

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Факультет информационных технологий и управления

Кафедра теоретических основ электротехники

**А. П. Курулёв, П. П. Стешенко**

## **ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ**

*Рекомендовано УМО по образованию  
в области информатики и радиоэлектроники  
в качестве учебно-методического пособия  
для специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника»*

Минск БГУИР 2024

УДК 629.02(076)  
ББК 39.33я73  
К93

Рецензенты:

кафедра автомобильной техники учреждения образования  
«Военная академия Республики Беларусь»  
(протокол № 7 от 05.04.2022 г.);

профессор кафедры технической эксплуатации автомобилей  
Белорусского национального технического университета  
кандидат технических наук, профессор Е. Л. Савич

**Курулёв, А. П.**

К93      Диагностика и ремонт электронных систем управления автомобиля :  
учеб.-метод. пособие / А. П. Курулёв, П. П. Стешенко. – Минск : БГУИР,  
2024. – 136 с. : ил.  
ISBN 978-985-543-700-1.

Представлен материал по условиям эксплуатации механических и электронных устройств автомобиля, а также техническая нормативная документация по их обслуживанию и ремонту. Рассмотрены принципы построения диагностических систем на основе данных бортовой диагностики и с применением персонального компьютера. Представлены типовые примеры диагностики элементов систем управления.

Предназначено для студентов, изучающих дисциплины «Диагностика и ремонт электронных систем управления автомобиля» и «Техническая эксплуатация, диагностика и ремонт автотехники».

**УДК 629.02(076)**  
**ББК 39.33я73**

**ISBN 978-985-543-700-1**

© Курулёв А. П., Стешенко П. П., 2024  
© УО «Белорусский государственный  
университет информатики  
и радиоэлектроники», 2024

## Предисловие

Современные требования к автомобильной технике определяются резким увеличением количества автотранспорта. Эта тенденция выявила ряд дополнительных условий эксплуатации автомобилей, необходимых для обеспечения безопасности движения, снижения выбросов вредных веществ в отработанных газах, снижения шума и вибраций, увеличения комфорта управления водителями с различными физическими возможностями.

Решение указанных проблем реализуется методом совершенствования механических устройств автомобиля, широким внедрением электронных устройств для управления и контроля механических систем. В конструкциях автомобилей все более широкое применение находят электронные системы управления. По прогнозам специалистов в ближайшее десятилетие только 15...18 % изменений в конструкции автомобилей будет затрагивать механику, основные же будут касаться электронных систем управления. Проведение диагностики современного автомобиля без использования средств анализа работы электронных систем управления не может дать достаточно полную информацию о его техническом состоянии.

Автомобильный транспорт в сравнении с другими видами транспорта наносит наибольший вред окружающей среде. Он является мощным источником химического (выделяет в окружающую среду громадное количество ядовитых веществ), шумового и механического загрязнения. Следует подчеркнуть, что с увеличением количества автомобилей уровень вредного воздействия на окружающую среду интенсивно возрастает. Так, если в начале 70-х годов ученые-гигиенисты оценивали долю загрязнений, вносимых в атмосферу автомобильным транспортом, в среднем равной 13 %, то в настоящее время она достигла уже 50 % и продолжает расти. Для городов и промышленных центров, где доля автотранспорта загрязнений значительно выше, этот уровень доходит до 70 % и более, что создает серьезную экологическую проблему, сопровождающую урбанизацию.

Для автомобилей с бензиновыми двигателями, изготавливаемыми и находящимися в эксплуатации в Беларуси, действует ГОСТ 17.2.2.03–87 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения содержания оксида углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями».

Для автомобилей с дизельными двигателями, находящимися в эксплуатации, действует ГОСТ 21393–75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений. Требования безопасности» с изменением № 2, распространяющим стандарт на автомобили и автобусы с дизельными двигателями.

В настоящем пособии рассматриваются механические устройства и электронные системы управления современных автомобилей, условия их эксплуатации, оборудование для проведения диагностических и ремонтных работ, технико-экономические обоснования затрат на обслуживание автомобилей.

## Список сокращений и условных обозначений

АКБ – аккумуляторная батарея  
АТП – автотракторное предприятие  
ВР – восстановительный ремонт  
ГРМ – газораспределительный механизм  
Д-1 – общее диагностирование  
Д-2 – поэлементное (углубленное) диагностирование  
ДВС – двигатель внутреннего сгорания  
ЕО – ежедневное обслуживание  
КПД – коэффициент полезного действия  
КТП – контрольно-технический пункт  
КШМ – кривошипно-шатунный механизм  
КР – капитальный ремонт  
НТД – нормативно-техническая документация  
ПК – персональный компьютер  
РР – регламентированный ремонт  
СО – сезонное обслуживание  
СТД – средства технического диагностирования  
СТО – станция технического обслуживания  
ТД – техническая документация  
ТН – техническая норма  
ТО – техническое обслуживание  
ТР – текущий ремонт  
ТРЭА – транспортируемая радиоэлектронная аппаратура  
ТС – техническое состояние  
ЭБУ – электронный блок управления  
ЭСУД – электронная система управления двигателем  
ШИМ – широтно-импульсная модуляция  
ABS – антиблокировочная система  
ASR – антипробуксовочная система  
CAN – Controller Area Network (шина бортового контроллера связи)  
CMP – индуктивный датчик положения распределительного вала  
DTC – Diagnostic Trouble Code (сложный диагностический код)  
ECT – датчик положения дроссельной заслонки двигателя  
EGR – клапан системы рециркуляции отработанных газов  
EOBD – European On Board Diagnostic (европейское бортовое диагностическое оборудование)  
EVAP – электромагнитный клапан продувки угольного адсорбера  
Gateway – межсетевой интерфейс  
GOBD – Global On Board Diagnostic (глобальное бортовое диагностическое оборудование)  
IAC – устройство стабилизации оборотов холостого хода

IAT – датчик температуры всасываемого воздуха  
ISO – International Standards Organization (Международная организация стандартов)  
K<sub>r</sub> – чувствительность диагностического параметра  
MAF – цифровой датчик термометрического измерения массы воздуха  
MAP – цифровой датчик абсолютного давления во впускном трубопроводе  
OBD – On Board Diagnostic (бортовое диагностическое обеспечение)  
PWM – Pulse Width Modulation (широтно-импульсная модуляция)  
SAE – Society of Automotive Engineers (Ассоциация автомобильных инженеров)  
GOBD – Global On Board Diagnostic (глобальное бортовое диагностическое оборудование)  
VSS – индуктивный датчик скорости движения автомобиля  
VPW – Variable Pulse Width (модуляция с переменной шириной импульса)

# 1. Условия эксплуатации автомобиля

## 1.1. Требования к системам и устройствам автомобиля

Оборудование автомобиля год от года становится все более совершенным. Появляются новые устройства, способные в большем объеме и с более высокой скоростью выполнять поставленные задачи. Механизмы наделяются все более интеллектуальными логическими функциями, становятся сложнее схемотехнически.

В настоящее время в автомобилях используются сложные компьютеризированные системы управления, которые требуют от обслуживающего персонала внедрения новых средств диагностического контроля и тестирования.

Автомобиль сегодня является сложнейшим комплексом отдельных автономных систем на основе вычислительных средств управления, и каждая автономная система должна быть снабжена собственными средствами контроля, управления и диагностики на основе бортового компьютера.

*Основными приборами* для диагностики состояния автомобиля в настоящее время являются:

- комплект для измерения давления топлива;
- компрессомер (или компрессограф);
- тестер утечек;
- универсальный вакуумметр;
- мультиметр;
- стробоскоп;
- тестер форсунок;
- тестер систем холостого хода;
- имитатор сигналов исправных датчиков;
- тестер компонентов системы зажигания;
- газоанализатор;
- портативный или консольный мототестер;
- сканер.

Первые приборы для измерения электрических параметров стали использоваться при обслуживании двигателей тогда, когда автомобили начали активно оснащать бортовой сетью с ее характерными компонентами: АКБ, стартером и генератором, системой искрового зажигания с высоковольтной катушкой и прерывателем-распределителем.

С помощью этих приборов измерялись: частоты вращения коленчатого вала (обороты двигателя); угол замкнутого состояния контактов прерывателя; переменная составляющая пульсаций генератора; напряжение в разных точках (например, на прерывателе). По сути эти приборы представляли собой видоизмененные амперметры, вольтметры и тахометры.

Проблемы эксплуатации устройств и систем автомобиля обусловили создание новых (на современной элементной базе) средств технического диагностирования:

- неавтоматизированных;
- автоматизированных;
- локальных;
- комплексных;
- стационарных;
- переносных.

Современные системы автомобиля работают в условиях дестабилизирующих факторов, которые в основном являются случайными величинами:

- частота вращения коленвала;
- скорость движения и ускорения;
- движущаяся масса;
- угол подъема или спуска;
- температура и влажность окружающей среды.

На надежность автомобиля также влияют:

- изменение температуры окружающей среды и самого автомобиля;
- высокая влажность среды с частыми переходами точек росы;
- виброударные нагрузки в диапазоне частот 10...2000 Гц с виброускорением около 10...150 Гц;
- изменение напряжения бортовой среды;
- сила токов нагрузки;
- потребляемые и рассеиваемые мощности;
- частота следования рабочих циклов;
- электродинамические нагрузки.

Соединение механических, электронных и информационных технологий в системе управления автомобилем называется **механотроникой**.

На параметры механотроники влияют:

- вибрации;
- температурные перепады;
- сырость и грязь, которые ускоряют старение и уменьшают срок службы, а значит, и долговечность автомобиля.

Вновь разрабатываемая транспортируемая электронная аппаратура в системе управления автомобилем должна отвечать следующим требованиям:

- тактико-техническим;
- конструктивно-технологическим;
- эксплуатационным;
- надежностным;
- экономическим.

1. **Тактико-технические** требования содержатся в техническом задании (ТЗ) на аппаратуру и включают в себя такие характеристики, как вид измеряемой физической величины, диапазон измерений, точность измерений, быстро-

действие, объем памяти для регистрации данных, точность выполнения вычислительных операций и т. д.

Данные требования удовлетворяются в основном на ранних этапах разработки аппаратуры.

## 2. Конструктивно-технологические требования:

- обеспечение функционально-узловой принципа построения конструкции;
- технологичность конструкции;
- минимальная номенклатура комплектующих элементов;
- минимальные габариты и масса;
- защита от воздействия климатических факторов;
- ремонтпригодность.

*Функционально-узловой принцип* конструирования устройств и систем заключается в разбиении их на функционально законченные узлы, выполненные в виде конструктивно-технологических единиц, что позволяет автоматизировать процессы изготовления и контроля конструктивных единиц, упростить их сборку, наладку и ремонт.

*Технологичность конструкции* определяется рациональным выбором ее структуры, то есть структура должна быть разработана с учетом автономного, отдельного изготовления и наладки основных элементов, узлов, блоков. Конструкция тем более технологична, чем меньше доводочных и регулировочных операций приходится выполнять после окончательной ее сборки.

Понятие технологичности тесно связано с понятием *экономичности* воспроизведения конструкции в условиях производства. Наиболее технологичные конструкции аппаратуры являются и наиболее экономичными как с точки зрения материальных ресурсов и рабочей силы, так и с точки зрения сокращения сроков освоения в производстве. Для технологичных конструкций характерны взаимозаменяемость, регулируемость, контролепригодность, инструментальная доступность элементов и узлов.

Аппаратура считается более технологичной, если в ней максимально используются унифицированные, нормализованные, стандартные детали и материалы, то есть предусматривается минимальная номенклатура комплектующих изделий и полуфабрикатов.

Конструкция должна иметь минимальные габариты и массу, которые ограничиваются размерами и мощностью автомобиля.

В конструкции необходимо предусматривать меры защиты от воздействия *климатических факторов*.

*Ремонтпригодность* – качество конструкции, заключающееся в возможности восстановления ее работоспособности и поддержания заданной долговечности.

Для повышения ремонтпригодности в конструкции аппаратуры предусматривают:

- доступ к конструктивным элементам для осмотра и замены без предварительного удаления других элементов;



– наличие контрольных точек для подсоединения измерительной аппаратуры для ее настройки и контроля.

3. К **эксплуатационным** требованиям относят:

- простоту управления и обслуживания;
- различные меры сигнализации об опасных режимах работы (выход из строя, обрыв, отсутствие заземления и т. д.);
- наличие аппаратуры, обеспечивающей профилактический контроль и наладку конструктивных элементов (стенды, имитаторы сигналов и т. д.);
- обеспечение условий нормальной работы водителя;
- соответствие современным эргономическим требованиям и требованиям инженерной психологии.

4. К требованиям по **надежности ТРЭА** относят обеспечение:

- вероятности безотказной работы;
- наработки на отказ;
- среднего времени восстановления работоспособности.

*Вероятность безотказной работы* – это вероятность того, что в заданном интервале времени при заданных режимах и условиях работы устройства не произойдет ни одного отказа.

*Наработка на отказ* – это средняя продолжительность работы аппаратуры между отказами.

*Среднее время восстановления работоспособности* – это среднее время, затрачиваемое на обнаружение и устранение одного отказа.

*Долговечность* – это продолжительность работы аппаратуры до полного износа с необходимыми перерывами для технического обслуживания (ТО) и ремонта. *Полный износ* – это состояние конструкции, не позволяющее ее дальнейшую эксплуатацию.

*Сохраняемость* – это способность аппаратуры сохранять все технические характеристики после заданного срока хранения и транспортирования.

5. К **экономическим** требованиям относят минимально возможные затраты времени, труда и материальных средств на разработку, изготовление и эксплуатацию.

Для универсальных встраиваемых в автомобиль устройств наиболее важными требованиями являются:

- высокая надежность;
- малая стоимость в серийном производстве;
- способность работать практически во всех известных условиях эксплуатации;
- ремонтпригодность;
- малые габариты, масса и потребляемая мощность.

## ***1.2. Положение об обслуживании и ремонте автомобиля***

В Положении об электротехническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта использованы следующие **термины**:

- техническое состояние автомобиля;
- техническое обслуживание;
- текущий ремонт;
- регламентный ремонт;
- капитальный ремонт;
- восстановительный ремонт.

**1. Техническое состояние** автомобиля – это состояние в определенный момент времени, которое характеризуется значениями параметров, установленными техническими нормами (ТН) и технической документацией (ТД).

Виды технического состояния:

– *исправное*, при котором автомобиль соответствует всем требованиям ТН и ТД;

– *неисправное*, при котором автомобиль не соответствует хотя бы одному из требований ТН и ТД;

– *работоспособное*, при котором значения всех параметров автомобиля, характеризующих способность выполнять перевозку пассажиров, соответствуют требованиям ТН и ТД;

– *неработоспособное*, при котором значение хотя бы одного параметра автомобиля, характеризующего способность выполнять перевозку пассажиров, не соответствует требованиям ТН и ТД;

– *предельное*, при котором дальнейшая эксплуатация автомобиля недопустима или нецелесообразна, либо восстановление работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Кроме вышперечисленных состояний в Положении указываются следующие события и свойства, характеризующие автомобиль:

– *отказ* – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния автомобиля;

– *повреждение* – событие, заключающееся в нарушении исправного состояния автомобиля при сохранении работоспособного состояния;

– *наработка между отказами* – наработка автомобиля в километрах пробега от восстановления его работоспособного состояния после отказа до возникновения следующего отказа;

– *надежность* – свойство, позволяющее автомобилю сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые действия в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортировки;

– *безотказность* – свойство, позволяющее автомобилю непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение определенного времени или наработки.

**2. Техническое обслуживание** автомобиля – это комплекс операций по поддержанию его работоспособности или исправности при использовании по назначению, хранении и транспортировке.

Техническое обслуживание характеризуется:

– *периодичностью*, то есть интервалом времени или наработкой в километрах между одним видом ТО автомобиля и таким же последующим видом ТО или другим (большей сложности);

– *продолжительностью*, то есть календарным временем проведения одного технического обслуживания данного вида.

**3. Ремонт** – это комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности автомобиля, восстановлению его ресурса или ресурса составных частей.

Виды ремонта:

– текущий;

– регламентный;

– капитальный;

– восстановительный.

**Текущий ремонт** – это ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности автомобиля и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных его частей.

Виды текущего ремонта:

– *ремонт малой трудоемкости* (выполняется совместно с ТО);

– *модернизация* – это совокупность работ по усовершенствованию автомобиля путем замены его конструктивных элементов и систем более эффективными; модернизация приводит к повышению технического уровня и экономических характеристик автомобиля;

– *реконструкция* – это совокупность работ по полному или частичному переоборудованию автомобиля, приводящая к изменению его технологической схемы на основе замены морально устаревших или физически изношенных частей для достижения более высоких качественных и (или) количественных показателей использования автомобиля;

– *частичная ликвидация* – это совокупность работ по выводу из эксплуатации части автомобиля с соответствующим изменением его технико-экономических показателей;

– *дооборудование* – это совокупность работ по дополнению технологической схемы автомобиля конструктивными элементами и системами, обеспечивающими его дополнительные возможности или улучшающими качественные и (или) количественные технико-экономические показатели;

– *внеплановый ремонт* – это ремонт автомобиля, выполняемый с целью устранения отказов.

**Регламентированный ремонт** – это ремонт автомобиля, выполняемый с периодичностью и в объеме, установленными в эксплуатационной документации, независимо от технического состояния автомобиля в момент начала ремонта.

**Капитальный ремонт** – это ремонт автомобиля, выполняемый для полного восстановления исправности и ресурса автомобиля, с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые.

**Восстановительный ремонт** – это ремонт автомобиля, осуществляемый с целью восстановления функциональной исправности автомобиля и его составных частей, не подлежащих капитальному ремонту из-за физического износа или аварии.

Кроме вышеперечисленных терминов в Положении дается описание таких определений, как:

– *техническое диагностирование* (для определения технического состояния автомобиля и его составных частей);

– *трудоемкость* ТО или ремонта (для определения трудозатрат на проведение одного ТО (ремонта) автомобиля);

– *ресурс* – суммарная наработка автомобиля и его составных частей от начала эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние;

– *остаточный ресурс* – суммарная наработка автомобиля и его составных частей от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние;

– *нормативный ресурс* – ресурс, установленный техническими условиями изготовителя автомобиля;

– *восстановление* – процесс перевода автомобиля в работоспособное состояние из неработоспособного;

– *агрегатный (обезличенный) метод ремонта* – метод ремонта, при котором неисправные агрегаты автомобиля заменяются новыми или заранее отремонтированными.

### ***1.3. Климатические зоны эксплуатации автомобиля***

Общая классификация климатических зон Земли основывается на средних значениях температуры и влажности в различные климатические периоды (лето, зима).

Так, для *умеренного* климата средняя температура летом равна +25 °С, зима – от +4 до –45 °С. Для *экваториального* летом – +24 °С, зимой – +26 °С. Для *субэкваториального* летом – +30 °С, зимой – +15 °С. Для *тропического* летом – +25 °С, зимой – +45 °С. Для *субтропического* летом – +30 °С, зимой – +5 °С. Для *полярного* летом – 0 °С, зимой – –40 °С. Влажность во всех зонах изменяется от 45 до 98 %.

В соответствии с климатическими зонами определяется максимальная температура для устройств автомобиля.

В табл. 1.1 приведены температурные и атмосферные условия эксплуатации автомобиля.

Указанные влияния (как, например, различные климатические зоны) должны учитываться при разработке конструкции автомобиля.

Таблица 1.1

Климатические зоны эксплуатации автомобилей

Температурные и атмосферные условия	Значение
Максимальная температура окружающей среды для аппаратуры, устанавливаемой: – на двигателе и в моторном отсеке – в кабине или снаружи	от 70 до 100 °С от 55 до 65 °С
Максимальная температура окружающей среды для аппаратуры, включаемой только после предпускового подогрева, устанавливаемой: – на двигателе и в моторном отсеке – в кабине или снаружи	от –40 до –20 °С от –50 до –15 °С
Относительная влажность воздуха для всей аппаратуры автомобиля при температуре (40 ± 2) °С	(95 ± 3)%
Максимальное давление для всей аппаратуры автомобиля (на высоте 4000 м над уровнем моря)	61кПа

#### **1.4. Влияние условий эксплуатации на режим работы и надежность автомобиля**

В табл. 1.2 показано влияние типичных дорожных условий на эксплуатацию автомобиля.

Таблица 1.2

Влияние дорожных условий на эксплуатацию автомобиля

Показатель	Материал дорожного покрытия				
	Цементобетон, асфальтобетон	Битумино-минеральные смеси	Щебень, гравий	Булыжник, укрепленный грунт	Естественный грунт
1	2	3	4	5	6
Средняя скорость автомобиля, км/ч	76	56	36	27	20

Окончание табл. 1.2

1	2	3	4	5	6
Средняя частота вращения ротора генератора, мин <sup>-1</sup>	3650	3000	2250	2150	2000
Максимальная частота вращения ротора генератора, мин <sup>-1</sup>	6500	6000	5000	5000	4000
Число колебаний подвески с амплитудой более 30 мм (ускорение в месте крепления генератора)	68 (25 g)	128 (25...30 g)	214 (30...40 g)	352 (40...50 g)	625 (50 g)

В табл. 1.3 приведены примеры влияния квалификации водителя на параметры режима работы и надежность автомобиля.

Таблица 1.3

Влияние квалификации водителя на режим работы и надежность автомобиля

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

В табл. 1.4 приведены типовые условия эксплуатации легковых автомобилей.

Таблица 1.4

Типовые условия эксплуатации автомобилей

Тип транспортного средства	Типовые условия эксплуатации	Категория эксплуатации	Сменность работы	Средняя скорость, км/ч	Средняя интенсивность эксплуатации за год	
					ч	тыс. км
Легковые автомобили	Такси	III	2	35...38	2000	70...75
	Индивидуальный транспорт	III	—	27...30	1100	30...35

В табл. 1.5 приведены допустимые значения вибрации для агрегатов легкового автомобиля.

Таблица 1.5

Допустимые значения вибрации

Изделия	Частота вибраций при испытании, Гц		Максимальное ускорение (замедление), м·с <sup>2</sup>	Продолжительность испытаний
	периодические значения	типовые значения		
Устанавливаемые на двигатель	50	50...250	100/150	8 ч/1000 ударов
Остальные	50	50...250	50/100	8 ч/1000 ударов
<i>Примечание.</i> В числителе приведены данные для вибрационной нагрузки, в знаменателе – для ударной.				

В табл. 1.6 приведены допустимые значения напряжения для аномальных и нормальных режимов эксплуатации автомобиля.

Таблица 1.6

Допустимые значения напряжения

Номинальное напряжение, В	Уровень напряжения (мгновенные значения), В, при длительности, мкс, не более				
	0,3	10	$0,3 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$300 \cdot 10^{-3}$
Аномальные режимы эксплуатации					
14 (12)	50/-20	112/-28	62/0	42/3	21/6
28 (24)	150/-56	112/-56	84/0	58/7	42/14
Нормальные режимы эксплуатации					
14 (12)	42/6	42/6	28/6	23/8	17,5/10,5
28 (24)	56/14	56/14	56/14	45/15,5	35/21
<i>Примечание.</i> В числителе указаны максимальные значения, в знаменателе – минимальные.					

Указанные значения напряжения должны учитываться при разработке конструкции автомобиля.

### 1.5. Факторы, влияющие на износ и отказ устройств автомобиля

В процессе эксплуатации автомобиля в результате воздействия на него целого ряда факторов происходит необратимое ухудшение его технического состояния, связанное с изнашиванием и повреждением его деталей, а также изменением их свойств.

1. **Температурные условия** влияют на место установки ТРЭА, расположение источников внешнего подогрева, выделение тепла активными элементами внутри автомобиля. Необходимо, чтобы температура нагрева чувствительных радиоэлементов находилась в допустимых пределах.

Резкое изменение температуры окружающей среды, называемое *тепловым ударом*, исчисляется минутами, а ее перепад – десятками градусов. Тепловой удар способствует образованию микротрещин.

2. **Влажность** – один из наиболее агрессивных воздействующих факторов, который проявляется при погружении аппаратуры в воду, воздействии капель, дождя и брызг, водяных паров, образовании росы и инея. Влажность способствует коррозии металлических деталей, старению неметаллов, изменению характеристик изоляторов.

Вода в атмосфере почти всегда загрязнена активными веществами (углекислыми и сернистыми солями кальция, магния, железа и др.), что способствует появлению коррозии. Выпадение росы на поверхности происходит при определенной температуре (точка росы), значение которой зависит от влажности атмосферы (табл. 1.7).

Таблица 1.7

Корреляция относительной влажности и температуры воздуха при выпадении росы

Относительная влажность, %	Точка росы, °С
100	15,5
80	12,1
60	7,8
40	2
20	-6,6

3. **Давление** воздушной среды и диапазон его изменений зависит от высоты над уровнем моря того места, где эксплуатируется аппаратура. На высоте 5 км давление воздуха может падать до 40 кПа. При этом в аппаратуре ухудшается теплообмен, повышается ионизация воздуха и образование химически активных ионов.

4. **Атмосферная пыль** содержит углекислые и сернокислые соли и хлориды, которые, взаимодействуя с влагой, ускоряют процессы коррозии. Атмосферная пыль способствует утечке зарядов и может вызвать пробой между контактами с высоким потенциалом. Стандартами определены три уровня концентрации пыли: 0,18, 1 и 2 г/м<sup>3</sup>.

5. **Грибковые образования (плесень)** выделяют лимонную, уксусную, щавелевую кислоты и другие химические вещества, под действием которых ухудшаются электроизоляционные свойства полимерных материалов.

6. **Механические факторы.** В процессе транспортирования и эксплуатации аппаратура автомобиля подвергается воздействию вибраций. Особо опасны вибрации, частота которых близка к собственным частотам колебаний узлов и элементов конструкции автомобиля.



Способность аппаратуры противодействовать влиянию вибраций характеризуется вибропрочностью и виброустойчивостью.

*Вибропрочность* – способность аппаратуры противостоять разрушающему воздействию вибрации в нерабочем состоянии и нормально работать после снятия вибрационных нагрузок.

*Виброустойчивость* – способность аппаратуры выполнять заданные функции во включенном состоянии в условиях воздействия вибраций.

*Вибрации* характеризуются диапазоном частот (в герцах) и величиной ускорения (в единицах  $g$ ).

Явление удара возникает в конструкции аппаратуры при быстрых изменениях ускорения. Удар характеризуется ускорением (в единицах  $g$ ), длительностью и числом ударных импульсов. Различают удары одиночные и многократные.

При воздействии вибрации и ударных нагрузок на аппаратуру в ней возникают статические и динамические деформации. Ударно-вибрационные нагрузки воздействуют на элементы конструкции через их точки крепления. Детали крепления элементов в определенной мере являются демпферами, ослабляющими действие источника вибраций.

**7. Акустический шум** от внешних источников характеризуется давлением звука, мощностью колебаний источника звука, силой звука, спектром звуковых частот. Акустический шум подвергает механическим нагрузкам практически в равной степени все элементы конструкции автомобиля. Действие акустического шума более разрушительно, чем действие ударно-вибрационных нагрузок.

Основными последствиями воздействия акустических шумов на конструкцию автомобиля являются: изнашивание, пластические деформации, усталостные разрушения, коррозия, изменение физических и химических свойств материала деталей (старение), подверженность солнечной радиации.

*Изнашивание* – это процесс разрушения и отделения материала с поверхности деталей и (или) накопления остаточных деформаций при их трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы взаимодействующих деталей, их объема и массы.

*Пластические деформации* и разрушение деталей автомобиля связаны с достижением или превышением пределов прочности пластичных (сталь) или хрупких (чугун) материалов. Иногда пластическим деформациям деталей предшествует их изнашивание, приводящее к изменению геометрических размеров и снижению запаса прочности.

*Усталостное разрушение* деталей возникает при циклических нагрузках, превышающих предел выносливости в определенных местах (например, у рессор и полуосей при длительной эксплуатации автомобиля в экстремальных условиях).

*Коррозия* возникает на поверхностях деталей в результате химического или электрохимического взаимодействия материала деталей с агрессивной окружающей средой, приводящего к окислению (ржавчине) металла.

Наиболее сильно способствуют коррозии соли, используемые на дорогах в зимнее время, отработавшие газы и влага на металлических поверхностях скрытых полостей автомобиля.

*Старение* – это изменение физико-химических свойств материалов деталей автомобиля в процессе эксплуатации и при хранении под действием внешней среды (нагрев или охлаждение, влажность, солнечная радиация). В результате старения резинотехнические материалы теряют эластичность и растрескиваются, наблюдаются окислительные процессы топлива и масел.

*Солнечная радиация* вызывает старение пластиков и эластомеров, это должно учитываться при конструировании наружных элементов автомобиля.

Так как электрооборудование автомобиля работает в широких диапазонах температур, давлений, влажности и вибраций, то иногда появляются «кочующие», то есть самопроизвольно возникающие и исчезающие, неисправности, которые водитель определяет по «поведению» автомобиля.

## 2. Техническое обслуживание автомобиля

### 2.1. Методы технического обслуживания автомобиля

**Техническое обслуживание (ТО)** – это комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности автомобиля.

В зависимости от периодичности и перечня работ ТО автомобиля подразделяется на следующие виды:

- ежедневное техническое обслуживание (ЕО);
- техническое обслуживание после обкатки (ТО-1000, ТО-2000);
- первое техническое обслуживание (ТО-1);
- второе техническое обслуживание (ТО-2);
- сезонное техническое обслуживание (СО).

Все виды ТО автомобиля выполняются по полному перечню работ согласно техническим нормативно-правовым актам (ТНПА) и технологической документации (ТД).

*Ежедневное обслуживание* включает:

- контрольные работы: контроль технического состояния деталей, аппаратов, узлов и агрегатов, обеспечивающих работоспособность автомобиля, безопасность дорожного движения, пожаробезопасность; контроль автомобиля в целом;
- уборочно-моечные работы;
- смазочные, очистительные и заправочные работы;
- контрольно-осмотровые работы: проверка состояния автомобиля и его комплектности; проверка состояния кузова, зеркал заднего вида, номерных знаков, запоров капота и багажника; проверка действия контрольно-измерительных приборов, приборов освещения и сигнализации, стеклоочистителей; проверка герметичности системы охлаждения, смазочной системы, системы питания, гидравлического привода тормозов, свободного хода рулевого колеса.

ТО после обкатки, ТО-1 и ТО-2 включают *комплекс операций*:

- предупреждающих и выявляющих неисправности;
- уменьшающих интенсивность изнашиваемости деталей автомобиля;
- снижающих перерасход топлива и эксплуатационных материалов;
- уменьшающих отрицательное воздействие на окружающую среду.

*Периодичность ТО-1* в зависимости от вида и года выпуска автомобиля составляет от 2,5 до 22,5 тыс. км.

*Периодичность ТО-2* в зависимости от вида и года выпуска автомобиля составляет от 10 до 45 тыс. км.

Фактическая периодичность проведения ТО автомобилей может отличаться от нормативной не более чем на  $\pm 15\%$ .

*Сезонное обслуживание (СО)* автомобиля выполняется два раза в год: при переходе к весенне-летнему или осенне-зимнему периодам эксплуатации для подготовки автомобиля к безотказной работе в новых условиях. Проведение

СО, как правило, совмещают с проведением ТО-2. Нормативы трудоемкости СО составляют 20 % от трудоемкости ТО-2.

В состав работ по СО входят работы, выполняемые при плановом ТО-2. Кроме того, дополнительно производится:

- проверка систем питания, охлаждения двигателя, отопления и вентиляции салона; проверка электрооборудования;
- замена масел на виды, соответствующие наступающему сезону эксплуатации;
- отключение или подключение системы отопления;
- доводка плотности электролита АКБ до необходимого порядка, зарядка и подзарядка АКБ;
- проверка герметичности кузова и утепления кабины водителя;
- проверка аппаратов пневмосистемы к наступающему сезону эксплуатации;
- проверка состояния системы пожаротушения;
- проверка герметичности антиблокировочной (ABS) и антипробуксовочной (ASR) систем.

## ***2.2. Организация технического обслуживания автомобиля***

Техническое обслуживание автомобилей проводят согласно графику, в котором учитываются следующие факторы: среднесуточный пробег, нормативы периодичности ТО и условий эксплуатации автомобиля.

Работы по ТО ведут бригадными или агрегатно-участковым методом.

*Бригадный метод* организации ТО предусматривает создание бригад для выполнения работ в объеме ТО-1, ТО-2 и текущего ремонта. Бригады проводят работы по обслуживанию всех агрегатов автомобиля.

*Агрегатно-участковый метод* применяют при больших объемах ТО. Он проводится на отдельных производственных участках, например, для выполнения работ по обслуживанию двигателя, трансмиссии и т. д. Наиболее распространен поточный способ производства на поточной линии, оборудованной конвейером.

Оборудование для ТО автомобиля: уборочно-моечное, подъемно-транспортное, смазочно-заправочное.

*Уборочно-моечное оборудование* размещают на постах линии обслуживания. Основа его – механизированная щеточная моечная установка струйного типа. Такая установка состоит из двух секций предварительного и окончательного обмыва, рамок смачивания и ополаскивания, насосной станции и аппаратного шкафа. В установке автомобиль перемещается с помощью конвейера, но может двигаться и своим ходом.

*Щеточная моечная установка* струйного типа состоит из рамы, на которой в перемещающихся каретках на каждой из двух сторон закреплены две вертикальные вращающиеся щетки для обмыва передних, боковых и задних поверхностей автомобиля. Для обмыва капота и крыши кузова автомобиля на вертикаль-

ных стойках рамы установлена горизонтальная вращающаяся щетка. Вращение щеток осуществляется с помощью индивидуальных электродвигателей.

*Осмотровые каналы* обеспечивают удобный подход к автомобилю снизу и предназначены для различных способов размещения, установки и фиксации автомобиля. По ширине каналы бывают узкие (то есть меньше габаритной ширины автомобиля) и широкие (используются при большой ширине автомобиля).

### **2.3. Диагностирование технического состояния автомобиля**

Диагностирование позволяет оценить техническое состояние автомобиля в целом и отдельных его агрегатов и узлов без их разборки с целью выявления неисправностей, для устранения которых необходимы регулировочные или ремонтные работы, а также прогнозирования ресурса надежной работы автомобиля.

Диагностирование автомобиля осуществляется с помощью специального оборудования – стендов с беговыми барабанами, имитирующими движение по дорожному покрытию. Для легковых автомобилей используются стенды С-443 и КЕН-9800.

Диагностирование подразделяют на два основных вида: общее (Д-1) и поэлементное, углубленное (Д-2).

При *общем* диагностировании (Д-1) определяют техническое состояние узлов и агрегатов, обеспечивающих безопасность движения, и оценивают пригодность автомобиля к дальнейшей эксплуатации.

При *поэлементном* диагностировании (Д-2) выявляют неисправности, прогнозируют ресурс исправной работы и устанавливают объемы регулировочных и ремонтных работ, необходимых для поддержания исправного состояния автомобиля до очередного ТО-2.

Типовой набор инструментов для проведения технического обслуживания автомобиля приведен на рис. 2.1.

Для проведения ремонтных работ электрических и электронных устройств автомобиля используются *цифровые мультиметры* (рис. 2.2), которые позволяют измерять параметры электрических цепей (сопротивление, постоянное и переменное значения напряжения и тока).



Рис. 2.1. Набор инструментов для проведения технического обслуживания и диагностирования

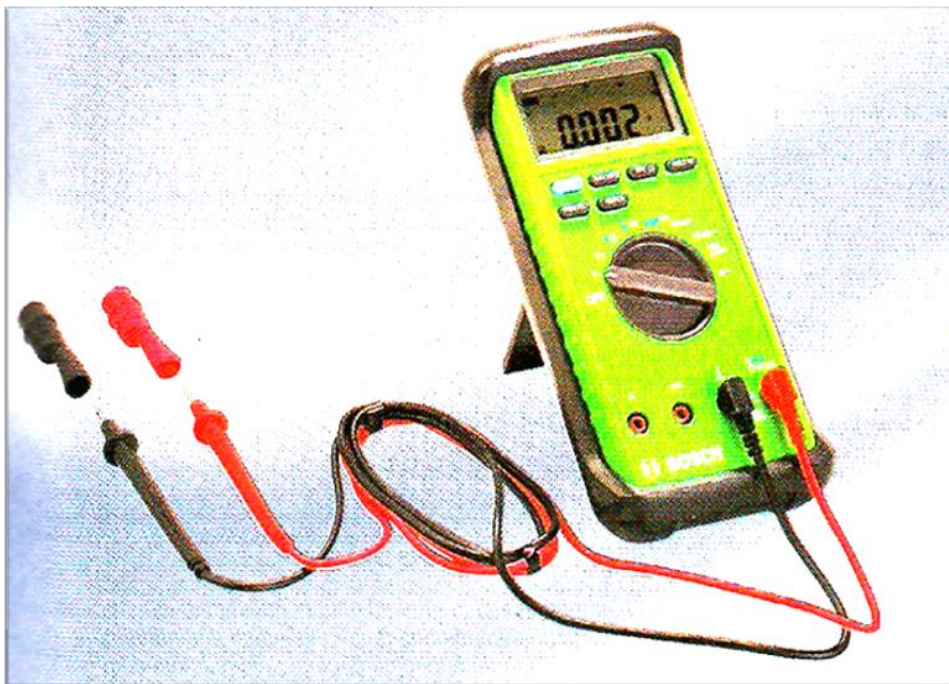


Рис. 2.2. Цифровой мультиметр

Оценку параметров динамических сигналов проводят с помощью *мобильного осциллографа* (рис. 2.3). В качестве осциллографа применяют планшет или персональный компьютер со специальным обеспечением.

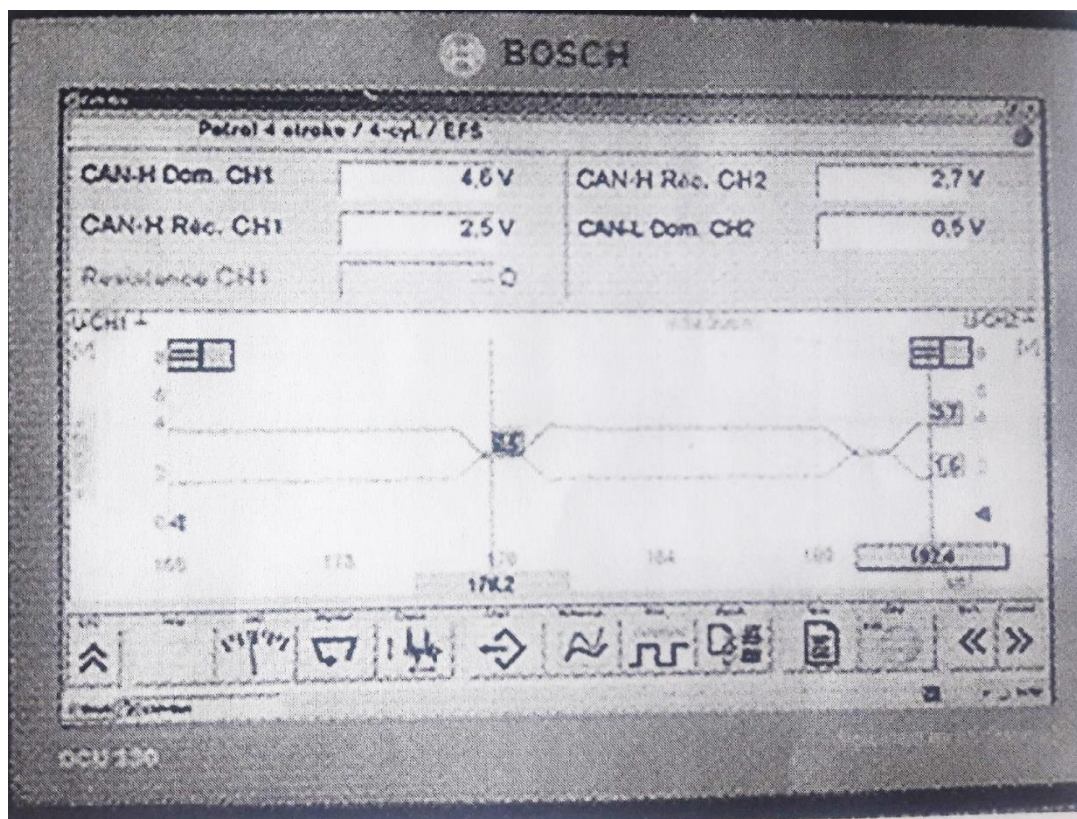


Рис. 2.3. Мобильный осциллограф

## 2.4. Оборудование для ремонтно-восстановительных работ

*Балансировочный станок* (рис. 2.4) предназначен для динамической балансировки колес легковых автомобилей. Диаметр колеса и расстояние до обода определяются измерительной линейкой и вводятся в микропроцессорный блок, который имеет программы калибровки и балансировки колес разных размеров.

Станок оборудован электромеханическим приводом и управляется с помощью электронной панели контроля.

Станок имеет следующие параметры: напряжение питания – 380 В; частота вращения – 400 об/мин; точность балансировки – 1 г; диаметр диска – от 9 до 26 дюймов; ширина диска – от 3 до 16 дюймов; максимальный вес колеса – до 65 кг; масса – 130 кг.

*Электровулканизатор* модели Ш-113 (рис. 2.5) предназначен для ремонта камер и наружных повреждений покрышек автомобиля, а также для изготовления фланцев вентилях и вулканизации их к камерам.

Электровулканизатор имеет следующие параметры: напряжение питания – 220 В; мощность – 970 Вт; масса – 55 кг.



Рис 2.4. Станок балансировки колес



Рис. 2.5. Электровулканизатор для ремонта камер и наружных повреждений покрышек

*Станок для правки дисков* мощностью 500 Вт (рис. 2.6) предназначен для реставрации деформированных закраин и полок обода колеса (шириной от 4 до 6,5 дюймов и диаметром от 12 до 16 дюймов).

Особенности станка:

– установка колеса на шпиндель осуществляется при помощи универсального переходного фланцевого адаптера для любых дисков с четырьмя или пятью отверстиями;

– станок оборудован силовым дископравным блоком из шести роликов;

– станок комплектуется дополнительным фланцем для крепления колес автомобиля (фланец – стационарный с электромеханическим реверсивным приводом вращения колес и ручным винтовым приводом подачи роликов).

*Контрольно-испытательный стенд* модели Э-242 (рис. 2.7) предназначен для контроля и регулировки снятого с автомобиля электрооборудования: генераторов, стартеров, реле-регуляторов, тяговых реле стартеров, реле-прерывателей, коммутационных реле, электроприводов агрегатов автомобиля, обмоток якорей, полупроводниковых приборов, резисторов.





Рис. 2.6. Станок для правки дисков



Рис. 2.7. Контрольно-испытательный стенд для контроля и регулировки снятого с автомобиля электрооборудования

*Станок для расточки тормозных барабанов и обточки накладок модели Р-185 (рис. 2.8) имеет следующие характеристики: скорость шпинделя – 40, 60 и 100 об/мин; электропитание – 380 В; мощность – 1,1 кВт; масса – 400 кг.*

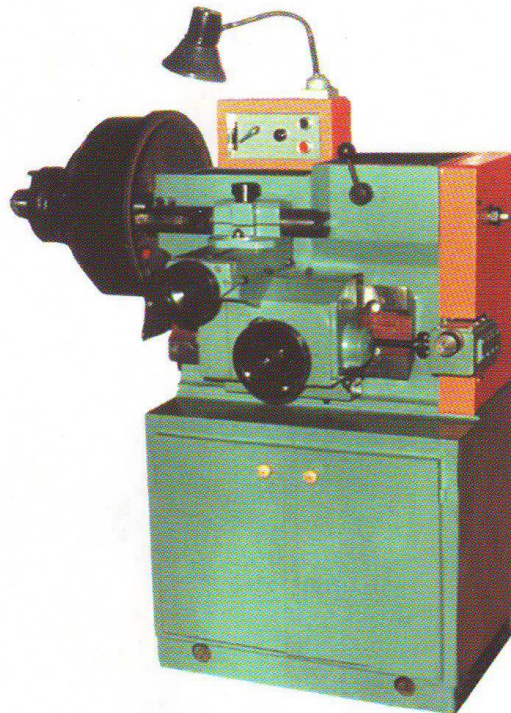


Рис. 2.8. Станок для расточки тормозных барабанов и обточки накладок

*Станок для шлифовки фасок и торцов клапанов модели Р-186 (рис. 2.9) с диаметром стержня 5...18 мм имеет шлифкруг 150 мм. Частота вращения 3000 об/мин; электропитание – 380 В; мощность – 120...250 Вт.*

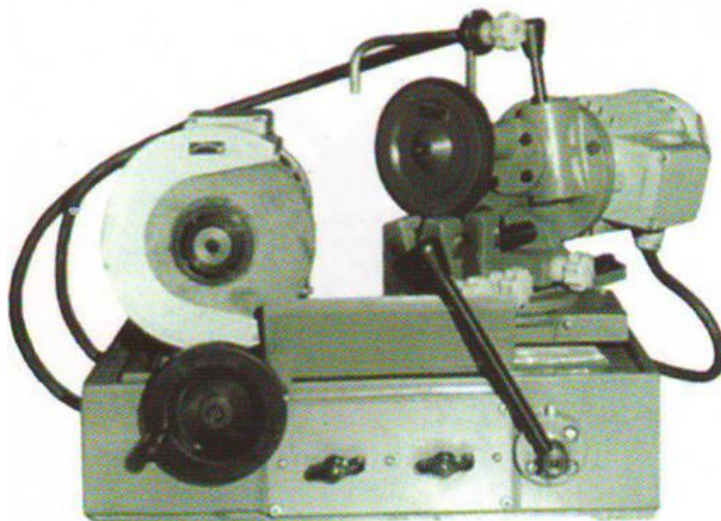


Рис. 2.9. Станок для шлифовки фасок и торцов клапанов

## ***2.5. Линия технического контроля автомобиля***

*Линия технического контроля (ЛТК-3Л-СП-11) легковых автомобилей, микроавтобусов и мини-грузовиков с нагрузкой на ось до 3 т (рис. 2.10) оснащена персональным компьютером, принтером, пультом дистанционного управления.*



Рис. 2.10. Линия технического контроля ЛТК-3Л-СП-11

Линия укомплектована обязательными средствами технического диагностирования с передачей результатов в компьютер:

- стендом контроля тормозных систем;
- прибором контроля люфта рулевого управления;
- прибором проверки внешней световой аппаратуры;
- газоанализатором.

Диаметр колес проверяемого автомобиля должен находиться в пределах 520...790 мм, ширина колес – 800...2200 мм.

Универсальная линия технического контроля (рис. 2.11) легковых и грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов с нагрузкой на ось до 10 т оснащена персональным компьютером, принтером, пультом дистанционного управления. Линия укомплектована обязательными средствами технического диагностирования с передачей результатов в компьютер:

- универсальным тормозным стендом;
- прибором контроля люфта рулевого управления;
- прибором проверки внешней световой аппаратуры;
- газоанализатором;
- дымомером.

Диаметр колес проверяемого автомобиля должен находиться в пределах 520...1300 мм, ширина колес – 800...2800 мм.



Рис. 2.11. Универсальная линия технического контроля легковых и грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов ЛТК-10У-СП-11

Обязательными средствами диагностирования и измерения на линии технического контроля автомобиля являются:

1) средство распознавания – устройство автоматического распознавания автомобилей (видеокамера);

2) средства диагностирования тормозных систем:

- роликовый тормозной стенд;
- прибор проверки тормозных систем дорожным методом (деселерометр);
- рулетка;
- секундомер;

3) средства диагностирования рулевого управления:

– люфтомер (прибор для проверки суммарного люфта в рулевом управлении);

- стенд проверки зазоров рулевого механизма, привода и подвески (тестер люфтов);
- 4) средства диагностирования световых приборов:
  - прибор проверки внешних световых приборов;
  - линейка;
  - секундомер;
- 5) средство диагностирования стекол (прибор для проверки светопропускания стекол);
- 6) средства диагностирования колес и шин:
  - шинный манометр;
  - измеритель глубины протектора шин (прибор, калибр-шаблон, штангенциркуль);
- 7) средства диагностирования двигателя и его систем:
  - газоанализатор для измерения СО и СН;
  - дымомер;
  - прибор проверки герметичности газовой системы питания автомобиля (течеискатель).

Кроме вышеперечисленных к *рекомендуемым* средствам технического диагностирования относят:

- стенд измерения бокового схождения колес;
- стенд проверки амортизаторов;
- стенд оценки точности показаний спидометра;
- приборы контроля качества тормозной жидкости, проверки подлинности маркировки;
- прибор проверки подлинности документов;
- набор манометров для проверки пневматического тормозного привода.

## ***2.6. Документация по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля***

*Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава* автомобильного транспорта регламентирует принципиальные основы ТО и ремонта и устанавливает нормативы, обеспечивающие реализацию установленного ресурса автомобиля.

Положение распространяется на все организации, являющиеся владельцами автомобилей и эксплуатирующие их, разрабатывающие технические нормативно-правовые акты (ТНПА) и осуществляющие подготовку персонала.

В системе ТО и ремонта автомобилей также действуют следующие документы:

- *ТНПА по ТО и ремонту автомобилей*: стандарты (в том числе государственные стандарты Республики Беларусь), стандарты организации, технические условия, санитарные нормы, нормативные документы, документы по

охране окружающей среды, гигиенические правила и нормативы, нормы и правила пожарной безопасности, руководящие документы, прејскуранты.

– *ТД (техническая документация)*: положения, руководства, технологические процессы, эксплуатационные документы, каталоги, таблицы, нормативы, конструкторскую документацию, справочную литературу, сервисные книги и т. д.

Средства ТО и ремонта предусматривают:

– производственно-техническую базу (здания, сооружения, технологическое оборудование, приспособления, оснастку, инструмент);  
– материально-техническое обеспечение.

Номенклатура профессий персонала, обеспечивающего организацию системы ТО, ремонта и поддержания работоспособного состояния автомобилей, включает рабочих различных специальностей и инженерно-технических работников.

Перечень профессий и разряды рабочих, занятых в системе ТО и ремонта автомобилей, определяются Единым тарифно-квалификационным справочником работ.

Инженерно-технические работники осуществляют организацию системы ТО и ремонта автомобилей, контроль за ее реализацией на основе планирования, анализа и отчетности, а также внедряют прогрессивные формы и методы работ, совершенствуют производственную базу, технологические процессы и средства механизации, осуществляют контроль за соблюдением правил техники безопасности.

Работники отдела технического контроля осуществляют контроль качества выполняемых работ по ТО и ремонту автомобилей.

Производственно-технической службой обеспечивается работоспособное состояние автомобилей путем контроля за соблюдением требований соответствующей ТНПА, ТД и применения эффективной организации труда ремонтно-обслуживающего персонала.

Владельцы автомобилей, руководствуясь Положением, поддерживают автомобили в работоспособном состоянии и обеспечивают:

– грамотную эксплуатацию автомобилей;  
– своевременную и достоверную отчетность перед вышестоящими организациями по всем действующим формам учета и отчетности;  
– своевременное выполнение ТО и ремонта автомобиля;  
– содержание технологического оборудования, оснастки и инструмента в соответствии с установленными требованиями.

Нормативы ТО и ремонта автомобиля уточняются по мере появления других ТНПА и ТД в виде дополнений к Положению.

В основе обеспечения работоспособного состояния автомобиля лежит плано-предупредительная система его ТО и ремонта. ТО и ремонт автомобилей производится на базе субъектов хозяйствования, имеющих сертификат на разрешение производства данных работ.

Своевременное и качественное выполнение ТО и ремонта автомобилей на производственно-технической базе и организациях автосервиса достигается

за счет инженерно-технической подготовки производства работ, включающей:

- обеспечение ТНПА и ТД;
- оснащение необходимым оборудованием и инструментом;
- обеспечение запасными частями, комплектующими изделиями и ремонтно-эксплуатационными материалами;
- повышение квалификации рабочих;
- контроль качества выполненных работ;
- учет затрат на вспомогательные работы, которые составляют не более 30 % от общего объема работ.

### ***2.7. Перечень работ при регламентированном обслуживании автомобиля***

Положение о техническом обслуживании и ремонте автомобиля регламентирует основы ТО и ремонта, устанавливает нормативы.

Примерный перечень работ по ремонту автомобиля следующий:

1. Снять с автомобиля и отремонтировать (при необходимости) следующее оборудование: силовой агрегат, рулевое управление и переднюю ось, задний мост, карданную передачу, аппараты тормозной системы, подвеску, колеса.
2. Установить вышеуказанное оборудование на автомобиль после ремонта кузова.

Ремонту и обязательной замене деталей и узлов, влияющих на безопасность движения и перевозок пассажиров, подлежат:

- узлы и агрегаты, выработавшие установленный ресурс;
- листы наружной и внутренней обшивки кузова (деформированные, подвергшиеся коррозии, с ослабленным соединением с каркасом кузова);
- стойки каркаса кузова, надколесные кожухи, деформированные оконные рамы и междуоконные стойки, поврежденная уплотнительная резина;
- потолочные вентиляционные люки (с заменой изношенных деталей);
- аккумуляторные отсеки;
- двери и дверные приводы, подножки дверных проемов;
- поврежденные спинки и подушки пассажирских сидений, сидение водителя;
- кронштейны, поручни, пол и люки пассажирского салона;
- неисправная или износившаяся электропроводка;
- антикоррозийное покрытие днища автомобиля;
- покрытие наружных и внутренних поверхностей кузова.

### ***2.8. Перечень работ текущего ремонта при ТО-1***

При выполнении ремонта могут быть заменены:

- приводные ремни;
- датчик указателя давления масла;
- датчик указателя температуры охлаждающей жидкости;
- топливопровод;

- стакан-отстойник фильтра тонкой очистки топлива;
- прокладка масляного фильтра;
- прокладка крышки топливного фильтра тонкой очистки;
- прокладка крышки фильтра центробежной очистки масла;
- прокладка крышки головки цилиндров (клапанной коробки);
- щетки генератора;
- оттяжная пружина педали сцепления;
- датчик спидометра;
- болт крепления карданного вала;
- шланг тормозной системы;
- регулировочный рычаг колесного тормоза;
- ручка двери кабины (наружная, внутренняя);
- пневматический цилиндр механизма открывания дверей;
- подушки, спинки сидений;
- лампы фары, подфарника, заднего габаритного фонаря, стоп-сигнала, указателя поворота;
- стекло (рассеиватель) фары, подфарника, заднего и прочих фонарей;
- оптический элемент фары;
- зеркало заднего вида;
- щетки стеклоочистителя;
- сетчатый фильтр газового редуктора;
- фильтрующий элемент магистрального фильтра;
- диафрагмы магистрального вентиля и редуктора;
- сетчатый фильтр редуктора низкого давления;
- фильтр редуктора высокого давления;
- диафрагмы редуктора низкого давления;
- сиденья в сборе.

## *2.9. Перечень работ текущего ремонта при ТО-2*

При выполнении ремонта могут быть заменены следующие элементы.

### 1. Двигатель и его системы:

- подушки опор двигателя и болты крепления опор;
- прокладки (фланца приемной трубы глушителя, впускного и выпускного трубопроводов двигателя, головки цилиндров, водяного насоса, поддона картера двигателя);
- форсунки;
- бензонасос;
- топливоподкачивающий насос (у автомобилей с дизельным двигателем);
- шланги системы охлаждения;
- сливной кран блока цилиндров;
- кран отопителя;
- карбюратор;
- свечи зажигания;

- водяной насос;
  - глушитель и трубы глушителя, подвеска глушителя.
- 1.1. Двигатель, работающий на сжиженном газе:
- газовый редуктор;
  - газовый смеситель;
  - фильтрующий элемент магистрального газового фильтра;
  - датчик уровня жидкости в газовом баллоне;
  - испаритель;
  - газопроводы высокого и низкого давления;
  - магистральный вентиль.
- 1.2. Двигатель, работающий на сжатом газе:
- газовый редуктор высокого давления;
  - газовый редуктор низкого давления;
  - газовый электромагнитный клапан-фильтр;
  - манометры высокого и низкого давления;
  - подогреватель;
  - карбюратор.
2. Сцепление:
- главный цилиндр в сборе;
  - рабочий цилиндр;
  - нагнетательная труба главного цилиндра;
  - шланг рабочего цилиндра;
  - опора вилки выключения цилиндра;
  - втулка оси толкателя главного цилиндра;
  - ось педали;
  - ось толкателя.
3. Коробка передач:
- карданный шарнир механизма переключения передач;
  - рычаг механизма переключения передач;
  - пружина рычага переключения передач.
4. Карданная передача и задний мост:
- карданный вал;
  - фланец ведущей шестерни главной передачи;
  - гайка крепления фланца ведущей шестерни главной передачи;
  - сальники хвостовика ведущей шестерни главной передачи;
  - крестовина карданного вала с подшипниками и сальниками в сборе;
  - опора промежуточная карданного вала в сборе;
  - шпилька (болт) полуоси заднего моста;
  - сальник ступицы заднего моста;
  - прокладка фланца полуоси.
5. Рулевое управление:
- рулевая тяга (продольная, поперечная) в сборе;
  - сошка;
  - шаровой палец;



- насос гидроусилителя;
- зубчатая рейка;
- карданный вал рулевого управления в сборе.

#### 6. Подвеска:

- амортизатор;
- баллон пневматической подвески;
- регулятор положения кузова.

#### 7. Передняя ось:

- шкворень поворотной цапфы и его втулка;
- поворотный кулак в сборе;
- сальник ступицы колеса.

#### 8. Тормоза и ступица колес:

- компрессор;
- тормозная камера;
- подшипник и шпилька ступицы;
- колодки тормозные в сборе;
- барабан тормозной в сборе со ступицей;
- главный тормозной цилиндр;
- рабочий тормозной цилиндр;
- стяжная пружина тормозных колодок;
- рычаг (механизм привода) стояночного тормоза в сборе;
- колодки стояночного тормоза;
- тормозной кран;
- тормоза;
- предохранительный клапан пневмосистемы;
- шланги гидровакуумного усилителя;
- трубопроводы тормозные;
- регулятор давления.

#### 9. Электрооборудование и контрольно-измерительные приборы:

- генератор;
- стартер;
- реле-регулятор;
- аккумуляторная батарея;
- электропроводка;
- лампы в приборах освещения и сигнализации;
- подфарник или задний фонарь в сборе;
- катушка зажигания;
- выключатели (разные);
- контакты прерывателя;
- детали приборов освещения салона и кабины водителя (плафоны, стекла, рассеиватели, люминисцентные лампы, трансформаторы);
- электродвигатель стеклоочистителя;
- стеклоочиститель в сборе;
- сигнал звуковой в сборе;

- редуктор привода гибких валов спидометра и таксометра;
- выключатель фонаря заднего хода;
- электродвигатель обогрева заднего стекла;
- переключатель указателей поворотов в сборе;
- фары и подфарник в сборе;
- транзисторный коммутатор;
- клавишный переключатель;
- пульт управления гидромеханической коробки передач.

Трудоемкость выполнения работ определяется по формуле

$$T_{вр} = T_{оп} \cdot \left(1 + \frac{K}{100}\right),$$

где  $T_{вр}$  (чел.-ч) – трудоемкость выполнения работ;

$T_{оп}$  (чел.-ч) – трудоемкость операций (рассчитывается по результатам хронометражных наблюдений);

$K$ (ч) – затраты времени на обслуживание рабочего места, подготовительно-заключительные работы, отдых и личные надобности.

Гарантийный срок эксплуатации автомобилей – 12 месяцев со дня выдачи из ремонта при пробеге не более 20 тыс. км.

Претензии по качеству и объему выполненных работ (услуг), по обслуживанию могут быть предъявлены заказчиком в течение следующих сроков:

- после технического обслуживания – в течение 20 дней при пробеге не более 2 тыс. км;
- после ремонта – в течение 30 дней при пробеге не более 2 тыс. км;
- после ремонта кузова и его элементов – в течение 6 месяцев;
- после полной или частичной окраски – в течение 6 месяцев.

Снижение трудоемкости при ежедневном обслуживании автомобиля за счет механизации уборочно-моечных работ должно учитываться с помощью коэффициента корректирования:

$$K_M = 1 - \frac{M}{100},$$

где  $M$  (в процентах) – доля уборочно-моечных работ, выполняемых механизированным способом.

Исходный коэффициент корректирования  $K_M = 1$  применяется при следующих условиях:

- базовая модель автомобиля;
- улучшенные условия эксплуатации;
- незначительная агрессивность окружающей среды;
- пробег автомобиля с начала эксплуатации, равный 50...70 % от пробега до капитального ремонта.

### 3. Диагностика автомобиля

#### 3.1. Назначение, задачи и методы диагностики автомобилей

Назначение технической диагностики – изучение и установление признаков неисправностей составных частей автомобиля, разработка методов и средств, с помощью которых дается заключение о техническом состоянии автомобиля.

*Техническое состояние* – совокупность свойств автомобиля, подверженных изменению в процессе производства или эксплуатации.

Результатом диагностики является «диагноз» – заключение о техническом состоянии автомобиля с указанием места, вида и причины дефекта.

Система технической диагностики – это средства диагностики для проверки параметров состояния автомобиля.

Различают понятия диагностики как отрасли знаний и как области практической деятельности. В первом случае используется термин «техническая диагностика», во втором – «техническое диагностирование».

Важнейшее требование к диагностированию – возможность оценки состояния автомобиля без его разборки.

Диагностика решает *задачи* трех типов по определению состояния объектов диагностирования:

- к первому типу относятся задачи по определению состояния, в котором находится автомобиль в настоящий момент;
- ко второму – задачи по прогнозу состояния, в котором окажется автомобиль в некоторый будущий момент времени;
- к третьему – задачи по определению состояния, в котором находился автомобиль в прошлом.

Задачи первого типа относят к технической диагностике, второго – к технической прогностике (или техническому прогнозированию), третьего – к технической генетике (например, после аварии).

Таким образом, *основными задачами* диагностики применительно к автомобилям являются:

- выявление автомобилей (из числа эксплуатируемых), техническое состояние которых не соответствует требованиям безопасности движения и охраны окружающей среды;
- определение неисправностей, для устранения которых необходимы регулировочные или ремонтные работы;
- выявление или уточнение перед ТР причин отказа или неисправности;
- контроль качества ТО и ТР;
- прогнозирование ресурса исправной работы узлов, агрегатов и автомобиля в целом;
- установление технического состояния (ТС) автомобиля, в котором он находился в прошлом.

Диагностирование характеризуется:

- объективностью и достоверностью оценки ТС автомобиля, что достигается применением инструментальных методов проверки;
- возможностью определения выходных параметров (параметров эффективности) агрегатов и систем автомобиля (например, мощности, топливной экономичности, тормозных качеств и т. д.);
- наличием условий для повышения надежности автомобилей за счет более эффективного оперативного управления.

**Методы диагностирования** автомобилей подразделяются на субъективные и объективные.

*А. Субъективные методы:*

- осмотр;
- прослушивание работы механизма;
- ощупывание механизма;
- заключение о техническом состоянии автомобиля на основании логических выводов.

*Осмотр* дает возможность обнаружить следующие неисправности:

- нарушение герметичности уплотнителей, дефекты трубопроводов, соединительных шлангов и приспособлений (например, течь топлива, масла, охлаждающей жидкости);
- трещины банки АКБ – по течи электролита;
- полноту сгорания топлива – по дымлению из выхлопной трубы;
- подтекание форсунок – по повышению уровня масла в поддоне картера двигателя и т. д.

*Прослушивание* работы механизма позволяет обнаружить следующие неисправности:

- увеличенный зазор между клапанами и коромыслами механизма газораспределения – по стукам в зоне клапанного механизма;
- большой износ шатунных и коренных подшипников – по стукам в соответствующих зонах КШМ при изменении частоты вращения коленчатого вала;
- чрезмерное опережение или запаздывание впрыска топлива – по характеру звука выхлопа (при раннем впрыске – «жесткая работа», при позднем – «мягкая»);
- неисправности сцепления автомобиля – по шуму и стукам при переключении передачи.

Методом *ощупывания* механизма можно определить такие неисправности, как:

- ослабление креплений – по относительному перемещению деталей;
- повышение температуры отдельных механизмов и деталей – по чрезмерному их нагреву;
- появление люфтов в рулевом механизме – по толчкам на рулевом колесе и др.

На основании логических выводов можно сделать заключения:

- о неисправности топливной аппаратуры (затруднен пуск двигателя);
- неисправности системы охлаждения (перегревается двигатель) и др.

Б. *Объективные методы* основываются на измерении и анализе информации о действительном техническом состоянии элементов автомобиля с помощью контрольно-диагностических средств и принятии в дальнейшем решения по специально разработанным алгоритмам диагностирования.

Выделяют **три основные группы** методов диагностирования автомобиля, которые классифицируются по видам диагностических параметров (рис. 3.1).

1. Методы первой группы – это методы диагностирования по параметрам эксплуатационных свойств. Они позволяют оценить основные эксплуатационные качества автомобиля:

- тягово-экономические показатели (сила тяги на ведущих колесах, расход топлива);
- тормозную эффективность (тормозные силы, время срабатывания привода, тормозной путь);
- ходовые свойства (боковые силы на управляемых колесах);
- вредное влияние на окружающую среду (токсичность отработавших газов, задымленность, шум).



Рис. 3.1. Классификация методов диагностирования автомобилей

2. Методы второй группы базируются на объективной оценке геометрических параметров автомобиля без его разборки: зазоров в подшипниковых узлах, клапанах, кривошипно-шатунной и поршневой группах двигателя, в шкворневом соединении колесного узла, в рулевом управлении, узлах установки передних управляемых колес и др.

Диагностирование по параметрам второй группы производится с помощью измерительных инструментов, таких как щупы, линейки, штангенциркули, нутрометры, отвесы и др.

3. Методами третьей группы оценивают параметры сопутствующих процессов. Например, герметичность рабочих объемов оценивается по обнаружению количественной утечки газов или жидкостей из рабочих объемов, узлов и механизмов автомобиля. К рабочим объемам относятся: камера сгорания, система охлаждения, система питания двигателя, шины, гидравлические и пневматические приборы и механизмы.

К методам третьей группы относятся также методы, с помощью которых по интенсивности тепловыделения оценивается трение сопряженных поверхностей деталей, а также процессы сгорания (например, по температуре отработавших газов).

Методы, с помощью которых оценивается состояние узлов и систем по параметрам колебательных процессов, делят на четыре подвида:

1) методы оценки *колебания напряжения* в электрических цепях используются для диагностирования системы зажигания двигателя по характерным осциллограммам напряжения в первичных и вторичных цепях. Например, по осциллограмме первичного напряжения непосредственно измеряют угол замкнутого состояния контактов, который характеризует величину зазора. По напряжению искрового разряда осциллограммы вторичного напряжения определяют состояние зазора свечи;

2) *виброакустические* методы используются для измерения уровня вибраций, ударных нагрузок и шумов в механических устройствах автомобиля;

3) суть метода диагностирования по *периодически повторяющимся рабочим процессам и циклам* состоит в следующем: так как рабочие процессы (сжатие, сгорание и впуск, пульсация давления во впускных топливных трубопроводах высокого давления, колебательные процессы в системе зажигания и др.) часто повторяются и закономерности изменения параметров рабочих процессов во всех периодах идентичны, то для диагностирования достаточно изучить параметры одного цикла. С помощью преобразователей параметры цикла инвертируют во времени и выводят на регистрирующий прибор;

4) метод, оценивающий состояние узлов и агрегатов автомобиля и отклонения от их нормального функционирования по *физико-химическому составу отработавших газов*, основан на анализе проб отработанного газа, масла картера двигателя. При этом по концентрации железа, алюминия, кремния, хрома, меди, свинца, олова и других элементов можно судить о скорости изнашивания деталей. Так, по изменению концентрации железа в масле можно судить о скорости изнашивания гильз цилиндров, шеек коленчатого вала, поршневых колец. По изменению концентрации алюминия судят о скорости изнашивания поршней. Содержание пыли характеризует состояние воздушных фильтров и всего тракта подачи воздуха в цилиндр двигателя.

### 3.2. Средства для технического диагностирования автомобиля

**Средства технического диагностирования (СТД)** – это технические устройства, предназначенные для измерения текущих значений диагностических параметров автомобиля.

СТД состоит из следующих блоков:

- источник воздействия, датчик, каналы связи;
- усилитель и преобразователь сигнала;
- блоки измерения, расшифровки и регистрации диагностического параметра;
- блок накопления и обработки информации.

А. По **назначению** СТД подразделяются на штатные и специальные.

*Штатные* СТД (термометры, манометры, расходомеры, амперметры, вольтметры и др.) предназначены в основном для функционального диагностирования, то есть для обычного текущего контроля.

К *специальным* относят СТД, которые периодически используются для проверки качества ремонта или определения причин выхода из строя каких-либо элементов автомобиля.

Б. По **области применения** СТД подразделяются на универсальные и специализированные.

*Универсальные* СТД предназначены для измерения определенных физических величин и параметров на любых объектах без учета их особенностей. К таким приборам относят средства для измерения электрических параметров, магнитного поля, температуры, давления, а также приборы для измерения и спектрального анализа вибрации и шума, средства дефектации и т. п.

*Специализированные* СТД создаются для диагностирования конкретных элементов автомобиля. Например, специальные приборы для контроля состояния только системы питания или герметичности цилиндров двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

В. По **мобильности** СТД, как правило, являются стационарными или переносными, а штатные могут быть как переносными, так и встроенными.

### 3.3. Параметры технического состояния автомобиля

Чтобы определить, в каком состоянии находится автомобиль и его элементы, необходимо знать параметры его технического состояния, заданные нормативно-технической документацией (НТД) завода-изготовителя.

*Параметрами технического состояния* (или структурными параметрами) называют физические величины (миллиметр, градус и т. п.), определяющие связь и взаимодействие элементов автомобиля и его функционирование в целом. Например, параметрами технического состояния сопряжения поршень – цилиндр двигателя могут быть размеры сопряженных деталей поршней и цилиндров (зазор между ними, овальность и т. п.).

В процессе эксплуатации параметры технического состояния изменяются от номинального до предельного значения под влиянием различных конструкторско-технологических и эксплуатационных факторов.

Возможность непосредственного измерения структурных параметров (износов, зазоров) в процессе эксплуатации автомобиля без его разборки ограничена. Поэтому при диагностировании пользуются *косвенными признаками*, отражающими техническое состояние автомобиля. Эти признаки называют диагностическими параметрами и диагностическими нормативами. Диагностические параметры представляют собой пригодные для измерения физические величины, связанные с параметрами технического состояния автомобиля.

Диагностические параметры – это качественная мера проявления технического состояния автомобиля и его элементов по косвенным признакам, определяемая количественными значениями.

Диагностические параметры – это параметры рабочих процессов (мощность, тормозной путь, расход топлива и др.), сопутствующих процессов (вибрация, шум и т. п.) и геометрические величины (зазор, люфт, свободный ход, биение и др.).

Для обеспечения надлежащей достоверности диагностические параметры должны обладать:

- чувствительностью;
- однозначностью;
- стабильностью;
- информативностью.

*Чувствительность*  $K_r$  диагностического параметра  $\Pi$  – это отношение приращения параметра ( $d\Pi$ ) к соответствующему изменению ( $dU$ ) структурного параметра:

$$K_r = \frac{d\Pi}{dU}.$$

Чем больше  $K_r$ , тем чувствительнее диагностический параметр к изменению структурного параметра. На рис. 3.2 изображена схема характеристик диагностических параметров, где 1, 2, 3 – стабильность, чувствительность и однозначность диагностического параметра соответственно;  $\bar{\Pi}$  – математическое ожидание, характеризующее стабильность параметра  $\Pi_1$ ;  $\Delta\Pi / \Delta u$  – чувствительность параметра  $\Pi_2$ ;  $A$  – экстремум, характеризующий неоднозначность параметра  $\Pi_3$  в диапазоне  $u_n \dots u_p$ ;  $u_n$ ,  $u_p$  – начальное и предельное значения структурного параметра соответственно.



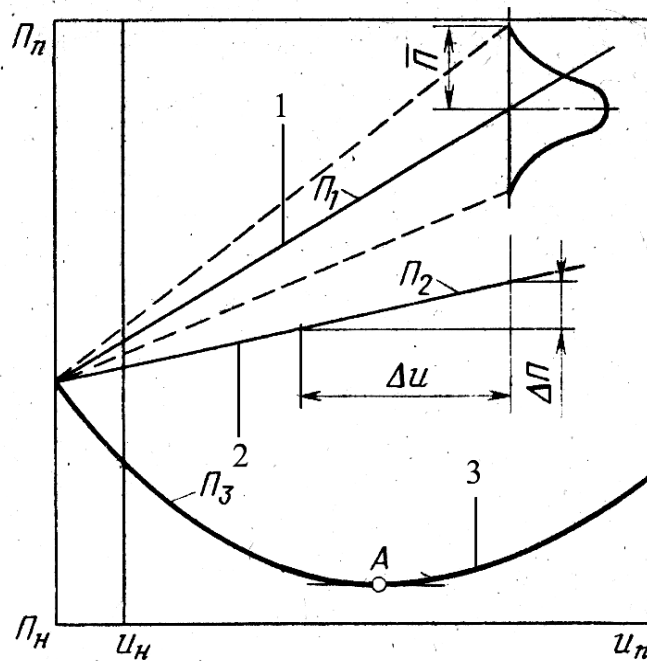


Рис. 3.2. Схема характеристик диагностических параметров

Однозначность диагностического параметра определяется его монотонно возрастающей или убывающей зависимостью от структурного параметра  $A$  в диапазоне от начального  $u_n$  до предельного  $u_n$  его изменения.

Стабильность диагностического параметра определяется дисперсией его значения ( $\bar{P}$ ) при многократных измерениях в неизменных условиях. Нестабильность диагностического параметра снижает достоверность оценки ТС механизма.

Диагностические нормативы – это количественная оценка ТС диагностируемой системы. К ним относятся:

- начальное значение диагностического параметра;
- предельное значение, при достижении которого возникает вероятность появления отказа;
- упреждающее или допустимое значение параметра при заданной периодичности диагностирования.

Процесс технического диагностирования приведен на рис. 3.3.

От объекта диагностирования передается сигнал (параметр  $S$ ), характеризующий значение структурного параметра. Параметр  $S$  поступает на специальный датчик (механический, гидравлический, пьезоэлектрический, индуктивный или др.).

От датчика сигнал  $S'$  в трансформированном виде поступает в измерительное устройство, затем значение диагностического параметра  $S_i$  выдается устройством отображения данных (стрелочный прибор, цифровая индикация, графопостроитель и т. п.) и в логическом устройстве определяется его соответствие нормативному значению в качестве «диагноза».

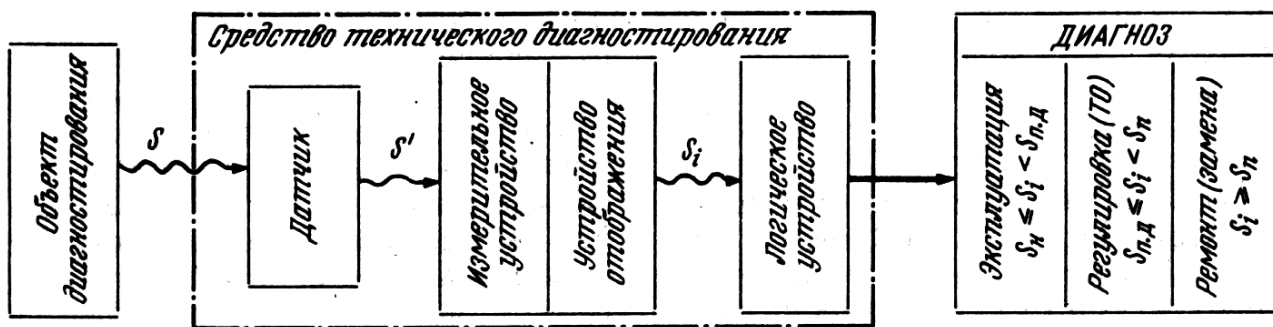


Рис. 3.3. Схема процесса диагностирования:

$S$  – структурный параметр;  $S'$  – диагностический параметр в трансформированном виде;  $S_i$  – текущее значение диагностического параметра;  $S_{ном}$  – номинальное значение;  $S_{п.д}$  – предельно допустимое значение диагностического параметра;  $S_{п}$  – предельное значение

Эксплуатация автомобиля возможна, если соотношение между номинальным значением параметра  $S_{ном}$ , его текущим значением  $S_i$  и предельно допустимым следующее:

$$S_{ном} \leq S_i < S_{п.д}.$$

Если соотношение между предельно допустимым значением параметра  $S_{п.д}$ , его текущим значением  $S_i$  и предельным значением  $S_{п}$  таково:

$$S_{п.д} \leq S_i < S_{п},$$

то автомобиль следует отправить на ТО или регулировку.

Если соотношение между текущим значением диагностического параметра  $S_i$  и его предельным значением  $S_{п}$  следующее:

$$S_i \geq S_{п},$$

то автомобиль должен быть отправлен в ремонт или на замену определенных деталей.

В автоматизированных СТД с помощью специального логического устройства, функционирующего на базе микропроцессора, выполняется автоматическая постановка «диагноза» и выдаются рекомендации в нормативной форме о возможности дальнейшей эксплуатации автомобиля или необходимости проведения ремонтно-регулирующих операций и замены неисправных элементов.

В неавтоматизированных СТД постановка «диагноза» осуществляется оператором.

### 3.4. Аппаратура для технического диагностирования систем управления автомобилем

Аппаратуру для определения технического состояния электронных систем управления можно подразделить на три категории:

- 1) стационарные (стендовые) диагностические системы;

2) бортовое диагностическое программное обеспечение, которое позволяет обозначать неисправности соответствующими кодами;

3) бортовое диагностическое программное обеспечение, для доступа к которому требуется специальное дополнительное считывающее устройство.

*Стендовые диагностические системы* не подключаются к бортовым электронным блокам управления и не зависят от бортовой диагностической системы автомобиля. Они диагностируют отдельные механизмы двигателя и системы зажигания, поэтому их также называют *мотор-тестерами* (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Разновидности конструкций мотор-тестеров

Основными элементами мотор-тестера являются датчики и блок обработки и индикации результатов измерений сигналов, принимаемых по кабелям.

Мотор-тестеры функционируют на базе компьютеров, имеют клавиатуру, дисплей, дисководы, стробоскоп, газоанализатор, соединительные провода и кабели.

Информация в систему мотор-тестера вводится с помощью анализатора, в котором размещены аналого-цифровые преобразователи, компараторы, усилители и другие устройства предварительной обработки сигналов.

Основная часть мотор-тестера – осциллограф, на экране которого появляются осциллограммы, отражающие режим работы и техническое состояние проверяемых деталей и приборов. По сигналам, появляющимся на экране осциллографа, выявляют причины неисправностей.

Основные функции мотор-тестера:

- отображение осциллограмм сигналов от датчиков электронных систем управления;

- проверка управляющих сигналов от электронных блоков управления к исполнительным устройствам;

- проверка первичных и вторичных цепей системы зажигания;
- работа в специальных мотортестерных режимах: «Баланс мощности», «Эффективность цилиндров», «Относительная компрессия» и др.;
- измерение неэлектрических величин: температуры (масла, охлаждающей жидкости), давления (масла, топлива, выхлопных газов, наддува в турбиносистемах, давления в цилиндрах), разряжения (во впускном коллекторе), детонации и пр.;
- измерение электрических величин (напряжения, тока, сопротивления, частоты, скважности и пр.) с помощью мультиметра.

### 3.5. Специальные режимы работы мотор-тестера

Главное, что отличает мотор-тестер от автомобильного осциллографа, – это специальные мотортестерные режимы. В частности, это тесты:

- тест «*Баланс мощности по цилиндрам*» при поочередном отключении цилиндров (при частоте вращения коленчатого вала равной 0,5 от номинальной частоты) по процентам падения частоты вращения коленвала определяет работоспособность того или иного цилиндра. Измеренные значения для 4-цилиндрового двигателя должны находиться в пределах 82...88 % для каждого цилиндра, 6-цилиндрового двигателя – 86...92 %, для 8-цилиндрового двигателя – 90...95 %;

- тест «*Относительная компрессия*» определяет в процентах относительную компрессию по цилиндрам. Относительная компрессия измеряется по пульсациям напряжения АКБ во время прокрутки двигателя стартером. Для предотвращения пуска двигателя система зажигания автоматически блокируется мотор-тестером;

- тест «*Давление в цилиндре*» – в какой-либо из цилиндров вместо свечи вкручивается датчик давления, по снятой осциллограмме пульсаций давления в цилиндре (при наложении на нее сетки нормативных фаз открытия и закрытия клапанов) определяется правильность работы газораспределительного механизма (ГРМ);

- тест «*Прокрутка*» определяет частоту вращения коленвала двигателя, минимальное и среднее напряжение бортовой сети, стартерный ток. При этом двигатель прокручивается стартером, а запуск двигателя заблокирован;

- тест «*Запуск*» определяет частоту вращения, минимальное и среднее напряжение бортовой сети, стартерный ток, временную продолжительность запуска во время запуска двигателя;

- тест «*Разгон*» определяет время набора двигателем частоты вращения коленчатого вала;

- тест «*Баланс индикаторной мощности*» (или «*Разгон – Выбег*») подразделяется на два теста:

- а) «*Составляющая механических потерь баланса индикаторной мощности*» определяется как отношение мощности потерь механических к потерям индикаторной мощности;

б) «*Эффективная составляющая баланса индикаторной мощности*» определяется как отношение эффективной мощности к индикаторной (фактически это механический КПД двигателя, который не превышает 0,7...0,85 %). Индикаторная мощность – это мощность, полученная от сгорания топлива в цилиндрах;

– при тесте «*Разрежение во впускном коллекторе*» во впускном коллекторе к мотортестеру подключается специальный датчик давления-разрежения. Тест дает возможность получить значение разрежения во впускном коллекторе при работающем двигателе и по его колебаниям сделать вывод о работе клапанов;

– тест «*Давление в выпускной системе*» помогает выявить неработающие или плохо работающие цилиндры. Тест проводится как при заведенном двигателе, так и при прокрутке двигателя стартером;

– тест «*Давление картерных газов*» отслеживает пульсации давления картерных газов при тактах сжатия и рабочего хода отдельных цилиндров. Чем больше давление при работе цилиндра, тем больше газов прорывается из надпоршневого пространства, следовательно, тем у данного цилиндра хуже состояние поршневых колец и (или) стенок поршня;

– тест «*Опережение зажигания*» – определяет зависимость угла опережения зажигания от частоты вращения коленвала двигателя. Тест позволяет оценить работу центробежного и вакуумного регуляторов в классической системе зажигания.

### ***3.6. Оборудование для сканирования параметров автомобиля***

Считывание информации со сложного программного обеспечения осуществляется с помощью *сканера*. Сканирующими приборами называют компьютерные тестеры, служащие для диагностирования различных электронных систем управления посредством считывания цифровой информации с диагностического разъема автомобиля.

Принципиальным отличием сканера от мотор-тестера является то, что сканер сам ничего не измеряет (он не имеет датчиков в своем составе), а только считывает результаты измерений. Мотор-тестер же – измеряет параметры автомобиля с помощью датчиков. Таким образом, сканер – не измерительный прибор, а дешифратор.

На небольших станциях технического обслуживания (СТО) используются *портативные сканеры* с индивидуальным встроенным дисплеем (рис. 3.5) для просмотра проверяемых данных или осциллограмм. Применяется также персональный компьютер, дополнительно оснащенный специализированными программными продуктами (рис. 3.6).

К основным возможностям сканеров относят:

- 1) диагностирование блоков управления:
  - вывод из памяти данных о неисправностях;
  - отображение фактических значений измеряемых параметров;
  - управление исполнительными механизмами;
  - обеспечение вывода на осциллограф графической информации;

– отображение расположения мест установки и распределения контактов диагностических разъемов;



Рис. 3.5. Портативный сканер

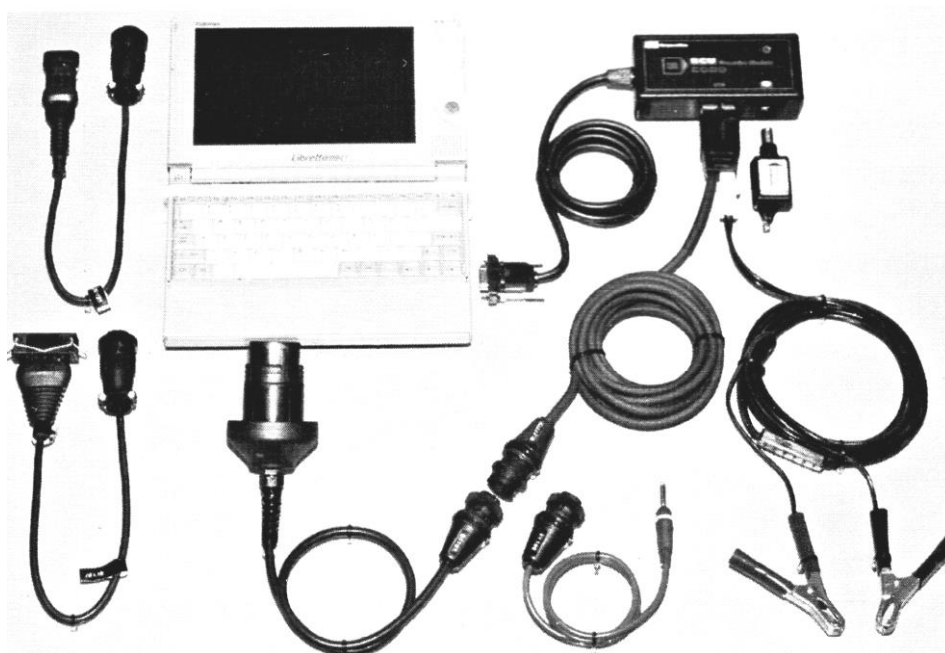


Рис. 3.6. Программируемый сканер с персональным компьютером

2) использование программного обеспечения:

- проверка компонентов электрических соединений;
- работа с нормативными данными по проверяемым параметрам;
- поиск и заказ оборудования;

– хранение инструкций по сборке/установке оборудования и информации по техническому обслуживанию;

3) использование мультиметра для проведения измерений напряжения, силы тока и сопротивления;

4) использование осциллографа для регистрации значений, полученных при тестировании;

5) использование способности сканера вносить изменения или дополнения в программу блока управления системой автомобиля. Эту функцию называют репрограммирование (чип-тюнинг).

*Репрограммирование* используется тогда, когда программное обеспечение системы управления содержит ошибки, выявленные при эксплуатации; когда производитель автомобилей выпускает очередную, усовершенствованную модель и т. п.

Сканеры имеют несколько режимов работы («Параметры», «Сбор данных», «Ошибки»).

Режим *«Параметры»* позволяет оценить работу как при неподвижном состоянии автомобиля, так и в движении (например, напряжение в бортовой сети, детонация, частота вращения коленвала, состав топливной смеси, скорость движения и т. д.).

В режиме *«Сбор данных»* оценивается работа двигателя в динамике.

В режиме *«Ошибки»* на экран выводятся коды той или иной неисправности, хранящиеся в памяти блока управления автомобиля.

В блоках управления современных автомобилей по мере совершенствования программного обеспечения появилась возможность проверки устройств на рациональность и правильное функционирование.

Рациональность заключается в том, что текущие значения сигналов со всех датчиков постоянно проверяются на однозначное соответствие требуемым (штатным) сигналам данного режима работы двигателя. Штатные значения сигналов хранятся в постоянной памяти микропроцессора электронного блока.

После ремонта все коды следует удалить из памяти блока управления. Применяют три метода удаления кодов неисправностей:

1) удаление кодов производится по команде со сканера, подключенного к диагностическому разъему;

2) если нет сканера, то следует отключить питание блока путем извлечения соответствующего предохранителя. При этом вместе с кодами ошибок из памяти блока стирается и информация для адаптивного управления;

3) отключение от «массы» шины АКБ. При этом вместе с кодами стирается и прочая информация (время на электронных часах, коды радиоприемника и т. д.).

В современных сканерах есть блок *самодиагностики*, который, кроме анализа неисправностей и функциональных параметров всех электронных систем, позволяет также осуществлять регулировку, активацию, сброс сигналов на борту автомобиля, перепрограммирование ключей.

В целях удобства работы со сканером изготовители предусматривают беспроводную радиосвязь сканера с компьютером, что особенно важно при диагностировании крупногабаритных транспортных средств.

Для более точного определения входных и выходных сигналов электронного блока управления вместе со сканерами может применяться разветвитель сигналов – комплект кабелей и разъемов, жгута проводов и коммутационной панели для подключения осциллографа (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Разветвитель сигналов PC-2

Работа отдельных датчиков может быть продублирована специальным имитатором (рис. 3.8). Он предназначен для имитации выходного напряжения потенциометрических и резистивных датчиков электронной системы управления двигателями с системой впрыска топлива бензиновых двигателей. Это датчики положения дроссельной заслонки, давления в коллекторе, атмосферного давления, массового расхода воздуха и т. д.

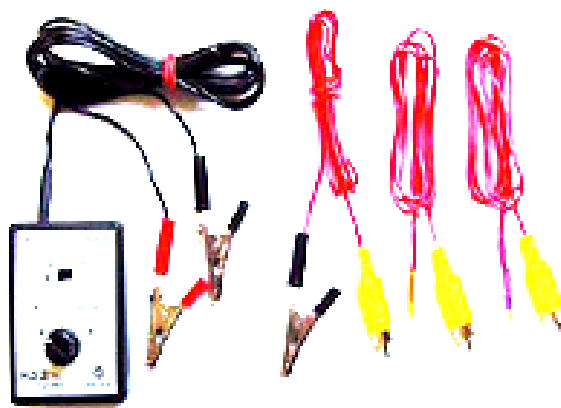


Рис. 3.8. Имитатор датчиков

Автомобильный системный сканер BOSCH KTS 530/540 совместно с ноутбуком (или стационарным персональным компьютером) представляет универсальный комплекс для диагностики электронных систем легковых автомобилей.

На рис. 3.9 приведена схема подключения сканера KTS 520 фирмы BOSCH к персональному компьютеру и автомобилю.



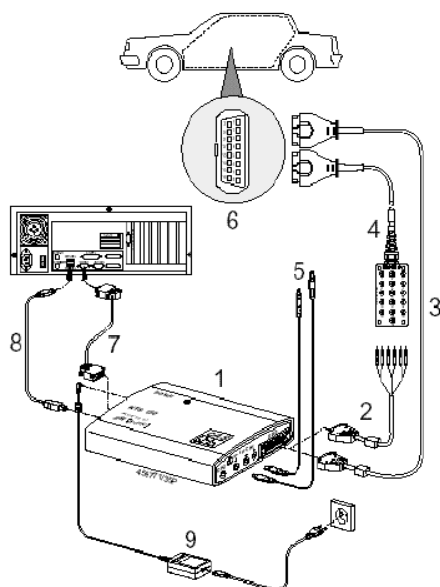


Рис. 3.9. Схема подключения сканирующего тестера:

1 – сканер KTS 520; 2 – соединитель универсальный; 3 – соединитель OBD-II; 4 – переходник универсального соединителя; 5 – провода подключения к диагностируемым электрическим цепям; 6 – диагностическая розетка; 7 – кабель подключения к компьютеру (COM); 8 – кабель подключения к компьютеру (USB); 9 – блок питания сканера

Порядок подключения проводов к сканеру KTS 530 для измерения напряжения, сопротивления и силы тока приведен на рис. 3.10.

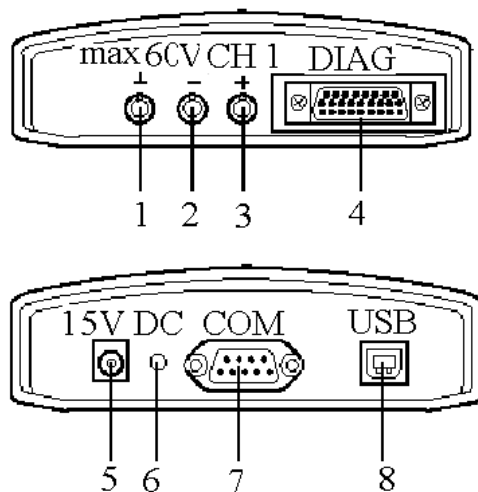


Рис. 3.10. Расположение соединительных контактных разъемов на сканере KTS 520:

1 – разъем заземления (черный); 2 – отрицательный разъем канала CH1 (синий); 3 – положительный разъем канала CH1 (желтый); 4 – диагностический разъем; 5 – разъем блока питания; 6 – индикатор готовности (LED); 7 – разъем RS 232 (последовательный интерфейс); 8 – разъем USB

Сканер KTS 520 используется только для работы с транспортным средством. Недопустимо использование данного устройства для проведения измерений постоянного/переменного напряжения более 60 В.

### ***3.7. Предназначение и задачи бортовой диагностики автомобиля (OBD)***

**Система управления двигателем** предназначена:

- для обеспечения экологических норм эксплуатации автомобиля;
- формирования максимального крутящего момента двигателя;
- обеспечения минимального расхода топлива.

*Контрольная система управления* имеет возможности проведения диагностики отдельных агрегатов автомобиля.

*Интеллектуальная система контроля* обладает более широкими возможностями, так как имеет блоки ассоциативной памяти с датчиками, регистрирующими определенные визуальные, акустические, химические и механические параметры. Система реализована в гидропневматической электронной подвеске, автоматизированной трансмиссии, активной и пассивной системах безопасности, системе предупреждения столкновений и системе управления двигателем.

*Основные задачи бортовой диагностики:*

- своевременное выведение на сигнализаторы информации о нарушении нормируемых параметров;
- реализация использования обратной связи для регулирования автоматических систем;
- самостоятельный анализ параметров и выбор оптимального режима работы устройства;
- передача информации исполнительной аппаратуре и водителю.

В качестве примера ниже приведены основные функции электронной системы управления двигателем (ЭСУД) фирмы «Bosch»:

- для каждого цилиндра топливо впрыскивается отдельной форсункой;
- система с распределенным впрыском снижает токсичность отработавших газов при улучшении тягово-скоростных качеств;
- в зависимости от типа электронного блока управления (ЭБУ) ЭСУД может контролировать следующие устройства: датчик массового расхода топлива, датчик температуры охлаждающей жидкости, датчик температуры воздуха, положение дроссельной заслонки, положение коленчатого вала, положение распределительного вала, топливный насос и т. д.

Перечисленные датчики способны обнаружить ухудшение характеристик обслуживаемых подсистем, приводящее к превышению норм на токсичность в 1,5 раза.

Датчики ЭСУД фирмы «Bosch» измеряют параметры каталитического нейтрализатора, системы контроля кислорода, топливной системы, системы

улавливания паров топлива в баке, рециркуляции выхлопных газов, зажигания, подачи воздуха в выпускной коллектор, обнаруживают пропуски воспламенения.

*Критерии*, необходимые для работы двигателя:

- температура охлаждающей жидкости более 75 °С (170 F);
- обороты двигателя в пределах 1248...1952 для автоматической коробки передач и 1248...2400 для ручной;
- напряжение на выходе датчика абсолютного давления во впускном коллекторе в пределах 1,5...2,6 В.

Параметры, определяемые ЭСУД:

- уровень сигнала (А, В);
- период – длительность цикла сигнала (мс);
- частота – количество циклов в секунду (Гц);
- ширина – длительность прямоугольного импульса (мс, мкс);
- скважность – отношение периода повторения к ширине импульса;
- форма сигнала – последовательность прямоугольных импульсов, единичные выбросы, синусоиды, пилообразные импульсы и т. п.

### 3.8. Датчики бортовой диагностики автомобиля

Сигналы постоянного тока формируются следующими устройствами:

- датчиком температуры всасываемого воздуха (IAT) (рис. 3.11);
- датчиком положения дроссельной заслонки двигателя (ECT) (рис. 3.12);



Рис. 3.11. Датчик температуры всасываемого воздуха (IAT)

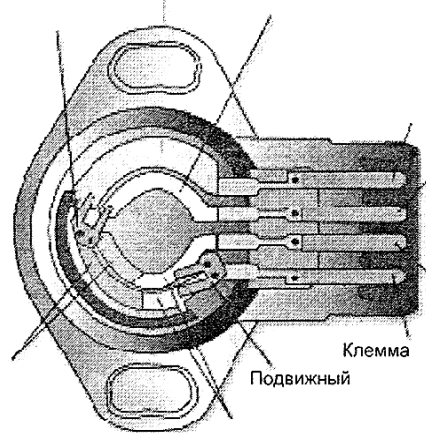


Рис. 3.12. Датчик положения дроссельной заслонки двигателя (ECT)

- $\lambda$ -зондом (кислородным датчиком) (рис. 3.13);
- датчиком измерителя массы воздуха (MAF) (рис. 3.14);
- датчиком детонации (рис. 3.15);
- индуктивным датчиком оборотов двигателя (рис. 3.16);

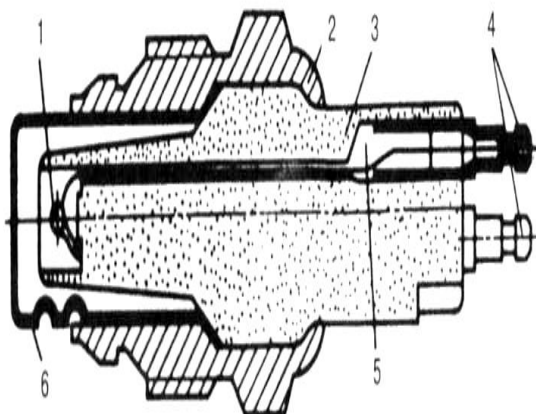


Рис. 3.13. Кислородный датчик

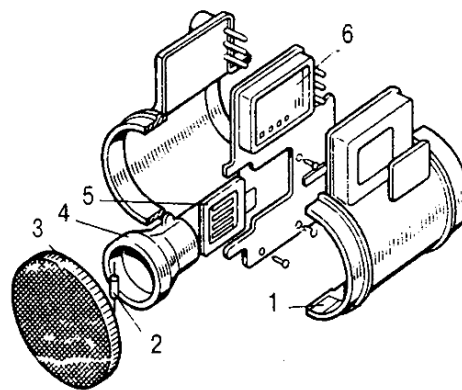


Рис. 3.14. Конструкция датчика измерителя массы воздуха (MAF):

- 1 – корпус; 2 – датчик температуры воздуха;  
 3 – стабилизирующая решетка;  
 4 – внутренний измерительный канал;  
 5 – чувствительный элемент;  
 6 – электронная схема

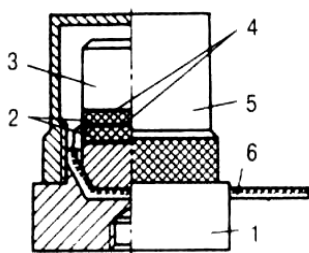


Рис. 3.15. Датчик детонации:

- 1 – основание; 2 – пьезоэлементы;  
 3 – инерционная масса;  
 4 – латунная фольга; 5 – крышка;  
 6 – кабель

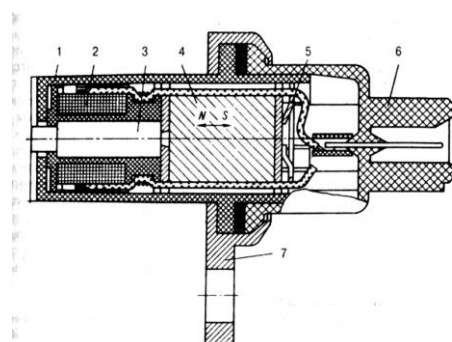


Рис. 3.16. Индуктивный датчик:

- 1 – корпус; 2 – индукционная катушка;  
 3 – магнитопровод; 4 – магнит; 5 – пружина;  
 6 – крышка; 7 – фланец

- индуктивным датчиком положения коленчатого вала;
- индуктивным датчиком положения распределительного вала (CMP);
- индуктивным датчиком скорости движения автомобиля (VSS);
- датчиком оборотов и положения валов, работающим на эффекте Холла (рис. 3.17);
- цифровым датчиком абсолютного давления во впускном трубопроводе (MAP).

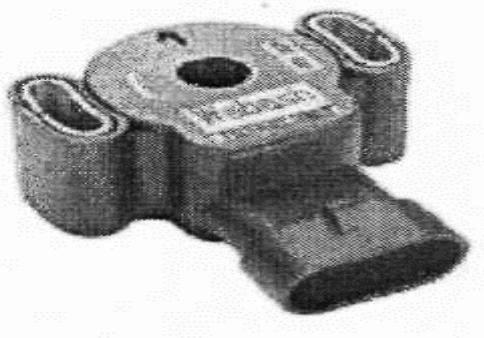


Рис. 3.17. Датчик оборотов и положения валов

У сигналов, модулированных по ширине импульса (ШИМ), анализируются амплитуда, частота, форма сигнала и скважность периодических импульсов. Источниками подобных сигналов являются следующие устройства:

- устройство управления инжектором топлива;
- устройство стабилизации оборотов холостого хода (IAC);
- первичная обмотка катушки зажигания;
- электромагнитный клапан продувки угольного адсорбера (EVAP);
- клапан системы рециркуляции отработанных газов (EGR).

### 3.9. Символы системы диагностики автомобиля

В настоящее время бортовое диагностическое обеспечение позволяет идентифицировать неисправности с помощью соответствующих кодов, используемых для принятия решения о последующем ремонте.

До 1994 года в мировой автомобильной промышленности применялись двухзначные («короткие») коды диагностики OBD-I. На смену им пришли «длинные» быстрые пятизначные коды расширенной диагностики. Индикация кодов неисправностей систем в OBD-I осуществлялась с помощью контрольных ламп (например, «Check engine» – «проверь двигатель»). Процедура считывания кодов систем OBD-I напоминала расшифровку кода Морзе: короткие импульсы (длительностью 0,2...0,3 с) обозначали единицы, а длинные (1,2...2,0 с) – десятки (рис. 3.18). После считывания импульсов их значение расшифровывались с помощью специальных таблиц.

Расположение диагностического разъема, через который проводилось считывание, показано на рис. 3.19.

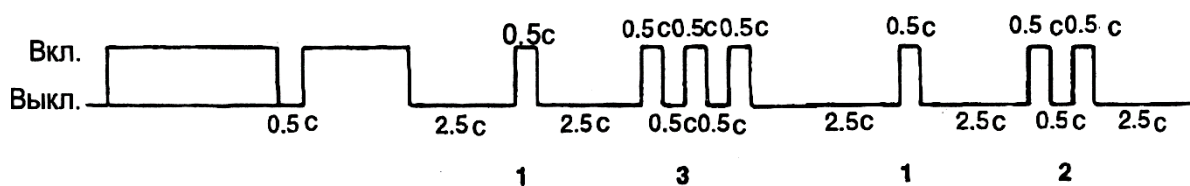


Рис. 3.18. Пример индикации кода неисправности

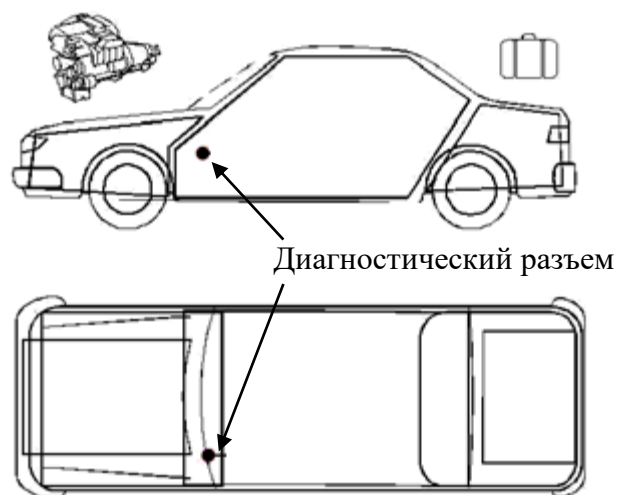


Рис. 3.19. Расположение диагностического разъема

OBD-I – наиболее простой вид бортового диагностирования, которое заключалось в присвоении условных цифровых кодов неисправностям электронной системы управления. Эти коды заносились системой в память ЭБУ.

С 1996 года все автомобили США и Европы уже оборудовались единой системой самодиагностики OBD-II.

Основные особенности стандарта OBD-II:

- стандартный диагностический разъем;
- стандартный протокол обмена данными между сканером и автомобильной бортовой системой диагностики;
- стандартный список кодов неисправностей;
- сохранение в памяти ЭБУ кадра значений параметров, зафиксированных в момент появления кода ошибки («замороженный кадр»);
- мониторинг бортовыми диагностическими средствами элементов, отказ которых может привести к увеличению объемов токсичных выбросов в окружающую среду;
- возможность доступа как специализированных, так и универсальных сканеров к кодам ошибок, параметрам, «замороженным кадрам», тестирующим процедурам и т. д.;
- единый перечень терминов, сокращений, определений, используемых для элементов систем автомобиля и кодов ошибок.

Обмен информацией в системе самодиагностики OBD-II осуществляется *быстрыми кодами*, которые обеспечивают выгрузку из памяти ЭБУ большого объема информации через последовательный интерфейс. Этот интерфейс и диагностический разъем используются для проверки и настройки систем автомобиля при диагностировании.

В отличие от коротких (двухзначных) кодов OBD-I в OBD-II используются длинные пятизначные коды DTC (Diagnostic Trouble Code) – сложные диагностические коды, которые являются комбинацией из пяти символов – одной буквы и четырех цифр.

**Первый** (буквенный) символ называют альфа-указателем DTC – он указывает, в какой части автомобиля обнаружена неисправность:

- P – двигатель и трансмиссия;
- B – система индицирования, приборная панель, иммобилайзер и т. д.;
- C – шасси;
- U – сетевые коммуникации.

**Второй** символ показывает, кто определил код ошибки – производитель автомобилей 1 (для расшифровки требуется база параметров производителя) или отраслевые стандарты 0 (список этих кодов унифицирован и определен SAE – Ассоциацией автомобильных инженеров).

**Третий** символ обозначает систему, где обнаружена неисправность:

- 1 – топливно-воздушная система (Fuel and Air Metering);
- 2 – топливная система (например, форсунки) (Fuel Metering);
- 3 – система зажигания (Ignition System or Misfire);
- 4 – вспомогательная система ограничения выбросов (Auxiliary Emission Control): клапан рециркуляции выхлопных газов (EGR), система впуска воздуха в выпускной коллектор двигателя (AIR – Air Injection Reaction System); каталитический конвертер или система вентиляции топливного бака (EVAP – Evaporative Emission System);

- 5 – система управления скоростным режимом или холостым ходом, а также соответствующие вспомогательные системы (Vehicle Speed, Idle Control and Auxiliary Inputs);

- 6 – бортовая компьютерная система – модуль управления двигателем или CAN (Computer and Auxiliary Outputs);

- 7 – трансмиссия или ведущий мост (Transmission);

- 8 – дополнительные коды трансмиссии (Transmission).

**Четвертый и пятый** символы – это конкретные коды ошибок, которые соответствуют старым кодам ошибок OBD-I, состоящим из двух цифр. В системе OBD-II эти две цифры помещаются в конец кода ошибки.

### ***3.10. Диагностические интерфейсы ISO 9141, ISO 14230, SAEJ 1850***

В основе работы бортового диагностического обеспечения (OBD-I, OBD-II, EOBD) лежат следующие протоколы для аппаратной реализации обмена данными:

1) ISO 9141-1, ISO 9141-2, ISO 9141-3, ISO 9141-4 – протокол ISO 9141 различных уровней (Physical layer), обеспечивающий скорость до 10 Кбайт/с;

2) ISO 14230-1, ISO 14230-2, ISO 14230-3, ISO 14230-4 – протокол ISO 14230. Медленнее, чем ISO 9141, т. к. ISO 9141 использует две линии для обмена информацией, а ISO 14230 – только одну;

3) SAEJ 1850 PWM, SAEJ 1850 VPW (PWM – Pulse Width Modulation – широтно-импульсная модуляция, VPW – Variable Pulse Width – переменная широтно-импульсная модуляция) – протоколы, поддерживающие обмен сообщениями со скоростью до 100 Кбайт/с.

Протоколы ISO 9141 и ISO 14230 совпадают по аппаратной реализации линий обмена данными и различаются лишь их использованием, то есть сканер, применяющий стандарт ISO 9141, может работать и по ISO 14230, но не наоборот.

Протоколы обмена данными с использованием широтно-импульсной модуляции SAEJ 1850 PWM и SAEJ 1850 VPW аппаратно несовместимы между собой и отличаются от ISO 9141.

SAEJ 1850 PWM является высокоскоростным и обеспечивает скорость 41,6 Кбайта/с. Этот протокол применяется в автомобилях марок Ford, Jaguar и Mazda.

SAEJ 1850 поддерживает передачу данных со скоростью 10,4 Кбайта/с и применяется в автомобилях марок General Motors и Chrysler.

Протоколы SAEJ 1850 сложнее, чем ISO 9141, и требуют применения специальных коммуникационных микропроцессоров.

Для поддержки ISO 9141 нужны обычные последовательные коммуникационные микросхемы.

В 2000 году введен новый стандарт EOBD (EURO OBD), основным отличием которого является закрепление протокола управления автомобильными подсистемами CAN, разработанного фирмой Bosch и реализованного на ряде моделей *европейских* и *азиатских* производителей. Стандарт EOBD иногда называют европейским, а OBD-II – американским. В США название EOBD не используется, употребляется термин Global OBD (глобальное бортовое диагностическое оборудование).

### ***3.11. Диагностический интерфейс ISO 15765-CAN CAN bus***

Протокол ISO 15765-CAN CAN bus (ISO 15765-1, ISO 15765-2, ISO 15765-3, ISO 15765-4) – очень быстрый протокол, обеспечивающий скорость до 1 Мбайта/с.

Интерфейс CAN по протоколу ISO 15765-4 является наиболее прогрессивным, но он несовместим с более ранними реализациями CAN bus ISO 15031-1, ISO 11898-2 и др.

В настоящее время появились протоколы с еще большей производительностью – до 10 Мбайт/с (FlexRay и TTA). В них отдельные устройства объединены в единую систему управления, обладающую следующими особенностями:

- надежностью и высокой помехоустойчивостью в условиях сильных помех при срабатывании системы зажигания;

- высокой скоростью передачи данных, обеспечивающей работу системы управления в реальном масштабе времени;

- минимумом проводных соединений между отдельными устройствами.

В настоящее время интерфейс CAN широко применяется не только в автомобилях, но и в сельскохозяйственном оборудовании, дорожной и строительной технике, на железнодорожном транспорте, в медицине, в промышленной автоматике (от станков до систем управления роботами), в системах контроля и управления (контроль пожарной безопасности, контроль и управление систе-



мами искусственного климата), в управлении камерами слежения, устройствами освещения, охраны, сигнализации и т. д.

В новых версиях ISO сетевые функции распределены между семью уровнями (рис. 3.20). Уровни связаны между собой интерфейсами.



Рис. 3.20. Уровни модели ISO

*Прикладной* уровень обеспечивает услуги, напрямую поддерживающие приложения пользователя. Фактически этот уровень есть окно для доступа прикладных процессов к сетевым услугам.

*Представительский* уровень определяет формат, используемый для обмена между узлами сети. Этот уровень преобразует протоколы, транслирует данные, преобразует применяемый набор символов и т. п.

*Сеансовый* уровень позволяет двум приложениям на разных узлах сети устанавливать, использовать и завершать соединение, называемое сеансом. Этот уровень управляет диалогом между взаимодействующими процессами, то есть определяет, какая из сторон, когда, как долго и т. д. должна осуществлять передачу.

На *транспортном* уровне узла-отправителя сообщения переупаковываются (длинные разбиваются на несколько пакетов, короткие объединяются в один). На транспортном уровне узла-получателя сообщения распаковываются и восстанавливаются до первоначального вида.

*Сетевой* уровень отвечает за адресацию сообщений и перевод логических имен и адресов в физические. Этот уровень определяет маршрут от отправителя к получателю.

*Канальный* уровень отправителя осуществляет передачу кадров (фреймов) данных от сетевого уровня к физическому. Канальный уровень получателя упаковывает поток бит, поступающий от физического уровня, в кадры данных.

Для канального уровня приняты стандарты Standard CAN и Extended CAN, которые определяют форматы кадров. Логически они идентичны, различаются только числом идентификатора сообщений (11 или 29).

*Физический* уровень осуществляет передачу потока бит в физической среде (например, по кабелю). На физическом уровне определяется способ соединения кабеля с сетевым адаптером (например, количество контактов в разъеме и их функции) и способ передачи сигналов по сетевому кабелю. Физический уровень устанавливает также длительность бита, способ перевода бит в соответствующие электрические или оптические импульсы, передаваемые по сетевому кабелю.

Для физического уровня определена среда передачи, рекомендуемые типы соединений разъемов, скорости передачи данных (10, 20, 50, 100, 250, 500, 800 Кбит/с и 1 Мбит/с).

*Обмен данными* между уровнями основан на принципе Producer – Consumer (источник – приемник). Посланное одним из абонентов (Producer) сообщение может быть принято всеми другими абонентами (Consumer). Рассылку сообщения всем абонентам сети обозначают как Broadcasting (широковещательная). При этом сообщения идентифицируются не с помощью адреса абонента, а с помощью идентификатора сообщения.

Идентификатор сообщения определяет:

– тип сообщения (например, число оборотов двигателя или температуру масла) и кем оно будет принято;

– относительный приоритет сообщения и время его обработки.

*Обмен данными* осуществляется в следующей последовательности:

– электронное устройство CAN-станции готовит данные для передачи (например, число оборотов двигателя);

– формируется кадр (фрейм) данных;

– кадр данных выставляется на CAN-шину; источник не указывает адрес абонента-приемника, он указывает тип сообщения;

– все приемники принимают переданное сообщение, в том числе и станция-источник, которая контролирует процесс передачи посланного ею сообщения. При передаче идентификатора это необходимо для разрешения коллизий (когда несколько источников одновременно посылают сообщения), а при передаче непосредственно данных – для контроля их достоверности;

– приемники по идентификатору определяют, соответствует ли принимаемое сообщение их функциональному предназначению; если сообщение содержит необходимый им параметр, то передаваемые данные принимаются.

При использовании 11-битного идентификатора CAN-система может различать до 2048 различных типов сообщений, при использовании 29-битного идентификатора – до 512 миллионов сообщений.

Существует четыре формата сообщений:

- Data Frame – кадр данных;
- Remote Transmission Request Frame, или Remote Frame – кадр запроса данных;
- Error Frame – служебный кадр ошибки;
- Overload Frame – служебный кадр перегрузки контроллера.

Одно из важнейших свойств CAN-протокола – способность к обнаружению ошибок при передаче данных путем контроля уровня сигнала на шине передатчиком сообщения. Кроме того, CAN-протокол распознает и отключает дефектные узлы сети, в результате чего они не мешают обмену данными.

Пример организации сети на основе интерфейса CAN с тремя типовыми структурами CAN-узла приведен на рис. 3.21:

- узел 1 – микроконтроллер со встроенным CAN-контроллером и CAN-трансивер;
- узел 2 – CAN-контроллер и CAN-трансивер;
- узел 3 – микроконтроллер без встроенного CAN-контроллера, CAN-контроллер и CAN-трансивер.

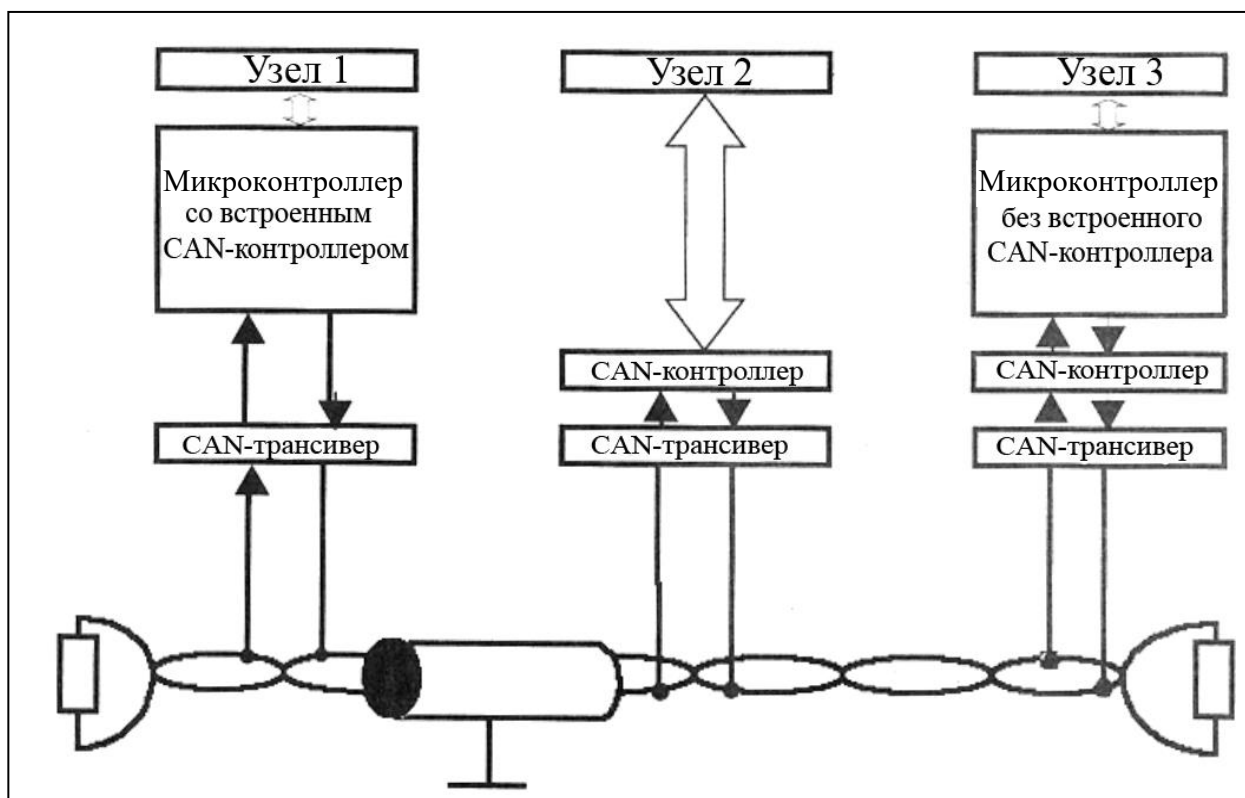


Рис. 3.21. Сеть на основе интерфейса CAN

Структуры первого и второго узлов применяются в платах с «интеллектом», на которых установлен микроконтроллер, осуществляющий, например, сбор и обработку данных с датчиков и способный передавать эти данные по шине CAN.

Структура третьего узла используется в платах без «интеллекта», нуждающихся в управлении CAN-контроллерами извне, без чего невозможен обмен данными.

Для согласования ЭБУ с компьютером используются адаптеры. На рис. 3.22 приведены примеры адаптеров K-Line. Это устройства передачи данных по однопроводной линии, так как запросы диагностического оборудования и ответы ЭСУД передаются по одной линии.

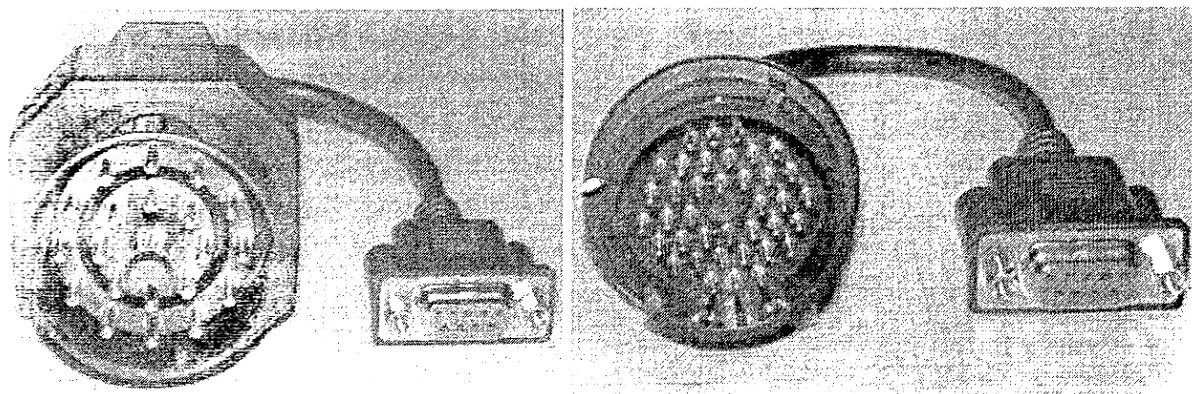


Рис. 3.22. Внешний вид адаптеров K-Line

В настоящее время на всех импортных автомобилях устанавливается объединенная усовершенствованная шина CAN системы «Комфорт» и информационно-командой системы, которая обменивается данными с шиной CAN силового агрегата через межсетевой интерфейс (Gateway).

## 4. Функциональные схемы бортовой диагностики автомобиля

### 4.1. Классификация средств технической диагностики автомобиля

Средства технической диагностики автомобилей разделяют на три вида (рис 4.1.):

- внешние;
- встроенные (бортовые) системы контроля (БСК);
- устанавливаемые на автомобиль.



Рис. 4.1. Классификация средств технического диагностирования автомобилей

Внешние средства:

- мотор-тестеры стационарного и передвижного типа;
- переносные приборы (мультиметры, осциллографы, газоанализаторы и др.).

Встроенные (бортовые) системы контроля (БСК):

- световые индикаторы предельного состояния параметра;
- устройства для централизованного съема информации по наиболее критичным параметрам (температура, давление, состояние тормозной системы и т. д.);
- средства оценки состояния параметров в динамике (осциллографы и др.)

БСК, устанавливаемые на автомобиль:

- средства диагностики на основе микропроцессорных устройств для оценки и запоминания параметров состояния в процессе эксплуатации автомобиля;
- информационно-советующие системы, которые в случае отклонения параметров от нормы информируют водителя через внутренние или внешние устройства.

## 4.2. Виды бортовых средств диагностики автомобиля

Электронные системы управления автомобилей в настоящее время применяются повсеместно. В ближайшее десятилетие только 15...18 % изменений конструкции автомобилей будет относиться к механике. Основные же изменения (до 80 %) будут касаться электронных систем управления.

Диагностические средства для определения технического состояния электронных систем управления автомобилями подразделяют на три категории:

- 1) стационарные (стендовые) диагностические системы;
- 2) бортовое диагностическое обеспечение (OBD), которое позволяет индицировать неисправность соответствующими кодами;
- 3) бортовое диагностическое обеспечение, для доступа к которому требуется специальное дополнительное считывающее устройство.

1. *Стационарные (стендовые) диагностические системы* не подключаются к бортовым электронным блокам управления (ЭБУ), а значит, не зависят от бортовой диагностической системы автомобиля.

По мере усложнения автомобильной электроники расширяются функциональные возможности стационарных систем, поскольку необходимо диагностировать не только управляемые двигатели, но и тормозную систему, активную подвеску и т. д.

Универсальность *компьютерных мотор-тестеров* определяется их программным обеспечением. Многие из них работают на основе операционной системы Windows.

Компьютерная тестовая система – это персональный компьютер, ноутбук или карманный компьютер со специальным кабелем (RS-232), в которых находится программируемый микроконтроллер с защитными протоколами обмена.

Компьютерная тестовая система позволяет считывать потоки данных в реальном времени не в численной форме, а в виде таблиц и в форме многопараметрических графиков.

При помощи такой системы можно проводить и виртуальные тесты: изменять вручную один из параметров и смотреть, что будет происходить с остальными. При этом в реальном времени ведется протокол, необходимый для детального анализа переходных процессов, который сохраняется в log-файлах по датам – это удобно для ведения плановой диагностики.

Связь программного обеспечения с электронным блоком управления автомобилем осуществляется через протокол связи. При связи с автомобилем компьютер может выполнять:

- 1) чтение и расшифровку кодов ошибок, которые определены системой диагностики автомобиля и хранятся в памяти блока управления;
- 2) удаление (стирание) из памяти блока управления кодов ошибок;
- 3) отображение параметров работы автомобиля в реальном масштабе времени;

- 4) активацию исполнительных элементов (механизмов);
  - 5) внесение изменений в программу работу блока управления.
2. Функциональная схема бортового диагностического обеспечения (OBD-I) первого поколения (1994 г.) приведена на рис. 4.2.

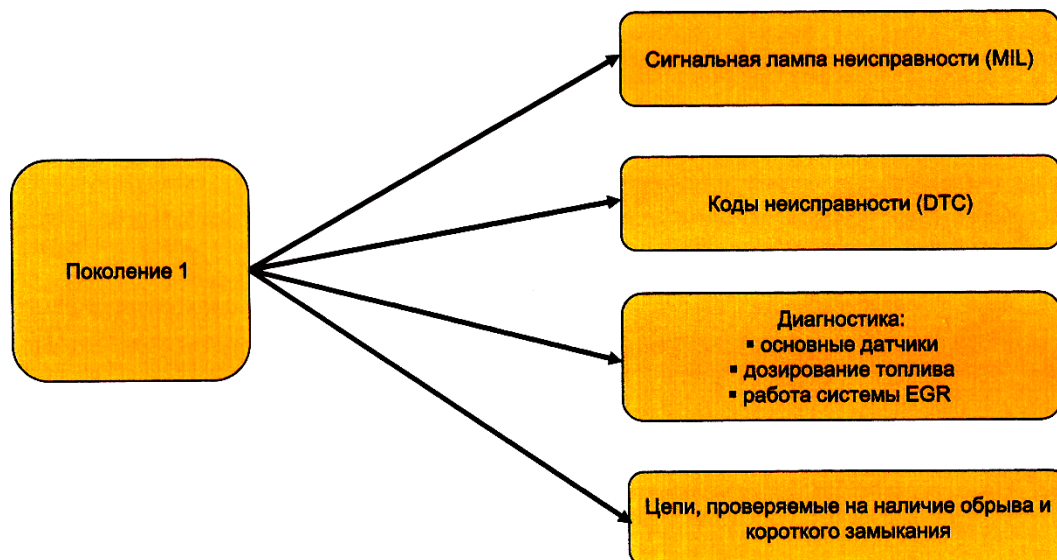


Рис. 4.2. Бортовая система диагностики OBD-I

На рис. 4.2. *MIL (Mobile Indication Lamp)* – индикаторная (системная) лампа неисправности. *EGR (Electronic Gas Recirculation)* – электронная система газовой рециркуляции. *DTC (Diagnostic Trouble Code)* – диагностический код неисправности.

Диагностические системы первого поколения (OBD-I) были связаны в основном с диагностикой системы управления двигателем (с анализом состава отработанных газов, состояния электропроводки).

3. С развитием электронных средств обработки информации в настоящее время появилось *бортовое диагностическое обеспечение второго поколения (OBD-II)*, где с увеличением объема информации медленные коды оказались заменены на буквенно-цифровые (рис. 4.3).

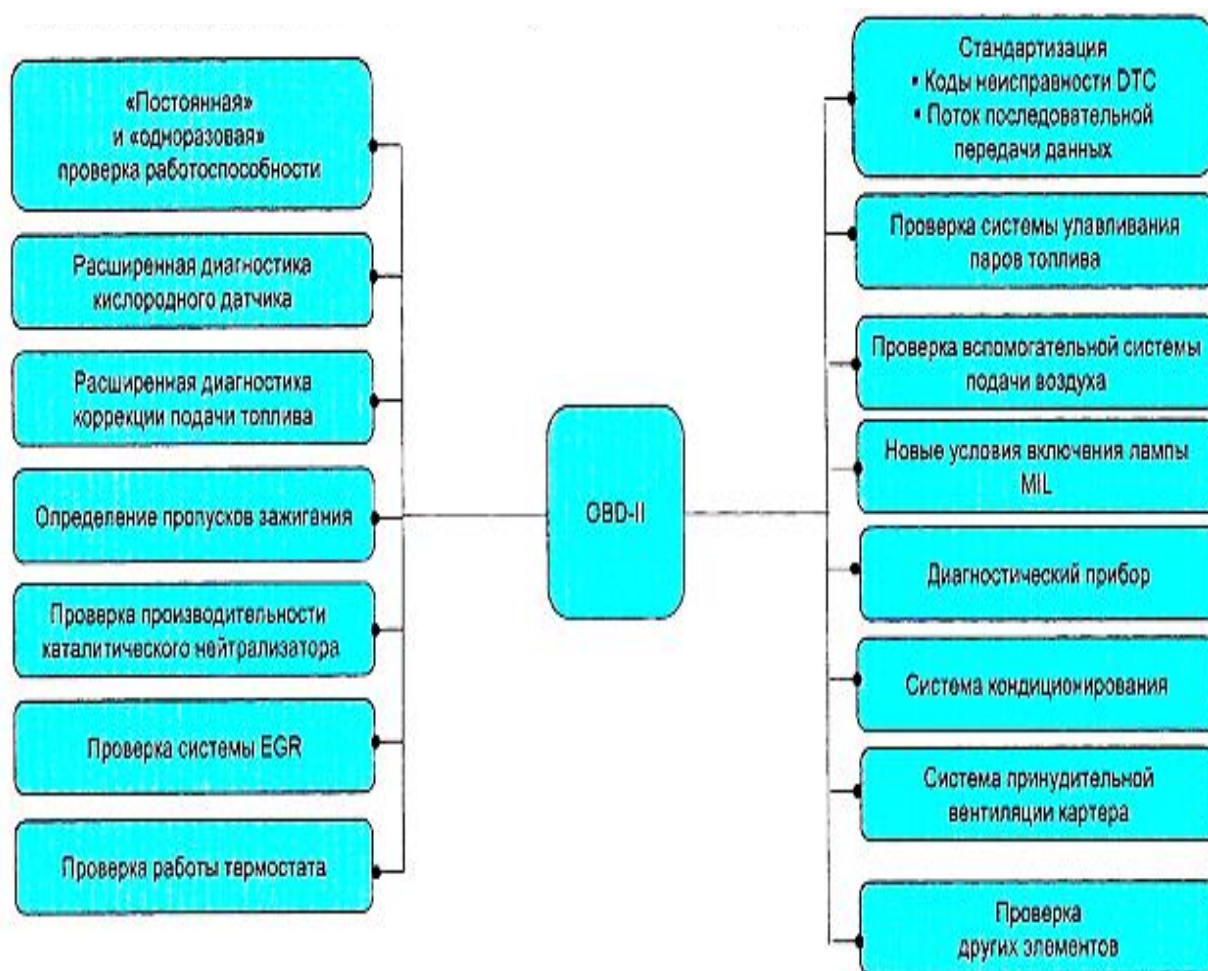


Рис. 4.3. Бортовая система диагностики OBD-II

Это, в отличие от OBD-I, позволило анализировать системы кондиционирования, подачи воздуха, вентиляции картера, работу термостата, каталитического нейтрализатора и т. д.

Разработка требований и рекомендаций OBD-II велась под эгидой EPA (Environmental Protection Agency – Агентство по охране окружающей среды при правительстве США) при участии CARB (California Air Resources Board – Отдел по окружающей среде при правительстве штата Калифорния) и SAE (Society of Automotive Engineers – Международное общество автомобильных инженеров).

OBD-II предусматривает более точное управление двигателем, трансмиссией, каталитическим нейтрализатором и др. Доступ к системной информации ЭБУ можно осуществить неспециализированными сканерами. С 1996 г. все продаваемые в США автомобили соответствуют требованиям OBD-II, а в Европе – с 2000 г. (EOBD – European On Board Diagnostic).

### ***4.3. Составные части системы мониторинга и диагностики автомобиля***

Новое современное поколение систем мониторинга с активным подключением диагностики дает более высокие результаты, во-первых, из-за снижения



стоимости этих систем, использующих компьютерную технику с высокой степенью интеграции, во-вторых, из-за возрастающих возможностей компьютерной диагностики машин и оборудования.

Современная система мониторинга и диагностики включает в себя четыре составные части:

- 1) средства измерения и анализа сигналов;
- 2) средства мониторинга;
- 3) средства диагностики;
- 4) средства технического обслуживания.

1. *Средства измерения и анализа сигналов* выполняются в двух видах:

- а) в виде отдельного прибора, сборщика данных – анализатора CD-II;
- б) в виде плат для персонального компьютера.

Особенностью сборщика данных CD-II является его модульное построение с возможностью согласования с датчиками, что позволяет подсоединить к нему одновременно до 16 датчиков физических величин.

Общая особенность этих двух средств – расширенные возможности анализа высокочастотных составляющих вибрации, поскольку именно свойства высокочастотной вибрации дают максимальную диагностическую информацию о состоянии контролируемого узла.

Использование микроэлектроники с высокой степенью интеграции позволяет значительно снизить стоимость средств измерения и анализа.

2. *Средства мониторинга* дополняют средства измерения сигналов и представляют собой компьютер с программным обеспечением, в котором учтены последние достижения мониторинга, как в обнаружении изменений вибрационного состояния, так и в анализе тенденций их развития (то есть тренды).

Современные формы представления результатов мониторинга обеспечивает пакет программ мониторинга – DREAM for Windows.

3. *Средства диагностики* представляют собой программное обеспечение:

- для обнаружения дефектов;
- для идентификации дефектов;
- прогноза развития дефектов в каждом контролируемом узле автомобиля.

Данное программное обеспечение отличает четыре основных свойства:

1) способность обнаружения и идентификации всех дефектов на ранней стадии их возникновения;

2) высокая (выше 90 %) достоверность «диагноза» и прогноза;

3) полная автоматизация процесса постановки «диагноза» и прогноза;

4) отсутствие необходимости проведения длительных работ по предварительному обучению системы.

4. Средства технического обслуживания обособлены в системе мониторинга и диагностики, так как каждый производитель предлагает свои технологии обслуживания, а каждый пользователь адаптирует их под свои возможности.

Рассмотренные системы мониторинга и диагностики производятся в России, США и Канаде и эксплуатируются:

- на железнодорожном транспорте;

- в металлургической промышленности;
- в бумажной промышленности;
- в нефтехимической промышленности;
- в газовой промышленности;
- в энергетике и др.

#### ***4.4. Программное обеспечение современных бортовых диагностических систем автомобиля***

Стандарт OBD-II предусматривает:

- наличие стандартного диагностического разъема и его стандартное размещение;
- наличие стандартного протокола обмена данными между сканнером и автомобилем;
- наличие стандартного списка кодов неисправностей;
- сохранение в памяти ЭБУ кадра значений параметров при появлении кода ошибки;
- мониторинг бортовыми диагностическими средствами компонентов, отказ которых может привести к увеличению токсичных выбросов в окружающую среду;
- возможность доступа неспециализированных сканнеров к кодам ошибок, параметрам, тестирующим процедурам и т. д.;
- наличие перечня терминов, сокращений, определений, используемых для обозначения элементов электронных систем автомобиля.

**Программное обеспечение** – это совокупность всех программ, данные которых обрабатываются компьютерными системами.

Существует системное и прикладное программное обеспечение.

1. Системное программное обеспечение – это комплекс программ, которые обеспечивают эффективное управление компонентами вычислительной системы, такими как процессор, оперативная память, каналы ввода-вывода, сетевое и коммуникационное оборудование и др.

Системное программное обеспечение реализует связь между аппаратным и программным обеспечением. По сути системное программное обеспечение является «межслойным интерфейсом», с одной стороны которого аппаратура, а с другой – приложение пользователя.

В состав системного программного обеспечения входят:

- операционные системы;
- среды программирования компоновщики, загрузчики, отладчики подпрограмм;
- утилиты;
- системы управления файлами;
- системы управления базами данных.

*Системное программное обеспечение* диагностических систем на основе персонального компьютера включает в себя диагностические операционные системы DOS или Windows.

2. *Прикладное программное обеспечение* – это комплекс аппаратно-программных средств, предоставляющих пользователю удобный доступ к функциональным возможностям операционной системы (интерфейс).

Таким образом, *системное и прикладное программное обеспечение* диагностических систем на основе персонального компьютера реализуются контролером в соответствии с программой, заложенной в памяти, в фоновом режиме, то есть когда микропроцессор не полностью загружен выполнением основных управляющих алгоритмов.

Ниже приведен пример некоторых диагностических возможностей современной микропроцессорной системы управления.

Так, при обычной эксплуатации автомобиля контроллер периодически тестирует его электрические и электронные компоненты и при обнаружении неисправности переходит в аварийный режим работы, подставляя в алгоритмы подходящее значение параметра вместо того, которое дает неисправный блок. Если, например, контроллер обнаружит неисправность в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости, то программа установит значение температуры для штатной работы двигателя (обычно 80 °С) и будет использовать это значение при реализации управляющих алгоритмов, чтобы автомобиль оставался на ходу. Замещающее значение будет храниться в памяти ЭБУ.

Водитель информируется о неисправности с помощью контрольной лампы (или светодиода), расположенной на панели приборов. Микропроцессор заносит специфический код неисправности в КАМ-памяти (Keep Aline Memory) ЭБУ, то есть в память контроллера, способную сохранять информацию при отключении питания. Это обеспечивается или подключением микросхем памяти отдельным кабелем к аккумуляторной батарее, или применением малогабаритных перезаряжаемых аккумуляторов, размещенных на печатной плате ЭБУ.

#### ***4.5. Концепции систем бортовой диагностики OBD-I, CARD-OBD (OBD-II) и EOBD по оценке токсичности отработанных газов автомобиля***

Первоначально диагностика ограничивалась только проверкой работоспособности электрических компонентов автомобиля. Первая ступень системы OBD-I лишь осуществляла проверку электрических компонентов, относящихся к эмиссии отработанных газов (ОГ) на отсутствие короткого замыкания и разрывов проводов. При детектировании системой дефекта или сбоя в работе включалась индикаторная лампа на панели приборов автомобиля.

В системе OBD-II в дополнение к проверке цепей прохождения электрических сигналов, которая осуществляется системной OBD-I, контролируется функционирование всех систем автомобиля.

В настоящее время все системы и компоненты в автомобиле, выход из строя которых приводит к заметному увеличению токсичности ОГ, контролируется блоком управления двигателя с помощью системы бортовой диагностики OBD-II.

Концепция OBD-II базируется на относительных предельных значениях концентраций токсичных веществ ОГ. Они изменяются в соответствии с категорией эмиссии, в рамках которой сертифицируется каждый отдельный автомобиль.

Предельные значения концентрации токсичных веществ в ОГ приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Концентрация токсичных веществ в ОГ

Предельные значения концентрации токсичных веществ в ОГ	
Система CARB	Относительные предельные значения: 1,5-кратное увеличение предельного значения для каждой категории эмиссии
Система EOBD (European On-Board Diagnostics)	CO: 3,2 г/км. CH: 0,4 г/км. NO <sub>x</sub> : 0,6 г/км. С 1 января 2005 г. введены новые предельные значения токсичности ОГ для системы EOBD

Основные проблемы бортовой диагностики:

- необходимость своевременного выведения на сигнализаторы информации о нарушении нормируемых параметров на основе аналоговых сигналов устройств автомобиля;
- необходимость реализации обратной связи для регулирования автоматических систем;
- необходимость самостоятельного анализа параметров и выбора оптимального режима;
- наличие большого количества электронных систем, что усложняет передачу информации.

#### ***4.6. Контроль входных сигналов системой бортовой диагностики автомобиля***

Состояние и показания датчиков контролируются в блоке управления путем обработки входных сигналов (табл. 4.2). С помощью такого контроля наряду со сбоями в работе датчиков регистрируются короткие замыкания на аккумуляторную батарею (АКБ) и на «массу», а также обрывы проводов.

Функциональность системы обеспечиваются путем:

- контроля подачи напряжения к датчику;

- анализа зарегистрированных данных на соответствие установленному диапазону значений (например, температура двигателя от –40 до +150 °С);
- проведения проверки достоверности регистрируемых данных при наличии дополнительной информации (например, сравнения частоты вращения коленчатого и распределительного валов);
- дублирования особо важных датчиков (например, датчиков перемещения педали газа); при этом их сигналы могут коррелировать друг с другом и сравниваться между собой.

Таблица 4.2

Контроль входных сигналов

Сигнальная цепь	Контроль
Датчик перемещения педали газа	Контроль напряжения питания и диапазона сигналов. Проверка достоверности избыточного сигнала
Датчик частоты вращения	Проверка диапазона сигналов. Проверка достоверности сигналов с датчика частоты вращения распределительного вала. Проверка временных изменений (динамическая достоверность)
Датчик температуры двигателя	Проверка диапазона сигналов. Проверка логической достоверности сигнала частоты вращения коленчатого вала
Концевой выключатель педали тормоза	Проверка достоверности сигнала избыточного контакта выключения. Проверка достоверности состояния стоп-сигнала
Датчик скорости движения автомобиля	Проверка диапазона сигналов. Проверка логической достоверности сигнала о частоте вращения коленчатого вала, количестве впрыскиваемого топлива и нагрузке двигателя
Исполнительный механизм клапана в системе рециркуляции ОГ	Проверка на короткое замыкание и разрыв проводов. Проверка замкнутого контура управления системой рециркуляции ОГ. Проверка реакции системы на управление клапаном системы рециркуляции ОГ
Датчик напряжения аккумуляторной батареи	Проверка диапазона сигналов. Проверка достоверности данных о частоте вращения коленчатого вала (в настоящее время – на двигателях с искровым зажиганием)
Датчик температуры топлива	Проверка диапазона сигналов (в настоящее время – на дизельных двигателях)
Датчик давления наддува	Проверка напряжения питания и диапазона сигналов. Проверка достоверности сигнала от датчика атмосферного давления и/или других сигналов

Сигнальная цепь	Контроль
Устройство управления давлением наддува (байпасный клапан)	Проверка на короткое замыкание и разрыв проводов. Проверка отклонения в регулировании давления наддува
Расходомер массы воздуха	Проверка напряжения питания и диапазона сигналов. Проверка логической достоверности
Датчик температуры воздуха	Проверка диапазона сигналов. Проверка логической достоверности сигнала от датчика температуры двигателя

#### **4.7. Контроль выходных сигналов системой бортовой диагностики автомобиля**

Оценка выходных сигналов автомобиля обеспечивает контроль за работой исполнительных механизмов, а также их проводных соединений с блоком управления.

Оценка выходных сигналов осуществляется путем:

- контроля выходных сигналов посредством задающего каскада (например, электрическая цепь оценивается на наличие короткого замыкания на АКБ и на «массу» или на разрыв цепи);

- сопоставления системных данных с командными сигналами исполнительных механизмов с целью определения достоверности (например, система рециркуляции ОГ проверяется на соответствие определенному давлению во впускном трубопроводе).

Контроль за передачей данных между блоками управления осуществляется с помощью шины бортового контроллера связи (CAN), в протоколы которого включены контролируемые механизмы распознавания неисправностей.

Большинство сообщений CAN от каждого блока управления передается через регулярные промежутки времени, поэтому выход из строя любого из блоков управления может быть обнаружен путем проверки этих временных промежутков.

Для обеспечения надежной и адекватной работы блока управления в него заложены функции аппаратного и программного контроля внутренних рабочих функций (например, «интеллектуальные» чипы задающего каскада).

Функции контроля проверяются отдельными компонентами внутри блока управления.

Проверки, требующие обработки большого объема данных, проводятся в «пострабочей» фазе после выключения двигателя. За счет этого исключается отрицательное влияние на другие функции (например, на дизельных двигателях эта фаза используется для проверки цепей отклонения).

Каждый сбой в бортовой системе диагностики автомобиля регистрируется в энергонезависимой памяти в виде кода неисправности.

После регистрации кода неисправности процесс диагностики фокусируется на отдельных системах или компонентах. Если при дальнейшей работе неисправность больше не возникает, то эта информация из памяти стирается.

Данные от системы бортовой диагностики через интерфейсы связи поступают на внешний тестер, который работает со скоростью передачи от 10 бод до 10 кбод. Этот тестер посылает адресный сигнал включения всем блокам управления, один из которых распознает этот адрес и передает код распознавания обратно.

В современных автомобилях связь между блоками управления и тестерами также осуществляется посредством шины бортового контроллера связи (CAN).

#### ***4.8. Управление системой диагностики автомобиля***

Управление системой диагностики (DSM), определяющее последовательность операций по бортовой диагностике, состоит из трех функциональных компонентов (рис. 4.4).

1. DFPM (управление диагностической цепью неисправностей с запоминающим устройством неисправностей, индикаторной лампой неисправностей и интерфейсом для сканирующего инструментария) предназначена для запоминания данных после детектирования дефектов в системе. Цепи неисправностей также содержат данные об условиях окружающей среды и другую информацию, важную для специалистов по ремонту, обеспечивающих локализацию этих неисправностей.

Другими функциями DFPM являются:

- включение индикаторной лампы неисправностей;
- контроль за функционированием каналов связи (посредством чего сканирующие средства имеют доступ к памяти неисправностей).

2. Планировщик диагностических функций (DSCHEM) отвечает за координацию выделенных функций двигателя и диагностику. Для этого он получает информацию от DVAL и DFPM, после чего проверяет состояние системы в данный момент.

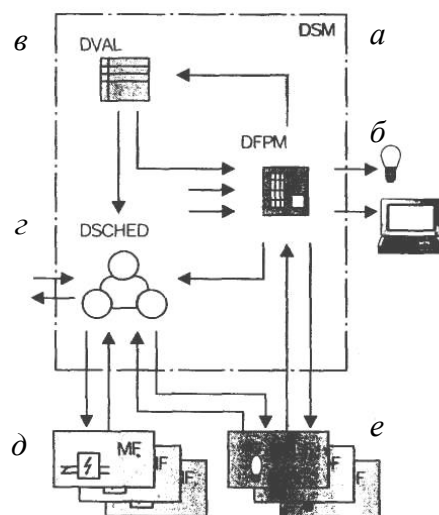


Рис. 4.4. Управление системой диагностики (DSM):

- a* – DSM, управление системой диагностики; *б* – DFPM, управление диагностической цепью неисправностей, запоминающим устройством неисправностей, индикаторной лампой неисправностей и интерфейсом для сканирующего инструментария;
- в* – DVAL, функция подтверждения достоверности диагностики;
- г* – DSCHEД, планировщик диагностических функций;
- д* – MF, функция управления двигателем; *е* – DF, диагностическая функция

Планировщик содержит:

- программу запрета, блокирующую реализацию определенной функции, если один из элементов, который важен для правильной реализации этой функции, окажется дефектным;
- программу приоритетов, рассчитывающую на основе диапазона параметров текущий приоритет для каждой функции.

3. Функция подтверждения достоверности диагностики (DVAL) анализирует сохраняемые в памяти текущие коды неисправностей.

Программа подтверждения достоверности является ключевой для быстрой локализации дефекта.

#### **4.9. Контроль систем OBD и EOBD и их компонентов**

Описание систем контроля диагностики OBD, EOBD и их компонентов приведено в табл. 4.3.

Основные системы и компоненты контроля:

- система диагностики утечек из топливного бака;
- система подачи дополнительных порций воздуха;
- топливная система;
- датчики концентрации кислорода ( $\lambda$ -зонды);
- системы рециркуляции ОГ, вентиляции картера, охлаждения двигателя;
- система снижения токсичности ОГ при пуске холодного двигателя;
- система прямого действия снижения эмиссии озона.



## Контроль систем OBD и EOBD и их компонентов

Диагностическая функция	Специальные компоненты OGD	Примечание
Скорость реагирования на неисправность	Индикаторная лампа неисправности (MIL)	–
Хранение «стоп-кадра»	Датчик скорости движения автомобиля и т. п.	Хранение информации о пробеге автомобиля при включении индикаторной лампы
Интерфейс прибора сканирования	DLC (стандартизированный разъем)	–
Контроль входных сигналов на достоверность	–	Рекомендуется для системы EOBD при поиске неисправностей в нестационарных условиях
Контроль каталитического нейтрализатора	$\lambda$ -зонд за каталитическим нейтрализатором	–
Контроль $\lambda$ -зондов, установленных до и после каталитического нейтрализатора	–	Электрическая диагностика $\lambda$ -зонда, установленного за нейтрализатором, требуется из-за отключения диагностики нейтрализатора
Диагностика нагревателя $\lambda$ -зондов, установленных до и после каталитического нейтрализатора	–	Электрическая диагностика $\lambda$ -зонда, установленного за нейтрализатором, необходима в зависимости от диагностики самого нейтрализатора
Диагностика герметичности топливного бака	Датчик давления в топливном баке	В системе EOBD не требуется
Другие системы, влияющие на эмиссию ОГ: функциональная проверка	–	
Определение уровня топлива в топливном баке	Датчик уровня топлива в топливном баке	Для системы EOBD требуется минимальная электрическая диагностика при отключении диагностических функций, когда уровень топлива в топливном баке < 20 %

#### **4.10. Методы бортовой диагностики отдельных систем автомобиля**

Диагностические устройства подразделяют на две основные группы:

- 1) встроенные (или бортовые);
- 2) внешние.

Встроенные:

- информационные;
- сигнализирующие;
- программирующие (запоминающие).

Внешние:

- стационарные;
- переносные.

*Встроенные* микропроцессорные бортовые системы диагностики в настоящее время реализованы:

- а) в гидропневматической электронной подвеске;
- б) управлении бензиновыми и дизельными двигателями;
- в) автоматизированной трансмиссии АБС (активная бортовая система) и ПБС (пассивная бортовая система);
- г) системе предупреждения столкновений.

Executive (орган) – с помощью специальных программ-мониторов контролирует до семи различных систем автомобиля, неисправность в работе которых может привести к увеличению загрязнения окружающей среды.

Остальные датчики и исполнительные механизмы, не вошедшие в эти семь систем, контролируются восьмым монитором СОМ (Comprehensive Component Monitor).

Executive осуществляет постоянный контроль оборудования с помощью указанных выше программ-мониторов без вмешательства человека.

Executive может задержать выполнение теста по различным причинам:

- отмененные тесты (Executive выполняет некоторые вторичные тесты только после того, как прошли первичные; в противном случае тест не выполняется);
- конфликтующие тесты (иногда одни и те же датчики используются разными тестами; Executive не допускает этого, задерживая один тест до конца выполнения другого);
- задержанные тесты (Executive задерживает тест с более низким приоритетом, пока не выполнится тест с более высоким приоритетом).

Для выполнения или задержания тестов Executive осуществляет:

- пассивный тест (который означает просто наблюдение (мониторинг) за значениями параметров системы или цепи);
- активный тест (когда система не проходит пассивный тест);
- тест, во время которого режимы работы двигателя и подсистемы могут меняться (осуществляется тогда, когда не пройдены пассивный и активный тесты).

По результатам выполнения тестов коды ошибок обнаруженной неисправности записываются в память ЭБУ, а информация о наличии ошибок отражается с помощью лампы МП.

Бортовой компьютер автоматически осуществляет контроль за состоянием бортовых систем автомобиля и выдает полученную информацию на жидкокристаллический дисплей. Информация представляется в удобном графическом виде, при необходимости к ней может привлекаться внимание водителя (изда-

ется звуковой сигнал и включается синтезатор речи). Контролирующие функции, которые реализует бортовой компьютер, зависят от модели и производителя автомобиля: самые распространенные – это индикация неисправности сигналов торможения, неисправности осветительных приборов, открытого состояния двери или крышки багажника, низкой температуры воздуха, низкого уровня охлаждающей жидкости в двигателе, низкого уровня масла в картере, низкого уровня омывающей жидкости в бачке омывателя стекла, чрезмерного износа тормозных накладок.

Основной задачей любого бортового средства отображения информации является представление информации с заданной точностью и в удобном для водителя виде. Аналоговые индикаторы представляют информацию в форме, более удобной для быстрого считывания водителем. Например, если стрелка указателя температуры охлаждающей жидкости находится в районе середины шкалы, водителю достаточно одного взгляда на указатель, чтобы понять, что температура двигателя находится в пределах нормы.

Водитель получает информацию о режиме движения и техническом состоянии автомобиля с помощью контрольно-измерительных приборов и индикаторов, размещенных на панели приборов. Панель приборов современного легкового автомобиля содержит 3...6 стрелочных приборов и 5...7 световых индикаторов, размещение которых основывается на следующих принципах:

- в центре панели группируются средства отображения информации, связанные с обеспечением безопасности дорожного движения;
- размещение приборов и индикаторов тем ближе к центру панели, чем выше частота обращения к ним водителя.

Развитие и внедрение автомобильной электроники дало возможность конструкторам и дизайнерам создать электронную панель приборов, в которой вместо привычных электромеханических приборов устанавливаются электронные информационные устройства и индикаторы, способные предоставлять водителю информацию в цифровой, графической и текстовой формах. С помощью электронных устройств возможен синтез человеческой речи.

Температура воздуха за бортом измеряется термистором с отрицательным температурным коэффициентом. Он размещается в закрытых местах, вдали от источников тепла, обычно за передним бампером. При уменьшении температуры сопротивление термистора увеличивается и после понижения ниже  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  на дисплее появляется предупреждение о возможном оледенении дороги.

Контроль за уровнем эксплуатации жидкостей (масла, тормозной, охлаждающей и омывающей жидкостей) осуществляется с помощью поплавковых концевых датчиков, датчиков на основе геркона и плавающего кольцевого магнита.

Примером информационной системы является блок индикации бортовой системы контроля, электрическая схема которого представлена на рис. 4.5.

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

Блок индикации представляет собой электронную систему диагностирования, звуковой и светодиодной сигнализации о состоянии: износе тормозных

колодок, пристегнутых ремнях безопасности, уровне масла в картере двигателя, омывающей, охлаждающей и тормозной жидкостей, аварийном давлении масла, незакрытых дверях салона, неисправности ламп габаритных огней и сигнала торможения.

Этот блок может находиться в одном из пяти режимов: «Выключено», «Предвыездной контроль параметров», «Контроль параметров при работе двигателя», а также ждущем и тестовом режимах. При открывании любой двери салона блок индикации включает внутреннее освещение. Когда ключ зажигания не вставлен в выключатель зажигания, блок индикации находится в режиме «Выключено».

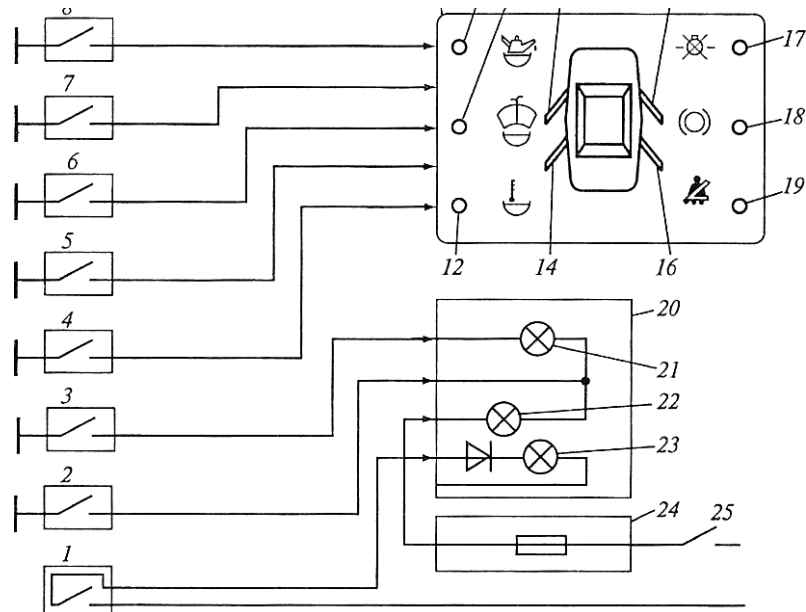


Рис. 4.5. Электрическая схема соединений блока индикации встроенных сигнализаторов и аварийных режимов:

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

После того как ключ введен в выключатель зажигания, блок переходит в ждущий режим и остается в нем, пока ключ находится в положении «Выключено» или «0». Если в этом режиме открыта дверь водителя, то возникает неисправность «Забытый ключ в выключателе зажигания» и звуковой сигнализатор

подает прерывистый сигнал в течение  $(8 \pm 2)$  с. Сигнал выключится, если дверь закрыть, а ключ вынуть из выключателя зажигания или повернуть в положение «Зажигание выключено».

Тестовый режим включается после поворота ключа в выключателе зажигания в положение «Зажигание» или «1». При этом на  $(4 \pm 2)$  с включается звуковой сигнал и все светодиодные сигнализаторы для проверки их исправности.

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

- светодиодные сигнализаторы параметров, вышедших за пределы установленной нормы, начинают мигать в течении  $(8 \pm 2)$  с, после чего горят постоянно до выключения зажигания или перевода ключа в положение «0»;

- синхронно со светодиодами включается звуковой сигнализатор (включается через  $(8 \pm 2)$  с).

Если в процессе движения автомобиля возникает неисправность, то включается алгоритм «Контроль параметров при работе двигателя».

Если в течение  $(8 \pm 2)$  с после начала действия световой и звуковой сигнализации поступят еще один или несколько сигналов о наличии неисправности, то мигание светодиодных сигнализаторов сменится постоянным горением и выполнение алгоритма индикации повторится.

В настоящее время автомобиль превратился в смарт-устройство. Бортовой компьютер определяет точное время и дату, расход топлива по сумме длительностей открытого состояния форсунок, скорость и пройденное расстояние. На дисплей обычно выводится следующая информация:

- время, день недели и дата;
- средняя скорость на маршруте;
- время в пути;
- средний расход топлива;
- мгновенный расход топлива;
- расход топлива на маршруте;
- расстояние, которое можно пройти на оставшемся запасе топлива.

Если при выезде на маршрут водитель ввел расстояние до пункта назначения, бортовой компьютер будет выдавать информацию об ожидаемом времени прибытия и расстоянии, оставшемся до пункта назначения.

#### ***4.11. Разновидности диагностических систем на основе персонального компьютера***

Варианты диагностических систем на основе персонального компьютера имеют две разновидности. Так как диагностический прибор является преобразователем сигнала входного канала RS-232 в сигнал диагностического выходного канала (например, ISO9141), то первый вариант (рис. 4.6) систем на основе ПК характеризуется тем, что диагностический прибор *дополнительно* управля-

ет диагностическим каналом с помощью микропроцессорного устройства (МПУ), связь с которым поддерживается по тому же каналу, но на повышенной скорости (пример: Carsoft BMW и Carsoft Mercedes).

Недостаток этой системы – высокие требования к ПК и программной поддержке системы диагностики, которая должна работать в реальном времени.

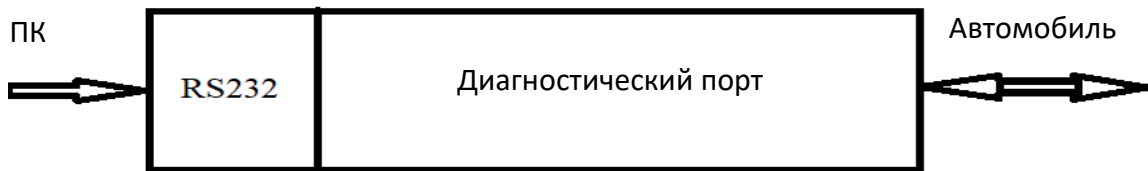


Рис. 4.6. Подключение ПК (первый вариант)

Второй вариант диагностических систем на основе персонального компьютера следующий: диагностический прибор полностью проводит диагностику бортовых систем с помощью программ, загруженных в оперативную память, программы могут обновляться, а ПК является дополнительным дисплеем и носителем информации (рис. 4.7).

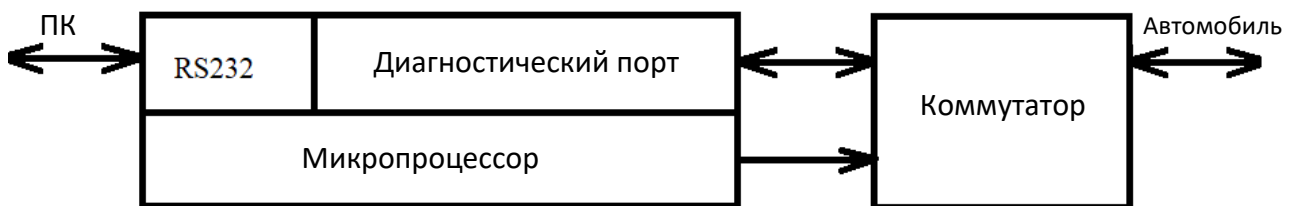


Рис. 4.7. Подключение ПК (второй вариант)

Системы с внутренней диагностикой (рис. 4.8) могут использоваться самостоятельно, подключаясь к ПК только для расширения внутренних функций.



Рис. 4.8. Система с внутренней диагностикой

*Достоинства* системы с внутренней диагностикой:

- работает в реальном времени;
- слабая зависимость от типа ПК;
- так как эта система является дилерским прибором, то она имеет бóльшие возможности.

*Недостатки:*

- высокая стоимость;
- низкая доступность (для дилерского оборудования).

#### **4.12. Сопряжение персонального компьютера с диагностическим прибором**

Сопряжение персонального компьютера с диагностическим прибором по каналу RS232 в настоящее время реализуется тремя способами:

- 1) сопряжение через гальваническую развязку;
- 2) сопряжение через специализированный преобразователь уровня;
- 3) сопряжение через приборный интерфейс RS485.

1. Сопряжение персонального компьютера с диагностическим прибором по каналу RS232 через гальваническую развязку с помощью оптронов показано на рис. 4.9.

Недостатки данного вида сопряжения:

- не каждый ПК имеет мощный выход для раскачки оптронов;
- высокое выходное сопротивление схемы и, как следствие, низкая помехоустойчивость, которые приводят к неустойчивой работе канала во время работы двигателя или при измерении параметров при движении автомобиля.

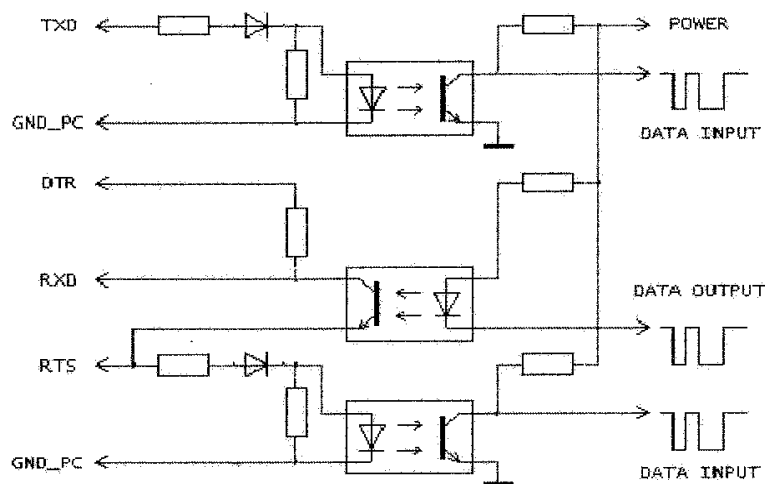


Рис. 4.9. Сопряжение диагностического прибора через гальваническую развязку

2. Сопряжение персонального компьютера с диагностическим прибором по каналу RS232 через специализированный преобразователь уровня показано на рис. 4.10.

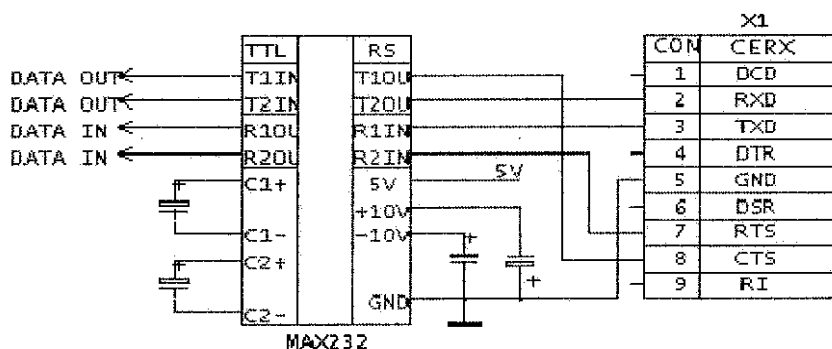


Рис. 4.10. Сопряжение через специализированный преобразователь уровня

Этот вид сопряжения не имеет гальванической развязки. Ее можно организовать после преобразователя уровня, запитав от дополнительной обмотки преобразователя блока питания.

3. Сопряжение персонального компьютера с диагностическим прибором через приборный интерфейс RS485 позволяет для создания диагностических компонентов стыковать персональный компьютер с другим оборудованием (например, с газоанализатором).

#### 4.13. Схемы защиты диагностического канала

Схема защиты, которая не мешает приему и обеспечивает качественную передачу данных, приведена на рис. 4.11.



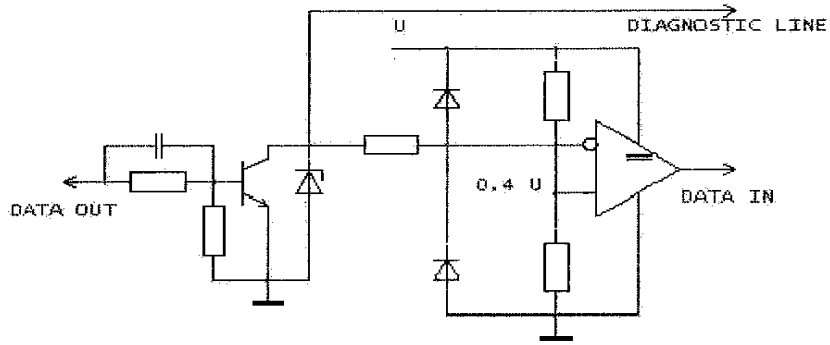


Рис. 4.11. Схема защиты диагностического канала

Схема защиты диагностического канала от перенапряжения, переполюсовки и плавания уровня сигнала в канале приведена на рис. 4.12. Максимальный ток в канале ограничен током ключа 4066.

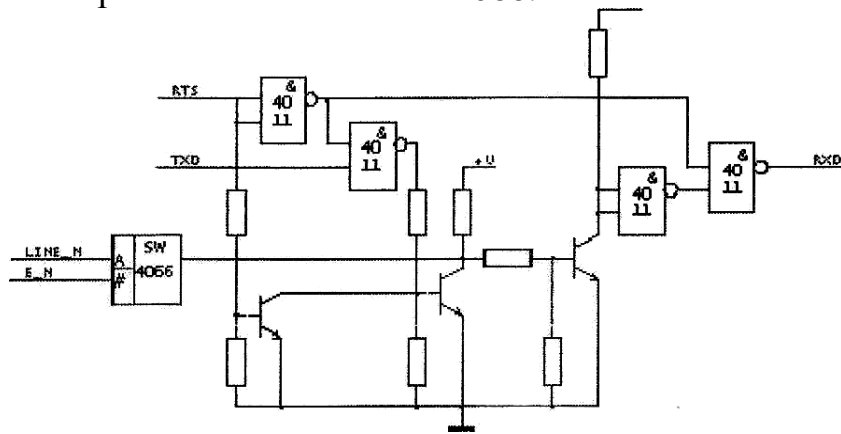


Рис. 4.12. Устройство выходных каналов Carsoft Mercedes

Схема защиты диагностического канала, в которой основательно защищен канал, применены детали с большим запасом по току и напряжению, а также улучшено качество входного сигнала, приведена на рис. 4.13.

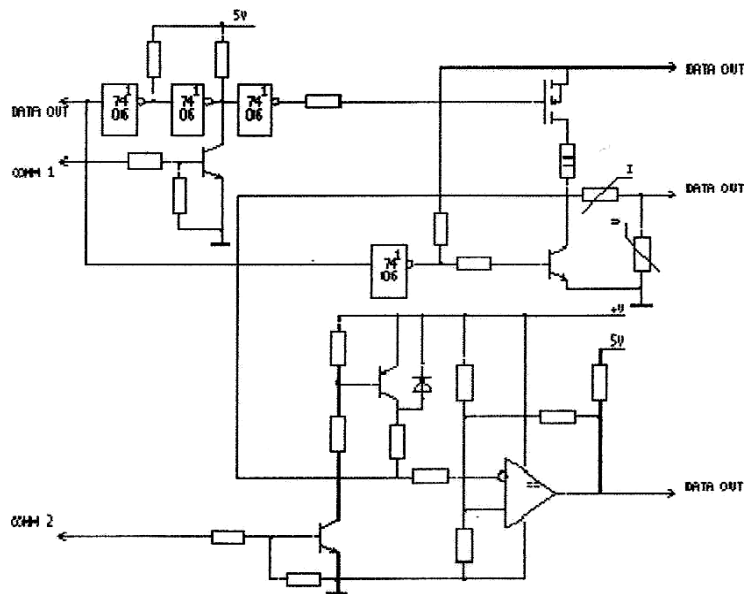


Рис. 4.13. Схема защиты по разработке MoDiC

## 5. Ремонт автомобилей

### 5.1. Прием автомобиля в ремонт

Автомобиль, принадлежащий организации или юридическому лицу, принимают в ремонт при наличии наряда на ремонт, выданного вышестоящей организацией, справки о наработке (пробеге) автомобиля, акта о его техническом состоянии и технического паспорта. При сдаче в ремонт агрегатов кроме наряда на ремонт необходимо предъявить справку об их техническом состоянии, а для ранее отремонтированных двигателей – паспорт.

Автомобили и их агрегаты, сдаваемые в ремонт, должны быть полностью укомплектованы. Для грузовых автомобилей и их агрегатов установлены первая и вторая группа комплектности; для автобусов и легковых автомобилей – только первая; для силовых агрегатов (двигатель с коробкой передач и сцеплением) – первая; для дизелей – первая; для карбюраторных двигателей – первая и вторая.

*Автомобиль первой комплектности* – это автомобиль со всеми составными частями, включая запасное колесо. *Автомобили второй комплектности* сдают в ремонт без платформы, металлических кузовов и специального оборудования.

*Двигатель первой комплектности* – это двигатель в сборе со всеми составными частями, установленными на нем, включая сцепление, компрессор, вентилятор, насос гидроусилителя рулевого управления, топливную аппаратуру, приборы системы охлаждения и смазочной системы, воздухоочиститель, электрооборудование и т. п.

*Двигатель второй комплектности* – это двигатель в сборе со сцеплением, но без других составных частей, устанавливаемых на нем.

При приемке автомобиля в ремонт составляется акт сдачи-приемки по установленной форме в трех экземплярах. В акте отмечается техническое состояние и комплектность сдаваемого в ремонт объекта. Акт подписывается представителями авторемонтного предприятия и заказчика. Первый и третий экземпляры акта остаются на ремонтном предприятии, а второй выдается заказчику.

Автомобили, принимаемые в ремонт, должны отвечать следующим требованиям: перемещаться своим ходом, не иметь деталей, отремонтированных способами, не допускающими повторный ремонт, все неисправности автомобиля должны быть следствием естественного износа, иметь годные к эксплуатации аккумуляторы и шины.

Автомобили, не отвечающие этим требованиям, а также не полностью укомплектованные, могут быть приняты в ремонт только по ходатайству вышестоящих организаций. В ремонт не принимаются грузовые автомобили, если их кабины и рамы подлежат списанию. Не принимаются в ремонт также автобусы и легковые автомобили, если их кузова не могут быть восстановлены. Не могут

быть приняты в ремонт агрегаты и узлы, у которых базовые или основные детали подлежат списанию.

Приемка автомобилей и агрегатов в ремонт производится приемщиком авторемонтного предприятия совместно с представителем заказчика. Приемщику разрешается вскрывать отдельные агрегаты для установления степени изношенности автомобиля, его агрегатов и их комплектности.

После внешнего осмотра проводятся испытания пробегом до 3 км (для автомобилей) или на контрольно-испытательных стендах (для агрегатов).

Принятые в ремонт автомобили и агрегаты отправляются на склад ремонтного фонда, где и хранятся до поступления в ремонт.

Наружная мойка автомобилей и агрегатов производится в специальной моечной камере или ручным способом с помощью струи воды высокого давления, подаваемой от насоса моечной машины через шланг к пистолету. Кроме струйного метода подачи жидкости применяются установки для мойки автомобилей (агрегатов, деталей), работающие на принципе погружения в ванны с моющими растворами. Загрузка автомобиля в ванну механизирована. Для этого применяют кран-балку и грузозахватные приспособления.

Для повышения эффективности мойки автомобиль (агрегат) подвергают вибрации или качанию. В некоторых ваннах возбуждают моющий раствор турбинами (насосами). Мойка погружением с использованием вибрации или качания обеспечивает высокое качество очистки ремонтируемых агрегатов автомобиля за счет термического (температура моющих щелочных растворов – 80...90 °С), физико-химического и механического воздействия растворов на загрязнения. Раствор содержит различные средства: синтетические поверхностно-активные вещества, сульфолон, комплексные моющие средства, тракторин, деталин, триалон и др.

Перед мойкой снимают приборы, электрооборудование и другие устройства, не подлежащие мойке. Из агрегатов автомобиля удаляется масло, для этого моечные камеры оборудуют воронками для спуска масла и шлангами для промывки агрегатов моечным раствором или паром. Слитое масло собирается в специальную тару.

Однако наружная мойка агрегатов с удалением масла не обеспечивает необходимой чистоты в разборочном цехе, что отрицательно влияет на качество ремонта автомобилей и агрегатов. Поэтому применяют последовательную многостадийную схему моечно-очистных процессов, повышающих качество.

Разборка автомобиля на агрегаты и агрегатов на узлы и детали может производиться двумя способами – тупиковым и поточным.

Тупиковый способ применяют только при частичной разборке автомобиля или на предприятиях с небольшой программой ремонтных работ. При данном способе автомобиль разбирают на одном рабочем месте от начала до конца.

Поточный способ разборки применяют на предприятиях с большой производственной программой ремонта автомобилей одной марки.

При разборочных работах используют пневматические и электрические гайковерты.

При снятии агрегатов с рамы и подаче их к постам разборки применяют подъемно-транспортные устройства (монорельсы с электрической талью, кран-балки, мостовые краны). Снятые агрегаты трансмиссии подают в разборочное отделение для дальнейшей разборки их на детали, а другие агрегаты и узлы – в соответствующие цехи для восстановления.

В зависимости от производственной программы разборка агрегатов может также производиться поточным способом на тележках конвейера и механизированных эстакадах или тупиковым способом на стендах различного типа.

Характерными дефектами деталей кузовов, кабин и оперения являются коррозионные повреждения, механические повреждения (вмятины, обломы, разрывы, выпучины и т. д.) нарушение геометрических размеров, трещины, разрушения сварных соединений и др.

Коррозионные разрушения – это основной вид износа металлического кузова и кабин. Здесь имеет место электрохимический тип коррозии, при котором происходит взаимодействие металла с раствором электролита, адсорбируемого из воздуха. Особенно сильно развивается коррозия в труднодоступных для очистки местах, где периодически попадающая на них влага сохраняется длительное время, и с повышением температуры окружающей среды происходит интенсификация реакции окисления. Коррозионные разрушения встречаются также в результате контакта стальных деталей с деталями, изготовленными из дюралюминия, пластмассы и других материалов.

## ***5.2. Технология текущего ремонта автомобиля***

Потребность в текущем ремонте автомобилей определяют при ТО-1, ТО-2 с применением контрольно-диагностического оборудования, визуально и по заявке водителя. Объем работ по текущему ремонту определяют посредством удельных норм трудоемкости в человеко-часах на 1000 км пробега. Эти нормы корректируют в зависимости от категории эксплуатации, модели автомобиля и организации его работы, природно-климатических условий, пробега автомобиля с начала эксплуатации, размеров АТП и числа технологически совместимых групп автомобилей.

Неисправности, обнаруженные при контрольно-осмотровых работах после возвращения и до выхода автомобиля на линию, регистрируют в заявке. На основании этой заявки, заполненной механиком и водителем, устанавливают целесообразность направления автомобиля на предварительное диагностирование или текущий ремонт.

Для выявления причин неисправности и установления наиболее эффективного способа их устранения перед ремонтом предусмотрено диагностирование, которое позволяет определить необходимые виды ремонтных работ и место их проведения. Ввиду того, что некоторые операции текущего ремонта технологически связаны с операциями, выполняемыми при ТО-1 и ТО-2, ряд ремонтных работ выполняют совместно с этими видами ТО. Качество выполняе-

мых при текущем ремонте работ должно обеспечивать безотказную работу отремонтированных агрегатов, узлов и деталей на пробеге, не меньшем, чем до очередного ТО-2.

Все работы, выполняемые при текущем ремонте автомобилей, делятся на две основные группы: разборочно-сборочные и ремонтно-восстановительные.

1. *Разборочно-сборочные работы* включают замену неисправных агрегатов, узлов и деталей на исправные, а также работы, связанные с пригонкой и регулировкой собираемых элементов агрегатов и узлов. Из разборочно-сборочных работ наиболее характерными являются работы по замене двигателя, головок цилиндров, сцепления, коробки передач, карданной передачи, задних и передних мостов, радиаторов, деталей подвески, рессор и других изношенных деталей, механизмов или узлов автомобиля.

Наиболее распространенными работами при текущем ремонте двигателя являются работы по замене головок цилиндров и их прокладок, поршневых колец, вкладышей коленчатого вала, поршней и гильз цилиндров. Для ремонта деталей головки цилиндров с двигателя снимают только головку.

2. *Ремонтно-восстановительными работами* являются: аккумуляторные; шиномонтажные и шиноремонтные; электротехнические; по топливной аппаратуре; слесарно-механические; кузнечно-рессорные; сварочные; медницкие; кузовные и др.

Аккумуляторные работы включают подзарядку, зарядку и ремонт аккумуляторных батарей. Шиномонтажные и шиноремонтные (вулканизационные) работы включают монтаж и демонтаж шин, ремонт дисков колес и камер, балансировку колес.

К электротехническим работам относятся: обнаружение замыканий, возникающих в результате повреждения изоляции катушек, обмоток возбуждения и обмоток якоря; проверка и перемотка обмоток; замена полюсных сердечников при задирах по их внутренней поверхности; фрезерование миканита; проточка коллекторов при наличии на них царапин и рисок.

Основными видами работ по ремонту топливной аппаратуры являются: притирка прецизионных пар форсунок; пайка поплавков и проверка их массы; наплавка металла на опорный конец приводного рычага насоса; ремонт топливопроводов и развальцовка их концов; замена диафрагмы топливного насоса; заклеивание или заварка трещин в топливных баках.

### ***5.3. Основные и вспомогательные работы по капитальному ремонту автомобиля***

Капитальный ремонт автомобилей можно разделить на основные и вспомогательные работы. К *основным работам* относят: приемку автомобиля в ремонт; разборку, очистку, дефектацию и сортировку деталей; ремонт деталей; комплектование деталей; сборку, испытание и окраску автомобилей и их составных частей и др. К *вспомогательным работам* относят: транспортные и складские работы;

содержание и ремонт оборудования и зданий; обеспечение производства всеми видами энергии; технический контроль; материально-техническое снабжение и т. п.

Капитальный ремонт автомобилей и агрегатов проводится на авторемонтных предприятиях. Основанием для рассмотрения вопроса о направлении автомобиля или агрегата на капитальный ремонт является достижение им установленной доремонтной или межремонтной наработки.

Решение о направлении автомобилей на капитальный ремонт принимается на основании анализа действительного технического состояния. *Грузовые автомобили* подвергаются капитальному ремонту при необходимости капитального ремонта *рамы* и *кабины*, а также не менее трех других основных агрегатов в любом сочетании. *Легковые автомобили* и *автобусы* направляют на капитальный ремонт при необходимости ремонта кузова. *Агрегаты* поступают на капитальный ремонт, если их базовые детали требуют ремонта, а также если их работоспособность не может быть восстановлена путем текущего ремонта.

#### 5.4. Классификация авторемонтных предприятий

Авторемонтные предприятия для капитального ремонта в зависимости от назначения (специализации) и типа производства классифицируются следующим образом.

1. По *специализации* различают следующие виды авторемонтных предприятий:

- по ремонту полнокомплектных автомобилей;
- ремонту автомобилей и агрегатов;
- ремонту автомобилей на готовых агрегатах;
- ремонту агрегатов, кроме двигателя;
- ремонту двигателей или силовых агрегатов;
- ремонту деталей или отдельных сборочных единиц (приборов электрооборудования и электроснабжения, кузовов, кабин, шин, карданных валов и т. п.);
- ремонту прицепов и полуприцепов;
- разборке и сборке автомобилей (агрегатов).

Для обеспечения технологического процесса ремонта организуются предприятия по изготовлению запасных деталей и устройств.

2. По *типу производства* в зависимости от объема выпускаемой продукции различают предприятия единичного, серийного и массового производства.

Количественной характеристикой типа производства является *коэффициент закрепления операций*  $K_{з.о}$ , который представляет собой отношение числа всех технологических операций, выполняемых в течение месяца, к числу рабочих мест.

Предприятия *единичного* производства характеризуются широкой номенклатурой выпускаемой продукции, небольшим объемом выпуска изделий для необезличенного метода ремонта, универсальностью используемого оборудования, невысокой механизацией труда и высокой квалификацией рабочих.

*Серийное* производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, выпускаемых периодически повторяющимися партиями (сериями). В зависимости от количества изделий в партии и значения коэффициента закрепления операции различают мелкосерийное ( $K_{з.о} - 20...40$ ), среднесерийное ( $K_{з.о} - 10...20$ ) и крупносерийное ( $K_{з.о} - 1...10$ ) производство.

Для серийного производства характерно применение обезличенного метода ремонта, использование специализированного оборудования, более высокий уровень механизации.

*Массовое* производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно используемых при ремонте в течение продолжительного времени. Закрепление за каждым рабочим местом одной технологической операции позволяет применять конвейеры, широко использовать специальное оборудование, механизировать и автоматизировать трудоемкие процессы. Требования к уровню квалификации рабочих при этом существенно снижаются.

Совокупность всех действий людей и средств производства, необходимых для ремонта автомобилей и их составных частей, называется *производственным процессом*. Часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства, называется технологическим процессом ремонта.

### **5.5. Этапы технологического процесса капитального ремонта грузовых автомобилей**

Схема технологического процесса капитального ремонта грузового автомобиля показана на рис. 5.1. Технологический процесс капитального ремонта грузового автомобиля можно разделить на четыре этапа.

На *первом этапе* с принятого в ремонт автомобиля снимают электрооборудование и аккумуляторную батарею и направляют его на площадку хранения ремонтного фонда, откуда буксиром переводят на пост наружной мойки. Очищенный от загрязнений автомобиль подают на пост предварительной разборки, где с него снимают платформу, колеса, кабину и топливные баки. Далее снимают механизм управления, силовой агрегат, карданный вал автомобиля, передний и задний мосты, узлы подвески и привод тормозной системы. Раму автомобиля после мойки и очистки отправляют в ремонт.

*Второй этап* включает ремонт агрегатов и узлов автомобиля. На этом этапе после разборки агрегатов их детали подвергаются мойке и очистке от нагара, накипи, продуктов коррозии, старой краски и смолистых отложений.

*Третий этап* технологического процесса капитального ремонта автомобиля – общая сборка, которая обычно выполняется на поточных линиях. После сборки отремонтированный автомобиль заправляют топливом.

*Четвертый этап* технологического процесса капитального ремонта автомобиля – его испытания. Испытания проводятся пробегом или на испыта-

тельных стендах. Во время испытаний осуществляются необходимые регулировки и устраняются обнаруженные неисправности. При обнаружении в ходе испытаний неисправностей, неустраняемых регулировкой, автомобиль направляют на пост устранения дефектов. Полностью исправный автомобиль при необходимости подкрашивают и сдают представителю отдела технического контроля или непосредственно заказчику.

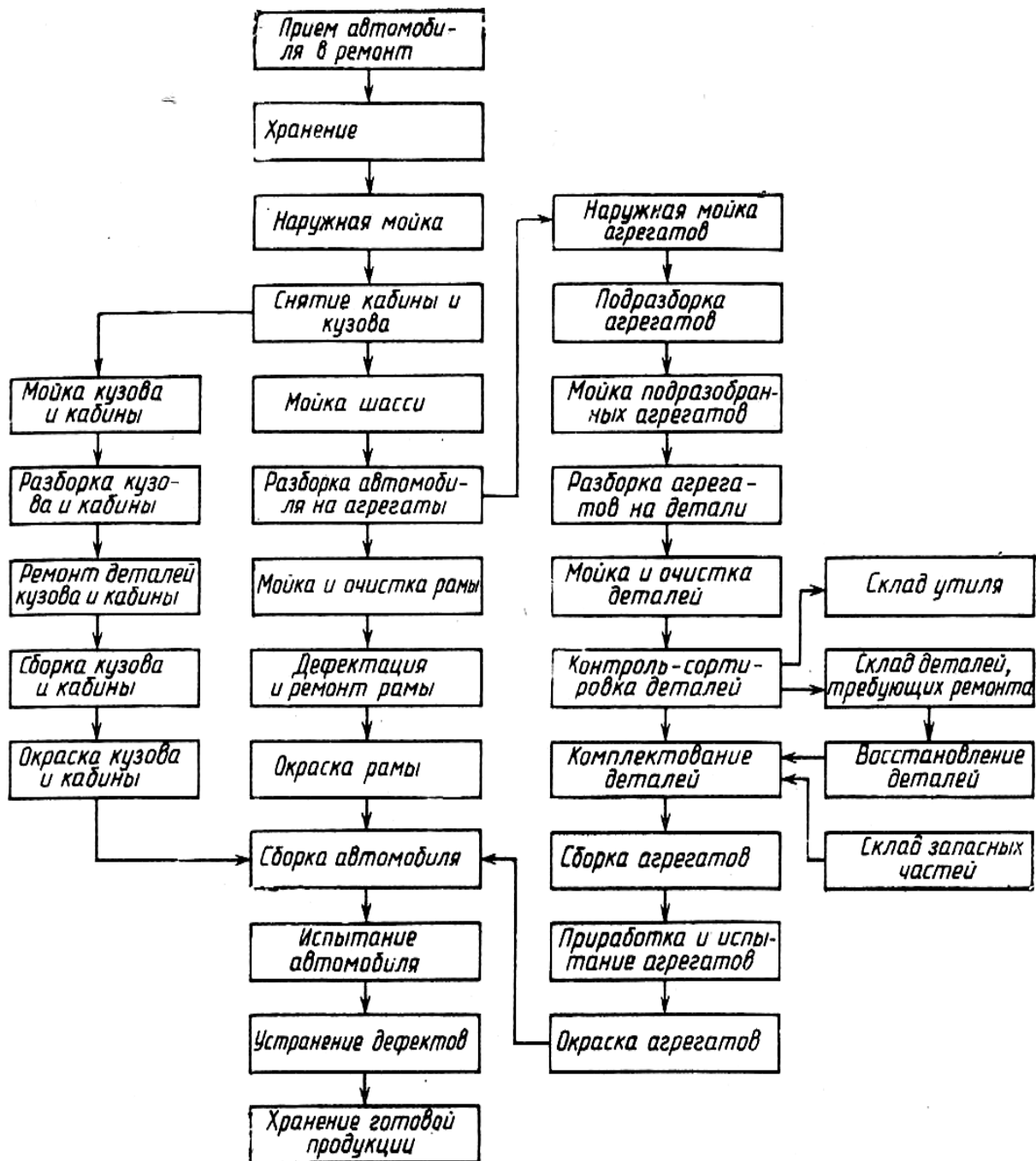


Рис. 5.1. Схема технологического процесса капитального ремонта грузового автомобиля



## 5.6. Факторы, влияющие на потребность в запасных частях и их расход при капитальном ремонте автомобиля

В результате дефектации деталей определяются факторы, влияющие на потребность в запчастях и возможность их последующего использования, определяется объем и характер работ по восстановлению деталей и число необходимых запасных частей (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Факторы, влияющие на потребность в запасных частях

Факторы, определяющие расход запасных частей:

- конструктивные;
- эксплуатационные;
- технологические;
- организационные.

1. *Конструктивные* факторы зависят:

- от надежности изделий;
- сложности конструкций;
- унификации изделий и деталей.

2. *Эксплуатационные* факторы определяются:

- интенсивностью эксплуатации;
- квалификацией водителя;
- дорожными и природно-климатическими условиями эксплуатации;
- обеспеченностью инструментами для ТО и диагностирования.

3. *Технологические* факторы зависят:

- от качества ТО и ремонта;
- качества запасных частей.

4. *Организационные* факторы определяются:

- износом парка транспортных средств;
- наличием в парке разных типов и моделей транспортных средств;
- структурой автотранспортной организации.

## **5.7. Примеры контроля и диагностики систем автомобиля**

### **5.7.1. Проверка датчика давления топлива, форсунки впрыска и топливного насоса**

В качестве подготовительных операций следует убедиться:

- что двигатель прогрет до рабочей температуры (около 80 °С);
- система зажигания в порядке;
- установлен новый воздушный фильтр;
- все дополнительное оборудование, включая кондиционер, отключено;
- вентилятор радиатора отключен;
- в моделях с гидроусилителем руля рулевое колесо – в положении прямолинейного движения;
- обороты холостого хода находятся в пределах 750...1000 об/мин (данное значение поддерживается электроникой автоматически);
- значение СО составляет 0,2...1,2 % на выходе выпускной системы; если значение СО не соответствует, то необходимо проверить герметичность впускной и выпускной систем и провести тесты электронных компонентов.

Все коммутации разъемов и контрольных приборов проводятся при отключенном зажигании.

Проверка давления топлива:

- подключить ко впускному бензопроводу манометр;
- извлечь реле топливного насоса из разъема и подключить выключатель вместо реле;
- включить топливный насос с помощью подключенного выключателя и измерить давление в системе, оно должно составлять 0,8...1,2 кг/см<sup>2</sup>;
- вернуть реле топливного насоса на место его расположения, зажигание не включать;
- через 5 мин проверить остаточное давление в топливной системе, оно должно составлять не менее 0,5 кг/см<sup>2</sup>.

Проверка форсунки впрыска:

- измерить сопротивление обмотки форсунки, предварительно отключив разъем форсунки; величина сопротивления должна быть в пределах 1,2...1,6 Ом;
- подключить вольтметр к форсунке между контактом «земля» и контактом питания, коротко прокрутить двигатель стартером: величина напряжения должна быть около 12 В;

– подключить к форсунке между контактами индикатор, коротко прокрутить двигатель стартером, индикатор должен периодически показывать напряжение питания.

Проверка топливного насоса (рис. 5.3):

– извлечь реле топливного насоса из разъема и подключить выключатель между контактами управления вместо реле;

– насос должен работать при замыкании выключателем контактов управления, если нет – проверить предохранитель и соответствующие соединения;

– разомкнуть контакты управления, отключить разъем топливного насоса и подключить вольтметр к контактам «1» и «4», снова замкнуть контакты управления: величина напряжения должна быть в пределах 12 В, если нет – проверить соответствующие соединения.

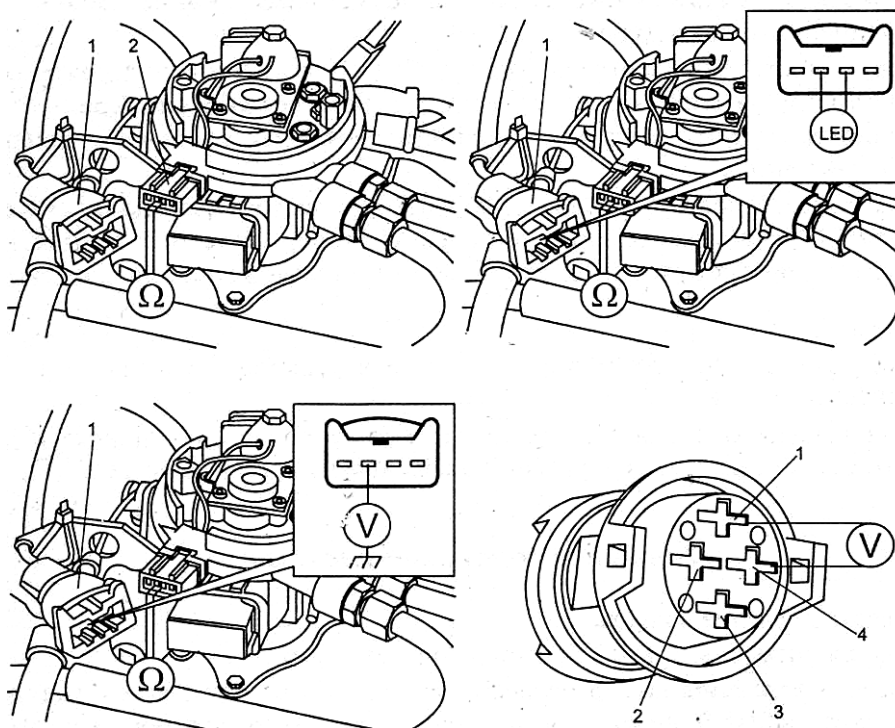


Рис. 5.3. Проверка компонентов топливной системы

Характерные неисправности топливной системы:

– топливный насос не работает, но может ненадолго включиться после постукивания по топливному баку в области топливоприемника (требуется замена топливного насоса);

– разрыв электропитания насоса (как правило, около разъемов под ковриком багажника);

– подгорели рабочие контакты реле топливного насоса (требуется вынуть реле и, замкнув контакты управления подходящей перемычкой, вставить реле обратно);

– форсунка негерметична, топливо протекает в закрытом ее состоянии, горячий двигатель заводится с трудом (требуется замена форсунки).

### **5.7.2. Проверка систем впуска воздуха и датчиков положения дроссельной заслонки, температуры входного воздуха и нагревателя впускного коллектора**

Проверка системы впуска воздуха и датчика положения дроссельной заслонки:

– отсоединить разъем от датчика положения дроссельной заслонки и проверить сопротивление между соответствующими контактами в разъеме датчика при различных положениях дроссельной заслонки (табл. 5.1). При перемещении дроссельной заслонки величина сопротивления должна изменяться плавно (без провалов);

– используя контрольный щуп толщиной 0,5 мм, проверить срабатывание концевика в положении «С», в которой сопротивление между контактами «3» и «4» разъема должно быть около 1 Ом (контакт замкнут), при извлечении щупа – ∞ (контакт разомкнут);

– проверить напряжение между контактами «1» и «5» датчика положения дроссельной заслонки при включенном зажигании. Его величина должна быть около 5 В;

– измерить сопротивление между контактами «1» и «2», «1» и «4», «1» и «6» – его величина должна быть в пределах 3...200 Ом.

Таблица 5.1

Проверка датчика положения дроссельной заслонки

Контакты ТР для трансмиссии МТ	Контакты ТР для трансмиссии АТ	Условия проверки	Результат измерения
1 и 5	1 и 7	Дроссель закрыт	520...1300 Ом
1 и 2	1 и 2	Дроссель открыт на 0...25 %	600...3500 Ом
1 и 4	1 и 6	Дроссель открыт на 25...100 %	600...6600 Ом

Проверка датчика температуры входного воздуха (IAT): проверить изменение сопротивления датчика IAT между контактами «1» и «4» разъема форсунки (табл. 5.2) в зависимости от температуры входного воздуха.

Таблица 5.2

Проверка датчика IAT

Контакты разъема форсунки	Температура	Сопротивление датчика IAT
1 – 4	20 °С	Около 2500 Ом
1 – 4	40 °С	Около 1250 Ом
1 – 4	60 °С	Около 575 Ом
1 – 4	80 °С	Около 325 Ом

Проверка нагревателя впускного коллектора:

– отключить разъем «2» нагревателя «3» впускного коллектора от жгута «1» электропроводки и измерить сопротивление термоэлемента, его величина должна быть в пределах 0,25...0,50 Ом;

– включить зажигание и измерить напряжение на выходе жгута «1», его величина должна быть около 12 В.

Характерные неисправности системы впуска воздуха:

– нарушение герметичности резинометаллической прокладки между блоком заслонок и впускным коллектором. Как правило, прокладка начинает пропускать воздух через 40...50 тыс. км пробега (появляется неустойчивость оборотов холостого хода, двигатель периодически глохнет при перегазовках). Требуется замена прокладки;

– механический износ редуктора (стабилизации оборотов холостого хода не происходит, двигатель периодически глохнет при перегазовках). Требуется замена редуктора;

– износ датчика положения дроссельной заслонки. Обычно проявляется в автомобилях с пробегом 150...200 тыс. км (двигатель дергается при трогании с места и разгоне, обороты холостого хода не соответствуют табличным). Требуется замена датчика.

### 5.7.3. Проверка системы зажигания и коммутатора зажигания

*Проверка системы зажигания.* Тип применяемых свечей зажигания в зависимости от производителя двигателя автомобиля приведен в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Свечи зажигания для двигателя автомобилей

Производитель	Тип	Рекомендуемый зазор, мм
Bosch	W7LTCR	1,2
Autolite	APP63	0,9
Beru	14GH-7DTUR	0,8
Champion	RN8VTYC4	0,8
NSK	BUR6ET	0,8

Свечи зажигания можно проверить «на искру». Для этого следует:

– отключить разъем форсунки на время проверки (для защиты катализатора и  $\lambda$ -зонда);

– вывернуть свечу из двигателя и подключить к одному из высоковольтных проводов распределителя зажигания, обеспечив надежный контакт корпуса свечи с бортовой «землей»;

– коротко прокрутить двигатель стартером и убедиться в высоком качестве сформированной искры (голубая и «толстая»);

– повторить операцию со всеми свечами зажигания.

Момент и порядок зажигания проверяется с помощью стробоскопа на холостых оборотах двигателя, прогретого до рабочей (80 °С) температуры.

Момент контролируется по меткам на переднем шкиве (рис. 5.4, *a*) или маховике через контрольный колодец в районе распределителя зажигания. При несоответствии момента зажигания табличному, регулировка осуществляется поворотом корпуса распределителя зажигания.

Порядок зажигания стандартный для 4-цилиндрового двигателя: 1 – 3 – 4 – 2.

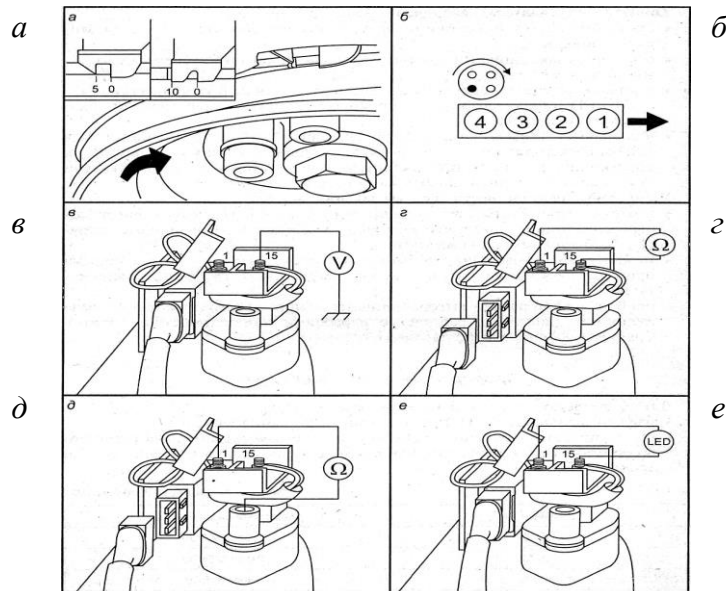


Рис. 5.4. Проверка системы зажигания:

*a* – передний шкив; *б* – порядок зажигания; *в* – проверка напряжения на выводе катушки зажигания; *г* – проверка сопротивления; *д* – проверка контакта «земля»; *е* – подключение индикатора к контактам

Катушка зажигания:

– включить зажигание и проверить напряжение +12 В на выводе «15» катушки зажигания от шины «15» замка зажигания (см. рис. 5.4, *в*). Если напряжение 12 В отсутствует – проверить предохранитель и монтаж;

– отключить разъем коммутатора зажигания и проверить сопротивление первичной обмотки катушки между клеммами «1» и «5». Его величина должна быть 0,5...1,5 Ом (см. рис. 5.4, *г*).

Проверка коммутатора (усилителя) зажигания:

– отключить разъем форсунки на время проверки;

– отключить зажигание и проверить «землю» на контакте разъема коммутатора зажигания (см. рис. 5.4, *д*);

– отключить разъем коммутатора зажигания и, подключив индикатор к контактам «1»–«15» катушки зажигания (см. рис. 5.4, *е*), коротко прокрутить двигатель стартером (индикатор должен мигать, если нет – заменить неисправный коммутатор зажигания).

Характерные неисправности системы зажигания:

- выход из строя коммутатора зажигания (при прокрутке двигателя искрообразование отсутствует). Требуется замена коммутатора;
- межвитковое замыкание в обмотке катушки зажигания (периодически пропадает зажигание, катушка сильно нагревается). Требуется замена катушки;
- пробой изолятора или выгорание центрального электрода в одной свече зажигания (двигатель работает с перебоями или устройство «троит»). Требуется замена свечи.

#### 5.7.4. Проверка датчиков двигателя и датчиков положения коленвала

Проверка двигателя включает проверку датчика температуры охлаждающей жидкости (ДТД). Для этого следует:

- извлечь датчик ДТД из системы охлаждения двигателя (рис. 5.5, а);
- смоделировать изменение температуры датчика (например, нагревая его в горячей воде) и проверить изменение сопротивления (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Проверка датчика ДТД

Температура	Сопротивление датчика ДТД
20 °С	Около 2500 Ом
40 °С	Около 1250 Ом
60 °С	Около 575 Ом
80 °С	Около 325 Ом

*Проверка датчика положения (ДКВ).* Конструктивно ДКВ выполнен в виде датчика Холла. Для проверки необходимо:

- отключить разъем датчика ДКВ от распределителя зажигания, проверить наличие «земли» на контакте «1» разъема и наличие напряжения 12 В на контакте «3», предварительно включив зажигание (рисунок 5.5, б);
- подключить вольтметр к контактам «1»–«2» разъема коммутатора зажигания (рис. 5.5, в);
- включить зажигание и, повернув ротор распределителя зажигания (вращая коленвал двигателя), последовательно в позициях 1 и 2 (рис. 5.5, г) снять показания вольтметра. В позиции 1 должно быть 0...0,5 В, в позиции 2 должно быть не менее 4 В.

Характерная неисправность – отказ ДКВ-датчика (сигнал с датчика отсутствует, отсутствует зажигание при исправном коммутаторе и катушке). Требуется ремонт датчика-распределителя.

Проверка выпускной системы и нагревателя датчика концентрации кислорода ДКК ( $\lambda$ -зонда): отключить разъем нагревателя  $\lambda$ -зонда и во время прокрутки двигателя стартером измерить напряжение на контактах «1»–«2» его ве-

личина должна быть около 12 В. Если напряжения нет – проверить соответствующие соединения, предохранитель и реле топливного насоса.

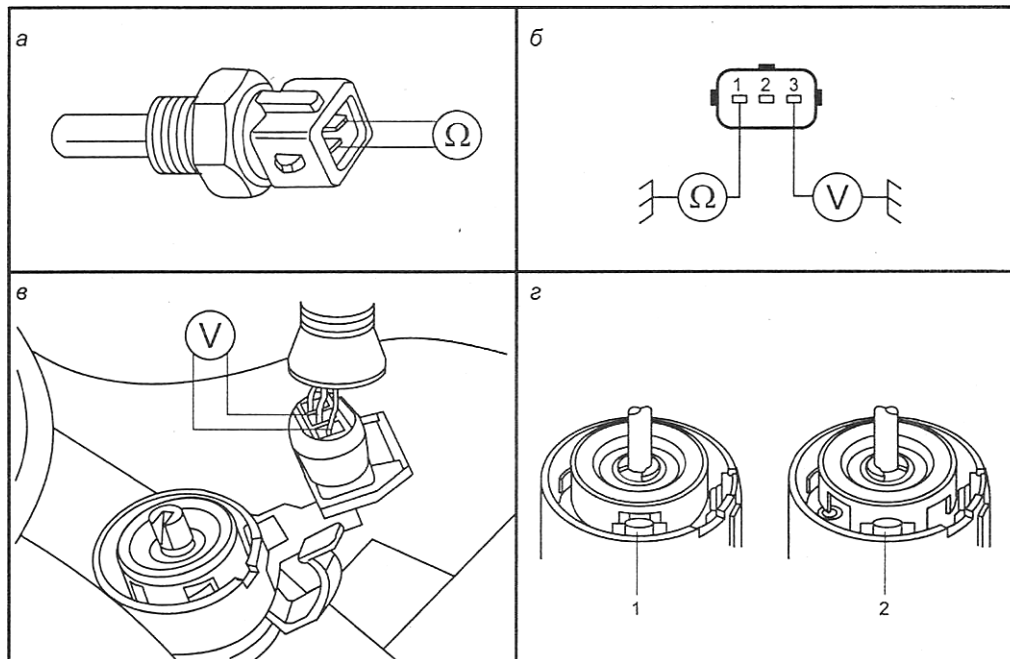


Рис. 5.5. Проверка датчиков двигателя:

*а* – извлечение датчика; *б* – проверка «земли» и напряжения;  
*в* – подключение вольтметра; *г* – позиции 1 и 2

### **5.7.5. Проверка датчика концентрации кислорода и клапана системы утилизации паров топлива**

Проверка датчика концентрации кислорода (ДКК –  $\lambda$ -зонд): подключить осциллограф к выходу  $\lambda$ -зонда и на работающем двигателе сравнить полученную осциллограмму с контрольной. Измерения провести на холостых (около 900 об/мин) и средних (около 3000 об/мин) оборотах полностью прогретого двигателя. Скорость переключения выходного уровня датчика – не более 300 мс. Изменение напряжения в пределах 0,2...0,8 В.

Проверка клапана системы утилизации паров топлива: проверить приходящее питание, его величина должна быть около 12 В. Если напряжения нет – проверить соответствующие соединения и предохранитель. При работе двигателя на холостых оборотах клапан должен периодически «щелкать», что свидетельствует о его рабочем состоянии.

Характерная неисправность системы выпуска отработавших газов – отказ  $\lambda$ -зонда в результате химического «отравления» либо обрыва цепей (на выходе датчика постоянный потенциал). ДКК требуется заменить. Как правило, при правильной эксплуатации двигателя ресурс ДКК  $\lambda$ -зонда составляет 70...100 тыс. км пробега.



## **6. Техническая документация по обслуживанию и ремонту автомобиля**

### **6.1. Комплексные показатели обеспечения работоспособного состояния транспортных средств**

Основные требования по техническому обслуживанию и ремонту автомобильного транспорта изложены во «Временном положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта», утвержденном Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь в 2007 году. Основные разделы Положения представлены ниже.

1. Общие положения.

2. Положения об организации технического обслуживания и ремонта транспортных средств.

3. Положения об ответственности владельцев транспортных средств, исполнителей и руководителей работ по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств автомобильного транспорта.

4. Положения о контроле за соблюдением требований Положения.

5. Приложение А «Примерные перечни основных операций технического обслуживания транспортных средств».

6. Приложение Б «Основные комплексные показатели обеспечения работоспособного состояния транспортных средств».

7. Приложение В «Составные части автомобиля, техническое состояние которых влияет непосредственно на безопасность движения, топливную экономичность и состояние окружающей среды».

8. Приложение Г «Примерный перечень работ регламентированного ремонта транспортных средств».

9. Приложение Д «Примерный перечень рекомендуемых для выполнения при ТО-1 работ текущего ремонта малой трудоемкости».

10. Приложение Е «Примерный перечень рекомендуемых для выполнения при ТО-2 работ текущего ремонта малой трудоемкости».

11. Приложение Ж «Определение оптимального ресурса транспортного средства с помощью интегрального показателя».

12. Приложение И «Примерная номенклатура составных частей транспортных средств, подлежащих капитальному, восстановительному ремонту в специализированных ремонтных организациях».

13. Приложение К «Перечень основных агрегатов автомобиля, их базовых и основных деталей».

14. Приложение Л «Примеры выбора и корректирования нормативов технического обслуживания и ремонта транспортных средств».

К числу основных комплексных показателей обеспечения работоспособного состояния транспортных средств относятся:

- техническая готовность транспортных средств;
- затраты на ТО и ремонт;

Техническая готовность определяется долей календарного времени, в течение которого автомобили находятся в работоспособном состоянии и могут выполнять транспортную работу.

Техническая готовность транспортных средств конкретной модели определяется:

- в течение суток: как отношение количества работоспособных автомобилей к списочному их количеству;
- за период более суток: как отношение времени пребывания транспортных средств в работоспособном состоянии к календарному времени их пребывания в эксплуатирующей организации.

Для обеспечения возможности анализа работы служб и подразделений, участвующих в обеспечении работоспособного состояния транспортных средств, учитываются простои в часах (по транспортному средству в целом и по конкретным его агрегатам и системам), зависящие:

- от производственно-технической службы (простои в ожидании ТО, ремонта и списания, простои на линии по техническим причинам, потери времени, связанные с возвратом с линии);
- подразделений материально-технического снабжения (простои, связанные с несвоевременной поставкой запасных частей, эксплуатационных материалов, оборудования, оснастки, инструмента);
- подразделений службы главного механика (простои, связанные с недостаточной оснащенностью производств ТО и ТР технологическим оборудованием и их неподготовленностью к работе);
- подразделений обеспечения персоналом (простои, связанные с необеспеченностью специалистами по ТО и ремонту);
- служб эксплуатации и безопасности движения (простои в ремонте в результате дорожно-транспортных происшествий, нарушений на линии правил технической эксплуатации автомобилей, плохих дорожных условий).

Затраты на обеспечение работоспособного состояния транспортных средств включают:

- затраты на оплату труда персонала подразделений производственно-технической службы, выполняющего ТО и ремонт, работы по подготовке производства и другие вспомогательные работы, связанные с ТО и ТР, доля заработной платы персонала подразделений, обслуживающих предприятие в целом;
- затраты на социальные нужды;
- материальные затраты на запасные части, шины, эксплуатационные материалы, инструмент, приспособления, инвентарь, спецодежду, воду и топливно-энергетические ресурсы, приобретение работ (услуг) производственного характера;
- амортизационные отчисления основных средств и нематериальных активов;
- прочие затраты.

Трудовые и материальные затраты исчисляются в натуральных и стоимостных единицах.

Производительность труда специалистов по ТО и ремонту выражается объемом выполненной работы (в нормативных человеко-часах) в течение часа или смены. Под нормативными человеко-часами понимается трудоемкость ТО и ремонта по транспортному средству в целом, узлам или отдельной операции.

Трудоемкость ТО и ТР автобусов не учитывает следующие работы:

- обслуживание компостеров;
- обслуживание тягово-сцепного устройства;
- обслуживание электроподогрева;
- обслуживание электронного табло;
- обслуживание речевого информатора;
- проверку состояния и обслуживание систем пожаротушения;
- ремонт аварийных повреждений;
- ремонт электронного табло;
- ремонт речевого информатора;
- разбраковку металлолома по видам.

## **6.2. Определение оптимального ресурса автомобиля с помощью интегрального показателя**

Техническое состояние транспортного средства, определяющее его надежность, безопасность и экономическую составляющую перевозок, непосредственно зависит от условий и интенсивности его работы, ресурса и срока эксплуатации.

*Нормативный ресурс* до списания определяется техническими условиями изготовителя, а *оптимальный ресурс* зависит от состояния базовых агрегатов, узлов, деталей и, в первую очередь, от состояния кузова, рамы и кабины. Предельным состоянием кузова считается наличие более 60 % негодных элементов ферм, лонжеронов каркаса, шпангоутов, панелей облицовки. Критериями предельного состояния рамы являются сквозные поперечные трещины горизонтальных полок лонжеронов с выходом на стенки; кабины – усталостное разрушение передних стоек по замкнутому контуру, сквозная коррозия силовых балок, препятствующая дальнейшей эксплуатации.

Однако нормативный ресурс, установленный изготовителем, и техническое состояние отдельных базовых агрегатов еще не позволяют сделать окончательный вывод о реальном ресурсе транспортного средства и целесообразности его дальнейшей эксплуатации. Необходим интегральный оценочный показатель, учитывающий суммарные удельные затраты на приобретение транспортного средства и его поддержание в технически исправном состоянии, который позволяет сделать вывод о ресурсе (оптимальном пробеге) транспортного средства до его списания или капитального ремонта (КР).

Таким показателем является критерий минимизации суммарных удельных затрат на приобретение и эксплуатацию транспортного средства, учитывающий затраты на запасные части, эксплуатационные материалы, оплату труда ремонтных рабочих и другие расходы.

Данный показатель определяет оптимальный ресурс транспортного средства как пробег, при котором величина суммарных удельных затрат является минимальной.

Величина суммарных удельных затрат  $C_{\text{сум}}$  на приобретение и эксплуатацию пассажирских транспортных средств определяется по формуле

$$C_{\text{сум}} = C_{\text{п}} + C_{\text{э}},$$

где  $C_{\text{п}}$  – удельные затраты на приобретение транспортного средства;

$C_{\text{э}}$  – удельные затраты на эксплуатацию транспортного средства.

*Затраты на приобретение* представляют собой отпускную цену транспортного средства без учета стоимости шин, аккумуляторных батарей, дополнительного оборудования, а также его утилизационной стоимости. Затраты на эксплуатацию включают затраты на запасные части, материалы и оплату труда ремонтных рабочих.

Суммарные удельные затраты, отражающие текущие изменения общих затрат, приведенных к единице пробега, позволяют отслеживать экономические показатели работы транспортного средства в процессе эксплуатации и на основании их анализа принимать решение о целесообразности дальнейшей эксплуатации, ремонта или списания.

Наиболее оптимальным и экономически целесообразным пробегом (ресурсом) транспортного средства до его списания считается пробег, соответствующий минимальной величине суммарных удельных затрат.

Пример графического определения оптимального ресурса транспортного средства до списания приведен на рис. 6.1.

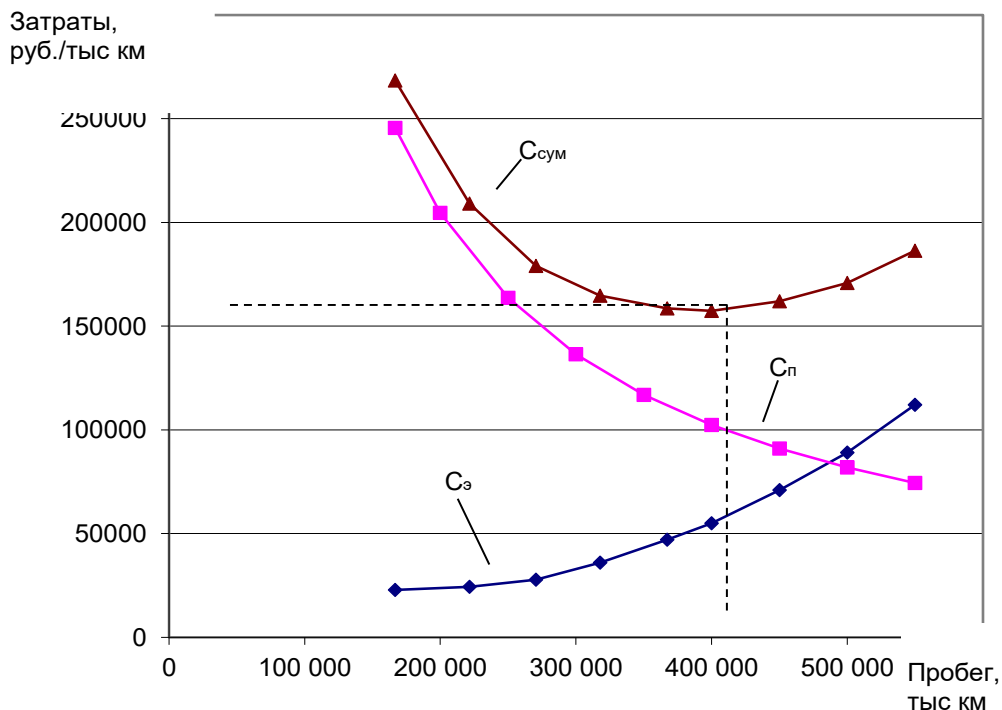


Рис. 6.1. Графическое определение оптимального ресурса:

- $C_{\text{п}}$  – удельные затраты на приобретение транспортного средства;
- $C_{\text{э}}$  – удельные затраты на эксплуатацию транспортного средства;
- $C_{\text{сум}}$  – суммарные удельные затраты на приобретение и эксплуатацию транспортного средства

На приведенном графике видно, что минимальная величина суммарных удельных затрат имеет место при пробеге 400 тыс. км. Этот пробег и следует считать оптимальным ресурсом до списания или КР для транспортного средства.

### 6.3. Нормативы по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля

Ниже представлено распределение работ по видам (в процентах).

1. Ремонт и обслуживание технологического оборудования:

- а) до 100 единиц транспортных средств – 25 %;
- б) свыше 100 единиц – 34 %;
- в) на сервисных предприятиях – 50 %.

2. Ремонт и обслуживание инженерного оборудования:

- а) до 100 единиц транспортных средