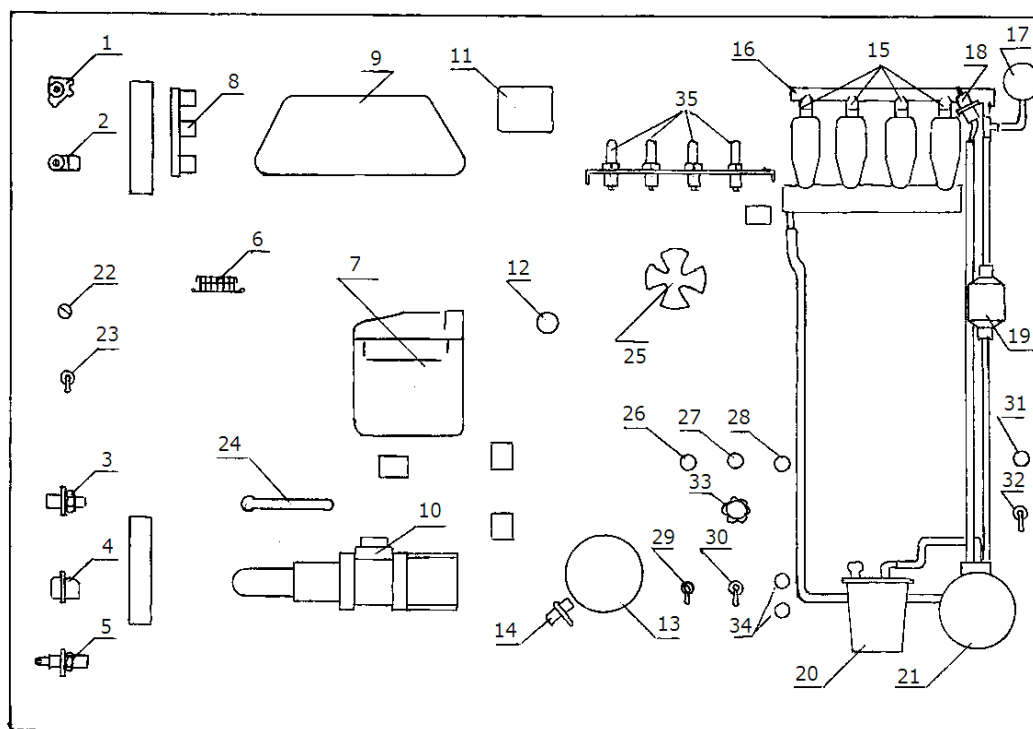


Рис. 11. Установка диагностирования и обслуживания системы управления инжекторного двигателя ВАЗ-2110: 1 – датчик положения дроссельной заслонки; 2 – датчик детонации; 3 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 4 – регулятор холостого хода; 5 – датчик кислорода; 6 – разъем диагностики; 7 – ЭБУ; 8 – блок реле; 9 – панель приборов; 10 – датчик массового расхода воздуха; 11 – модуль зажигания; 12 – датчик скорости; 13 – маркерный диск; 14 – датчик вращения и положения коленчатого вала; 15 – форсунки; 16 – топливная рампа; 17 – манометр; 18 – регулятор давления; 19 – фильтр тонкой очистки топлива; 20 – адсорбер; 21 – бензобак; 22 – имитатор датчика температуры охлаждающей жидкости; 23 – переключатель датчик-имитатор; 24 – регулятор потока воздуха; 25 – вентилятор системы охлаждения; 26 – индикатор работы датчика скорости; 27 – индикатор работы маркерного диска; 28 – индикатор работы вакуумного насоса; 29 – выключатель привода датчика скорости; 30 – выключатель привода маркерного диска; 31 – лампа зажигания; 32 – выключатель зажигания; 33 – регулятор оборотов маркерного диска; 34 – автомат включения вакуумного насоса; 35 – свечи зажигания.

ЭБУ 7 получает информацию от датчиков: датчика вращения и положения коленчатого вала 14, датчика массового расхода воздуха 10, датчика положения дроссельной заслонки 1, датчика детонации 2, датчика температуры охлаждающей жидкости 3, датчика кислорода 5 и датчика скорости 12.

Информация с датчиков перерабатывается и подается на исполнительные устройства: электробензонасос, находящийся в бензобаке 21, клапан продувки адсорбера 20, регулятор холостого хода 4, вентилятор охлаждения 25, форсунки 15, модуль зажигания 11.

Работу стенда наблюдают по индикаторам: приборная панель 9 с лампой Check Engine, индикатор работы датчика скорости 26, индикатор работы маркерного диска 27, индикатор работы вакуумного насоса 28, лампа зажигания 31.

Включение в работу осуществляется переключателями: выключатель зажигания 32, автомат включения вакуумного насоса 34, выключатель привода маркерного диска 30, выключатель привода датчика скорости 29, переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости – имитатор 23.

Изменение параметров производится регуляторами: регулятором потока воздуха 24 и регулятором оборотов маркерного диска 33.

Контрольно-измерительные приборы: цифровой мультиметр DT-832, персональный компьютер, манометр, осциллограф DMO-510.

Для диагностирования систем управления используется сканер MT-10, который состоит из персонального компьютера, процессорного блока, адаптера, иммобилайзера электронного блока управления автомобилем, рис. 12.

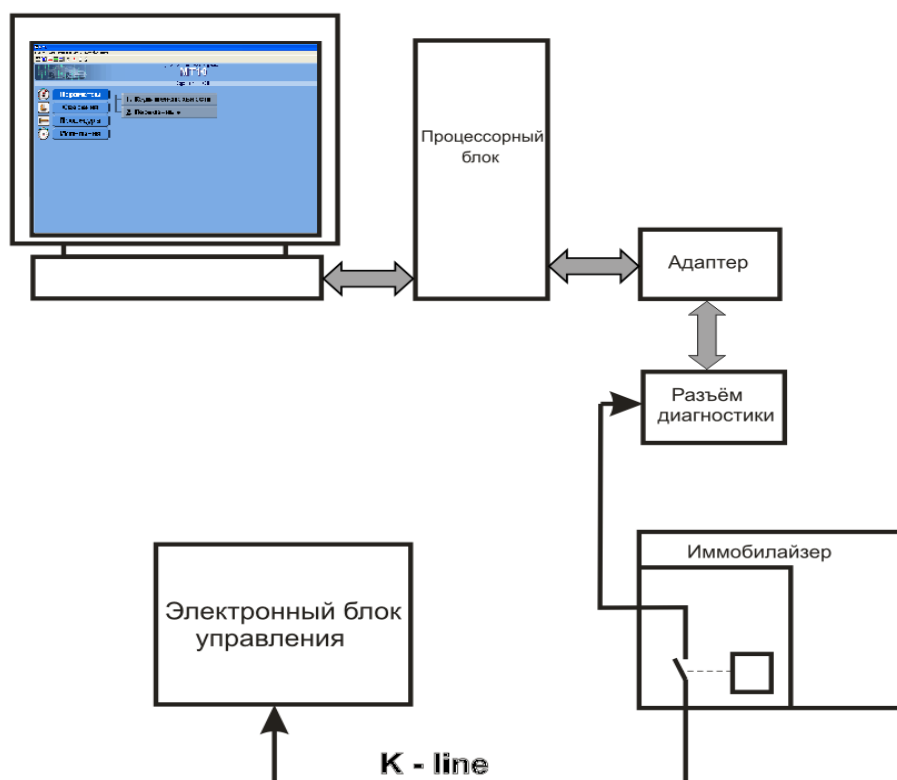


Рис. 12. Схема подсоединения диагностического сканера MT – 10.

Разъём диагностики автомобилей ВАЗ имеет следующий вид (рис. 13).

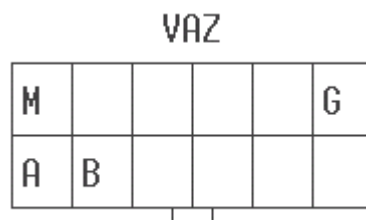


Рис. 13. Разъём диагностики автомобиля ВАЗ: М – линия диагностики K-line; А – масса автомобиля; G – от аккумуляторной батареи + 12В; В – питание бензонасоса.

Иммобилайзер представляет собой электронный блок, позволяющий определить владельца автомобиля по наличию у него специального кодового ключа. В случае отсутствия ключа, иммобилайзер препятствует запуску двигателя автомобиля путем выдачи специальной запрещающей кодовой команды на блок управления двигателем.

Режимы работы и состояния иммобилайзера индицируются при помощи светодиода и зуммера, установленных на панели автомобиля.

2.3. Экспериментальная установка и контрольно-измерительные приборы для диагностирования инжекторного двигателя ГАЗ

Экспериментальная установка представлена на рисунке 14.



Рис. 14. Установка диагностирования и обслуживания системы управления инжекторного двигателя ГАЗ - 3110.

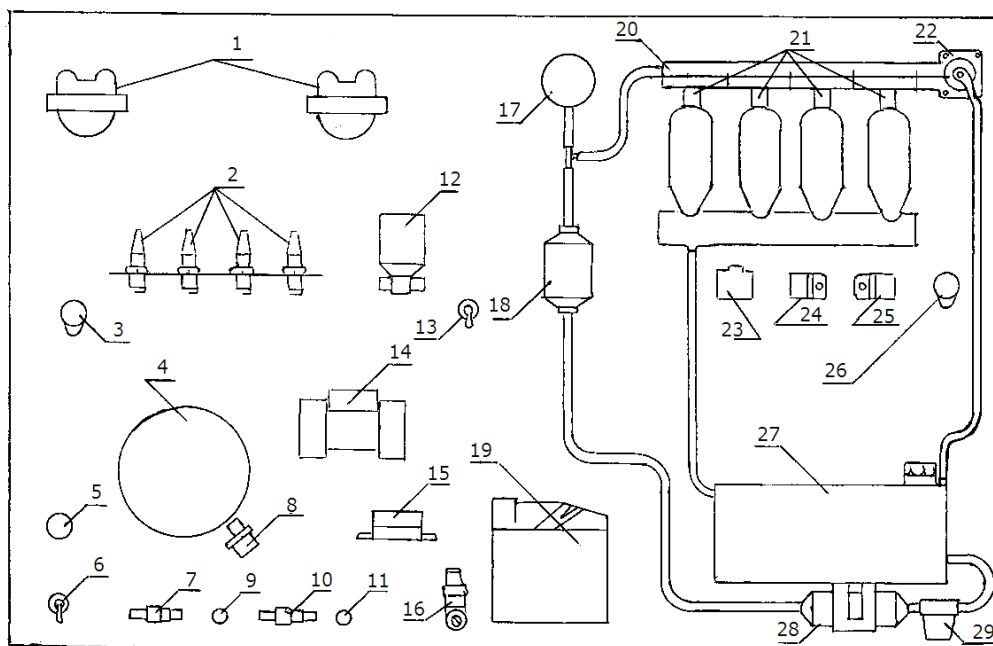


Рис. 15. Установка диагностирования и обслуживания системы управления инжекторного двигателя ГАЗ-3110: 1 – катушки зажигания; 2 – свечи

зажигания; 3 – лампа зажигания; 4 – маркерный диск; 5 – регулятор оборотов маркерного диска; 6 – выключатель привода маркерного диска; 7 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 8 – датчик вращения и положения коленчатого вала; 9 – имитатор датчика температуры охлаждающей жидкости; 10 – датчик температуры воздуха; 11 – имитатор датчика температуры воздуха; 12 – регулятор добавочного воздуха; 13 – выключатель зажигания; 14 – датчик массового расхода воздуха; 15 – датчик положения дроссельной заслонки; 16 – датчик детонации; 17 – манометр; 18 – фильтр тонкой очистки; 19 – ЭБУ; 20 – топливная рампа; 21 – форсунки; 22 – регулятор давления; 23 – разъем диагностики; 24 – главное реле; 25 – реле бензонасоса; 26 – лампа диагностики CHECK ENGINE; 27 – бензобак; 28 – электробензонасос; 29 – дополнительный топливный фильтр.

Стенд ГАЗ (рис.14.) состоит из ЭБУ, датчиков и исполнительных устройств. ЭБУ 19 получает сигналы от датчиков: датчика вращения и положения коленчатого вала 8, датчика массового расхода воздуха 14, датчика положения дроссельной заслонки 15, датчика детонации 16, датчика температуры охлаждающей жидкости 7, датчика температуры воздуха 10.

Информация с датчиков перерабатывается и подается на исполнительные устройства: электробензонасос 28, форсунки 21, катушки зажигания 1, регулятор добавочного воздуха 12.

Наблюдение за работой стенда производится по индикаторам: лампа зажигания 3, лампа диагностики 26.

Включение в работу осуществляется переключателями: выключателем зажигания 13, выключателем привода маркерного диска 6.

Изменение частоты вращения маркерного диска производится регулятором 5.

Контрольно-измерительные приборы: цифровой мультиметр DT-832, персональный компьютер, манометр, осциллограф DMO-510.

Для диагностирования систем управления используется программный комплекс «Мотор-тестер», который состоит из персонального компьютера, процессорного блока, адаптера, электронного блока управления автомобилем (рис. 19).

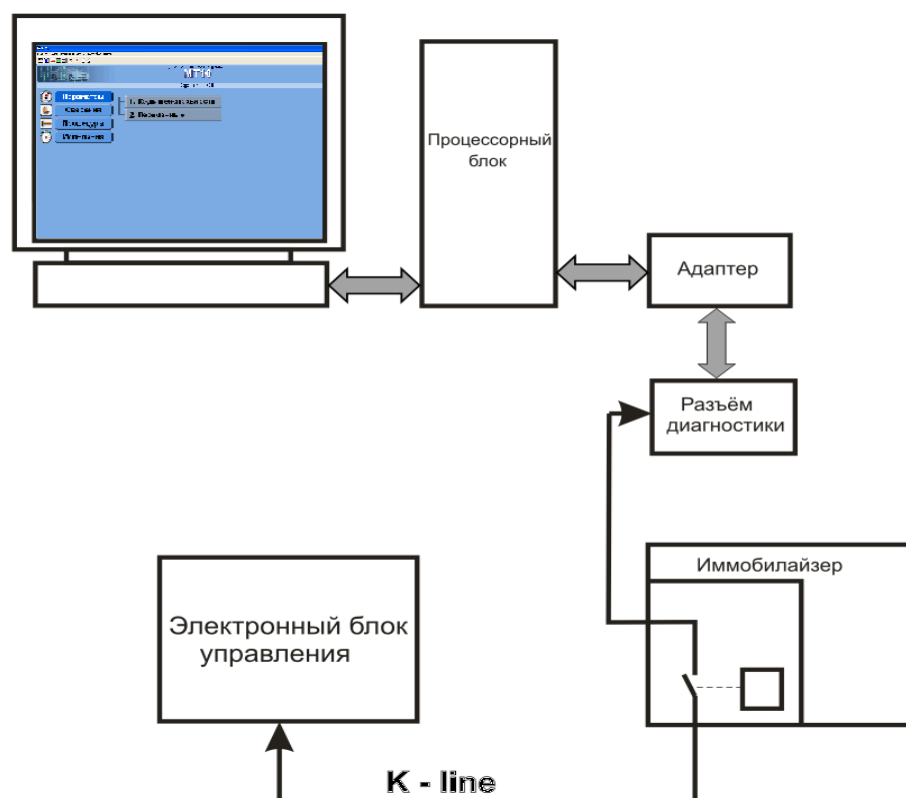


Рис. 19. Схема стенда для диагностики системы управления двигателем.

Разъем диагностики автомобилей ГАЗ имеет следующий вид, рис. 20. Перемычка между ножками 10 и 12 вводит блок управления в режим самодиагностики.

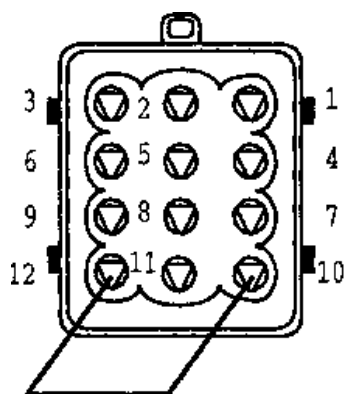


Рис. 20. Диагностический разъем автомобиля ГАЗ с двигателем ЗМЗ – 4062.10: 2 – от аккумуляторной батареи +12В, 10 – линия диагностики “L”-Line, 11 – линия диагностики “K”-Line, 12 – масса автомобиля.

3. Методика выполнения работы.

3.1. Изобразить блок-схему управления системы распределенного впрыска топлива и стрелками показать направление потоков информации.

3.2. Описать функции выполняемые ЭБУ.

3.3. Загрузить программу сканера МТ-10 и ознакомиться с главным меню программы (рис. 21).

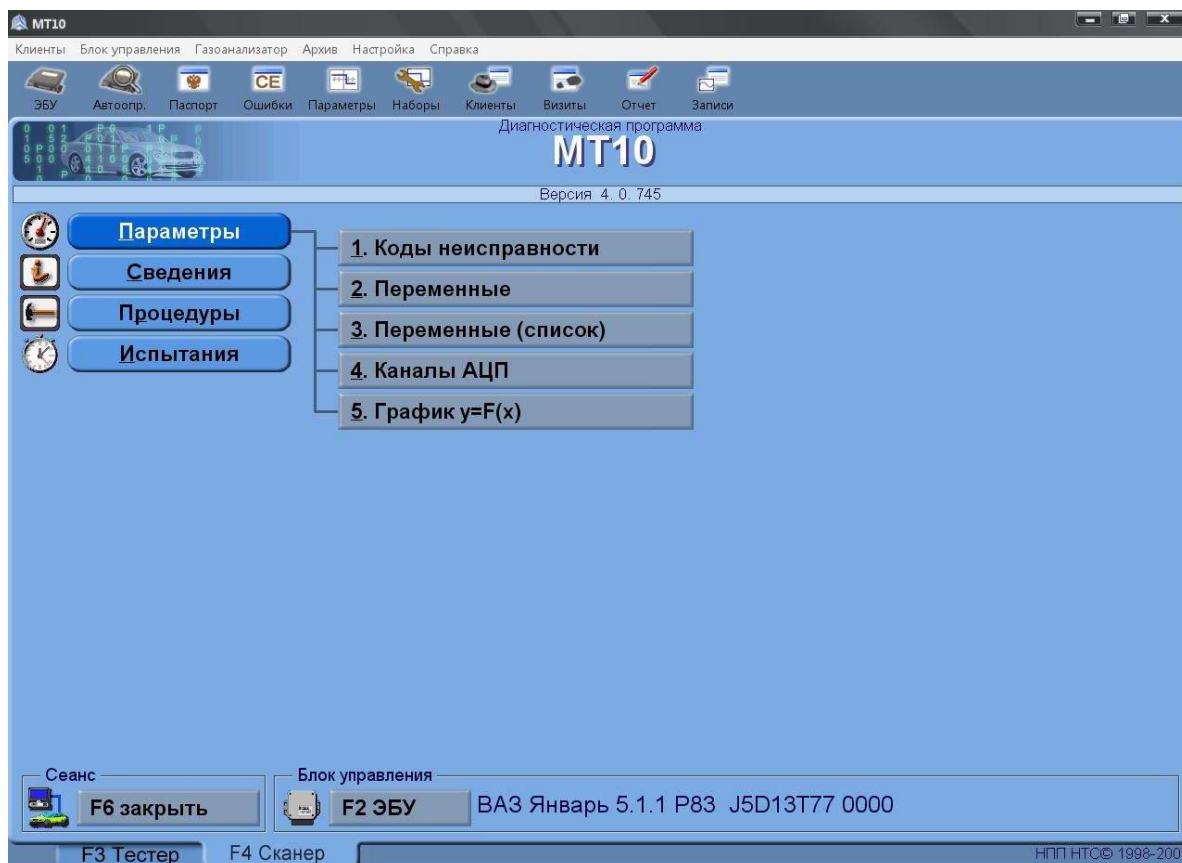


Рис. 20. Главное меню программы МТ – 10.

3.4. Произвести выбор типа блока управления. Для этого необходимо выбрать пункт «Автоопределение» или нажав **(Ctrl-A)** можно автоматически определить тип блока управления (только для автомобилей ВАЗ или ГАЗ). На автомобилях группы VAG запускает сканирование всех доступных для диагностики устройств. Если часть блоков управления отмечена знаком "X", то это означает, что в программе есть возможность работы с этими устройствами, но Вы не приобрели права на их диагностику. По вопросу приобретения кодов доступа на дополнительные модули

обращаетесь к дилерам. Полный список всех возможных диагностируемых устройств можно посмотреть, нажав на кнопку «Список» (рис. 22).



Рис. 22. Пункт меню «Настройка»

3.5. Определить наличие ошибок в памяти ЭБУ. Для этого необходимо выбрать пункт «Коды неисправностей» и программа позволяет просмотреть коды

неисправностей, возникшие за время работы программы ЭБУ. На экране отображается следующая информация: код неисправности, признаки ошибок (постоянные, текущие), наименование неисправности. Содержимое окна постоянно обновляется (примерно, каждые полсекунды), рис. 23.

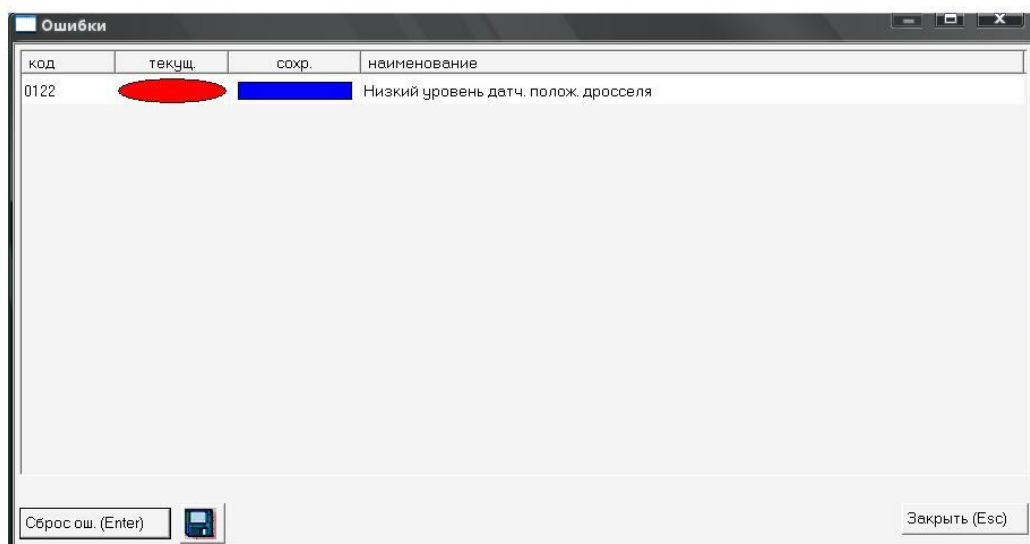


Рис. 23. Окно кодов ошибок.

Для сброса ошибок необходимо нажать клавишу Enter, а для выхода в основное меню «Esc».

4. Просмотр параметров работы системы управления

4.1. Описание основных диагностируемых параметров

Температура охлаждающей жидкости ТМОТ (°C). ЭБУ измеряет падение напряжения на датчике температуры охлаждающей жидкости и преобразует его в значение температуры в градусах Цельсия. Значения должны быть близкими к температуре воздуха, когда двигатель не прогрет, и должны повышаться по мере прогрева двигателя. После пуска двигателя температура должна равномерно повышаться до 94 - 101 °C и затем стабилизироваться при открытии термостата.

Положение дроссельной заслонки ПОЛ. Д. З. (%). Отображаемый параметр представляет собой угол открытия дроссельной заслонки, рассчитываемый ЭБУ как функция напряжения входного сигнала датчика положения дроссельной заслонки. 0% соответствует полностью закрытой дроссельной заслонке, 100% — полностью открытой.

Частота вращения коленчатого вала двигателя ОБ. ДВ (об/мин). Отображаемые данные соответствуют интерпретации ЭБУ фактических

оборотов коленчатого вала двигателя по сигналу датчика положения коленчатого вала с точностью ± 40 об/мин. Неожиданное увеличение оборотов по показаниям прибора при постоянном угле открытия дроссельной заслонки указывает на электрическую помеху в цепи сигнала датчика положения коленчатого вала. Такая помеха обычно вызывается близким расположением проводов системы управления двигателем к высоковольтным проводам системы зажигания.

Частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу ОБ. ДВ. ХХ (об/мин). Отображаемые данные соответствуют интерпретации контроллером фактических оборотов коленчатого вала двигателя на холостом ходу по сигналу датчика положения коленчатого вала с точностью ± 10 об/мин.

Желаемое положение регулятора холостого хода ЖЕЛ. ПОЛ. РХХ. Отображается теоретически рассчитанное и скорректированное положение РХХ в зависимости от оборотов коленчатого вала двигателя и положения дроссельной заслонки.

Текущее положение регулятора холостого хода ТЕК. ПОЛ. РХХ. Показания соответствуют положению регулятора холостого хода. Прибор отображает количество шагов от положения, в котором клапан полностью закрыт. Большие значения соответствуют большей степени открытия клапана. После запуска двигателя по мере его прогрева до нормальной рабочей температуры значения должны уменьшаться. На холостом ходу и нейтральной передаче при выключенном кондиционере количество шагов должно быть в пределах 30-50. Любые условия, вызывающие увеличение нагрузки двигателя на холостом ходу, должны вызывать увеличение указанного значения.

Коэффициент коррекции длительности импульса впрыска по сигналу датчика кислорода КОР. ВР. ВП. Отображается во сколько раз изменяется длительность импульса впрыска для компенсации текущих отклонений состава смеси от стехиометрического.

Угол опережения зажигания У.О.З (°по к.в.). Отображается угол опережения зажигания по коленчатому валу относительно верхней мертвой точки.

Текущая скорость автомобиля СК. АВТ (км/ч). Отображается интерпретация контроллером сигнала датчика скорости автомобиля.

Напряжение бортовой сети БОРТ. НАП (В). Отображается напряжение борт сети автомобиля, поступающее на контакт «37» ЭБУ.

Желаемые обороты холостого хода Ж. ОБ. ХХ (об/мин). В режиме холостого хода частотой вращения коленчатого вала управляет ЭБУ. Желаемыми оборотами называется частота вращения коленчатого вала, задаваемая ЭБУ.

Длительность импульса впрыска ВР. ВПР. (мсек). Параметр представляет собой длительность (в миллисекундах) включенного состояния форсунки.

Массовый расход воздуха МАС. РВ. (кг/час). Параметр представляет собой массовый расход воздуха через датчик массового расхода воздуха, выраженный в килограммах в час.

Цикловой расход воздуха ЦИК. РВ. (мг/такт). Параметр отображает значение массового расхода воздуха за такт работы двигателя.

Часовой расход топлива Ч. РАС. Т. (л/час). Параметр отображает значение расхода топлива в пересчете на час работы двигателя.

Путевой расход топлива ПРТ. (л/100 км). Параметр отображает значение расхода топлива в пересчете на 100 км пути.

Коэффициент коррекции длительности импульса впрыска по сигналу датчика кислорода КОР. ВР. ВП. Отображается во сколько раз изменяется длительность импульса впрыска для компенсации текущих отклонений состава смеси от стехиометрического.

COJNJ - Коэффициент коррекции впрыска топлива. Отклонение значений от 1 указывает на состояние регулирования контроллером топливopодачи в сторону обогащения или обеднения.

4.2. Оценка значений параметров элементов системы управления на правдоподобность

Пункт главного меню «Параметры» - «Переменные» позволяет просмотреть все переменные, снимаемые с ЭБУ, а также произвести сохранение нужной последовательности данных и управлять исполнительными механизмами (ИМ). Вид окна отображения переменных и набор показываемых переменных зависит от выбранных установок в меню, рис. 24.

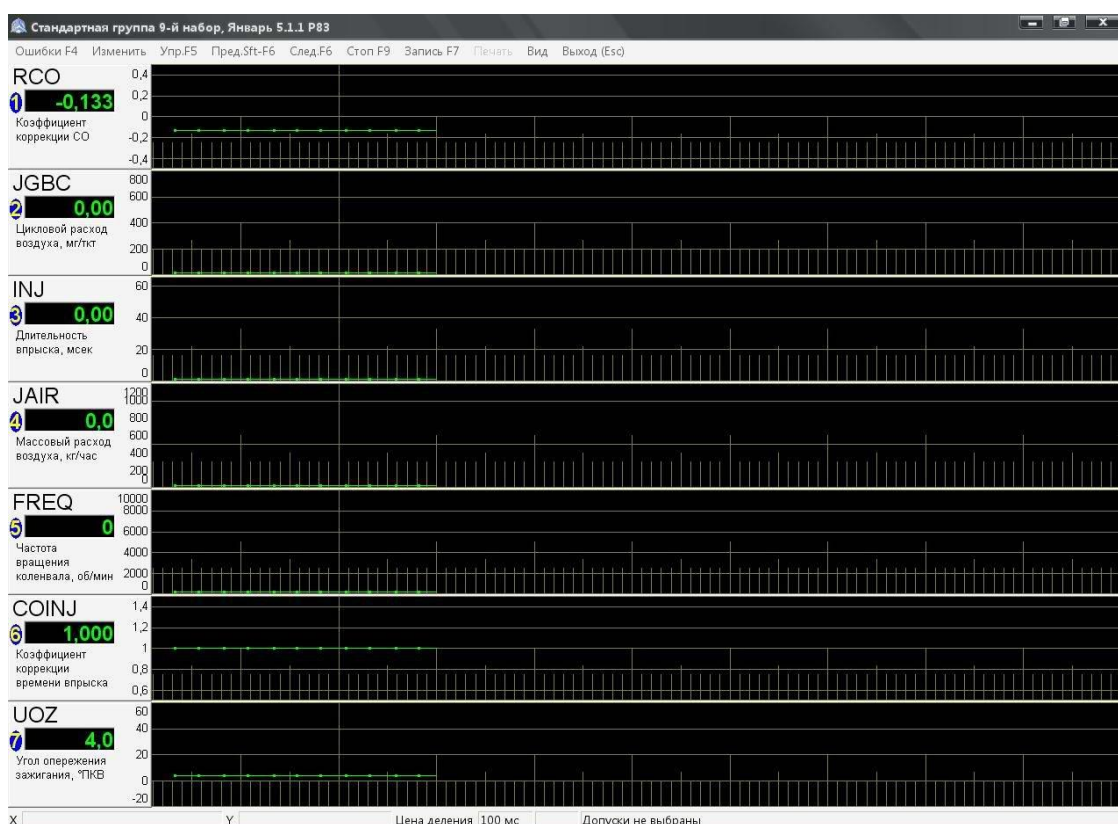


Рис. 24. Пункт меню «Параметры».

Данный пункт позволяет просмотреть основные параметры, характеризующие работу системы управления и сравнить их с рекомендуемыми диагностическими параметрами (таблицы 2, 3.).

Диагностические параметры блока управления Bosch M 1.5.4 M (Январь 5.1).

Таблица 2

Параметры	Ед. измерения	Зажигание включено	Холостой ход	При оборотах	
				2000 об/мин	3000 об/мин
1	2	4	5	6	7
ADC MAF Напряжение выходного сигнала на ДМРВ	В	0,99-1,0	1,3-1,4	1,7-1,9	1,9-2,0
JAIR Массовый расход воздуха	кг/час	0	9 -11	20-22	31-32
ADC THR Напряжение выходного сигнала ДПДЗ	В	0,45-0,51	0,45	0,63	0,70
THR Положение дрессельной заслонки (0- 100%)	%	0	0	4	6
ADC TW Напряжение выходного сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ)	В	0,38	0,38	0,38	0,38
TWAT Температура охлаждающей жидкости	°C	101	101	101	101
ADCKNK Напряжение выходного сигнала на датчик детонации (ДД)	В		0,97	1,27	2,46

DET Признак наличия детонации	ДА/НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ
ADC O ₂ Напряжение выходного сигнала датчика кислорода (ДК) INPLAM Текущее состояние датчика кислорода	В ДА/НЕТ	0,41 НЕТ	0,1-0,8 От ДА до НЕТ не менее 8 раз за 10 сек.	0,1-0,8 От ДА до НЕТ не менее 8 раз за 10 сек.	0,1-0,8 От ДА до НЕТ не менее 8 раз за 10 сек.
ADC ВАН Напряжение после замка зажигания , на 27 ножке ЭБУ	В	13,7	13,7	13,7	13,7
SSM Текущее положение регулятора холостого хода (РХХ)	Шаг	120	22	55-57	70-75
Время впрыска	мсек	0	2,5	2,07	2,13
UOZ Текущее значение угла опережения зажигания	П.К.В	0	15,0	34-35	36-37
COJNJ Коэффициент коррекции впрыска топлива.			1,016-1,023	0,86	0,94

Диагностические параметры блока управления Микас 7.1 двигатель 406.2 без датчика кислорода.

Таблица 3

Параметры	Ед. измерения	Зажигание включено	Холостой ход	При оборотах	
				2000 об/мин	3000 об/мин
1	2	4	5	6	7
ADC MAF Напряжение выходного сигнала на ДМРВ	В	1,5	2,2-2,5		
JAIR Массовый расход воздуха	кг/час	0	14-15	36	59
ADC THR Напряжение выходного сигнала ДПДЗ	В	0,45	0,45	0,63	0,70
THR Положение дроссельной заслонки (0-100%)	%	0	0	4	6
ADC TW Напряжение выходного сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ)	В	0,38	0,38	0,38	0,38
TWAT Температура охлаждающей жидкости	°С	90-96	90-96	90-96	90-96
ADCKNK Напряжение выходного	В		0,97	1,27	2,46

сигнала на датчик детонации (ДД)					
DET Признак наличия детонации	ДА/НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ
ADC O ₂ Напряжение выходного сигнала датчика кислорода (ДК) INPLAM Текущее состояние датчика кислорода	В ДА/НЕТ	0,41 НЕТ	0,1-0,8 От ДА до НЕТ не менее 8 раз за 10 сек.	0,1-0,8 От ДА до НЕТ не менее 8 раз за 10 сек.	0,1-0,8 От ДА до НЕТ не менее 8 раз за 10 сек.
ADC ВАН Напряжение после замка зажигания , на 27 ножке ЭБУ	В	13,7	13,7	13,7	13,7
SSM Текущее положение регулятора холостого хода (РХХ)	Шаг		60	63	75
INJ		0	4,3-4,8	4	3,9
UOZ Текущее значение угла опережения зажигания	П.К.В	0	14,0	35	43
VALF Состав смеси			15,1 1,020-1,023	16,2	16,9
COEF1 Коррекция топливоподачи (1 канал)			0,906-0,910	0,922	0,941

GTC Цикловая подача топлива	мг/такт	0	10,4	9,2	8,9
--------------------------------------	---------	---	------	-----	-----

Проверку проводим в трех режимах: при включенном зажигании; на оборотах холостого хода, на оборотах 3000 об/мин и сравниваем с табличными значениями.

При включенном зажигании проверяем:

- каналы входа АЦП, для этого целесообразно создать набор «Каналы АЦП – зажигание выключено», состоящий:

ADC_KNK – АЦП. Датчик детонации.

ADC_TW – АЦП. Датчик температуры охлаждающей жидкости.

ADC_MAF – АЦП. Датчик массового расхода воздуха.

ADC_THR – АЦП. Датчик положения дроссельной заслонки.

ADC_CO – АЦП. Потенциометр CO.

Особое внимание уделить датчикам ДМРВ 0,98 – 1,00 В и ДПДЗ 0,45-0,51 В;

- проверяем положение дроссельной заслонки THR. При закрытом дросселе 0%, при нажатой до упора педали газа 100% для ЭБУ БОШ 7,0-78%;

- проверяем на правдоподобность значение температур охлаждающей жидкости и воздуха TWAT и TAIR, одновременно двигаем в разные стороны провода на разъеме, а затем сам разъем датчика, наблюдая за изменением температуры;

- проверяем установку PXX при включенном зажигании FSM (120 шагов для ВАЗ).

Целесообразно создать свой набор параметров «Датчики (зажигание включено/холостой ход)»:

THR – Положение дроссельной заслонки.

TWAT – Температура охлаждающей жидкости.

JTAIR – Температура воздуха во впускном коллекторе.

FSM – Текущее положение регулятора холостого хода.

Запускаем двигатель и проверяем каналы АЦП на оборотах холостого хода (набор параметров см. выше) таблица 4.

Таблица 4

Каналы АЦП на оборотах 850 об/мин	ДТОЖ	0,449 В/93,8 грд. С
	ДМРВ	1,484 В/11,5 кг/ч
	ДПДЗ	0,508 В /0%
	Д O ₂	0,124 - 0,708 В
	Д дет	0,098 - 0,235 В

Проверяем работу РХХ по параметрам FSM (30 - 35 шагов для ВАЗ и 60 - 90 шагов для ГАЗ). Если значения превышают норму, то необходимо очистить от нагара РХХ и дроссельный узел, а если ниже нормы – поискать подсос воздуха.

Проверяем напряжение бортовой сети при включенных фарах дальнего света.

Целесообразно создать набор параметров «Холостой ход»:

FREQX – Частота вращения вала на холостом ходу.

JUFRXX – Желаемые обороты холостого хода.

FSM – Текущее положение регулятора холостого хода.

UACC – Напряжение бортсети.

TWAT – Температура охлаждающей жидкости.

JTAIR – Температура воздуха во впускном коллекторе.

THR – Положение дроссельной заслонки.

На следующем этапе параметры контролируем на оборотах КВ 850 и 3000 об/мин и сравниваем с табличными значениями.

Параметр DET (признак детонации.) отображает работу двигателя с детонацией или без. При резком увеличении оборотов двигатель должен попадать в зону детонации.

Проверяем цикловой расход воздуха JGBC на холостом ходу. Должен составлять 85-95 мг/такт.

Массовых расход воздуха на холостом ходу должен составлять 9-10 кг/час, а на оборотах 3000 об/мин должны быть:

30-32 кг/ч для систем без датчика кислорода;

24-26 кг/ч для систем с датчика кислорода.

Угол опережения зажигания UOZ для ВАЗ на холостом ходу должен составлять 12 - 14 град., а на оборотах 3200 об/мин – 38 град.

Целесообразно создать набор параметров «Управление 850/3000 об/мин»:

FREQ – частота вращения коленвала.

JGBC – цикловой расход воздуха.

JAIR – массовый расход воздуха.

UOZ – угол опережения зажигания.

DET - признак детонации.

INJ – длительность впрыска.

THR – положение дроссельной заслонки.

Проверяем параметры, связанные с экономичностью двигателя:

- контролируем параметры отображающие соотношение воздух/топливо VALF (для ГАЗ) и FAVAl (для ВАЗ). А также по величине параметра JQT (часовой расход топлива). Если параметр VALF находится в пределах 1,020 – 1,023 то система управления и состояние двигателя соответствует всем требованиям.

Целесообразно создать набор параметров «Экономичность»:

RCO (RCOD – для ГАЗ) – коэффициент коррекции CO;

RCOK (для ГАЗ) – коэффициент коррекции топливоподачи;

COINJ – коэффициент коррекции времени впрыска;

VALF (FAVAL) – соотношение воздух/топливо;

JQT - часовой расход топлива, л/час;

FUELPK – удельный мгновенный расход топлива, л/100км;

INPLAM – текущее состояние датчика кислорода;

UO2SENS – напряжение датчика кислорода.

4.3. Запись диагностируемых параметров в базу данных

Запись диагностируемых параметров необходима для сбора статистических значений диагностируемых параметров.

Запись параметров в файл. Войти в режим «Переменные». Для просмотра одновременно двух групп параметров в верхней части экрана выбрать пункт «Вид» и поставить соответствующую «галочку» для окна отображения. Выбор наборов для каждого окна производится с использованием клавиш «Пред. Shift-F6» и «След. F6» (рис. 25).

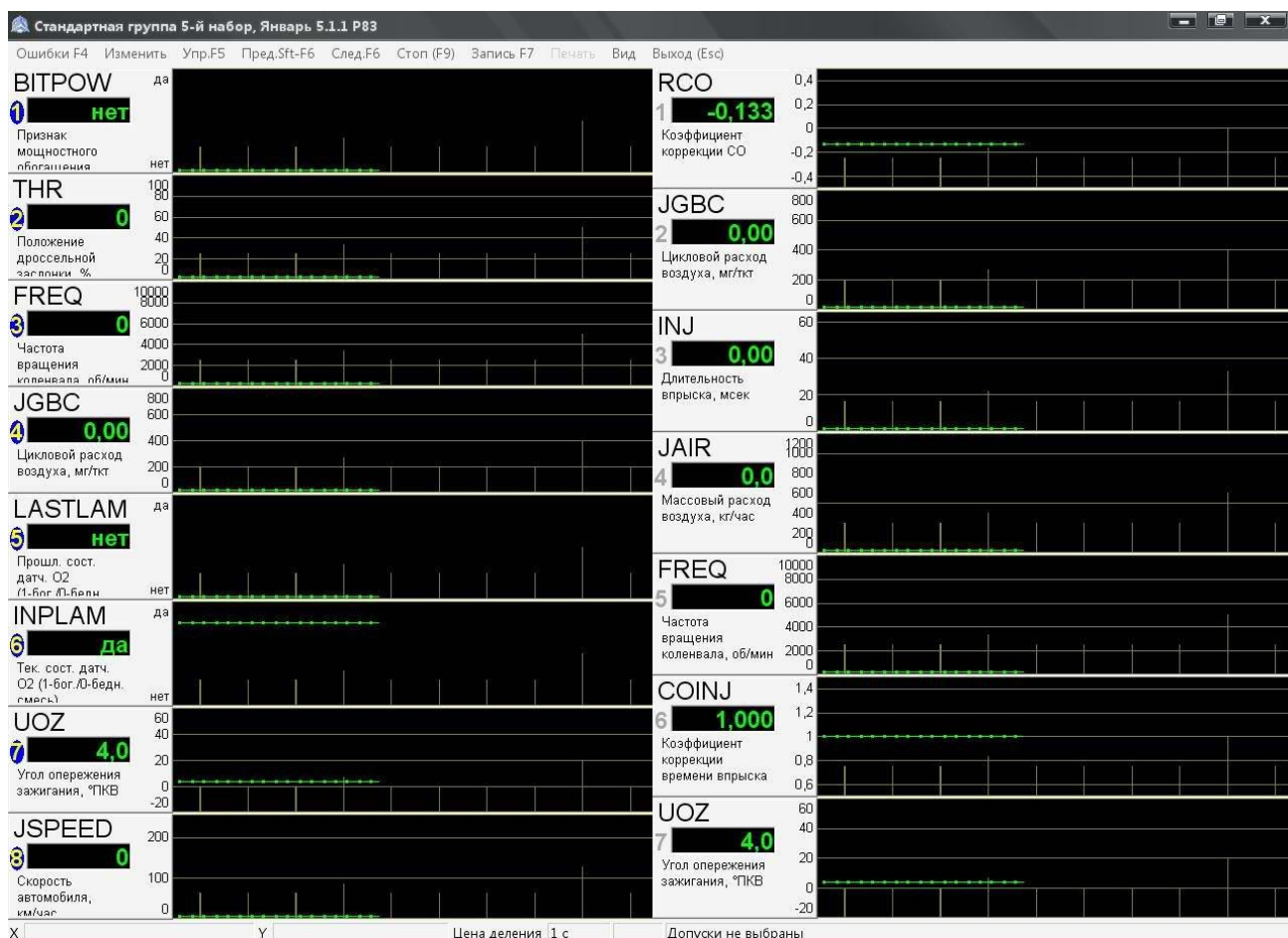


Рис. 25. Вид окна параметры.

Для показа параметров из нестандартной группы необходимо выбрать пункт «Изменить» и выбрать соответствующую группу, рис 26.

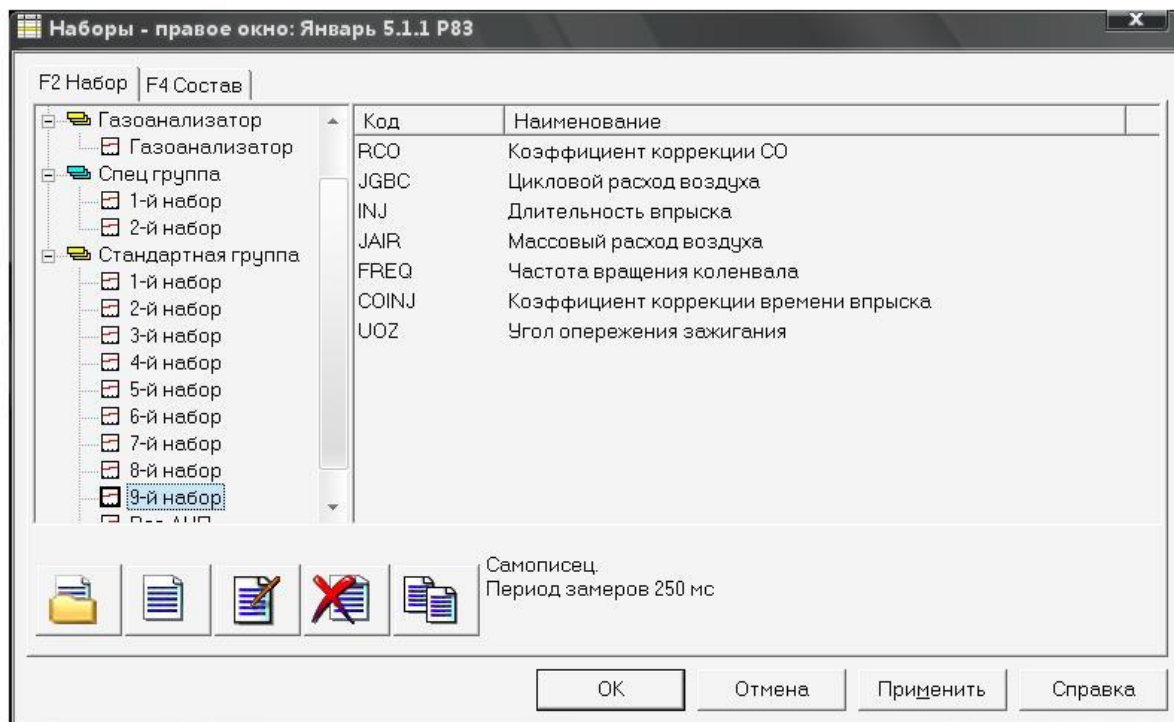


Рис. 26. Вид окна выбора набора.

Чтобы добавить/убрать график параметра для отображения вместе (на одной дорожке) необходимо, удерживая нажатой клавишу «Shift», нажать клавишу цифры, соответствующей номеру параметра.

Для записи курсором выбрать активное окно и выбрать пункт меню «Запись F7». Для остановки записи выбрать «Стоп F9». Затем необходимо выйти в основное меню.

Просмотр записанных параметров. Выбрать пункт меню «Запись». Выделить нужную запись желтым цветом. На выделенную запись установить «галочку», выбрав пункт меню с галочкой. При двойном нажатии на «галочку» появится «звездочка». После выбора пункта меню «Просмотр перед печатью» появится таблица минимальных, максимальных и средних значений диагностируемого параметра, рис 27, 28, 29.

Печатать	Дата	Тип	Содержание	ЭБУ	Примечание	Мастер	Время
	08-04-2008		График испытания	Цилиндровый баланс	Январь 7.2 E2	АДМИНИСТРА...	17:12:57
	08-04-2008		Результаты испытания	Цилиндровый баланс	Январь 7.2 E2	АДМИНИСТРА...	17:13:09
	08-04-2008		График испытания	АКБ, генератор	Январь 7.2 E2	АДМИНИСТРА...	17:19:08
	08-04-2008		График испытания	Лямбда зонд	Январь 7.2 E2	АДМИНИСТРА...	17:21:56
	08-04-2008		Результаты испытания	Лямбда зонд	Январь 7.2 E2	АДМИНИСТРА...	17:22:13
	08-04-2008		Результаты испытания	Неравномерность XX	Январь 7.2 E2	АДМИНИСТРА...	17:24:51
	08-04-2008		Результаты испытания	Неравномерность XX	Январь 7.2 E2	АДМИНИСТРА...	17:25:05
	08-04-2008		Коды неисправности	1 ош.	Январь 7.2 E2	АДМИНИСТРА...	18:21:59
	08-04-2008		Результаты испытания	Компрессия - по току		АДМИНИСТРА...	18:52:54
	08-04-2008		График испытания	Компрессия - по току		АДМИНИСТРА...	18:52:54
	11-04-2008		Запись данных ЭБУ	2,06 K6	Bosch M7.9.7 E3	1-й набор - Станд...	16:54:19
	11-04-2008		Запись данных ЭБУ	4,79 K6	Bosch M7.9.7 E3	2-й набор - Станд...	16:54:29
	11-04-2008		Запись данных ЭБУ	1,74 K6	Bosch M7.9.7 E3	2-й набор - Станд...	16:54:52
	11-04-2008		График испытания	Разгон	Bosch M7.9.7 E3	АДМИНИСТРА...	18:10:37
	11-04-2008		График испытания	Разгон	Bosch M7.9.7 E3	АДМИНИСТРА...	18:11:24
	11-04-2008		Результаты испытания	Разгон	Bosch M7.9.7 E3	АДМИНИСТРА...	18:11:39
	11-04-2008		График испытания	Разгон	Bosch M7.9.7 E3	АДМИНИСТРА...	18:12:00
	11-04-2008		Результаты испытания	Разгон	Bosch M7.9.7 E3	АДМИНИСТРА...	18:12:07
	11-04-2008		График испытания	Механических потерь	Bosch M7.9.7 E3	АДМИНИСТРА...	18:12:29
	11-04-2008		Результаты испытания	Механических потерь	Bosch M7.9.7 E3	АДМИНИСТРА...	18:12:41
	11-04-2008		График испытания	...ланс индикаторной мощности	Bosch M7.9.7 E3	АДМИНИСТРА...	18:13:10
	11-04-2008		Результаты испытания	...ланс индикаторной мощности	Bosch M7.9.7 E3	АДМИНИСТРА...	18:13:22
	11-04-2008		График испытания	Лямбда зонд	Bosch M7.9.7 E3	АДМИНИСТРА...	18:18:31
	14-04-2008		Запись данных ЭБУ	1,17 K6	Январь 5.1 E2	2 - Спец гр	17:15:42
	14-04-2008		Результаты испытания	Разгон	Январь 5.1 E2	АДМИНИСТРА...	17:25:48
	14-04-2008		График испытания	Лямбда зонд	Январь 5.1 E2	АДМИНИСТРА...	17:27:40
	14-04-2008		Запись данных ЭБУ	2,35 K6	МИКАС 7.1	1 - группа	19:17:31
	15-04-2008		График испытания	УОЗ - по стробоскопу		АДМИНИСТРА...	19:59:14
	22-04-2008		Результаты испытания	Разгон	Bosch M1.5.4 P83	АДМИНИСТРА...	18:20:34
	22-04-2008		Результаты испытания	Разгон	Bosch M1.5.4 P83	АДМИНИСТРА...	18:20:49
	28-04-2008		График испытания	УОЗ - по стробоскопу		АДМИНИСТРА...	19:24:18
	29-04-2008		Запись данных ЭБУ	1,10 K6	Январь 7.2 E2	2-й набор - Спец ...	17:56:25

Рис. 27. Вид окна записей.

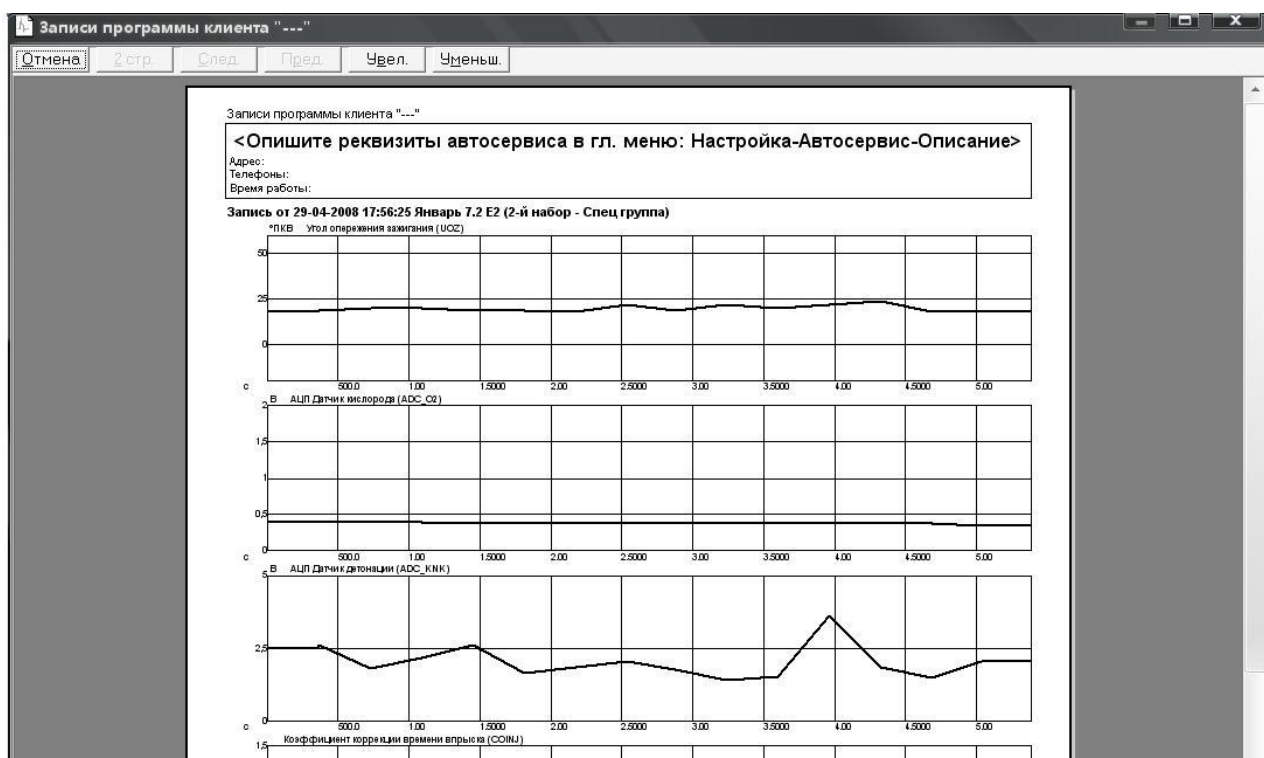


Рис. 28. Вид окна просмотра данных перед печатью.

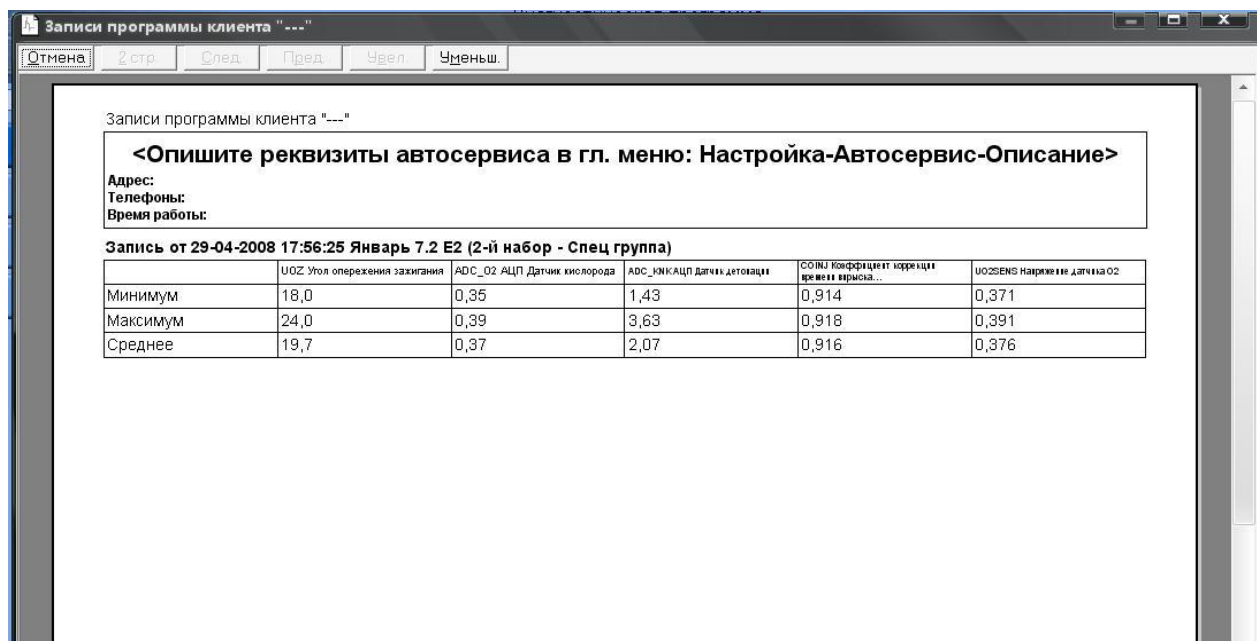


Рис. 29. Вид окна значений максимума, минимума и среднего значения параметров.

5. Диагностика датчиков и исполнительных устройств

Диагностика ДПДЗ. На малых, средних и полных нагрузках автомобиль дергается. В движении при торможении на выжатом сцеплении или на нейтральной передаче, происходит самопроизвольное увеличение оборотов двигателя.

Включаем зажигание и проверяем коды АЦП. В закрытом положении ДПДЗ 0,45 - 0,51 В. При медленном открывании заслонки напряжение должно плавно увеличиться до 4,76 В.

Проверяем положение дроссельной заслонки THR. При закрытом дросселе 0%, при нажатой до упора педали газа 100%.

Проверяется степень открытия дроссельной заслонки при нажатой до упора педали газа.

Двигатель может не запуститься и по вине отказа ДПДЗ. Если в стартерном режиме параметр THR более 80%, то в этом случае топливоподача прекращается.

Диагностика датчика температуры. Наблюдается затрудненный запуск двигателя особенно прогретого. Смотрим на мотор-тестере показания TWAT и проверяем на правдоподобность. Одновременно двигаем в разные стороны провода на разъеме, а затем сам разъем датчика. Изменение показания температуры говорят об обрыве проводов, плохом контакте в разъеме или о неисправности самого датчика.

Диагностика ДМРВ. Двигатель не развивает полную мощность (троит).

Исправный ДМРВ должен удовлетворять следующим условиям:

1. Просматриваем с помощью мотор-тестера в каналах АЦП напряжение ДМРВ. Должно быть 0,98 - 1,00 В. Отклонение напряжения от указанных значений показывает на изменение рабочих характеристик датчика (дополнительно проверить напряжение мультиметром).

2. Параметр JAIR подача воздуха через ДМРВ должен соответствовать нормам. Даже незначительное отклонение от нормы (3 - 4 кг/час) приводит к значительным нарушениям в работе двигателя, не вызывая появление кодов ошибок. Например, расход воздуха для двигателя 406 должен быть в пределах 13 - 15 кг/час. Если расход воздуха составляет 10 - 11 кг/час, то двигатель работает неустойчиво, а если расход воздуха 18 - 20 кг/час, то будет повышенный расход топлива.

Напряжение на датчике на холостом ходу не должно превышать 1,5 В (BA3). Если «скачки» напряжения часто превышают 1,5 В, то ДМРВ имеет неверные характеристики. При этой проверке холостой ход должен быть отрегулирован.

Проверяем цикловой расход воздуха 85 - 95 мг/такт.

3. Показания массового расхода воздуха при установившемся 3000 об/мин должны быть:

30 - 32 кг/ч для систем без датчика кислорода;

24 - 26 кг/ч для систем с датчика кислорода.

4. При резком открытии дроссельной заслонки цикловой расход воздуха должен быть около 400 мг/такт.

Диагностика ДПКВ. При неисправности датчика положения и частоты вращения коленчатого вала ДПКВ могут наблюдаться: затрудненный пуск двигателя; «нечистый холостой ход»; перебои при переходе с холостого хода на повышенные обороты, рывки на высоких оборотах. Неисправность ДПКВ может проявляться при определенной температуре двигателя. Чтобы «поймать» проявление неисправности, необходимо наблюдать за углом опережения зажигания УОЗ. Если ДПКВ дает сбой, то значение УОЗ «скачет» (внезапное изменение на 10 град. и более) и не соответствует режиму работы двигателя.

Если двигатель не заводится, то прокручиваем коленчатый вал двигателя стартером и контролируем параметр BITSTP (признак остановки двигателя). Который в момент прокручивания должен быть «НЕТ». Это говорит о том, что ЭБУ принимает сигнал от датчика частоты вращения коленчатого вала. При этом должна быть искра на свечах зажигания и форсунки должны подавать топлива. Для проверки наличия искры необходимо воспользоваться разрядником. Работу форсунок можно проверить по характерному звуку или по миганию индикаторной лампочки пробника, подсоединенного параллельно форсунке.

Если при прокручивании коленчатого вала стартером параметр BITSTP – «ЕСТЬ», то скорее всего неисправен датчик частоты вращения или неисправна его цепь до ЭБУ. Цепь отслеживается по наличию кода ошибки, а работоспособность датчика по его сопротивлению (700-900 Ом).

Диагностика датчика кислорода. Наблюдаем за графиком изменения параметра INPLAM (текущее состояние датчика кислорода). Параметр должен с большой частотой изменяться от минимального до максимального значения (бедная – богатая смесь). Если он надолго «зависает» в каком-либо состоянии, бедном или богатом, то это говорит о том, что датчик потерял

чувствительность и его необходимо заменить. Иначе будет наблюдаться повышенный расход топлива и потеря динамичности автомобиля.

Диагностика регулятора холостого хода (РХХ). Двигатель глохнет сразу после запуска и на переходных режимах. Неустойчивая работа двигателя (раскачка, плавание) сразу после запуска могут происходить из-за отложений на клапане регулятора холостого хода и на стенках диффузора дроссельной заслонки (дроссельная заслонка не закрывается полностью. Если имеются отложения на клапане РХХ, то регулятор на холостом ходу чрезмерно открыт (показания FSM больше нормы) и необходимо произвести очистку дроссельного узла. Наоборот, если регулятор открыт меньше нормы и имеет место низкий цикловой расход воздуха, то следует поискать подсосы воздуха в обход дроссельного патрубка.

Для проверки работоспособности РХХ, войти в режим управления. При нормально прогретом двигателе в районе 150 - 160 шагов в исправном регуляторе должна начаться отсечка подачи топлива и двигатель начинает работать с перебоями.

При обслуживании РХХ он откручивается и снимается с узла дроссельной заслонки. На снятый ЗЧЧ одевается его разъем и с помощью программного комплекса мотор-тестер, изменяя параметр FSM, выводится шток из клапана. Очищается резьба и конус штока, внутрь корпуса брызгается очиститель типа WD - 40, он очистит все внутри. Резьбу штока смазываем морозостойкой смазкой, например, «Литол». С помощью мотор-тестера вводим шток в корпус, проверяя его подвижность. Шток вводим до отказа, чтобы при установке РХХ не сломать шток.

Проверка исправности вентилятора охлаждающей жидкости и лампочки «CHECK ENGINE». Производится проверка работоспособности вентилятора путем включение/выключение вентилятора охлаждающей жидкости в режиме исполнительных механизмов и исправность лампы «CHECK ENGINE». Если вентилятор заработал, то включаем дальний свет фар и контролируем напряжение бортовой сети (13,6 - 14,1 В).

6. Управление исполнительными механизмами

В режиме «Параметры» можно управлять исполнительными механизмами и проводить для некоторых типов ЭБУ регулировки, связанные с топливоподачей. Для этого необходимо выбрать в программе режим «Управление» (рис. 30).

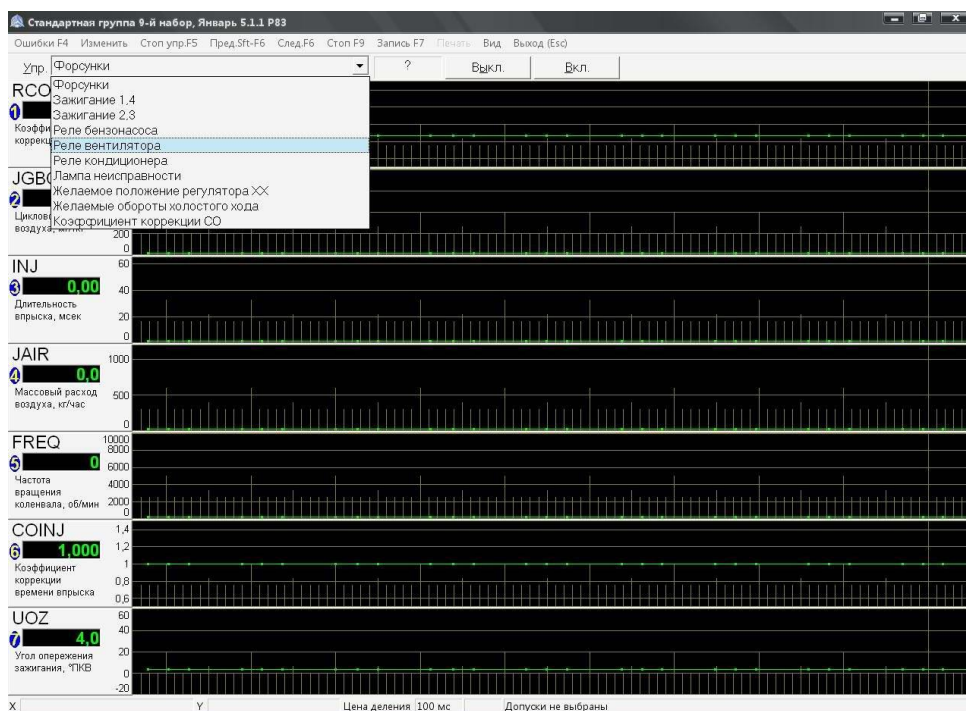


Рис. 30. Вид окна управления исполнительными механизмами.

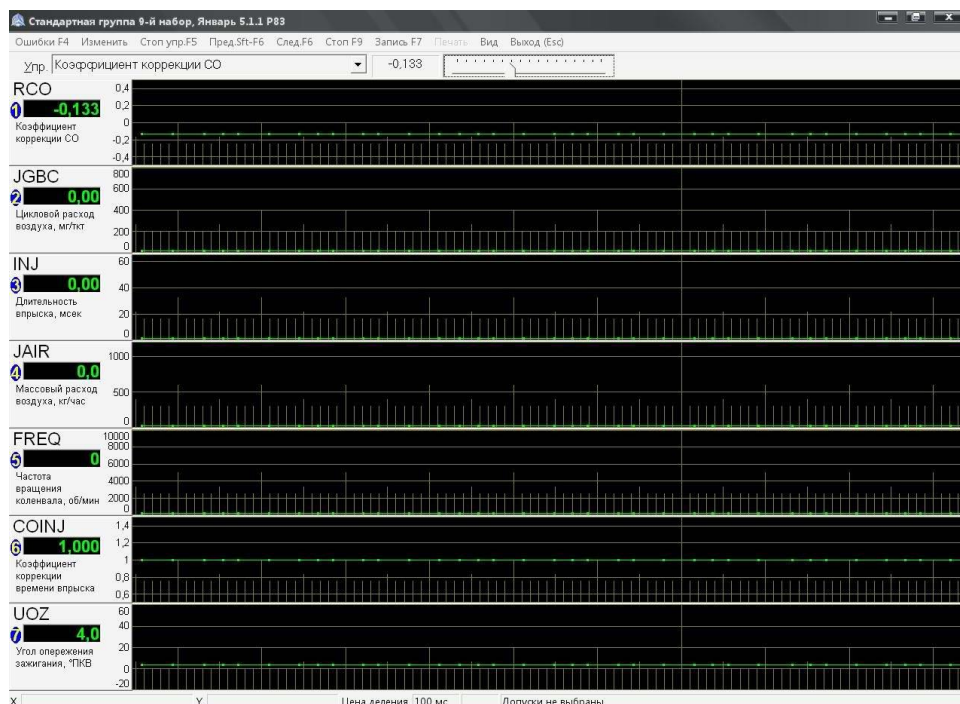


Рис. 31. Пример управления для коррекции СО.

Проверка давления в топливной системе (проверка работоспособности регулятора давления и топливного насоса). При включенном зажигании давление примерно 280 - 310 кПа, а при отключении безнасоса давление снизится примерно до 250 кПа. На холостом ходу давление примерно 230 - 250 кПа. Если снять вакуумный шланг с регулятора давления на заведенном двигателе, то давление должно возрасти до 280 - 310 кПа.

На 16-ти клапанных ВАЗ с двигателем 1,6л и ЭБУ «BOSCH M7.9.7» давление в топливной рампе примерно 380 кПа, а не 250 кПа. Регулятор давления топлива находится на самом насосе, в бензобаке.

Для проверки работоспособности насоса необходимо пережать обратку - давления должно подняться до 500 - 600 кПа. Давление должно подняться быстро и без пульсаций. Если это нет, то возможно загрязнены топливные фильтры.

Для проверки герметичности форсунок создается давление в топливной рампе и пережимается подающий трубопровод. Если давление падает, то негерметичны форсунки.

Диагностика форсунок. Закоксовывание форсунок происходит из-за некачественного топлива. Проверить можно, установив обороты 2500 об/мин и поочередным отключением форсунок, проверяя при этом насколько падают обороты двигателя. Для нормально работающего двигателя обороты должны падать на 100 - 120 оборотов.

Баланс форсунок. Для проверки подачи топлива форсунками, отключаем разъемы со всех форсунок, кроме проверяемой. Включаем бензонасос и создаем давление. Отключаем насос и подаем импульс с мотор-тестера на форсунку и наблюдаем падение давления: примерно 100 кПа. Проверяем операции для каждой форсунки. Малое падение давления или большая разница в падении между форсунками связано с засорением форсунок.

Исправные форсунки имеют практически одинаковые разности начального и конечного значений давления. Если отклонения от среднего значения трех других форсунок в большую или меньшую сторону более 20%, то форсунки нужно заменить или промыть.

Пример записи результатов тестирования баланса форсунок приведены в таблице 5.

Результаты теста «Баланс форсунок»

Таблица 5

Форсунка	1	2	3	4
Начальное давление, кПа	280	280	280	280
Давление после теста, кПа	225	240	220	235
Разность давлений, кПа	55	40	60	45
Среднее по остальным, кПа	$(40+60+15)/3=48,3$	$(55+60+45)/3=53,3$	$(40+55+45)/3=46,6$	$(40+60+55)/3=51,6$
Отклонение, %	$(55-48,3)/48,3*100 = 13,8$	$(53,3-40)/53,3*100 = 24,9$	$(60-46,6)/46,6*100 = 28,7$	$(51,6-45)/51,6*100 = 12,7$
Результат	Норма	Заменить	Заменить	Норма

Если отклонения от средних величин более 5%, то наблюдается плохой пуск двигателя расход топлива.

Если по результатам теста более одной форсунке не в допуске, следует поменять все форсунки.

Диагностика системы зажигания. Обычно все проблемы лежат в высоковольтной части этой системы: модуль зажигания, высоковольтные провода, свечи. Первоначальную проверку их работы проводят с помощью осциллографа.

Диагностика модуля зажигания. Неисправность катушек зажигания и высоковольтных проводов наблюдается, когда при резком нажатии на газ наблюдается звук подобный детонации (стучат клапана) или наблюдается «ступенька» провал. Причина: не работает один из контуров модуля. Ухудшается запуск двигателя. Для проверки системы зажигания двигателя необходимо заглушить двигатель и включить зажигание. Устанавливается разрядник на высоковольтные провода. Выбирается в меню **«Параметры»** пункт **«Зажигание 1,4»**, четырехкратным нажатием подаются четыре импульса. Наличие искры указывает на исправность контура модуля зажигания, высоковольтного провода первого цилиндра и исправность свечи четвертого цилиндра. Снимается разрядник с высоковольтного провода первого цилиндра, поставить высоковольтный провод на место, а затем разрядник переставляется на высоковольтный провод четвертого цилиндра. Так же подаются четыре импульса. Наличие искры говорит об исправном контуре, высоковольтном проводе четвертого цилиндра и исправности свечи первого цилиндра. В той же последовательности проверяется 2 – 3 цилиндры. Как правило, у модуля зажигания из строя выходит только контур 1 - 4, либо 2 - 3. При этом ухудшается «тяга», появляются провалы при увеличении оборотов, затрудняется запуск двигателя.

Проверяем сопротивление высоковольтных проводов, оно должно быть в пределах 5 - 10 кОм.

Состояние свечей, снятых с двигателя, помогает определить неработающие или плохо работающие цилиндры. Если плохо работают 1 - 4 или 2 - 3, то возможно не работает одна из катушек модуля зажигания.

Если есть сигнал от датчика частоты вращения, а искры нет, то проверяем наличие питания на модуле зажигания (катушках) и замыкания на массу управляющих проводов. Возможной причиной замыкания на массу управляющего провода может быть пробитый выходной транзистор ЭБУ.

Регулировка СО на автомобиле ВАЗ. Регулировка СО на автомобиле проводится после проверки давления топлива в системе, очистке свечей зажигания и установки зазора на электродах свечей зажигания.

Регулировка СО проводится путем изменения коэффициента коррекции топливоподачи на холостом ходу и малых нагрузках. Заводская установка RCO соответствует – 0,004. Увеличение RCO в плюс приводит к увеличению топливоподачи и СО возрастает и наоборот уменьшение в минус - уменьшает.

Значение СО должно быть в пределах 0,6 - 0,9 %.

Если газоанализатора нет, то можно приблизительно ориентироваться на параметры лямбда (отношение воздух/топливо $\lambda_{\text{FAVAL}} = 1,020 - 1,023$), параметры JQT (часовой расход топлива) = 0,7 л/час и INJ (время впрыска) = 2,0 – 2,2 мсек.

Если установить нормативное значение СО получается только при установке RCO близким к своим граничным значениям (- 0,250 или + 0,250), то скорее всего ДМРВ потерял свою чувствительность.

По работе системы зажигания (автоматическая установка УОЗ на холостом ходу) можно судить о стабильности работы системы и двигателя в целом. Если УОЗ имеет частые отклонения от своего среднего положения более 4 гр. п.к.в., то это говорит о нестабильности рабочего процесса в цилиндрах двигателя. Нужно выставить коэффициент RCO таким, чтобы, с одной стороны, время открытия форсунки было минимальным, а с другой, добиться стабильности параметра угла опережения зажигания.

В отдельных случаях можно вернуть на автомобиль СО - потенциометр. На ЭБУ без катализатора 44 контакт связан с колодкой диагностики и его соединяют с СО - потенциометром. Другой провод с СО - потенциометра соединяют с массой.

Регулировка СО на автомобиле ГАЗ. Регулировка СО производится изменением параметров RCOД и RCOК.

RCOD – коэффициент коррекции СО на холостом ходу. Отражает величину сигнала с потенциометра, преобразованную в смещение относительно нуля. Коэффициент RCOD изменяется в пределах от - 0,05 до + 0,05.

RCOK - коэффициент коррекции топливоподачи. Коэффициент служит для компенсации отклонений параметров двигателя и автомобиля, вызванных факторами, которые не определяются блоком управления; например загрязнение топливных форсунок.

Регулировка СО производится в следующей последовательности:

1. Устанавливается $RCOK = 0$.
2. Путем изменения коэффициент RCOD выставляется содержание СО на «холостом» ходу 0,8 - 1,0 %.
3. Для ДМРВ проволочного типа RCOD изменяется вращением винта на корпусе, а для ДМРВ пленочного типа – сканером. Содержание СО контролируется газоанализатором.
4. С помощью сканера, войти в режим управления РДВ и установить устанавливают частоту вращения коленчатого вала на «холостом» ходу 2000 об/мин. Содержание СО при этом должно снизиться примерно до 0,2 - 0,3 %
5. Увеличивается постепенно значение параметра RCOK до такой величины, при которой СО будет равно 3,0 - 3,5 %. При этом частота вращения может измениться, но это не имеет значения.
6. Сбрасываются обороты до 880 об/мин и уменьшается значение RCOK на 0,10 - 0,12 затем полученную величину вводят в долговременную память ЭБУ.
7. С помощью коэффициента RCOD устанавливаем $CO = 0,8 - 1,0 \%$. При этом коэффициент лямбда должен находиться в пределах $VALF = 1,02 - 1,03$, а часовой расход топлива $JQT = 1,2$ л/час.
8. Проверяется содержание СО при нажатой педали акселератора на оборотах коленчатого вала 3000 об/мин. Концентрация СО должна упасть с

исходного уровня 0,8 - 1,0 % до 0,2 - 0,3 %. При этом СН должно быть 200-300 ppm.

7. Тесты «Испытания».

Испытание – Разгон. Во время этого испытания определяются время, за которое двигатель набирает обороты, с указанной минимальной величины до указанной максимальной. также определяются расход воздуха и топлива. Крайние величины частоты вращения коленчатого вала задаются пользователем.

Действие оператора: Резко нажать до упора на педаль привода дроссельной заслонки, дождаться увеличения частоты вращения выше верхней границы и отпустить заслонку. Дождаться стабилизации частоты вращения холостого хода и повторить действие не менее двух раз.

Данные испытания можно проводить при движении автомобиля, задав соответствующие пороги скорости разгона.

Данные испытания двигателя ГАЗ: нижняя границы частоты вращения 2000 об/мин, верхняя граница - 5000 об/мин. Средняя время разгона меньше 0,75 сек.

Результаты испытаний «Разгон» 8-ми клапанного двигателя ВАЗ с блоком «Январь 7.2 E2» представлены в таблице 6.

Таблица 6

Параметры	Начало	Окончание
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	2000	4000
Скорость автомобиля, км/час	0	0
Расход топлива, л/ч	5,3	19,5
Расход топлива, л/100 км	0	0
Расход воздуха, кг/час	71,9	219,5
Температура охлаждающей жидкости, °С	97	97
Время разгона, сек		0,59
Ускорение частоты вращения коленвала, об/мин/сек		3390
Ускорение автомобиля, км/час/сек		0

Баланс индикаторной мощности. Оценивает время разгона и торможения двигателя. Можно проводить как на холостом ходу, так и в движении (обычно на второй передаче).

Действие оператора: Резко нажать до упора на педаль привода дроссельной заслонки, дождаться увеличения частоты вращения выше верхней границы и отпустить заслонку. Дождаться стабилизации частоты вращения и повторить действие не менее двух раз.

Данные испытания двигателя ГАЗ: нижняя граница частоты вращения 2000 об/мин, верхняя граница – 5000 об/мин. Среднее время разгона меньше 6,0 сек.

Цилиндровый баланс прогретого двигателя. Показывает относительный вклад каждого цилиндра.

Действие оператора: Установить частоту холостого хода 2000 об/мин (в режиме «исполнительные механизмы»). Отключая последовательно одну форсунку, записать частоту вращения при работе двигателя без одной форсунки. Определить разницу в падении частоты вращения при отключении каждой форсунки. Разница падений оборотов (FREQX) между отдельными цилиндрами для двигателя ГАЗ должна составлять 60 - 80 об/мин.

Полезно также использование показаний газоанализатора при проведении испытания. По изменениям уровня СН можно судить об эффективности системы топливоподачи.

ПРИМЕЧАНИЕ: На автомобилях с электроприводом вентилятора системы охлаждения перед проведением испытания рекомендуется включить салонный отопитель (печку) на максимальную мощность, т.к. включение вентилятора во время проведения испытания сильно искажает результаты.

Результаты испытаний «**Цилиндровый баланс**» 8-ми клапанного двигателя ВАЗ с блоком «Январь 7.2 E2» представлены в таблице 7.

Таблица 7

Цилиндры	1	2	3	4
Изменение оборотов, об/мин	-150,0	-140,0	-180,0	-200,0

Параметр	Состояние	-	-	-
Положение РХХ, шаг	47	-	-	-

Испытание - Определение механических потерь. Во время этого испытания определяется время торможения двигателя после резкого отпускания дроссельной заслонки. Необходимо установить максимальную и минимальную частоту вращения коленчатого вала для замеров перед проведением испытания (гл. меню – «Настройка» - «Параметры испытаний» - «Механические потери»). Испытание проводят на прогретом двигателе.

Результаты испытаний «Механических потерь» 8-ми клапанного двигателя ВАЗ с блоком «Январь 7.2 E2» представлены в таблице 8.

Таблица 8

Параметры	Начало	Окончание
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	4000	2000
Скорость автомобиля, км/час	0	0
Длительность впрыска, мс	0	0
Расход воздуха, кг/час	13,7	9,9
Время торможения, сек	-	1,58
Ускорение частоты вращения коленвала, об/мин/сек	-	3390
Ускорение автомобиля, км/час/сек	-	0

Испытание - Неравномерность вращения коленчатого вала на ХХ

Во время этого испытания оценивается неравномерность вращения коленчатого вала на холостом ходу. Оценивается неравномерность вращения коленчатого вала:

$$N_{xx} = (\text{freq Max} - \text{freq Min}) / \text{freq XX},$$

где:

freq Min, freq Max - минимальная и максимальная частота вращения коленчатого вала;

freq XX - частота вращения коленчатого вала на холостом ходу, поддерживаемая блоком управления.

Результаты испытаний **«Неравномерность холостого хода»** 8-ми клапанного двигателя ВАЗ с блоком «Январь 7.2 E2» представлены в таблице 9.

Таблица 9

Режим	Результат
Установка блока управления холостого хода, об/мин	800,0
Неравномерность вращения коленчатого вала, %	10,0
Средняя частота вращения коленвала, об/мин	804,8
Минимальная частота вращения коленвала, об/мин	760,0
Максимальная частота вращения коленвала, об/мин	840

Испытание - Прокрутка двигателя стартером. Во время этого испытания определяется средняя частота вращения коленчатого вала, среднее напряжение и минимальное напряжение бортсети за время прокрутки двигателя стартером. Время прокрутки составляет 4 сек. Испытание проводят на прогретом двигателе. Вы можете установить время прокрутки перед проведением испытания (гл. меню – **«Настройка»** - **«Параметры испытаний»** - **«Прокрутка»**). Для проведения этого испытания адаптер нужно запитать внешним источником питания, т.к. при понижении напряжения питания возможно искажение замеров.

Испытание - Запуск двигателя. Во время этого испытания определяются время запуска двигателя и средняя частота вращения коленчатого вала. Испытание проводят на прогретом двигателе.

Результаты испытаний **«Запуск»** 8-ми клапанного двигателя ВАЗ с блоком «Январь 7.2 E2» представлены в таблице 10.

Таблица 10

Параметры	Результат
Время пуска, сек	0,4
Средняя частота вращения коленвала, об/мин	220
Среднее напряжение бортовой сети, В	9,4
Минимальное напряжение бортовой сети, В	9,4

Испытание АКБ (сканер). Следуйте рекомендациям, указанным в верхней части окна. Испытание генератора проводится в несколько этапов:

1. Измерение напряжения на клеммах АКБ при выключенных потребителях и источниках энергии должно быть в пределах 12,6 – 13,6 В.

2. На 20 - 30 секунд включается ближний свет для проверки заряженности АКБ. Напряжение не должно упасть ниже порогового уровня (зоны допусков показаны на шкалах в виде цветных прямоугольников).

3. На заведённом двигателе на холостом ходу проверяется напряжение на клеммах аккумулятора. Напряжение батареи должно быть в пределах 12,8 – 14,2 В.

4. Проверяется напряжение на оборотах 2000 ± 200 об/мин. Напряжение батареи должно быть в пределах 13,8 – 14,2 В. Включить фары (дальний свет). Напряжение батареи должно находиться в тех же пределах.

Если напряжение батареи увеличивается с ростом частоты вращения двигателя и падает при включении нагрузки (фар), то неисправен регулятор напряжения.

Если напряжение батареи ниже нормы и при включении фар (частота вращения 2000 ± 200 об/мин) уменьшается, причиной может быть слабое натяжение ремня привода генератора, неисправность генератора или неисправность регулятора напряжения. Если напряжение батареи ниже нормы и при включении фар (частота вращения 2000 ± 200 об/мин) остается практически неизменным, то причиной является неисправность регулятора напряжения. Если напряжение батареи выше нормы, то возможны следующие причины:

- плохой контакт регулятора напряжения с «массой» автомобиля;
- повышенное переходное сопротивление в цепи возбуждения генератора;
- плохое соединение «массы» между двигателем и кузовом автомобиля;
- неисправность регулятора напряжения.

Испытание - Лямбда зонд. Испытание предназначено для проверки датчика кислорода. Запустите и прогрейте двигатель. Удерживайте обороты двигателя в диапазоне 2000 - 2500 об/мин. Если датчик кислорода не имеет

электрического подогрева, то необходимо в течении 2 минут поддерживать эти обороты для прогрева датчика. Во время проведения испытания регистрируются замеры напряжения датчика кислорода при бедной и богатой смеси. Вы можете установить пороговые значения регистрации замеров датчика кислорода перед проведением испытания (гл. меню – «**Настройка**» - «**Параметры испытаний**» - «**Лямбда зонд**»).

Результаты испытаний «**Лямбда зонд**» 8-ми клапанного двигателя ВАЗ с блоком «Январь 7.2 E2» представлены в таблице 11.

Таблица 11

Параметры	Результат
Минимальное напряжение датчика O ₂ , В	0,1
Максимальное напряжение датчика O ₂ , В	0,8
Переключений за последние 10 секунд	8
Период колебаний, сек	2,5

Тест на скорость прогрева двигателя на холостом ходу

Определяется время, за которое температура охлаждающей жидкости увеличится с некоторой минимальной величины до максимальной величины. Крайние величины задаются пользователем. Текущая температура двигателя должна быть ниже минимальной.

Действие оператора: После запуска двигателя измерить время изменения показаний TWAT с 25 до 45 град.С. Скорость изменения температуры для ГАЗ составила 0,18 град.С/секунду.

Тест по определению механических потерь прогретого двигателя на холостом ходу. Определяет время, за которое двигатель сбросит обороты с одной частоты до другой.

Действие оператора: Резко и полностью отпустить педаль привода дроссельной заслонки, дождаться уменьшения частоты вращения до минимальной частоты вращения холостого хода. Повторить действие не менее 2-х раз.

При отпускании педали газа и высокой частоте вращения подача топлива автоматически прекращается. После отпускания педали параметр INJ должен быть равный 0 (подача топлива отключена) до момента достижения частоты 1500 - 1600 об/мин. Убедится, что эта функция ЭБУ реализуется, и после этого перейти к выполнению теста.

Результаты измерений: Верхняя граница частоты вращения 5000 об/мин, нижняя граница – 2000об/мин. Среднее время для ГАЗ больше 2 секунд.

8. Контрольные вопросы:

1. В чем заключается функция самодиагностики ЭБУ?
2. Какие типы ошибок бывают?
3. Какие неисправности не диагностируются «Мотор-тестером»?
4. Из каких компонентов состоит «Мотор-тестер»?
5. Для чего необходим адаптер?
6. Какие контакты имеют диагностические разъемы автомобиля ВАЗ?
ВАЗ?
7. Какие контакты имеют диагностические разъемы автомобиля ГАЗ?
ГАЗ?
8. Какие контакты имеют диагностические разъемы OBD - II?
9. Каким образом добавляются новые модули в программу МТ – 10?
10. Как производиться изменение наборов переменных и создание новых?
новых?
11. Как производиться считывание и стирание кодов ошибок?
12. Как производиться управление исполнительными механизмами?
13. Что означает понятие каналы АЦП и что можно просмотреть в этом окне?

14. Каким образом производится запись просматриваемого параметра и просмотр его перед печатью с функцией свода данных в таблицу?

15. Как можно определить какой блок управления установлен на автомобиле?

16. Какие особенности имеют блоки управления автомобиля ВАЗ?

17. Как проводится тест «Баланс форсунок»?

18. Как проводится тест «Разгон»?

19. Как проводится тест «Механические потери»?

20. Как проводится тест «Баланс индикаторной мощности»?

21. Как проводится тест «Цилиндровый баланс»?

22. Как проводится тест «Динамика разгона»?

23. Как проводится тест «Неравномерность ХХ»?

24. Как проводится тест «Лямбда зонд»?

25. Как производится регулировка СО на автомобиле ВАЗ?

26. Как производится регулировка СО на автомобиле ГАЗ?

27. Как производится диагностика ДПДЗ?

28. Как производится диагностика датчика температуры?

29. Как производится диагностика ДМРВ?

30. Как производится диагностика ДПКВ?

31. Как производится диагностика регулятора холостого хода (РХХ)?

32. Как производится диагностика системы зажигания?

33. Как производится испытание – «Прокрутка двигателя стартером»?

34. Как производится испытание – «Запуск двигателя» ?

35. Как производится испытание «АКБ (сканер)» ?

36. Как производится тест на скорость прогрева двигателя на холостом ходу?

ТЕМА № 2.2 Диагностика неисправностей элементов СУД с помощью мотор-тестера и сканера

1. Диагностика электронных систем управления автомобилем с помощью сканера X - 431

1.1. Система управления инжекторным двигателем (СУД)

СУД предназначена для обеспечения экологической безопасности работы двигателя, при приемлемой мощности и экономичности двигателя.

Системы управления инжекторными двигателями подразделяются на два типа: импульсного и непрерывного впрыска.

В системах импульсного типа форсунки открываются импульсным электрическим сигналом, количество топлива, впрыскиваемого в цилиндры, будет зависеть от длительности электрического сигнала. В системах непрерывного впрыска форсунки открываются под давлением топлива и количество впрыскиваемого топлива, будет зависеть от давления топлива. В свою очередь, системы импульсного типа подразделяются на системы распределительного впрыска, когда на каждый цилиндр устанавливается своя форсунка, и центрального впрыска, когда устанавливается одна общая форсунка на все цилиндры.

Блок-схема импульсной системы управления двигателем распределенного впрыска топлива представлена на рис 1.

Система состоит из набора датчиков электронного блока управления (ЭБУ) и исполнительных устройств. ЭБУ, получив информацию с датчиков обрабатывает ее и управляет исполнительными механизмами.

Система управления двигателем (СУД) состоит из датчиков, электронного блока управления (ЭБУ) и исполнительных устройств. Принципиальная схема системы управления двигателем «Motronic» представлена на рис. 1.

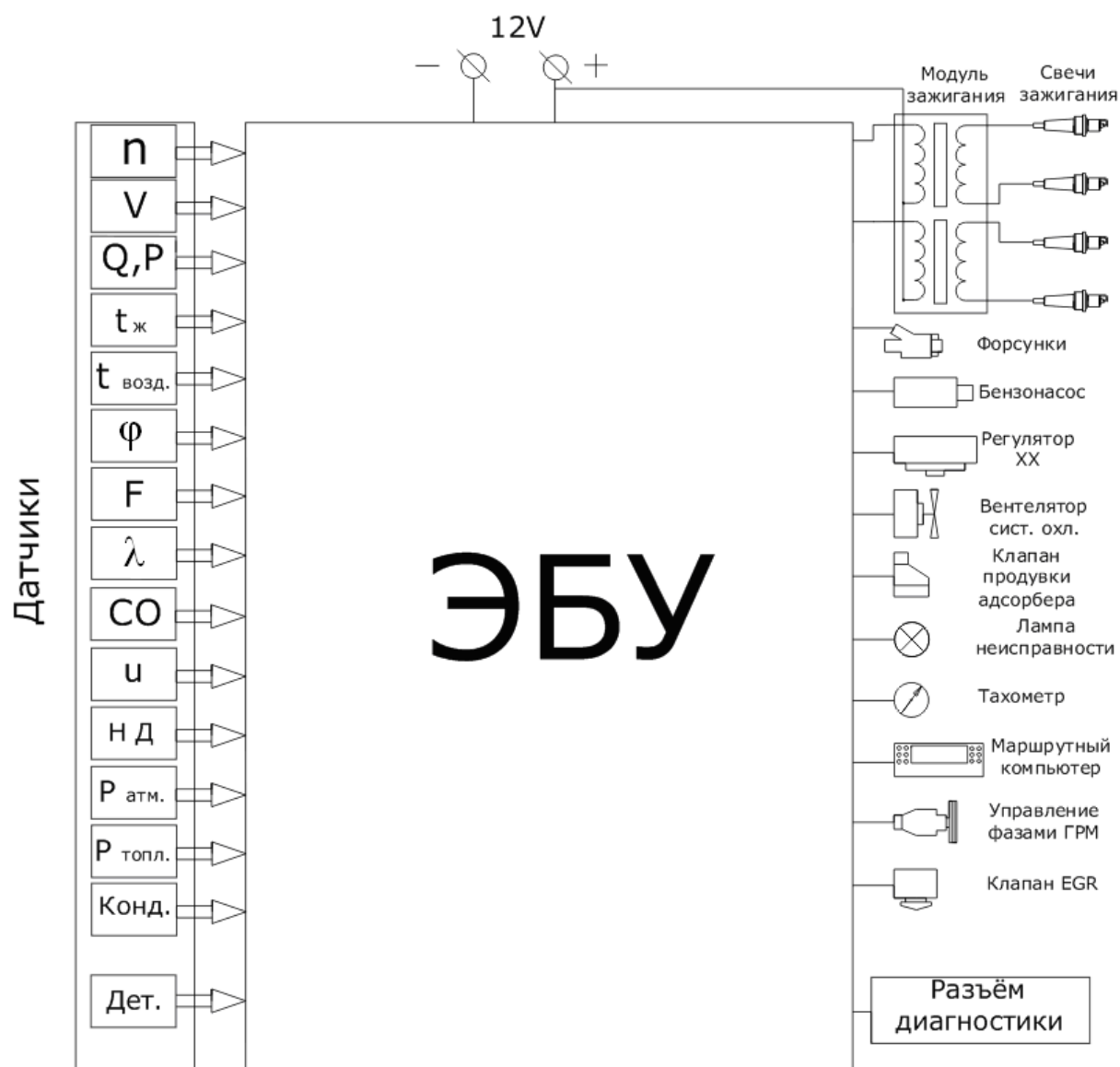


Рис.1. Блок-схема управления впрыском топлива и зажигания: n – датчик частоты вращения и положения коленчатого вала; v – датчик скорости движения автомобиля; Q, P – датчик нагрузки на двигатель; $t_{ж}$ – датчик температуры охлаждающей жидкости; $t_{возд.}$ – датчик температуры воздуха; U – сигнал напряжения аккумуляторной батареи; ϕ – датчик положения дроссельной заслонки; F – датчик фаз; λ – датчик кислорода; CO – потенциометр (может устанавливаться на автомобилях, на которых не установлен кислородный датчик); $P_{атм.}$ – датчик атмосферного давления; $H D$ – датчик неровности дороги; $P_{топл.}$ – датчик давления топлива; U – сигнал

напряжения бортовой сети; Конд. – сигнал включения кондиционера; Дет – датчик детонации.

СУД работает следующим образом.

С датчиков, встроенных в двигатель, снимается информация о режиме работы двигателя: частота вращения коленчатого вала, положение коленчатого вала по углу поворота, расход воздуха или абсолютное давление во впускном трубопроводе, положение дроссельной заслонки, температура охлаждающей жидкости и воздуха, поступающего во впускной коллектор.

Сигналы с датчиков поступают в ЭБУ, который перерабатывает полученную информацию и управляет исполнительными механизмами: форсунками, модулем зажигания, регулятором холостого хода, электробензонасосом, вентилятором охлаждающей жидкости, клапаном продувки адсорбера и клапаном рециркуляции выхлопных газов, лампочкой «CHECK ENGINE» (контроль двигателя), фазами газораспределения, фазами газораспределения, а также подает сигналы на тахометр (о скорости вращения коленчатого вала) и маршрутный компьютер (о скорости автомобиля и расходе топлива). Коррекция состава смеси производится по сигналам датчика кислорода, а коррекция угла опережения зажигания по сигналам датчика детонации. Примеры выполнения различных схем СУД представлены в приложении 3.

Импульсные сигналы от датчика частоты вращения и положения коленчатого вала поступает во входной формирователь, который преобразует их в импульсы прямоугольной формы.

Нагрузка на двигатель определяется с помощью датчика абсолютного давления во всасывающем коллекторе или датчиком массового расхода воздуха.

По датчику детонации ЭБУ, управляя катушками зажигания, корректирует угол опережения зажигания. По датчику кислорода ЭБУ, управляет форсунками, корректируя количество впрыскиваемого топлива, а следовательно изменяется состав топливной смеси.

Обработав информацию, полученную с датчиков ЭБУ управляет катушками зажигания, форсунками, топливным насосом, вентилятором системы охлаждения, регулятором холостого хода, продувочным клапаном адсорбера, лампочкой «CHECK ENGINE» (контроль двигателя), фазами газораспределения, а также подает сигналы на тахометр (о скорости вращения коленчатого вала) и маршрутный компьютер (о скорости автомобиля и расходе топлива).

1.2. Назначение и принципиальное устройство сканера X-431

Диагностика систем управления проводится с помощью диагностического сканера, который подключается к разъему диагностики.

Сканеры позволяют:

- Считывать и удалять коды неисправностей в СУД.
- Контролировать значения основных параметров элементов систем управления путем вывода текущих параметров на дисплей сканера в цифровом и графическом виде.
- Проводить сервисные регулировки, например, обнулять межсервисные интервалы.
- Проводить функциональные тесты исполнительных механизмов СУД.
- Записывать текущие параметры датчиков и исполнительных устройств, в том числе непосредственно во время движения автомобиля.
- Просматривать записанный массив данных в цифровом и графическом виде.
- Проводить тесты двигателя в различных режимах (ускорения, торможения и др).
- Получать паспортные данные об ЭБУ автомобиля; стирать коды ошибок.
- Диагностировать шины CAN.

Сканеры позволяют диагностировать следующие системы управления автомобилем: двигатель; автоматическая коробка передач;

антиблокировочная система тормозов (АБС); противобуксовочная система (ПБС); управляемая подвеска; подушки безопасности; система кондиционирования и климат-контроля; круиз-контроль; электронная комбинация приборов; бортовой компьютер; кузовная электроника; другие системы (в зависимости от модели автомобиля).

Сканер Х-431 представляет собой единый блок, состоящий из портативного компьютера с миниатюрным дисплеем на жидких кристаллах, встроенным адаптером, способный обмениваться информацией с компьютером ЭБУ автомобиля по соединительному кабелю и печатающего устройства. Сканер получает доступ к внутрисистемной информации ЭБУ и выдает эту информацию на дисплей.

Сканеры могут обмениваться информацией с ЭБУ по двум проводам (К- и L-линии) диагностического разъема. Линия К двунаправленная и передает данные в обе стороны, линия L однонаправленная и используется только при установлении связи между ЭБУ и сканером, затем линия L переходит в состояние логической единицы. К разъему должны также подключаться «масса» автомобиля и провод питания от аккумуляторной батареи.

1.3. Установка связи между сканером и ЭБУ

Работа начинается с загрузки программы, включения замка зажигания и иммобилайзера. Затем выбирается автомобиль. Однако, связь между сканером и ЭБУ может не произойти. Основными причинами отсутствия связи могут быть из-за неисправностей разъема диагностики, иммобилайзера, отсутствие питания ЭБУ или неисправность ЭБУ, также возможно не срабатывает отдельно установленная сигнализация.

Если двигатель запускается, горит лампочка «CHECK ENGINE», включается бензонасос, отработывает РХХ, то неисправен разъем диагностики.

Проверка исправности разъема диагностики сводится к проверке разрыва диагностической цепи контактов иммобилайзера и проверке наличия напряжения бортовой сети на клеммах разъема диагностики.

Разъем диагностики автомобиля связан с ЭБУ через управляющие контакты иммобилайзера (рис.2).

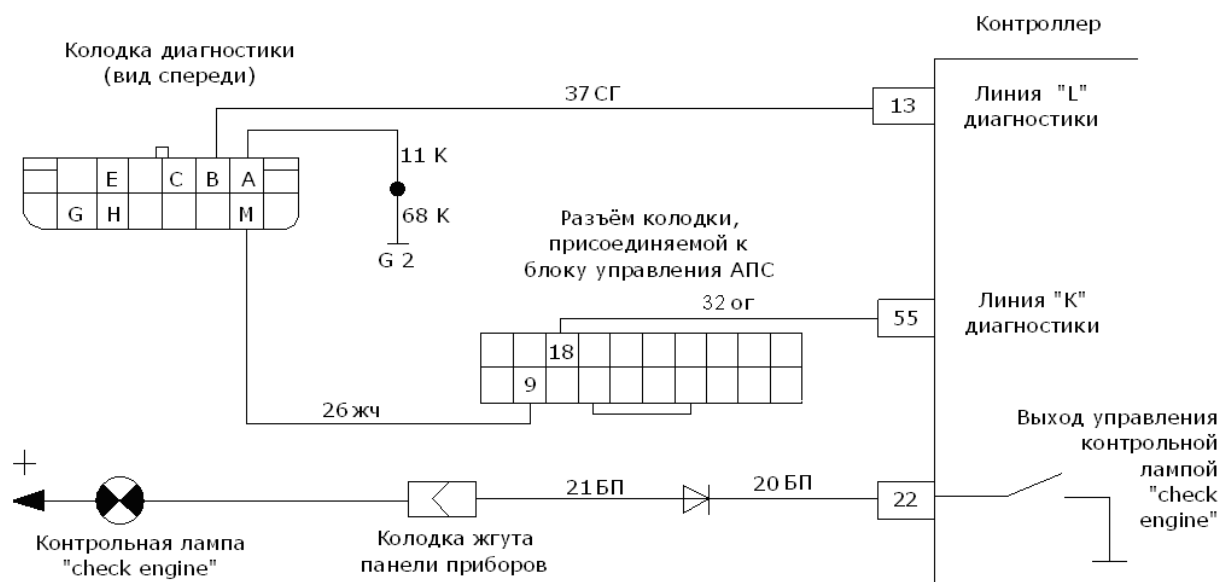


Рис. 2. Схема подключения иммобилайзера к ЭБУ и разъему диагностики.

Иммобилайзер представляет собой электронный блок, позволяющий определить владельца автомобиля по наличию у него специального кодового ключа. В случае отсутствия ключа, иммобилайзер препятствует запуску двигателя автомобиля путем выдачи специальной запрещающей кодовой команды на блок управления двигателем.

Режимы работы и состояния иммобилайзера индицируются при помощи светодиода и зуммера, установленных на панели автомобиля.

Если иммобилайзер отсутствует или не обучен для работы, то на автомобилях ВАЗ нужно установить перемычку между 9 и 18 контактами его разъема (рис. 3).

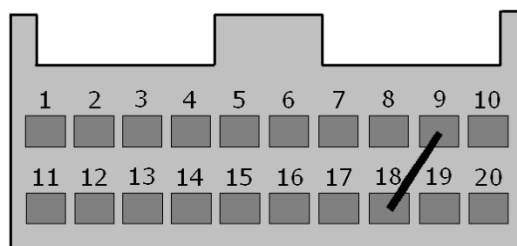


Рис. 3. Установка перемычки.

Если иммобилайзер обучен, то после снятия разъема и установки перемычки двигатель не заведется.

Связь с ЭБУ может быть нарушена из-за отсутствия напряжения бортовой сети на разъеме диагностики.

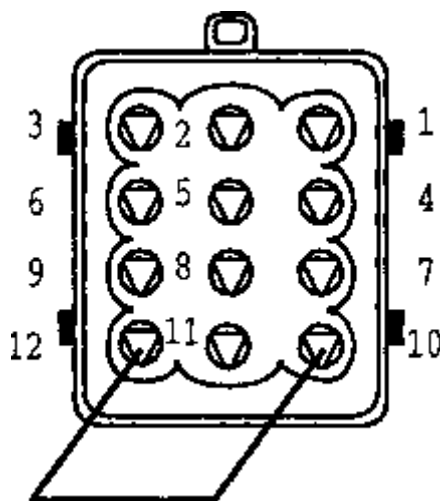


Рис. 4. Диагностический разъем автомобиля ГАЗ с двигателем ЗМЗ – 4062.10:
2 – от аккумуляторной батареи +12В, 10 – линия диагностики “L”-Line, 11 –
линия диагностики “K”-Line, 12 – масса автомобиля.

VAZ

М					Г
А	В				

Рис. 5. Разъем диагностики автомобиля ВАЗ: М – линия диагностики K-line;
А – масса автомобиля; G – от аккумуляторной батареи +12В; В – питание бензонасоса.

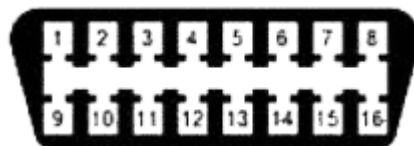


Рис. 6. Диагностический разъём OBD II: 1 OEM; 2 J1850 Шина+ (Bus + Line, SAE); 3 OEM; 4 Заземление кузова; 5 Сигнальное заземление; 6 Верхний контакт CAN (J-2284); 7 K Line ISO 9141-2; 8 OEM; 9 OEM; 10 Bus - Line, Sae J1850 Шина; 11 OEM; 12 OEM; 13 OEM; 14 Нижний контакт CAN (J-2284); 15 L Line ISO 9141-2; 16 Напряжение АКБ.

Необходимо проверить напряжение между клеммой 16 и массой автомобиля и величину сопротивления между клеммами 4, 5 и массой автомобиля.

Если двигатель не запускается (отсутствует искра), но лампочка «CHECK INGIN» горит, то неисправен иммобилайзер. Необходимо проверить включение иммобилайзера дополнительным ключом и проверить питание блока управления иммобилайзера.

Если двигатель не запускается, , не включается бензонасос, не отработывает РХХ и не горит лампочка «CHECK INGIN», то отсутствует питание блока управления или ЭБУ неисправен.

Проверка ЭБУ сводится к проверке наличия напряжений и наличие силового и логического заземлений на выводном разъеме ЭБУ (рис. 7). Кроме того цепи главного реле ЭБУ и др.

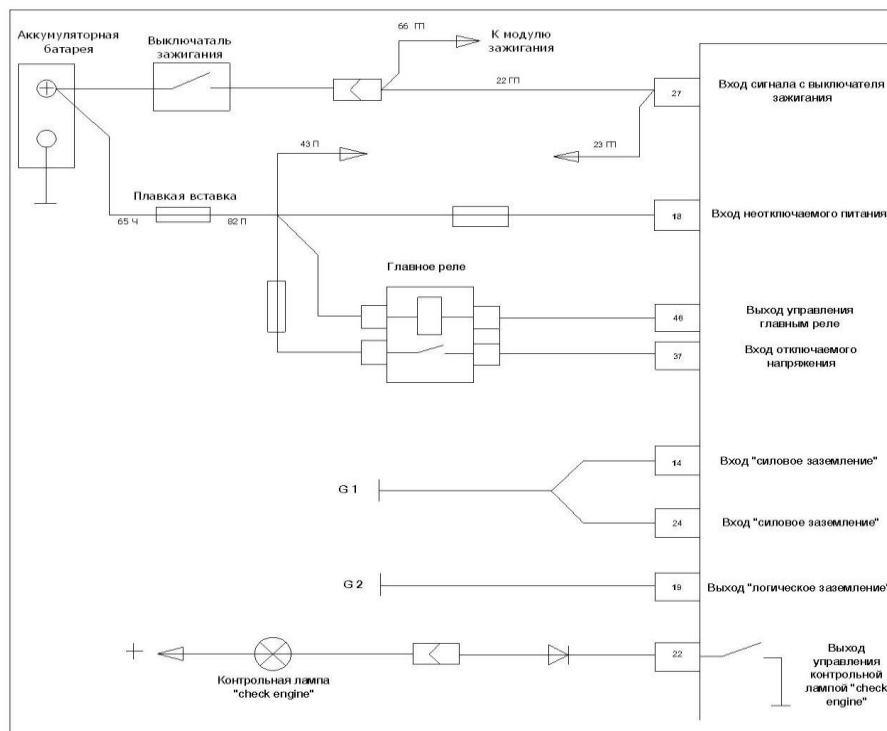


Рис. 7. Схема контактов ЭБУ ВАЗ.

1.4. Методика диагностики по кодам неисправностей

При возникновении неисправностей в элементах СУД загорается контрольная лампа неисправностей двигателя «CHECK ENGINE» на панели приборов. В этом случае необходимо с помощью сканера проверить наличие кода неисправности.

Для поиска кодов неисправностей сканер подключают к разъему диагностики и поворачивают ключ зажигания.

В меню сканера отыскивается пункт «Коды неисправностей». Коды записываются на бумаге, а затем после выбора пункта меню «очистка кодов неисправностей» стираются из памяти ЭБУ. После запуска двигателя наблюдается повторное появление кодов неисправностей, то это постоянные коды неисправностей и вероятными причинами которых могут быть:

- Неисправность самого элемента системы управления.
- Плохой контакт в разъемах.
- Обрыв или короткое замыкание в жгуте проводов.

- Неисправность входного или выходного каскадов ЭБУ.

Для проверки снимают разъем с элемента системы управления и проверяют наличие напряжения на подводящем разъеме (для датчиков 4,8-5,0 В). При отсутствии напряжения проверяют цепь от элемента системы управления до ЭБУ. Для выполнения этой операции, необходимо использовать электрические схемы систем управления для данной модели автомобиля (см. техническую литературу).

При наличии напряжения проверяют диагностируемый элемент системы управления. Например, если он резистивного типа, то проверяется его сопротивление. Измеренные значения сравниваются с техническими данными для регулировки и контроля (см. книги).

Далее разъемы соединяют и проверяется наличие выходного сигнала (напряжение, частота) на управляющем проводе элемента системы управления. Эта процедура проводится при включенном зажигании или при работе двигателя на холостом ходу, в зависимости от вида испытуемого элемента системы управления.

Чтобы ускорить операцию оценки величины выходного сигнала, используется сканер в режиме «Параметры». Измеренные значения выходных сигналов сравниваются с техническими данными для регулировки и контроля (см. книги).

После устранения неисправности с помощью сканера стираются коды неисправностей и проверяется наличие признака неисправности.

При анализе ошибок важно понимать как работает ЭБУ в аварийных режимах работы.

1.5. Работа ЭБУ в аварийных (резервных) режимах работы

Резервный режим работы при неисправном датчике температуры охлаждающей жидкости предполагает включение вентилятора охлаждающей жидкости, установку начальной температуры при запуске двигателя 0 град.С,

а также автоматическое увеличение температуры двигателя до 85 град.С по времени работы двигателя после запуска (рис. 2).

- Резервный режим работы при неисправности датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) определяет повышенные обороты холостого хода. ЭБУ отказывается от регулировки оборотов холостого хода, шаговый регулятор холостого хода устанавливается в постоянное положение 120 шагов. Топливоподача рассчитывается по показаниям датчика массового расхода воздуха с параметром обогащенного состава топливной смеси.

- Резервный режим работы при неисправности датчика массового расхода воздуха (ДМРВ) определяет повышенные обороты холостого хода. Шаговый регулятор холостого хода устанавливается в постоянное положение 120 шагов. Показания ДМРВ заменяются значениями из аварийной таблицы (на основе показаний ДПДЗ и оборотов двигателя). Топливоподача рассчитывается по этим значениям с параметром обогащенного состава топливной смеси.

- Резервный режим при отказе датчика детонации заключается в изменении режимных углов опережения зажигания. ЭБУ использует аварийную таблицу (пониженных) углов опережения зажигания.

- При выходе из строя ДМРВ и ДПДЗ двигатель способен заводиться и работать, но передвигаться на таком автомобиле очень нелегко.

При недопустимом проценте пропусков воспламенения в цилиндре двигателя модуль пропуска воспламенения блокирует подачу топлива форсункой соответствующего цилиндра.

Переход на резервный режим всегда ухудшает ездовые качества автомобиля.

2. Диагностика систем управления автомобилей с инжекторными двигателями с помощью сканера X-431

2.1. Цель работы: изучить устройство сканера X-431, освоить методы диагностики систем управления автомобилей с инжекторными двигателями с помощью сканера X-431, научиться считывать коды неисправностей в различных системах управления автомобилем, стирать коды неисправностей, наблюдать за параметрами работы двигателя, представлять параметры работы двигателя в графическом виде, производить запись диагностируемых параметров в базу данных, управлять исполнительными механизмами.

2.2. Устройство сканера X-431

Сканер состоит из комплекта соединительных проводов и сменных адаптеров для подсоединения к разъему диагностики (рис.8). Блок сканера состоит из трех основных частей: основного блока 1, блока диагностики 2 и блоком со встроенным мини принтером (рис. 9).



Рис. 8. Сменные адаптеры

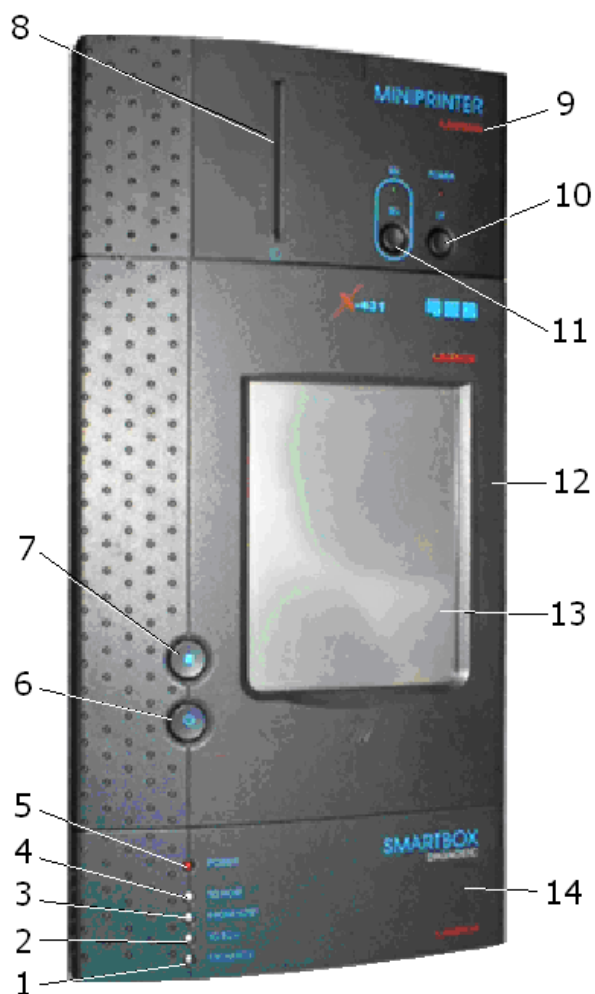


Рис. 9. Устройство сканера: 1 - Индикатор приема данных из ЭБУ системы в SMARTBOX; 2 - Индикатор передачи данных из SMARTBOX в ЭБУ системы; 3 - Индикатор приема данных из основного блока в SMARTBOX; 4 - Индикатор передачи данных из SMARTBOX в основной блока; 5 - Индикатор питания SMARTBOX; 6 - Выключатель питания основного блока; 7 - "Горячая" клавиша основного блока; 8 – Окно подачи ленты; 9 – Блок мини принтера; 10 - FL – кнопка принтера (подача бумаги); 11 - SEL – кнопка готовности принтера; 12 – Основной блок; 13 – ЖК дисплей; 14 – Блок диагностики.

2.3. Методы диагностики систем управления автомобилей с инжекторными двигателями с помощью сканера X-431

Перед началом один конец основной провод в разъем SMARTBOX на сканере, а другой конец через соответствующий адаптер подсоединяют к разъему диагностики автомобиля и включают замок зажигания (рис.10). Если контакт источника питания на диагностическом разъеме автомобиля поврежден или на нем отсутствует напряжение, Вы можете подключить источник питания следующими способами:

- От разъема прикуривателя: вставьте один конец кабеля для подключения питания в разъем прикуривателя в салоне автомобиля и подключите другой конец в разъем питания основного кабеля прибора X-431.
- От АКБ: подключите положительный и отрицательный зажимы кабеля для подключения питания от АКБ на соответствующие клеммы АКБ и вставьте другой конец этого кабеля в разъем питания основного кабеля прибора X-431.



Рис. 10. Подсоединение сканера к автомобилю: 1 - сканер; 2 - основной соединительный провод; 3 – адаптер; 4 – разъем диагностики.

После подключения, для запуска сканера X-431, необходимо нажать кнопку «POWER» (кнопка включения). На экране появится сообщение

«нажмите кнопку [HOTKEY]» - "Горячая кнопка". Если калибровка не делается, то необходимо подождать, пока на экране не появится изображение как показано на рисунке 4.



Рис. 11. Главное меню.

Существует и другой способ запуска программы. Необходимо нажать кнопку [Пуск] в главном меню и выбрать [GAG] --> [GD Scan] во всплывающем меню (рис.12) появится изображение как показано на рисунке 11.

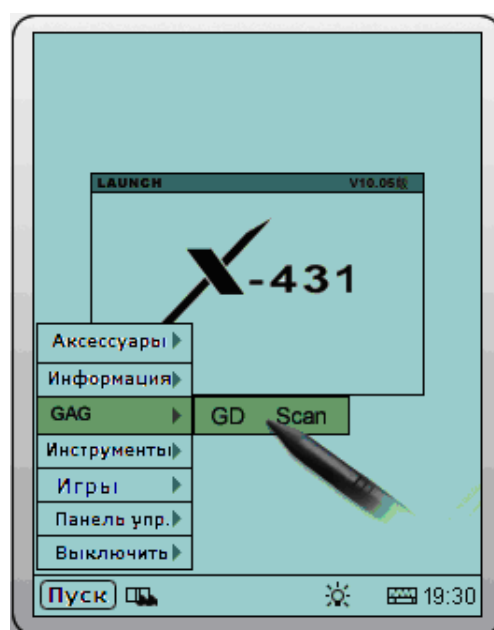


Рис.12. Главное меню.

После нажатия на кнопку [Пуск] (рис.11) на экране сканера отобразится меню производителей автомобилей (рис.13).

выберите марку А/М			
			
			
стр. вверх		стр. вниз	
	назад		помощь

Рис. 13. Меню выбора автомобиля.

Далее необходимо нажать на иконку выбранного автомобиля в меню производителей автомобилей, например BMW, и на экране прибора отобразится следующая страница с указанием модели диагностируемого автомобиля (рис.14).

выберите версию программы			
Полные системы BMW V10.02			
стр. вверх		стр. вниз	
		ОК	
	назад		помощь

Рис. 14. Информационное окно о системе автомобиля.

После нажатия на иконку модели автомобиля [Полные системы BMW V10.02] на экране появится сообщение (рис.15): «Программное обеспечение сканера позволяет диагностировать электронные системы управления автомобилей BMW, выпущенных до 2006 года включительно, включая такие системы, как управление двигателем / шасси / кузовом и многие другие. Функции, выполняемые прибором, такие же самые, как и у оригинальных инструментов сканирования.

выберите версию программы			
Полные системы BMW V10.02			
Программа способна диагностировать электронные системы управления автомобилей марки BMW до 2006 года.			
стр. вверх		стр. вниз	
		ОК	
назад		помощь	

Рис. 15. Информационное окно.

После нажатия на кнопку [ОК] сканер выполнит перезапуск и проверку SMARTBOX, а затем начнет загрузку программ диагностики из CF картриджа. После загрузки на экране прибора отобразится меню выбора диагностического разъема (рис. 16).

выберите версию программы			
BMW-20Pin диагност разъем			
OBD II-16Pin диагност разъем			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 16. Информационное окно выбора разъема диагностики.

Необходимо выбрать диагностический соединитель, соответствующий, разъему установленному на диагностируемом автомобиле:

1. 20-ти контактный диагностический разъем BMW.
2. 16-ти контактный OBD-II диагностический разъем.

Методы диагностики для обоих видов диагностических разъемов похожи. Для описания приемов работы выберем, например 20-ти контактный диагностический разъем BMW. На экране появится список диагностируемых сканером систем (рис. 17).

выберите версию программы			
DME (Двигатель)			
EGS (Трансмиссия)			
ABS (Антиблокировка тормоза)			
SRS (Подушки безопасности)			
IHKA/IHKB (Кондиц/отопитель)			
IKE/IKI/KOMBI			
EML (Электронные дроссель)			
SPM/SM			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис.17. Окно выбора системы.

Чтобы выбрать систему управления двигателем, необходимо нажать на кнопку [Двигатель] в меню выбора систем. Сканер прочитает информацию о версии ЭБУ системы управления двигателем диагностируемого автомобиля. Если связь с ЭБУ успешно установлена, на экране дисплея отобразится информация о ЭБУ системы диагностируемого автомобиля, как показано на рис. 18.

Идентификация ЭБУ	
DME M3.1 M50 B20/25 BOCSE H/W No. 0261203270 BOCSE S/W No. 0000000000 BMW H/W No. 1726171 BMW S/W No. 000 PRODUCT No. 500	
OK	

Рис. 18. Окно выбора системы управления двигателем.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций системы управления двигателем, как показано на рисунке 19.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Текущие данные			
Активация исполнительных механизмов			
Идентификация			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 19. Окно отображения функций системы управления двигателем.

Чтение кодов неисправностей.

Нажать кнопку [Чтение памяти неисправностей] в меню функции системы управления двигателем. Х-431 считывает записанные коды неисправностей из памяти ЭБУ.

После выполнения функции, результат отобразится на экране дисплея. Если в диагностируемой системе есть записанные коды неисправностей – на экране отобразится код неисправности и ее краткое описание. Если в диагностируемой системе нет записанных кодов ошибок - на экране дисплея отобразится следующее сообщение «Нет сохранённых кодов». На рис. 20 показан пример результата теста.

Коды ошибок			
103 Неисправность опер памяти			
235 Обрыв цепи вентел сис. охл.			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 20. Окно кодов ошибок.

Стирание кодов неисправностей. Нажать кнопку [Сброс памяти неисправностей] в меню функции системы управления двигателем. Х-431 начнет процедуру удаления записанных кодов неисправностей из памяти ЭБУ. В случае успешного завершения указанной функции на экране дисплея отобразится страница, как показано на рис 21.

Стирание кодов неисправностей
Сброс памяти неисправностей
ОК

Рис. 21. Окно стирания кодов ошибок.

Просмотр параметров элементов систем управления. Нажать кнопку [Чтение текущих данных] в меню функций систему управления двигателем и на экране прибора отобразится список значений параметров системы, как показано на рис. 22.

Выберите параметр			
Скорость вращения двигателя			
Скорость автомобиля			
Температура охл. жидкости			
Температура возд.на впуске			
Сигнал датчика кислорода O2			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 22.Окно выбора диагностического параметра.

Необходимо выбрать нужные элементы и нажать их. Например, нажать [Скорость вращения двигателя], [Скорость автомобиля], [Температура охлаждающей жидкости], [Температура воздуха на впуске] и [Сигнал датчика кислорода O₂], как показано на рисунке 23.

Выберите параметр			
Скорость вращения двигателя			
Скорость автомобиля			
Температура охл. жидкости			
Температура возд.на впуске			
Сигнал датчика кислорода O2			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 23. Окно выбора параметров.

Нажать на кнопку [OK] и на экране дисплея отобразятся значения выбранных элементов в реальном времени, как показано на рисунке 24.

Текущие данные			
Скорость а/м		0 км/ч	
Темпер. возд на впуске		25 гр	
Темпер.охл. жидкости		95 гр	
Сигнал датчика O2		450 мВ	
стр. вверх		стр. вниз	График - 1
домой	назад	печать	помощь

Рис. 24. Окно просмотра параметров.

Если необходимо распечатать результаты диагностики, то нужно нажать на кнопку [Печать]. На рисунке 25 показан пример напечатанного отчета.

X431	LAUNCH
SMARTBOX:	AXN000022
Дата:	10/10/2007 09:32:12
Частота вращения	780 об/мин
Темпер. жидкости	80.0 °C
Темпер. воздуха	35.0 °C
Время впрыска	6 мс

Рис. 25. Пример отчёта о просмотренных параметрах.

Нажать кнопку [График - 1] в интерфейсе, показанном на рисунке 24, и на экране прибора отобразится осциллограмма одного параметра из потока текущих данных (рис. 26).



Рис. 26. Окно графика выбранного параметра.

Если нажать на кнопку [График - 2], то на экране сканера отобразится осциллограмма двух параметров из потока текущих данных (рис. 27).

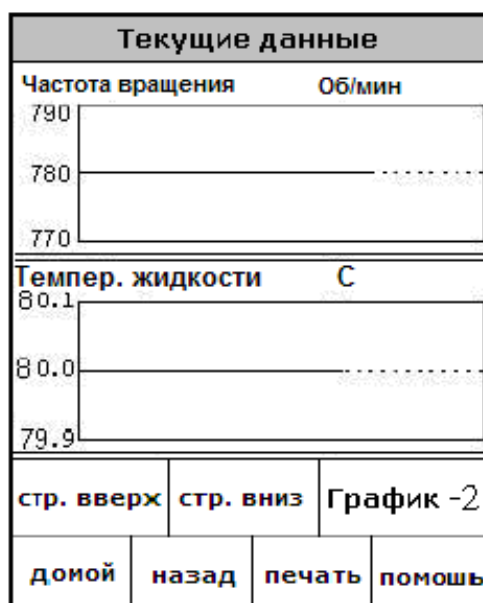


Рис. 27. Окно графика двух выбранных параметров.

Нажать кнопку [Цифровой] в интерфейсе, и на экране дисплея вновь отобразятся значения выбранных параметров в реальном времени, как показано на рисунке 28.

Текущие данные			
Частота вращения 780 об/мин			
Темпер. жидкости 80.0 °C			
Темпер. воздуха 35.0 °C			
Время впрыска 6 мс			
стр. вверх		стр. вниз	График -2
доной	назад	печать	помощь

Рис. 28. Окно цифрового отображения параметров.

Тест активации исполнительных устройств. Нажать кнопку [Тест исполнительных механизмов] в меню функции системы и на экране дисплея отобразится список доступных для проверки исполнительных механизмов, как показано на рисунке 29.

Тест исп. механизмов			
Форсунка 1			
Форсунка 2			
Форсунка 3			
Форсунка 4			
Форсунка 5			
Форсунка 6			
Вентил. систем. охлажд.			
РХХ			
стр. вверх		стр. вниз	
доной	назад	печать	помощь

Рис. 29. Окно выбора исполнительных механизмов.

Нажать один из пунктов в списке для выполнения теста. Для описания последовательности операций выберем, например, пункт [Форсунка 1]. При нажатии на пункт [Форсунка 1] сканер включает форсунки первого цилиндра. Если тестирование закончится успешно, на экране дисплея отобразится сообщение, как показано на рисунке 30.



Рис. 30. Окно окончания теста.

Номер версии. Нажать кнопку [Идентификация] в меню функции системы и на экране прибора отобразится информация о версии ЭБУ системы управления двигателем, как показано на рисунке 31.

Идентификационные данные	
DME M341.1 M52	
Basic Part No.	1429773
Hardware No.	11
Software No.	42
Coding No.	01
Diagnosis Index	20
Bus Index	21
Modification Index	00

OK	печать
----	--------

Рис. 31. Меню идентификации блока управления.

Система управления трансмиссией. Нажать кнопку [Система управления трансмиссией] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ системы управления трансмиссией диагностируемого транспортного средства, и результат отобразится на экране дисплея, как показано на рисунке 32.

Идентификационные данные	
ABS/ASC 5 M60/M52	
ECU Part Number	1162504
Hardware Number	04
Software Number	01
Diagnosis index	08
Coding index	00
Bus index	00
Date	39/94

OK	печать
----	--------

Рис. 32. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций системы управления трансмиссией, как показано на рисунке 33.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Текущие данные			
Активация исполнительных механизмов			
Идентификация			
Сброс адаптации			
стр. вверх		стр. вниз	
доной	назад	печать	помощь

Рис. 33. Окно выбора системы.

Приемы выполнения диагностики системы управления трансмиссией аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем, за исключением [Сброс адаптации]. Поэтому рассмотрим только функцию [Сброс адаптации]. При нажатии на кнопку [Сброс адаптации] сканер начнет процедуру стирания значений адаптации. Когда они будут удалены, на экране дисплея отобразится сообщение, как показано на рисунке 34.

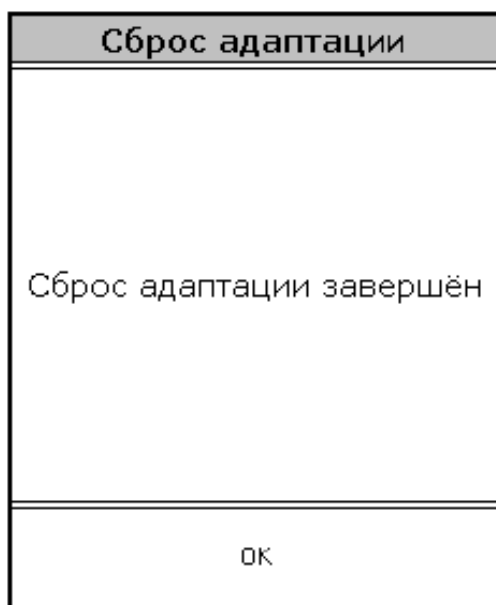


Рис. 34. Окно завершения процесса удаления значений адаптации.

Если в процессе работы возникнут ошибки связи с ЭБУ системы, на экране дисплея отобразится сообщение, как показано на рисунке 35.



Рис. 35. Информационное окно.

Необходимо убедиться в надежности подключения разъемов и кабелей, а затем нажать на кнопку [Повторить] для повторного выполнения функции [Сброс адаптации].

Антиблокировочная система тормозов. Нажать кнопку [Антиблокировочная система] в меню выбора систем. Сканер считает

информацию о версии ЭБУ анти блокировочной системы тормозов диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 36.

Идентификационные данные	
ABS/ASC 5 M60/M52	
BMW Part Number	1162504
Hardware Number	04
Software Number	01
Diagnosis index	08
Coding index	00
Bus index	00
Date	39/94
OK печать	

Рис. 36. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций антиблокировочной системы тормозов, как показано на рисунке 37.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Активация			
Идентификация			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 37. Меню выбора функции системы.

Приемы выполнения диагностики антиблокировочной системы тормозов аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем.

Воздушные подушки. Нажать кнопку [Air bag] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ системы управления воздушными подушками безопасности (SRS) диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 38.

Идентификационные данные	
Airbag [MPS3] system	
Part Number	8352763
Hardware Number	01
Software Number	46
Diagnosis index	08
Coding index	01
Bus index	00
Data	50/92
OK	печать

Рис. 38. Окно меню идентификации блока управления.

Приемы выполнения диагностики системы управления воздушными подушками безопасности аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем.

Кондиционирование воздуха/обогреватель. Нажать кнопку [AC/heater] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ системы управления кондиционированием воздуха или управления климатом диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 39.

Идентификационные данные	
Airbag [MRS3] system	
Part Number	8352763
Hardware Number	01
Software Number	46
Diagnosis index	08
Coding index	01
Bus index	00
Data	50/92

OK	печать
----	--------

Рис. 39. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций системы управления кондиционированием воздуха или управления климатом, как показано на рисунке 40.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Идентификация			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 40. Меню функций системы.

Приемы выполнения диагностики системы управления кондиционированием воздуха или управления климатом аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем.

Панель приборов. Нажать кнопку [IKE/IKI/KOMBI] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ панелью приборов диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 41.

Идентификационные данные	
KOMBI E39	
Part Number	3353432
Hardware NO.	31
Software NO.	36
Diagnosis index	30
Coding index	30
Bus index	37
Data	30/31
CAN index	37
Modification	30
OK печать	

Рис. 41. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций системы управления панелью приборов, как показано на рисунке 42.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Управление панелью			
Идентификация			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 42. Меню функций системы.

Приемы выполнения диагностики системы управления панелью приборов аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике

систем управления двигателем, за исключением функции [Сброс сервиса]. Поэтому рассмотрим только функцию [Сброс сервиса].

Нажать кнопку [Service reset] в меню функций, на экране дисплея отобразится следующая страница, как показано на рисунке 43.

Выберите функцию			
Замена моторного масла			
Время до следующей инспек			
Пробег до след инспек			
стр. вверх		стр. вниз	
доной	назад	печать	помощь

Рис. 43. Меню сервисных настроек системы.

Можно провести сброс интервалов следующих параметров:

- Замены моторного масла
- Времени до следующей инспекции
- Пробега до следующей инспекции

Приемы выполнения операций для всех трех вышеупомянутых функций аналогичны. Поэтому, для примера, рассмотрим последовательность операций по проведению сброса интервала замены моторного масла.

Нажать кнопку [Замена моторного масла]. Сканер начинает процедуру стирания значений сервисного индикатора интервала замены моторного масла. Когда стирание значений будет успешно завершено, на экране дисплея отобразится сообщение, как показано на рисунке 44.

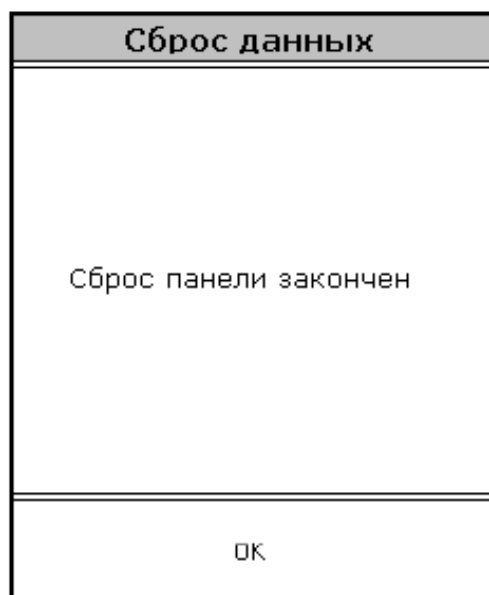


Рис. 44. Окно завершения настроек.

Электронный дроссель. Нажать кнопку [Электронный дроссель] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ системы управления электронным дросселем диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 45.

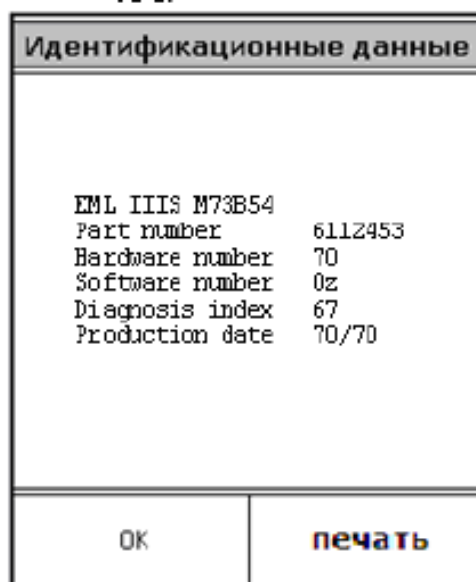


Рис. 45. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций системы управления электронным дросселем, как показано на рисунке 46.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Идентификация			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 46. Меню функций системы.

Приемы выполнения диагностики системы управления электронным дросселем аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем.

Система SPM/SM. Нажать кнопку [SPM/SM] в меню выбора систем. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ SPM/SM диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 47.

Идентификационные данные	
SPM/SM BOSCH H/W No. 0140021620 BOSCH S/W No. 5718537621 BMW H/W No. 9767271 BMW S/W No. 821 PRODUCT No.	
OK	печать

Рис. 47. Окно меню идентификации блока управления.

Нажать кнопку [OK] и на экране дисплея отобразится меню функций системы SPM/SM, как показано на рисунке 48.

Выберите функцию			
Чтение памяти неисправностей			
Сброс памяти неисправностей			
Идентификация			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 48. Меню функций системы.

Приемы выполнения диагностики системы управления SPM/SM аналогичны описанным в разделе, посвященном диагностике систем управления двигателем.

Электронный иммобилайзер.

Нажать кнопку [Стр. вверх] в меню для просмотра второй страницы меню, как показано на рисунке 49.

Выберите функцию			
Эммобилайзер			
стр. вверх		стр. вниз	
домой	назад	печать	помощь

Рис. 49. Смена страниц функций.

Нажать кнопку [Elec. Immobilise System] в меню выбора систем, показанном на рисунке 49. Сканер считывает информацию о версии ЭБУ EWS диагностируемого автомобиля, как показано на рисунке 50.

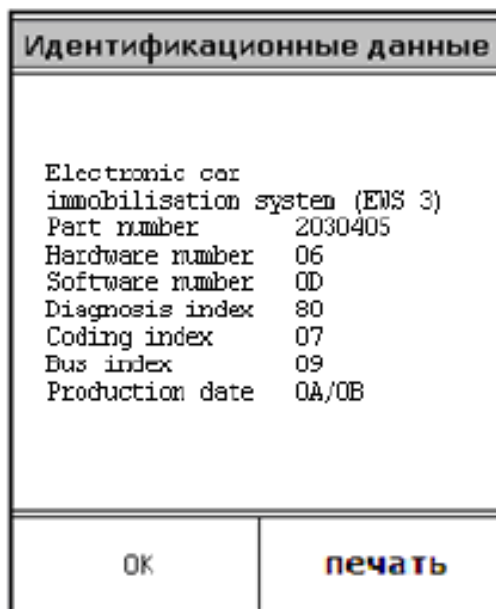


Рис. 50. Окно меню идентификации блока управления.

3. Контрольные вопросы

1. Назначение системы управления двигателем?
2. На какие два типа подразделяются системы впрыска топлива?
3. На какие типы подразделяются системы импульсного впрыска топлива?
4. Из каких элементов состоит СУД?
5. От каких датчиков ЭБУ получает информацию?
6. Какими исполнительными устройствами управляет ЭБУ?
7. Какие функции может выполнять сканер X-431?
8. Какие системы позволяет диагностировать сканер X-431?

9. Как устанавливается связь между сканером и ЭБУ?
10. Признаки неисправности разъёма диагностики?
11. Признаки неисправности иммобилайзера?
12. Признаки неисправности ЭБУ?
13. Какие разъёмы диагностики устанавливаются на современных автомобилях?
14. Из каких частей состоит сканер X-431?

ТЕМА № 3 Диагностика двигателя и его систем с помощью газоанализатора

1. Общие сведения о содержании выхлопных газов

Без газоанализатора, как правило, не удастся надежно установить истинную причину неисправности двигателя или его систем (топливоподдачи, зажигания и др.). Работа с газоанализатором не так проста, как может показаться. Важно не снять показания с газоанализатора, а понять, что же происходит в двигателе, из-за чего состав выхлопных газов выходит за нормативные значения.

1.1. Приготовление рабочей смеси

Воздух представляет собой смесь примерно из 78% азота и 21% кислорода. В небольших количествах в воздухе находится аргон 0,93% и углекислый газ (CO_2) 0,03%. Бензин состоит из углеводородов и является смесью примерно 15% водорода и 85% углерода.

При полном сгорании топлива кислород соединяется с углеродом в форме двуокиси углерода (CO_2) и с водородом в форме воды (H_2O). Понятно, что при полном сгорании бензина концентрация CO_2 будет максимально и поэтому в дальнейшем при анализе выхлопных газов величина содержания CO_2 принимается за критерий эффективности сгорания топлива. Углекислый газ CO_2 – это индикатор эффективности сгорания топлива. Если CO_2 достигает максимальной величины (14-15%), то двигатель работает с наибольшей эффективностью.

Продуктами неполного сгорания бензина в двигателе являются несгоревшие углеводороды (C_xH_y), окись углерода (CO), окислы азота (NO_x), кислород (O_2), CO_2 , H_2O и сажа (углерод C). Двуокись углерода, кислород и вода безвредны, а остальные загрязняют атмосферу.

Окись углерода (CO) не имея ни цвета, ни запаха, блокирует эритроциты крови и не дает им переносить кислород. Известно, что даже

содержание в воздухе 0,3% CO может привести к смерти человека за 30 минут.

Углеводороды (C_xH_y) это несгоревшее топливо, имеют характерный запах. Это яды, поражающие нервную систему и раздражающие слизистую оболочку. Кроме того, они могут попадать в атмосферу в виде паров топлива из бака.

Угарные газы образуются из азота воздуха, который под воздействием высокой температуры в камере сгорания окисляется. Наряду с окисью азота (NO) образуются в небольшом количестве двуокись азота (NO_2). NO_2 - красно-коричневый газ резкого, пронизывающего запаха. Он раздражает легкие путем отравления тканей и известен как тяжелый яд для крови.

Углекислый газ – это невредный для здоровья продукт сгорания. Увеличение содержания двуокиси углерода в атмосфере считается одной из важных причин парникового эффекта.

Определение состава выхлопных газов проводится с помощью четырех- или пятикомпонентного газоанализаторов. Газоанализатор представляет собой электронно-оптический прибор для измерения объемной доли компонентов в отработавших газах двигателя. В выхлопных газах определяется содержание углеводородов (CH), окиси углерода (CO), углекислого газа (CO_2) и кислорода (O_2). В пятикомпонентном газоанализаторе дополнительно измеряется содержание окислов азота (NO_x).

Шкалы газоанализаторов градуируются в процентах для CO, CO_2 и O_2 , а содержание CH и NO измеряется в частях на миллион по объему в «ч.н. млн» или «ppm». Единица измерения – «частей на миллион» (ч.н. млн) или в своем англоязычном эквиваленте для аппаратуры зарубежного производства parts per million (ppm) – представляет собой миллионные доли объема, связанные с процентным содержанием приближенной зависимостью $10000 \text{ ppm} = 1\%$.

Приблизительное соотношение между ppm СН и процентным содержанием СН является следующее: если не сгорает 1% смеси, то образуется 200 ppm СН. Так например, если в бак залить 100 л бензина, то при концентрации СН 200 ppm не сгорит 1 литр бензина.

Любые изменения в условиях сгорания топлива в двигателе, вызванные нарушением работы систем питания, зажигания, системы управления двигателем или другими причинами (низкая компрессия в цилиндрах, нарушение фаз газораспределения и т.п.) немедленно приводят к отклонению содержания и соотношения компонентов выхлопных газов (CO , CH , CO_2 , O_2) от установленных норм. На основе измерения содержания указанных газов, газоанализатор рассчитывает значение λ .

Для полного сгорания топливной смеси бензин и воздух должны находиться друг с другом в стехиометрической пропорции, которая достигается тогда, когда для сгорания 1 кг топлива расходуется 14,7 кг воздуха (примерно 10000 л воздуха).

Коэффициент избытка воздуха указывает, насколько фактически имеющееся в рабочей смеси количество воздуха отличается от теоретически необходимого: $\lambda = \text{масса воздуха, поступающая в цилиндры} / \text{теоретически необходимое количество воздуха}$.

Таким образом, в стехиометрическом составе λ составляет 1. Обогащение смеси топливом приводит к уменьшению количества воздуха, поступающего в цилиндры и следовательно к уменьшению λ . При обеднении смеси количество воздуха, поступающего в цилиндры увеличивается и величина λ больше 1.

2. Методика диагностики систем двигателя с помощью газоанализатора

2.1. Цель работы: изучить устройство и принцип работы газоанализатора «Инфракар М»; освоить методику использования программы «ИНФРАКАР-ГРАФИЧЕСКИЙ»; изучить методы регулировки СО на

автомобиле ВАЗ и ГАЗ с ижекторными двигателями с помощью сканера и газоанализатора; исследовать влияния коэффициента избытка воздуха на содержание выхлопных газов: исследование влияния оборотов коленчатого вала двигателя на содержание выхлопных газов; исследовать влияние дефектов систем двигателя на содержание выхлопных газов.

2.2. Устройство и принцип работы газоанализатора «Инфракар М»

Газоанализаторы Инфракар М предназначены для измерения объемной доли оксида углерода (СО), углеводородов СН, диоксида углерода (СО₂), кислорода (О₂) в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями.

Коэффициент избытка воздуха лямбда вычисляется прибором по измеренным СО, СН, СО₂ и О₂.

Диапазон измерений: СО от 0 до 7%; СН от 0 до 3000млн⁻¹; СО₂ от 0 до 16%; О₂ от 0 до 21%; коэффициент лямбда от 0 до 2.

Дополнительно газоанализатор измеряет частоту вращения коленчатого вала двигателя и температуру масла в картере двигателя.

Тахометр с помощью индуктивного датчика подключается к высоковольтному проводу 1-го цилиндра и измеряет частоту вращения коленчатого вала двух и четырехтактных двигателей внутреннего сгорания, с бесконтактной и контактной одноискровой системой зажигания.

Датчик для измерения температуры масла устанавливается в трубку вместо щупа для измерения уровня масла.

Прибор состоит из системы пробоотборника и пробоподготовки, блока измерительного и блока электронного.

Системы пробоотборника и пробоподготовки включают газовый зонд (рис.1), пробоотборный шланг, бензиновый фильтр Ф1, насос выхлопных газов ПРГ1, каплеотбойник СК1, фильтры тонкой очистки Ф2, Ф3, Ф4, кювету А1, датчик кислорода А2, насос продувки воздухом ПРВ1, пневмосопротивление ПС1, тройники ТР1, ТР2, ТР3.

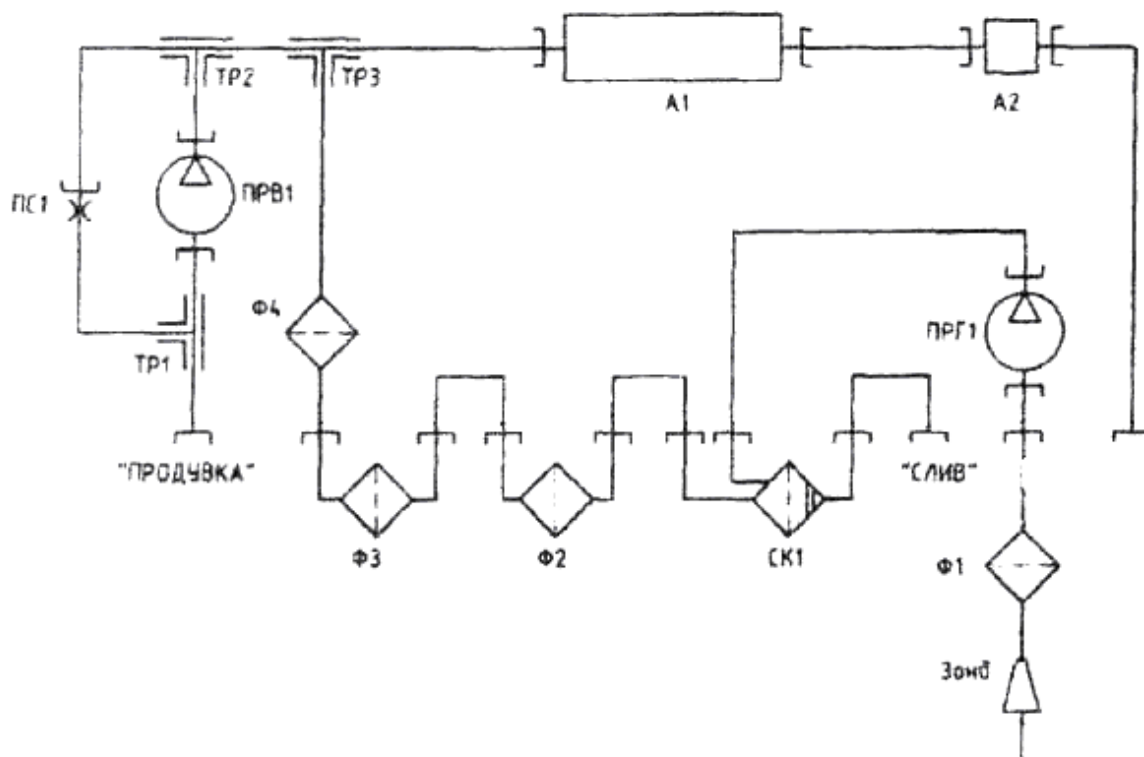


Рис. 1. Схема пневматическая: Ф1 – бензиновый фильтр, ПРГ1- насос выхлопных газов, СК1- каплеотбойник, Ф2, Ф3, Ф4 – фильтры тонкой очистки, А1 – кювета, А2 – датчик кислорода: ПРВ1 – насос продувки воздухом, ПС1 – пневмосопротивление, ТР1,ТР2, ТР3 – тройники.

Каплеотбойник в нижней части соединен со штуцером «слив» для автоматического слива конденсата насосом выхлопных газов.

Анализируемый газ прокачивается насосом через газозаборный зонд, фильтр Ф1 и поступает в сборник конденсата СК1, где происходит отделение влаги от газа. Конденсированная влага автоматически удаляется через штуцер «СЛИВ». После удаления влаги анализируемый газ очищается от сажи фильтрами тонкой очистки Ф2 и Ф3, проходит через измерительную кювету оптического блока А1, датчик кислорода А2 и через штуцер «ВЫХОД» удаляется из прибора. Для автоматической продувки штуцер забора воздуха соединен через тройник с входом кюветы и вторым

побудителем. Нажатие на кнопку «0» приводит к включению насоса продувки ПРВ1 и установлению нулевых показаний.

Принцип действия датчиков объемной доли CO , CO_2 и CH – оптико-абсорбционный, а датчика измерения концентрации кислорода – электрохимический.

Измерительный блок содержит оптический блок, в котором размещен излучатель (рис. 2), измерительная кювета, четыре пироэлектрических приемника излучения, перед которыми размещены интерференционные фильтры. Излучение модулируется обтюратором.

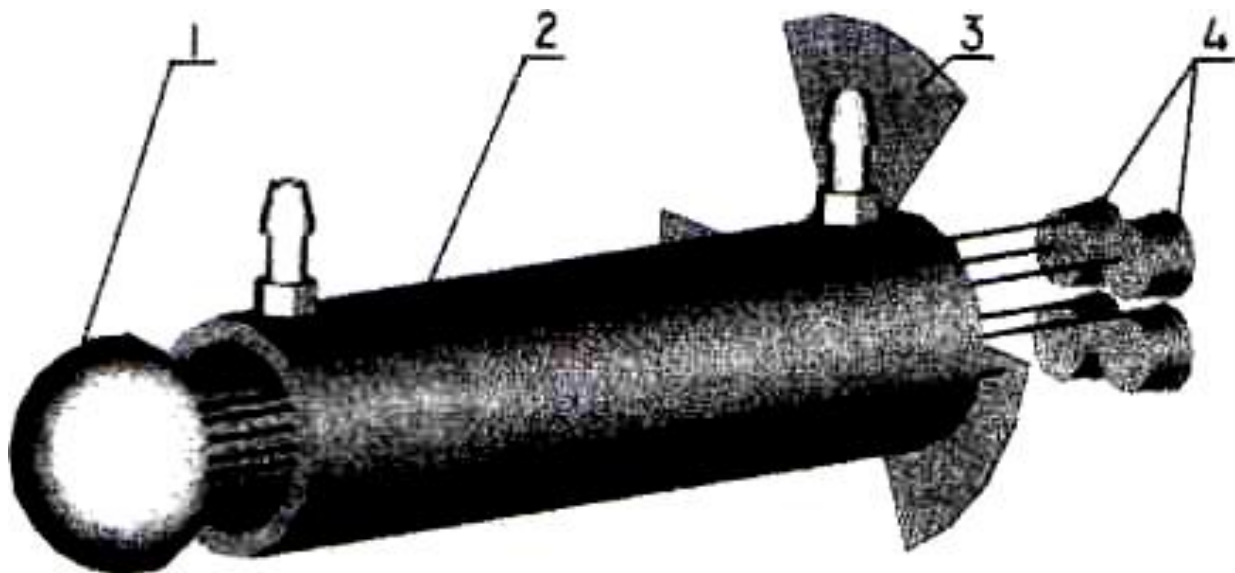


Рис. 2. Схема оптическая: 1 – излучатель, 2 – кювета, 3 – интерференционные фильтры, 4 – приемники излучения..

Анализируемый газ поступает в измерительную кювету, где определяемые компоненты, взаимодействуя с излучением, вызывают его поглощение в соответствующих спектральных диапазонах. Потoki излучения характерных областей спектра выделяются интерференционными фильтрами и преобразуются в электрические сигналы, пропорциональные концентрации анализируемых компонентов. Электрохимический датчик при

взаимодействии с кислородом выдает сигнал, пропорциональный концентрации кислорода.

Электронный блок прибора предназначен для измерения выходных сигналов датчиков, обработки и представления результатов измерения.

Порядок работы. Работа прибора начинается с его включения выключателем «Сеть» на задней стенке прибора. После включения прибора в течении 5 мин. происходит прогрев, при этом на индикаторах высвечиваются (--), а на индикаторе «лямбда» происходит отчет времени прогрева от 300 до 0 секунд. После прогрева прибора автоматически включается насос продувки датчиков для установления нулевых значений на индикаторах CO, CO₂ и CH. Насос включается на 30 с. На индикаторе O₂ появится цифра, отображающая содержание кислорода в воздухе (примерно 20,86). Далее, если прибор не используется, насос продувки включается автоматически через каждые 15 минут и происходит автопродувка.

Для ручного управления насосом продувки и установки нулевых показаний нажимается и удерживается в течении 2 секунд кнопка «0» (рис.3).



Рис. 3. Вид спереди на газоанализатор

Датчик тахометра подключается к высоковольтному проводу 1-го цилиндра.

Нажатие и удержание кнопки «4/2 такта» позволяет установить в тахометре тип двигателя, к которому подключен прибор (двух – четырехтактный). Короткое нажатие на кнопку «4/2 такта» позволяет проконтролировать тип двигателя, установленный в тахометре (двух – четырехтактный).

Для измерения уровня чувствительности тахометра необходимо одновременно нажать кнопки «Печать» и «4/2 такта». При этом на индикаторе «лямбда» появится значение установленного уровня чувствительности тахометра. Нажатием на кнопки «Печать» (-) или «4/2 такта» (+) можно установить требуемый уровень чувствительности тахометра для устойчивого измерения частоты оборотов коленчатого вала для данного автомобиля. При завышении показаний тахометра и при его неустойчивой работе необходимо понизить чувствительность, при занижении показаний – повысить чувствительность тахометра.

Запоминание установленного уровня производится нажатием кнопки «0 (Ввод)». Выход без запоминания нажатием кнопки «Насос (Выход)».

Переключение режимов вычисления параметра «лямбда» для различных видов топлива осуществляется нажатием и удержанием более 4 сек. Кнопки «*». На индикаторе «лямбда» будут высвечиваться названия режимов в порядке «БЕНЗ» - для бензина, «ПРОП» - для смеси пропан-бутан, «П.ГАЗ» - для метана (природный газ).

Если содержание кислорода в смеси превышает 10%, то на индикаторе «лямбда» индицируется измеренная температура масла. При этом датчик должен быть вставлен в картер двигателя через трубку шупа измерения уровня масла.

Для измерения содержания выхлопных газов зонд газоанализатора необходимо установить в выхлопную трубу на глубину не менее 300 мм от среза (до упора) и зафиксировать его зажимом. Включить насос выхлопных

газов нажатием кнопки «Насос». Показания следует фиксировать через 40-60 сек после начала измерения.

Нажатием кнопки «Печать» производится распечатка измеренных величин с указанием реального времени и информации о владельце прибора. Информация о владельце прибора вводится им в программу, входящую в комплект поставки и передается в прибор через интерфейс RS 232.

2.3. Методика использования программы «ИНФРАКАР-ГРАФИЧЕСКИЙ»

Программа "ИНФРАКАР-ГРАФИЧЕСКИЙ" версии 1.02 предназначена для графического отображения и обработки показаний автомобильных анализаторов выхлопных газов "ИНФРАКАР" всех моделей.

2.3.1. Подключение газоанализатора к компьютеру

Соединить СОМ-порт компьютера с гнездом RS-232 газоанализатора при помощи нуль-модемного кабеля.

Для отображения показаний газоанализатора предусмотрены режимы "Показания", "Информация" и "Таблица". Эти режимы отображаются иконками в нижнем левом углу окна программы.

В первом случае показания выводятся в отдельные окна с крупными символами рис.4, в остальных - в единую таблицу, рис.5 и 6.

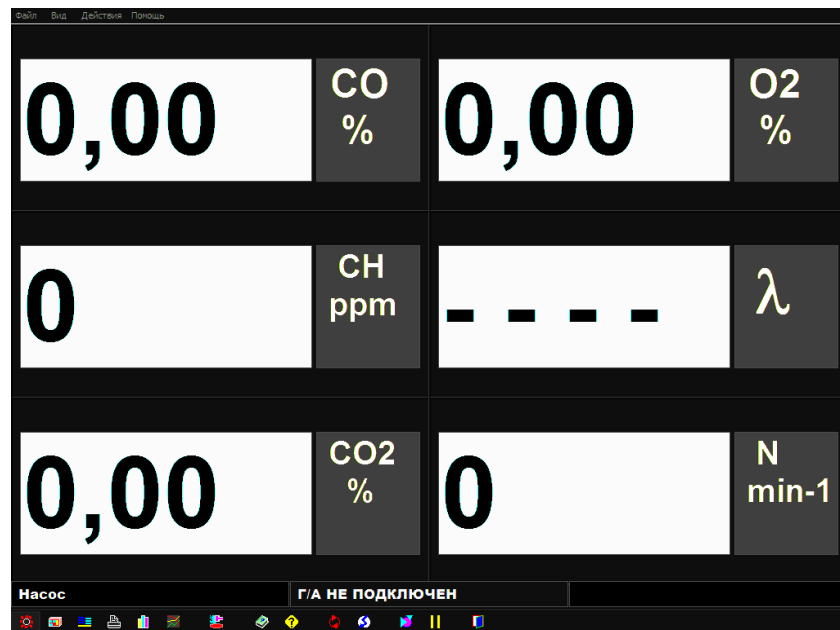


Рис. 4. Окно показаний газоанализатора.

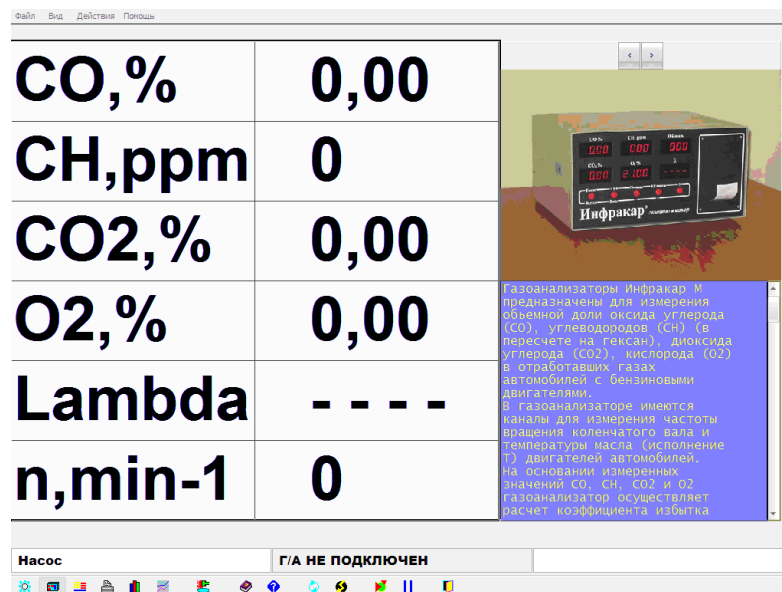


Рис. 5. Окно вывода информации.

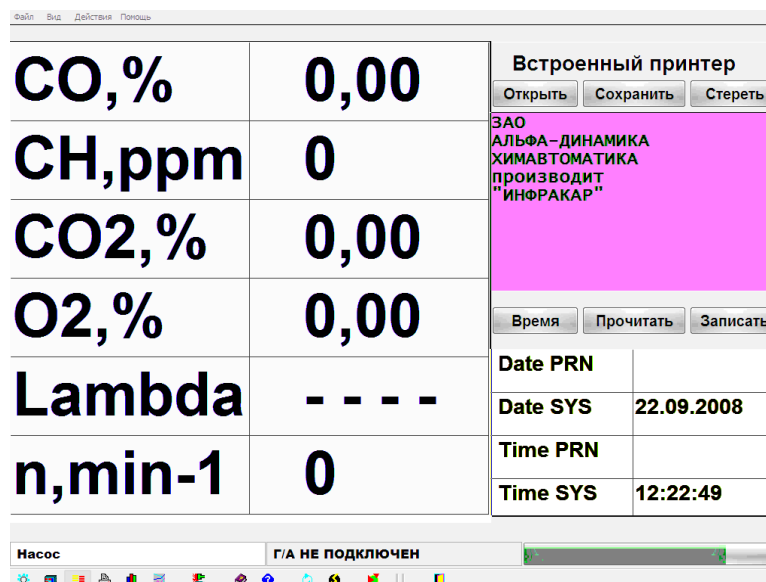


Рис. 6. Окно вывода табличной информации.

Для 4х-компонентных выводятся показания - CO, CH, CO₂, O₂, лямбда и тахометра, а также предусмотрены следующие дополнительные функции:

- Отображение установленного в приборе вида топлива.
- Отображение температуры масла при подключении термозонда.
- Индикация включения насоса и корректировки нуля.

В режиме "Информация", помимо таблицы с показаниями прибора, на экране присутствуют окна с фотографиями и текстом. Они демонстрируют приборы, разрабатываемые и производимые ЗАО "Альфа-динамика ХИМАВТОМАТИКА". Для просмотра можно воспользоваться кнопками "прокрутка информации" над фотографией. При достижении связи с прибором программа определяет его тип и выводит относящуюся к нему информацию. Файлы хранятся в папке "Info".

Кнопка (Связь) осуществляет соединение с прибором. Кнопкой (Насос) можно включать/выключать насос в приборе. Кнопка (Стоп/Пуск) позволяет останавливать опрос, например, чтобы просмотреть эти же данные в других режимах или занести их в отчет. Кнопка (ДЕМО) позволяет познакомиться с работой программы, не подключая к компьютеру прибор.

Для этих кнопок есть эквиваленты в ниспадающем меню и среди функциональных клавиш.

У некоторых объектов на экране предусмотрены контекстные меню (вызываемые правой кнопкой мыши).

Режим «ОТЧЕТ» позволяет создавать отчет об анализе выхлопных газов автомобиля, печатать его и сохранять/открывать в файле, рис 7.

Файл Вид Действия Помощь

"ПГТУ 7 корпус и ко"

№ автомобиля:
Владелец:

Дата: 22.09.2008
Время: 12:28:07

Результаты анализа выхлопных газов.

Параметр	Нмин.	Нпов.
CO, %		
CH, ppm		
CO2, %		
O2, %		
Lambda		
N, об/мин		

Подпись:

CO, % 0,00
CH, ppm 0
CO2, % 0,00
O2, % 0,00
Lamb - - - -
N, min-1 0

Сохранить
Открыть
Стереть
Печать
Настроить
Оформить
Записать:
Nмин.
Nпов.

Насос Г/А НЕ ПОДКЛЮЧЕН

Рис. 7. Окно вывода отчёта перед печатью.

Показания прибора видны в правом верхнем углу.

Запись показаний осуществляется при минимальных и повышенных оборотах двигателя кнопками (Nмин.) и (Nпов.) и клавишами F11, F12.

- при любом режиме работы. В том числе можно записать "замороженные" кнопкой (Стоп) показания.

Поля для ввода текстовой информации в Отчет и График открываются кнопкой (Оформить) или клавишей F10. Здесь можно указать название организации (до 64 символов в одну строку, хранится в файле InGraph10.sto), номер автомобиля и "2-ю характеристику" (до 15 символов каждая).

Какой будет "2-я характеристика" можно выбрать в "Опциях" и:

1. Владелец,
2. Марка,
3. VIN.

Для хранения файлов-отчетов программа создает папку "Text". По умолчанию имена файлов получаются из номера автомобиля, "2-й характеристики", месяца и числа.

В режиме «Диаграмма» в окне отображаются показания газоанализатора в виде вертикальных столбиков (рис.8).

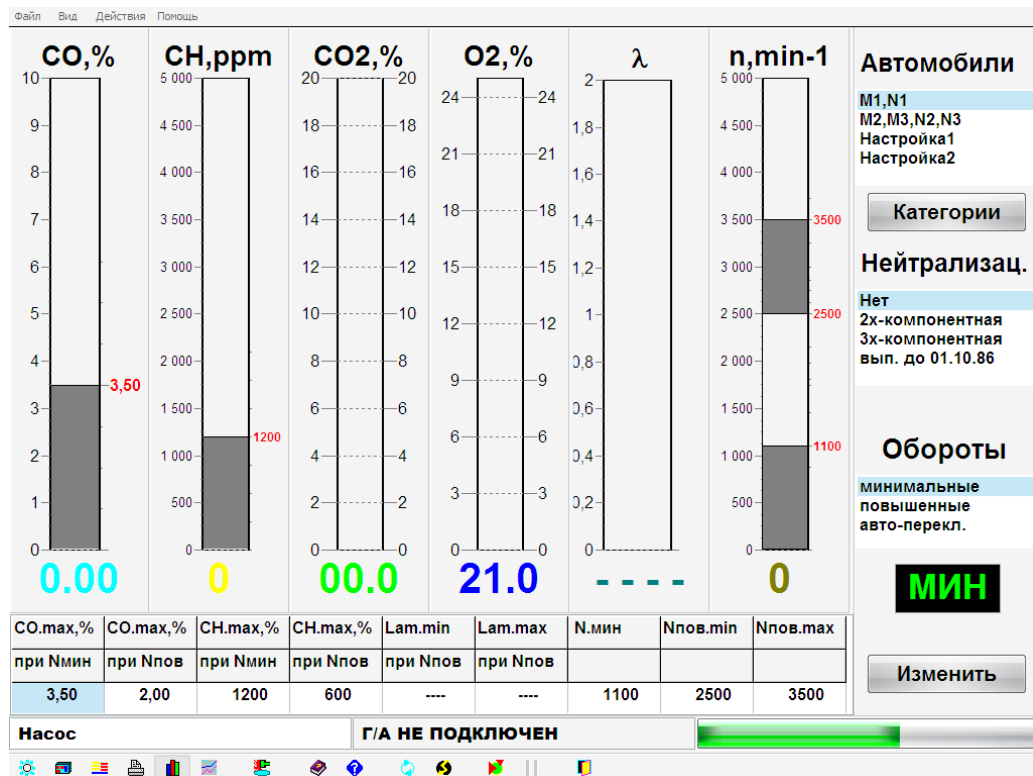


Рис. 8. Окно вывода информации в виде столбцов.

Цвет, соответствующий каждому газу для диаграмм и графиков, можно выбрать в "Опциях" (рис. 9). Для этого необходимо выбрать режим «Вид» на панели управления (верхний левый угол).

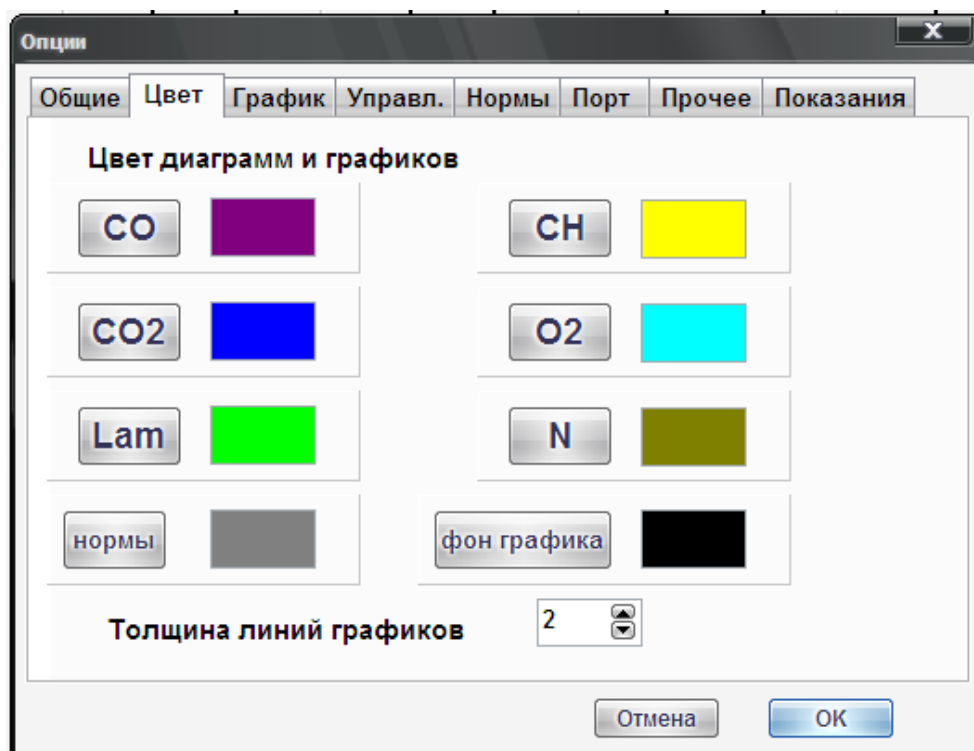


Рис. 9. Окно опций настройки программы.

Также на диаграммах показаны нормы в виде диапазонов, выделенных цветом, с указанием численных значений границ.

Ниже диаграмм расположена таблица, в которой отображен полный набор норм для конкретной категории автомобилей с конкретной системой нейтрализации отработанных газов. Категорию можно выбрать в окне "Автомобили" или более подробно - нажав кнопку (Категории), рис. 10.

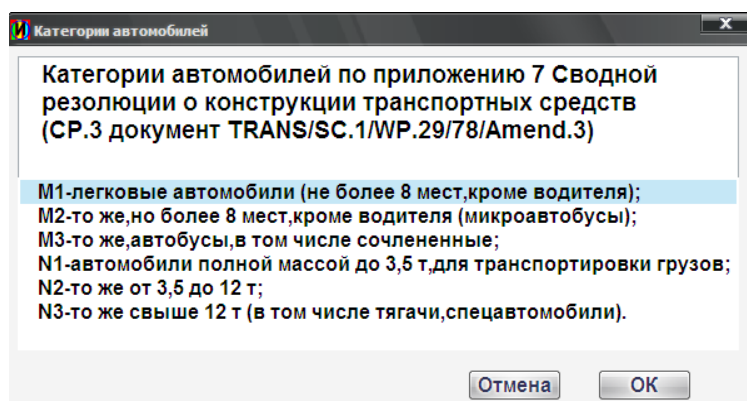


Рис. 10. Окно категории автомобилей.

Систему нейтрализации можно выбрать в окне "Нейтрализация". На диаграммах отображаются нормы, соответствующие минимальным либо повышенным оборотам двигателя. Переключение осуществляется в окне "Обороты". Там же можно выбрать пункт "авто-переключение", в результате набор норм на диаграммах будет переключаться в зависимости от высоты столбика, показывающего обороты двигателя. В окне ниже видно, для каких оборотов показаны нормы в данный момент.

Для отображения показаний газоанализатора в виде графика используется режим «График». Записью графика можно управлять кнопкой (Запись/Остановить), при повторном нажатии кнопки (Запись) запись продолжается с точки остановки. Для очистки поля графика есть кнопка (Стереть), рис. 11.



Рис. 11. Окно отображения графиков.

Кроме того, в "Опциях" есть пункт "Включать запись графика при достижении связи с прибором". Запись продолжается вне зависимости от работы Таблицы, Отчета и Диаграммы, в т.ч. когда графика не видно.

На графике отображаются все показания прибора, а в численной форме - в правом верхнем углу. Там же предусмотрена возможность отключать вывод отдельных графиков (но запись их продолжается).

Слева выводится легенда, в которой, помимо прочего, указаны верхние границы шкалы. Можно менять верхние границы для каждого графика в (Опциях) - "Управление", попасть туда можно щелчком мыши на легенде. Отключать легенду, изменять цвет графиков и фона, а также толщину линий можно в Опциях. По горизонтальной оси откладываются метки времени. В поле графика выводится текстовая информация, внесенная в полях, открываемых кнопкой (Оформить) или клавишей F10, а также текущая дата.

График может быть во много раз шире экрана. Для его просмотра надо захватить поле графика правой кнопкой мыши и протянуть влево или вправо.

Щелчок левой кнопкой мыши в поле графика (при остановленной записи) приводит к отображению значений показаний в этой точке в численном виде.

Видимая часть графика может быть выведена на печать (на это время цвет фона переключается на белый) или сохранена в графических файлах (*.bmp-в точечной форме, *.emf-в векторной).

Весь график вместе с текстовой информацией может быть Сохранен/Открыт в специальных файлах данных (*.dan). После открытия его запись можно продолжить. Помимо этого возможно создание текстового файла со значениями всех точек для последующей обработки, например, в Excel. Файлы сохраняются по умолчанию в папке Graph с именами, состоящими из № автомобиля, месяца, числа и времени.

В "Опциях" есть пункт "Точек времени на экране". Параметр позволяет изменять масштаб изображения по оси времени. За 10% до края поля график начинает сдвигаться влево, освобождая место для новых точек. Можно задать "Сдвиг на одну точку" или указать величину сдвига в % экрана. В последнем случае сдвиг будет происходить периодически, рывком, что может оказаться полезным для "медленных" компьютеров.

"Интервал заполнения графика" определяет время между записью соседних точек. "Всего точек времени" накладывает ограничение на размер всего графика. На основании этих двух параметров программа показывает максимальный размер файла данных (*.dan) и время его заполнения. Можно выбрать "По заполнении всего графика:"

1. Сдвигать график, стирая начало.
2. Останавливать запись с сообщением.

В первом случае сдвиг и стирание будут происходить на ту же величину, что и сдвиг в пределах экрана. Таким образом, заполнение графика идет в три стадии:

1. Запись в пределах экрана, до величины ("Точек времени на экране" - 10%).
2. Сдвиг за пределы экрана, до величины "Всего точек времени".
3. Сдвиг со стиранием начала - до бесконечности.

2.4. Регулировка СО на автомобиле ВАЗ и ГАЗ с ижекторными двигателями с помощью сканера и газоанализатора

2.4.1. Регулировка СО на автомобиле ВАЗ

Регулировка СО на автомобиле проводится после проверки давления топлива в системе, очистке свечей зажигания и установки зазора на электродах свечей зажигания.

Регулировка СО проводится путем изменения коэффициента коррекции топливоподачи на холостом ходу и малых нагрузках. Заводская установка RCO соответствует – 0,004. Увеличение RCO в плюс приводит к увеличению топливоподачи и СО возрастает и наоборот уменьшение в минус - уменьшает.

Значение СО должно быть в пределах 0,6-0,9 %.

Если газоанализатора нет, то можно приблизительно ориентироваться на параметры лямбда (отношение воздух/топливо $\lambda_{\text{FAVAL}}=1,020-1,023$),

параметры JQT (часовой расход топлива) = 0,7 л/час и INJ (время впрыска) = 2,0 – 2,2 мсек.

Если установить нормативное значение СО получается только при установке RCO близким к своим граничным значениям (-0,250 или +0,250), то скорее всего ДМРВ потерял свою чувствительность.

По работе системы зажигания (автоматическая установка УОЗ на холостом ходу) можно судить о стабильности работы системы и двигателя в целом. Если УОЗ имеет частые отклонения от своего среднего положения более 4 гр. п.к.в., то это говорит о нестабильности рабочего процесса в цилиндрах двигателя. Нужно выставить коэффициент RCO таким, чтобы, с одной стороны, время открытия форсунки было минимальным, а с другой, добиться стабильности параметра угла опережения зажигания.

В отдельных случаях можно вернуть на автомобиль СО-потенциометр. На ЭБУ без катализатора 44 контакт связан с колодкой диагностики и его соединяют с СО-потенциометром. Другой провод с СО-потенциометра соединяют с массой.

2.4.2. Регулировка СО на автомобиле ГАЗ

Регулировка СО производится изменением параметров RCOD и RCOK.

RCOD – коэффициент коррекции СО на холостом ходу. Отражает величину сигнала с потенциометра, преобразованную в смещение относительно нуля. Коэффициент RCOD изменяется в пределах от -0,05 до +0,05.

RCOK- коэффициент коррекции топливоподачи. Коэффициент служит для компенсации отклонений параметров двигателя и автомобиля, вызванных факторами, которые не определяются блоком управления; например загрязнение топливных форсунок.

Регулировка СО производится в следующей последовательности:

1. Устанавливается RCOK = 0.

2. Путем изменения коэффициент RCOD выставляется содержание CO на «холостом» ходу 0,8%-1,0%.

Для ДМРВ проволочного типа RCOD изменяется вращением винта на корпусе, а для ДМРВ пленочного типа – сканером. Содержание CO контролируется газоанализатором.

3. С помощью сканера, войти в режим управления РДВ и установить устанавливают частоту вращения коленчатого вала на «холостом» ходу 2000 об/мин.. Содержание CO при этом должно снизиться примерно до 0,2-0,3 %.

4. Увеличивается постепенно значение параметра RCOK до такой величины, при которой CO будет равно 3,0÷3,5 %. При этом частота вращения может измениться, но это не имеет значения.

5. Сбрасываются обороты до 880 об/мин и уменьшается значение RCOK на 0,10÷0,12 затем полученную величину вводят в долговременную память ЭБУ.

6. С помощью коэффициента RCOD устанавливаем CO = 0,8%-1,0%. При этом коэффициент лямбда должен находиться в пределах VALF=1,02-1,03, а часовой расход топлива JQT = 1,2 л/час.

7. Проверяется содержание CO при нажатой педали акселератора на оборотах коленчатого вала 3000 об/мин. Концентрация CO должна упасть с исходного уровня 0,8%-1,0% до 0,2%-0,3%. При этом СН должно быть 200-300 ppm.

2.5. Исследование влияния коэффициента избытка воздуха на содержание выхлопных газов

Эксперименты проводятся на инжекторных двигателях ВАЗ или ГАЗ без кислородного датчика и катализатора. При этом появляется возможность изменять коэффициент коррекции топливоподачи с помощью сканера и тем самым изменять содержание выхлопных газов.

Экспериментальная установка представлена на рис. 12.

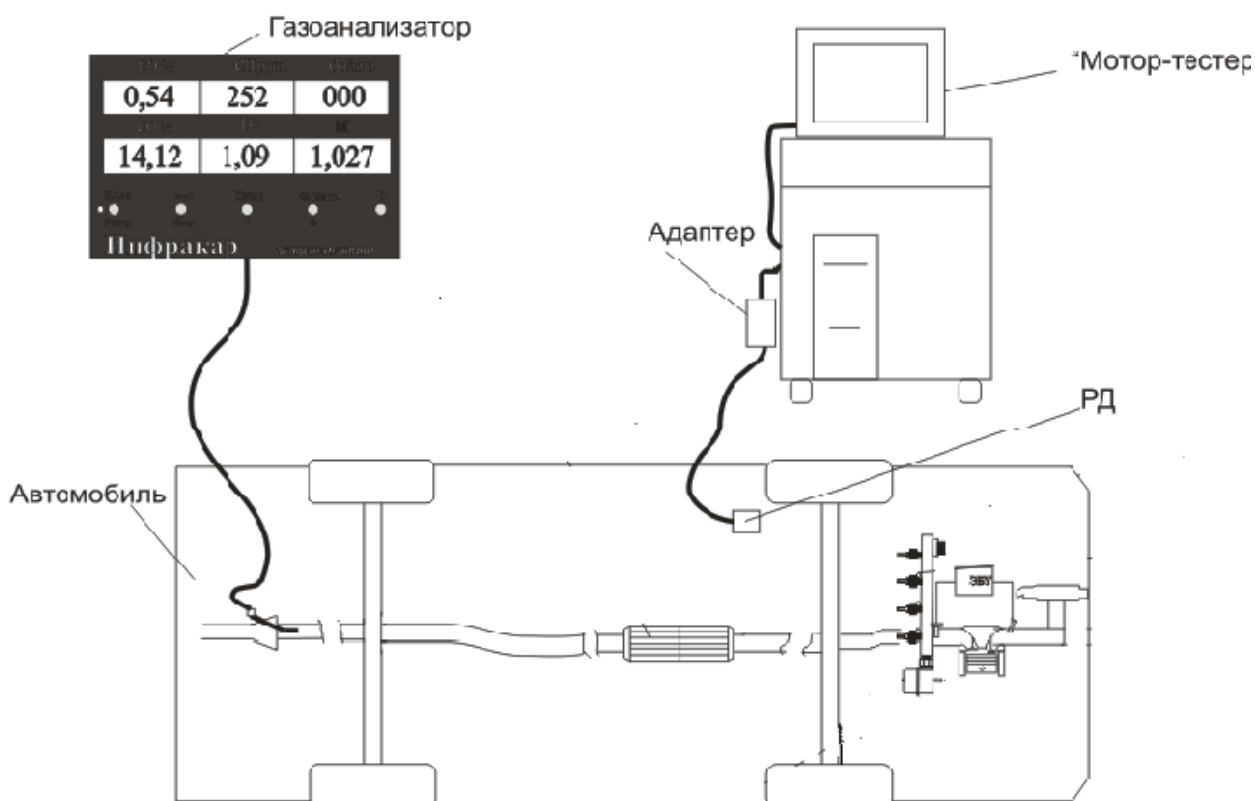


Рис. 12. Экспериментальная установка.

При проведении эксперимента с помощью сканера изменяется коэффициент коррекции топливоподачи с шагом 0,05 в диапазоне граничных значений от -0,250 до +0,25. При фиксированных значениях коэффициента коррекции топливоподачи с использованием четырех компонентного газоанализатора «Инфракар М» измеряются значения компонентов выхлопных газов CO, CO₂, O₂, CH и одновременно снимаются показания значения коэффициента лямбда (λ). Полученные значения записываются в таблицу. На основе результатов эксперимента строится график взаимосвязи компонентов выхлопных газов CO, CO₂, O₂, CH и коэффициента лямбда (λ). В качестве примера на рисунке 1 приведена зависимость содержания основных компонентов отработавших газов для двигателя автомобиля ВАЗ 2110 от состава топливной смеси.

Из рисунка видно, что при λ близком к стехиометрическому составу смеси ($\lambda = 1,0-1,02$) содержание CO и CH значительно снижаются и достигают в среднем соответственно 0,8÷1,2% и 150 – 300 ppm. При этом

содержание CO_2 достигает максимальных значений (14,0- 14,5 %), а содержание кислорода в выхлопных газах примерно 1,0-1,5%.

Эмиссия NO_x при $\lambda = 1,05-1,1$ имеет свое максимальное значение и снижается как в богатой, так и в бедной областях. Это связано с температурой в камере сгорания, которая имеет максимальное значение вокруг $\lambda = 1$ и снижается в обе стороны.

Если содержание CO выше нормы, то смесь называют «богатой», а если ниже нормы – «бедной».

Окислы углеродов образуются в процессе сгорания топлива при недостатке воздуха, т.е. при богатой смеси ($\text{CO} > 1,5\%$ и $\lambda < 1$), когда подается слишком много топлива. Завышенное содержание CO на холостом ходе приводит к перерасходу топлива и провалу в начале движения дроссельной заслонки. При обогащении смеси содержание кислорода O_2 существенно снижается и становится меньше 1%, так как он весь практически без остатка участвует в окислении топлива, т.е. в его сгорании.

Причинами повышенного содержания CO могут быть неверные показания датчика массового расхода воздуха (ДМРВ), датчика температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) или датчика кислорода, повышенное давление топлива, неверная регулировка топливной системы и др.

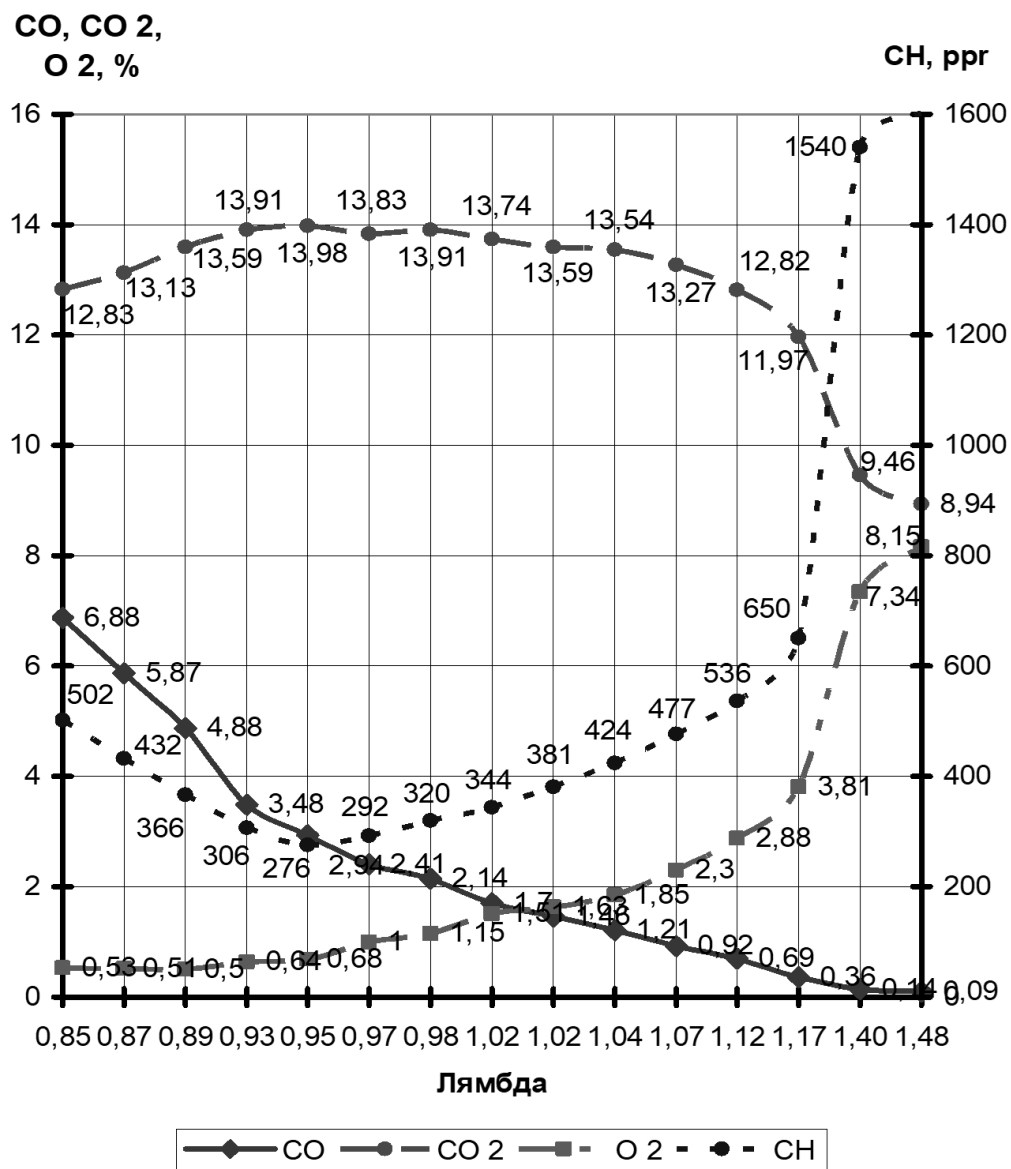


Рис. 13. Зависимость содержания основных компонентов отработавших газов от состава смеси λ .

В области $\lambda=1$ количество выбросов CO зависит от качества приготовления топливной смеси (однородности) и равномерности ее распределения.

В отличие от CH, CO образуется только в результате сгорания. Например, отсутствие искры вызывает повышенное содержание CH, но так как не было сгорания CO в выхлопных газах не будет.

Недостаток воздуха, как и у (CO), приводит к неполному сгоранию бензина, а следовательно к повышенному содержанию CH.

Содержание углеводородов СН в выхлопных газах показывает качество сгорания топливной смеси. Чем полнее сгорает бензин, тем ниже содержание СН. Любое отклонение по составу топливной смеси приводит к увеличению содержания несгоревших углеводородов. При излишне "богатой" смеси (высокое СО) скорость её горения замедляется. Часть топлива до начала открывания выпускных клапанов не успевает сгореть и выбрасывается в выхлопную трубу.

Заниженное значение СО (бедная смесь, газоанализатор покажет $CO < 0,3\%$ и $\lambda > 1$) вызывает "вялый" разгон, начальный провал. При этом воспламенение и горение горючей смеси в цилиндрах происходит без «пропусков», и содержание несгоревшего топлива в отработавших газах, т.е. СН минимально (100 – 150 ppm), так как отсутствуют пропуски зажигания.

Значительное обеднение смеси ($CO < 0,1\%$) приводит к появлению пропусков воспламенения, которое сопровождается резким ростом содержания СН в отработавших газах и, следовательно, перерасходом топлива.. Содержание кислорода (O_2) вследствие уменьшения количества нормально сгоревшего топлива растет. При этом содержание СО уже практически не изменяется, а содержание CO_2 падает вследствие «разбавления» избыточным количеством воздуха.

Причинами бедной смеси могут быть низкое давление топлива, неверные показания ДМРВ, кислородного датчика, неверная регулировка топливоподачи.

При «бедной» смеси повышается вероятность детонации, так как происходит перегрев двигателя из-за высокой скорости сгорания топлива. Повышенное содержание кислорода и одновременно низкое значение СО в выхлопных газах – это индикатор работы на обедненной смеси.

Результаты измерений содержания выхлопных газов можно разделить на две группы.

К первой группе измерений можно отнести результаты, в которых СО ниже или выше нормы, что приводит к повышенному содержанию

углеводородов, но не очень высокому, примерно до 300 – 700 ppm. В этом случае соотношение CO и CH соответствуют графику (рис.13.), т. е. смесь или бедная, или богатая. Причинами неисправности могут быть: неправильная регулировки CO (на автомобилях без нейтрализатора); неисправность топливной системы, например, из-за повышенного или пониженного давления в топливной магистрали; неисправность датчиков СУД, например, датчика массового расхода воздуха (ДМРВ), датчика температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) или датчика кислорода.

Ко второй группе измерений можно отнести результаты, в которых CO не отклоняется или незначительно отклоняется от нормы, а содержание углеводородов CH резко возрастает. В этом случае, признаки богатой или бедной смеси отсутствуют и как правило система управления не виновата. Это наиболее сложный случай для диагностики, так как причин возникновения неисправности много: пропуски искрообразования, например из-за неисправных свечей зажигания и высоковольтных проводов; нарушение установки момента зажигания; нарушение фаз газораспределения; неправильные зазоры в клапанах; низкая компрессия в цилиндрах или в одном из цилиндров двигателя; не плотности в клапанах; подсос воздуха во впускном коллекторе; плохой распыл топлива форсунками; неисправность выхлопной системы, например, забит нейтрализатор; попадание в камеру сгорания большого количества масла, например, через сальники клапанов или из-за неисправности цилиндропоршневой группы (выброс через систему вентиляции двигателя). Выброс через неисправный клапан адсорбера.

2.6. Исследование влияния оборотов коленчатого вала двигателя на содержание выхлопных газов

Эксперименты проводятся на инжекторных двигателях ВАЗ или ГАЗ без кислородного датчика и катализатора.

Проверку содержания выхлопных газов проводят на оборотах холостого хода (800-850 об/мин) и на повышенных оборотах коленчатого

вала двигателя (2500-3000 об/мин). Диагност должен понимать разницу в содержании компонентов выхлопных газов на этих режимах.

При проведении эксперимента изменяется частота вращения коленчатого вала двигателя с шагом 400 об/мин в диапазоне значений от 840 до 3200 об/мин. При фиксированных значениях частоты вращения коленчатого вала двигателя с использованием четырех компонентного газоанализатора «Инфракар М» измеряются значения компонентов выхлопных газов CO, CO₂, O₂, CH. Полученные значения записываются в таблицу. Для записи показаний может также использоваться программа "ИНФРАКАР-ГРАФИЧЕСКИЙ" в режиме построения графиков (рис. 14).

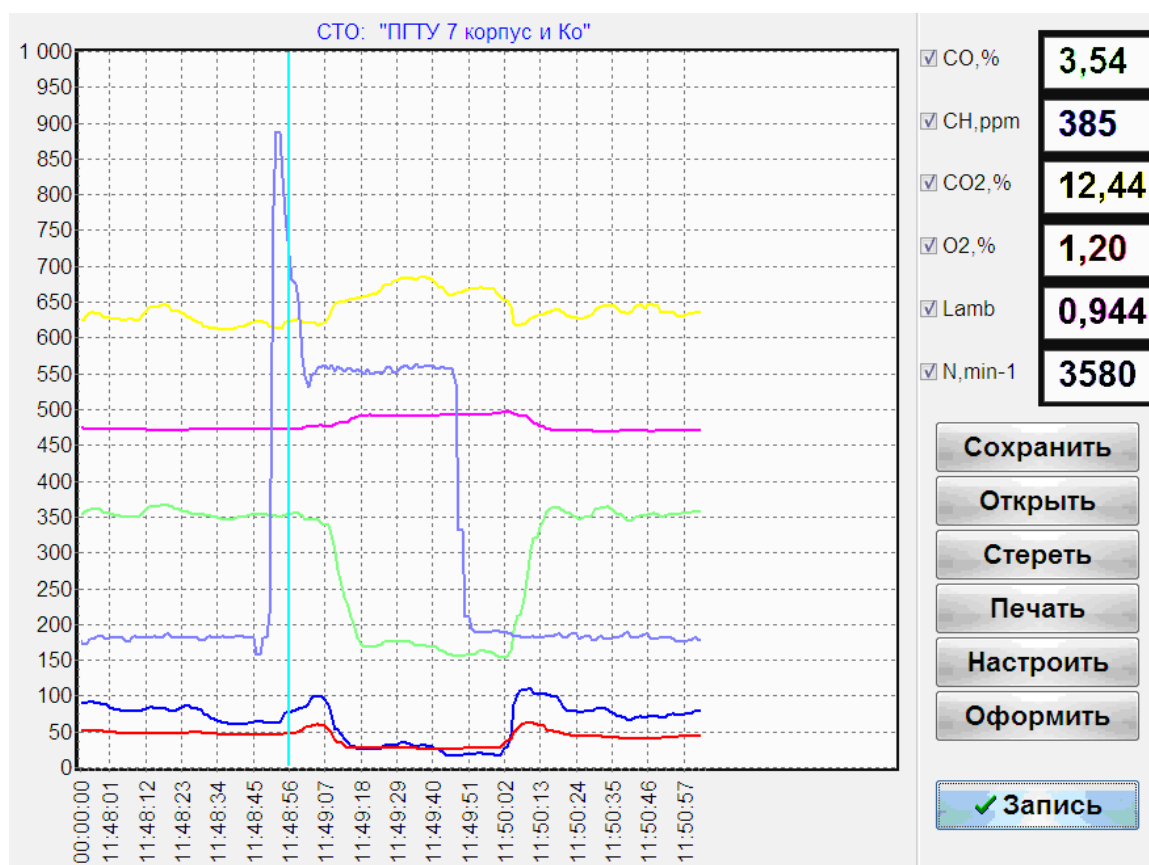


Рис. 14. Запись показаний газоанализатора.

Считывание данных с графика производится путем перемещения с помощью курсора красного визира. При этом в правом верхнем ряду окна отображаются значения измеряемых параметров.

На основе результатов эксперимента строится график зависимости компонентов выхлопных газов CO , CO_2 , O_2 , CH от частоты вращения коленчатого. В качестве примера на рисунке 15 приведена зависимость содержания CO и CH в отработавших газах для двигателя автомобиля ВАЗ 2110 от частоты вращения коленчатого.

Из рисунка 15 видно, что по мере увеличения частоты вращения коленчатого вала начинает плавно падать, достигая 0,2-0,3% на высокой частоте вращения. При этом CH плавно падает с исходного уровня, не превышающего 200 – 350 ppm. Это объясняется повышением температуры в камере сгорания из-за увеличения нагрузки.

Двигатель с приведенным характером изменения содержания CO и CH на холостом ходу при условии правильной установки угла опережения зажигания будет обеспечивать одновременно высокую мощность и низкий расход топлива.

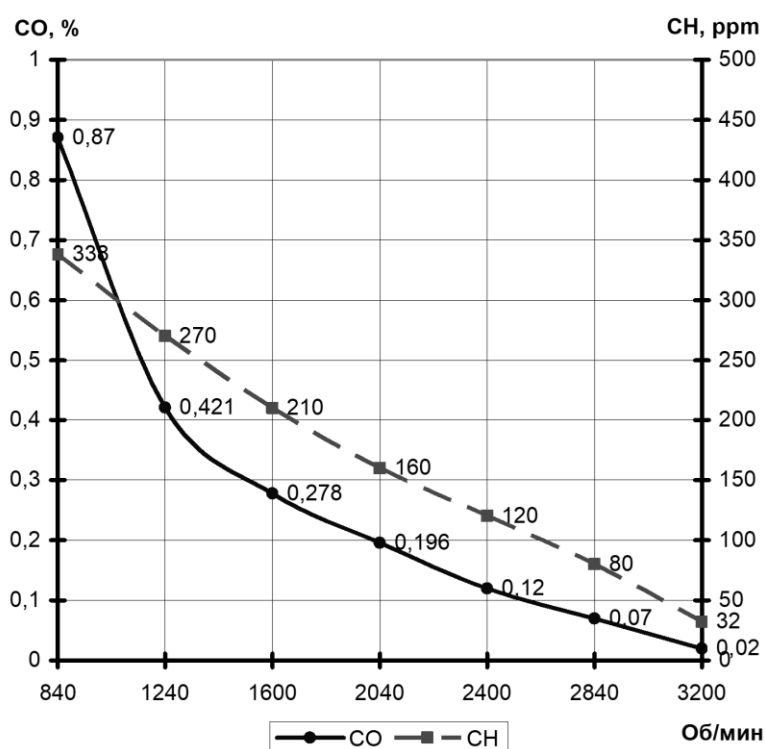


Рис. 15. Зависимость содержания CO и CH от частоты вращения коленчатого вала для инжекторного двигателя.

2.7. Исследование влияния дефектов систем двигателя на содержание выхлопных газов

Целью эксперимента было определить, можно ли с помощью газоанализатора отыскать какие-либо неисправности в двигателе или заметно сузить круг возможных поисков.

Эксперименты проводятся с использованием четырех компонентного газоанализатора «Инфракар М».

Искусственным путём в двигателе и системы его управления последовательно моделировали наиболее характерные и часто встречающиеся дефекты и неисправности. После этого регистрировали состав выхлопных газов и сравнивали его с исходными, соответствующим нормальной работе двигателя. Были выбраны следующие возможные ситуации.

- неисправна свеча зажигания;
- раннее зажигание;
- позднее зажигание;
- подсос воздуха во впускной коллектор;
- полностью не работающая форсунка;
- форсунка «льёт»;
- не герметична выхлопная система.

В качестве примера в таблицах 1 и 2 представлены результаты экспериментов по определению состава выхлопных газов, полученные при испытании двигателя автомобиля ВАЗ 2110.

Результаты измерения состава выхлопных газов автомобиля без каталитического нейтрализатора.

Таблица 1

Параметр Неисправность	CO, %	CH, ppm	CO ₂ , %	O ₂ , %	λ
Рекомендуемые значения	1,0 – 1,5	150 – 400	13 – 14,5	1 – 2	0,9 – 1,1
Исходная регулировка	1,3	310	14	1,4	1,01
Неисправна свеча зажигания	0,4	2500	8,5	6,4	1,3
Раннее зажигание	2,5	1420	12,3	3,9	1,03
Позднее зажигание	1,9	280	14,3	1,6	1,04
Подсос воздуха во впускной коллектор	0,26	1200	12,1	5.8	1,28

Результаты измерения состава выхлопных газов автомобиля с каталитическим нейтрализатором.

Таблица 2

Параметр Неисправность	CO, %	CH, ppm	CO ₂ , %	O ₂ , %	λ
Рекомендуемые значения	0,05 – 0,3	5 – 75	14,0 – 15,5	0,1 – 0,25	0,98 – 1,05
Исходная регулировка	0,15	75	14,5	0,14	1,01
Неисправна свеча зажигания	0,25	840	10,5	5,8	1,4
Полностью не работающая форсунка	0,17	80	14,3	9,5	1,25
Форсунка «льёт»;	2,2	940	9,1	5	0,97
Не герметична выхлопная система	0,6	250	14,2	5-8	1, 3
Неисправность датчика температуры двигателя	4,4	450	12,1	2	0,8

Неисправность датчика температуры двигателя (короткое замыкание в цепи)	0,1	910	10,3	6,1	1, 15
Подсос воздуха во впускной коллектор	0,26	1200	9,1	7,1	1,49

После анализов результатов измерения содержания выхлопных газов двигателя автомобиля ВАЗ 2110 были сделаны следующие выводы:

1. Все вводимые неисправности вызывают увеличение выбросов углеводородов СН, кроме случаев позднего зажигания и при полностью не работающей форсунки. Это объясняется тем, что процесс сгорания смеси в отдельных или всех цилиндрах ухудшается, что приводит к отклонению состава выхлопных газов от нормативных значений;

2. Наибольшее количество углеводородов СН в выхлопных газах наблюдается при неисправности свечи зажигания (СН увеличилось более чем в 7 раз), при этом выбросы СО и СО₂ уменьшаются, так как нет полного сгорания топлива в цилиндре СО и СО₂ не образуется. Как показывает опыт диагностики к резкому увеличению содержания СН приводят и другие причины, например: нарушение фаз газораспределения, неправильные зазоры в клапанах, низкая компрессия в цилиндрах или в одном из цилиндров двигателя, не плотности в клапанах, попадание в камеру сгорания большого количества масла, например, через сальники клапанов или из-за неисправности цилиндропоршневой группы (выброс через систему вентиляции двигателя).

3. Угол опережения зажигания в значительной степени влияет на процесс сгорания топлива в двигателе, а, следовательно, и на выброс углеводородов.

На позднем зажигании при некотором росте CO заметно снизились выбросы углеводородов, потому что двигатель работает более плавно, условия сгорания топлива лучше, кроме того часть топлива догорает в выхлопной системе. Только чрезмерно «позднее» зажигание (далеко после ВМТ) может привести к нарушению воспламенения смеси в цилиндре и вызовет рост CH .

Установка более раннего зажигания, даже не выходя за пределы наиболее экономической работы двигателя, всегда приводит к росту CH . Слишком раннее зажигание приводит к перебоям в работе двигателя и значительному росту CO и CH , кроме того не эффективное сгорание топлива приводит к снижению содержания CO_2 и большому количеству кислорода не вступившего в реакцию горения. Необходимо обратить внимание диагноста, что при пропусках зажигания в цилиндрах двигателя происходит большой разброс показаний параметров выхлопных газов и газоанализатор некорректно рассчитывает значение λ . И расчётное значение λ , может значительно отличаться от действительного.

4. При наличии подсоса воздуха наблюдается сильное обеднение топливной смеси, что приводит к пропускам зажигания в цилиндрах и не равномерной работе двигателя, поэтому содержание углеводородов CH и кислорода O_2 резко увеличивается, а содержание CO_2 уменьшается. Из таблицы видно, что регулировка подачи воздуха на холостом ходу параметров почти не меняет, двигатель работает неустойчиво. При увеличении числа оборотов доля несанкционированного воздуха уменьшается, и параметры принимают нормальные значения. На двигателе с распределенным впрыском подсос воздуха можно зафиксировать по заниженному показанию датчика массового расхода воздуха.

5. При не герметичности выпускной системы через не плотности подсасывается, атмосферный воздух, смешивается с отработавшими газами, приводит к резкому увеличению кислорода в выхлопных газах, а содержание

CO₂ в выхлопных газах изменится незначительно, так как в атмосферном воздухе содержание CO₂ не велико. Подсос воздуха обычно, сопровождается повышенной шумностью работы выхлопной системы, и в этом случае нет смысла производить измерения содержания выхлопных газов, так как показания будут не правдоподобными.

При анализе содержания выхлопных газов с каталитическим нейтрализатором автомобиля были сделаны следующие выводы:

1. Из таблицы видно, что каталитический нейтрализатор, дожигает СО и СН практически полностью превращая их в CO₂ и H₂O, поэтому диагностирование по содержанию выхлопных газов вызывает определённые сложности. И для более точной диагностики требуется дополнительная информация о содержании других компонентах выхлопных газов CO₂ и O₂. Поэтому для диагностики автомобилей с каталитическими нейтрализаторами, необходимо использовать четырёх или пяти компонентные газоанализаторы.

Для диагностики исправности каталитического нейтрализатора можно воспользоваться следующим правилом: у исправного нейтрализатора в выхлопных газах содержание O₂ примерно равно содержанию СО. Если содержание O₂ превышает содержание СО и содержание СО выше 0,5%, то ресурс компонентов нейтрализатора израсходован;

2. В случае не работающей форсунки, топливо в цилиндр подаваться не будет, а количество воздуха поступающего в этот цилиндр остаётся прежним. Поэтому в выхлопных газах имеет место чрезмерно большое содержание кислорода и, и как следствие, запредельное значение лямбда. Снижается СО, CO₂ и СН изменяется незначительно;

3. Форсунка льёт – плохое распыление. Топливно-воздушная смесь получается неоднородной и сгорает не полностью, что приводит к повышению содержания СН и снижению содержания CO₂;

4. При обрыве в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости наблюдается обогащение топливной смеси, а при коротком замыкании в цепи датчика, обеднение топливной смеси. В обоих случаях наблюдается повышение содержания CH и O_2 .

При анализе возможных причин неисправностей, полученные результаты измерений содержания выхлопных газов можно разделить на две характерные группы.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных компонентов состоит воздух?
2. Из каких основных компонентов состоит бензин?
3. Почему содержание диоксида углерода (CO_2) принимают за критерий эффективности сгорания топлива?
4. Каких значений достигает CO_2 в выхлопных газах исправного двигателя?
5. Как в выхлопную систему попадает вода (H_2O)?
6. Какие компоненты входят в состав выхлопных газов?
7. Какие компоненты выхлопных газов загрязняют атмосферу?
8. Какие компоненты выхлопных газов измеряют 4-х и 5-и компонентные газоанализаторы?
9. Как градуируются шкалы газоанализатора?
10. Какое соотношение топлива и воздуха принимают за стехиометрическую пропорцию?
11. Какие значения коэффициента избытка воздуха принимают при работе двигателя на бедной и богатой смесях?
12. Какие параметры измеряет газоанализатор «Инфрокар М»?
13. Как измеряется частота вращения коленчатого вала с помощью газоанализатора?
14. Как измеряется температура масла в картере двигателя с помощью газоанализатора?
15. Из каких основных систем состоит газоанализатор?
16. Из каких основных элементов состоят системы пробоотборника и пробоподготовки?
17. Из каких элементов состоит и как работает измерительный блок?

18. Как производится подготовка газоанализатора к работе?
19. Как производится выбор типа двигателя (двух-четырёхтактный) для установки тахометра газоанализатора?
20. Как производится переключение режимов вычисления параметра «лямбда» для различных видов топлива?
21. В каких режимах в программе «Инфракар-графический» отображаются показания газоанализатора?
22. В каком режиме и как создаётся отчёт об анализе выхлопных газов?
23. Как отображаются показания газоанализатора в режиме «Диаграмма»?
24. Как приводится контроль норм токсичности содержания выхлопных газов в режиме «Диаграммы»?
25. Как отображаются показания газоанализатора в режиме «График»?
26. Как регулируется СО на автомобиле ВАЗ с инжекторным двигателем?
27. Как регулируется СО на автомобиле ГАЗ с инжекторным двигателем?
28. Как строится график зависимости содержания выхлопных газов от коэффициента избытка воздуха?
29. Какие значения принимают компоненты выхлопных газов при стехиометрическом составе топливной смеси?
30. Как изменяются компоненты выхлопных газов при работе двигателя на бедной смеси?
31. Как изменяются компоненты выхлопных газов при работе двигателя на богатой смеси?
32. На какие две группы можно разделить результаты измерений содержания выхлопных газов?
33. Какие могут быть причины неисправности при высоком содержании углеводородов (СН)?
34. На каких двух режимах работы двигателя измеряют содержание выхлопных газов?
35. Как строится график зависимости содержания выхлопных газов от частоты вращения коленчатого вала двигателя?
36. Как изменяются компоненты выхлопных газов с увеличением частоты вращения коленчатого вала?
37. Как угол опережения зажигания влияет на содержание СН в выхлопных газах?

38. Как изменятся показания выхлопных газов при подсосе воздуха во всасывающий коллектор?

39. Как изменятся показания выхлопных газов при неисправности свечи зажигания?

40. Как изменятся показания выхлопных газов при полностью не работающей форсунке?

41. Как изменятся показания выхлопных газов, когда форсунка «льёт»?

42. Какие значения принимают компоненты выхлопных газов при работе исправного двигателя с катализатором?

ТЕМА № 4 Диагностика вспомогательных систем двигателя с помощью осциллографа

1. Общие сведения о автомобильных цифровых осциллографах и системах зажигания

1.1. Назначение и принципиальное устройство цифровых осциллографов

Автомобильный осциллограф – это универсальный цифровой электронный прибор, который подсоединяется к персональному компьютеру и предназначен для диагностики систем управления автомобилем. В отличие от тестера, осциллограф позволяет, увидеть не только средние значения напряжения в измеряемых цепях, но и процесс изменения напряжения во времени (рис.1), а так же измеряемые величины представлять в графическом виде и записывать в память для последующего просмотра и анализа.

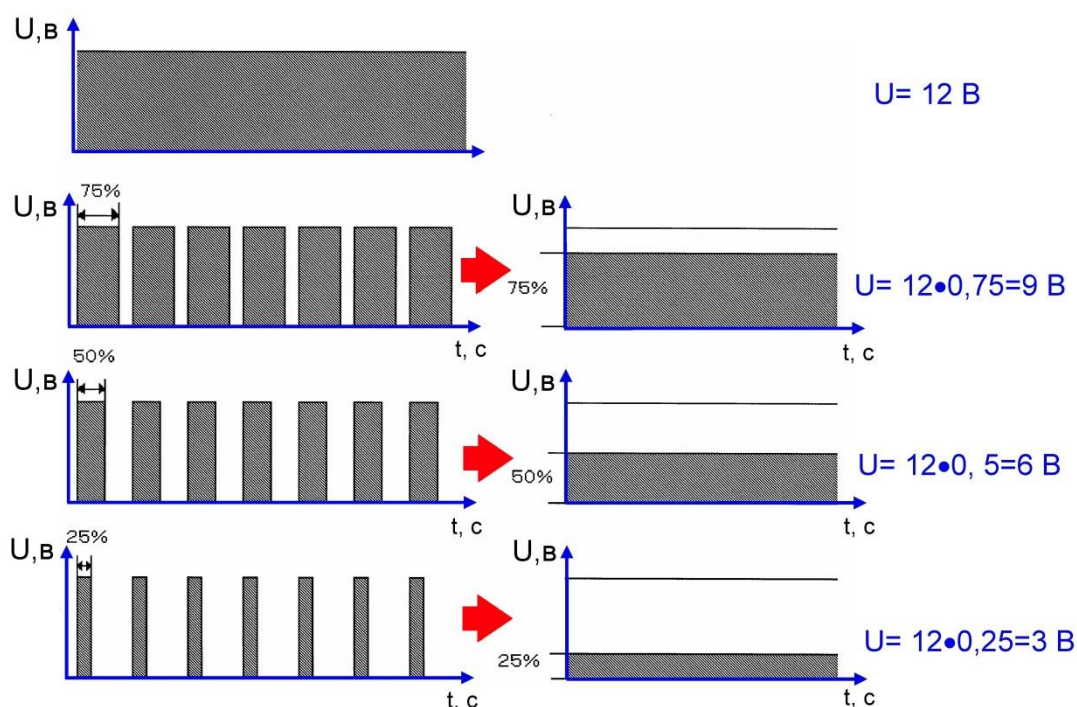


Рис. 1. Импульсный сигнал, отображаемый осциллографом и среднее напряжение выходного сигнала, измеряемое тестером.

По форме осциллограмм в первичной и вторичной цепях катушки зажигания можно:

- выявить неисправные элементы систем зажигания (состояния свечей и высоковольтных проводов, неисправности катушек и модулей зажигания, определение угла замкнутого состояния катушек зажигания);

- диагностировать неисправности механической части двигателя (оценка относительной компрессии по цилиндрам, определение правильной установки фаз газораспределения и др.);

- оценивать состав смеси по цилиндрам двигателя.

С помощью осциллографа проводится диагностика датчиков и исполнительных устройств систем управления двигателем, а так же диагностика работы генератора.

Форма сигнала выводится на экран в виде графика в координатах амплитуда (напряжение) и время. По графику изменения сигнала, кроме напряжения и времени, можно измерить частоту сигнала (время между двумя сходными точками кривой сигнала) и скважность (продолжительность) сигнала или « угол замкнутого состояния» в % - т.е. отношение времени наличия сигнала к общему времени периода сигнала (рис.2). Типичная форма сигнала указывает на примерное положение сигнала относительно нулевой линии.

Скважность сигнала: $E = t/T \cdot 100$, где E – скважность сигнала, %; T_n – время действия (продолжительность) сигнала, мс; T_c – период цикла, мс.

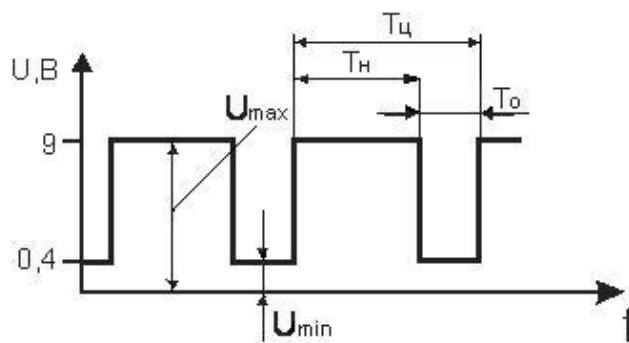


Рис. 2. Осциллограмма импульсного сигнала: U_{max} , U_{min} – максимальное и минимальное значение напряжения; T_n – время действия сигнала (поддержания U_{max}); T_0 – время поддержания U_{min} ; T_c – время цикла

Методика диагностики с помощью осциллографа сводится к следующему. Осциллограф подсоединяется к элементу системы управления

и фиксируется форма полученного сигнала, которая затем сравнивается с «образцовым» сигналом, что позволяет принять решение о наличии дефекта и работоспособности данного элемента системы управления.

1.2. Принципиальное устройство систем зажигания автомобильных двигателей

Наибольшее распространение на автомобильных двигателях нашли контактные, транзисторные и микропроцессорные системы зажигания. Транзисторные системы зажигания подразделяются на транзисторные системы зажигания с датчиком Холла и индукционным датчиком, а микропроцессорные на системы зажигания «холостая искра» и с индивидуальными катушками зажигания.

В основу конструкций систем зажигания положена одна или несколько катушек зажигания. При замыкании первичной обмотки катушки зажигания на «массу» по первичной обмотке проходит ток (рис.3). В этот момент времени происходит накопление энергии в катушке зажигания, а в момент размыкания первичной обмотки от массы ток резко исчезает и во вторичной обмотке индуцируется электрический ток высокого напряжения. Под воздействием этого тока в зазоре между электродами свечи зажигания образуется искра, которая поджигает топливную смесь.

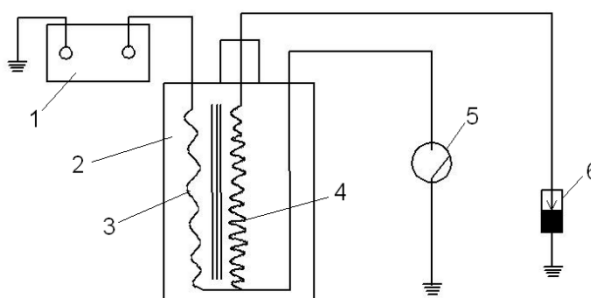


Рис. 3 Система зажигания: 1-аккумулятор; 2-катушка зажигания; 3-первичная обмотка катушки зажигания; 4-вторичная обмотка катушки зажигания; 5-ключ; 6-свеча зажигания.

Напряжение, при котором происходит искровой разряд между электродами свечи, называют «пробивным». Так, согласно экспериментальному закону Пашена, пробивное напряжение для однородных полей зависит от зазора между электродами свечи δ , давления P (степени сжатия) и температуры топливной смеси T .

$$U_{np} = f\left(\frac{P\delta}{T}\right)$$

Пробивное напряжение увеличивается с повышением степени сжатия рабочей смеси и расстояния между электродами и снижается с повышением температуры рабочей смеси.

Пониженные значения пробивных напряжений повышают число циклов с «вялым» начальным периодом сгорания, вследствие меньшего объема горючей смеси между электродами свечи зажигания и следовательно приводят к неполному сгоранию топлива.

1.3. Осциллограммы первичной и вторичной цепей систем зажигания

При замыкании первичной обмотке катушки зажигания на «массу» по обмотке начинает идти ток, который создает вокруг витков обмотки магнитное поле. Магнитный поток, пересекая витки этой обмотки, индуцирует в них э.д.с. самоиндукции, направленную против тока и, следовательно, замедляющую его нарастание. Поэтому ток в первичной обмотке достигнет своего максимального значения $I = U/R = 12/3 = 4\text{А}$ не мгновенно, а через несколько миллисекунд (кривая 3, рис.4).

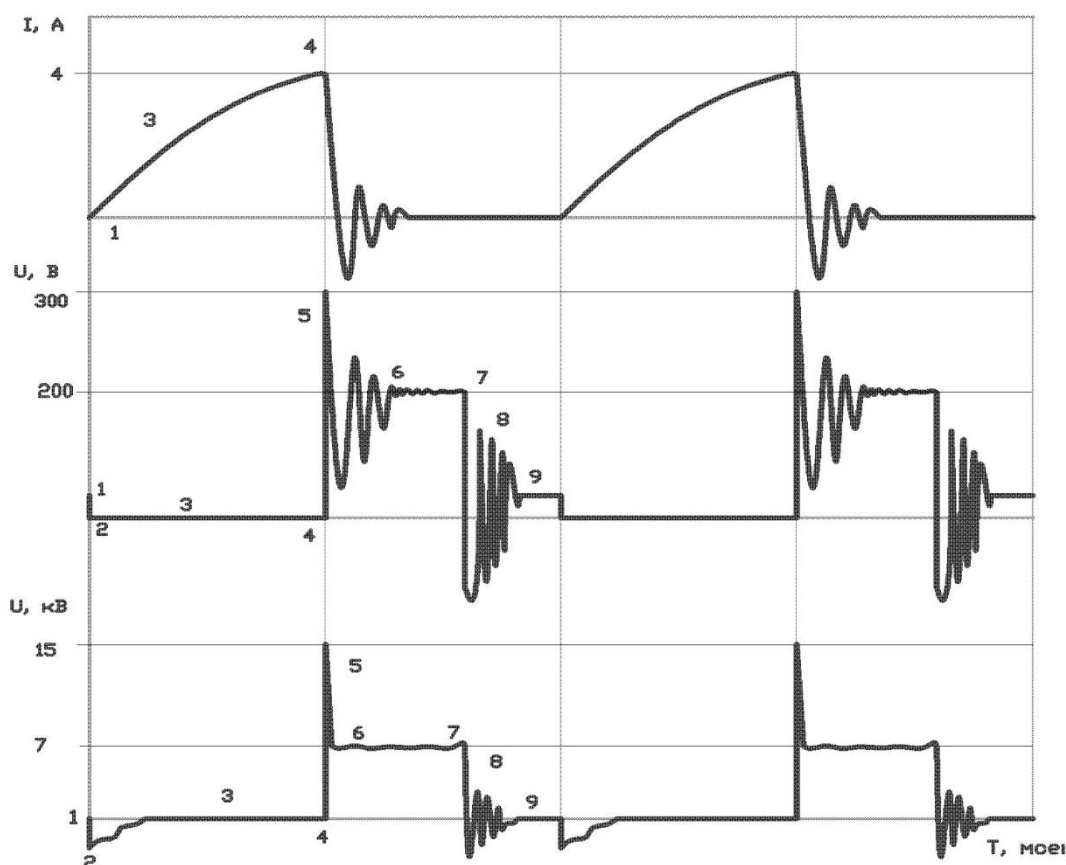


Рис. 4. Осциллограммы первичной и вторичной обмоток катушки зажигания

Кривая 3 характеризует время в течение которого, первичная обмотка остаются замкнутой на «массу». Это называется периодом накопления энергии или углом замкнутого состояния катушки (УЗСК).

Так как ток в первичной обмотке нарастает медленно, то, следовательно, и магнитный поток тоже будет нарастать медленно. Согласно закону Майкла Фарадея, величина индуцируемой э.д.с. зависит от скорости изменения (нарастания или уменьшения) магнитного потока. Поэтому в витках вторичной обмотки будет индуцироваться э.д.с. взаимоиндукции не более 2-3 кВ (точка 2), рис.4).

Размыкание первичной обмотки катушки зажигания от массы приведет к резкому снижению тока в первичной обмотке (точка 4 , рис.4), и, следовательно, ускорит исчезновение магнитного потока в ней. Вследствие этого, э.д.с индуцируемая в первичной обмотке катушки зажигания достигает напряжения примерно 300 В, а во вторичной обмотке примерно 15

кВ. Под действием высокого напряжения происходит пробой искрового промежутка (точка 5), и к возникновению между электродами канала горячей плазмы с высокой проводимостью, шунтированию вторичного контура и резкому падению напряжения между электродами свечи (участок 5-6, рис.4).

Участок представленной кривой 6, отражает длительность искрового разряда (время горения искры), т. е. наличия канала плазмы между электродами цепи. В это время катушка отдает накопленную энергию и поддерживает горение искры. Обычно время горения искры составляет величину порядка $0,8 \div 2,0$ мс.

Пробивное напряжение и время горения искры находятся в противофазе. Т.е. чем выше пробивное напряжение, тем меньше время горения искры.

В точке 7, энергия катушки больше не способна поддерживать искру между электродами свечи.

После прекращения искры небольшое количество энергии, оставшейся в магнитном поле катушки, рассеивается в виде колебаний (кривая 8, рис.4). Процесс затухания занимает интервал времени (8-9). В точке 9, энергия катушки и конденсатора рассеяны; тока в первичных и вторичных цепях нет.

В момент времени (точка 1) цепь первичной обмотки катушки вновь замыкается, и весь процесс повторяется.

Напряжение во вторичной обмотке имеет отрицательную полярность, но практически все диагностические приборы для удобства наблюдения инвертируют сигнал вторичной цепи, т. е. представляют его как показано на рис. 4.

Таким образом, при анализе осциллограмм основными диагностическими параметрами являются: напряжение пробоя искрового зазора свечей зажигания, время горения искры и напряжение, при котором горит искра.

1.4. Конструктивные особенности систем зажигания

1.4.1. Контактные системы зажигания

В контактных системах зажигания, катушка замыкается и размыкается от «массы» с помощью контактов. Электрическая схема контактной системы зажигания (рис.5.) состоит из аккумуляторной батареи АБ, замка зажигания ЗЗ, катушки зажигания КЗ, распределитель зажигания РЗ, первичной обмотки катушки зажигания 1, вторичной обмотки катушки зажигания 2, кулачка распределителя зажигания 3, контактной группы 4 (состоящей из подвижных и неподвижных контактов), конденсатора 5, бегунка 6, крышки распределителя зажигания 7, высоковольтных проводов 8, свеч зажигания 9.

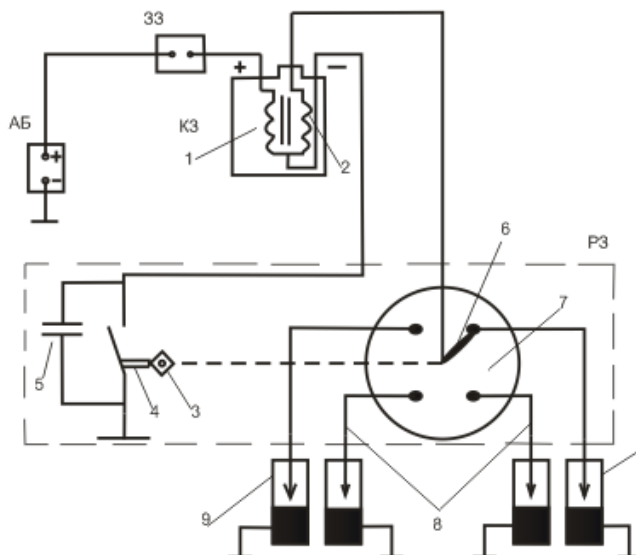


Рис. 5. Электрическая схема контактной системы зажигания.

Распределитель зажигания приводится в движение двигателем автомобиля и вращается со скоростью распределительного вала. На валу распределителя закреплены кулачок 3 и бегунок 6 (рис.5). Кулачок имеет выступы, количество которых соответствует количеству цилиндров двигателя. При вращении кулачка один из его выступов перемещает подвижный контакт, размыкая или замыкая контакты.

В момент размыкания контакта бегунок 6 распределителя подходит к одному из контактов в крышке распределителя, и электрический ток высокого напряжения от катушки зажигания передается к свече зажигания по цепочке: вторичная обмотка катушки

зажигания - центральный высоковольтный провод - бегунок, контакт крышки распределителя - высоковольтный провод с наконечником - свеча зажигания и «масса».

Для резкого исчезновения тока при размыкании первичной обмотки катушки зажигания от массы и уменьшения искрения между контактами параллельно им включается конденсатор 5 (рис. 4)

На рисунке (6) представлены осциллограммы токов и напряжений в первичной и вторичной цепях катушки зажигания при работе контактов без конденсатора. Из осциллограммы токов видно, что при размыкании контактов (точка 4) и отсутствии конденсатора ток падает медленно, так как э.д.с. самоиндукции, индуцируемая в первичной обмотке, направлена в сторону движения тока и будет стремиться задержать его исчезновение. Это приведет к возникновению сильного искрения между контактами прерывателя (ток продолжает идти через открывающуюся зазор), и в первичной цепи на некоторое время сохраняется ток, что препятствует резкому уменьшению магнитного потока, в результате чего во вторичной обмотке индуцируется э.д.с, не превышающая 4–6 кВ. Такое низкое напряжение приводит к возникновению слабой искры и, как следствие, к плохому сгоранию топлива. Кроме того, ввиду сильного искрения между контактами прерывателя происходит их пригорание (окисление).

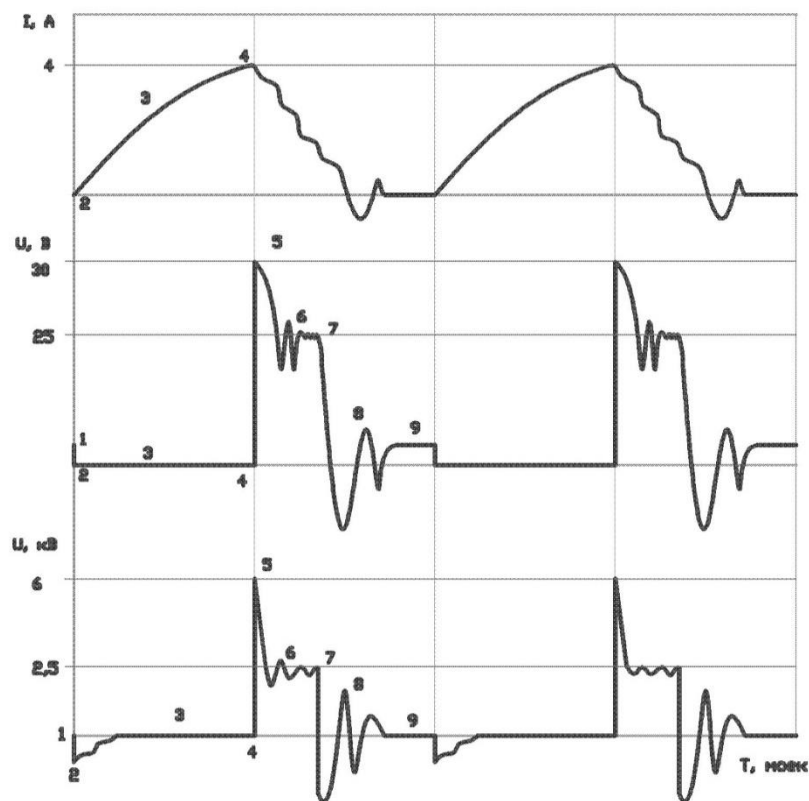


Рис. 6. Осциллограмма первичной и вторичной обмоток катушки зажигания при работе контактов без конденсатора.

Для уменьшения искрения между контактами параллельно им включается конденсатор 5 (рис. 5). В начальный момент размыкания контактов конденсатор заряжается, что уменьшает искрение между контактами. А после зарядки конденсатор будет разряжаться через первичную обмотку катушки, создавая ток обратного направления, что приведет к резкому снижению тока в первичной обмотке, и, следовательно, ускорит исчезновение магнитного потока в ней. Вследствие этого, э.д.с индуктируемая в цепях катушки зажигания резко повышается.

Диагностическим параметром контактной системы зажигания является УЗСК. Величина УЗСК, например, для автомобилей ВАЗ с контактной системой зажигания должен составлять составляет 54-58 градусов. Если УЗСК выше или ниже нормы, то искра начнет слабеть.

УЗСК регулируется путем изменения зазора между контактами. Чем больше зазор, тем меньше УЗСК и, следовательно, остается меньше времени для накопления энергии, т. е. ток не успевает достигнуть максимального

значения, что приводит к снижению напряжения во вторичной обмотке. При увеличении оборотов УЗСК остается таким же, но времени на накопление энергии остается еще меньше. Поэтому при малом значении УЗСК и больших оборотах коленчатого вала двигатель может давать сбой из-за пропусков искрообразования, так как катушка не успевает запасть энергией.

С уменьшением зазора между контактами увеличивается УЗСК, и ток успевает достигать максимальной величины. Однако из-за малого зазора между контактами наблюдается искрение, следовательно, нет резкого исчезновения тока в первичной цепи, и поэтому вторичное напряжение уменьшается.

Измерение УЗСК производится с помощью специального прибора, который подключается между выводами «—» катушки зажигания и «массой» автомобиля. Угол измеряется в градусах или процентах. На современных стробоскопах также имеется функция измерения УЗСК.

Изменение УЗСК приводит к изменению угла опережения зажигания. Чем больше УЗСК, тем позже произойдет замыкание контактов, и, следовательно, будет более позднее зажигание, и наоборот. Поэтому, после регулировки УЗСК проверяется и корректируется угол опережения зажигания.

При увеличении частоты вращения до 3000 об\мин изменение УЗСК не должно превышать 2-3 градусов. Если оно больше, то возможны следующие неисправности: ослабление пружины подвижного контакта; люфт подвижной пластины прерывателя; большое биение валика распределителя.

1.4.2. Транзисторные системы зажигания

В транзисторных системах зажигания отсутствует контактная группа и ее функцию, т.е. замыкания первичной обмотки катушки зажигания на «массу» и размыкания от «массы», выполняет «электронный ключ» (транзистор), расположенный в коммутаторе. Транзистор не подвергается механическим воздействиям и поэтому более надежный, чем контактная

группа. Наибольшее распространение получили транзисторные системы зажигания с датчиком Холла и с индуктивным датчиком.

1.4.2.1. Транзисторная система зажигания с датчиком Холла

Датчик холла, схема которого представлена на рис.7а, включает постоянный магнит 1, ротор (шторку) 2 и элемент холла 3.

Известно, что, если через пластину полупроводника проходит ток, и пластина пронизывается магнитным полем, то на гранях пластины, перпендикулярных току возникает ЭДС (рис. 7 а). На этом принципе работает датчик холла.

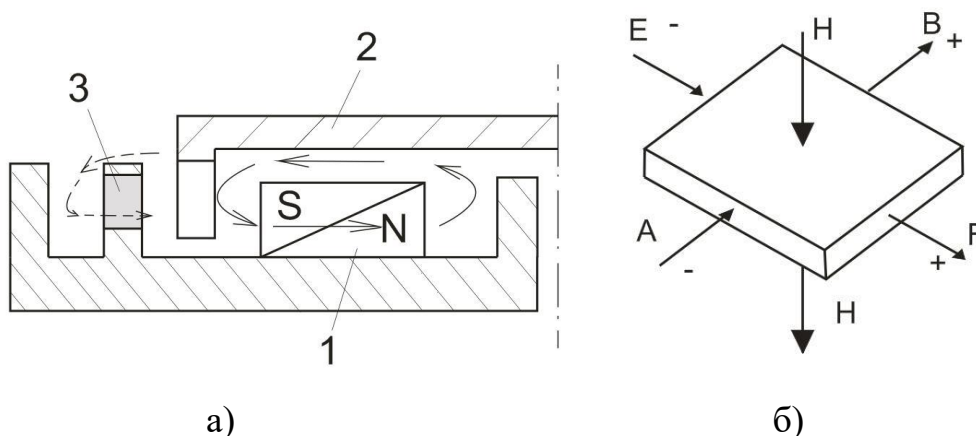


Рис. 7. Схема датчика импульсов напряжений (датчик Холла)

Магнитное поле создается постоянным магнитом 1 датчика, а прерывание магнитного поля осуществляется ротором (шторкой) 2 с прорезями, укрепленным на валу распределителя зажигания. При прохождении прорези ротора около постоянного магнита силовые линии его магнитного поля пронизывают поверхность элемента Холла 3, и на его выходе возникает ЭДС.

При прохождении лопасти зубца ротора около постоянного магнита его магнитное поле экранируется, ЭДС Холла исчезает.

Величина ЭДС Холла очень мала и поэтому должна быть усилена вблизи кристалла. Функцию усиления сигнала выполняет специальная микросхема, встроенная в датчик, которая усиливает сигнал примерно до 9В.

Интегральная микросхема, встроенная в датчик, инвертирует сигнал датчика Холла. Таким образом, когда тело экрана находится в зазоре датчика, то на его выходе имеется напряжение $U_{\max}$ (примерно 9В), а при прохождении прорези напряжение резко падает до 0,4В (рис.9).

Транзисторная система зажигания с датчиком Холла состоит из катушки зажигания 1 (рис.8), коммутатора 4, распределителя зажигания 2, свечей зажигания 7, высоковольтных проводов 6 и соединительного жгута.

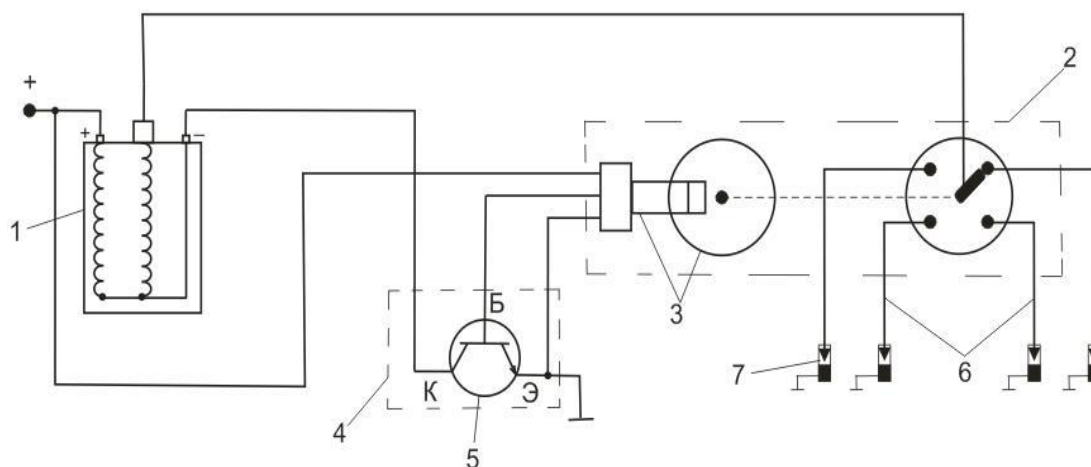


Рис 8. Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с датчиком Холла: 1 – катушка зажигания; 2 – распределитель зажигания; 3 – датчик Холла; 4 – коммутатор; 5 – выходной транзистор; 6 – высоковольтные провода; 7 – свечи зажигания.

Управляющие импульсы на коммутатор подаются от бесконтактного датчика Холла, расположенного в распределителе зажигания. На выходном блоке коммутатора установлен транзистор. Базой транзистора управляет датчик Холла, который при вращении вала распределителя вырабатывает сигналы прямоугольной формы (рис. 9,10).



Рис. 9. Диаграмма датчика Холла и вторичной цепи зажигания на холостом ходу: 1-2 время накопления энергии в магнитном поле катушки зажигания (момент открытия силового транзистора коммутатора); 2-3 переход коммутатора в режим ограничения тока в первичной цепи; в точке 3 происходит пробой искрового промежутка между электродами свечи зажигания; 4-5 участок горения искры; 5-6 конец горения искры и начало затухающих колебаний.

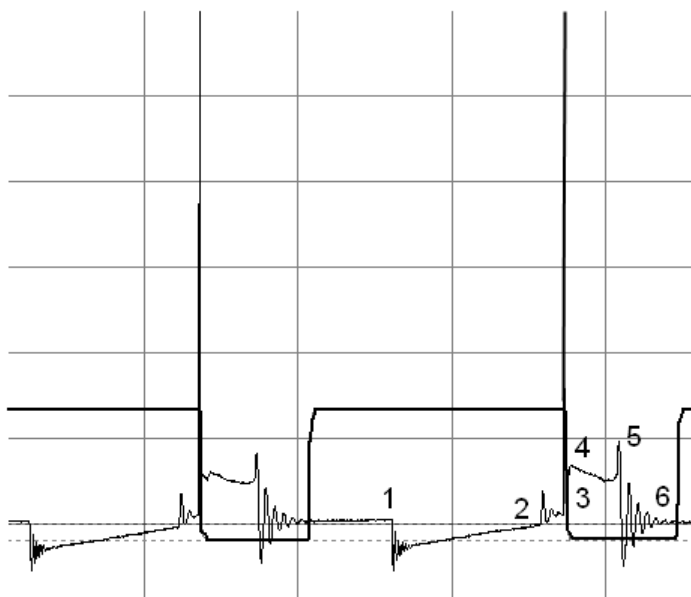


Рис. 10. Диаграмма датчика Холла и вторичной цепи зажигания при 3000об/мин

При прохождении окна ротора 1 около постоянного магнита датчика Холла на выходе этого датчика напряжение 0,4 В, а при прохождении шторки 2- 9 В (рис.9,10).

Если амплитуда импульса составляет 9 В, то коллекторно-эмиттерный переход транзистора открывается и замыкает цепь первичной обмотки катушки зажигания на «массу». При этом происходит накопление энергии в катушке зажигания.

Чтобы обеспечить малое время накопления и одновременно увеличить значение запасаемой энергии, в транзисторных системах зажигания используются катушки с низким значением сопротивления первичной обмотки (обычное значение $R_n = 0,3 - 0,5 \text{ Ом}$), в этом случае максимальное значение тока в первичной обмотке может достигать значения $I = U/R = 12/0,3 = 40 \text{ А}$. При таком большом токе энергия тратится бесполезно на нагрев катушки, особенно на низких оборотах двигателя. Поэтому электронный блок коммутатора ограничивает ток на уровне $6 \div 10 \text{ А}$ (рис.9,10).

При падении амплитуды напряжения датчика Холла до 0,4 В транзистор закрывается, что приводит к размыканию первичной обмотки катушки зажигания и возникновению искры на свече зажигания.

Ротор распределителя зажигания имеет соотношение шторка–окно 70:30%, тем самым обеспечивается постоянный УЗСК. Однако на высоких оборотах двигателя время замкнутого состояния может оказаться недостаточным для нарастания тока в первичной обмотке до необходимого уровня (из-за индуктивности катушки), и искра начинает слабеть или вообще пропадать.

Поэтому коммутатор обеспечивает возможность изменять УЗСК на катушке путем электронного регулирования ширины импульсов в зависимости от оборотов двигателя (участки 1-2 на рис.9,10).

1.4.2.2. Транзисторная система зажигания с индукционным датчиком

Индукционный датчик состоит из ротора 1, статора 2, постоянного магнита 3 и обмотки 4 (рис.11).

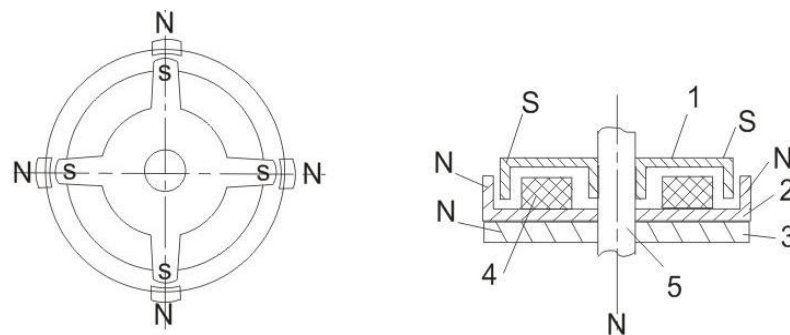


Рис. 11 . Схема индукционного датчика: 1 – ротор; 2 – статор; 3 – постоянный магнит; 4 – обмотка статора; 5 – вал распределителя зажигания.

Ротор 1 закреплен на валу распределителя зажигания и вращается вместе с ним. Ротор имеет заостренные загнутые зубья. Их количество соответствует количеству цилиндров двигателя. Статор 2 выполнен из пластины с загнутыми зубьями. К нижней части статора крепится постоянный магнит 3, а к верхней – обмотка 4.

При вращении зубчатого ротора в обмотке датчика индуцируется переменное напряжение (рис.12). Когда один из зубьев ротора приближается к зубу статора, магнитный поток резко увеличивается, и индуцируемое в обмотке напряжение достигает максимального значения. Известно, что величина индуцируемого напряжения зависит от скорости изменения магнитного потока, т.е. от первой его производной. При совпадении средних линий зубьев ротора и статора магнитный поток меняет направление, и производная становится равной нулю. Поэтому напряжение начинает резко изменяться в противоположном направлении.

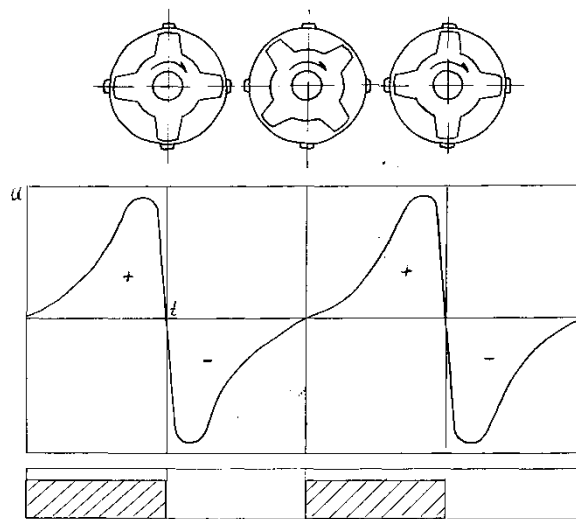


Рис.12. Изменение напряжения на обмотках катушки индукционного датчика в зависимости от угла поворота ротора: U – управляющее напряжение; t –момент возникновения искры, I – управляющий ток..

Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с индукционным датчиком представлена на рис.13. Данная система работает следующим образом. С индукционного датчика на транзистор коммутатора подаются сигналы переменного напряжения. Положительные полупериоды этого напряжения открывают транзистор, и первичная обмотка катушки зажигания замыкается на «массу». При прохождении амплитуды через точку $U=0$, транзистор закрывается, что приводит к размыканию первичной цепи катушки зажигания и возникновению искры.

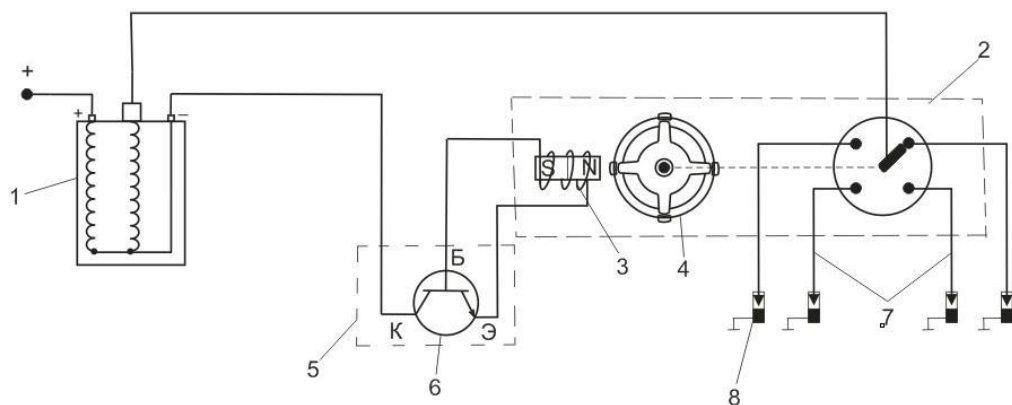


Рис. 13. Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с индуктивным датчиком: 1-катушка зажигания; 2-распределитель зажигания; 3-индукционный датчик; 4-зубчатый ротор; 5-коммутатор; 6-транзистор; 7-высоковольтные провода; 8-свечи зажигания

1.4.3. Микропроцессорная система зажигания «холостая искра»

Микропроцессорные системы зажигания позволяют более точно определить оптимальный угол опережения зажигания, обеспечивая тем самым улучшение динамических характеристик автомобиля, топливную экономичность и снижение вредных выбросов в атмосферу. А поддержание угла опережения зажигания на пороге начала детонации позволяет обеспечить повышение мощности и приемистости двигателя.

Блок – схема микропроцессорной системы зажигания «холостая искра» представлена на рис.14 и состоит из датчиков, электронного блока управления (ЭБУ), катушек зажигания, высоковольтных проводов и свечей зажигания.

Угол опережения зажигания рассчитывается блоком управления на основе информации от датчиков частоты вращения и положения коленчатого вала n , нагрузки на двигатель P, Q , температуры охлаждающей жидкости t_k , детонации Дет, учитывается также величина напряжения аккумуляторной батареи U . Если напряжение аккумулятора отличается от эталонного, то в момент включения катушки угол замкнутого состояния контактов (УЗСК) сдвигается вперед или назад для достижения постоянной мощности разряда.

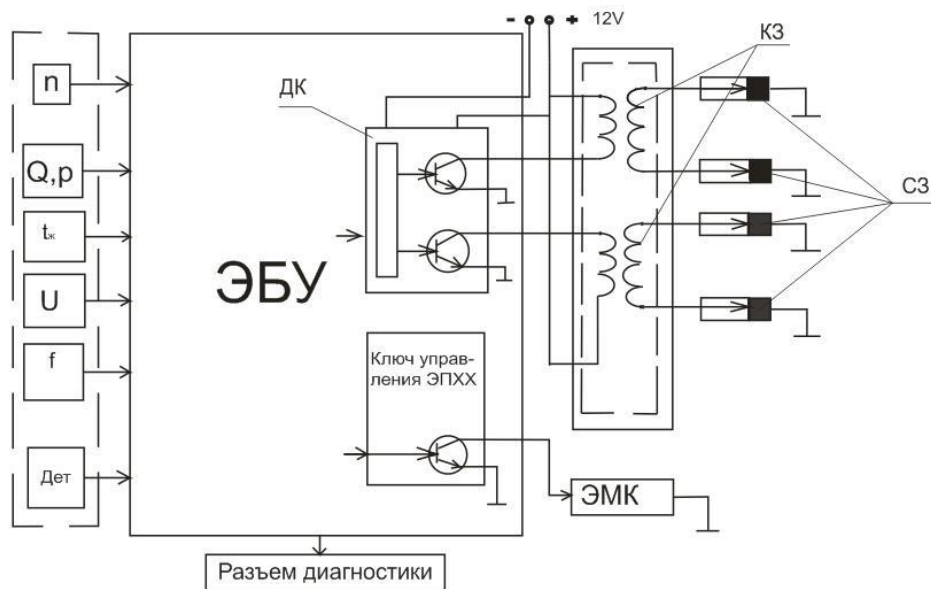


Рис. 14. Блок-схема микропроцессорной системы зажигания: n – датчик частоты вращения и положения коленчатого вала; Q, P – датчик нагрузки на двигатель; t_k – датчик температуры охлаждающей жидкости; U – сигнал напряжения аккумулятора; Дет – датчик детонации; f – конечный

выключатель дроссельной заслонки; ЭБУ – электронный блок управления; ДК – двухканальный коммутатор; КЗ - катушки зажигания; СЗ – свечи зажигания; ЭМК – электромагнитный клапан системы ЭПХХ карбюратора.

Датчик частоты вращения и положения коленчатого вала устанавливается рядом с маркерным диском и предназначен для определения частоты вращения коленчатого вала (КВ) и положения 1-го и 4-го цилиндра относительно ВМТ. Для этого маркерный диск имеет два пропущенных зуба, которые обычно не доходят до ВМТ на угол 120град.

Нагрузка на двигатель определяется с помощью датчика абсолютного давления во всасывающем коллекторе или датчика расхода воздуха.

Импульсные сигналы от датчика частоты вращения и положения коленчатого вала поступают во входной формирователь, который преобразует их в импульсы прямоугольной формы.

При создании нового двигателя разработчики проводят его испытание в полном диапазоне скоростей и нагрузок. Для каждого сочетания скорости и нагрузки и при фиксированной температуре охлаждающей жидкости (прогретый двигатель) определяют оптимальное значение угла опережения зажигания. Полученные данные в виде матрицы записываются в ПЗУ (постоянное запоминающее устройство) электронного блока управления (ЭБУ).

После получения информации о частоте вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель блок управления выбирает из матрицы, записанной в ПЗУ, необходимый в данный момент угол опережения зажигания. Затем выбранное значение корректируется в зависимости от температуры охлаждающей жидкости и температуры воздуха путем умножения базового значения УОЗ на коэффициент коррекции по температуре охлаждающей жидкости (чем ниже температура, тем выше УОЗ). Коэффициент коррекции по температуре также записан в одной из матриц ПЗУ.

Способ распределения высоковольтной энергии одновременно к двум свечам зажигания называют методом «Waste Spark», т.е. – «холостая искра» (рис.14).

Когда вторичная обмотка получает сигнал на разряд, искры происходят сразу в двух цилиндрах. Разряд одной свечи происходит в цилиндре, где заканчивается такт сжатия, а второй свечи – в цилиндре, где заканчивается такт выпуска. Первая свеча поджигает рабочую смесь, а вторая искра тратится вхолостую. Полярность искры будет правильным только в одной свече, а в другой - неправильным, так как направление тока будет обратным. Центральный электрод должен быть положительным, а периферийный – отрицательным. Напряжение вторичной обмотки составляет 37кВ, что вполне достаточно для поддержания разряда в двух свечах одновременно. Из-за наличия «холостой искры» свечи изнашиваются быстрее, и поэтому их приходится заменять каждые 20 тыс. км пробега. Первичная обмотка катушки зажигания имеет сопротивление $0,5 \div 0,05$ Ом, а вторичная – от 11 до 16 кОм.

1.4.4. Микропроцессорные системы зажигания с индивидуальными катушками

В системе зажигания с индивидуальными катушками каждая свеча зажигания обслуживается отдельной катушкой зажигания (рис. 15).

При замыкании первичной обмотки и из-за медленного нарастания тока в ней, во вторичной обмотке индуцируется относительно невысокое напряжение порядка 1-3 кВ. В системах зажигания с индивидуальными катушками этого напряжения достаточно для возникновения искрового разряда между электродами свечи зажигания и воспламенения рабочей смеси. Это может привести к повреждению двигателя.

Для предотвращения образования искры последовательно в цепь вторичной обмотки катушки зажигания устанавливается подавительный диод 8 (рис.15).

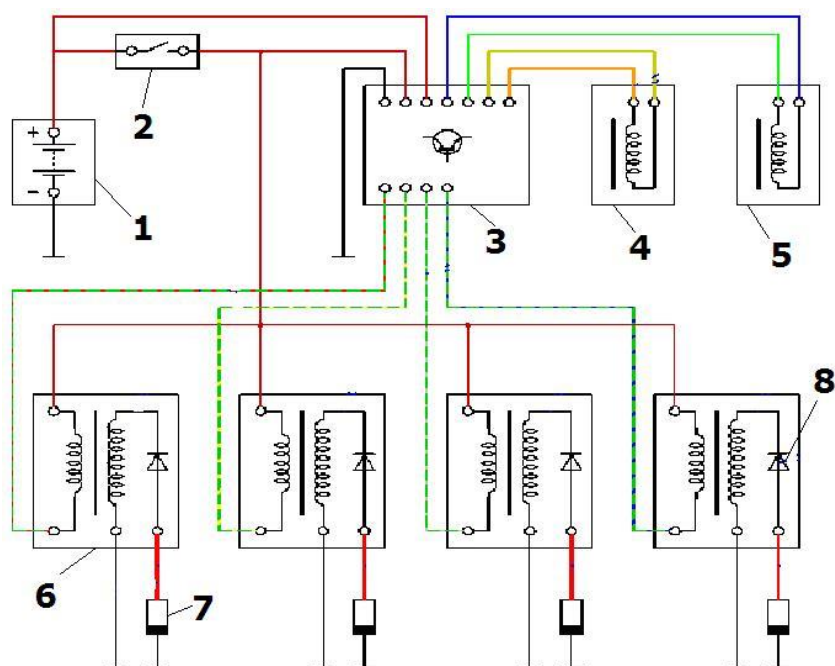


Рис. 15. Система зажигания с индивидуальными катушками: 1-аккумулятор; 2-замок зажигания; 3-блок управления; 4-датчик частоты вращения коленчатого вала; 5-датчик положения коленчатого вала; 6-катушка зажигания; 7-свеча зажигания; 8-подавительный диод.

При механическом распределении высокого напряжения этот разряд подавляется в искровом промежутке распределителя между бегунком и контактами на крышке распределителя зажигания. В системе зажигания «холостая искра» этот разряд подавляется за счёт высокого напряжения пробоя соединённых последовательно двух свечей зажигания.

Системы зажигания с индивидуальными катушками предпочтительно диагностировать по осциллограмме первичного напряжения. Для проведения диагностики осциллограммы напряжения снимаются путём поочерёдного подсоединения осциллографического щупа к первичным цепям катушек зажигания.

Однако в отдельных конструкциях в корпус индивидуальной катушки зажигания может быть встроен силовой каскад управления первичной

обмоткой катушки, из-за чего съём осциллограммы напряжения на первичной обмотке катушки может быть невозможен, что делает невозможным диагностику системы зажигания по первичному напряжению.

Для диагностики системы зажигания с индивидуальными катушками по вторичному напряжению, применяется универсальный накладной ёмкостной датчик, который поочерёдно устанавливается на катушки зажигания.

Индивидуальные катушки зажигания конструктивно могут быть объединены в модуль(и), который(е) устанавливается(ются) непосредственно над свечами зажигания, и крепится(ятся) к крышке головки блока цилиндров (рис. 16). Модуль индивидуальных катушек зажигания может состоять из двух-шести индивидуальных катушек. Кроме того, в модуль могут быть встроены силовые каскады управления первичными обмотками катушек, из-за чего съём осциллограмм напряжения на первичных обмотках катушек может быть невозможен.

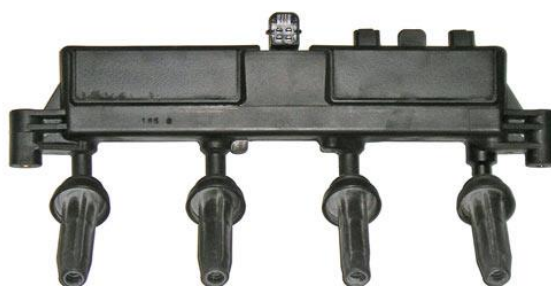


Рис. 16. Модуль индивидуальных катушек зажигания.

Для диагностики модуля(ей) индивидуальных катушек зажигания по вторичному напряжению, применяется универсальный накладной ёмкостной датчик, который поочерёдно устанавливается на катушки зажигания, встроенные в модуль.

В некоторых вариантах исполнения модулей индивидуальных катушек зажигания электрическое поле вторичных обмоток катушек конструктивно экранировано, вследствие чего съём сигнала с помощью накладных ёмкостных пластин невозможен.

На некоторых двигателях применяется индивидуальное дистанционное зажигание, передача тока высокого напряжения от катушек к свечам зажигания обеспечивается высоковольтными проводами. В корпус катушки может быть встроен силовой каскад управления первичной обмоткой катушки, из-за чего съём осциллограммы напряжения на первичной обмотке катушки может быть невозможен, что делает невозможным диагностику системы зажигания по первичному напряжению. Такие катушки зажигания могут быть конструктивно объединены в один блок.

Для диагностики индивидуального дистанционного зажигания по вторичному напряжению, применяется универсальный накладной ёмкостной датчик, который поочерёдно устанавливается на катушки зажигания, встроенные в модуль.

В некоторых вариантах исполнения индивидуальных дистанционных катушек зажигания электрическое поле вторичных обмоток катушек конструктивно экранировано, вследствие чего съём сигнала с помощью накладных ёмкостных пластин невозможен.

Некоторые двигатели оснащаются индивидуальным двойным дистанционным зажиганием, благодаря чему существенно снижается риск детонационного сгорания, и повышается надёжность работы двигателя в целом. Каждый цилиндр такого двигателя оснащён двумя свечами зажигания (рис. 17).



Рис. 17. Индивидуальное двойное дистанционное зажигание.

Индивидуальное двойное дистанционное зажигание состоит из модулей зажигания, каждый из которых выполнен из двух индивидуальных дистанционных катушек зажигания. Каждый такой модуль обслуживает по две свечи одного цилиндра. Передачу тока высокого напряжения от катушек к свечам зажигания, обеспечивают высоковольтные провода.

Индивидуальное двойное дистанционное зажигание при проведении диагностики необходимо рассматривать как две независимые системы индивидуального дистанционного зажигания и диагностировать их поочерёдно.

2. Методика диагностики систем зажигания с помощью цифрового осциллографа «МОДИС ОСА 4/2»

Цель работы: изучить конструктивные особенности систем зажигания; освоить процедуру установки программного обеспечения цифрового осциллографа «ОСА»; изучить устройство и конструкцию цифрового осциллографа «ОСА»; освоить методику использования рабочей программы и порядок работы с осциллографом «ОСА»; исследовать влияние дефектов систем двигателя на величину пробивных напряжений.

2.1. Установка программного обеспечения

Для установки программы необходимо запустить файл Modis10104.exe на установочном диске программы. В появившемся окне нажать кнопку «Продолжить» и выбрать необходимые компоненты для установки (рис.18).

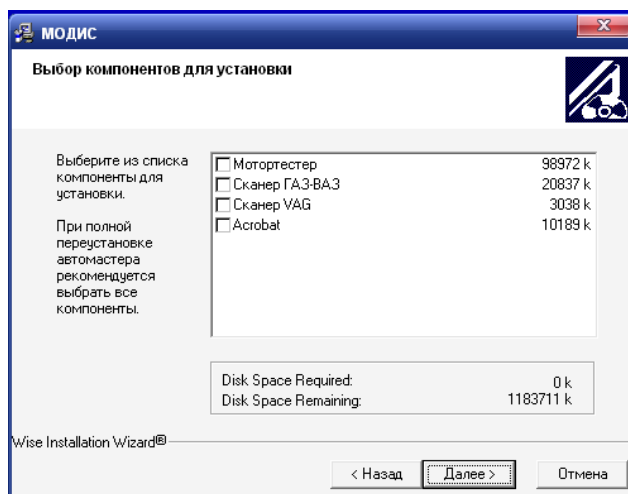


Рис.18 Выбор компонентов для установки.

Нажать кнопку «Далее» и дождаться установки программы. После установи компонентов необходимо указать название фирмы производящее обслуживание автомобилей. По умолчанию устанавливается название фирмы-производителя. Выбрать из предлагаемого списка газоанализатор (рис.19).

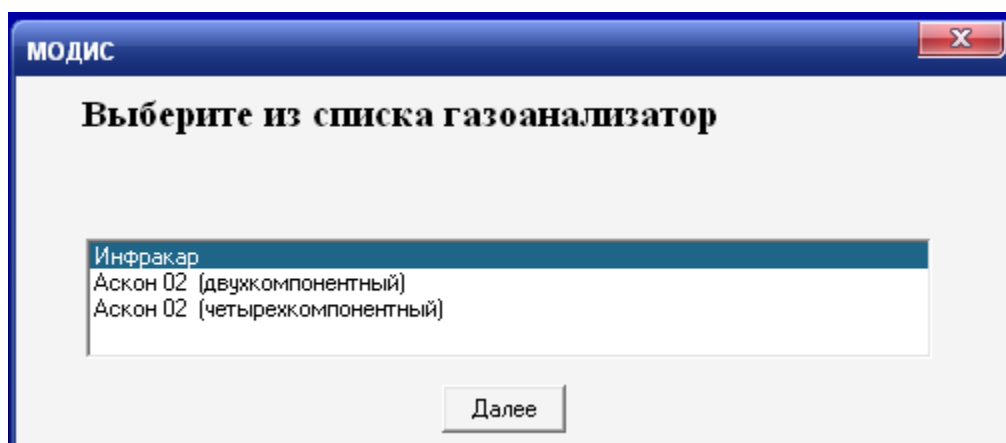


Рис. 19. Выбор типа газоанализатора.

Дождаться окончательной установки программы и нажать кнопку «Finish». По окончании установки необходимо перезагрузить компьютер.

После перезагрузки на рабочем столе появится ярлык программы осциллографа «ОСА».

2.2. Устройство и конструкция осциллографа «МОДИС ОСА 4/2»

Общий вид осциллографа представлен на рисунке 20.

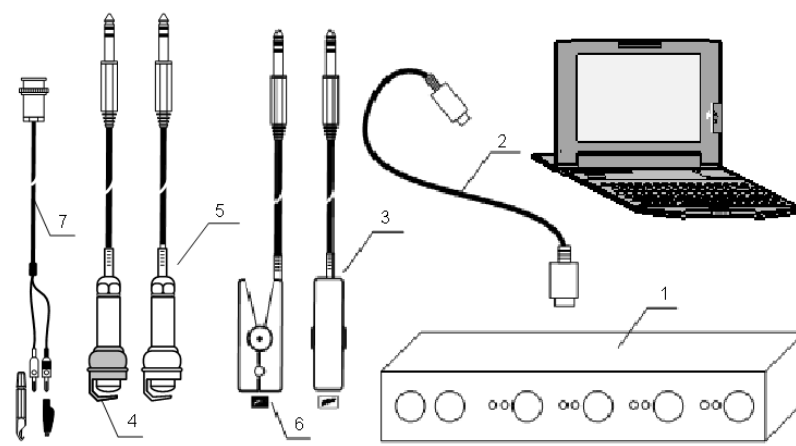


Рис. 20. Общий вид осциллографа: 1-модуль осциллографа; 2-USB-кабель; 3-датчик тока; 4,5- емкостные датчики высокого напряжения (положительный и отрицательный); 6-датчик первого цилиндра; 7-универсальный кабель.

Осциллограф представляет собой модуль обработки 1, подключаемый к компьютеру через кабель USB 2. К модулю обработки подключаются емкостные датчики высокого напряжения с положительной и отрицательной полярностью 4,5 и индуктивный датчик синхронизации 6, датчика тока 3, а также четыре универсальных кабеля с комплектом переходников 7.

На ПК устанавливается программное обеспечение осциллографа.

Модуль обработки обеспечивает нормирование входных сигналов осциллографа, защиту от перенапряжений и фильтрацию от помех. На задней панели модуля расположен разъем интерфейса USB для подключения к ПК, а также светодиод, индицирующий питание модуля.

На рис. 21 изображена передняя панель модуля обработки осциллографа.

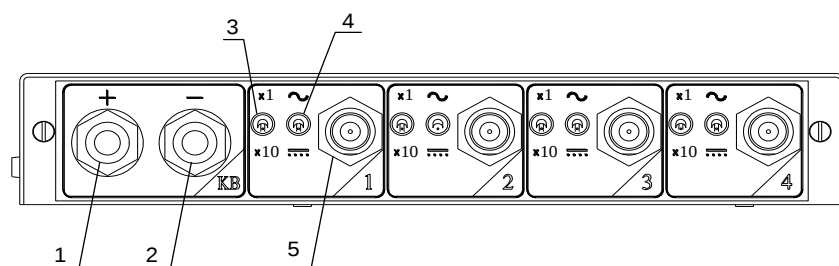


Рис. 21. Модуль обработки сигналов: 1,2- разъемы для подключения датчика высокого напряжения положительной и отрицательной полярности; 3-тумблер переключения диапазона измеряемого напряжения; 4-тумблер

переключения типа входа; 5-разъем для подключения универсальных кабелей и датчиков.

Цвет разъемов на лицевой наклейке модуля обработки соответствуют цвету лучей на экране осциллографа.

Разъемы KB+ и KB- (рис.21) предназначены для подключения датчика высокого напряжения положительной и отрицательной полярности (рис.21). Оба этих входа образуют белый луч на экране осциллографа, предназначенный для просмотра сигнала вторичной цепи системы зажигания.

Каждому разъему канала (рис.21) на модуле обработки соответствует цвет луча осциллографа. Данные каналы осциллографа являются универсальными и предназначены для просмотра любых сигналов в диапазоне технических характеристик осциллографа.

Тумблер $\times 1/\times 10$ (рис.21) изменяет диапазон входного напряжения 50В/500В. Тумблер $\sim/-$ (рис.21) изменяет тип входа канала – закрытый/открытый.

Если тумблер делителя канала установлен в положение “ $\times 10$ ”, то значения измеряемых напряжений для данного канала необходимо умножать на 10 для получения реальных значений.

2.4. Рабочая программа осциллографа «ОСА»

Рабочая программа обеспечивает взаимодействие модуля обработки с компьютером, а также выполняет необходимые математические преобразования и вывод на экран монитора.

Внешний интерфейс осциллографа изображен на рис. 22 и включает экран (поз.7), пять групп управляющих элементов (поз.1–поз.5) и управляющий элемент для просмотра/прокрутки сигнала, сохраненного в памяти (поз.6):

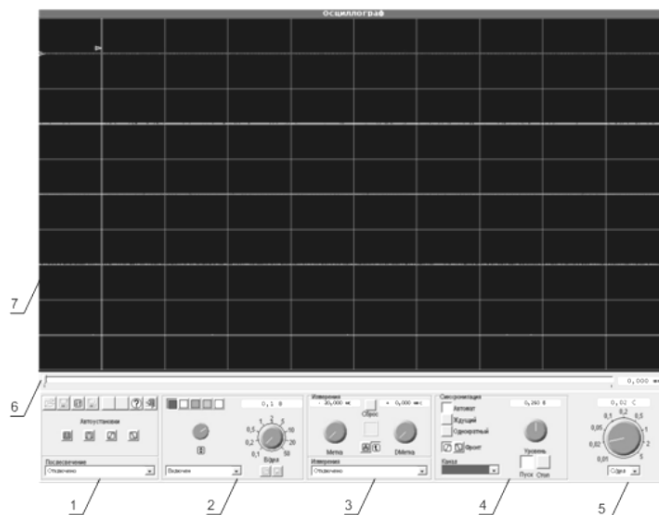


Рис. 22. Внешний интерфейс осциллографа.

Группа управляющих элементов 1 (рис.22) состоит из двух групп кнопок и выпадающего списка (рис.23).

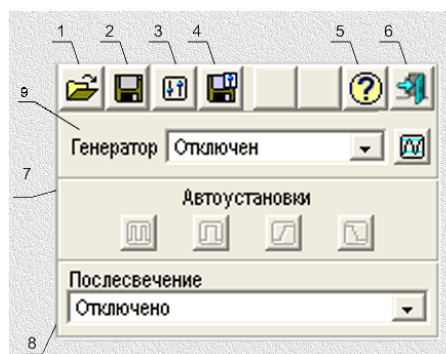


Рис. 23. Группа управляющих элементов.

Кнопки верхней группы предназначены (рис.23):

- Кнопка 1: открыть файл - загрузка данных из файла;
- Кнопка 2: сохранить файл – сохранение набранных данных;
- Кнопка 3: загрузить предустановки – для всех каналов устанавливаются ранее сохраненные значения амплитуды, развертки и др.
- Кнопка 4: сохранить предустановки – сохранение установок (амплитуда, развертка) выборочно по каналам;
- Кнопка 5: вызов справки по осциллографу;
- Кнопка 6: выход из программы осциллографа;

Нижняя группа кнопок “Автоустановки” (7) предназначена для автоматической настройки ручек развертки по амплитуде и времени для удобного отображения выбранных активных каналов. Для канала, по которому выбрана текущая синхронизация, возможны следующие виды режимов автоустановки: четыре периода, один период, нарастающий фронт синхронизации, спадающий фронт синхронизации.

Выпадающий список “Послесвечение” (8): послесвечение отображается одновременно для всех активных каналов. Поддерживаются следующие виды послесвечения: отключено, быстрое, среднее, медленное, всегда.

Группа управляющих элементов 2 (рис.22) состоит из двух групп кнопок, двух управляющих ручек и выпадающего списка (рис.24).

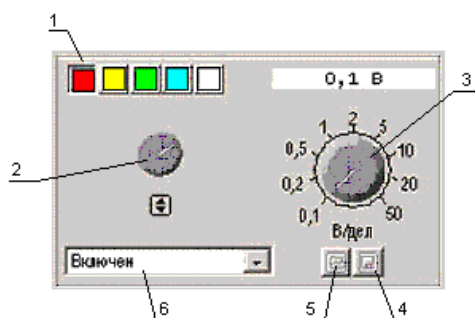


Рис. 24. Группа управляющих элементов.

Верхняя группа кнопок (1) предназначена для выбора активного луча. Смещение луча на экране ручкой (2) и масштаб по вертикали ручкой (3) действуют для выбранного активного луча. Кнопки 4 и 5 предназначены для загрузки и сохранения сигнала активного луча.

Выпадающий список управляет лучом: включение, отключение, отображение сигнала из файла, дифференциальное включение (1+2 и 3+4).

Сохранение и открытие осциллограмм доступно двумя разными способами – по кнопкам в управляющей группе 1 и по кнопкам в группе 2. Разница в следующем: в группе 1 кнопка “сохранить в файл” работает сразу для всех “включенных” на данный момент каналов, соответственно кнопка “открыть файл” в данном меню откроет сохраненные данные сразу

нескольких каналов и отобразит их в порядке очереди по лучам – красный, желтый, зеленый, голубой, белый.

“Сохранить” и “открыть” в группе управляющих элементов 2 работает только для выбранного канала.

При сохранении данных предлагается ввести описание к файлу, при открытии – описание файла выводится в меню “открыть файл” справа (рис.25).

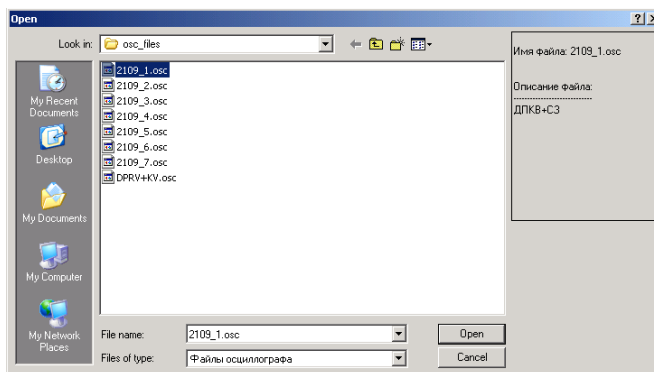


Рис. 25. Окно «сохранения» и «открытия» файла диаграмм.

Группа измерения 3 (рис.22) предназначена для управления метками и включением отключением измерений (рис.26).

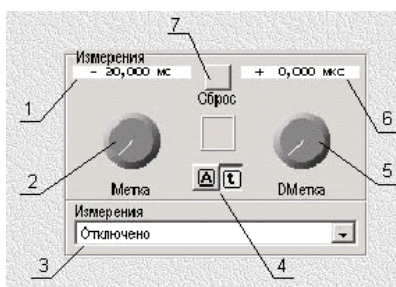


Рис. 26. Группа управления метками.

Установка позиций метки и дельта-метки производится активацией соответствующей ручки (2) или (5) (нажать на нее мышкой), а затем двойным щелчком в рабочей области на экране ПК. Появившаяся линия может быть точно перемещена при помощи стрелок на клавиатуре или вращением соответствующей ручки (2 или 5). Кнопки A и t (4) определяют тип измерений для меток: A – амплитуда, t – время. Метка (2) отображает в окне (1) смещение положения метки относительно нулевой линии (по амплитуде), или начала развертки (по времени). Дельта – метка - смещение относительно

метки в окне (6). При работе меток по амплитуде в центре группы отображается цвет луча, относительно нулевой линии которого, проводятся измерения. Кнопка сброс удаляет метки с экрана.

Выпадающий список (3) включает/отключает автоматическое измерение следующих параметров активного луча: максимум и минимум сигнала, значение амплитуды от пика до пика.

Группа управления синхронизацией 4 (рис.22) предназначена для управления синхронизацией, запуском и остановкой сбора данных осциллографом (рис.27).

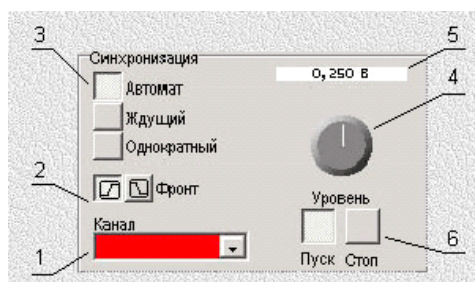


Рис. 27. Группа управления синхронизацией.

В выпадающем списке (1) выбирается луч осциллографа, по которому производится синхронизация. Кнопки (2) указывают фронт текущей синхронизации. Кнопки (3) указывают тип синхронизации: автоматическая, ждущая, однократная.

Ручка управления (4) задает уровень синхронизации, текущее значение уровня отображается в числовом поле (5). В рабочей области отображается маркер синхронизации в виде треугольника, перемещаемого по вертикали по линии начала развертки.

Две кнопки (6) служат для запуска и остановки развертки осциллографа.

Если сбор данных не производится (нажата кнопка стоп), то осциллограф находится в режиме просмотра набранных или загруженных из файла данных.

Группа элементов 5 (рис.22) предназначена для управления разверткой осциллографа (рис.28).

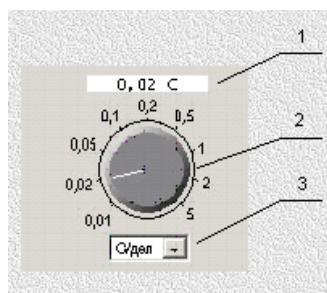


Рис. 28. Группа управления разверткой.

Ручкой (2) выбирается коэффициент развертки, текущее значение выводится в поле (1). Выбор диапазона миллисекунды или секунды производится в выпадающем меню (3).

Управляющий элемент для просмотра сигнала расположен над группами управляющих элементов (рис.22 поз.6). Служит для просмотра/прокрутки набранных данных. Управляет позицией экрана относительно всего сигнала. Смещение текущего значения начала развертки на экране от реального начала развертки сохраненного сигнала отображается в цифровом поле справа.

На рабочей области экрана (рис.29) отображаются: начало развертки осциллограмм сигналов (1); нулевые оси лучей (3); лучи сигналов (2); метка синхронизации (4); метка и дельта-метка (5 и 6); измеряемые параметры сигнала(7).

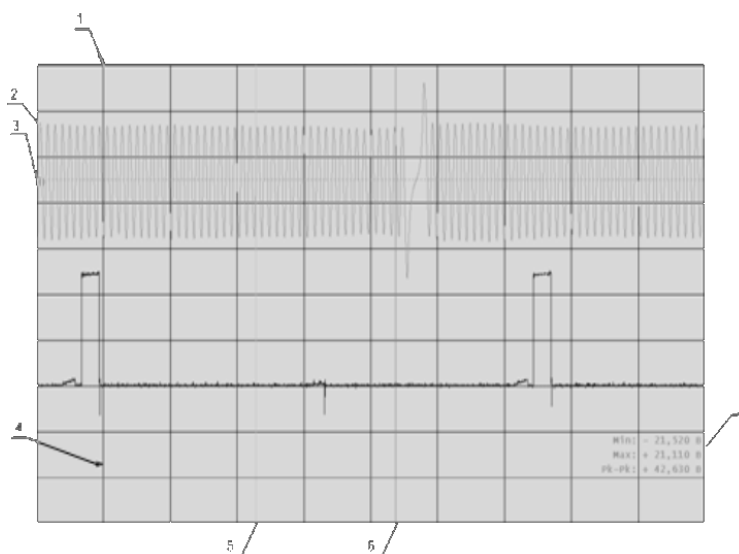


Рис. 29. Рабочая область экрана.

Осциллограммы и соответствующие им оси развертки лучей имеют одинаковый цвет. Метка синхронизации меняет свой цвет в зависимости от луча синхронизации.

Сетка делений имеет 10 делений по вертикали и 10 делений по горизонтали, одно из которых находится перед осью синхронизации (предыстория). При смещении метки синхронизации за пределы экрана появляется аналогичная метка треугольной формы, указывающая направление положения метки.

При смещении оси развертки активного луча за пределы экрана также появляется маркер треугольной формы, указывающий направление положения оси.

Нажатие правой кнопки мыши вызывает активизацию ручек метки и дельта метки поочередно.

Двойное нажатие левой кнопки мыши в рабочей области экрана при активной ручке метки или дельта метки, вызывает установку метки или соответственно дельта метки в то место, где находится курсор мыши.

В режиме просмотра, нажатие и удержание правой кнопки мыши с перемещением мыши вправо или влево, сдвигает сигнал относительно экрана. Это же действие выполняет управляющий элемент под рабочей областью экрана.

2.5. Порядок работы с осциллографом «ОСА»

Запустить программу «Модис» на рабочем столе. В появившемся окне «Главное меню» выбрать марку автомобиля (рис.30).



Рис. 30. Выбор модели автомобиля.

После подтверждения выбора автомобиля появится меню, в котором выбирается режим «Измерения» и «Дополнительные функции». В режиме «Измерения» (рис.31) можно диагностировать работу аккумуляторной батареи и генератора; первичная цепь; вторичная цепь; вторичная цепь дуга; система впрыска; газоанализатор; компрессометра; лямбда зонд.



Рис. 31 Меню режима «Измерения»

В режиме «Дополнительные функции» (рис.32) можно работать с мультиметром и осциллографом.



Рис. 32. Меню режима «Дополнительные функции»

2.7 Порядок работы программы в режиме осциллографа

Необходимо запустить программу и произвести подключение к цепи измеряемого элемента согласно инструкции по эксплуатации, описание которой можно вызвать кнопкой 5 в группе управляющих элементов 1 (рис.)

В группе управляющих элементов 2 (рис.23) выбрать канал по соответствующему цвету. В выпадающем окне выбрать пункт «Включено». С помощью ручки 2 (рис.24) установить необходимое положение луча на экране. Аналогичным образом выбрать и настроить остальные каналы.

В группе управляющих элементов 4 нажимать кнопку «Пуск» (рис.28).

После начала работы произвести настройку развертки по вертикали (с помощью рукоятки в группе 2 рис.) и по горизонтали (с помощью рукоятки рис.)

Для синхронизации выбрать канал в группе 4 (рис.28) и перемещением рукоятки (рис.) или с помощью стрелок на клавиатуре установить положение метки на экране и напряжение синхронизации.

После проведения измерений нажать кнопку «Стоп» (рис.28). При необходимости анализа осциллограммы использовать метку и дельта-

метку. Для этого выбрать режим перемещения меток А по вертикали (амплитуда) или t по горизонтали (время) и установить рукояткой 2 (рис.26) метку на необходимый участок осциллограммы. Например, для измерения времени горения искры, метку установить на линию пробивного напряжения, а дельта-метку на участок прекращения горения искры, при этом над рукояткой метка появится значение интервала времени от нулевой метки, а над рукояткой дельта-метки появится время между меткой и дельтой-меткой соответствующее времени горения искры.

2.8. Работа с осциллографом в режиме «Первичная цепь»

Диагностирование первичной цепи системы зажигания проводится по напряжению на клемме зажигания, подключенной к прерывателю первичного тока катушки зажигания.

Для работы осциллографа в режиме "Первичная цепь" необходимо присоединить модуль осциллографа к проверяемому автомобилю следующим образом:

- универсальный кабель осциллографа к каналу 3 (рис.33), и подключить зажим красного цвета к выводу катушки зажигания, соединенному с прерывателем (коммутатором), а зажим черного цвета - к массе двигателя. Входное напряжение канала 500В, тип входа - открытый.

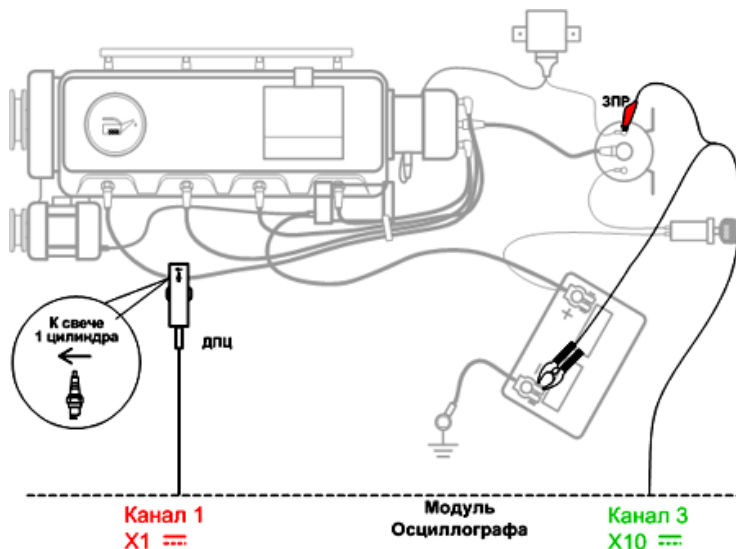


Рис. 33. Подключение осциллографа в режиме «Первичная цепь»

- датчик первого цилиндра ДПЦ к каналу 1 (рис.33) и установить на провод свечи зажигания первого цилиндра таким образом, чтобы стрелка располагалась по направлению к свече и, по возможности, в месте, наиболее удаленном от высоковольтных проводов соседних цилиндров. Запустить двигатель. Напряжение на замкнутых контактах прерывателя для контактных систем зажигания не должно превышать 0.2 В, а для других систем зажигания - должно быть в пределах от 0.8 до 2.0 В.

Повышенное падение напряжения на замкнутых контактах прерывателя может быть следствием плохого состояния контактов прерывателя, ослаблением контактных соединений в прерывателе или плохого контакта между корпусом распределителя и “-” аккумуляторной батареи.

Осциллограммы первичной цепи системы зажигания для всех цилиндров в полноэкранном режиме, могут быть выведены на экран по нажатию клавиши F4.

Техническое состояние первичной цепи системы зажигания оценивается по форме осциллограммы. Для более детального рассмотрения осциллограммы каждого цилиндра следует пользоваться кнопкой или клавишей F4 (команда ЛУПА).

Требуемый масштаб по вертикали можно выбрать кнопкой или клавишей F5. Кнопка или клавиша F7 служит для переключения развертки осциллограммы цилиндров парад - растр - наложение. Для подробного анализа можно приостановить вывод кнопкой или клавишей F8 (режим "стоп-кадр").

Повторное нажатие возобновляет вывод. Нажмите на кнопку или клавишу Esc приводит к возврату в режим "Первичная цепь".

На рис. 34 приведена нормальная осциллограмма первичной цепи контактной системы зажигания.

Количество колебаний в зоне 1 (рис. 34) должно быть не менее 4.

- датчик первого цилиндра ДПЦ подсоединить к каналу 1 (рис.36) и установить на провод свечи зажигания первого цилиндра таким образом, чтобы стрелка располагалась по направлению к свече и, по возможности, в месте, наиболее удаленном от высоковольтных проводов соседних цилиндров.

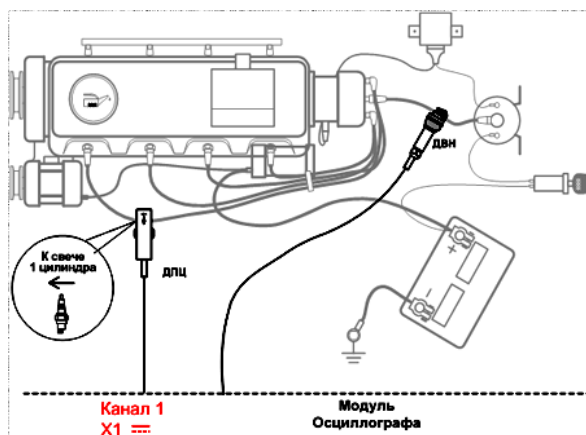


Рис. 34. Подключение осциллографа в режиме «Вторичная цепь»

- жгут датчиков высокого напряжения 1 (рис.36) к отрицательному входу канала "КВ" и установить один из датчиков на высоковольтный провод катушки зажигания. При диагностировании автомобилей оснащенных микропроцессорной системой зажигания «Холостая искра» следует использовать две пары датчиков и подключить их к обоим входам канала "КВ". При этом датчик первого цилиндра устанавливается так же, как и при диагностике обычной системы зажигания. Запустить двигатель. Произвольный датчик из положительной группы (с белой маркировкой) установить на ВВ провод первого цилиндра, если пик сигнала на осциллограмме направлен вверх - датчик установлен правильно. Датчик из отрицательной группы (с черной маркировкой) установить на ВВ провод противоположного вывода той же катушки (четвертого цилиндра в случае 4-х цилиндрового двигателя). Если пик сигнала на осциллограмме направлен вниз - датчики поменять местами. Аналогично подключить остальные датчики на другие катушки.

Запустить двигатель и установить частоту вращения холостого хода.

Среднее значение пробивного напряжения по цилиндрам в режиме холостого хода должно быть в пределах 6-16 кВ в зависимости от марки диагностируемого автомобиля.

Установить частоту вращения коленчатого вала двигателя равной 3000 об/мин.

Для всех двигателей среднее значение пробивного напряжения свечей зажигания должно быть в пределах 4-9 кВ.

Пробивные напряжения в отдельных цилиндрах не должны отличаться друг от друга более чем на 3-4 кВ.

Для проверки максимальной энергии катушки зажигания необходимо нажать кнопку или клавишу F7 для включения режима измерения максимальных и минимальных значений напряжения пробоя. Резко увеличьте частоту вращения двигателя. Комплекс измерит максимальные значения напряжения пробоя по каждому цилиндру, на гистограммах эти величины отображаются линиями красного цвета. Синим цветом для сравнения отображаются средние значения напряжений пробоя.

Для проверки падения высокого напряжения на роторе распределителя необходимо плавно увеличить частоту вращения двигателя, затем резко отпустить педаль акселератора. Комплекс измерит минимальные значения напряжения пробоя по каждому цилиндру, на гистограммах эти величины отображаются линиями зеленого цвета. Синим цветом, для сравнения, отображаются средние значения напряжений пробоя. Падение напряжения на роторе по каждому цилиндру должно быть не более 3-5 кВ. В противном случае возможны следующие неисправности:

Для наблюдения осциллограмм вторичной цепи на системах зажигания «Холостая искра» используется адаптер вторичной цепи МПС3/DIS. При этом следует учитывать, что неисправности вторичной цепи проявляются сразу в двух цилиндрах, обслуживаемых одной катушкой зажигания. Для более точного определения причины неисправности следует проанализировать сигналы с различных каналов (групп датчиков) системы

«Холостая искра», выбирая их из меню, вызываемого кнопкой F7 или клавишей F5.

На рисунках ниже приведены осциллограммы напряжения вторичной цепи системы «Холостая искра» ВАЗ 2110.

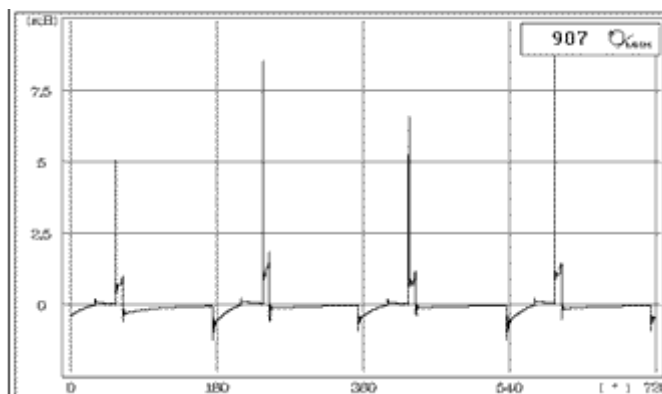


Рис. 35. Форма суммарного сигнала с двух групп датчиков.

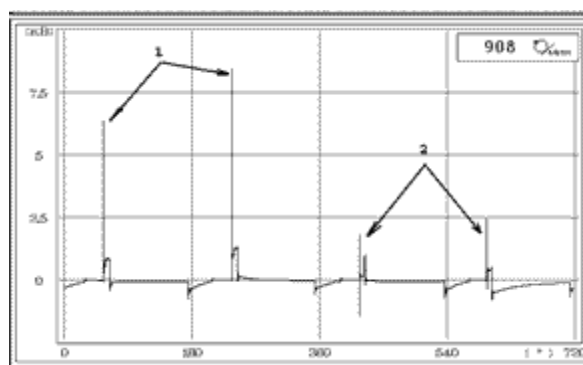


Рис. 36. Форма сигнала с отрицательной группы датчиков.

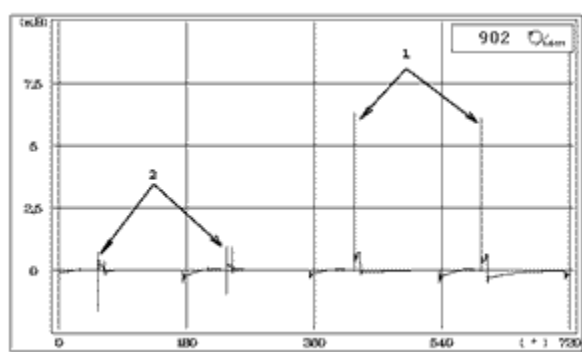


Рис. 37. Форма сигнала с положительной группы датчиков.

На рис. 35-37 отдельных групп отображаются сигналы вторичного напряжения как рабочей (1), так и холостой (2) искры.

Следует отметить, что напряжение пробоя для систем «Холостая искра» ниже, чем в системах с высоковольтным распределителем. Нормальным считается напряжение 5-8 кВ.

2.8. Работа осциллографа в режиме «Вторичная цепь-дуга»

Диагностирование вторичной цепи системы зажигания проводится по результатам измерения пробивного напряжения между электродами свечи зажигания, длительности и напряжения горения дуги.

Подключение к автомобилю производится аналогично измерительному режиму "Вторичная цепь".

Запустить двигатель.

Среднее значение длительности горения дуги должно находиться в пределах:

- в режиме холостого хода 1.0-2.4 мс;
- при частоте вращения коленчатого вала 2000-3000 об/мин 1.0-2.0 мс.

Среднее значение напряжения горения дуги по всем цилиндрам в диапазоне частот вращения коленчатого вала двигателя от холостого хода до 2000-3000 об/мин должно находиться в пределах 1.0-2.5 кВ.

Осциллограммы горения дуги для всех цилиндров в полноэкранном режиме, могут быть выведены на экран по нажатию клавиши F4

Для подробного анализа можно приостановить вывод кнопкой или клавишей F8 (режим "стоп-кадр"). Повторное нажатие возобновляет вывод. Нажатие на кнопку или клавишу Esc приводит к возврату в режим Вторичная цепь дуга.

3. Исследование влияния дефектов двигателя на величину пробивных напряжений и на время горения искры на электродах свечей зажигания

Любые неисправности в системах двигателя приводят к изменению основных диагностических параметров на осциллограммах высоковольтных напряжений (пробивное напряжение, время и напряжение горения искры).

Искусственным путём в двигателе и системы его управления последовательно моделировали наиболее характерные и часто встречающиеся дефекты и неисправности. После этого двигатель запускался и на холостом ходу производилась запись осциллограмм вторичных напряжений, которые затем сравнивались с осциллограммами, соответствующие нормальной работе двигателя. Были выбраны следующие возможные ситуации: зазор на электродах свечи выше нормы; зазор на электродах свечи ниже нормы; трещина в изоляторе свечи зажигания; загрязнённые электроды свечи зажигания; обрыв высоковольтного провода; пробой наконечника свечи зажигания; богатая топливная смесь; бедная топливная смесь; низкая компрессия в цилиндре двигателя.

После анализов результатов измерения пробивных напряжений и времени горения искры автомобиля были сделаны следующие выводы:

Осциллограммы первичного и вторичного напряжения для контактных и транзисторных систем зажигания отличаются от осциллограмм микропроцессорных систем зажигания, главным образом, наличием более повышенной амплитуды колебаний вначале участка линии горения искры (участок 1) и более продолжительный период затухающих колебаний (участок 2) (рис.38 и рис. 39). Это происходит, потому что контактные и транзисторные системы имеют катушки, у которых первичная обмотка непосредственно связана со вторичной обмоткой.



Рис. 38. Осциллограмма импульса высокого напряжения транзисторной системы зажигания.

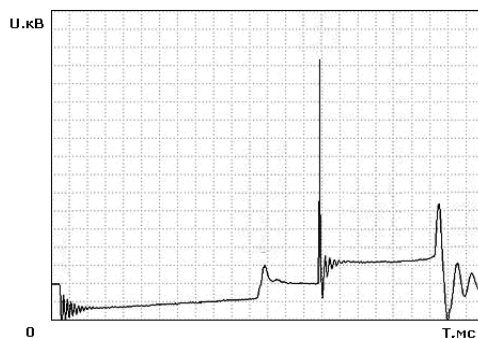


Рис. 39. Осциллограмма импульса высокого напряжения системы зажигания «холостая» искра.

В контактной системе зажигания длина периода накопления энергии (УЗСК), должна быть для каждого цилиндра постоянной и различая не должны превышать 3^0 . В случае превышения значения УЗСК вероятными причинами могут быть износ кулачков или биение вала распределителя зажигания, а также потеря жёсткости прижимной пластинчатой пружины контакта и износ контактов прерывателя.

При диагностике транзисторных системах зажигания необходимо обращать внимание на увеличение значения УЗСК при повышении частоты вращения коленчатого вала, если УЗСК не изменяется в большую сторону, то не исправен коммутатор системы зажигания.

Смещение участка накопления энергии в сторону уменьшения для системы зажигания «холостая» искра и систем зажигания с индивидуальными катушками происходит из-за. использования «сухих» катушек зажигания с низким сопротивлением первичной катушки зажигания, что приводит к резкому увеличению тока и скорости его нарастания в первичной обмотке.

Влияние зазора на свечах зажигания. Рекомендуемый зазор на свечах зажигания для транзисторных систем зажигания составляет 0,7-0,8 мм. Увеличение зазора на свече зажигания приводит к резкому увеличению минимального и максимального значений пробивных напряжений на всех режимах (рис. 40.). Так, при зазоре 1,0 мм максимальные пробивные

напряжения на оборотах без нагрузки возросли с 15 кВ до 26 кВ, а так же при работе на бедной смеси наблюдается наклон линии горения искры вверх. Повышенные значения пробивных напряжений могут привести к пробое изоляции в элементах высоковольтной цепи (высоковольтные провода, свечи, катушка зажигания и т.д.) и следовательно к пропускам искрообразования в одном или нескольких цилиндрах двигателя.

Если зазор на свече зажигания установлен ниже нормы, то это приводит к резкому уменьшению минимального и максимального значений пробивных напряжений. Так, при зазоре 0,4 мм максимальные пробивные напряжения снизились с 15 кВ до 7 кВ. Пониженные значения пробивных напряжений повышают число циклов с «вялым» начальным периодом сгорания, вследствие меньшего объема горючей между электродами свечи зажигания и следовательно приводят к неполному сгоранию топлива.

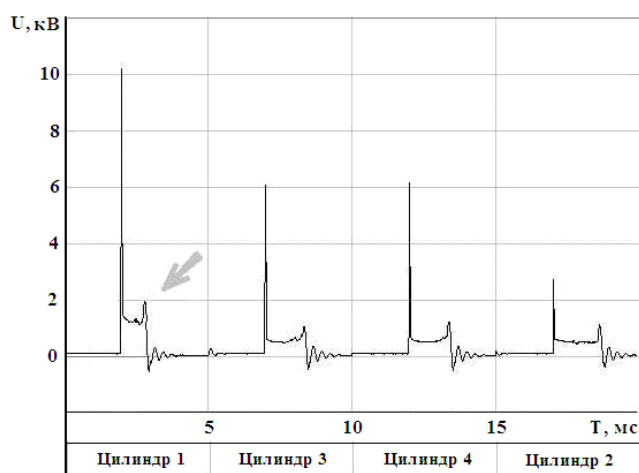


Рис. 40. Свеча на первом цилиндре с зазором 1мм на втором цилиндре 0,4мм, на третьем и четвёртом цилиндрах 0,75мм.

Влияние топливной смеси. В богатой воздушно-топливной смеси, есть большее количество газовых молекул в камере сгорания, которые очень плотно упакованы. Так, когда искра зажигает некоторые молекулы, они в свою очередь зажигают другие, и это продолжается, пока сгорание не закончено. Поэтому пробивное напряжение несколько ниже уменьшается, а время горения искры увеличивается, по сравнению с аналогичными параметрами представленными на диаграммах для цилиндров 3 и 2 (рис.41). При этом напряжение горения искры меньше по сравнению с нормальным процессом.

При более бедной воздушно-топливной смеси плотность газовых молекул более редка, и это более трудно для молекул, чтобы зажечь друг друга. Искра между электродами должна быть поддержана для полного сгорания. Поэтому напряжение пробоя увеличивается, время горения искры уменьшается, что отражено для 4 цилиндра (рис.41). При этом напряжение горения искры больше по сравнению с нормальным процессом, а так же при работе на бедной смеси наблюдается наклон линии горения искры вверх.

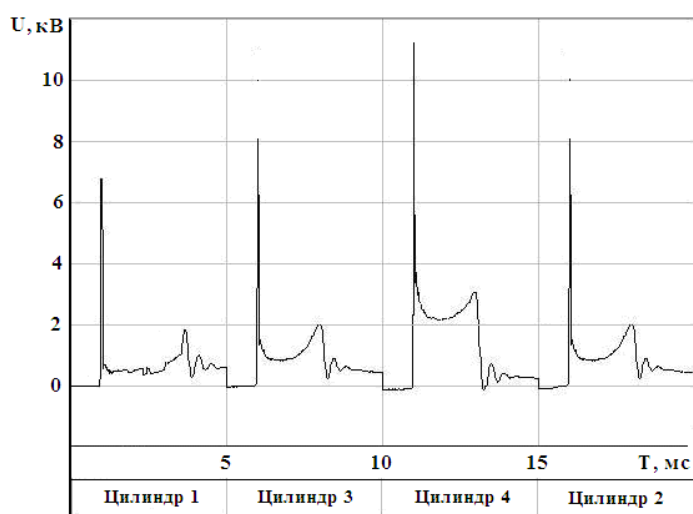


Рис. 41. Топливная смесь отличается от нормы, в цилиндре №1 - обогащённая смесь, а в цилиндре №4 - обеднённая смесь.

Низкая компрессия. Если компрессия ниже нормы, то это приводит к резкому уменьшению значений пробивного напряжения в 3-цилиндре (рис.42). Так, при компрессии в цилиндрах 0,7-0,9 МПа напряжения пробоя снижаются с 15 кВ примерно до 6 кВ.

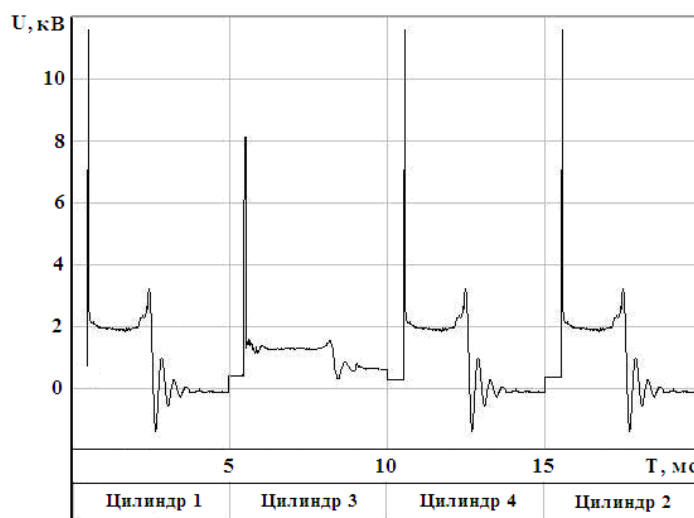


Рис. 42. Низкая компрессия в цилиндре №3.

Пониженные значения пробивных напряжений повышают число циклов с «вялым» начальным периодом сгорания, вследствие меньшего объема горючей между электродами свечи зажигания и следовательно приводят к неполному сгоранию топлива.

Пологая форма линии горения искры и более высокое напряжение горения искры указывает на загрязнение свечи (цилиндр №1) и на высокое сопротивление наконечника свечи зажигания (цилиндр №2), рис.43.

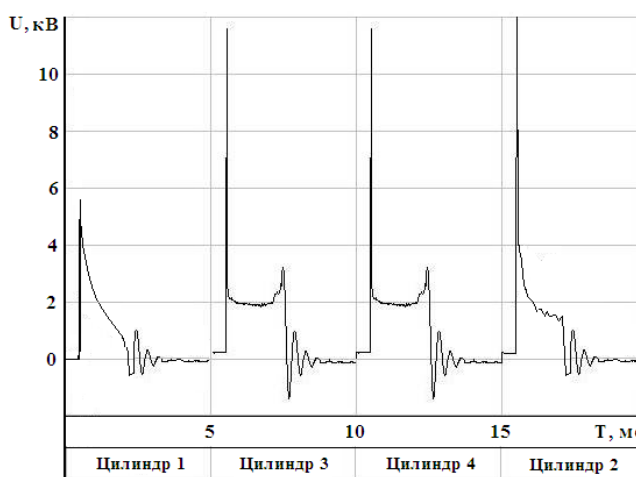


Рис. 43. Пологая форма линии горения искры: загрязнение свечи (цилиндр №1), высокое сопротивление наконечника свечи зажигания (цилиндр №2)

Любые неисправности в системах двигателя приводят к изменению основных диагностических параметров на осциллограммах высоковольтных напряжений (пробивное напряжение, время и напряжение горения искры).

В отдельных случаях при проведении эксперимента наблюдалось искажение форм осциллограмм вторичных напряжений (рис.44).

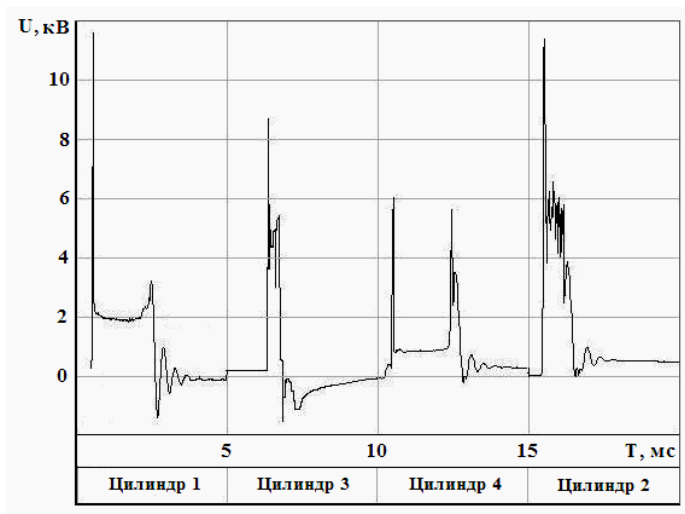


Рис. 44. Искажение форм осциллограмм вторичного напряжения: цилиндр №3 – коронный разряд, цилиндр №4 – трещина изолятора, цилиндр №2 - пробой наконечника свечи зажигания.

Например, в случаях наличия коронного разряда (цилиндр №3), наличия трещины изолятора свечи зажигания (цилиндр №4) или пробой наконечника свечи зажигания (цилиндр №2).

Напряжение горения должно быть в пределах от 1 до 4 кВ и равным для всех цилиндров.

Линии продолжительности горения искры должны быть равными по длине во всех цилиндрах. Время горения искры должно находиться в пределах от 1,0-2,0мс. Между напряжением горения и временем горения искры имеется следующая взаимосвязь. Если фактор имеет тенденцию увеличивать напряжение горения, это уменьшит продолжительность горения искры и наоборот, если фактор имеет тенденцию уменьшать напряжение горения, это будет увеличивать продолжительность горения искры.

Время горения искры зависит от величины достигнутого напряжения во вторичной цепи катушки зажигания, которое затрачивается на преодоление сопротивления вторичной цепи и создания искры, а остальная часть на поддержание искры. На время горения искры оказывают влияние следующие факторы: повышенный зазор на электродах свечи зажигания (рис.40, цилиндр

№1); сопротивление первичной обмотки катушки зажигания; сопротивление во вторичной цепи зажигания; качество рабочей смеси (рис.41, цилиндр №4), (состав, турбулентность), и все возможные дефекты, влияющие на величину пробивных напряжений.

Максимальное значение пробивное напряжение достигает при пуске и разгоне двигателя, минимального – при работе на установившемся режиме и при работе двигателя на максимальной мощности. Это происходит из-за ухудшения наполнения цилиндров свежим зарядом топливной смеси и возрастания температуры центрального электрода цепи.

Таким образом на величину пробивного напряжения влияют много факторов. Общие руководящие принципы для оценки влияния различных факторов на значения пробивных напряжений представлены в таблице 1.

Таблица 1.

ФАКТОРЫ	Напряжение пробоя	
	Выше	Ниже
Свечи зажигания: 1. Зазор на электродах выше нормы. 2. Зазор на электродах ниже нормы.	X	X
Полярность центрального электрода свечи: 1. Отрицательная. 2. Положительная.	X	X
Высокое сопротивление вторичной цепи катушки зажигания.	X	
Низкое сопротивление вторичной цепи катушки зажигания.		X
Замыкание на корпус вторичной цепи катушки зажигания.		X
Разрыв вторичной цепи катушки зажигания.	X	
Опережение зажигания: 1. Позднее. 2. Раннее.	X	X

Топливная смесь: 1. Бедная. 2. Богатая.	X	X
Компрессия в цилиндрах двигателя: 1. Высокая. 2. Низкая.	X	X

Контрольные вопросы

1. Назначение цифровых осциллографов. Скважность сигнала.
2. Устройство и работа контактной системы зажигания.
3. Устройство и работа транзисторной системы зажигания с индукционным датчиком.
4. Как выглядит осциллограмма индукционного датчика?
5. Как влияет УЗСК на энергию искрового разряда?
6. Почему ток в первичной обмотке увеличивается не мгновенно?
7. Какие функции, выполняет коммутатор в системе зажигания с индукционным датчиком?
8. Объяснить значение основных участков диаграммы напряжений вторичной обмотки катушки зажигания?
9. Устройство и работа транзисторной системы зажигания с датчиком Холла.
10. Как выглядит осциллограмма датчика Холла?
11. Устройство и работа микропроцессорной системы зажигания (Холостая искра).
12. Какие датчики используются для работы микропроцессорной системы зажигания?
13. Как вычисляется угол опережения зажигания?
14. Устройство и работа микропроцессорной системы зажигания с индивидуальными катушками зажигания.

15. Причины установки подавительного диода в цепь вторичной обмотки катушки микропроцессорной системы зажигания с индивидуальными катушками.
16. Как работать с осциллографом в режиме «Первичная цепь».
17. Как работать с осциллографом в режиме «Вторичная цепь - дуга».
18. Как работать с осциллографом в режиме «Вторичная цепь».
19. Влияние топливной смеси на величину пробивных напряжений.
20. Влияние давления в цилиндрах двигателя на величину пробивных напряжений.
21. Влияние зазора между электродами свечи зажигания на величину пробивных напряжений.
22. Факторы влияющие на время горения искры.

Тема № 5 Диагностика топливной системы бензинового двигателя

1. Общие сведения о устройстве топливной системы и мойки форсунок

1.1. Устройство топливной системы инжекторного двигателя

Топливная система предназначена для подачи топлива из бензобака к форсункам. Форсунки устанавливаются на каждый цилиндр перед впускным клапаном (рис. 1). При открытии всасывающего клапана распыленное топливо втягивается вместе с воздухом в цилиндр двигателя, где и образуется рабочая смесь.

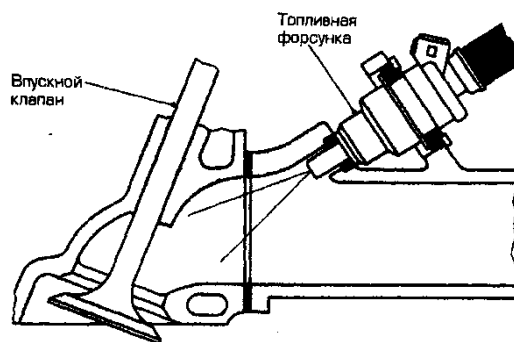


Рис. 1. Распределенный впрыск топлива

Топливная система (рис. 2) состоит из топливного бака 1, насоса 2, фильтра 3, распределительного коллектора (рампы) 4, регулятора давления 5 и топливных форсунок 6.

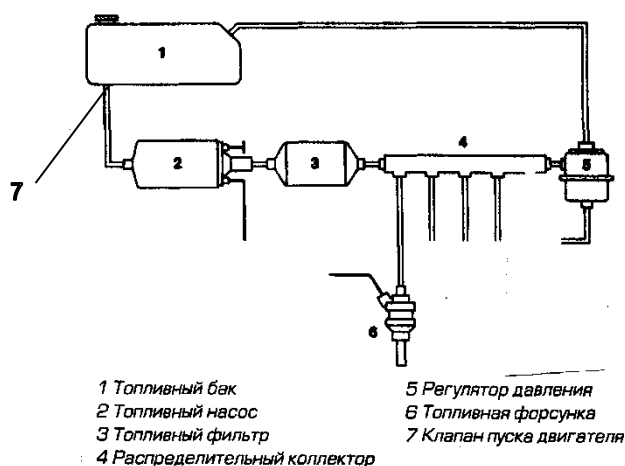


Рис. 2. Схема топливной системы

Топливный насос 2, забирает топливо из бака 1 и падает его под давлением через фильтр 3 в распределительный коллектор 4 и далее к форсункам 6. В распределительном коллекторе поддерживается давление около 3 кг/см². При этом давлении открывается регулятор давления, и избыток топлива направляется обратно в бак 1. Эта непрерывная циркуляция топлива предотвращает перегрев топлива и образование паровых пробок.

1.1.1. Устройство и принцип работы топливного насоса

В инжекторных двигателях для подачи топлива из бака к форсункам используется только электрический топливный насос, который на ранних моделях автомобилей размещали под топливным баком и называли подвесным, а на более поздних моделях размещен в баке и называется погружным. Погружные насосы размещены обычно в специальном контейнере. В насосах использован электродвигатель постоянного тока (рис. 3).

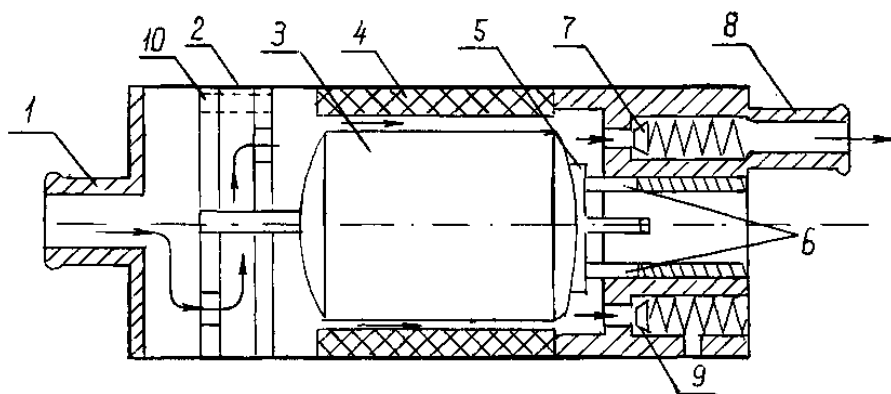


Рис. 3. Электрический насос: 1 – всасывающий патрубок; 2 – насосная секция; 3 – якорь электродвигателя; 4 – постоянный магнит; 5 – коллектор электродвигателя; 6 – щетки электродвигателя; 7 – обратный клапан; 8 – нагнетательный патрубок; 9 – предохранительный клапан погружного насоса; 10 – место установки предохранительного клапана подвесного насоса.

В рабочей камере насоса на валу эксцентрично вращается ротор, в пазах которого находятся ролики (рис. 4). Ролики за счет центробежной силы прижимаются к корпусу, образуя уплотнение.

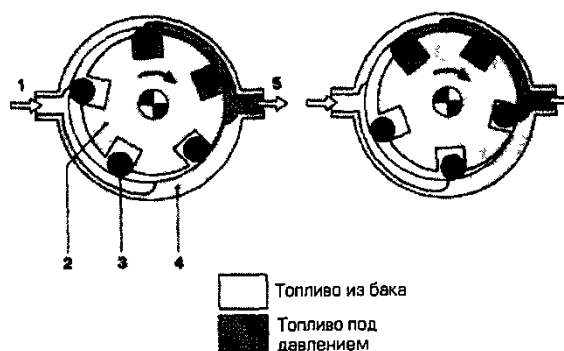


Рис. 4. Насосная секция: 1 – ротор; 2 – ролики; 3 – всасывающее окно; 4 – нагнетательное окно.

Захваченное роликами топливо направляется под давлением в нагнетательное окно. Ротор насоса вращается двигателем постоянного тока. Топливо протекает через электродвигатель (якорь, коллектор, щетки, статор), охлаждая его. Электродвигатель постоянно охлаждается. Опасности взрыва нет, так как насос полностью заполнен топливом.

Насос имеет два клапана, предохранительный, служащий для ограничения давления топлива выше допустимых значений и обратный,

препятствующий сливу топлива из системы и образования воздушных пробок.

В бензонасосе 98T092 фирмы «Пирбург» в насосной секции использованы шестерни внутреннего зацепления. Малая (ведущая) шестерня насоса центрируется валом ротора электродвигателя, а вращение от ротора к шестерне передается через трехсегментную муфту. Подшипником для задней опоры вала ротора служит корпус насосной секции.

1.1.2. Устройство топливных фильтров

Топливный фильтр служит для очистки загрязнений и механических частиц размером более 10 мкм. Фильтр представляет собой цилиндр, в котором находится фильтрующий элемент из пористой бумаги (рис. 5).

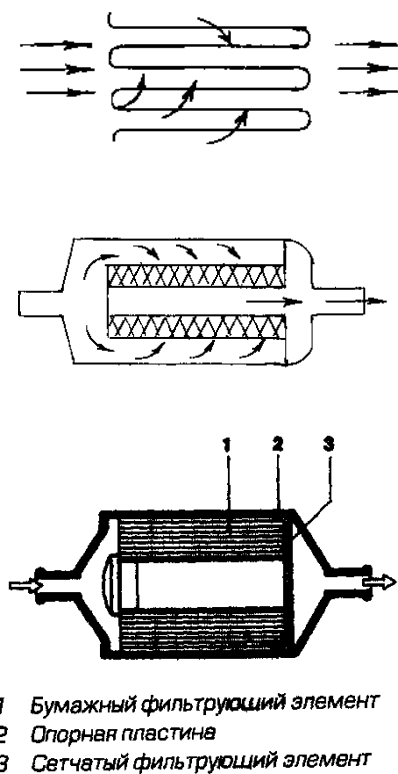


Рис. 6. Топливный фильтр.

Срок службы фильтра зависит от чистоты топлива и составляет около 20-30 т. км пробега автомобиля. При установке фильтра важно не перепутать направление потока, который показан стрелкой на корпусе.

1.1.3. Устройство распределительного коллектора

Распределительный коллектор (рампа) (рис. 7) кроме функции механического крепления форсунок выполняет роль демфера-ресивера, уменьшая колебания давления топлива в зоне расположения форсунок, возникающих вследствие импульсного характера их открытия и закрытия.

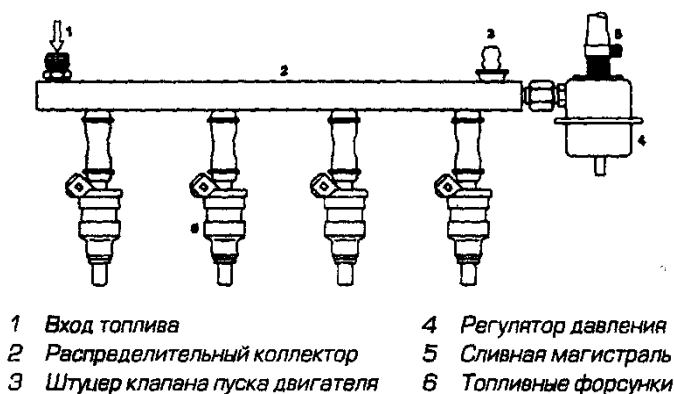


Рис. 7. Распределительный коллектор

1.1.4. Устройство и принцип работы регулятора давления топлива

С помощью регулятора давления поддерживается постоянный перепад давления между входной и выходной частью форсунок (обычно около 3 кг/см^2), (рис. 8). Пропускная способность форсунки задается при изготовлении. Поэтому количество подаваемого топлива будет зависеть только от времени открытия форсунки, т. е. от длительности управляющего импульса (тупр), рассчитанное ЭБУ.

На рис. 8 показана диаграмма работы регулятора на различных режимах работы двигателя.

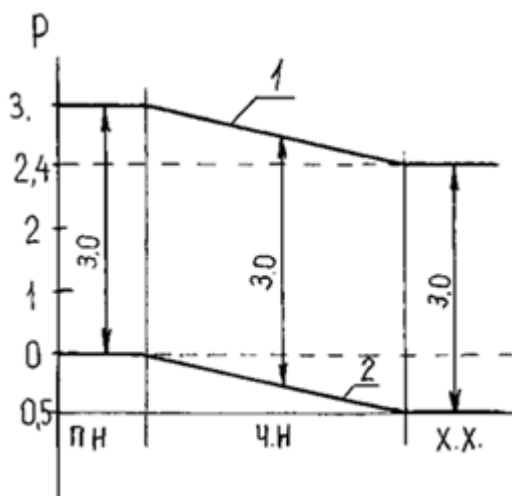


Рис. 8. Диаграмма работы регулятора давления: 1 — давление в топливной рампе, кг/см^2 , 2 — разряжение за дроссельной заслонкой, х.х — холостой ход, ч.н. — частичная нагрузка, п.н. — полная нагрузка

Регулятор разделен диафрагмой 2 (рис. 9) на две полости: топливную А и вакуумную Б. Если перепад давления превышает заданный предел, то диафрагма под действием давления топлива сжимает пружину. При этом клапан 5 открывается и избыточное топливо по сливной магистрали сливается обратно в топливный бак.

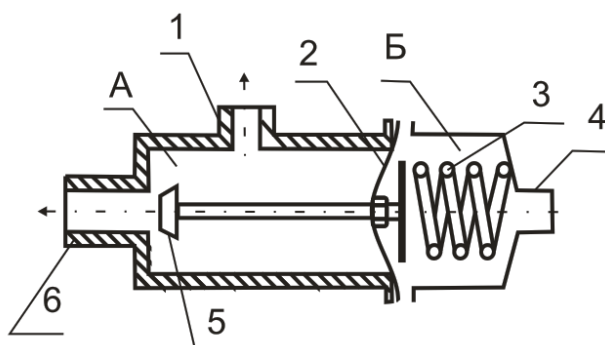


Рис. 9. Регулятор давления топлива: 1 — входной патрубок топлива; 2 — диафрагма; 3 — пружина; 4 — вакуумный патрубок; 5 — клапаны; 6 — патрубок отвода топлива в бак.

При увеличении нагрузки на двигатель (при росте давления во впускном трубопроводе) регулятор увеличивает давление топлива в

топливной рампе, за счет прикрытия клапана. При уменьшении нагрузки разрежение увеличивается, клапан приоткрывается и уменьшает давление топлива в рампе.

1.1.5. Устройство и принцип работы электромагнитной форсунки

Топливная электромагнитная форсунка (рис. 10) представляет собой высокочастотный электромагнитный клапан, дозирующий подачу топлива. Топливо под давлением поступает в фильтр 7 и далее через систему каналов приходит к запорному клапану. Пружина 5 поджимает иглу клапана к конусному отверстию корпуса распылителя 9, и удерживает клапан в закрытом состоянии. При подаче на обмотку катушки электромагнита электрического импульса создается магнитное поле, которое притягивает сердечник 2, а вместе с ним иглу запорного клапана. Отверстие в корпусе распылителя открывается и топливо под давлением в распыленном состоянии поступает в цилиндр двигателя. После прекращения электрического импульса, пружина 5 возвращает сердечник 2 в исходное положение, а вместе с ним и запорную иглу клапана. При этом подача топлива прекращается.

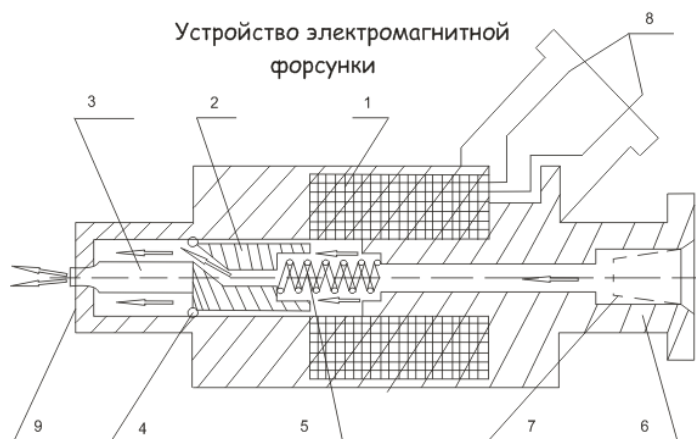


Рис. 10. Устройство электромагнитной форсунки: 1 – обмотка электромагнита; 2 – сердечник электромагнита; 3 – игла клапана; 4 – ограничительное кольцо; 5 – пружина; 6 – штуцер подвода топлива; 7 – фильтр; 8 – выводные контакты; 9 – распылитель.

При кратковременной подаче напряжения 12В на выводы форсунки должен быть слышен отчетливый «щелчок» - форсунка открылась, а если нет – поменять полярность.

1.1.5.1. Способы управления работой форсунок

Различают одновременный, групповой и фазированный впрыск топлива форсунками. При одновременной схеме впрыска все форсунки включаются от одного выходного транзистора ЭБУ одновременно и один раз за один оборот коленчатого вала (рис. 11).

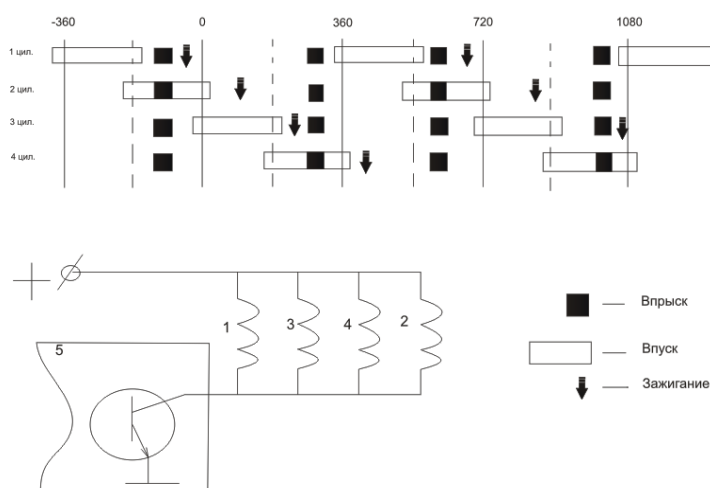


Рис. 11. Диаграмма работы и схема включения форсунок при одновременном впрыске: 1, 2, 3, 4 - форсунки; 5 – блок управления.

При групповом впрыске форсунки соединяются в группы, которые включаются поочередно. За один оборот коленчатого вала включается только одна группа форсунок (рис. 12).

В таком режиме работают форсунки блоков управления, устанавливаемых на восьми клапанных двигателях ВАЗ.

Синхронизация импульсов управления форсунками при одновременном и групповом впрыске производится по импульсам датчика частоты вращения и положения коленчатого вала.

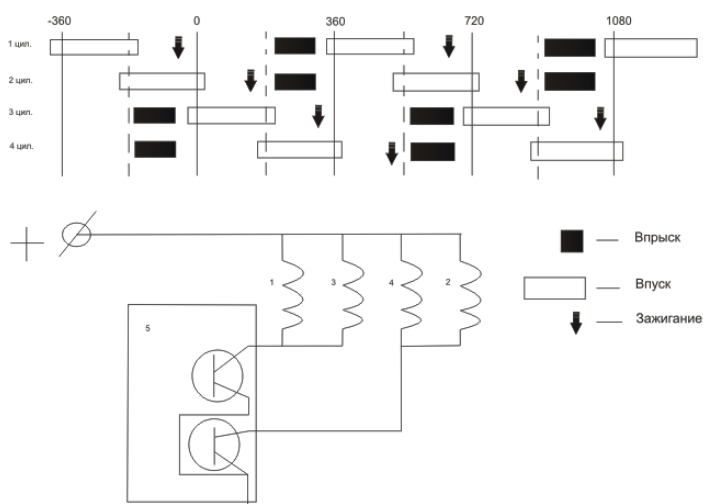


Рис. 12. Диаграмма работы и схема включения форсунок при групповом впрыске: 1, 2, 3, 4 - форсунки; 5 – блок управления.

При фазированном впрыске включение форсунок согласовано с моментом открытия впускного клапана. Поэтому эти системы дополнительно комплектуются датчиком фаз, установленным на распределительном валу (рис. 13).

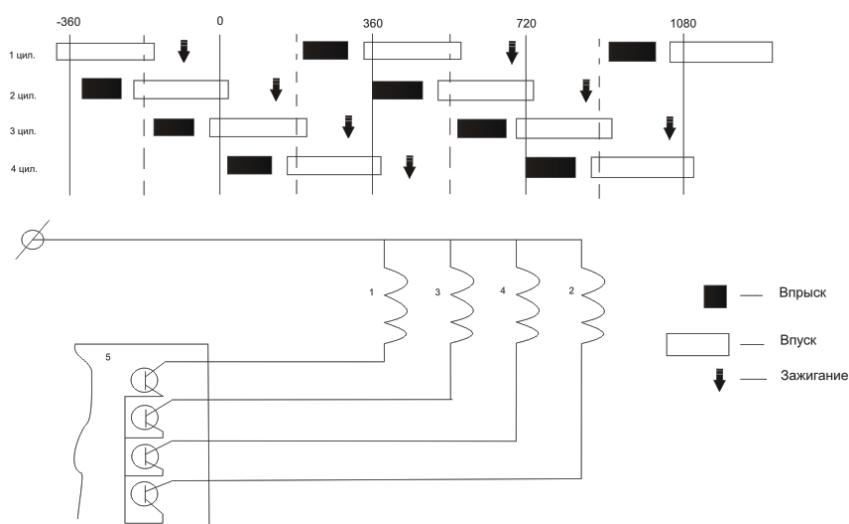


Рис. 13. Диаграмма работы и схема включения форсунок при фазированном впрыске.

При пуске двигателя, а также в случае перехода в резервный режим работы (“limp home”) управление форсунками может производиться по одновременному принципу.

2. Диагностика топливной системы

Цель работы: изучить устройство и принцип работы элементов топливной системы инжекторного двигателя; освоить методику диагностики топливной системы путем измерения давления в топливной магистрали; Освоить методику диагностики топливных насосов и форсунок

2.1. Методика диагностики топливной системы путем измерения давления в топливной магистрали

2.1.1. Диагностика топливной системы с помощью комплекта для измерения давления

Для измерения давления топлива используется специальный измерительный комплект, состоящий из манометра с пределом измерения 0-1 МПа, клапана для сброса давления, набора различных переходников и адаптеров.

На некоторых моделях автомобилях в топливной рампе имеется специальный вывод с золотником (как в автошинах), так называемый «клапан Шредера», для быстрого подсоединения манометра. В случае отсутствия клапана используется манометр с «тройником», который устанавливается между подводящим трубопроводом и магистралью (рис. 14).

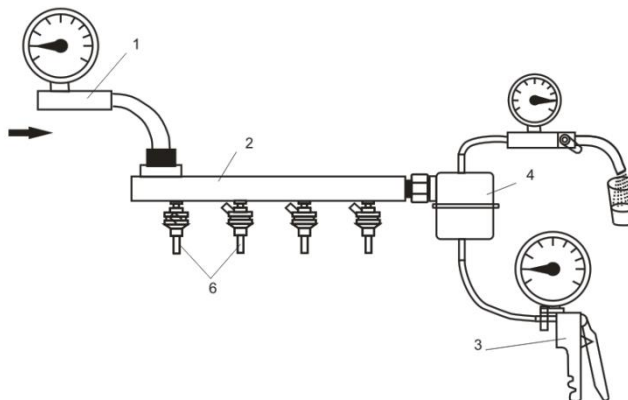


Рис. 14. Измерение давления топлива: 1 – манометр; 2 – топливная рампа; 3 – ручной вакуумный насос; 4 - регулятор давления топлива; 5 – мерная емкость; 6 – форсунки.

Перед установкой манометра необходимо сбросить давление в топливной магистрали с помощью клапана сброса давления, входящего в измерительный комплект. После запуска двигателя давление на манометре сравнивается с паспортными данными топливной системы двигателя. Для автомобилей ВАЗ на холостом ходу давление должно быть в $2,4-2,6 \text{ кг/см}^2$, а при снятом вакуумном шланге с регулятора давления топлива $2,9-3,1 \text{ кг/см}^2$. Если регулятор давления топлива исправен, то при снятии вакуумного шланга с регулятора давления топлива давление должно возрасти примерно на $0,5 \text{ кг/см}^2$.

Если давление ниже нормы, то необходимо пережать шланг слива топлива в бак. Если при этом давление стало увеличиваться, то неисправен регулятор давления, если осталось ниже нормы, то необходимо проверить топливный фильтр, приемный фильтр бензонасоса на загрязнение и проверить сам электробензонасос.

Если давление выше нормы, то необходимо отсоединить шланг слива топлива в бак, опустить его в емкость и включить бензонасос. Если давление по-прежнему выше нормы, то неисправен регулятор давления. Если давление стало нормальным, то забился трубопровод возврата топлива в бак.

Дополнительно необходимо проверить остаточное давление. Для нормальной системы давление после выключения насоса не должно опускаться в течении 2 минут. Если давление продолжает падать, то после повторного включения бензонасоса пережать шланг идущий от бензонасоса, если при этом давление стабилизируется, то не работает обратный клапан бензонасоса. Если давление продолжает падать, то после повторного включения бензонасоса пережать шланг слива в бензобаке, если давление стабилизируется, то заменить регулятор давления. А если нет, то проверить форсунки на герметичность.

2.1.2. Диагностика топливной системы с помощью цифрового осциллографа «МОДИС ОСА»

Диагностирование системы впрыска проводится по давлению в системе топливоподачи и времени впрыска (для электромагнитных форсунок) в режиме «Система впрыска».

Для работы осциллографа в режиме "Система впрыска" необходимо присоединить модуль осциллографа к проверяемому автомобилю следующим образом:

- датчик первого цилиндра ДПЦ к каналу 1 (рис.15) и установить на провод свечи зажигания первого цилиндра таким образом, чтобы стрелка $\rightarrow$ располагалась по направлению к свече и, по возможности, в месте, наиболее удаленном от высоковольтных проводов соседних цилиндров. Входное напряжение канала 50В, тип входа - открытый.

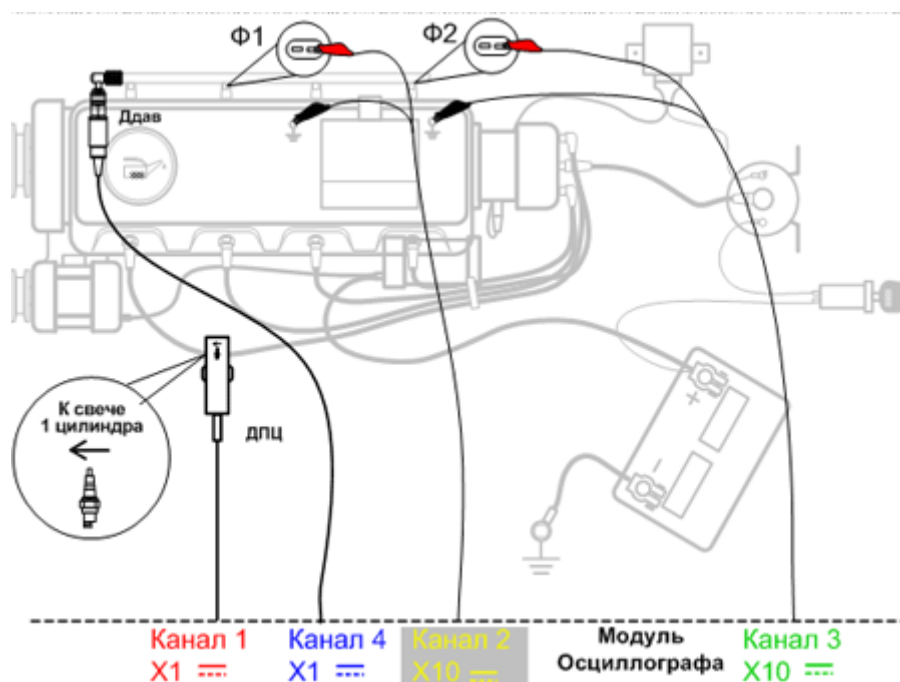


Рис. 15. Подключение осциллографа в режиме «Система впрыска»

- универсальные кабели осциллографа к каналам 3 и 4 (рис.50) осциллографа и к форсункам из разных групп (при групповом

впрыске), если по схеме электропроводки автомобиля все форсунки подключены параллельно, можно подключить только один из каналов.

Входное напряжение каналов 500В, тип входа - открытый

- датчик давления к каналу 4 (рис.15) и, при помощи шлангов и переходников из комплекта принадлежностей, подключить к топливной магистрали автомобиля.

К системам, имеющим в топливной магистрали специальный клапан (клапан Шредера), датчик подключается при помощи одного шланга и соответствующего переходника. К системам без специального клапана датчик подключается при помощи трех шлангов, крана-тройника и соответствующих переходников в разрыв подающей (напорной) топливной магистрали. Перед подключением датчика необходимо сбросить остаточное давление в системе следующим способом:

- Обесточить топливный насос, удалив реле насоса (в случае общего релейного блока удалить предохранитель или отключить клемму «минус» топливного насоса);
- Вращать стартером 10-15 с или запустить двигатель и дать поработать пока он не заглохнет.

Чтобы исключить возможность попадания топлива на горячие части двигателя место подключения датчика закрыть плотной тканью. Подключить датчик давления к напорной магистрали для системы распределенного впрыска перед топливной рампой, для системы центрального впрыска - перед форсункой в корпусе дроссельной заслонки. Плотно затянуть соединения. Восстановить электрические цепи, установить на место предохранители.

Проверка давления топлива на неработающем двигателе производится путем принудительного включения топливного насоса за счет установки перемычки на контакты «30» и «87» колодки реле топливного насоса. В большинстве систем распределенного впрыска давление в топливной системе составляет 2,5-3,0 бар, в системах центрального впрыска - около 1 бар. Нормативные значения давления топлива приведены в базе нормативов и

выводятся по кнопке или клавише F1. Для получения стабильных показаний следует удалить воздух из шлангов и самого датчика, кратковременно нажав на кнопку сброса давления, шланг сброса при этом должен быть направлен в емкость для топлива.

В случае пониженного давления в топливной системе кратковременно пережмите возвратный шланг между регулятором давления и топливным баком. Если давление повысилось, значит регулятор давления неисправен. Низкое давление и его медленное нарастание, как правило, свидетельствует о засорении топливного фильтра или топливопроводов. Обычно эта неисправность диагностируется при измерении производительности топливного насоса. Убедитесь в отсутствии утечек в форсунках, если давление остается низким и утечек не обнаружено, неисправен топливный насос.

В случае повышенного давления в топливной системе отсоедините возвратный шланг от регулятора давления. Подсоедините дополнительный шланг к регулятору и опустите его в емкость для сбора топлива. Если давление остается высоким - неисправен регулятор давления, если давление стало нормальным засорен возвратный топливопровод.

Проверка топливной системы на максимальное давление.

Перед проверкой следует проверить надежность крепления хомутов и отсутствие трещин на резиновых шлангах. Ненадежные соединения могут привести к утечке топлива. Проверку следует проводить достаточно быстро. Если давление превысит 10 бар, следует немедленно прекратить проверку.

Запустите топливный насос в обход реле, кратковременно пережмите шланг возвратного топливопровода. Давление в системе должно достигнуть максимального значения. Если давление ниже нормируемого возможно неисправен топливный насос, также следует проверить напряжение на нем. Для систем распределенного впрыска типичное значение максимального давления - 4-6 бар, для систем центрального впрыска - около 3 бар. Проверка остаточного давления в системе. Запустите двигатель на холостом ходу и

измерьте давление топлива в системе. Заглушите двигатель и следите за показаниями комплекса по давлению. Давление не должно уменьшаться быстрее 0,5 бар/мин. Пережмите возвратный шланг, если снижение давления все равно продолжается слишком быстро, проверьте клапан топливного насоса и герметичность форсунок, если снижение давления замедлилось - проверьте регулятор давления. Для проверки клапана топливного насоса подключите датчик давления к напорной магистрали, пережмите шланг на входе в топливную рампу. Создайте давление в системе. Если давление не снижается - клапан насоса исправен.

Измерение времени впрыска для электромагнитных форсунок распределенного впрыска производится при наличии дополнительного модуля осциллографа-генератора. Подключите каналы 3 или 4 осциллографа к форсункам из разных групп (при групповом впрыске), если по схеме электропроводки автомобиля все форсунки подключены параллельно, можно подключить только один из каналов. Для подключения к форсункам можно использовать адаптеры из комплекта принадлежностей осциллографа. Как правило, форсунки имеют два контакта, один из которых подключен к цепи питания (цепь 15), а второй (управляющий) к электронному блоку управления (ЭБУ). Подключение осциллографа производится к управляющему контакту форсунки.

Запустите двигатель на холостом ходу. Изменяя режимы работы двигателя проконтролируйте среднее время впрыска. Ориентировочные значения времени впрыска для различных режимов на горячем двигателе приведены в таблице.

Режим работы двигателя	Время впрыска
Холостой ход	2 - 4 мс
2000 об/мин	2,1 - 4,2 мс
3000 об/мин	2,2 - 3,2 мс
Быстрое открытие дросселя	6 - 8 мс

Выбег (закрытый дроссель при 3000 об/мин)	0,0 мс
---	--------

В режиме «Осциллограф» можно проконтролировать амплитуды во включенном и выключенном состоянии форсунки. Напряжение низкого уровня, соответствующее открытому состоянию клапана форсунки, должно быть не более 1,5-2,0 В. Напряжение высокого уровня - близко к напряжению бортовой сети 12,5-14 В. Амплитуда индуктивного выброса 60-70 В.

Значительные отличия сигнала могут быть вызваны неисправностями электропроводки, форсунок или ЭБУ.

2.2. Диагностика работы топливного насоса

Если есть подозрения на работоспособность насоса, то он демонтируется и производится его испытание путем измерения производительности при различных давлениях, т. е. строится расходно-напорная характеристики и полученные значения сравниваются с паспортными данными.

Для диагностики топливных насосов создана экспериментальная установка, схема которой представлена на рис. 16.

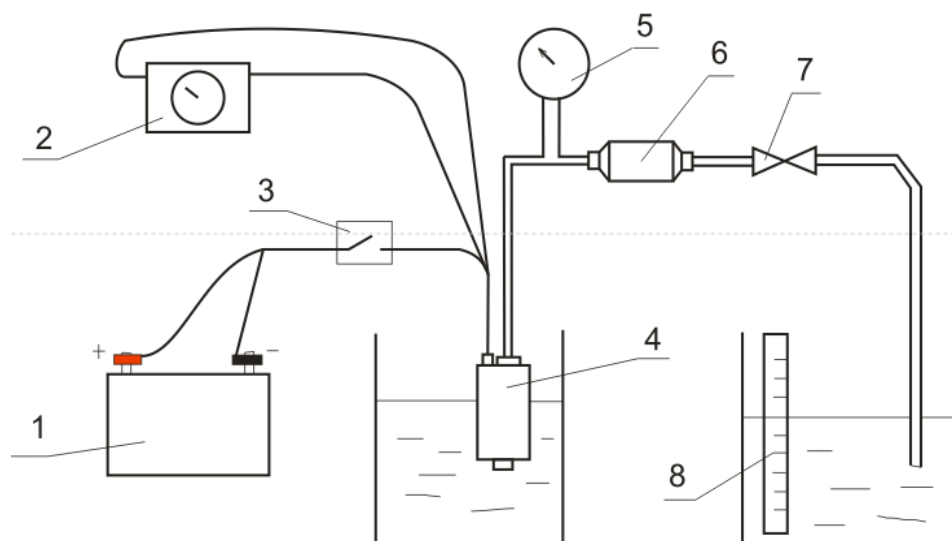


Рис. 16. Экспериментальная установка для диагностики работы топливных насосов: 1 - аккумуляторная батарея; 2 - секундомер; 3 –

выключатель; 4 – топливный насос; 5 – манометр; 6 – топливный фильтр; 7 – кран; 8 – мерная линейка.

Экспериментальная установка состоит из емкости с бензином, в которую устанавливается топливный насос 4, снятый с автомобиля. Питание на топливный насос подается от аккумуляторной батареи 1 через выключатель 3. Измерение времени работы насоса производится с помощью электронного секундомера 2. К насосу через резиновые шланги подсоединяются манометр 5 и кран 7, позволяющий изменять сопротивление топливной магистрали. Для испытания топливных фильтров в магистраль топливного насоса может устанавливаться топливный фильтр 6. Бензин перекачиваемый топливным насосом 4 накапливается в мерной емкости, в которой установлена линейка со шкалой проградуированная в см³.

Это позволяет измерять объем бензина, перекаченного насосом.

Испытание бензонасосов производится путем снятия их расходно-напорный характеристик в следующей последовательности. К снятому с автомобиля бензонасосу подсоединяют с помощью хомута резиновый шланг топливной магистрали экспериментальной установки. Затем насос помещают в емкость с бензином.

Кран топливной магистрали открывают полностью, создавая тем самым нулевое сопротивление топливной магистрали. Затем выключателем 3 включают топливный насос и одновременно включается электронный секундомер. Насос начинает перекачивать бензин в мерную емкость. При включенном насосе измеряется давление в топливной магистрали с помощью манометра. При полностью открытом кране 7 манометр укажет давление $P = 0 \text{ кг/см}^2$, а производительность насоса определится путем деления объема бензина, закаченного в мерную емкость на время, в течении которого работал насос. Таким образом, определяется первая точка расходно-напорной характеристики насоса (рис. 17).

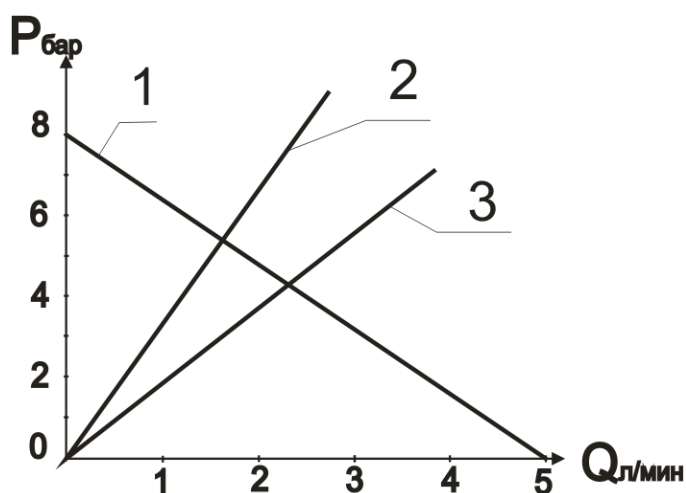


Рис. 17. Расходно-напорные характеристики: 1 – расходно-напорная характеристика насоса; 2 - расходно-напорная характеристика топливной магистрали в случае установки загрязненного топливного фильтра (30 т.км. пробега автомобиля); 3 - расходно-напорная характеристика топливной магистрали при установке нового фильтра.

В следующих опытах необходимо по шагам увеличивать сопротивление топливной магистрали путем постепенного перекрытия проходного сечения крана 7 и определять производительность топливного насоса.

Последняя точка расходно-напорной характеристики будет получена при полностью закрытом кране 7. При этом давление, создаваемое насосом достигнет максимальных значений, а производительность насоса будет равна нулю.

Полученную расходно-напорную характеристику сравнивают с характеристикой завода изготовителя (таблица 1).

Результаты испытаний насосов автомобиля ГАЗ представлены в таблице.

Таблица 1.

Тип бензонасоса	Производительность на свободный слив	Давление нулевой подачи
058464044 «Бош»	135	8
98T092 «Пирбург»	130	8,5
50.1139 Ст. Оскол	135	5,2
18.3780 Тюмень	135	4

При испытаниях необходимо использовать заряженный аккумулятор. Падение напряжения на насосе составляет обычно 2В. От напряжения сильно зависит производительность насоса (рис.18).

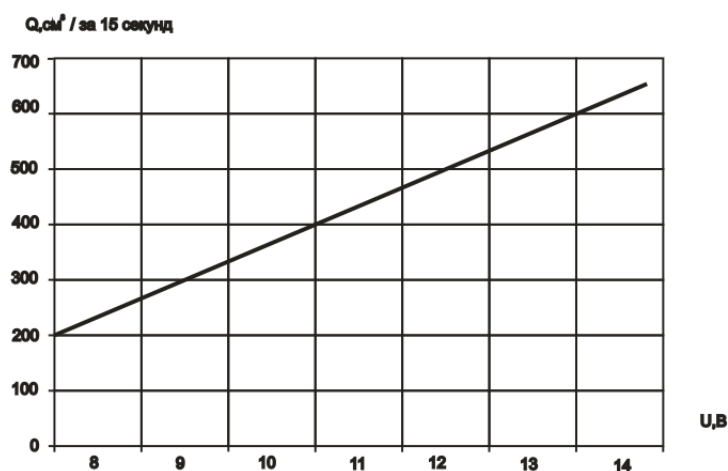


Рис. 18. Зависимость производительности насоса от подводимого напряжения.

Для окончательного заключения о работоспособности насоса проводится измерение напряжения на насосе во время его работы.

Разработанная экспериментальная установка позволяет исследовать влияния степени засорения топливного фильтра на производительность насоса. С этой целью строятся расходно-напорные характеристики топливных фильтров. Для этого в топливную магистраль установки монтируется топливный фильтр. Давление перед фильтром измеряется манометром, а расход топлива через фильтр изменяется с помощью крана 7. Для построения расходно-напорной характеристики включается насос и по шагам увеличивается давление перед топливным фильтром путем постепенного открытия крана 7. Для каждого значения давления определяется расход топлива через фильтр путем измерения объема топлива в мерной емкости и время ее наполнения.

Расходно-напорные характеристики чистого (нового) и загрязненного (после 30 т.км. пробега автомобиля) фильтров представлены на рис. 17. Из рисунка видно, что характеристики имеют линейную зависимость, а характеристика загрязненного фильтра имеет более крутой подъем. Известно,

что действительная производительность насоса определяется на пересечении расходно-напорных характеристик насоса и топливной магистрали. Так, из рис.17 видно, что при установке чистого фильтра топливный насос обеспечивает производительность, примерно, 2,3 л/мин, а при установке загрязненного фильтра 1,6 л/мин.

Повышенное сопротивление топливной магистрали приводит к снижению производительности топливного насоса и резкому повышению тока в обмотках, который может достигнуть критического значения (примерно, 15 А). Такой большой ток может привести к разрушению изоляции проводов обмоток, межвитковым замыканиям и к поломке насоса.

2.3. Диагностика работы форсунок

2.3.1. Диагностика форсунок с помощью осциллографа

Электрическая схема подсоединения форсунок представлена на рисунке 19.

Из рисунка видно, что форсунки имеет по два выводных контактов. К одному из контактов подается напряжение 12В от главного реле, а управляющие импульсы от электронного блока управления подаются к второму выводу.

Исправность форсунки можно проверить по наличию характерных щелчков электромагнитного клапана, например с помощью стетоскопа при вращении коленчатого вала стартером или на холостом ходу. Если форсунка не работает, то необходимо проверить: наличие напряжения питания (12 В); сопротивление форсунки (≈ 19 Ом); наличие управляющего сигнала; реакцию форсунки на изменение режима работы двигателя, т. е. измерение продолжительности импульса впрыска в зависимости от температуры, расхода воздуха и других параметров.

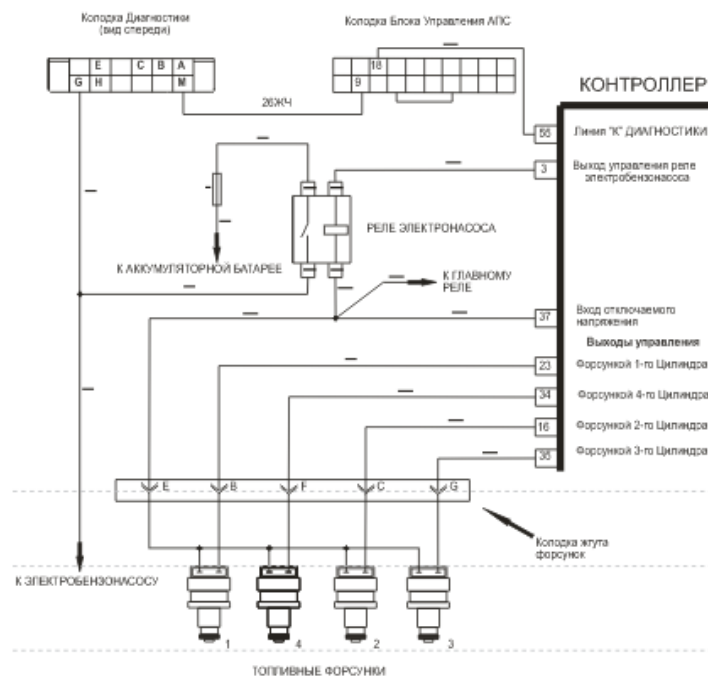


Рис. 19. Электрическая схема подсоединения форсунок

Наличие питания и управляющего сигнала можно проверить по миганию индикаторной лампочки, подключенной параллельно форсунке. Если лампочка мигает, значит на форсунку подается управляющий сигнал. Наличие управляющего сигнала можно проверить также с помощью прибора для измерения угла замкнутого состояния контактов или с помощью осциллографа.

Идентичность работы форсунок, можно проверить путем поочередного их отключения и наблюдая за падением оборотов двигателя. При нормально работающей форсунках падение оборотов двигателя должно быть в пределах 100-120 оборотов.

Осциллограф позволяет составить более полную картину работы системы управления двигателем и сделать выводы, которые в отсутствие подобного прибора можно было бы сделать только на основании собственного богатого опыта т.е. снизить требования к уровню профессионализма и опыта обслуживающего персонала.

Положительный провод осциллографа подсоединяется к управляющему проводу форсунки, а отрицательный к «земле» (рис. 20).

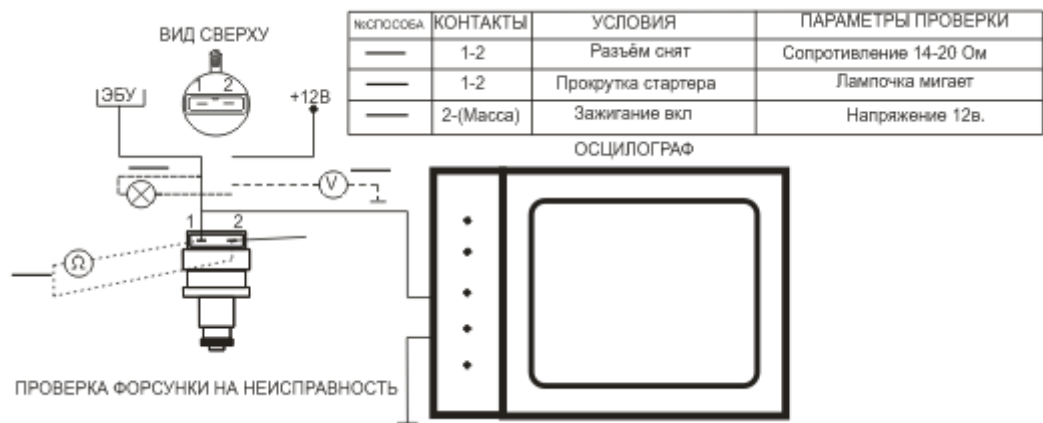


Рис. 20. Диагностика работы форсунки.

Форма сигнала выводится на экран в виде графика в координатах амплитуда (напряжение, частота) – время (рис. 21).



Рис. 21. «Образцовая» осциллограмма работы форсунки

По графику изменения сигнала определяют следующие величины: амплитуду в вольтах в любой момент времени; частоту сигнала (время между двумя сходными точками кривой сигнала); ширину (продолжительности) импульса и скважность импульса или «угол замкнутого состояния» в % - т.е. отношение времени наличия сигнала к общему времени периода сигнала и собственно форму сигнала.

Сравнивая все параметры сигнала с «образцовым» сигналом, можно принять решение о работоспособности данного элемента системы управления.

Продолжительность импульса открытия форсунки зависит от режима работы двигателя: холостой ход 1-6 мсек., нагрузка 100% - 6-35 мсек.

При пуске холодного двигателя продолжительность импульса больше, чем при пуске прогретого. При пуске холодного двигателя на основные форсунки подается дополнительный импульс открытия. В этом случае на осциллографе появляются два сигнала – длинный и короткий, сходные по форме (рис. 22.)

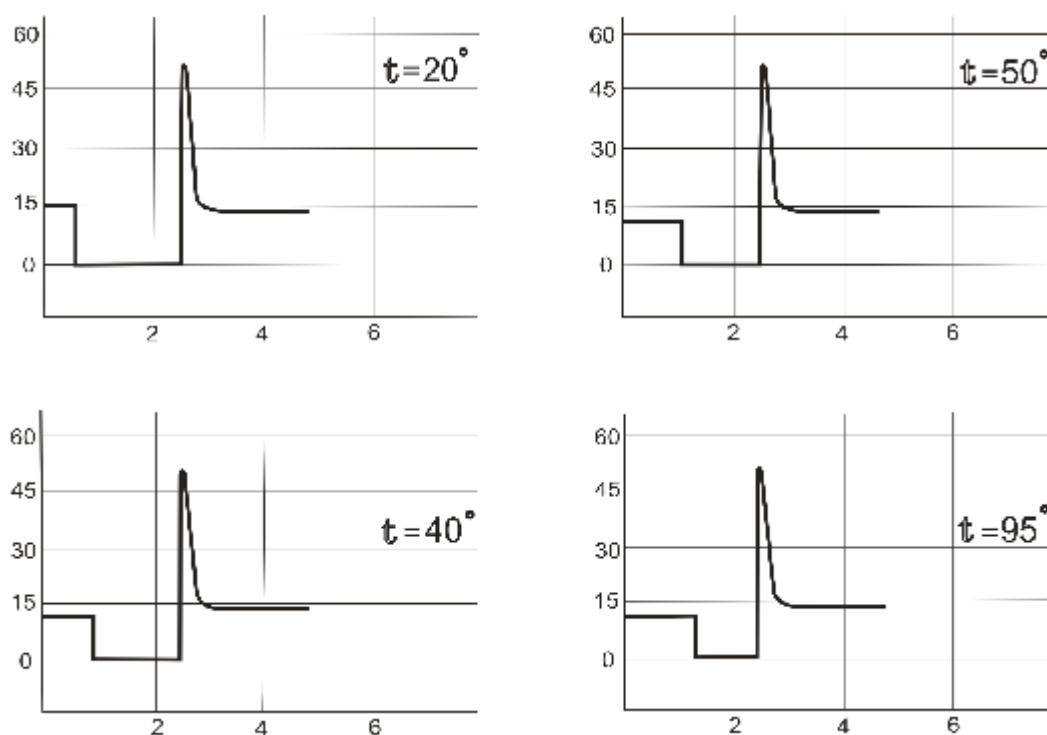


Рис. 22. Влияние температуры двигателя на время открытия форсунки

По изменению продолжительности импульса открытия форсунки на разных режимах работы двигателя можно оценить правильность работы блока управления.

Другим оценочным параметром работы форсунок является периодичность впрыска (частота импульсов). Периодичность впрыска – это время между двумя последовательными открытиями клапана одной и той же форсунки. Периодичность впрыска зависит от частоты вращения коленчатого вала (рис. 23).

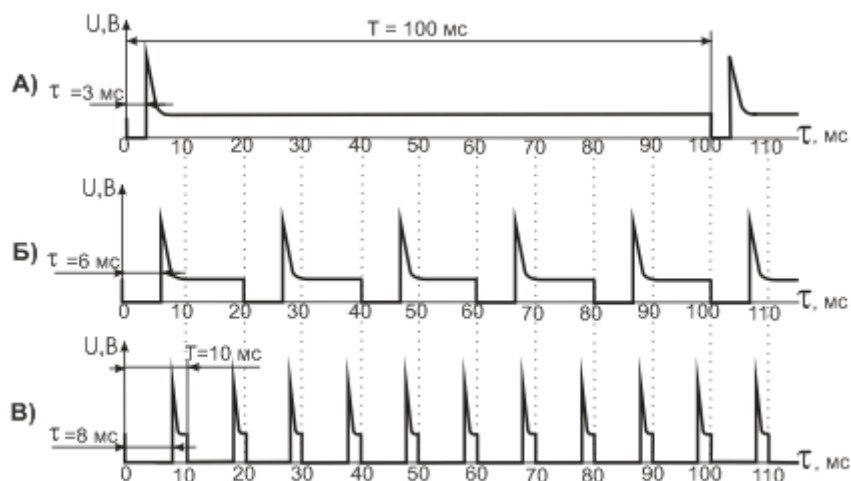


Рис. 23. Соотношение между временем впрыска и периодичностью (τ – время впрыска; T – периодичность впрыска), а) холостой ход (один оборот коленчатого вала происходит за 100 мс); б) средняя нагрузка на оборотах 3000 об/мин (один оборот коленчатого вала происходит за 20 мс); в) при максимальной частоте вращения 6000 об/мин (один оборот коленчатого вала происходит за 10 мс).

Представляет интерес диагностика по величине ЭДС самоиндукции в обмотках катушек форсунок. Когда ЭБУ замыкает управляющий провод на массу, напряжение на нем падает до 0 В, клапан перемещается и открывает подачу топлива. При отсоединении управляющего провода от массы, цепь размыкается и в обмотке индуцируется ЭДС самоиндукции (60-80 В) и является диагностическим параметром.

Величина импульса ЭДС зависит от скорости обратного движения клапана и пройденного им расстояния. Если импульса ЭДС нет, то нет обратного хода клапана. Это говорит о том, что клапан заклинил. Если величина импульса ЭДС невысокое, то движение клапана укорочено или его скорость втягивания уменьшены, что может происходить из-за подклинивания клапана. На величину импульса ЭДС могут оказывать влияние и другие факторы: ослабление пружины клапана; подклинивание клапана из-за появления загрязнений внутри клапана; высокое давление топлива.

2.3.2. Диагностика работы форсунок прибором УЗСК

Необходимо изменять обороты двигателя и записывать значения длительности включенного состояния. Затем сравнить полученные результаты с приведенной ниже таблицей 2. При холодном двигателе значения могут быть немного выше.

Оценка результатов измерений производится следующим образом:

- а) при увеличении оборотов двигателя длительность включенного состояния должна повышаться;
- б) при резком ускорении рабочий цикл должен значительно увеличиться;
- с) при замедлении горячего двигателя с закрытой дроссельной заслонкой рабочий цикл должен упасть до нуля и появиться вновь когда обороты двигателя снизятся примерно до 1200 об/мин;
- д) если прибор не показывает нуля, проверьте регулировку дроссельной заслонки датчика ее закрытого положения;
- е) при нулевом значении цикла шум форсунок должен прекратиться;

Таблица 2.

Обороты двигателя	Длительность включенного состояния
Холостой ход	
2000 об/мин	3...6%
Медленное открытие дроссельной заслонки	7...14%
Быстрое открытие дроссельной заслонки	11...16%
Замедление *	20% и более
	Нуль
* Повысьте обороты двигателя примерно до 3000 об/мин и отпустите педаль акселератора.	

2.3.3. Способы мойки топливных форсунок

Нет вечных двигателей, как нет идеальных бензинов, масел и условий эксплуатации.

К неисправностям форсунки можно отнести недостаточное мелкое распыление топлива, потерю формы струи распыленного топлива и подтекание топлива.

Форсунка может «лить» или вообще не открыться при подачи сигнала на электромагнитный клапан. Возможная причина попадание воды вместе с топливом в форсунки. Под действием воды происходит коррозия подвижных частей форсунки. Это может произойти при нахождении автомобиля на длительном ремонте.

При остановке горячего двигателя из пленки топлива, оставшейся на штифтах и внутренних поверхностях распылителей (ниже запорного клапана), испаряются легкие фракции бензина, а из тяжелых фракций образуются слой твердых углеродистых отложений. Из-за топлива низкого качества образуются смолистые отложения. Проходное сечение сопла при этом уменьшается (рис. 24).

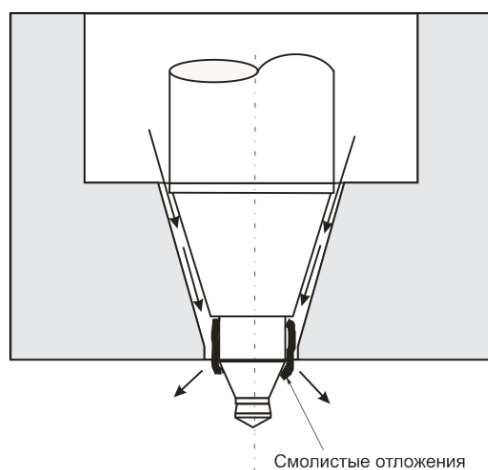


Рис. 24. Увеличенный вид иглы топливной форсунки

С появлением отложений просвет «зарастает» и уменьшается. Производительность форсунки падает, что приводит к обеднению смеси, особенно в режиме ускорения автомобиля, когда кислородный датчик не успевает обогатить смесь. Кроме того, смолистые отложения нарушают форму струи форсунки. При этом струя будет направлена не в просвет

впускного клапана, а на стенки впускного коллектора и в цилиндр поступит меньше бензина. Ухудшается также однородность распыливания топлива. Из форсунок вылетят крупные капли, не успевающие испариться, перемешаться с воздухом и, как следствие, увеличение СН (топливо полностью не сгорает).

Другой причиной неудовлетворительной работы форсунок является загрязнение их входных фильтров (рис.10). Из-за своих размеров поглощающая способность их невелика, а засорившись, они уменьшают производительность форсунки.

В результате наблюдается затрудненный пуск двигателя, неустойчивый холостой ход, провалы при разгоне, повышенный расход топлива, потеря мощности.

Чтобы этого не допускать, форсунки моются через каждые 40 т. км пробега.

2.3.3.1. Очистка инжектора с помощью магнитного активатора

Магнитный активатор устанавливается в разрез топливного шланга перед форсунками. При прохождении топлива через магнитный активатор происходит ослабление молекулярных связей и уменьшение молекулярного поверхностного натяжения компонентов (кластеров) углеводородного топлива, их разрыв, поляризация и линейное упорядочивание, что обеспечивает создание особо мелкодисперсной топливовоздушной смеси. Молекулы топлива и все примеси, которые в нем содержатся, приобретают одноименный заряд и не оседают ни на стенках топливной системы, ни на форсунках. Помимо этого, активно заряженные частицы мягко и постепенно удаляют уже имеющиеся шлаки в топливной системе. Преимуществами данного метода являются: снижение вредных выбросов при работе двигателя; более полное сгорание топлива; постепенное очищение топливных форсунок, благодаря этому снижается риск выхода из строя форсунки при чистке; возможность чистки любых типов форсунок (бензиновых, дизельных); возможность применения как на карбюраторных, так и на двигателях с впрыском; очищение камеры сгорания, что

способствует лучшему теплоотводу. К недостаткам данного метода можно отнести относительно высокую стоимость приспособления.

2.3.3.2. Очистка инжектора с помощью специальных очищающих добавок к топливу

В продаже имеются специальные очищающие добавки к топливу, именуемые «Фьюел инжектор клинер» (Fuel Injector Cleaner), которые заливаются непосредственно в топливный бак. Однако эти добавки целесообразно использовать только для чистых баков, так как они очищают бак и топливопроводы, а смытые загрязнения могут попасть к форсункам и закупорить их входные фильтры.

2.3.3.3. Мойка форсунок на работающем двигателе

Мойка форсунок может производиться без съема форсунок с двигателя или их демонтажа и последующей мойки.

Чтобы смыть толстые наросты используют специальные моющие установки для очистки форсунок на работающем двигателе. Штатный топливный насос отключают, а специальная установка подает в топливную рампу моющее средство (сольвент-декарбонайзер), который служит одновременно и топливом, и очистителем (рис.25).

Промывка форсунок производится на заведенном двигателе. При этом, кроме мойки форсунок, отмываются от отложений, кокса и нагара тарелки клапанов, камера сгорания (увеличивается наполнение цилиндров горючей смесью), поршневые кольца (раскоксовка колец).

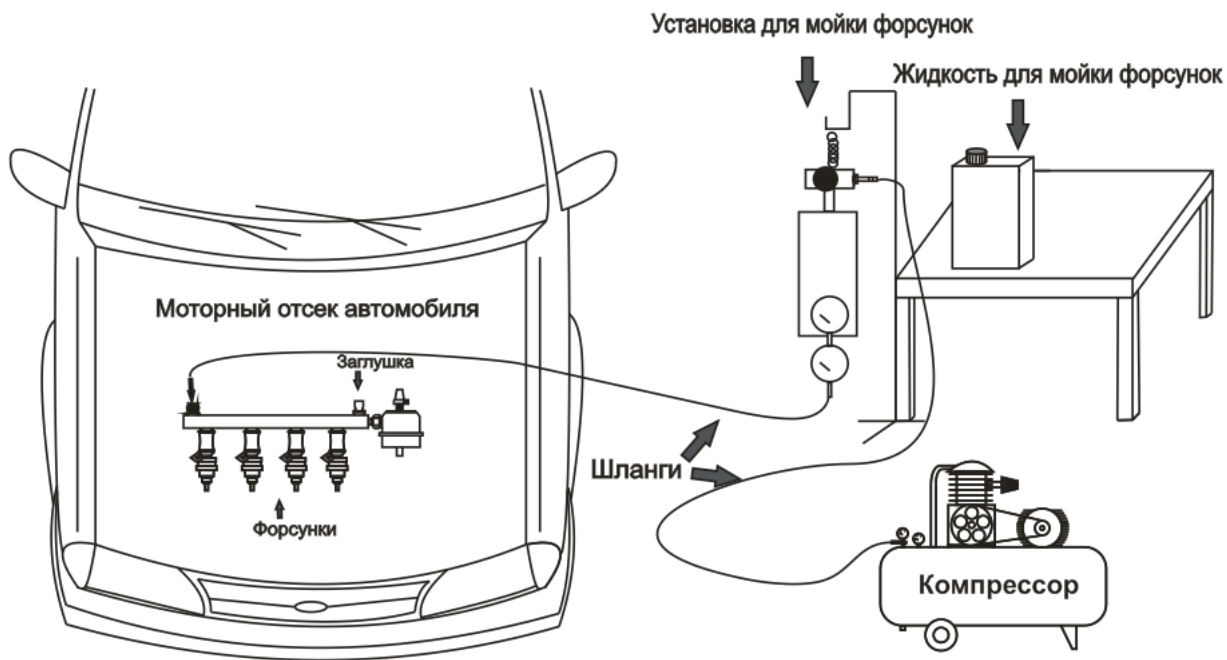


Рис. 25. Мойка форсунок без снятия с двигателя.

Так как двигатель при этом не нагружен, то от чистящего сольвента не требуется обеспечивать заданные мощностные характеристики, детонационную стойкость и т. п. Поэтому моющие свойства сольвента резко усилены по сравнению с добавками в топливо. Время непосредственной мойки составляет 20-30 мин. В качестве моющего средства может, например, использоваться сольвент MV-4020 (частично очищает кислородный датчик и катализатор) или сольвент-концентрат американской фирмы «Карбол клин» (Carbol Clear). Для мойки форсунок может использоваться, например, моющая установка американской фирмы ОТС. Сольвент к форсункам подается давлением сжатого воздуха и не нужно присоединять специальный шланг обратного слива.

Производительность форсунок $176 \pm 5,3 \text{ см}^3 / \text{мин}$ при давлении $2,5 \text{ кг} / \text{см}^2$.

Недостатком мойки является загрязнение свечей зажигания, моторного масла и возможность проблем с катализатором.

Принцип подключения установки заключается в том, чтобы двигатель работал не на бензине или дизельном топливе, а на специальной чистящей жидкости. Для этого необходимо:

1. Прогреть двигатель до рабочей температуры и заглушить.
2. На двигателе найти подающую и обратную магистраль.
3. Отсоединить подающую и обратную магистраль от топливной рампы и подсоединить к ней через специальные адаптеры соответствующие шланги мойки установки. Не все автомобили имеют обратную магистраль, поэтому будет подключаться только подающий шланг.
4. При очистке дизельных систем следует подключать установку к ТНВД.
5. Отключить топливный насос (снять предохранитель, реле или разъем на топливном насосе) или закольцевать насос, путем соединения подающей и обратной магистрали.
6. Залить моющую жидкость в емкость установки из расчета:

Объем двигателя, л	Количество раствора, л
До 2,5	1
От 2,5 до 5	1,5
Свыше 5	2

Для дизельных систем норма расхода раствора снижается на 50%.

7. Выставить давление подачи моющего раствора соответствующее рабочему давлению и время мойки («Тест-механика» клавишами «--» и «--»). Давление подачи раствора для карбюратора 0,5-1 бар, для дизелей 1-1,5 бар. Время цикла мойки 10 мин для загрязненных незначительно и 20-25 минут для сильно загрязненных форсунок.
8. Завести двигатель и мыть форсунки.
9. Выждать 15-20 минут (период просачивания).

10.Повторить процедуры мойки.

2.3.3.4. Мойка форсунок со снятием с двигателя

Лучшее качество мойки обеспечивается путем снятия с двигателя форсунок и их мойки на специальном стенде. При этом могут использоваться моющие средства с более активным воздействием на загрязнения и появляется возможность режима «отмачивания».

Второй способ отличается высоким качеством мойки и большой трудоемкостью, связанной с демонтажем форсунок с двигателя и последующим монтажом их.

Процедура мойки включает ультразвуковую очистку.

Ультразвуковая очистка (УЗ). Качество УЗ очистки несравнимо с другими способами. Например, при полоскании деталей на их поверхности остается до 80% загрязнений, при вибрационной очистке – около 55%, при ручной – около 20%, а при ультразвуковой – не более 0,5%. Кроме того, детали, имеющие сложную форму, труднодоступные места, хорошо можно очистить только с помощью ультразвука. Особое преимущество УЗ очистки заключается в ее высокой производительности при малой затрате физического труда, возможности замены огнеопасных или дорогостоящих органических растворителей безопасными и дешевыми водными растворами щелочей, жидким фреоном и др.

Частоты 16 - 18000 Гц, которые способен воспринимать слуховой аппарат человека принято называть звуковыми, например писк комара ≈ 10 кГц.

Многие млекопитающие, например кошки и собаки, обладают способностью восприятия ультразвука частотой до 100 кГц, а локационные способности летучих мышей, ночных насекомых и морских животных всем хорошо известны.

Нижней границей ультразвукового диапазона называют упругие колебания частотой от 18 кГц. Как правило, ультразвуком называют частоты до 10^6 кГц. Более высокие частоты принято называть гиперзвуком.

Скорость звука в воде – 1435 м/с.

В ультразвуковой обработке жидкостей основным действующим фактором является кавитация. Явление кавитации — разрушения отложений с помощью воздушных пузырьков в жидкой среде.

Если какое-либо тело колеблется в упругой среде быстрее, чем среда успевает обтекать его, оно своим движением то сжимает, то разрежает среду. Слои повышенного и пониженного давления разбегаются от колеблющегося тела во все стороны и образуют звуковые волны.

При прохождении через жидкость звуковой волны большой интенсивности, возникает так называемая акустическая кавитация. В интенсивной звуковой волне во время полупериодов разрежения возникают кавитационные пузырьки, которые резко схлопываются при переходе в область повышенного давления. В кавитационной области возникают мощные гидродинамические возмущения в виде микроударных волн и микропотоков, которые разрушают отложения. Кроме того, схлопывание пузырьков сопровождается сильным локальным разогревом вещества и выделением газа.

Под воздействием ультразвука происходит раскалывание частиц, находящихся в воде, их средние размеры уменьшаются с 10 до 1 микрона, увеличивается их количество и общая площадь поверхности частиц.

В большинстве ультразвуковых устройств используются пьезоэлектрические и магнитострикционные преобразователи.

Пьезоэффект заключается в следующем. Если кристалл полупроводника (кристалл кварца) деформировать, то на его противоположных гранях образуется ЭДС, и наоборот, если подать

переменное напряжение, то кристалл будет деформироваться, создавая колебания.

Магнитострикция - это изменение размеров тел при изменении их магнитного состояния. Сердечник из магнитострикционного материала (сплав никеля, кобальта, алюминия, железа), помещённый в обмотку меняет свою длину в соответствии с величиной и формой магнитного поля.

Методика мойки форсунок со снятием с двигателя. Мойка проводится на установке (рис. 26) в следующей последовательности: подготовка форсунок; промывка форсунок; тестирование форсунок; ультразвуковая очистка; обратная промывка форсунок и тестирование форсунок.

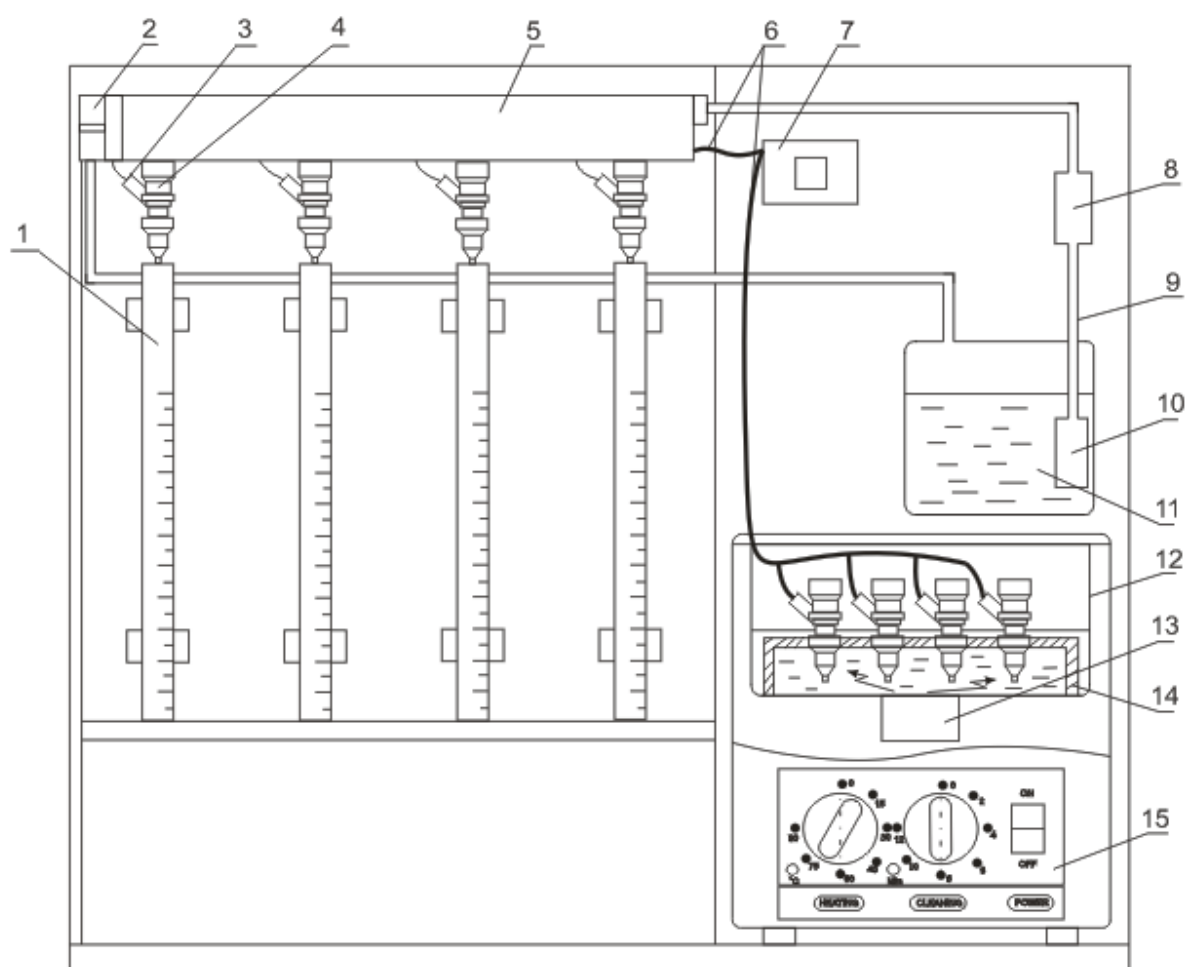


Рис. 26. Установка мойки форсунок: 1 – мерная колба; 2 – регулятор давления; 3 – разъем электрический; 4 – форсунка; 5 – топливная рампа; 6 – жгут проводов; 7 – импульсный генератор; 8 – фильтр; 9 – трубопровод; 10 –

насос; 11 – моющий раствор; 12 - емкость с моющим раствором; 13 – ультразвуковой излучатель; 14 - подставка; 15 ультразвуковая ванна.

Подготовка форсунок:

- промыть форсунки снаружи обезжиривающей жидкостью для удаления наружных загрязнений;
- вынуть фильтр, расположенный внутри входного отверстия, закрутив приспособление (штопор) в фильтр;
- обдуть форсунки чистым фильтрованным сжатым воздухом (1-1,5 атм);
- установить форсунки в рампу для мойки.

Промывка форсунок:

- установить необходимое давление моющего раствора (рабочее давление для данного типа форсунок) и промыть форсунки в течении 30 сек без подачи на них импульсов (подать напряжение 12 В);
- слить раствор из мерных стаканов.

Тестирование форсунок:

1. Проверка герметичности:

- установить давление на 10% выше рабочего для тестируемых форсунок;
- подать давление на форсунки без их включения в течении 2 минут.

Исправная форсунка допускает появление не более 1 капли в минуту.

Возможные варианты результатов тестирования форсунок представлены на рис.



Рис. 27. Возможные варианты тестирования форсунок.

2. Проверка относительной производительности:

- выбирается один из режимов работы «Тест 1», «Тест 2» или «Тест 3»:

Стартовые значения / тесты	«Тест 1»,	«Тест 2»	«Тест 3»
Обороты в минуту	650	2250	4000
Время открытия форсунок, мс	3	12	6
Давление, атм	0,5	0,5	0,5
Время тестирования, с	120	60	30

- для получения достаточной точности относительной производительности форсунок необходимо заполнить не менее половины мерных емкостей.

Производительность форсунок не должна отличаться более чем на 5%. Одновременно с проверкой производительности форсунок необходимо оценить форму факела распыла. Форсунка должна иметь одинаковые углы распыла при отсутствии отдельных струй.

Ультразвуковая очистка форсунок:

- установить форсунки на полку с отверстиями в ультразвуковой ванне, так чтобы уровень моющей жидкости был как минимум на 20 мм выше игольчатого клапана форсунки (до уровня полки);

- на форсунки подаются импульсы напряжения (время открытия 4,5 мс, что соответствует 7000 об/мин) и одновременно загрязнения подвергаются ультразвуковому воздействию в течении 10 мин;

- после продувки сжатым воздухом удаляются из форсунок остатки моющей жидкости.

В большинстве случаев достаточно провести два цикла УЗ очистки по 10 мин, но при сильном загрязнении форсунок продолжительность УЗ очистки не ограничена.

Обратная промывка:

- установить давление на 10-15 % выше рабочего давления форсунок и подать напряжение на форсунки (без подачи импульсов) и промыть в течении 10-20 мин (рис. 28);

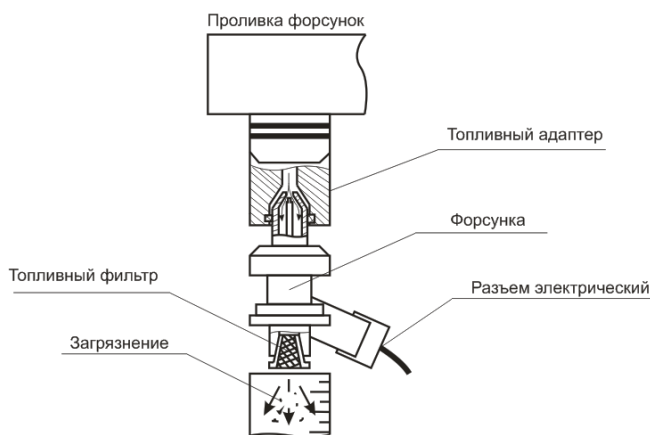


Рис.28. Обратная промывка форсунок.

- провести повторное тестирование путем проверки относительной производительности форсунок и формы факела распыла. Если желаемый результат не достигнут, то необходимо провести повторную УЗ очистку форсунок и обратную промывку.

Фильтр тестирующей жидкости заменить с периодичностью 1 год, а жидкость по мере загрязнения.

Замена моющей жидкости в УЗ ванне производится после очистки 40-50 форсунок (6-8 циклов очистки 6-ти форсунок).

Контрольные вопросы

1. Из каких элементов состоит и как работает топливная система?
2. Как устроен и работает топливный насос?
3. Как устроены топливные фильтры?
4. Как устроен распределительный коллектор?
5. Как устроен и работает регулятор давления топлива?
6. Как устроена и работает электромагнитная форсунка?
7. Какие существуют способы управления форсунками?
8. Какова методика диагностики топливной системы по величине давления в топливной магистрали?
9. Как подсоединяется осциллограф к топливной системе для измерения давления топлива?
10. Как проводится проверка топливной системы на максимальное давление?
11. Как проводится диагностика работы топливного насоса?
12. Как строятся расходно-напорные характеристики топливного насоса?
13. Как зависит производительность насоса от подводимого напряжения?
14. Как проводится диагностика работы форсунок с помощью осциллографа?
15. Как проводится диагностика работы форсунок с помощью прибора для измерения УЗСК?
16. Какие способы мойки форсунок существуют?
17. Каковы причины загрязнения форсунок?
18. Как проводится очистка форсунок с помощью магнитного активатора?
19. Как проводится очистка форсунок с помощью очищающих добавок к топливу?
20. Как производится мойка форсунок на работающем двигателе?
21. Как производится ультразвуковая мойка форсунок?
22. Какова последовательность операций при мойке форсунок, снятых с двигателя?

ТЕМА № 6 Диагностика свечей зажигания

1. Общие сведения о конструктивных особенностях и обслуживании свечей зажигания

1.1. Конструктивные особенности свечей зажигания

Свеча зажигания состоит из трех основных компонентов – корпуса, электродов и изолятора (рис 1).

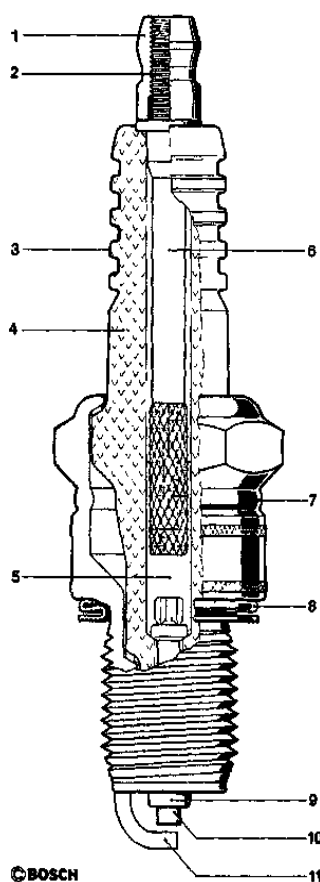


Рис.1. Устройство свечи зажигания:

1 – гайка клеммы, 2 – резьбовое соединение, 3 – барьер утечки тока, 4 – изолятор (Al_2O_3), 5 – электропроводящая перемычка из специального стекла, 6 – клеммный стержень, 7 – обойма свечей, 8 – уплотнительное кольцо, 9 – изолятор электрода, 10 – центральный электрод, 11 – боковой электрод (заземленный)

Изолятор препятствует утечки тока высокого напряжения от центрального электрода на корпус свечи, а также отводит часть тепла, определяя «тепловой диапазон» свечей зажигания.

Изолятор изготавливается из оксида алюминия (Al_2O_3) со специальным наполнителем. Наружная часть изолятора покрывается глазурью для предотвращения налипания грязи, которая способствовала бы утечки тока. В изоляторе размещен центральный электрод и клеммный стержень.

Корпус свечи изготавливается из стали и имеет резьбу для ввинчивания свечи в головку цилиндров и шестигранник для специального ключа. Поверхность корпуса никелируется для предотвращения коррозии и легкого откручивания свечи из алюминиевой головки.

Электроды свечи должны быть стойкими к высокой температуре, воздействию агрессивной среды и электроэрозии. Например, температура в камере сгорания может достигать 2500°C , а давление – 50 атм. Наиболее подходящим материалом для электродов считается никель, хотя некоторые свечи имеют медные электроды, покрытые никелем, что улучшает теплоотвод благодаря хорошей теплопроводности меди. Кроме того, за счет уменьшения сопротивления электродов имеется возможность для увеличения зазора между электродами на 0,15 мм.

Увеличение зазора между электродами способствует облегчению пуска двигателя, а также увеличению эффективности сгорания, особенно при работе двигателя на бедной рабочей смеси.

Свечи отличаются друг от друга следующими геометрическими размерами: длиной резьбовой части, диаметром резьбы и искровым зазором. Большинство свечей выпускают с резьбой М 14х1,25 длиной резьбовой части 19 мм и плоским уплотнительным кольцом. Выпускают свечи с коническим уплотнителем без уплотнительного кольца. Размер свечи под ключ может быть 21 мм и 16 мм (рис. 2).

Независимо от режима работы двигателя (пуска, прогрев, холостой ход, нагрузки), температура конуса изолятора свечи должна находиться в диапазоне $400-900^{\circ}\text{C}$. Свеча теряет способность к самоочистке, при температуре ниже 400°C , а при температуре выше 900°C начинается эффект «калильного зажигания», т.е. возгорание смеси от температуры.



Рис. 2. Свечи с плоской (слева) и конической поверхностью.

Свечи отличаются друг от друга температурным диапазоном, который характеризуется калильным числом. Калильное число условно означает время в секундах, по истечении которого на свече, установленной на специальном двигателе (работающем в определенном режиме), возникает калильное зажигание. Поэтому, чем выше калильное число, тем свеча способна работать при более высоких температурах, т.е. обладает большей теплопроводимостью и называется «холодной», и наоборот, чем ниже калильное число, тем ниже теплопроводность свечи, и свечу называют «горячей».

У «холодной» - более длинный тепловой конус, с большей поверхностью. У «горячей» - короткий (рис. 3). Первый примет больше теплоты от сгорающего топлива, второй – меньше.

Калильное число наносят на корпус свечи – ведь по внешнему виду характеристик с достаточной точностью не определить. В маркировках современных отечественных свечей используют числа: 11, 14, 17, 20, 23, 26. Чем больше это число, тем холоднее свеча.

Существует правило: для горячего (форсированного) двигателя нужны холодные свечи, а для холодного двигателя (с низкой степенью сжатия) нужны горячие свечи.

При снижении компрессии в цилиндрах, а также зимой используют свечи с более низким калильным числом, т.е. более горячие (обладают большей способностью к самоочистке).

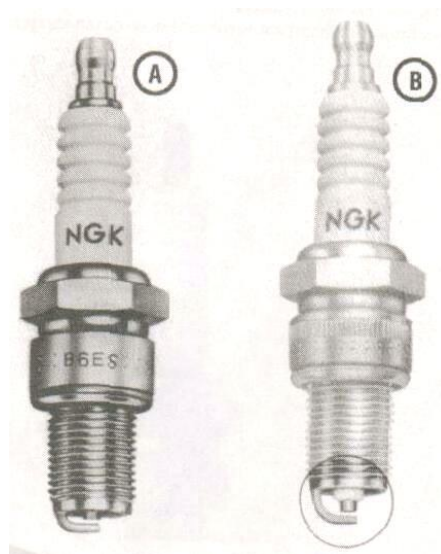


Рис. 3. Свечи зажигания: а) «горячая свеча»; б) «холодная свеча».

Свечи отличаются друг от друга маркой. Отечественными производителями свечей являются Энгельс (ЭААЗС), Ульяновск (УМЗ), Уфа (УАПО). Более богатый выбор свечей предполагают фирмы - BRISK, BOSCH, BERU, CHAMPION, NGK, ROCHESTER, EYQUEM, AUTOLITE, DENSO.

В соответствии с требованиями ОСТ 37.003.081-98, условное обозначение свечи зажигания включает в себя следующие обозначения (рис. 4).

Резьба на корпусе М14х1,25 - «А»; М18х1,5 (по ТУ) - «М».

Размер шестигранника под ключ: 16,0 мм - «У»; 19,0 мм - «М».

Если маркировка не содержит букв «У» или «М», размер шестигранника под ключ 20,8 мм.

Коническая опорная поверхность: «К».

Длина резьбовой части корпуса для свечей с коническим посадочным местом: 7,8 мм - «М»; 17,5 мм - «Д»; 25,0 мм - «С». Если маркировка не содержит букв «М», «Д» или «С» перед обозначением калильного числа, длина резьбовой части корпуса 11,2 мм.

Калильное число: 11; 14; 17; 20; 23 или 26.

Длина резьбовой части корпуса для свечей с плоской опорной поверхностью: 19,0 мм - «Д». Если маркировка не содержит буквы «Д», длина резьбовой части корпуса 12,7 мм, за исключением свечей зажигания с размером шестигранника под ключ 19,0 мм, для которых этот размер один - 9,5 мм.

Выступление теплового конуса изолятора за торец корпуса: «В».

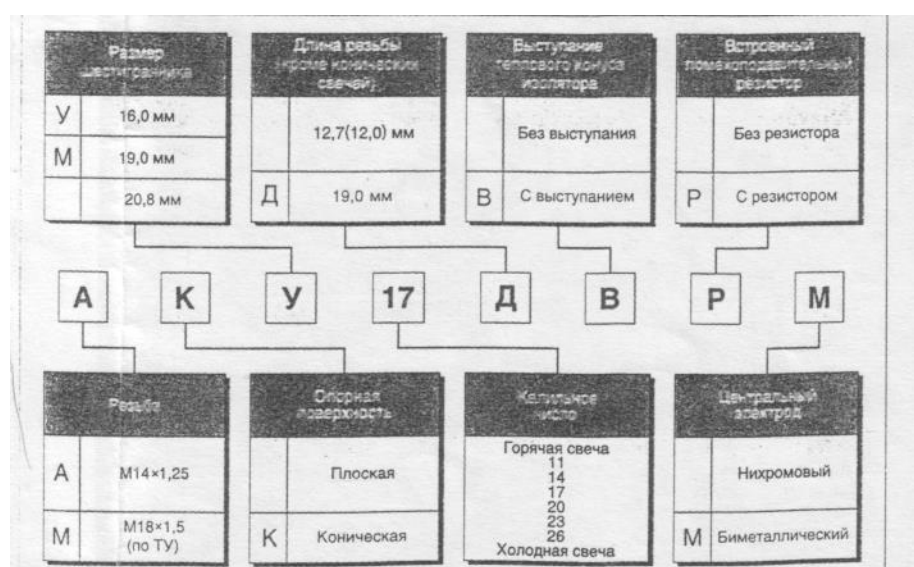


Рис. 4. Обозначение свечей зажигания

Для инжекторных двигателей ВАЗ (восьмиклапанных) рекомендуются свечи А17ДВРМ, для шестнадцатиклапанных – АУ17ДВРМ. Из импортных можно использовать BOSCH W7DC, CHAMPION RN9YCC4 или RN9YC4. Зимой лучше использовать: BOSCH W6DC или AC DELSO R43 XLS. Зазор между электродами свечи должен быть 1÷1,15 мм. Зазоры в свечах 0,5÷0,6 мм для ВАЗ-0,6, 0,7÷0,8 для ВАЗ-0,8.

Выпускают свечи, снабженные дополнительным резистором порядка 5 кОм между центральным электродом и наконечником свечи. Применение резистора способствует уменьшению радиопомех при работе двигателя и в маркировке свечи будет буква R.

Выпускаются свечи с двумя, тремя и четырьмя боковыми электродами. Они используются в основном на высокофорсированных двигателях и отличаются большой долговечностью.

В таблице 1 указаны отечественные свечи и их зарубежные аналоги.

Таблица 1.

Россия, ОСТ 37.003. 081-98	AC DELC О США	AUT OUTE США ~	BERU Герман ия	BOSC Н Герма ния	CHAM PION США	EYQU ЕМ Франц ия	MAGN ET! MARE LLI Италия	NGK Япони я	NIPPO N DENS О Япони	BRISK (PAL) Чехия	BOSNA Югосла вия
A17ДВ	42XLS	64	14-7DU	W7D C	N9YC	750LS	CW7LP	BP6ES	W20EP	L15Y	FE65P
A17ДВ-1	42XLS	64	14-7DU	W7D C	N9YC	750LS	CW7LP	BP6ES	W20EP	L15Y	FE65P
A17ДВ-10	42XLS	64	14-7DU	W7D C	N9YC	750LS	CW7LP	BP6ES	W20EP	L15Y	FE65P
A17ДВ- W	-	-	-	-	N9DM C	-	-	BP6EK	W20ET	-	-
A17ДВР	CR42 XLS	64	14R- 7DU	WR7 DC	RN9Y C	RC52LS	CW7LP R	BPR6E S	W20EPR	LR15YC	FE65PR

1.2. Обслуживание свечей зажигания

Срок работы свечей составляет примерно 30 т.км, а для систем зажигания «холостая искра» через каждые 15÷20 т.км пробега.

При снятии свечи, ее отворачивают на несколько оборотов, затем удаляют все следы загрязнений. Это предотвратит попадание инородных частиц внутрь двигателя. После снятия с двигателя свечей необходимо убедиться, что их тип и зазор свечей зажигания соответствуют данному двигателю. Обращается внимание на состояние и цвет теплового конуса изолятора. Очистка и регулировка зазора между электродами свечи. Нагар со свечей удаляется с помощью пескоструйного аппарата или вручную, а затем продуваются воздухом. Мокрые «залитые» свечи перед очисткой просушивают при температуре не превышающей 400⁰С. Для очистки вручную можно

использовать мягкую проволочную щетку, при помощи которой очищают электроды и изолятор центрального электрода.

После очистки регулируют зазор между электродами путем подгибания бокового электрода. Для этого используют набор круглых щупов и ключ для разгибания бокового электрода (рис. 5).

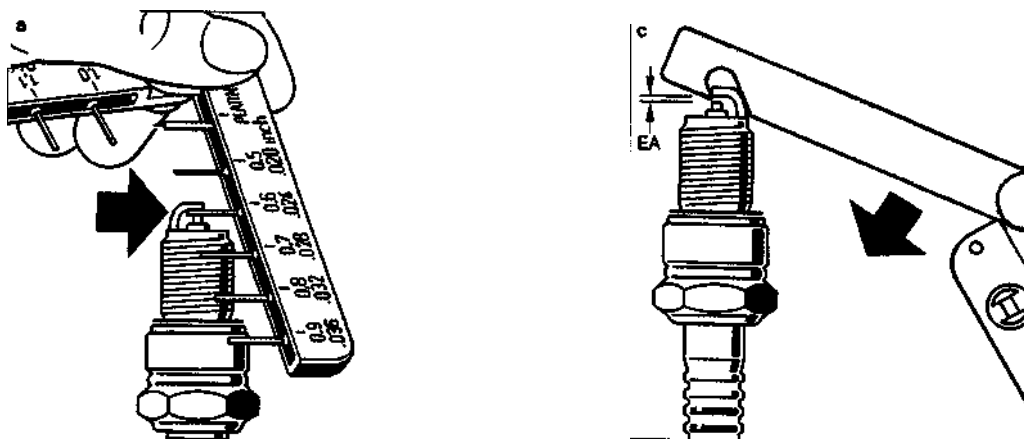


Рис. 5. а) Изменение зазора между электродами. Щуп подводящего диаметра должен проходить между электродами свечи с некоторым сопротивлением.

в) Увеличение зазора между электродами специальным приспособлением

Установка свечей зажигания на двигатель производится в следующей последовательности (рис. 6).

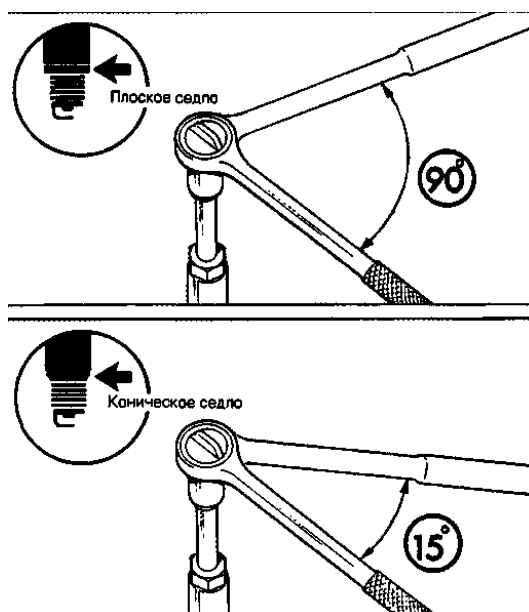


Рис.6. Установка и затяжка свечей зажигания

Перед установкой резьбу свечи очищают щеткой из латунной проволоки и смазывают маслом. Свечи заворачивают вручную, насколько это возможно. Далее свеча заворачивается с помощью ключа, пока не почувствуется сопротивление.

После этого свечу с плоской посадочной поверхностью поворачивают еще на 90° для новой свечи или 30° для свечи, бывшей в употреблении. Свечу с конической поверхностью следует повернуть на угол 15° для новой и бывшей в употреблении (рис. 6).

2. Диагностика двигателя по цвету свечей зажигания

Цель работы: изучить конструктивные особенности свечей зажигания; освоить операции по обслуживанию свечей зажигания; научиться анализировать дефекты двигателей по цвету свечей зажигания.

2.1. Влияние дефектов двигателя на цвет свечей зажигания

По внешнему виду свечи можно многое сказать о работе двигателя и его системах.

Осмотр свечи нужно проводить после длительной поездки по шоссе на изначально чистых свечах.

Снятие и визуальная оценка технического состояния свечей. Свечи необходимо осматривать через каждые 5 т.км пробега автомобиля.

Диагностика двигателя по внешнему цвету свечей зажигания производится путем выкручивания длительно работающих в двигателе свечей и внимательном осмотре той их части, которая погружена в камеру сгорания.

Если конус изолятора покрыт кремовато – коричневым цветом нагара, то тепловая характеристика свечи соответствует типу двигателя и сам двигатель работает нормально (рис. 7).

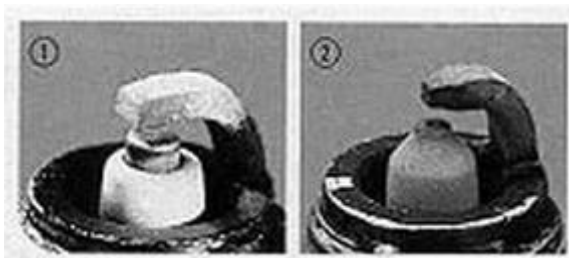


Рис. 7. Нормально состояние.

Калильное число выбрано правильно. Смесеобразование и зажигание в порядке, нет пропусков искрообразования. Отсутствует нагар от этилированного топлива или присадок к моторному маслу. Отсутствует перегрев.

Если на конусе изолятора будет обнаружен значительный слой нагара черного цвета (рис. 8), то причины могут быть следующие:

- рыхлый черно-матовый нагар является следствием неполного сгорания топливной смеси из-за переобогащения ее топливом или следствием длительной работы двигателя в режиме холостого хода; загрязнением воздушного фильтра; не в порядке процесс запуска; продолжительная работа стартера, движение преимущественно на коротких расстояниях; свеча слишком холодная (слишком низкое калильное число свечи). При этом наблюдаются пропуски искрообразования, плохие пусковые качества.

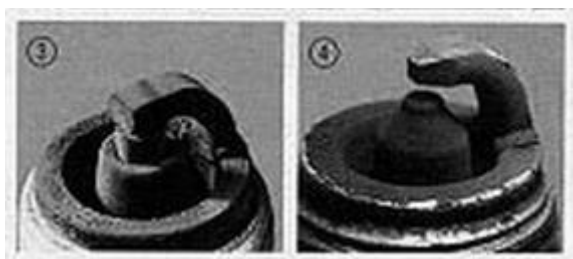


Рис. 8. Покрытые нагаром.

- твердый нагар черного цвета является следствием несоответствия типа свечи двигателю по тепловой характеристике.

В этом случае свеча остается холодной и температура теплового конуса ниже температуры самоочищения.

Причинами нагара черного цвета могут быть также неисправная работа системы зажигания (слабая искра, «пробой» высоковольтного провода и т.д.).

Если свеча имеет блестящий черно-масляный нагар (рис. 9), ярко выраженные следы масла, особенно в резьбовой части, то двигатель во время прогрева будет троить и будет повышенный расход масла (масло проходит через сальники клапанов и поршневые кольца), а из трубы глушителя будет выходить бело-синий выхлоп. Причинами могут быть избыточное попадание масла в камеру сгорания; низкая компрессия в цилиндрах двигателя; высокий уровень масла, сильно изношенные кольца, цилиндр, направляющие клапанов.

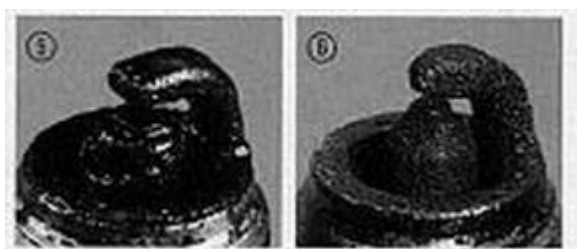


Рис. 9. Масляный налет.

Основание изолятора местами покрыто толстым коричнево-желтым блестящим налетом, иногда переходящим в зеленоватый оттенок (рис.10).

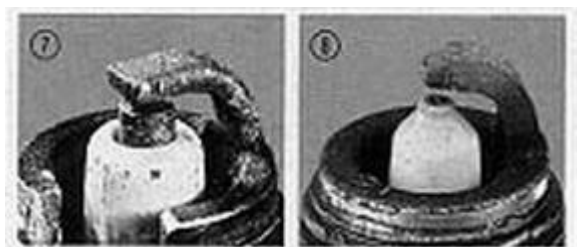


Рис. 10. Нагар от этилированного топлива.

Причина: Этилированные присадки к топливу. Нагар образуется при высокой нагрузке на двигатель после длительного режима частичной

нагрузки. Проявление: При высокой нагрузке налет является электропроводным, что приводит к пропускам искрообразования. В этом случае необходимо заменить свечи, очистка нагара бесполезна.



Рис. 11. Сильно этилированное топливо.

Основание изолятора местами покрыто толстым коричнево-желтым блестящим налетом, иногда переходящим в зеленоватый оттенок. Причина: Этилированные присадки к топливу. Нагар образуется при высокой нагрузке на двигатель после длительного режима частичной нагрузки.

Аналогичным образом, если конус свечи имеет красный оттенок, то это значит, что двигатель работает на топливе содержащем избыточное количество присадок, имеющих в своем составе металл. Отложения металла образуют на поверхности изолятора токопроводящий налет, через который току будет легче пройти, чем между электродами свечи, и свеча перестанет работать.

Если компрессия в цилиндрах удовлетворительная (около 10кг/см^2), но масло попадает в камеру сгорания, то на свече образуется толстый пористый налет светлого цвета (зольный нарост) (рис. 12). Наличие легирующих присадок, особенно у масла, также могут образовать подобную золу в камере сгорания и затем осаждаться на поверхность свечи.



Рис. 12. Образование золы.

При перегазовках из выхлопной трубы сильное синие дымление, запах выхлопа похож на мотоциклетный. Может возникнуть калильное зажигание с потерей мощности, что приведет к повреждению двигателя.

Если центральный электрод оплавлен, ноздреватый, пористый размягченный изолятор (рис. 13).



Рис. 13. Оплавленный центральный электрод.

Причина: термическая перегрузка из-за калильного зажигания, из-за раннего зажигания, продукты сгорания в камере, дефекты клапанов, поврежден распределитель, низкое качество топлива, низкое калильное число. При этом наблюдаются пропуски зажигания, потеря мощности (повреждение двигателя).

Если центральный электрод расплавлен, боковой электрод сильно корродирован (рис.14), то причинами могут быть: термическая перегрузка из-за калильного зажигания, из-за раннего зажигания; продукты сгорания в камере; дефекты клапанов; поврежден распределитель или низкое качество топлива.



Рис. 14. Расплавленный центральный электрод.

При этом могут наблюдаться пропуски зажигания, потеря мощности, возможно повреждение двигателя. Возможна трещина изолятора из-за перегрева центрального электрода.

Ноздреватый, пористый вид электродов. Возможен осадок посторонних включений (рис.15).



Рис. 15. Оплавленные электроды.

Причина: термическая перегрузка из-за калильного зажигания, из-за раннего зажигания, продукты сгорания в камере, дефекты клапанов, поврежден распределитель, низкое качество топлива.

Если наблюдается сильный износ центрального электрода, то причиной является не соблюдение интервала замены свечей. При этом наблюдаются пропуски зажигания особенно при ускорении (недостаточно напряжения из-за увеличенного расстояния между электродами), плохие параметры процесса запуска.



Рис. 16. Сильный износ центрального электрода.

Причинами сильного износа бокового электрода (рис. 17) могут быть: агрессивные присадки топлива и масла; недостаточное соотношение рабочей смеси в камере сгорания, возможны отложения, детонации; термическая перегрузка двигателя отсутствует.



Рис. 17. Сильный износ бокового электрода.

При этом наблюдаются пропуски зажигания особенно при ускорении (недостаточно напряжения из-за увеличенного расстояния между электродами), плохие параметры процесса запуска.

Разрушение изолятора (рис. 18) может произойти из-за механического повреждения (удара); отложений между центральным электродом и изолятором; коррозии центрального электрода, особенно при продолжительном использовании. При этом могут наблюдаться пропуски зажигания, пробой искры вне электродов во время подачи свежей порции рабочей смеси.



Рис.18. Разрушение изолятора.

При работе на чрезвычайно бедной смеси цвет электрода может быть от светло-серого до белого. Работа двигателя на слишком бедной смеси и при

повышенных нагрузках может стать причиной значительного перегрева самой свечи и камеры сгорания, что может привести к прогару выпускных клапанов.

Если изолятор «снежно-белой» окраски – значит, свеча работала на предельно допустимом тепловом режиме. Причины: слишком раннее зажигание, переобеднение смеси или слишком «горячая» свеча для данного двигателя.

Целесообразно иметь два комплекта свечей и устанавливать летом более «холодные», а зимой «горячие».

Свечи могут изготавливаться с миниатюрным центральным электродом из платины, не выступающего из изолятора.

2.2. Испытание свечей зажигания

2.2.1. Экспериментальная установка и контрольно-измерительные приборы

Экспериментальная установка включает в себя осциллограф и прибор Э203 для испытания свечей зажигания (рис. 19).

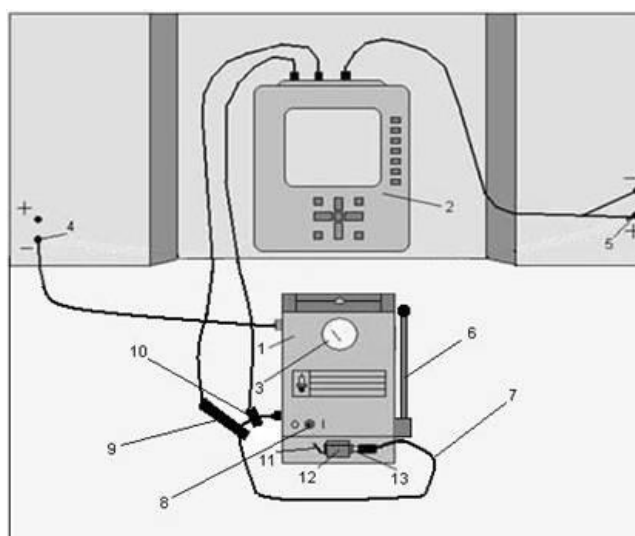


Рис. 19. Экспериментальная установка для исследования работы свечей зажигания:

1 - корпус прибора Э203; 2 – осциллограф ДМО-510 ; 3 – манометр; 4,5 – шнур питания; 6 – рукоятка воздушного насоса; 7 – высоковольтный провод; 8 – выключатель подачи высокого напряжения; 9 – синхронизирующий зажим; 10 – зажим съема сигнала; 11 – зеркало-отражатель; 12 – воздушная камера; 13 – свеча зажигания.

Принцип действия прибора Э203 основан на визуальном наблюдении искрообразования между электродами свечей через смотровые стекла воздушной камеры при заданном давлении воздуха, окружающего электроды. Прибор работает следующим образом. Проверяемые свечи ввертывают в воздушную камеру 12, имеющую смотровое окно и два боковых отверстия с резьбой М14*1,25 и М18*1,5, закрытых заглушками. В каждой заглушке выполнены смотровое окно и зеркало-отражатель 11. В воздушную камеру 12 сжатый воздух подается от поршневого насоса, приводимого рукояткой 6. Давление воздуха контролируется по манометру 3. На панели крепится кнопка 8 «Сеть» включения прибора и вентиль выпуска сжатого воздуха после проверки свечи.

Перед проверкой очищают свечу от нагара и регулируют нормальный зазор между электродами с помощью щупа. Ввертывают свечу в воздушную камеру 12. Завертывают до отказа вентиль и рукояткой 6 воздушного насоса создают давление в камере 12. Затем присоединяют высоковольтный провод 7 к проверяемой свече. Нажимают на кнопку 8 и в течение 2-3 с наблюдают через верхнее смотровое окно за искрообразованием между электродами свечи, а через боковое зеркало-отражатель 11 – за утечкой тока по нагару. Через боковое зеркало должен быть виден светлый ореол вокруг центрального электрода. При утечке тока через слой нагара или трещины в изоляторе искрообразование между электродами будет с перебоями, а место утечки будет видно через зеркало-отражатель.

Для проверки герметичности свечи создают давление воздуха 10 кгс/кв.см и наблюдают за показаниями манометра 3. Допускается утечка воздуха не более 0,5 кгс./кв.см.

Высоковольтное напряжение подается на испытываемые элементы от блока формирователя искры.

Свечи испытывают высоким напряжением (около 20кВ) в среде сжатого воздуха. Для этой цели, например, может использоваться прибор Э203.

За искрообразование между электродами свечи наблюдают через верхнее смотровое стекло и боковое отражающее зеркало. Должен наблюдаться светлый ореол вокруг центрального электрода.

При пробое изолятора через боковое зеркало будут видны искры пробоя. Через верхнее смотровое стекло у неисправной свечи будут наблюдаться перебои в образовании искр. У неисправной свечи будет наблюдаться голубое свечение вокруг высоковольтного наконечника свечи. Это «коронный разряд», происходящий вследствие ионизации воздуха, который расщепляется на положительно заряженные ионы и электроны под действием высокого напряжения.

2.2.2. Исследование дефектов свечей зажигания на изменение формы осциллограмм в высоковольтных цепях.

Для исследований осциллограф с помощью двух щупов подключить к высоковольтному проводу прибора Э203. Испытываемые свечи зажигания необходимо поочередно устанавливать в воздушную камеру прибора Э203.

Любые неисправности свечей зажигания приведут к уменьшению значений пробивных напряжений.

Наличие на конусе изолятора свечи различных отложений в виде нагара, металлических и пористых отложений приводит к «утечки» тока.

«Утечку» тока, можно представить в виде эквивалентного сопротивления (рис.20.).

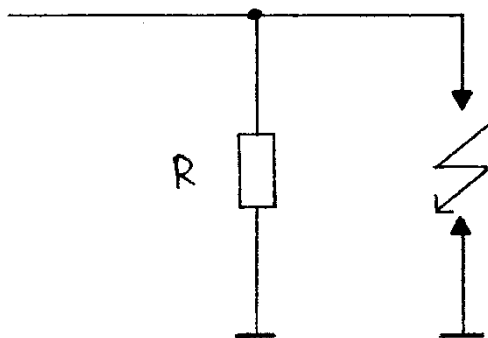


Рис. 20. «Утечка» тока через отложения на конусе изолятора.

Так как вторичная цепь замыкается через слой отложений на конусе изолятора (шунтирующий резистор), то в период индуктирования ЭДС во вторичной цепи создается ток (ток утечки), появляющийся до появления искры между электродами свечи. Вследствие этого большая часть ЭДС затрачивается на преодоление сопротивления вторичной обмотки и напряжения, подводимое к электродам свечей, уменьшается. Это приводит к снижению энергии искрового разряда и как следствие, отрицательно скажется на процесс сгорания топлива в цилиндрах.

«Утечка» тока могут наблюдаться также из-за потери герметичности свечи.

Выхлопные газы прорываются между металлическим корпусом свечи и ее изолятором. Это видно по характерному нагару на основании свечи. Если свечи зажигания изготовлены некачественно, то выхлопные газы через микрозазоры прорываются наружу и несут при этом различные вещества, превращающиеся в смолу. Смолой забиваются все зазоры внутри, и в результате искре зажигания легче пробить наконечник свечи, чем проследовать через электроды.

Ниже приведены некоторые характерные примеры.

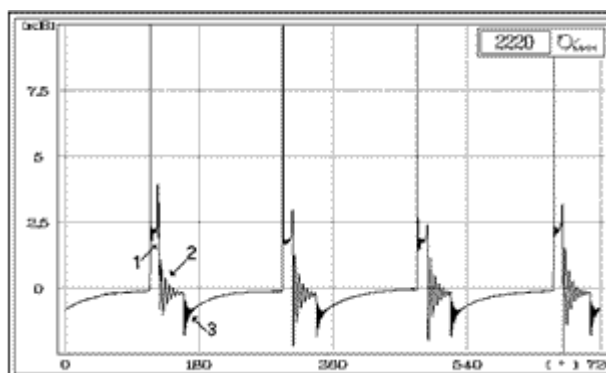


Рис. 21. Осциллограмма высоковольтного напряжения при исправной свече зажигания: зона 1 - все линии горения (для всех цилиндров) должны иметь одинаковую форму и не должны иметь избыточного наклона или помех; зона 2 - не должно быть значительных изменений амплитуды колебаний; зона 3 - момент замыкания катушки на массу - колебания должны находиться ниже линии развертки.

Трещина в изоляторе свечи вызывает высокочастотные колебания в зоне 1 (рис.22).

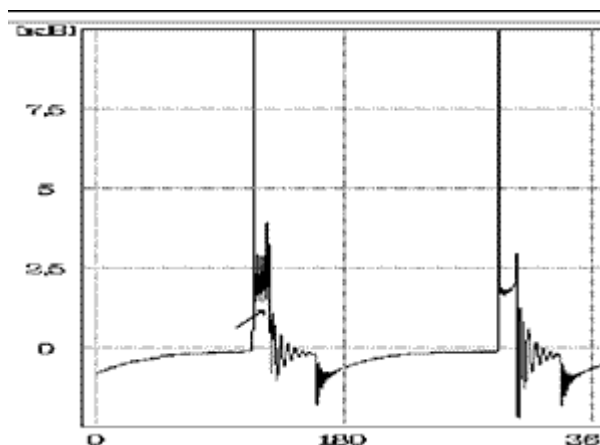


Рис. 22. Неисправность изолятора свечи

В отдельных случаях будет наблюдаться искажение формы осциллограммы вторичных напряжений.

Например, в случае наличия коронного разряда форма осциллограммы примет вид (рис. 23):

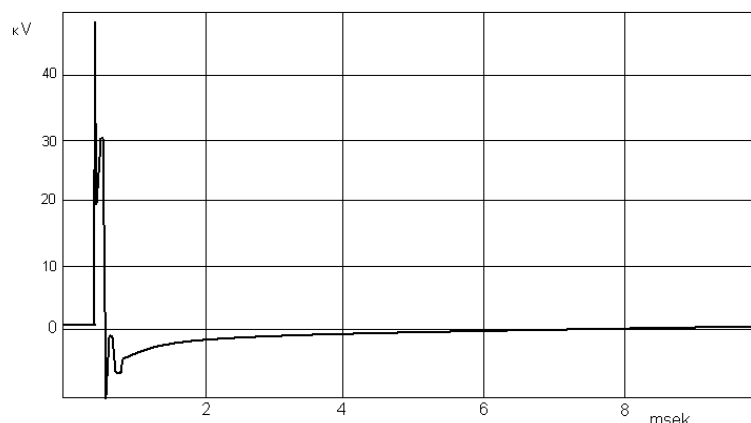


Рис. 23. Осциллограмма вторичных напряжений при наличии коронного разряда на свече зажигания (при $P = 10 \text{ кг/см}^2$).

При наличии коронного разряда на изоляторе свечи появляется пятно, похожее на утечку продуктов сгорания. Окраска изолятора связана с притяжением масла.

Контрольные вопросы

1. Как устроена свеча зажигания?
2. Какими геометрическими параметрами отключаются друг от друга свечи зажигания?
3. В каких пределах должна находиться температура конуса изолятора?
4. Что означает калильное число свечи?
5. В каких случаях применяются «холодные» и «горячие» свечи?
6. Назовите марки свечей отечественных и зарубежных производителей?

7. Какие зазоры устанавливают на свечах автомобилей ВАЗ?
8. Зачем устанавливают дополнительный резистор в свечах зажигания?
9. О чем говорит цвет изолятора конуса свечи?
10. Как производят испытание свечей зажигания?
11. Как изменяется форма осциллограммы при наличии трещины в изоляторе свечи?
12. Как изменяется форма осциллограммы при наличии коронного разряда на свече зажигания?

ТЕМА № 7 Диагностика антиблокировочной системы тормозов

Общие сведения

Тормозная система предназначена для снижения скорости движения автомобиля вплоть до полной остановки и обеспечения его неподвижности во время стоянки. В процессе торможения кинетическая энергия автомобиля переходит в работу трения между фрикционными накладками и тормозным барабаном, или диском, а также между шинами и дорогой.

К тормозам автомобилей предъявляют следующие основные эксплуатационные требования:

- 1) минимальный тормозной путь при заданной скорости движения и весе автомобиля или прицепа;
- 2) одновременность начала торможения всех колес;
- 3) тормозная сила на колесе;
- 4) установившееся замедление;
- 5) удельная тормозная сила;
- 6) малое время срабатывания привода;
- 7) усилие, приведённое на педаль тормоза;
- 8) равенство тормозных сил на правых и левых колесах одной оси.

Современные автомобили и автопоезда должны иметь рабочую, запасную и стояночную тормозные системы. Грузовые автомобили и автопоезда полной массой свыше 12 т, автобусы массой свыше 5 т, предназначенные для эксплуатации в горных районах, дополнительно должны иметь вспомогательную тормозную систему.

К тормозным системам предъявляют следующие требования:

- обеспечение эффективного торможения;
- сохранение устойчивости автомобиля при торможении;
- стабильные тормозные свойства;
- высокая эксплуатационная надежность;

- удобство и легкость управления, определяемые усилием, прикладываемым к педали и её ходом.

Рабочая тормозная система предназначена для управления скоростью автотранспортного средства и его остановки с необходимой интенсивностью. У современных автомобилей она является основной системой и воздействует на ее рабочие органы – колесные тормоза.

Запасная тормозная система предназначена для уменьшения скорости и остановки автотранспортного средства при отказе рабочей тормозной системы.

Стояночная тормозная система служит для удержания автотранспортного средства в неподвижном состоянии. Она воздействует на колесные тормоза рабочей тормозной системы или специальный дополнительный тормоз, связанный с трансмиссией автомобиля.

Вспомогательная тормозная система предназначена для уменьшения энергонагруженности тормозных механизмов рабочей тормозной системы, например при движении на длинных спусках. Она состоит из моторного или трансмиссионного тормоза – замедлителя. Тормозная система состоит из тормозных механизмов и тормозного привода.

По форме вращающихся элементов различают следующие виды тормозных механизмов: барабанные и дисковые.

По виду приводов различают: гидравлические, пневматические и комбинированные.

В тормозной системе могут возникать следующие неисправности:

- 1) неэффективное торможение (слабое действие тормозов);
- 2) заклинивание тормозных колодок и невозвращение их в исходное положение после окончания нажатия на тормозную педаль;
- 3) неравномерное действие тормозов правого и левого колес одной оси;
- 4) неравномерное действие тормозов передней и задней оси;

5) утечка тормозной жидкости или попадание воздуха в систему гидравлического привода;

6) не герметичность системы пневматического привода.

Также вследствие износа или замасливания тормозных накладок снижается эффективность тормозов.

Негативное действие оказывает слишком малый или отсутствующий зазор между накладками колодок и тормозным барабаном, а также ослабление или поломка возвратных пружин колодок, приводящих к заеданию или притормаживанию колес. Износ эксцентриковых осей колодок, их разжимного кулака снижает эффективность действия колодок.

Виды стендов для диагностики тормозных систем автомобилей

Испытание тормозных механизмов на стендах имеет следующие преимущества по сравнению с дорожными:

- точность испытания;
- возможна раздельная проверка каждого тормозного механизма;
- безопасность испытания;
- возможность имитации любых дорожных условий;
- возможность стандартизации условий испытаний;
- малые затраты времени, средств и сроки окупаемости.

Тормозные стенды бывают:

- 1) роликовые;
- 2) площадочные.

Роликовые стенды подразделяются на следующие виды:

1. С различным расположением роликов (рис. 1);

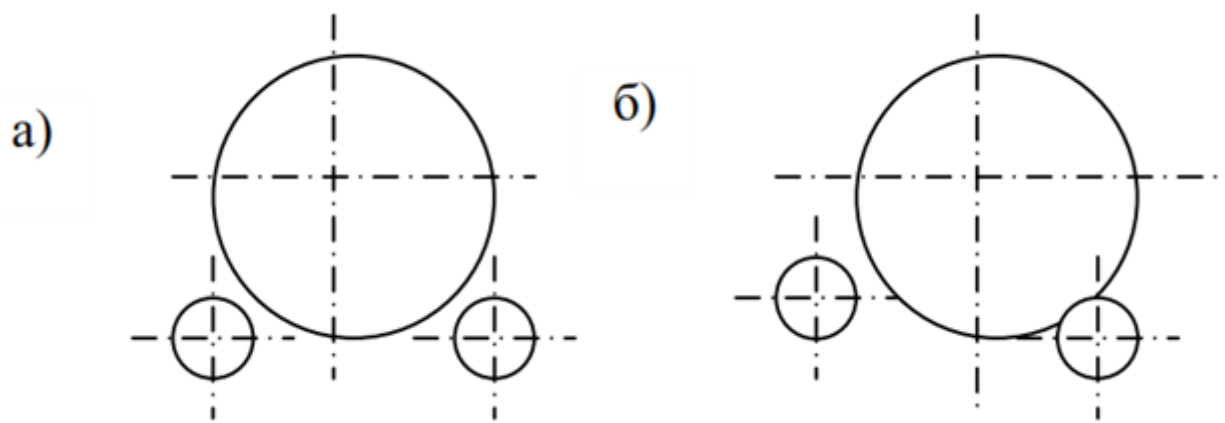


Рисунок - 1. Роликовые стенды: а) симметричные; б) не симметричные

2. С расположением и количеством рабочих роликов соединенных с при-

водным устройством:

- а) переднеприводной;
- б) заднеприводной;
- в) привод на оба ролика.

3. По способу нагружения тормозных механизмов:

- а) инерционные;
- б) силовые;
- в) комбинированные.

- Инерционные тормозные стенды (роликовые)

На данных стендах колеса автомобиля разгоняют с помощью привода или двигателя автомобиля до скорости 30 – 100 км/ч. После чего производят торможение, привод двигателя отключается, тормозные механизмы поглощают кинетическую энергию вращающихся колес и роликов, а измерительные системы регистрируют параметры процесса торможения (инерционные датчики и тахогенераторы).

Достоинства данного стенда – приближение режимов работы тормозов при испытаниях к близким эксплуатационным условиям.

Для измерения усилия на тормозную педаль применяют депрессоры, которые устанавливаются на тормозную педаль.

Стенд СД2М- 4ПИ (рис. 2) состоит из двух тележек, каждая из которых имеет два беговых барабана 5 и 9, инерционные массы 3 и 16, ролики-датчики 6 и 10, тормозное устройство беговых барабанов и натяжные устройства цепной передачи. Все эти детали и устройства смонтированы на одной раме. Беговые барабаны имеют рифленую поверхность. Оси барабанов и инерционных масс установлены на двухрядных сферических подшипниках. Ведущие беговые барабаны связаны между собой муфтой выключения. Между ведущими и ведомыми барабанами, а также между инерционными массами имеется цепная передача соответственно с передаточными отношениями 1 и 2,29. Беговые барабаны имеют тормозные устройства колодочного типа, приводимые в действие с помощью тормозных камер.

Между ведущими и ведомыми беговыми барабанами стенда установлены ролики-датчики 6 и 10 и выталкиватель. Ролики-датчики предназначены для измерения пути разгона, свободного качения колес (наката) и тормозного пути каждого колеса автомобиля.

Внутри каждого ролика-датчика 6 и 10 вмонтированы фотоимпульсные датчики, которые регистрируют путь разгона, наката и тормозной.

Один фотоимпульс соответствует одному обороту ролика-датчика, и, зная длину окружности последнего, на указательном приборе или по таблице легко определяется путь, проходимый автомобилем. Скорость движения автомобиля определяется с помощью тахогенератора 7, соединенного через муфту с беговым барабаном.

отключения их от нагрузочного приводного устройства, т. е. от электрической машины и реостата. Приводное нагрузочное устройство – это балансирная электромашина СТЭ-55-1500, служащая для осуществления разгона (движения) автомобиля на стенде (по беговым барабанам) при неработающем двигателе автомобиля, а также для создания нагрузки на двигатель автомобиля и его трансмиссию при измерении тяговых качеств. Усилие от электродвигателя или от двигателя автомобиля к беговым барабанам передается через карданную передачу 15 (или цепь), редуктор, когда привод на правые и левые барабаны осуществляется отдельно, муфту 12. Муфты 4 и 12 зубчатые, постоянно замкнутые с помощью винтовой пружины. Выключаются муфты тормозными камерами.

Инерционные массы предназначены для имитации массы автомобиля. Мощность, затрачиваемая в обычных условиях для разгона автомобиля на стенде (когда автомобиль неподвижен), поглощается инерционными массами стенда.

При диагностировании автомобиля на стенде выполняют следующие операции.

1. Устанавливают автомобиль передними колесами на беговые барабаны.

2. Измеряют сходимость передних колес. Включают пульт управления, передачу стенда, поднимают ролики-датчики до прижатия их к шинам. Включают электромашину и реостат, доводят скорость вращения колес до 25 км/ч, при которой снимают показания на пульте управления. Затем ролики-датчики опускают.

3. Проверяют эффективность передних тормозов. Автомобиль затормаживают ручным тормозом, включают низшую передачу в коробке перемены передач автомобиля. Создают нужное давление в системе пневматического привода или усилие около 500 Н для гидравлического

привода, и колеса разгоняют до скорости 34 км/ч. Включают на пульте нужные приборы и устройства, тормозят до полной остановки колес резким нажатием на тормозную педаль. На пульте управления фиксируется тормозной путь каждого колеса, полученный от роликов-датчиков.

4. Измеряют сопротивление качению передних колес. Для этого беговые барабаны разгоняют электромашиной до скорости 23 км/ч и по показаниям весового механизма определяют сопротивление качению каждого переднего колеса.

5. Устанавливают автомобиль задними колесами на беговые барабаны и закрепляют его.

6. Регулируют устойчивые обороты холостого хода двигателя с использованием пульта управления.

7. Проверяют эффективность задних тормозов так же, как передних, только задние колеса разгоняют до скорости движения автомобиля 40...45 км/ч за счет автомобильного двигателя, а торможение осуществляют при скорости 30 км/ч, при этом разъединяют муфты 4 и 12.

8. Проверяют эффективность ручного тормоза за счет разгона беговых барабанов электромашиной до скорости 23 км/ч.

9. Определяют механические потери в трансмиссии за счет разгона беговых барабанов электромашиной.

10. Определяют путь и время разгона автомобиля при работе автомобильного двигателя. Показатели фиксируют на пульте управления стендом.

11. Определяют путь наката, расход топлива на холостом ходу и под нагрузкой, мощность двигателя.

Параметры, замеряемые стендом следующие:

- тормозной путь;
- тормозная сила на колесах;

- удельная тормозная сила;
- время срабатывания привода;
- усилие на органе управления.

- Инерционные тормозные стенды (площадочные)

В основу работы стенда положен принцип прямого измерения тормозной силы с помощью силоизмерительных датчиков, установленных под измерительными платформами.

Эти стенды обеспечивают измерение тормозной силы рабочей и стояночной тормозной системы, суммарного схождения колес и дают оценку состояния подвески по амплитудам колебаний после торможения. Данный стенд легко определяет тормозные усилия на автомобилях с постоянным полным приводом и антиблокировочной системой.

В состав стенда входят (рис. 3):

- 1) измерительные платформы, для определения тормозных свойств и состояния подвески автомобиля;
- 2) устройства определения суммарного схождения колес;
- 3) компьютерный блок.

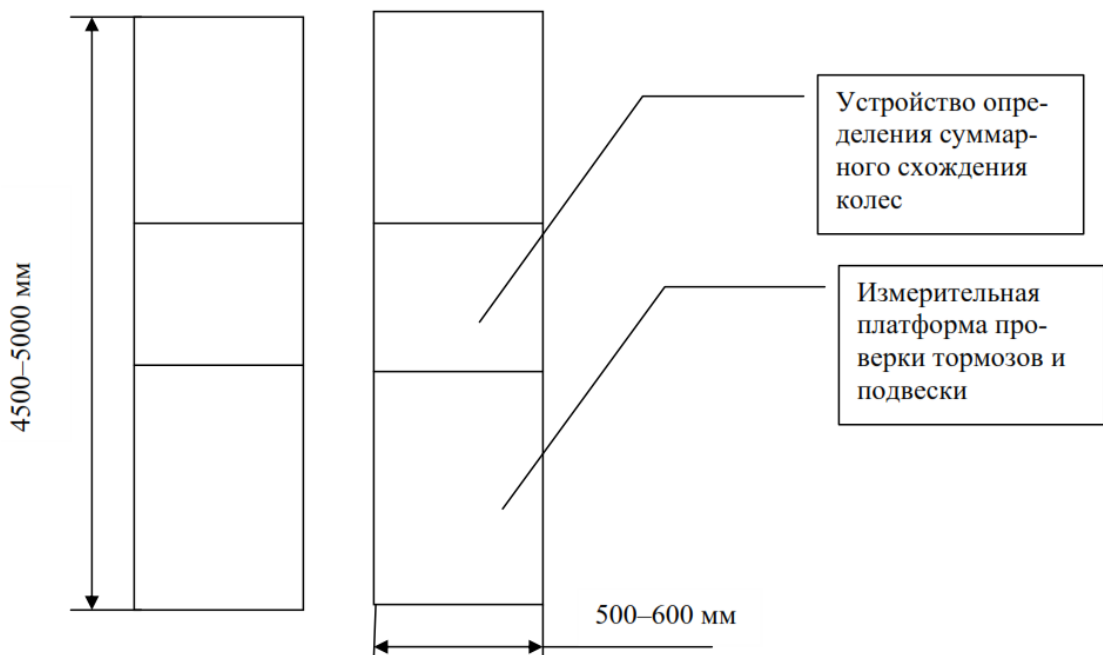


Рис. 3. Инерционный площадочный тормозной стенд

Датчики измеряют силу, приложенную к поверхности платформы, возникающую при торможении испытуемого автомобиля. Тормозные усилия сканируются индуктивными датчиками в течение всего времени (интервал 0,05 с) торможения и обрабатываются компьютером.

Устройство определения суммарного схождения колес состоит из двух установленных параллельно платформ – подвижной и неподвижной. Поперечное отклонение подвижной платформы под действием силы, вызванной наличием угла схождения, измеряются с помощью трансформаторного датчика и обрабатываются компьютерным блоком.

С помощью данных, полученных при испытании тормозных свойств и суммарного схождения колес и с использованием компьютерного блока, осуществляется оценка состояния подвески автомобиля.

Скорость автомобиля во время прохождения теста должна составляет 5 –10 км/ч.

Недостатком стенда являются:

- недостаточная безопасность проведения испытаний;
- необходимо место для разгона автомобиля.

Параметры, замеряемые стендом:

- 1) тормозной путь;
- 2) установившееся замедление;
- 3) удельная тормозная сила;
- 4) относительная разность тормозных сил на правых и левых колесах одной оси;
- 5) схождения колес;
- 6) техническое состояние элементов подвески.

- Силовые тормозные стенды

Принцип работы стенда заключается в принудительном вращении колес диагностируемой оси автомобиля от опорных (ведущих) роликов и измерении сил, возникающих на поверхности опорных роликов при торможении.

Стенд обеспечивает возможность измерения веса оси во время опускания ее на опорные ролики. Опорные ролики приводятся во вращение от мотор-редукторов, и прикрепленным к ним рычагом опираются на датчики силоизмерительных систем.

Возникающие при торможении реактивные моменты передаются на тензорезисторные (индуктивные) датчики, которые вырабатывают электрические сигналы, пропорциональные тормозным силам на каждой паре роликов. Скорость вращения колес автомобиля контролируется следящими роликами, которые прижаты к колесам диагностируемой оси. Скорость вращения следящих роликов контролируется датчиками проскальзывания.

Сигналы от тензорезисторных датчиков поступают в микропроцессорный контроллер (ЭВМ), где они автоматически обрабатываются по специальной программе обработки результатов измерений и предоставляются в виде графических и цифровых результатов на мониторе ПЭВМ.

Конструкция и программа управления стенда предусматривают измерение тормозных сил полноприводных автомобилей, не имеющих дифференциала между ведущими осями путем реверса роликовых пар.

Параметры, замеряемые стендом следующие:

- тормозной путь;
- усилие на органе управления;
- время срабатывания тормозной системы;
- тормозная сила на колесе;
- установившееся замедление;

- удельная тормозная сила;
- относительная разность тормозных сил на правых и левых колесах одной оси;
- нагрузка оси;
- овальность колес диагностируемой оси.

Конструкция и программа управления стенда предусматривают:

- измерение тормозных сил полноприводных автомобилей, не имеющих дифференциала между ведущими осями путем реверса роликовых пар;
- измерение тормозных сил автомобилей оснащенных АБС, которая начинает срабатывать со скорости 5,5–7,5 км/ч.

Принцип работы стенда (рис. 4) заключается в принудительном вращении колес диагностируемой оси автомобиля от опорных роликов и измерении сил, возникающих на поверхности опорных роликов при торможении. После въезда диагностируемой оси на роликовую установку и при срабатывании левого и правого датчиков наличия автомобиля производится взвешивание оси с помощью датчиков веса. Затем приводятся во вращение опорные ролики роликовой установки. Вращение происходит с заданной скоростью (4–5 км/ч) от моторов-редукторов. Резко нажимается педаль тормоза. Возникающие при торможении реактивные моменты передаются на датчики, которые вырабатывают электрические сигналы, пропорциональные тормозным силам на каждой паре роликов. Скорость вращения колес автомобиля контролируется следящими роликами, которые прижаты к колесам диагностируемой оси.

Скорость вращения следящих роликов контролируется датчиками проскальзывания. Момент начала воздействия на педаль тормоза фиксируется кнопкой, расположенной на датчике усилия, который предназначен также для определения усилия на педаль тормоза.

Сигналы всех датчиков поступают в контроллер датчиков, расположенный на роликовой установке.

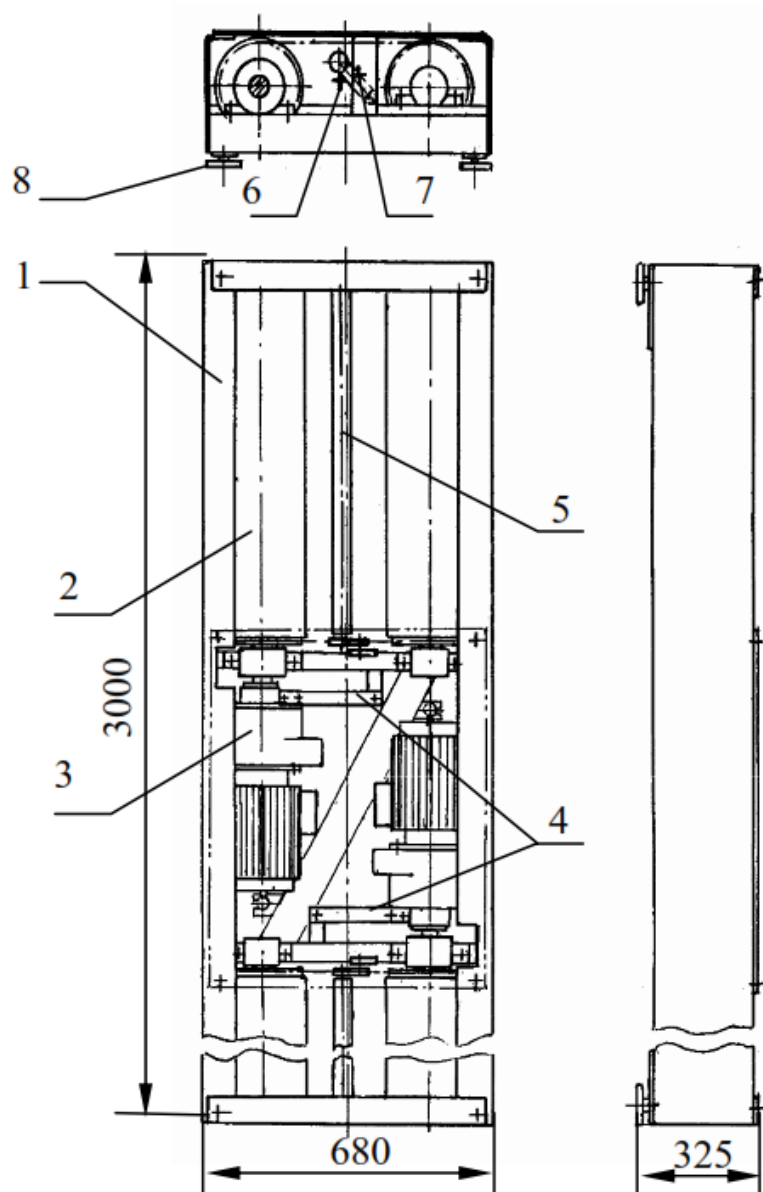


Рисунок - 4. Стенд силовой роликовый СТМ-3500: 1 – основание, 2 – ролик тормозной, 3 – привод, 4 – преобразователь силы, 5 – ролик следящий, 6 – датчик проскальзывания, 7 – датчик наезда, 8 – датчик веса.

Сигналы датчиков усиливаются до необходимой величины прецизионными усилителями, преобразуются в цифровой код и поступают в микропроцессор, который производит предварительную обработку

поступающей информации. По запросу от персонального компьютера микропроцессор передает полную информацию о состоянии датчиков тормозного стенда.

- Комбинированные тормозные стенды

Служат для инерционной проверки величины тормозного пути каждого колеса, тормозной силы (по замедлению), времени срабатывания тормозного привода и одновременности торможения колес, проверяют тормоза при очень малых скоростях, в силовом режиме.

Скорость вращения роликов изменяется в пределах от 0 до 100 км/ч.

Колеса автомобиля раскручиваются до любой скорости в указанных пределах электродвигателями постоянного тока. В начале торможения отключаются приводы от электродвигателей, и каждое колесо продолжает свободно вращаться. Одновременно с началом торможения включаются датчики (инерционные и силовые), показывающие величину тормозного пути каждого колеса и время срабатывания тормозов.

Инерционные датчики позволяют судить о состоянии тормоза каждого колеса по величине максимального замедления.

Для измерения усилия на тормозную педаль применяют депрессоры, которые устанавливаются на тормозную педаль.

Дорожные тормозные испытания автомобиля

Несмотря на присущие им недостатки (сложная организация, меньшая точность и худшая повторяемость результатов), они позволяют наиболее полно оценить тормозные свойства испытуемого автотранспортного средства.

Это объясняется тем, что объектом испытания при дорожных испытаниях является автомобиль в целом и, следовательно, имеется возможность учесть влияние на тормозные свойства геометрических и

весовых параметров автомобиля, взаимодействие элементов тормозных систем — привода и тормозных механизмов, влияние торможения двигателем, потерь в трансмиссии, вибраций и т. п.

В зависимости от поставленных задач и возможностей, дорожные испытания могут проводиться или на специальных дорогах, где максимально исключены помехи от постороннего движения (полигонные испытания), или на выбранных участках дорог общего пользования, которые позволяют проверить тормозные системы в специфических условиях (например, при движении с постоянной скоростью на затяжном уклоне), или непосредственно в реальных условиях эксплуатации — в горах, в городе, на междугородных трассах, в карьерах и т. п.

Полигонные тормозные испытания предназначены в основном для определения максимальных тормозных свойств автомобиля. Они проводятся на прямой и горизонтальной динамометрической дороге, имеющей асфальто-бетонное или цементно-бетонное покрытие, эффективные ограждения, петли для разворотов и т. п.

Испытания на специальных участках дороги общего пользования проводятся при отсутствии полигона, а также для определения тормозных свойств, при специфических режимах работы тормозных механизмов. Основная трудность при проведении таких испытаний — это соблюдение требований безопасности. Так, при спуске автомобиля на тормозах с заданного уклона приходится перекрывать движение в обе стороны трассы, а иногда и конвоировать испытуемый автомобиль.

Основные дефекты при неисправности тормозной системы с ABS

- Нарушена курсовая устойчивость при торможении (автомобиль уводит в одну из сторон или разворачивает)

- Неисправен электромагнитный клапан гидравлического модулятора/блока управления ABS.
- Неисправен датчик ABS.
- Неисправны тормозные механизмы/колодки.
- Нарушена правильность подсоединения гидравлических линий/электропроводки.
- Нарушена регулировка углов установки передних колес.
- На одну ось автомобиля (переднюю или заднюю) установлены колеса разного типоразмера.
- Неправильно (неравномерно) накачаны шины.
- Неисправен гидромодулятор системы динамической стабилизации (VDC).
- Неисправен модуль управления VDC.
- Неровная дорога.

- Чрезмерна длина тормозного пути

- Неисправен электромагнитный клапан гидравлического модулятора/блока управления ABS.
- Неисправен датчик ABS.
- В тормозную систему попал воздух.
- На одну ось автомобиля (переднюю или заднюю) установлены колеса разного типоразмера.
- Неправильно (неравномерно) накачаны шины.

- Происходит преждевременная блокировка колес

- Неисправен электромагнитный клапан гидравлического модулятора/блока управления ABS.
- Неисправен датчик ABS.
- Неисправны тормозные механизмы/колодки.

- Нарушена правильность подсоединения гидравлических линий/электропроводки.

- Тормоза «прихвачены»

- Неисправен электромагнитный клапан гидравлического модулятора/модуля управления ABS.
- Неисправен датчик ABS.
- Неисправен главный тормозной цилиндр (ГТЦ).
- Неисправны тормозные механизмы (например, заклинен поршень).
- Нарушена правильность подсоединения гидравлических линий/электропроводки.
- Нарушена регулировка стояночного тормоза.
- Нарушена регулировка хода педали ножного тормоза.
- Нарушена регулировка углов установки колес.
- На одну ось автомобиля (переднюю или заднюю) установлены колеса различного типоразмера.

- Чрезмерно велик ход педали ножного тормоза

- Нарушена соответствующая регулировка.
- В тормозную систему попал воздух.
- Нарушена правильность подсоединения гидравлических линий/электропроводки.

- При торможении автомобиль чрезмерно зарывается носом

- Неисправен электромагнитный клапан гидравлического модулятора/модуля управления ABS.
- Неисправен датчик ABS.
- Изношены или повреждены компоненты подвески, либо ослабло их крепление.
- Неисправны тормозные механизмы/колодки.

- Нарушена правильность подсоединения гидравлических линий/электропроводки.
- Нарушена регулировка углов установки колес.
- На одну ось автомобиля (переднюю или заднюю) установлены колеса разного типоразмера.
- Неправильно накачаны шины.
- Неровная дорога.

- Вибрации педали ножного тормоза при торможении на скользкой дороге

- Нормальный признак срабатывания ABS (при торможении).
- Неровная поверхность дороги.

- Функционирование гидро модулятора ABS сопровождается посторонними шумами

- Неисправна опорная втулка гидро модулятора.
- Неисправен датчик ABS.
- Повреждены тормозные линии.

- При движении по скользкому покрытию возникают шумы в передней части автомобиля

- Неисправна опорная втулка гидро модулятора ABS.
- Неисправен датчик ABS.
- Неисправен ГТЦ.
- Неисправны тормозные механизмы/колодки.
- Неисправны гидравлические линии тормозного тракта.
- Неисправен вакуумный усилитель тормозов/контрольный клапан.
- Изношены или повреждены компоненты подвески, либо ослабло их крепление.

- При движении по скользкому покрытию возникают шумы в задней части автомобиля

- Неисправен датчик ABS.
- Неисправны тормозные механизмы/колодки.
- Неисправен стояночный тормоз.
- Неисправны гидравлические линии тормозного тракта.
- Изношены или повреждены компоненты подвески, либо ослабло их крепление.

Диагностика антиблокировочной системы (ABS)

На данный момент большинство выпускаемых автомобилей оснащаются антиблокировочной системой. Это одна из самых важных частей тормозной системы, обеспечивающая безопасное и комфортное торможение. Суть в том, что ABS препятствует блокировке передних колес во время торможения, что позволяет водителю не потерять контроль над автомобилем во время экстренного торможения.

Чтобы гарантировать безопасность, антиблокировочная система должна быть полностью исправной. Проверить исправность ABS можно только с помощью профессиональной диагностики на профессиональном оборудовании.

Если взглянуть на устройство антиблокировочной системы, то мы увидим, что она состоит из датчиков и электронного блока, который обрабатывает поступающие в него данные. Датчики же считывают угловые скорости колеса, а затем посылают эту информацию в обрабатывающий блок. Блок, в свою очередь, регулирует открывание и закрывание клапанов, встроенных в тормозную систему. Тем самым он регулирует давление жидкости.

Существует четыре наиболее частые неисправности ABS:

Отключение антиблокировочной системы в результате ошибки при тестировании.

Неправильное распознавание сигналов угловых скоростей, обрыв жгутов датчиков, ошибки в блоке контроллера.

Отключение после исправного тестирования. Окисление контактов проводов, их обрыв, замыкание датчика на массу, обрыв провода массы питания, а также контроллера.

Обнаружение ошибки после тестирования без отключения. Причиной чаще всего является обрыв в датчике, разный уровень давления в колесах, в неравной степени изношенный рисунок протектора.

Ошибка при включения АБС с отказом включения. Происходит это по причине обрыва в жгутах датчиков, проводов от датчиков, износа подшипников ступиц, наличия люфта, а также надломов ротора колесных датчиков.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Требования, предъявляемые к тормозам автомобиля?
2. Какие тормозные системы бывают в автомобиле?
3. Какие основные неисправности возникают в рабочей тормозной системе?
4. Как классифицируют тормозные стенды?
5. Устройство и принцип работы инерционного роликового тормозного стенда?
6. Методика проведения испытаний и измеряемые параметры инерционного роликового тормозного стенда?
7. Устройство и принцип работы инерционного площадочного тормозного стенда?
8. Методика проведения испытаний и измеряемые параметры инерционного площадочного тормозного стенда?

9. Устройство и принцип работы силового роликового тормозного стенда?
10. Методика проведения испытаний и измеряемые параметры силового роликового тормозного стенда?
11. Неисправности системы ABS?
12. Диагностика антиблокировочной системы?

ТЕМА № 8 Диагностика ходовой части автомобилей

Общие сведения о подвеске автомобиля

Подвеска предназначена для смягчения и гашения колебаний, передаваемых от неровностей дороги на кузов автомобиля. Её работа основывается на преобразовании энергии удара при наезде на неровность в перемещение упругого элемента подвески. Вследствие этого сила удара, передаваемая на кузов, уменьшается, и плавность хода возрастает. Подвеска автомобиля обеспечивает упругую связь рамы или кузова с мостами и колесами, плавность хода, устойчивость и проходимость автомобиля.

Подвеска автомобиля включает в себя:

- упругие элементы;
- направляющие устройства;
- гасители колебаний;
- стабилизаторы поперечной устойчивости.

В качестве упругих элементов подвески используются металлические листовые рессоры, спиральные пружины, торсионы. На автомобилях могут применяться также неметаллические упругие элементы, обеспечивающие пружинные свойства подвески за счет упругости резины, сжатого воздуха или жидкости. Иногда в подвесках используются комбинированные упругие элементы, которые состоят из металлических и неметаллических элементов.

Направляющее устройство подвески определяет характер движения колес, передает толкающие, тормозные и боковые усилия на раму или корпус автомобиля. В пружинной подвеске направляющим устройством служат рычаги и штанги подвески. В рессорной подвеске продольные и боковые усилия передает сама листовая рессора, благодаря чему конструкция подвески упрощается.

Гасители колебаний служат для гашения колебаний упругого элемента. При движении автомобиля в результате наезда на неровности дороги возникают колебания кузова и колес, которые гасятся с помощью

амортизатора.

Одним из способов уменьшения крена кузова и улучшения показателей управляемости автомобиля является использование упругих дополнительных элементов, называемых стабилизаторами поперечной устойчивости. Применяются они в подвесках легковых автомобилей и автобусах.

Подвески обычно классифицируются по кинематике и по упругому элементу. По кинематике подвески разделяются на независимые и зависимые; по упругому элементу — на пружинные, где в качестве упругого элемента используется витая пружина, рессорные, торсионные, гидравлические и пневматические.

Рассмотрим особенности конструкции некоторых типов подвесок.

Независимая пружинная подвеска управляемой оси имеет две основные разновидности: на двойных поперечных рычагах и в виде амортизационной стойки (подвеска «MacPherson», рисунок 1, а).

Подвеска на двойных поперечных рычагах применяется на некоторых видах легковых автомобилей и грузовиков. В качестве направляющих элементов в такой подвеске служит пара поперечных рычагов, расположенных в двух уровнях по вертикали, а также поворотная цапфа, имеющая либо шкворневой шарнир, либо пару шаровых опор.

Один из вариантов подвески с шаровыми опорами приведен на рисунок 1, б. Перемещение рычагов в угловом направлении относительно кузова происходит в резинометаллических шарнирах, а поворот цапфы относительно рычагов — в шаровых опорах.

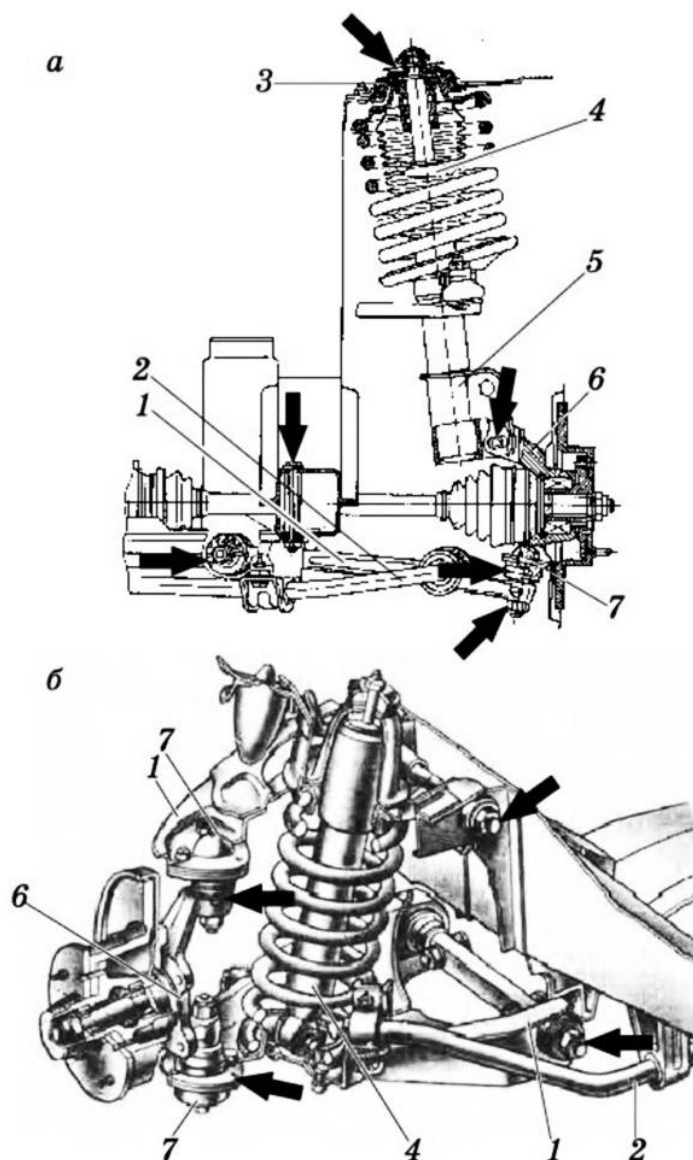


Рисунок 1. Подвеска управляемых колес автомобилей и их основные места контроля:

а — типа «MacPherson»; б — на двойных поперечных рычагах; 1 — рычаги подвески; 2 — стабилизатор; 3 — верхняя опора амортизатора; 4 — амортизатор; 5 — амортизаторная стойка; 6 — поворотная цапфа; 7 — шаровые опоры.

Независимая пневматическая подвеска характерна, прежде всего, для управляемых осей автобусов повышенной комфортности. Один из вариантов исполнения такой подвески показан на рисунок 2.

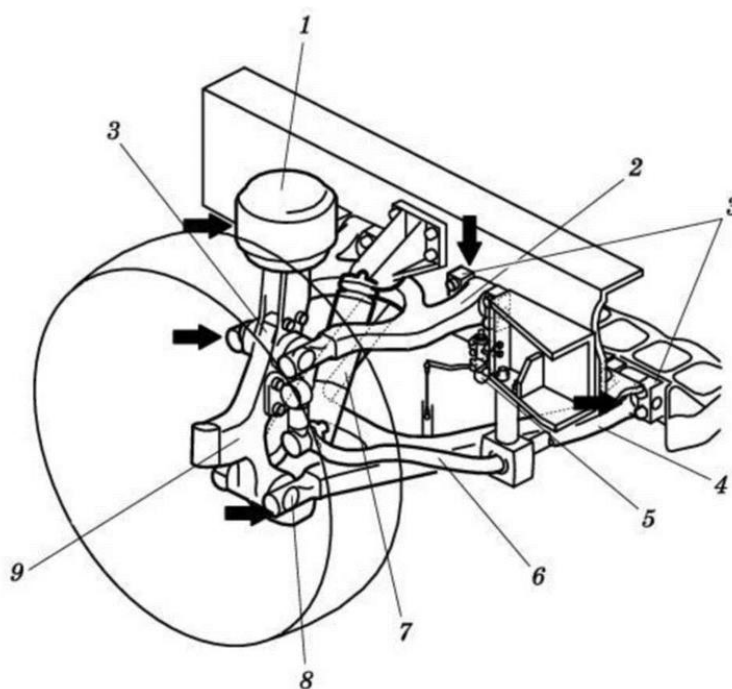


Рисунок 2. Пневмоподвеска управляемой оси автобуса и основные места ее контроля:

1 — пневморессора; 2 — верхний рычаг; 3, 8 — резинометаллические втулки; 4 — нижний рычаг; 5 — кран управления подвеской; 6 — стабилизатор поперечной устойчивости; 7 — амортизатор; 9 — опорная стойка.

В качестве направляющих элементов такой подвески служит пара поперечных рычагов, расположенных в двух уровнях по вертикали, и шкворневая цапфа, имеющая в верхней части площадку для установки пневморессоры. Перемещения рычагов происходят, как правило, в резинометаллических шарнирах.

Зависимая рессорная подвеска для двухосных транспортных средств выполняется, как правило, для каждого колеса в отдельности (рисунок 3, а). Для трехосных грузовых автомобилей задняя подвеска может быть выполнена в виде единой тележки с общими элементами подвески по каждому из бортов (рисунок 3, б).

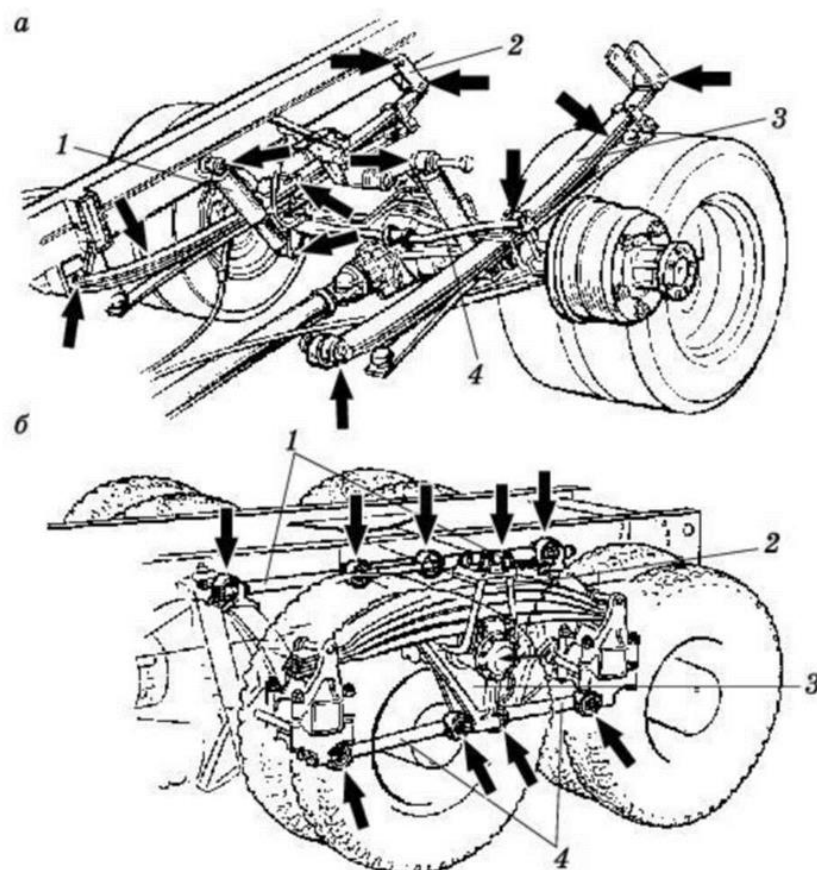


Рисунок 3. Зависимые рессорные подвески и основные места их контроля:

а — подвеска одиночной оси (1 — амортизатор; 2 — серьга; 3 — рессора; 4 — стабилизатор); б — балансирующая тележка (1 — верхние реактивные тяги; 2 — рессора; 3 — балансирующее устройство; 4 — нижние реактивные тяги).

Направляющими элементами в таких подвесках являются поворотные цапфы, листовые рессоры и штанги балансирующего устройства. Поворотная цапфа (рисунок 4) является элементом подвесок управляемых осей и включает шкворневой шарнир, обеспечивающий возможность поворота управляемых колес. Этот шарнир имеет, как правило, радиальный подшипник скольжения, выполненный в виде бронзовых или металлополимерных втулок, а также упорный подшипник качения или скольжения, расположенный в нижней части шарнира.

Зависимая пневматическая подвеска может выполняться для каждого колеса транспортного средства по схеме с одной или двумя пневморессорами. Направляющими элементами в таких подвесках служат полурессоры, реактивные тяги, кронштейны рамы и балки для крепления

пневмоэлементов. Упругими элементами являются пневморессоры, которые позволяют не только сглаживать колебания кузова, но и регулировать его положение по высоте в определенных пределах.

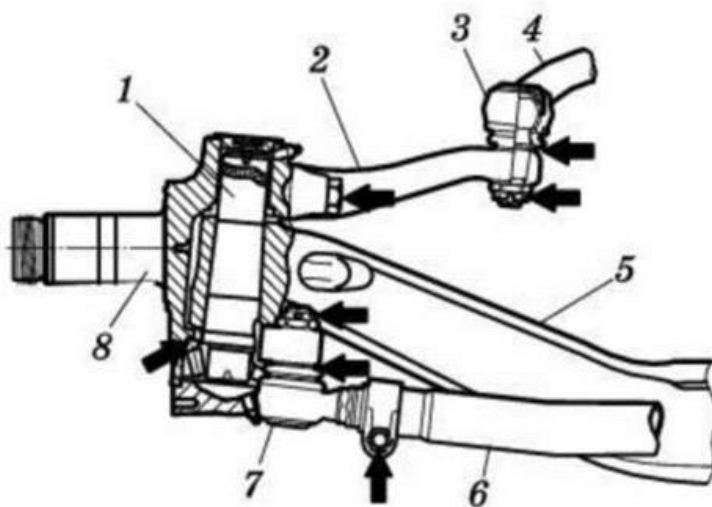


Рисунок 4. Элементы шкворневой подвески управляемой оси и основные места её контроля:

1 — шкворень; 2 — поворотный рычаг; 3,7 — шаровые шарниры рулевых тяг; 4 — продольная рулевая тяга; 5 — балка управляемой оси; 6 — поперечная рулевая тяга; 8 — поворотная цапфа.

На задних осях грузовых автомобилей, а также на осях полуприцепов широкое распространение получила подвеска с одной пневморессорой на колесо (рисунок 5, а). Угловые перемещения полурессоры в кронштейне происходят посредством упругой деформации сайлент-блока.

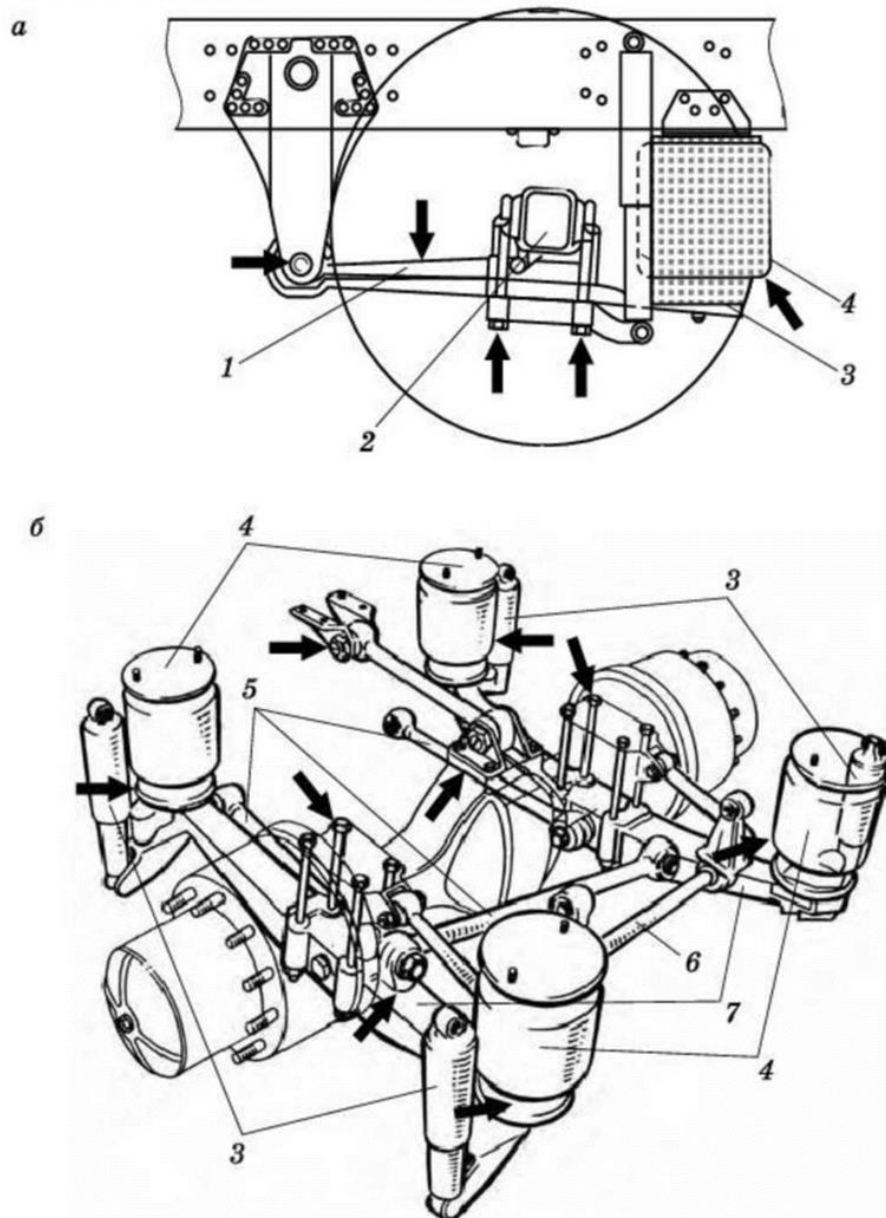


Рисунок 5. Варианты исполнения пневмоподвесок неуправляемых осей
и основные места их контроля:

а — с одной пневморессорой на колесо; б — с двумя пневморессорами на колесо; 1 — полурессора; 2 — пневморессора; 3 — амортизатор; 4 — балка оси; 5 — стабилизатор; 6 — опорные кронштейны; 7 — реактивные тяги.

Задние подвески автобусов, а также передние и задние подвески грузовых автомобилей нередко выполняются по схеме с двумя пневморессорами на колесо (рисунок 5, б).

Детектор люфтов в подвеске автомобиля

Электрогидравлический стенд предназначен для обнаружения дефектов

крепления и зазоров в шарнирных соединениях, сайлент-блоках, кронштейнах амортизаторов ходовой части легковых автомобилей, подвеске двигателя, рулевом приводе, подшипниках ступиц колес, а также для выявления мест возникновения различных посторонних стуков и скрипов.

Стенд представляет собой одну стационарно установленную платформу, состоящую из неподвижных плит с антифрикционными накладками и подвижных площадок, которые лежат на антифрикционных накладках и могут перемещаться под действием штоков гидроцилиндров, расположенных во взаимно перпендикулярных направлениях (рисунок 6).

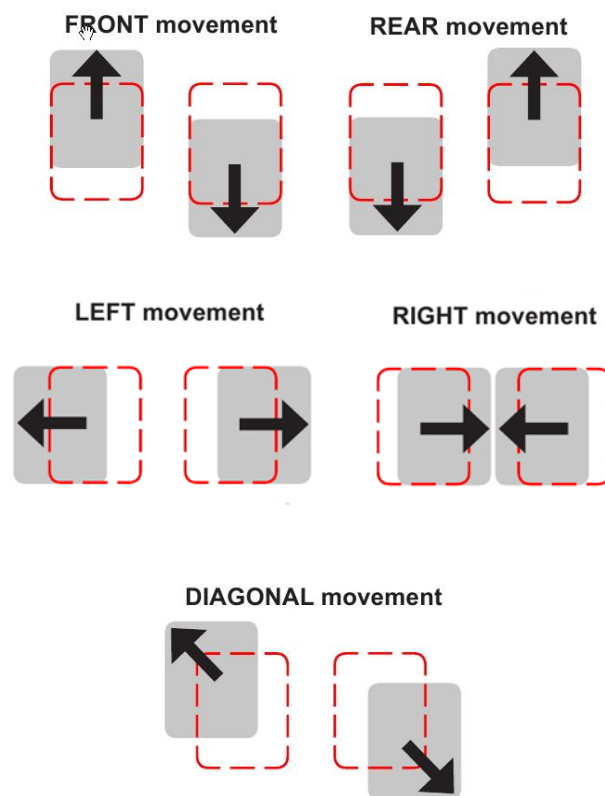


Рисунок 6. Направление движения рабочих пластин стенда



Рисунок 7. Общий вид детектора люфтов в подвеске автомобиля

Принцип работы детектора заключается в принудительном перемещении колеса подвески автомобиля знакопеременными силами и визуальном определении соответствующих люфтов.

После заезда автомобиля на рабочую площадку стенда проверочные пластины можно передвигать с помощью ручного пульта управления (рисунок 8).



Рисунок 8. Пульт управления детектором

Точки контроля при проведении диагностики указаны на рисунках 9 и

10.

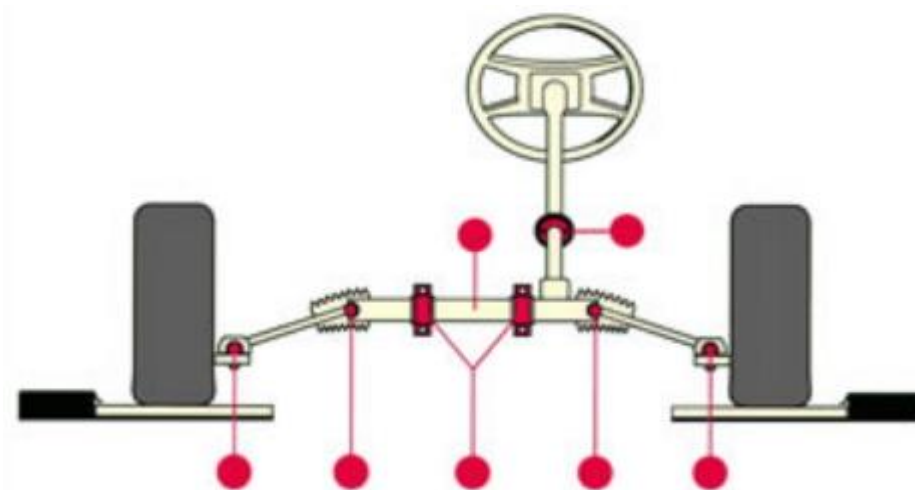


Рисунок 9. Точки контроля в рулевом механизме

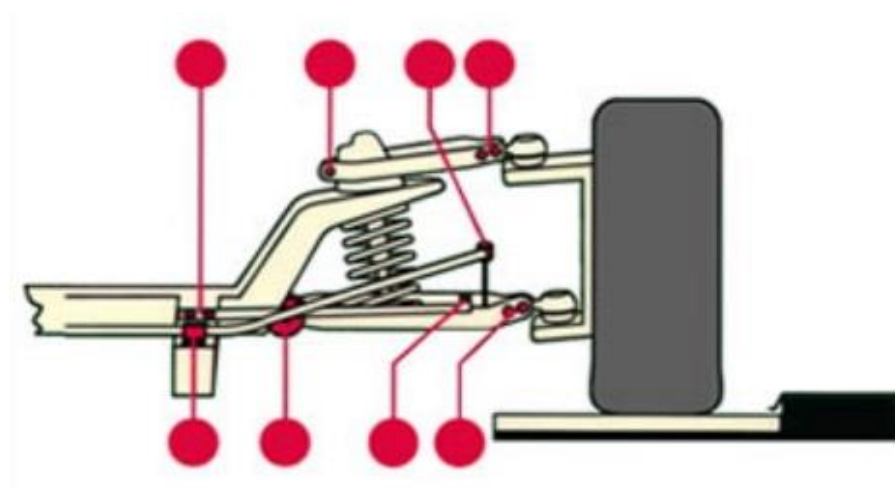


Рисунок 10. Точки контроля в подвеске автомобиля

Для проведения диагностирования технического состояния подвески на электрогидравлическом стенде необходимо выполнить следующие операции.

1. Вкатить транспортное средство проверяемой осью на стенд, заглушить двигатель и подложить противооткатные упоры под колеса оси, не установленной на стенде.
2. Включить стенд и провести его через различные режимы движения подвижных площадок.
3. Подсвечивая основные места проверки, определить наличие люфта (выражается видимым существенным взаимным перемещением

сопряженных деталей), а также других неисправностей.

Продольные реактивные тяги и шарниры, действующие в продольном направлении, проверяются в режиме продольного перемещения подвижных площадок стенда.

Нормативные требования к диагностике подвески транспортного средства

Балки осей транспортного средства должны быть надежно закреплены и не иметь трещин, деформаций и значительных коррозионных повреждений. Ремонт балок осей с помощью сварки, выполненный с нарушением рекомендаций изготовителей, не допускается.

Подшипники ступиц колес должны быть отрегулированы в соответствии с требованиями эксплуатационной документации изготовителя. Ступицы колес должны свободно и равномерно вращаться в обоих направлениях, причем осевой люфт должен соответствовать требованиям изготовителей.

Ослабление затяжки болтовых соединений и люфт карданной передачи не допускаются.

Рессоры должны быть надежно закреплены и не иметь деформаций, повреждений (коррозии, трещин, обломов и смещения листов) и чрезмерного износа накладок. Листы рессор должны быть надежно стянуты, а ушко рессоры — надежно закреплено.

Детали пневматической подвески должны быть надежно закреплены, не иметь повреждений и находиться в работоспособном состоянии.

Деформация пневмоподушек, а также утечки воздуха из узлов пневмоподвески не допускаются.

Регулятор уровня пола (кузова) транспортного средства должно быть в работоспособном состоянии.

Упругие элементы подвесок не должны иметь повреждений.

В шарнирах и сочленениях элементов подвесок (шаровых опорах,

шкворневых шарнирах, резинометаллических и резиновых втулках и сайлент-блоках) должны отсутствовать значительные зазоры.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Какие типы подвесок вы знаете?
2. Перечислите основные места проверки различных типов подвесок.
3. Какие нормативные требования предъявляются к элементам подвесок транспортного средства?
4. Изложите порядок работы с детектором люфтов в подвеске.
5. Устройство и принцип работы детектора люфтов в подвеске.

ТЕМА № 9 Диагностика элементов трансмиссии автомобилей

Проверка общего технического состояния сцепления

Для проверки сцепления на выключение необходимо выжать его на холостом ходу и через 2-3 с дать задний ход – если двигатель включился без шума, сцепление в норме. Для проверки сцепления на пробуксовку проводят специальное тестирование. Предварительно необходимо проехать определенное расстояние со сменой режимов работы сцепления, затем автомобиль снимается с ручного тормоза и вывешивается на специальных опорах или домкратах, коробка передач переключается на самую большую скорость, после чего при выключенном сцеплении запускается двигатель и сильно разгоняется до 2000 об./мин, на этой скорости включается сцепление. Если мотор при этом заглох, то сцепление в норме.

В ходе планомерного осмотра автомобиля следует проверить уровень тормозной жидкости в бачке гидропривода сцепления, внимательно осмотреть крышку, в случае повреждения ее нужно заменить новой (рис. 1 а). Если уровень тормозной жидкости снизился, его восстанавливают до нижнего края горловины бачка, после чего закрывают крышку (рис. 1 б).

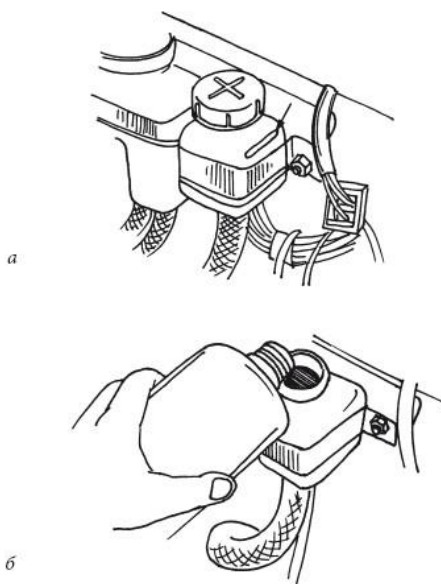


Рисунок 1. Проверка уровня тормозной жидкости в бачке гидропривода сцепления

В ходе диагностики исправного состояния системы сцепления следует проверить герметичность гидропривода.

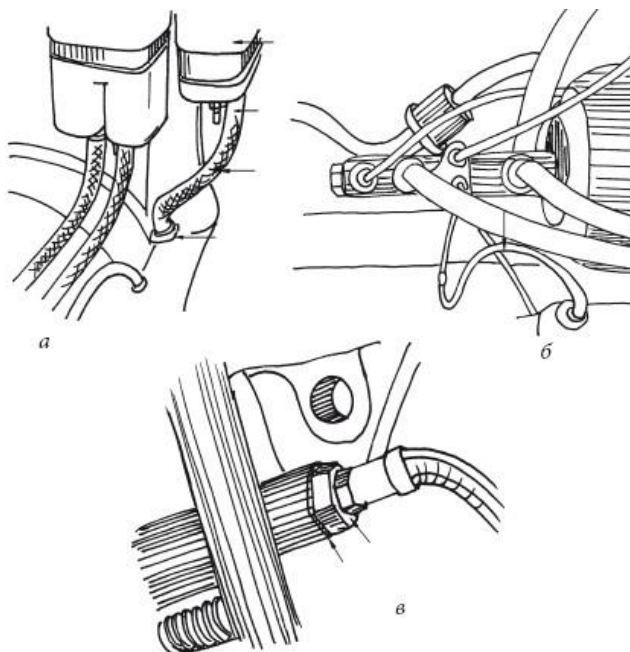


Рисунок 2. Основные узлы системы сцепления, требующие проверки: а – бачок и штуцер основного цилиндра, б – главный цилиндр, в – место соединения шланга с рабочим цилиндром

При осмотре подтягивают все крепежные элементы, осматривают хомуты, проверяют целостность шлангов и трубопроводов. Если в ходе осмотра системы сцепления обнаружены механические повреждения самого рабочего цилиндра, неисправные детали заменяют новыми или отдают в ремонт старые.

Проверку гидропривода нужно проводить в паре с помощником, так как выявлять герметичность системы следует под давлением, для чего несколько раз отжимается педаль сцепления, которая удерживается в нажатом положении, пока проводится весь осмотр (рис. 2).

В ходе технического осмотра при необходимости заменяют тормозную жидкость, для чего под давлением сливают старую. Если при этом в систему попал воздух, выполняют прокачку гидропривода (рис. 3).

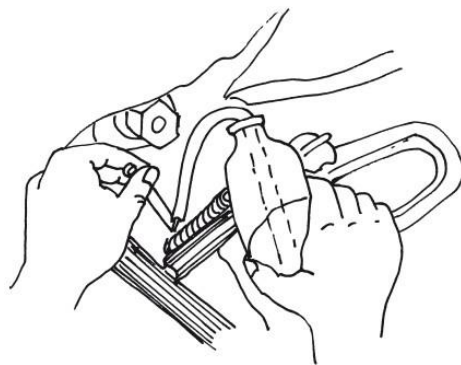


Рисунок 3. Прокачка гидропривода

В ходе проведения диагностики сцепления проверяют все основные узлы системы:

- соединение шлангов с бачком;
- главный и рабочий цилиндры;
- трубопровод.

Проверка и регулировка привода сцепления

Сначала в салоне под рулевой колонкой проводят проверку свободного хода педали сцепления. Замер его производится с помощью обычной линейки.

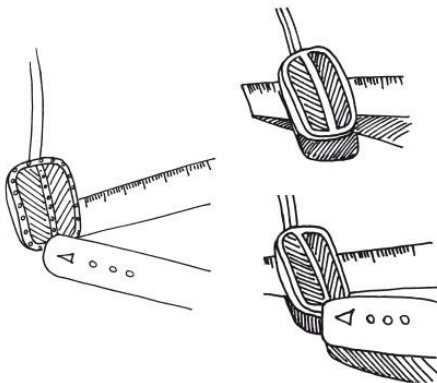


Рисунок 4. Проведение замера свободного хода педали

Рукой сильно нажимают педаль сцепления, пока она не упрется в пол, второй рукой рядом с педалью на уровне середины ее подошвы устанавливают линейку так, чтобы ее боковая часть стояла на полу, затем отпускают педаль и фиксируют показание линейки в крайнем верхнем

положении педали. Затем снова нажимают педаль, но не до конца, а до появления легкого сопротивления. Снова снимают показания линейки.

В норме расстояние от верхнего положения педали до упора толкателя в поршень главного цилиндра должно быть в пределах 0,2-4 мм.

Расстояние между крайним верхним положением и началом сопротивления и является свободным ходом педали (рис. 4). В том случае, если расстояние не соответствует норме, необходимо отрегулировать длину ограничителя, установив зазор до требуемой высоты (рис. 5). Для этого на 1-2 оборота ослабляют гаечное крепление ограничителя хода педали, затем, поворачивая ограничитель в требуемую сторону, устанавливают нужную величину зазора, после чего снова затягивают стопорную гайку (рис. 6).

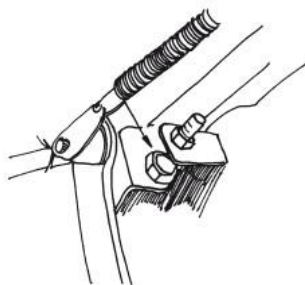


Рисунок 5. Зазор между толкателем и поршнем главного цилиндра гидропривода

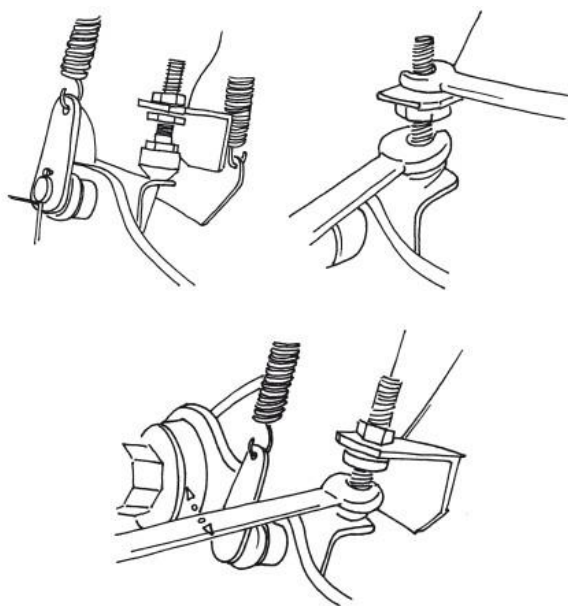


Рисунок 6. Регулировка свободного хода педали

При проверке толкателя необходимо:

- тщательно очистить его от грязи с помощью щеток и мягкой тряпки;
- осмотреть на отсутствие механических повреждений;
- смазать резьбу специальной смазкой (рис. 7).

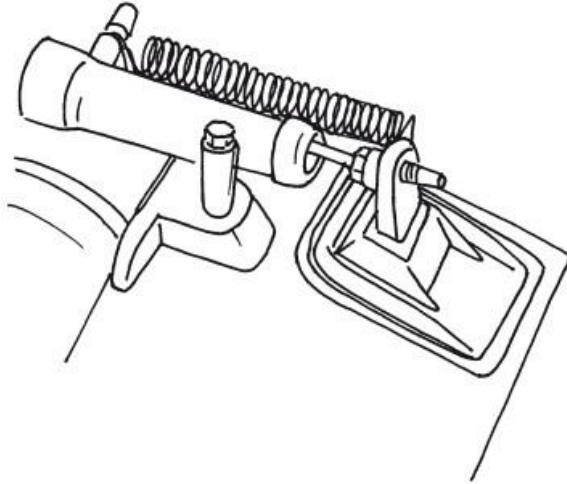


Рисунок 7. Толкатель вилки выключения положения сцепления

Для проверки свободного хода толкателя нужно отсоединить пружину от рычага, которая иначе будет создавать дополнительное сопротивление при проведении замеров (рис. 8 а). Затем вдоль оси толкателя установить линейку, один конец ее зафиксировать о неподвижный элемент рабочего цилиндра. Затем фиксируется начальное положение вилки сцепления, для этого ее слегка нажимают по ходу автомобиля и делают отметку на линейке (рис. 8 б), затем отжимают вилку назад до упора и делают вторую отметку (рис. 8 в). Расстояние между двумя этими показаниями и является свободным ходом толкателя, в норме он должен соответствовать 4-5 мм.

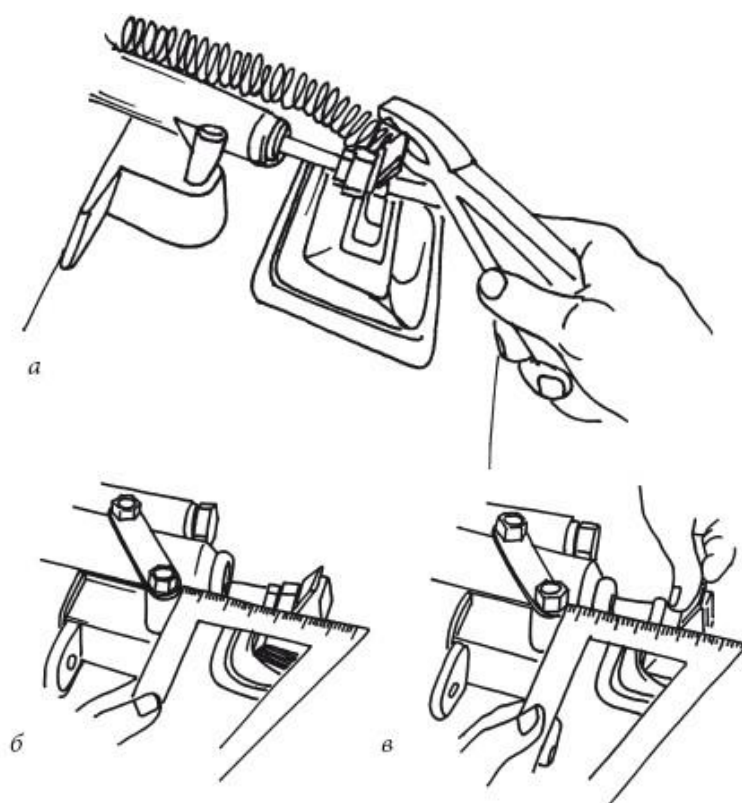


Рисунок 8. Проверка свободного хода толкателя

Если расстояние не соответствует норме, нужно отрегулировать свободный ход толкателя, для этого одним ключом зафиксировать регулировочную гайку толкателя, чтобы она не могла проворачиваться, а вторым на 1-2 оборота ослабить контргайку (рис. 9 а). Затем одним ключом надо зафиксировать сам толкатель в неподвижном положении, а вторым ключом установить нужное положение регулировочной гайки, пока свободный ход не сравняется с нормой, после чего снова, фиксируя ключом неподвижное положение регулировочной гайки, затянуть контргайку (рис. 9 б).

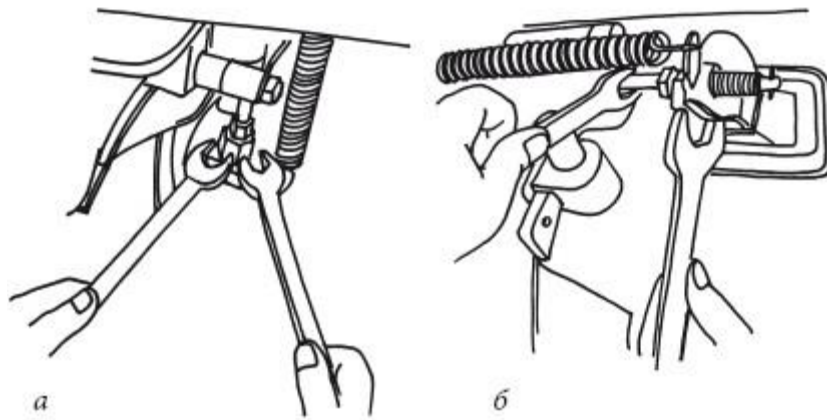


Рисунок 9. Регулировка свободного хода толкателя

После проведенных регулировок проверяется полный свободный ход педали сцепления от ее крайнего верхнего положения до начала выключения сцепления. В норме он составляет от 25 до 35 см.

Проверка работы сцепления после его регулировок

После того как будет отрегулирован свободный ход педали и толкателя, необходимо провести повторную проверку работы сцепления. Для этого автомобиль переводят на нейтральную передачу, прогревают двигатель и запускают на минимальных оборотах коленчатого вала, после чего нажимают на педаль и включают задний ход. В том случае, если передача заднего хода включилась без посторонних шумов и скрежетов, регулировка проведена правильно.

Во время движения автомобиля при исправном сцеплении наблюдается следующее:

- при переключении передач не должны раздаваться скрежет или посторонний шум;
- при разгоне сцепление не должно пробуксовывать;
- рост частоты вращения коленчатого вала должен сопровождаться увеличением скорости, и наоборот.

В том случае, если после регулировки признаки исправной работы сцепления отсутствуют, необходимо установить причины и обратиться к опытным механикам.

Типичные неисправности

Проблема – пробуксовка сцепления

Эта неисправность часто является причиной того, что машина не может разогнаться, фрикционные накладки сильно нагреваются, заметно увеличивается расход топлива. Поэтому необходимо следующее.

1. Проверить фрикционный диск системы. С течением времени фрикционные прокладки истираются, в результате чего уменьшается сила сжатия механизма сцепления, и он начинает пробуксовывать. Частое резкое трогание машины с места, а также ошибки в установке привода сцепления и возникающий по разным причинам тяжелый ход системы привода могут привести к преждевременному износу фрикционных накладок и, как результат, – к вынужденной замене ведомого диска.

2. Проверить маховик и нажимной диск. Причиной пробуксовки может оказаться сильная замасленность деталей, в результате чего сила трения фрикционных накладок оказывается недостаточной и сцепление пробуксовывает. В этом случае нужно промыть детали бензином, а затем тщательно вытереть, при сильном замасливании ведомого диска его нужно заменить. Для устранения причины замасливания надо проверить сальники двигателя и уплотнительные прокладки коробки передач, устранить причину образования течи.

3. Проверить фрикционные накладки ведомого диска. Если они сильно обгорели, истерлись, то это и стало причиной проблемы. В этом случае необходимо заменить деталь и дополнительно проверить систему выключения сцепления на отсутствие трения между подшипниками и рычагами.

4. Проверить систему привода сцепления. При обнаружении повреждений, а также при сильном износе заменить его новым.

Отрегулировать привод, проверить правильность установки системы, убедиться, что нет заедания привода. Устранить выявленные неисправности.

5. Проверить мембранную пружину. Ее концы могут быть сильно изношены или сама она разломлена.

В любом из этих случаев недостаточность сжатия нажимного диска сцепления является причиной его разъединения, в результате чего и возникает пробуксовка.

Слишком тугий ход системы выключения сцепления, а также резкое постоянное трогание автомобиля с места на высокой ступени передачи приводит к чрезмерному нагреванию фрикционного диска, что, в свою очередь, является причиной сгорания фрикционных накладок и преждевременного выхода их из строя.

6. Проверить выжимной подшипник. Иногда в процессе приработки его рычаги начинают заклинивать на направляющих кулачках и сцепления не происходит.

Проблема – сцепление не может до конца разъединиться

Если сцепление полностью не выключается, то при полной исправности коробки передач переключение передач затруднено, при переключении на задний ход слышится шум.

1. Проверить коленчатый вал на наличие препятствий для вращения подшипников. Неполадки устранить.

2. Проверить правильность сборки системы сцеплений. В случае обнаружения неполадок устранить их.

3. Проверить привод системы сцепления. Устранить выявленные дефекты; если вилка сцепления пришла в негодность, заменить ее.

4. Проверить трос привода сцепления. Если он заедает, выяснить причину и устранить неполадку, добавить смазку. Если трос сильно изношен, разломачен, заменить его новым.

5. Проверить фрикционный диск. При обнаружении искривления самого диска или фрикционных накладок заменить деталь новой. В норме

боковое биение нажимного диска сцепления не должно превышать 0,5 мм, в противном случае уровень отжатия нажимного диска оказывается слишком малым, поэтому полного разъединения при выключении сцепления не происходит.

6. Проверить маховик. Если он изношен, заменить новым.

7. Проверить шлицы ступицы. Часто из-за отсутствия смазки диск сцепления начинает цепляться за вал коробки передач, в результате чего нарушается режим соприкосновения фрикционных накладок с маховиком и возникает эффект дерганья автомобиля. Такой же эффект может возникнуть и в том случае, если ступица повреждена изначально, в результате чего она не скользит по валу, а начинает за него зацепляться.

8. Проверить диск сцепления. Иногда при сборке системы сцепления вал коробки передач по неосторожности сильно стучат о ступицу диска сцепления, в результате чего нажимной диск деформируется, степень его отжатия уменьшается и сцепление не может полностью разъединиться.

9. Проверить на отсутствие разломов и повреждений. Иногда под воздействием рычага выжимного подшипника может произойти разлом пружин фрикционного диска, в результате чего возникает излишнее боковое биение диска и сцепление не может полностью разъединиться.

10. Проверить центровку корпуса сцепления относительно фланца корпуса коленчатого вала, так как при ее неполадках возникает смещение деталей относительно друг друга, что и приводит к заеданию в системе сцепления.

11. Проверить опорный подшипник. Его разрушение приводит к проблемам с разъемом системы сцепления.

12. Проверить работу вторичного вала коробки передач. Если он не работает или работает со слишком большим зазором, это может стать причиной заклинивания ступицы, в результате чего нормальный ход разъема сцепления нарушается.

13. Проверить целостность торсионных пружин и на отсутствие обломков деталей во фрикционных накладках. Иногда торсионные пружины разламывает из-за перегрузки, которая возникает в системе сцепления, если не переключать высокую передачу при тихом движении, а также если двигатель работает излишне неравномерно или на низких оборотах. При разломе пружин обломки могут попасть во фрикционные накладки и послужить причиной неполного разъединения сцепления.

14. Проверить целостность фрикционных накладок, на отсутствие на их поверхности трещин. При обнаружении дефектов выяснить, не застряли ли обломки деталей в маховике и в нажимном диске системы.

Растрескивание деталей системы сцепления может возникнуть при чрезмерном нагревании накладок, которое происходит, если удерживать педаль сцепления в нажатом положении и не переключить передачу при переходе с низкой скорости на высокую, а также если неправильно переключать скорости передач.

15. Проверить тангенциальные пластинчатые пружины на деформацию. Этот дефект может возникнуть при неправильном переключении коробки передач, а также в результате некачественной сборки сцепления, из-за чего уровня отжатия нажимного диска оказывается недостаточно для полного разъединения.

16. Проверить мембранную пружину при включении сцепления, так как в некоторых случаях, если неправильно установлен диск сцепления, мембрана может касаться торсионных пружин диска, в результате чего нарушается правильный разъем сцепления, при этом слышен характерный шум.

17. Проверить целостность рычага выжимного подшипника и концов мембранной пружины. Иногда из-за неправильной центровки коробки передач или из-за деформации направляющей трубы выжимного подшипника концы мембранной пружины начинают постоянно задевать выжимной рычаг подшипника, поэтому пружина и рычаги подшипника

сильно изнашиваются и становятся причиной неполадок при разъединении сцепления.

Проблема – сцепление работает рывками

Для устранения причины такой работы сцепления необходимо сначала убедиться в исправности подшипников двигателя, а также в правильности установки самого мотора и диска сцепления, после чего проверить работу системы выключения сцепления, трансмиссию и работу двигателя. Если причина не установлена, можно переходить к обнаружению неполадок в системе сцепления.

1. Проверить фрикционные накладки. Если они в результате повреждения уплотнителей коробки передач или излишнего смазывания деталей валов сцепления и коробки передач оказались замаслены, это может стать причиной плохого сцепления при его включении.

2. Проверить профиль ступицы диска сцепления. Иногда из-за неосторожного соединения коробки передач с диском сцепления ступица может деформироваться, нарушается ее вращение на вале коробки передач, в результате чего при включении сцепления могут происходить разъединения.

3. Проверить опорный подшипник двигателя на отсутствие признаков разрушения. Внимательно осмотреть коробку передач и карданные валы, чтобы убедиться в хорошем состоянии деталей, так как со временем сильный износ может стать причиной рывкообразной работы сцепления.

Проблема – шум при включении сцепления

1. Проверить торсионные пружины. Из-за сохранения низких оборотов двигателя при высокой скорости торсионные пружины преждевременно изнашиваются, что приводит к появлению перегрузок в системе сцепления и является причиной появления шума.

Иногда причиной появления шума при включении сцепления становится заводской брак в деталях, а также нарушение правил их установки, поэтому первоначально необходимо проверить правильность

установки, соответствие деталей, дополнительно осмотреть подшипник коленчатого вала.

2. Проверить целостность крышек торсионных пружин. Из-за отсутствия центровки корпуса корзины сцепления с фланцем блока двигателя происходит постепенное смещение деталей относительно друг друга, они начинают раскачиваться при работе автомобиля, в результате чего незакрепленные детали системы начинают соприкасаться, что приводит к шумовому эффекту и нередко является причиной разъединения сцепления.

3. Проверить внутреннее кольцо рычага выключения сцепления. Иногда смещение выжимного подшипника приводит к появлению шума.

4. Проверить профиль ступицы. Если он из-за смещения деталей в ходе работы оказался сточен, нарушается сцепление между мотором и коробкой передач, что и приводит к появлению шума при включении сцепления.

5. Проверить диск сцепления. Если в местах соединения с пружинами накладки наблюдаются разрывы, это говорит об отсутствии центровки корзины сцепления относительно фланца блока двигателя, что приводит как к проблемам в работе самого сцепления, так и к появлению шума.

6. Проверить опорный подшипник. Его отсутствие не только влияет на работу сцепления, но и является причиной появления шума.

Коробка передач

Проверка общего технического состояния коробки передач

Прежде чем приступить к проверке технического состояния этой системы автомобиля, необходимо предварительно очистить детали коробки передач от грязи и излишков масла. Для удаления грязи и различных образовавшихся отложений используются специальная щетка или скребок.

При продувке подшипников следует соблюдать особую осторожность, чтобы струя воздуха не вызвала быстрого вращения колец.

Если детали излишне замаслены, их промывают уайт-спиритом или бензином, а затем все детали системы продувают сильной струей горячего воздуха и окончательно протирают.

После того как предварительная очистка полностью произведена, можно приступать к осмотру деталей коробки передач. В первую очередь обращают внимание на степень изношенности картера, проверяют, не появилось ли на нем трещин, затем осматривают подшипники на целостность и износ. Если детали излишне изношены или имеют повреждения, их следует заменить новыми.

После этого осматривают поверхность сопряжения картера со сцеплением, проверяют заднюю и нижнюю крышку коробки передач – они не должны быть изношены, деформированы или повреждены. При обнаружении мелких трещин поверхность затирают напильником.

Если детали слишком изношены, лучше заменить их новыми. Серьезные повреждения картера и крышки могут привести к расхождению осей и стать причиной утечки масла. При осмотре передней крышки необходимо проверить, не касается ли ее вращающийся первичный вал, что может наблюдаться в том случае, если произошла децентровка вала относительно крышки. При обнаружении такого дефекта деформированные детали заменяют новыми.

Необходимо проверить сливное отверстие, при обнаружении грязи и засора его нужно прочистить. Затем переходят к осмотру сальников. В первую очередь проверяют, не появились ли на рабочих кромках деталей заметные повреждения, следы сильного износа и деформации. В том случае, если по ширине износ превышает 1 мм, детали необходимо заменить новыми.

При осмотре валов проверяют рабочие поверхности и шлицы вторичного вала на отсутствие повреждений и следов сильного износа, после этого проверяют свободу хождения фланца эластичной муфты на шлицах.

При осмотре промежуточного вала следует обратить внимание на зубья. При сильном износе деталь следует заменить новой, недопустимо также их выкрашивание. При осмотре поверхности оси шестерни заднего

хода следует обратить внимание на наличие или отсутствие следов заедания при работе детали.

При проверке переднего вала осматриваются поверхности качения игл, на которых недопустимо появление любых задиров или шероховатостей.

В ходе осмотра технического состояния коробки передач следует измерить величину монтажного зазора, образованного осью и втулкой промежуточной шестерни заднего хода, для чего измерить диаметры оси и втулки шестерни. В норме зазор должен составлять от 0,056 до 0,09 мм. Если зазор превышает 0,15 мм, требуется замена деталей.

Все мелкие шероховатости на поверхности вала следует зачистить наждачной мелкозернистой бумагой. Если повреждения более серьезны или детали деформированы, вал следует заменить новым.

При осмотре шестерней в первую очередь осматривают зубья, которые не должны быть деформированы, повреждены или чрезмерно изношены; при этом особо тщательно следует проверить торцовую часть зубьев на венцах синхронизаторов.

При осмотре рабочей поверхности шестерен следует обратить внимание на отсутствие повреждений, шероховатостей, задиров и следов чрезмерного износа.

В рабочем состоянии шестерни должны контактировать между собой всеми рабочими поверхностями зубьев, о чем свидетельствуют пятна контакта на зубьях деталей, которые должны присутствовать по всей длине рабочей поверхности.

После внешнего осмотра зубьев проверяется зазор зацепления соседних шестерен, который в норме составляет 0,1 мм и не должен превышать 0,2 мм. В том случае, если величина зазора больше, можно констатировать чрезмерный износ детали и заменить шестерни новыми. Зазор, образованный втулкой и шестерней первой передачи, в норме составляет 0,05—0,10 мм; при увеличении расстояния свыше 0,15 мм детали следует заменить новыми.

То же самое касается и расстояния между шестернями второй и третьей передач и вторичным валом.

Особо внимательно следует осмотреть подшипники коробки передач. В нормальном состоянии радиальный зазор этих деталей составляет менее 0,05 мм, их поверхности не должны иметь следов повреждений или износа – в этом случае подшипники следует заменить новыми.

Для проверки подшипника следует прижать пальцами оба его кольца и повернуть одно из них сначала в одну сторону, а затем – в другую, при этом колебание колец при повороте должно быть плавным.

При осмотре вилок переключения передач следует проверить детали на отсутствие деформаций или иных повреждений. Если в ходе осмотра выявится, что вилки изношены или повреждены, их следует заменить новыми.

При проверке штоков следует обратить внимание на то, чтобы не было большого зазора между деталями и отверстиями картера.

При проверке технического состояния коробки передач также осматривают пружины и шарики фиксаторов. При обнаружении на деталях следов чрезмерного износа их следует заменить новыми.

При осмотре ступиц муфт включения коробки передач надо обратить внимание на свободу скольжения муфт, для чего осмотреть рабочую поверхность деталей на отсутствие следов заедания, проверить также и торцовую часть зубьев муфт.

При осмотре поверхности блокирующих колец проверяют степень их изношенности, отсутствие деформаций и повреждений, мешающих их свободному скольжению. Мелкие неровности можно сгладить бархатным напильником, при сильном износе или деформации детали следует заменить новыми.

Типичные неисправности

Проблема – в коробке передач слышится шум

Если шум исчезает или заметно уменьшается при выжимании сцепления, то возможны следующие причины его возникновения.

1. Низкий уровень масла в картере. В этом случае прежде всего следует проверить, нет ли утечки масла, а затем долить его до необходимого уровня. При необходимости стоит продуть сапун.

Наличие воды в масле легко определить по характерной белесоватой эмульсии, которую можно обнаружить на щупе.

2. В масло попала вода. Это может произойти, если неосторожно переезжать глубокие лужи и другие скопления воды.

В этом случае следует полностью заменить масло, а в будущем установить брызговик двигателя: на сапун коробки передач надевают специальную трубку, которая выводится вверх, в недоступное для попадания брызг воды место.

3. Повреждения подшипников и зубьев шестерен. В этом случае изношенные или поврежденные детали заменяют новыми, после чего шум должен полностью исчезнуть.

Проблема – затрудненное включение передач при отсутствии посторонних шумов

1. Дефект может возникнуть в результате деформации или повреждения тяги привода механизма переключения передач, а также реактивной тяги. В этом случае следует проверить и выправить тяги. Если дефект слишком серьезен, то заменить детали новыми.

2. Проверить винты крепления в штоке выбора передач, так как подобный дефект может возникать при ослаблении креплений шарнира, хомута или рычага. Для его устранения достаточно затянуть винты.

3. Проверить все пластмассовые детали системы переключения, так как при поломке возможно застревание отдельных элементов пластмассы в других деталях системы, что и приводит к затрудненной работе механизмов

включения. В этом случае следует внимательно осмотреть всю коробку передач, сломанные и поврежденные детали заменить новыми.

4. Проверить привод, так как его неправильная регулировка может привести к затруднению включения передач. Правильно отрегулированный привод полностью устранит неисправность.

5. Проверить вилки переключения передач на штоке. Ослабление фиксаторов вилок на штоках приводит к затруднениям при включении передач. В этом случае следует подтянуть фиксаторы.

6. Проверить гайки валов коробки передач. Ослабление крепления может привести к появлению затрудненного включения механизма. Затягивание гаек устранит возникший дефект.

7. Проверить сцепление. Неполное выключение механизма является частой причиной появления подобного дефекта. Необходимо провести диагностику сцепления.

8. Проверить механизм выбора передач. Часто причиной затрудненного включения передач является поломка пружины или деформация деталей механизма. При обнаружении неисправностей необходимо произвести замену сломанных пружин, деформированные детали по возможности выправить.

Если повреждения слишком серьезны, то детали надо заменить новыми или поставить новый механизм.

Проблема – потрескивание или скрежет шестерен при включении передачи

1. Проверить сцепление. При неполном выключении сцепления стоит провести диагностику и выявить причину появления неисправности.

2. Проверить наличие масла в картере коробки передач. При понижении его уровня установить причину, для этого проверить, нет ли утечки, продуть сапун и восстановить необходимый уровень масла.

3. Проверить подшипники и зубья шестерен. Часто причиной потрескивания и скрежета является поломка или сильный износ деталей – в этом случае следует заменить их новыми.

4. Проверить кольцо синхронизатора включаемой передачи. Возможны сильный износ или иное повреждение этой детали. В таком случае нужно заменить кольцо.

Проблема – самопроизвольное выключение передач

1. Проверить муфту, шестерню и ступицу синхронизатора. Износ и деформация шлицев может привести к самопроизвольному выключению передач, в этом случае следует заменить поврежденные или изношенные детали новыми.

2. Проверить механизм выбора передач. Как правило, ослабленные пружины или чрезмерно изношенные штоки могут стать причиной подобной неисправности. Необходимо заменить все поврежденные детали новыми.

3. Проверить гайки валов коробки передач. Ослабление крепления может привести к самопроизвольному выключению механизма. Гайки необходимо затянуть.

4. Проверить опоры силового агрегата. Возможно, причина неисправности – разрушение этих деталей. При утрате упругости или их повреждении опоры следует заменить новыми.

Проблема – шум в коробке передач появляется только при движении автомобиля

1. Проверить подшипники. Часто даже незначительный износ подшипников может привести к подобному дефекту. Заменить подшипники новыми.

2. Измерить зазор зацепления шестерен главной передачи. В результате сильного износа зубья шестерен стачиваются и зазор увеличивается, что и приводит к характерному шуму в коробке передач. В этом случае надо заменить поврежденные детали.

Проблема – утечка масла в коробке передач

1. Проверить сальники и уплотнитель вала привода спидометра. Часто причиной утечки масла становится износ манжет, которые необходимо заменить. Дополнительно следует продуть сапун.

Неправильная регулировка привода может стать причиной самопроизвольного выключения передач. Привод необходимо правильно отрегулировать.

2. Проверить валы в местах сопряжения с поверхностями сальников. Возможен сильный износ поверхностей валов, а также вероятно появление выбоин и других повреждений.

Если дефекты незначительны, поверхность зачищают наждачной бумагой с мелким зерном, а затем полируют. Если износ значителен, следует заменить валы.

В том случае, если при проверке масла заметно понизился его уровень, следует найти причину утечки. Как правило, она возникает из-за износа уплотнителей, манжет и других элементов системы.

3. Проверить первичный вал коробки передач. Нередко причиной появления неисправности является слишком сильный люфт механизма вследствие ослабления гаек, а также износ подшипников. Все деформированные и изношенные детали заменяют, гайки затягивают.

4. Проверить место крепления картера сцепления с крышкой коробки передач. Вероятно, ослаблено крепление и разрушен слой герметика. Крепление подтягивают, старый герметик полностью удаляют и наносят новый.

5. Проверить сливную пробку. Иногда плохо затянутая пробка становится причиной утечки масла. Стоит проверить также датчик заднего хода.

Карданная передача, передний привод

Проверка общего технического состояния карданной передачи

Для того чтобы выявить техническое состояние карданной передачи, необходимо поставить автомобиль на эстакаду или использовать смотровую яму, под колеса машины положить упоры, чтобы она не могла сместиться с места. Коробку передач перед проведением работ переводят в нейтральное положение. (рис. 10).

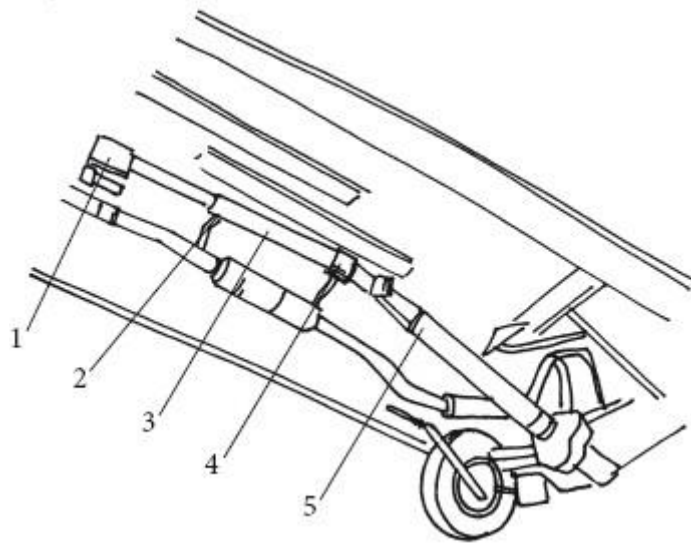


Рисунок 10. Общий вид карданной передачи: 1 – эластичная муфта; 2 – кронштейн безопасности; 3 – передний карданный вал; 4 – промежуточная опора; 5 – задний карданный вал

Прежде чем приступить к проверке технического состояния карданной передачи автомобиля, следует тщательно очистить валы передачи от грязи, после чего приступить к осмотру деталей механизма.

Проверка креплений

При помощи ключей проверяют надежность затяжки шести крепежных болтов эластичной муфты, после этого выявляют надежность крепления к кузову автомобиля кронштейна безопасности. Затем следует посмотреть, не ослабли ли болты, прикрепляющие к поперечине промежуточную основу, потом проверяют гайки, соединяющие поперечину с днищем кузова автомобиля (рис. 11).

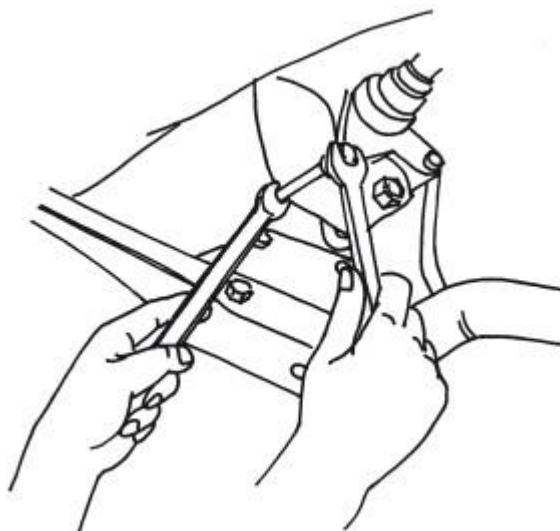


Рисунок 11. Проверка креплений

На следующем этапе осматривают и при необходимости подтягивают болты, скрепляющие вилку карданного вала с фланцем ведущей шестерни редуктора. При осмотре следует обратить внимание на резиновые детали промежуточной опоры, которые не должны иметь трещин или иных повреждений.

Теперь можно переходить к проверке карданных шарниров системы.

Проверка шарниров

Для того чтобы проверить надежность шарниров, одной рукой надо прижать передний вал, чтобы он оставался неподвижным, а второй рукой слегка подергать задний карданный вал за переднюю часть в поперечном к самому валу направлении (рис. 12 а). Затем проделать ту же операцию с задней частью, при этом не должно ощущаться люфта в шарнирах (рис. 12 б).

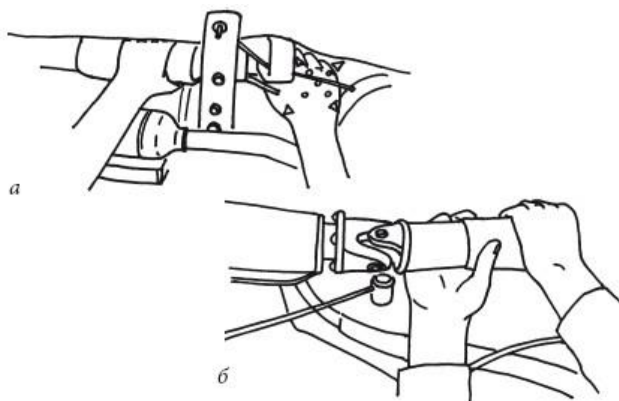


Рисунок 12. Проверка карданных шарниров

После этого, удерживая передний карданный вал неподвижно, несколько раз резко поворачивают задний карданный вал вокруг своей оси сначала в одну сторону, затем – в другую, при этом фланец ведущей шестерни редуктора должен оставаться неподвижным. При поворачивании следует обратить внимание, не появились ли окружные зазоры.

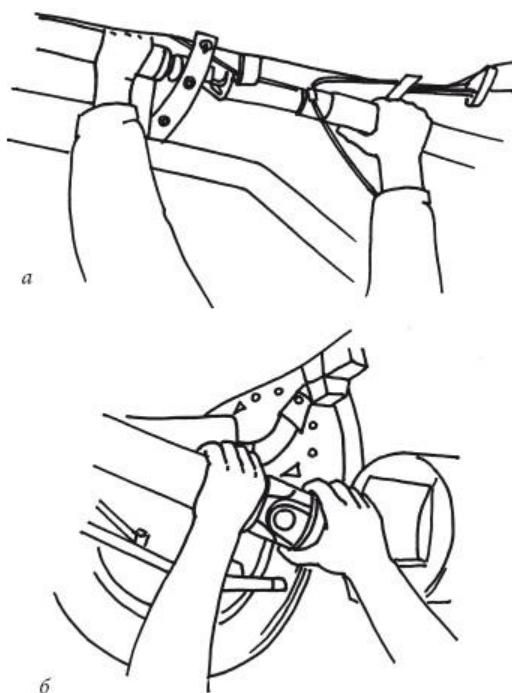


Рисунок 13. Проверка окружных зазоров

Сначала процедуру проводят с передней половиной заднего карданного вала (рис. 13 а), затем повторяют с задней. На последнем этапе надо несколько раз повернуть передний карданный вал вокруг своей оси сначала в одну сторону, затем – в другую (рис. 13 б). Движения должны быть короткими и достаточно резкими, при этом второй рукой придерживают эластичную муфту, чтобы она оставалась неподвижной.

После диагностики исправности деталей переходят к смазке шлицевого соединения.

Смазка шлицевого соединения

Для проведения этого профилактического мероприятия требуются ключ № 10, пресс-масленка и специальный шприц – солидолонагнетатель (рис. 14).

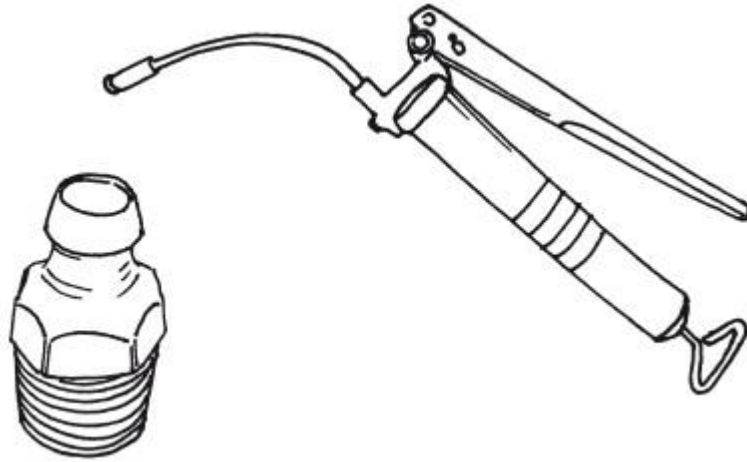


Рисунок 14. Пресс-масленка и солидолонагнетатель

Перед проведением смазки пробку шлицевого соединения тщательно очищают от грязи: большую грязь удаляют специальной металлической щеткой, остатки зачищают мягкой тряпкой.

После этого ключом отвинчивают пробку шлицевого соединения (рис. 15 а) и на ее место помещают пресс-масленку, в нее вставляют шприц и наполняют соединение смазкой, пока ее излишки не появятся из-под сальника (рис. 15 б). В завершение пресс-масленку снимают и возвращают на место пробку шлицевого соединения.

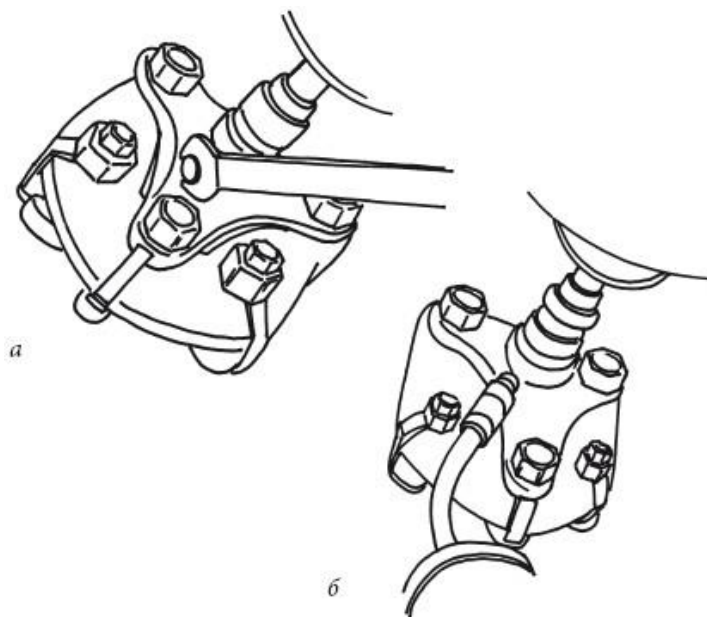


Рисунок 15. Смазка шлицевого соединения

При осмотре шлицевого соединения надо проверить величину окружного зазора, которые не должны превышать 0,3 мм.

Снятие и установка карданной передачи

Для проведения операции по снятию карданной передачи с автомобиля требуется эстакада или смотровая яма. Заднюю часть машины вывешивают, чтобы колеса могли свободно вращаться. Передние колеса следует закрепить, чтобы машина не двигалась с места. Рычаг коробки передач переводят в нейтральное положение, а рычаг привода стояночного тормоза опускают до упора.

Для снятия и установки карданной передачи потребуются:

- ключи № 13 и 19 (сразу два);
- отвертка;
- монтажная лопатка;
- молоток;
- бородок;
- щипцы (с их помощью снимают, а затем устанавливают на место стопорные кольца).

Отвинчивают гайки крепления кронштейна безопасности, после чего снимают сначала шайбы, а затем и сам кронштейн и откладывают их в сторону. После этого отвинчивают гайки с болтов в месте соединения эластичной муфты с фланцем коробки передач. Сами болты вынимают, для чего карданный вал поворачивают, чтобы болт оказался в верхнем положении слева от оси муфты – только в этом случае его можно достать. Для того чтобы проще было вынуть болты, можно воспользоваться бородком.

На следующем этапе отверткой подцепляют муфту и, отделив ее от фланца, опускают вниз. Затем, удерживая при помощи монтажной лопатки в неподвижном положении, разъединяют фланец вала с фланцем ведущей шестерни редуктора заднего моста и детали отделяют (рис. 16 а).

Отсоединив от кузова автомобиля поперечину промежуточной опоры, приступают к снятию самой карданной передачи; для этого деталь ведут вдоль днища автомобиля по направлению к его передней части так, чтобы задний вал прошел над тросом стояночного тормоза (рис. 16 б).

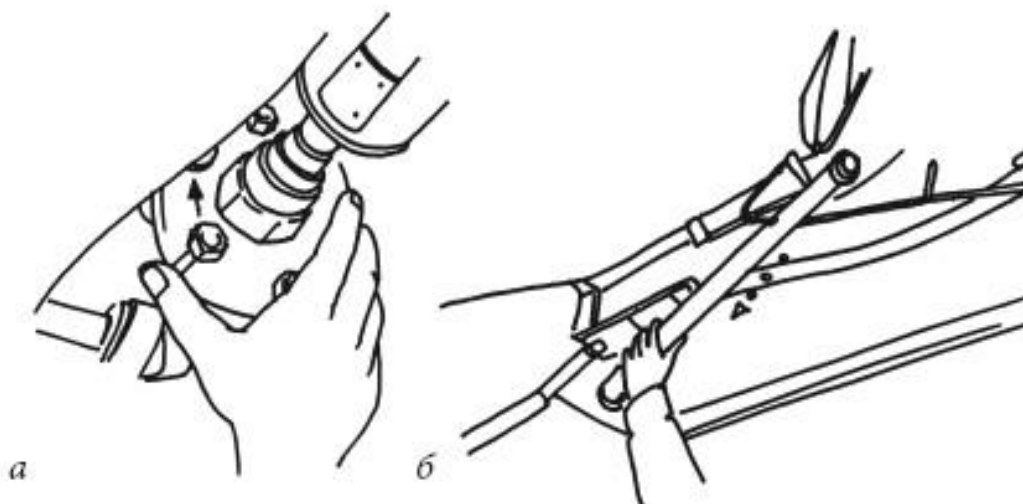


Рисунок 16. Снятие карданной передачи

Снятую деталь тщательно очищают от грязи и осматривают. Первым делом надо обратить внимание на уплотнитель центрирующего кольца второго вала коробки передач, который должен быть целым.

При наличии повреждений на уплотнителе центрирующего кольца второго вала коробки передач его следует заменить новым, для чего:

- специальными щипцами снимают стопорное кольцо и уплотнитель центрирующего кольца;
- уплотнитель заменяют;
- при помощи молотка центрирующее кольцо запрессовывают до упора;
- стопорное кольцо ставят на место;
- устанавливают новую карданную передачу.

Все операции по установке нового механизма повторяют процесс разборки в обратном порядке.

Типичные неисправности

Проблема – карданная передача стучит

1. Проверить крепежные элементы эластичной муфты и фланцев карданных шарниров. Возможно ослабление болтов и гаек в системе крепления. Следует подтянуть ослабленные крепежные элементы, а в будущем своевременно проверять качество крепежа узлов и агрегатов трансмиссии и не допускать их ослабления.

2. Проверить подшипники карданных валов и шипы крестовины. Часто в результате износа возрастает зазор между деталями, что и приводит к шуму в карданной передаче. Необходимо разобрать ее, заменить изношенные детали новыми или поставить новый механизм в сборе. Если крестовина меняется в домашних условиях, перед разборкой механизма нужно точно отметить местоположение всех деталей, чтобы они не сместились относительно друг друга после замены поврежденных частей. Затем специальными щипцами снимают стопорные кольца, подшипники выпрессовывают при помощи молотка, поврежденные или изношенные подшипники заменяют новыми и запрессовывают в отверстия вилок.

3. Проверить шлицевое соединение карданных валов замером зазора. Снять карданную коробку, провести замеры, при обнаружении износа

заменить отдельные детали, снова собрать карданную передачу и поставить ее на место.

Карданная передача нуждается в диагностике, если в ней возникает характерный стук всякий раз, когда:

- автомобиль трогается с места;
- автомобиль начинает резко набирать скорость;
- переключают передачи.

Надо отметить важный момент: при попытке перебрать карданную передачу без обращения к специалистам очень часто автовладельцы не могут в дальнейшем провести правильную балансировку своего автомобиля, что приводит к появлению вибрации и постоянного неприятного гула. Поэтому при обнаружении серьезных дефектов, например, если замене подлежат валы или требуется полная разборка карданной передачи, устранять их самостоятельно чрезвычайно сложно, так что стоит или купить новую карданную передачу в сборе, или провести ремонт в СТО, у работников которой есть необходимые стенды для балансировки автомобиля.

Проблема – шум и вибрация карданной передачи

Возможны следующие причины возникновения проблемы.

1. Дисбалансировка карданной передачи. Она может появиться в результате деформирования или изменения положения одного из валов. Также ее причиной могут стать увеличившийся в результате износа деталей зазор, недостаточно затянутые крепления опор или попадание в карданный вал камня из-под колес.

Шум и вибрация карданного вала чаще всего ощутимы при разгоне до 80-90 км/ч, когда весь автомобиль начинает вибрировать; при этом мелкое дрожание корпуса сопровождается непрекращающимся гулом.

Часто нарушение баланса происходит в результате неправильно проведенных ремонтных работ, когда новая карданная передача устанавливается со смещением относительно нанесенных при разборке

меток; в этом случае единственным выходом становятся новая разборка и более точная сборка.

2. Увеличение зазора в подшипнике промежуточной опоры. При этом необходимо заменить подшипник. При возникновении дисбалансировки стоит обратиться в СТО, так как для балансировки автомобиля требуется специальное оборудование.

3. Ослабление крепления поперечины. Для устранения дефекта достаточно подтянуть гайки крепления.

Проблема – характерный шум со стороны переднего колеса

Возможны две причины появления проблемы.

1. Износ, повреждение либо деформация деталей шарниров, которые после выявления дефектов заменяют новыми.

2. Деформация или повреждение валов привода. В этом случае требуется замена деформированных деталей.

Проблема – утечка смазки

Наиболее характерной неисправностью в карданной передаче является утечка смазки. Главной причиной этой проблемы является повреждение или разрыв защитного чехла как внутреннего, так и наружного шарниров. Для устранения дефекта необходимо поставить новый чехол и восстановить уровень смазки в шарнире.

Задний мост

Проверку технического состояния заднего моста начинают с внешнего осмотра герметичности уплотнителей, для чего автомобиль ставят на эстакаду или используют специальные подъемники и смотровые ямы.

Осмотр автомобиля производят снизу, при этом надо учитывать, что вокруг мест возможного подтекания сальника ведущей шестерни и разъема фланца редуктора допустимо появление масляных пятен – так называемое «потение», но при этом не должно быть капель масла.

Если в ходе осмотра установлена протечка масла из-под фланца редуктора, для устранения дефекта необходимо проверить место соединения

редуктора с картером заднего моста, так как часто ослабление болтов крепления и является причиной появления протечки масла. Если после затягивания болта течь устранить не удалось, можно попробовать установить шайбу из мягкого металла под головку болта. Вместо шайбы можно использовать и специальный герметик для резьбовых болтов.

При проведении внешнего осмотра прежде всего проверяют пробки сливного и наливного отверстий. В том случае, если видны следы масла, подтекающего из-под пробок, последние нужно дополнительно затянуть. После этого следует осмотреть сальник ведущей шестерни и фланец редуктора (в этих местах не должно быть масляных капель), а также сальник полуоси.

С правой стороны в верхней части картера расположен сапун, которому нужно уделить повышенное внимание, так как именно здесь часто случаются протечки масла.

В случае обнаружения свежих следов масла сапун зачищают от грязи и масляных следов, проверяют, свободно ли двигается крышка детали, после чего насухо вытирают место от масляных следов и проводят тестовый заезд на 20-30 км. Если масляные следы появились вновь, это свидетельствует о повреждении уплотнений и необходимости их замены в СТО (рис. 17).

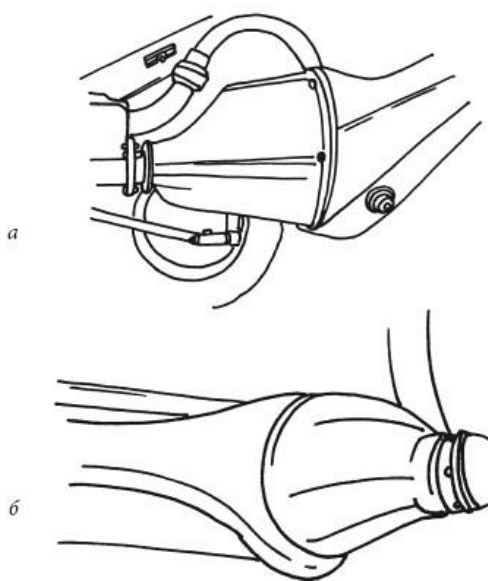


Рисунок 17. Основные узлы для осмотра: а – сальник; б – сапун

Для того чтобы проверить уровень масла, понадобятся необходимые инструменты: ключ № 17 и специальный шприц для заливки масла.

Перед проверкой уровня масла необходимо дать автомобилю остыть в течение 10 мин, чтобы масло успело стечь с механизмов системы, а детали заднего моста смогли немного остыть.

Сначала маслоналивное отверстие тщательно очищают от грязи, при этом самую большую удаляют специальной металлической щеткой, а остатки зачищают мягкой тряпкой, после чего откручивают пробку и проверяют уровень масла, который не должен опускаться ниже кромки маслоналивного отверстия. Если уровень масла понижен, его следует восстановить, после чего пробку снова заворачивают.

В некоторых случаях при проведении осмотра необходимо произвести замену масла, которую лучше всего делать после пробега автомобиля, пока задний мост остается прогретым.

Для замены масла машину устанавливают на эстакаду или поднимают на подставки и надежно закрепляют.

Старое масло сливают в специально приготовленную емкость, для чего после отворачивания пробки маслоналивного отверстия сначала ослабляют затяжку пробки сливного отверстия, а затем, подставив приготовленную емкость для слива масла, откручивают пробку и полностью сливают масло. Пробку очищают от накопившейся грязи и вновь закручивают; после этого заливают новое масло, закручивают пробку маслоналивного отверстия и удаляют все потеки масла на поверхностях деталей (рис. 18).

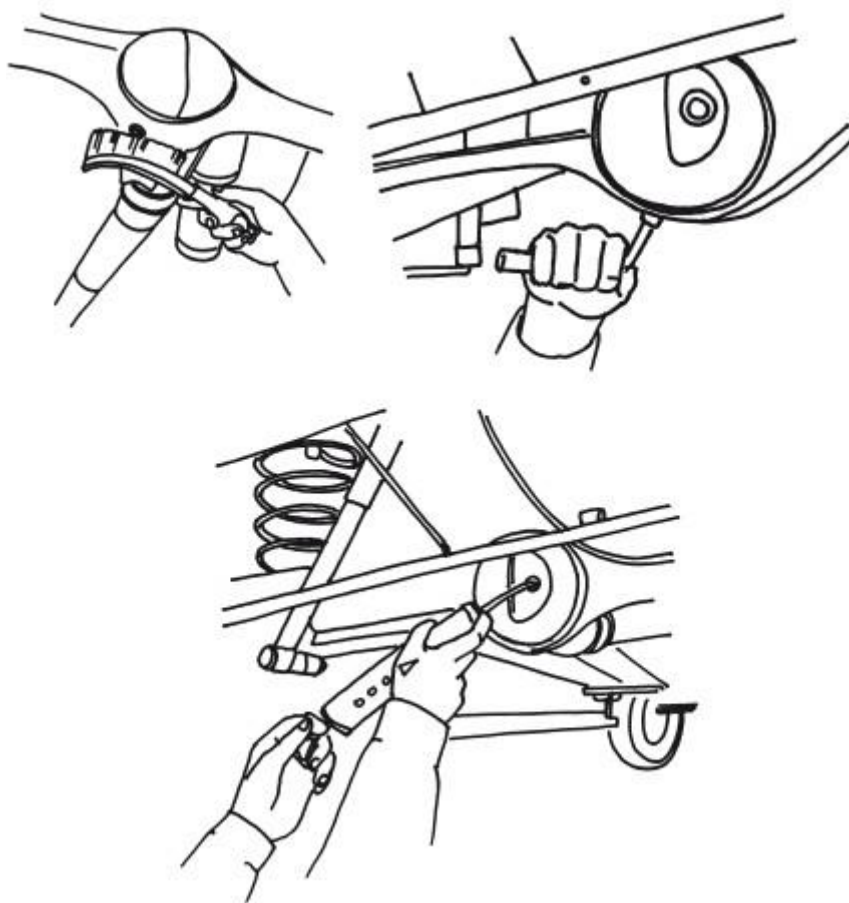


Рисунок 18. Удаление масла на поверхностях деталей

Типичные неисправности

Проблема – сильный шум со стороны задних колес

Сильный шум может возникнуть по следующим причинам.

1. Ослабление крепления колеса. Следует проверить болты крепления и при необходимости подтянуть их.
2. Износ и повреждение шарикового подшипника полуоси. Для устранения неисправности необходимо проверить полуось и при необходимости заменить изношенный подшипник новым.
3. Деформация балки заднего моста. Нужно осмотреть балку, проверить ее размеры и при необходимости выправить ее.
4. Деформация полуосей. Если повреждения полуосей незначительны, нужно выправить детали. Если это невозможно, то лучше заменить их новыми.

5. Повреждение или износ шлицевого соединения с шестернями полуосей. Замена изношенных деталей приводит к устранению шума.

6. Износ подшипников редуктора, повреждение шестерен. Необходимо осмотреть редуктор и заменить необходимые детали.

7. Упавший уровень масла. Следует восполнить уровень и проверить, не возникает ли утечка масла.

Проблема – автомобиль сильно шумит при разгоне

Появление шума при разгоне может быть связано с повреждением и выходом из строя отдельных элементов системы заднего моста.

1. Проверить редуктор, так как неисправность может появиться при износе подшипников дифференциала. Заменить подшипники.

2. Проверить работу шестерен главной передачи. Иногда после ремонта редуктора зацепление зубьев шестерен неправильно отрегулировано, что и становится причиной появления шума.

3. Проверить подшипники полуоси. При их износе, деформации или повреждении заменить новыми.

4. Проверить уровень масла. Если он понижен, восстановить норму и осмотреть балку заднего моста, чтобы убедиться в отсутствии утечки.

Проблема – при разгоне и торможении двигателя слышится сильный шум

Если при разгоне автомобиля и резком торможении слышится характерный шум, причиной его появления могут быть как подшипники, так и износ отдельных элементов системы заднего моста.

1. Проверить подшипники ведущей шестерни. При их повреждении или износе заменить новыми.

2. Проверить боковой зазор между зубьями шестерен главной передачи. Если он нарушен, его следует отрегулировать.

Проблема – автомобиль шумит на поворотах

1. Проверить оси сателлитов. Небольшие повреждения на оси зачистить наждачной бумагой с мелким зерном, при сильном износе или

деформации деталей заменить их новыми. Проверить легкость вращения сателлитов на оси.

2. Проверить коробку дифференциала. Иногда причиной появления дефекта становится заедание шестерен полуосей, в этом случае необходимо осмотреть шестерни и сопряженные поверхности, зачистить незначительные царапины и шероховатости наждаком. Если повреждения более серьезные, деталь заменяют новой.

3. Проверить зазор между зубьями шестерен дифференциала. Отрегулировать зазор.

4. Проверить подшипники полуосей. При их износе или повреждении заменить новыми.

Проблема – автомобиль трогается со стуком

1. Проверить фланец и шестерню главной передачи, так как причиной появления стука может быть слишком большой зазор в шлицевом соединении деталей.

2. Проверить шестерни главной передачи, при необходимости отрегулировать зазор между деталями.

3. Осмотреть коробку дифференциала, обратив внимание на отверстие под ось сателлитов. Иногда причиной появления шума является сильный износ отверстия – в этом случае требуется замена всей коробки.

4. Проверить надежность крепления штанг задней подвески. Ослабление болтов может привести к появлению шума. При необходимости подтянуть крепежные элементы.

Проблема – утечка масла

Наиболее частой причиной утечки масла является износ отдельных деталей в системе заднего моста. В этом случае следует осмотреть и заменить все уплотнительные накладки, проверить места крепления.

1. Проверить сальник ведущей шестерни. Утечка может возникнуть из-за его износа или повреждения. Деталь необходимо заменить.

2. Осмотреть сальник полуоси. Если барабаны, колодки или тормозные щиты сильно замаслены, необходимо сменить деталь. Осмотреть саму полуось, при ее деформации заменить.

3. Проверить уплотнительные накладки и надежность крепления картера редуктора заднего моста. Причиной утечки может стать ослабление крепления или повреждение уплотнителей. При необходимости заменить детали новыми.

Контрольные вопросы по теме занятия:

- 1) Диагностика общего технического состояния сцепления?
- 2) Диагностика и регулировка привода сцепления?
- 3) Диагностика общего технического состояния коробки передач?
- 4) Диагностика общего технического состояния карданной передачи?
- 5) Диагностика заднего моста?

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Диагностика электронной системы управления двигателя автомобиля. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту : [учеб.изд.] / Р. Твег. - М. : АСТ, 2003. - 144 с. : ил. - (Авторемонт). - Прил.: с. 83-141. - Библиогр.: с. 142. - ISBN 5-17-017674-0
2. Косенков, А. А. Диагностика неисправностей автоматических коробок передач и трансмиссий : [практ. пособие] / А.А. Косенков. - Ростов н/Д : Феникс, 2003. - 224 с. : ил. - (Библиотека автомобилиста). - ISBN 5-222-03488-7

Перечень дополнительной литературы:

1. Диагностика технического состояния автомобиля. Практикум контролера технического состояния автотранспортных средств : [учеб.пособие] / [А.В. Борилов, В.Б. Дерунов, Г.В. Ткачева и др.]. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 205 с. : ил. - (Профессиональное образование). - На учебнике гриф: Доп.МО. - ISBN 978-5-222-10346-3
2. Диагностика дизельных двигателей : [производ.-практ. изд.] / Г. Гюнтер ; пер. с нем. Ю.Г. Грудского. - М. : ЗАО "КЖИ" "За рулем", 2004. - 176 с. : ил. - (Автомеханик). - Библиогр.: с. 176. - ISBN 5-85907-365-8
3. Диагностика и поиск неисправностей электрооборудования и цепей управления / М. Браун, Д. Раутани, Д. Пэтил ; пер. с англ. С.В. Пряничникова. - М. :Додэка-XXI, 2007. - 328 с. - (Силовая электроника). - Прил.:с. 267-316. - ISBN 978-5-94120-137-2

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению курсового проекта
по дисциплине «ДИАГНОСТИКА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»
для студентов направления подготовки
23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск 2026 г.

Содержание

Предисловие.....	317
1. Общие указания	317
Приложение 1.....	319
Выбор оборудования для участков диагностики и технического обслуживания и ремонта двигателей	319
Приложение 2.....	327
Анализ результатов измерений общей диагностики и составление алгоритма поиска неисправности.....	327
Список рекомендуемой литературы	331

Предисловие

Важное место в подготовке специалистов автомобильного сервиса занимает курсовое проектирование. Студенты не только закрепляют полученные в процессе учебы знания, но и совершают фактически свой первый творческий шаг в деле развития автомобильного сервиса.

Имеет проект характер учебной работы или он выполняется по заказу предприятия – в любом случае он должен быть сделан с учетом современных достижений науки и техники в этой области.

Цель создания настоящего пособия – дать студентам подробную методику диагностирования и обслуживания автомобильных двигателей, заострить внимание проектантов на самых важных задачах, помочь в решении наиболее сложных вопросов.

В приложениях к пособию даны справочные и нормативные материалы, необходимые для проектирования. Так как пособие не претендует на полноту охвата всех вопросов, которые могут возникнуть при проектировании, поэтому снабжено списком учебной и справочной литературы, из которых студенты могут приобрести недостающие сведения.

В пособии приведены примеры выполнения некоторых частей проекта – все это должно оказать необходимую практическую помощь студентам как дневной, так и заочной формы обучения.

1. Общие указания

1.1. Задачи курсового проектирования

Курсовая работа является самостоятельной работой студента, завершающим этапом изучения курса «Диагностика автотранспортных средств» и ставит перед студентами следующие основные задачи:

- закрепить и расширить теоретические и практические знания, полученные при изучении соответствующего курса;
- усвоить методы проектирования и организации производства;
- развить у студентов навыки пользования специальной нормативной и научно-технической литературой при решении конкретных вопросов.

1.2. Структура, объем и оформление курсовой работы

Курсовая работа состоит из задания, пояснительной записки и графической части.

Объем пояснительной записки курсовой работы должен составлять 35 - 40 страниц компьютерного набора, выполненного на формате А4 (стиль шрифта Times New Roman, размер шрифта 14, интервал 1,5) с рамкой. На листе, следующим за заданием, рамка выполняется по форме (приложение 3), все последующие листы выполняются с рамкой по форме (приложение 4). Все листы курсовой работы сшивают в папку.

Структура пояснительной записки проекта должна иметь следующий вид: - титульный лист; - задание на курсовую работу; - содержание; - введение; - основные разделы; - заключение; - список использованных источников; - приложения.

Титульный лист является первым листом пояснительной записки. Пример оформления титульного листа приводится в приложении 5.

Задание на курсовую работу оформляется на стандартном печатном бланке университета, и выдается студенту руководителем курсовой работы.

Содержание должно иметь следующий примерный вид:

Введение.

1. Организационно-технологический раздел.
2. Разработка алгоритмов и методики углубленной диагностики двигателя и его систем.
3. Разработка методик или устройств, позволяющих ускорить процесс диагностики.

Заключение

Список использованных источников

Введение начинается с анализа состояния отрасли и тенденций её развития, а также значение развития производственно-технической базы и инфраструктуры предприятий отрасли. Раскрывается важность и актуальность диагностики и проведения работ по техническому обслуживанию автомобиля. Кратко описываются предпосылки, основные пути и методы решения вопросов, поставленных в теме.

Организационно-технологический раздел должен включать в себя полное описание конструкции и принципа работы систем двигателя (система зажигания, питания и др.), в том числе электронной системы управления, а именно датчиков и исполнительных механизмов с приведением схем и рисунков. Выбор автомобиля и его систем определяются заданием.

Разработка алгоритмов и методики углубленной диагностики двигателя и его систем. В данном разделе студентом разрабатываются алгоритмы и методики диагностирования двигателя и его систем с приведением нормативных значений, осциллограмм эталонных сигналов и других диагностических параметров. Рассматривается технология ремонта и обслуживания диагностируемых систем. Подбирается необходимое оборудование для выполнения соответствующих работ, приложение 1. В графическую часть проекта выносится разработанный алгоритм (приложение 2) диагностирования и методика подключения и выполнения замеров соответствующими приборами.

Разработка методик или устройств, позволяющих ускорить процесс диагностики. Согласно заданию на курсовую работу, каждому студенту даётся индивидуальное задание на разработку методик и устройств, для диагностирования конкретного элемента электронной системы управления или системы двигателя. Учитывая алгоритмы и методы диагностирования из предыдущего раздела становится возможным разработать методы и приборы,

для ускоренного процесса диагностирования используя современные измерительные средства.

В заключении указываются основные результаты проделанной работы, обосновывается факт раскрытия заданной темы проекта, новизны отдельных элементов, а также какие мероприятия приняты по изменению технологического процесса, применению высокопроизводительного оборудования, приборов, приспособлений и инструментов.

Список использованных источников должен содержать перечень источников, используемых при выполнении курсовой работы. Источники необходимо располагать в алфавитном порядке по фамилии автора. В описание должны входить: фамилия и инициалы автора (ов), полное название книги, данные о числе томов. После тире – название города, в котором вышла книга, после двоеточия: название издательства, выпустившего книгу, после запятой – год издания и затем количество страниц.

Пример:

1. Иванов И. И., Петров П. П. Диагностика автомобилей: Практическое пособие. – М.: Машиностроение, 2013. – 123 с.

Графическая часть. Графическая часть выполняется в виде алгоритма поиска неисправностей и методики диагностики элемента СУД на формате А4.

Приложение 1

Выбор оборудования для участков диагностики и технического обслуживания и ремонта двигателей

Развитие и усложнение конструкции современных автомобильных двигателей, а также их систем управления потребовало не только совершенствования традиционного диагностического оборудования, такого как мотор-тестеры, газоанализаторы, но и создания принципиально новых его видов - например, сканеров, специализированных тестеров различных электронных систем и др.

Измерители давления в системах топливоподачи выпускаются в виде комплектов, содержащих высокоточный манометр (реже - два манометра), а также различные адаптеры и переходники для подключения к гидравлической части систем впрыска или к подающей магистрали карбюраторов. На рынке существует большое число разнообразных по цене и комплектации наборов, выпускаемых такими фирмами, как BOSCH, OTC, SNAP-ON, MATCO, STAR, AVL и многими другими.

Компрессометры и компрессографы предназначены для измерения давления в камере сгорания двигателя в конце такта сжатия при прокрутке стартером.

Компрессометр, по сути, представляет собой манометр с обратным клапаном (рис. 1.). Он позволяет измерить конечную величину давления, а также более наглядно оценить динамику его нарастания в течение нескольких оборотов коленчатого вала, что является важной информацией.

Компрессограф позволяет, одновременно с измерением давления протоколировать, результаты путем графического отображения значений компрессии по цилиндрам на специальных сменных картах и поэтому более предпочтителен при проведении периодических ТО и ремонтных работ на крупных СТО или в автохозяйствах.

Универсальные измерители разрежения (вакуумметры) позволяют измерять величину разрежения, образующегося за дроссельной заслонкой работающего двигателя, а также разрежения, действующего в различных точках вакуумной сети системы управления двигателем. Информация о величине разрежения и динамике его изменения позволяет оценить состояние ЦПГ, плотность прилегания клапанов к седлам, правильность работы механизма газораспределения (зазоры и установка) и даже отклонение от заданного состава топливной смеси.

Обычно вакуумметры выпускаются в виде универсального прибора, выполняющего, кроме измерения разрежения, также и функции вакуумного насоса, а часто еще и насоса давления. Наиболее популярным и распространенным прибором этого типа является ручной вакуумметр/насос фирмы MITYVAC (США), продаваемый также и под другими торговыми марками. На базе этого прибора можно построить тестер систем охлаждения, тестер утечек в полости цилиндра, устройство для прокачки тормозных механизмов и т.д. Вакуумметр MITYVAC изображен на рис. 2.



Рис.1.



Рис.2.

Тестер утечек (рис. 3) является одним из приборов, используемых; для определения состояния ЦПГ и герметичности над поршневого пространства

без разборки двигателя. Кроме этого, тестер утечек позволяет локализовать причину негерметичности, в цилиндре. Принцип действия прибора состоит в измерении падения давления в цилиндре, в полость которого через свечное отверстие подается калиброванное количество воздуха.



Рис. 3. Тестер утечек

Автомобильные мультиметры представляют собой класс универсальных приборов, необходимых на многих стадиях диагностирования для мастерских и СТО любого уровня.

Современный мультиметр высшей группы сложности - это цифровой прибор с комбинированным аналого-цифровым дисплеем и автоматическим выбором диапазона измеряемой величины. Такие приборы позволяют измерять постоянные и переменные токи и напряжения, сопротивление, емкость, скважность, длительность и частоту следования импульсов, УЗСК, частоту вращения коленчатого вала, температуру. Кроме этого, они выполняют ряд дополнительных функций: усреднение измеряемой величины, запоминание минимальных и максимальных значений, «замораживание» значений на дисплее и т.д.

Ведущие производители автомобильных мультиметров - фирмы FLUKE, OTC, PROTEC и др. В качестве примера на рис. 4 представлен мультиметр серии 88 фирмы FLUKE.



Рис. 4. Автомобильный мультиметр

Автомобильные стробоскопы предназначены для визуального контроля взаимного расположения установочных меток момента зажигания на блоке цилиндров и шкиве или маховике коленчатого вала при работе двигателя. Это особенно важно при тестировании двигателей, конструкция которых предполагает возможность регулировки начального момента зажигания.

Газоанализаторы являются мощным и эффективным средством диагностирования двигателя. С помощью газоанализатора можно оценить не только работу системы топливо-дозирования, но также и работу систем зажигания и газораспределения, состояние ЦПГ. Кроме этого, газоанализатор является основным прибором при проведении регулировок на соответствие нормам по токсичности выхлопа.

Уровень и комплектация газоанализаторов, выпускаемых различными фирмами, существенно различается. Минимально приемлемым уровнем в настоящее время можно считать двухкомпонентные газоанализаторы (CO и CH). Квалифицированное тестирование автомобилей, оснащенных нейтрализаторами различной конструкции в большинстве случаев возможно лишь при наличии четырехкомпонентных анализаторов. Такие приборы позволяют измерять содержание CO, CH, O_2 и CO_2 в отработавших газах. Кроме этого, газоанализаторы высшей группы сложности дополнительно могут измерять содержание окислов азота NO_x , частоту вращения коленчатого вала, температуру масла и рассчитывать соотношение воздух/топливо или коэффициент избытка воздуха (рис. 5).

В последнее время появилось несколько моделей компактных газоанализаторов, предназначенных, в том числе и для проведения измерений непосредственно на движущемся автомобиле.

Мотор-тестеры используются для комплексной диагностики двигателя и его систем. Класс сложности и уровень комплектации мотор-тестера определяет его возможности по быстрому и эффективному обнаружению неисправностей. Наиболее широкими возможностями обладают стационарные (консольные) мотор-тестеры со встроенными газоанализаторами. На рынке профессионального

диагностического оборудования ведущими производителями универсальных мотор-тестеров являются фирмы BOSCH, BEAR, ALLEN, SUN ELECTRIC. Кроме этого существует несколько фирм, выпускающих специализированные мотор-тестеры для дилерской сети того или иного производителя, например, HERMANN - для автомобилей MERCEDES-BENZ.

Мотор-тестеры выполнены на базе персонального компьютера и могут комплектоваться 14-ти или 17-ти дюймовыми мониторами. В стойку мотор-тестера встраивается или вставляется четырехкомпонентный газоанализатор и специальный модуль-анализатор двигателя, собирающий и обрабатывающий информацию с помощью целой группы тест-кабелей и датчиков, соединенных с поворотной консолью.

При тестировании автомобилей мотор-тестер производит сбор, обработку и вывод информации по результатам ряда режимов: прокрутка стартером, работа на трех скоростных режимах ($4000-5000 \text{ мин}^{-1}$, -3000 мин^{-1} и оборотах холостого хода). Возможно также осуществление дальнейшего анализа по специальной программе (экспертная система): режим резкого ускорения, режим баланса мощности (отключение цилиндров или другие методы). По результатам полного теста можно получить информацию об относительной компрессии в цилиндрах, параметрах системы зажигания (пробивное напряжение, длительность искрового разряда, УОЗ и т.д.), стартерном токе и напряжении АКБ, составе выхлопных газов, выявить неэффективно работающий цилиндр и многое другое. В памяти мотор-тестера (на жестком диске системного блока) записаны все необходимые значения измеряемых параметров для большого числа автомобилей различных производителей. Поэтому выход какого-либо параметра за установленные допуски автоматически фиксируется, и эта информация, наряду с измеренными значениями, выводится оператору для анализа. Возможно также осуществление дальнейшего анализа по специальной программе (экспертная система). Принцип гибкого построения позволяет легко адаптировать такое оборудование под вновь выпускаемые модели автомобилей. Это осуществляется записью необходимой информации в память системного блока, а аппаратная часть остается практически неизменной.

Перечисленные выше мотор-тестеры относятся к высшей ценовой группе. Заводская цена такого прибора в базовой комплектации составляет 27-35 тыс. USD. Существуют и менее дорогостоящие мотор-тестеры с меньшими функциональными возможностями. Главным их отличием от описанных выше приборов является отсутствие базы данных и экспертной системы. Диапазон цен – 10-20 тыс. USD. В последнее время на рынке диагностического оборудования появилось несколько моделей компактных мотор-тестеров. По своим возможностям лучшие приборы этой группы не уступают консольным мотор-тестерам низшей и средней группы сложности, а их компактность и относительно небольшая стоимость (порядка 5-6 тыс. USD) делают их очень привлекательными, особенно для небольших автомастерских. Более того, благодаря своей компактности такие приборы

имеют очень важное преимущество: с их помощью можно проводить тестирование непосредственно в движении, что позволяет диагностировать неисправности, возникающие в условиях нагрузок и реального движения и не проявляющиеся при тестировании двигателя в условиях мастерской. Единственной альтернативой в этом случае является тестирование консольным мотор-тестером автомобиля, установленного на мощностном стенде. Однако высокая стоимость (более 50 тыс. USD) и необходимость специально оборудованного помещения ограничивают широкое применение мощностных стендов.

Основные функции консольных мотор-тестеров рассмотрим на примере прибора MPDA100A фирмы MATCO TOOLS (США). Внешний вид базового комплекта изображен на рис. 6.



Рис. 5. Пятикомпонентный
газоанализатор



Рис. 6. Консольный
мотортестер

Тестер позволяет осуществлять измерение относительной компрессии по цилиндрам, стартерного тока, параметров первичной и вторичной цепи системы зажигания, искрового разряда, проводить баланс мощности цилиндров.

Прибор оснащен жидкокристаллическим дисплеем с высоким разрешением, позволяющим визуально контролировать форму импульсов в первичной и вторичной цепях системы зажигания, а также любых сигналов в системе управления. Тестер может работать как четырехканальный цифровой осциллограф или шестиканальный мультиметр. Наличие цифрового интерфейса позволяет подключать к прибору персональный компьютер, принтер, а также использовать его совместно с портативным газоанализатором. Весь комплект (кроме газоанализатора) вместе с соединительными кабелями располагается в ударопрочном чемодане небольшого размера

Термином «сканер» принято называть портативные компьютерные тестеры, служащие для диагностики различных электронных систем управления (прежде всего систем управления двигателем) посредством считывания цифровой информации по линии последовательного интерфейса диагностического разъема автомобиля.

Наиболее широкими возможностями обладают специализированные сканеры, используемые сервисной сетью того или иного производителя. Главные недостатки этих приборов - специализация на моделях одного производителя, высокая цена и возможность покупки только на дилерских условиях.

Сканеры, поставляемые на рынок неавторизованных (не принадлежащих дилерской сети) ремонтных предприятий, имеют меньшие функциональные возможности, однако, как показывает опыт, более чем в 90% случаев этих возможностей вполне достаточно для нахождения той или иной неисправности. Несомненным преимуществом таких приборов перед дилерскими является возможность тестирования широкого спектра автомобилей различных производителей.



Рис. 7. Сканер X-431

Возможности сканеров при тестировании конкретного автомобиля зачастую определяются диагностическими функциями тестируемого блока управления, однако, как правило, обеспечиваются следующие режимы: считывание и стирание кодов ошибок, вывод цифровых параметров в реальном масштабе времени и управление некоторыми исполнительными механизмами. На рис. 7 изображен прибор X-431.

Кроме описанного выше оборудования существует большое число узкоспециализированных приборов, применяющихся для проверки функционирования различных входных и выходных компонентов электронных систем управления. Прежде всего необходимо отметить тестеры форсунок, тестеры регуляторов холостого хода и тестеры компонентов систем зажигания.

Не важно, какие конкретно технические средства диагностики применяются на сервисе. Важно лишь, чтобы диагност мог измерить с их помощью заданный набор параметров в заданных режимах работы двигателя. В этом заключается правильная технология тестирования и диагностирования СУД.

Подбор диагностического оборудования можно осуществить двумя способами.

Первый способ. Для определения кодов ошибок и выполнения сервисных регулировок целесообразно приобрести портативный мотор-тестер или сканер. Для контроля токсичности выхлопных газов может быть использован 2-компонентный газоанализатор, несмотря на то, что его исследовательские способности в работе с современными двигателями невысоки. Однако, если средств достаточно, то вместо 2-компонентного газоанализатора лучше использовать 4-компонентный, который позволит глубже исследовать процесс сгорания смеси в двигателях, оборудованных каталитическими нейтрализаторами. Этот прибор можно также использовать в качестве инструмента входного и выходного контроля автомобилей. Для диагностики систем зажигания, датчиков и исполнительных устройств СУД необходимо выбрать осциллограф и емкостные датчики, подключаемые к высоковольтным проводам.

Для экспресс оценки общей работоспособности двигателя, а также состояния цилиндропоршневой группы и клапанного механизма желательно приобрести такие приборы, как компрессометр, вакуумметр и стетоскоп. Параметры гидравлической части различных систем впрыска можно проверить с помощью комплекта для измерения давления топлива. Многие проблемы в системах зажигания можно выявить, воспользовавшись стробоскопом. Для этих же целей понадобится искровой разрядник. Имея в виду, что двигатель оснащен большим количеством различного электрооборудования, для обнаружения его неисправностей можно использовать мультиметр. Причем желательно специализированный, автомобильный. Наряду с мультиметром для диагностики электроцепей понадобится пробник с контрольной лампой.

Вторую способ. Структура диагностического комплекса в сравнении с «бюджетной» моделью практически не изменяется. Зато он претерпевает качественные изменения. В «топ-модели» ориентируются на использовании приборов самых современных и производительных версий.

Если речь идет об измерении токсичности выхлопных газов, то выбирается 4-х или 5-компонентный газоанализатор. Консольные версии мотор-тестеров оснащены встроенным принтером, экспертной системой и имеют много совмещенных функций, например, диагностика систем зажигания, измерение компрессии в цилиндрах двигателя по величине тока потребляемого стартером, и другие.

Что касается квалификации работников, то она может быть чуть ниже. Это объясняется тем, что практический опыт и знания диагноста могут быть

заменены предусмотренными в приборах высокой ценовой группы автоматизированными алгоритмами, экспертными системами, информационными базами.

Приложение 2

Анализ результатов измерений общей диагностики и составление алгоритма поиска неисправности.

На этапе общей диагностики производится измерение различных совокупностей параметров и анализ результатов измерений на предмет соответствия установленным нормам. Согласно ГОСТ такой процесс обозначают термином тестирование технического состояния.

Чтобы анализировать и сравнивать результаты полученных измерений необходимо составить таблицу диагностических и регулировочных данных

для двигателя автомобиля, поступившего в ремонт. Таблица составляется на основе анализа технической литературы по двигателю автомобиля.

Рассмотрим пример анализа результатов полученных измерений. На этапе приемки автомобиля ВАЗ (без катализатора) в ремонт были сформулированы дефекты: «потеря мощности», «плохая приемистость»; «повышенный расход топлива».

Результаты измерений остальных параметров представлены в таблицах 1 и 2.

Из полученных данных видно, что кодов ошибок нет. Но это не означает, что ЭСУД не имеет неисправностей, так как её возможности самодиагностики достаточно ограничены. Если сигнал от датчика неверный, но его величина не вышла за допустимый предел, то код неисправности не запишется в память. Например, если датчик температуры не меняет свое сопротивление при изменении температуры, то код неисправности записан не будет, хотя двигатель работает плохо, так как неправильно будет рассчитан угол опережения зажигания и длительность времени впрыска, что приведет к ухудшению ездовых характеристик автомобиля.

Электронный блок управления анализирует неисправности, относящиеся к электронным цепям. Механические неисправности (неправильные зазоры в клапанах, низкая компрессия, подсос воздуха и т.д.), неисправности топливной системы или выхлопной системы требуют диагностики с помощью вспомогательных диагностических устройств.

Из таблицы 1 видно, что содержание выхлопных газов на оборотах холостого хода 850 об/мин соответствуют нормам. Однако на оборотах 3000 об/мин наблюдается резкое обеднение смеси (содержание СО ниже нормы и завышенное значение СН), т.е. количество воздуха во впускной системе остаётся прежним, а топлива подается недостаточно. Поэтому наблюдается чрезмерно большое содержание кислорода (O_2), и имеет место запредельное значение лямбда. Снижается значение CO_2 до 9%, которое является критерием эффективности сгорания топлива.

Таблица 1

Содержание выхлопных газов

п, об/мин	СО	СН	CO ₂	O ₂	Λ
850	0,80%	150 чнм	14%	1,1%	1,05
3000	0,05%	500 чнм	9%	5%	1,4

Из таблицы 2 видно, что величина пробивных напряжений на электродах свечей зажигания примерно одинакова и соответствует нормам. Поэтому система зажигания работает нормально, и компрессия по цилиндрам двигателя должна быть примерно одинаковой.

Таблица 2

Значения пробивных напряжений по цилиндрам двигателя

Пробивное напряжение, kV	Цилиндр №1	Цилиндр №2	Цилиндр №3	Цилиндр №4
	38	41	40	39

Из таблицы 3 видно, что величина компрессии по цилиндрам хорошая, а разница в показаниях по цилиндрам двигателя не превышает 1,0 кгс/см². Кроме того, из таблицы 1 видно, что на холостом ходу содержания углеводородов соответствуют норме. Поэтому можно утверждать, что с механикой двигателя все нормально.

Таблица 3

Значение компрессии по цилиндрам двигателя

Компрессия, Кгс/см ²	Цилиндр №1	Цилиндр №2	Цилиндр №3	Цилиндр №4
	11,3	12,0	11,8	11.7

Цвет свечей зажигания, таблица 4 светло-серый, что соответствует обедненной смеси.

Таблица 4

Цвета конуса свечей зажигания

Цвет конуса свечей зажигания	Цилиндр №1	Цилиндр №2	Цилиндр №3	Цилиндр №4
	светло-серый	светло-серый	светло-серый	светло-серый

Таким образом, причина дефектов («потеря мощности», «плохая приемистость»; «повышенный расход топлива») кроется в чрезмерном обеднении смеси на повышенных оборотах. Результаты предварительных измерений показали, что механическая часть двигателя и система зажигания работают исправно. Поэтому причины появления дефектов могут быть из-за неисправностей топливной системы или ЭСУД. Одной из вероятных причин неисправностей топливной системы может быть пониженное давление в топливной магистрали на повышенных оборотах из-за загрязнений приемной сетки бензобака, топливного фильтра, неисправности регулятора давления топлива или неисправности топливного насоса. Другой причиной может быть засорение топливных форсунок. Эти причины могут привести к обеднению смеси на повышенных оборотах двигателя.

Вероятными причинами неисправностей в ЭСУД могут быть неисправность датчика массового расхода воздуха (ДМРВ), датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) или электронного блока управления автомобилем. Если сигнал с ДМРВ неверный, то ЭБУ будет рассчитывать

количество топлива, которое не соответствует реальному расходу воздуха и топливная смесь может стать обедненной на режиме повышенных оборотов.

На основании выше сказанного составим алгоритм дальнейших поисков.

Существуют многочисленные базы данных со всевозможной информацией, необходимой в процессе ремонта и оценки технического состояния ЭСУД различных марок автомобилей.

В алгоритме поиска должны быть указаны нормативные параметры контроля для отдельных элементов ЭСУД. В состав алгоритма поиска неисправности включаются основные и вспомогательные операции, выполняемые во время общей диагностики. Пример составления алгоритма поиска представлен на рис. 8.

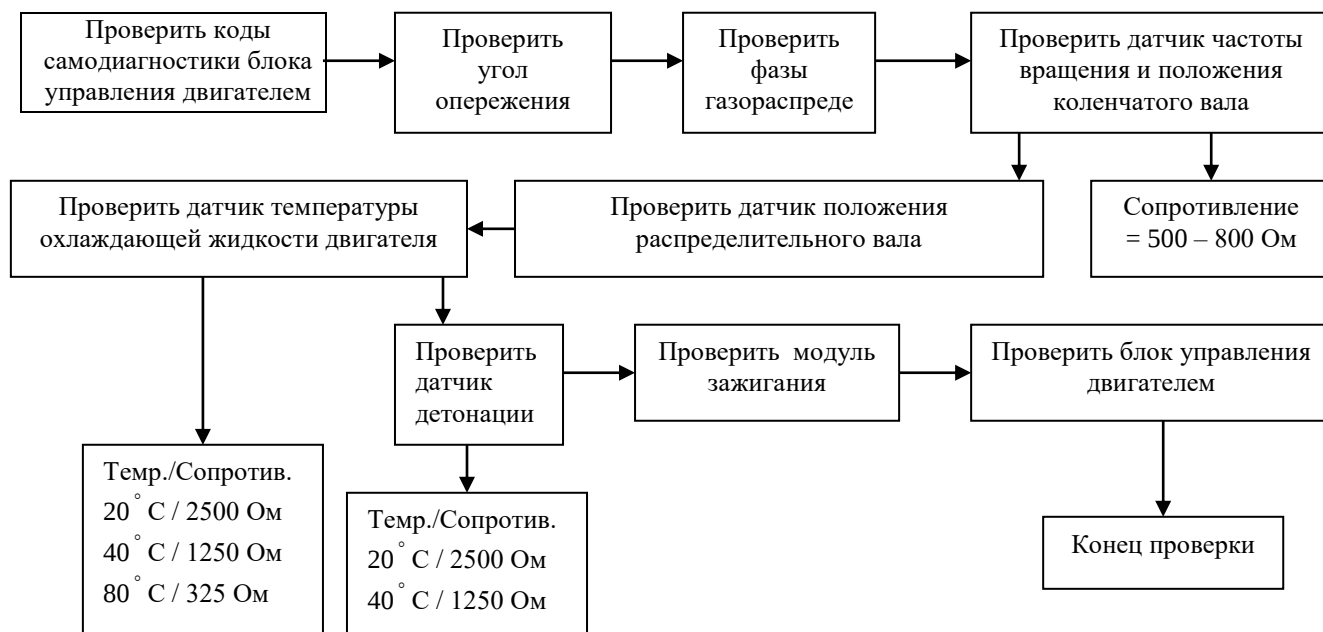


Рис. 8. Алгоритм поиска неисправности.

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Диагностика электронной системы управления двигателя автомобиля. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту : [учеб.изд.] / Р. Твег. - М. : АСТ, 2003. - 144 с. : ил. - (Авторемонт). - Прил.: с. 83-141. - Библиогр.: с. 142. - ISBN 5-17-017674-0
2. Косенков, А. А. Диагностика неисправностей автоматических коробок передач и трансмиссий : [практ. пособие] / А.А. Косенков. - Ростов н/Д : Феникс, 2003. - 224 с. : ил. - (Библиотека автомобилиста). - ISBN 5-222-03488-7

Перечень дополнительной литературы:

1. Диагностика технического состояния автомобиля. Практикум контролера технического состояния автотранспортных средств : [учеб.пособие] / [А.В. Борилов, В.Б. Дерунов, Г.В. Ткачева и др.]. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 205 с. : ил. - (Профессиональное образование). - На учебнике гриф: Доп.МО. - ISBN 978-5-222-10346-3
2. Диагностика дизельных двигателей : [производ.-практ. изд.] / Г. Гюнтер ; пер. с нем. Ю.Г. Грудского. - М. : ЗАО "КЖИ" "За рулем", 2004. - 176 с. : ил. - (Автомеханик). - Библиогр.: с. 176. - ISBN 5-85907-365-8
3. Диагностика и поиск неисправностей электрооборудования и цепей управления / М. Браун, Д. Раутани, Д. Пэтил ; пер. с англ. С.В. Пряничникова. - М. :Додэка-XXI, 2007. - 328 с. - (Силовая электроника). - Прил.:с. 267-316. - ISBN 978-5-94120-137-2

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по организации самостоятельной работы
по дисциплине «ДИАГНОСТИКА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»
для студентов направления подготовки
23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск 2026 г.

Содержание

Введение	334
1.Общая характеристика самостоятельной работы студента.....	334
2. План - график выполнения самостоятельной работы.....	335
3.Методические рекомендации по изучению теоретического материала	335
3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы	335
3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к практическим занятиям	336
4.3. Вид практической работы: Курсовой проект	336
4. Методические указания	336
5.Методические указания по подготовке к экзамену.....	336
Список рекомендуемой литературы	337

Введение

Методические указания и задания для выполнения самостоятельной работы студентами по дисциплине «Диагностика автотранспортных средств» по направлению подготовки бакалавров: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Методическое пособие содержит весь необходимый материал для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Диагностика автотранспортных средств».

В данном методическом пособии приведены темы и вопросы для самостоятельного изучения.

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, выполняемый учащимся без непосредственного контакта с преподавателем или управляемый преподавателем опосредовано через специальные учебные материалы; неотъемлемое обязательное звено процесса обучения, предусматривающее прежде всего индивидуальную работу учащихся в соответствии с установкой преподавателя или учебника, программы обучения.

На современном этапе самостоятельную работу студента следует разделить на работу с бумажными источниками информации, т.е. учебниками, методическими пособиями, монографиями, журналами и т.д. и электронными источниками информации, т.е. доступ к электронным ресурсам через Интернет.

Сегодня самостоятельную работу студента невозможно представить без использования информационной сети – Интернет. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии, периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Цели и задачи самостоятельной работы: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Наименование компетенции

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-2 Готовность к контролю технического состояния транспортных средств с использованием средств технического диагностирования	ИД-1 _{ПК-2} Владеет методами проверки наличия изменений конструкции транспортных средств	Готовность к контролю технического состояния транспортных средств с использованием средств технического диагностирования
	ИД-2 _{ПК-2} Владеет методами измерения и проверки параметров технического состояния транспортных средств	

2. План - график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора (ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр					
ПК-2 (ИД-1; ИД-2)	Самостоятельное изучение литературы по темам № 1-4	Собеседование	30	4	34
Итого за 5 семестр			30	4	34
6 семестр					
ПК-2 (ИД-1; ИД-2)	Самостоятельное изучение литературы по темам № 5-9	Собеседование	55	5	60
ПК-2 (ИД-1; ИД-2)	Подготовка к практическим занятиям	Отчёт (письменный)	10	3	13
ПК-2 (ИД-1; ИД-2)	Написание курсового проекта	Отчёт (письменный)	18	2	20
Итого за 6 семестр			83	10	93
Итого			113	14	127

3. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы

Изучать учебную дисциплину «Диагностика автотранспортных средств» рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них в программе дисциплины. При теоретическом изучении дисциплины студент должен пользоваться соответствующей литературой. Примерный перечень литературы приведен в рабочей программе

Для более полного освоения учебного материала студентам читаются лекции по важнейшим разделам и темам учебной дисциплины. На лекциях излагаются и детально рассматриваются наиболее важные вопросы, составляющие теоретический и практический фундамент дисциплины.

Итоговый продукт: конспект лекций

Средства и технологии оценки: Собеседование

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине.

Темы для самостоятельного изучения:

1. Основные этапы диагностики автомобильных двигателей.

2. Диагностика неисправностей элементов СУД с помощью мотор-тестера и сканера.
3. Диагностика двигателя и его систем с помощью газоанализатора.
4. Диагностика вспомогательных систем двигателя с помощью осциллографа.
5. Диагностика топливной системы бензинового двигателя.
6. Диагностика свечей зажигания.
7. Диагностика антиблокировочной системы тормозов.
8. Диагностика ходовой части автомобилей.
9. Диагностика элементов трансмиссии автомобилей.

3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к практическим занятиям

Итоговый продукт: отчет по практической работе

Средства и технологии оценки: защита отчета

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно, если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине

4.3. Вид практической работы: Курсовой проект

Изучать учебную дисциплину «Диагностика автотранспортных средств» рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них в программе дисциплины. При теоретическом изучении дисциплины студент должен пользоваться соответствующей литературой. Примерный перечень литературы приведен в рабочей программе

Для более полного освоения учебного материала студентам читаются лекции по важнейшим разделам и темам учебной дисциплины. На лекциях излагаются и детально рассматриваются наиболее важные вопросы, составляющие теоретический и практический фундамент дисциплины.

Итоговый продукт: Написание курсового проекта

Средства и технологии оценки: отчет (письменный)

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно, если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине

4. Методические указания

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Диагностика автотранспортных средств», направления подготовки 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.
2. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Диагностика автотранспортных средств», направления подготовки 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

5. Методические указания по подготовке к экзамену

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о

проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются три вопроса (один вопрос для проверки знаний и два вопроса для проверки умений и навыков студента).

Для подготовки по билету отводиться 30 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования справочными таблицами

При проверке лабораторного задания, оцениваются:

- знание параметра;
- последовательность и рациональность выполнения.

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Диагностика электронной системы управления двигателя автомобиля. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту : [учеб.изд.] / Р. Твег. - М. : АСТ, 2003. - 144 с. : ил. - (Авторемонт). - Прил.: с. 83-141. - Библиогр.: с. 142. - ISBN 5-17-017674-0
2. Косенков, А. А. Диагностика неисправностей автоматических коробок передач и трансмиссий : [практ. пособие] / А.А. Косенков. - Ростов н/Д : Феникс, 2003. - 224 с. : ил. - (Библиотека автомобилиста). - ISBN 5-222-03488-7

Перечень дополнительной литературы:

1. Диагностика технического состояния автомобиля. Практикум контролера технического состояния автотранспортных средств : [учеб.пособие] / [А.В. Борилов, В.Б. Дерунов, Г.В. Ткачева и др.]. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 205 с. : ил. - (Профессиональное образование). - На учебнике гриф: Доп.МО. - ISBN 978-5-222-10346-3
2. Диагностика дизельных двигателей : [производ.-практ. изд.] / Г. Гюнтер ; пер. с нем. Ю.Г. Грудского. - М. : ЗАО "КЖИ" "За рулем", 2004. - 176 с. : ил. - (Автомеханик). - Библиогр.: с. 176. - ISBN 5-85907-365-8
3. Диагностика и поиск неисправностей электрооборудования и цепей управления / М. Браун, Д. Раутани, Д. Пэтил ; пер. с англ. С.В. Пряничникова. - М. :Додэка-XXI, 2007. - 328 с. - (Силовая электроника). - Прил.:с. 267-316. - ISBN 978-5-94120-137-2

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань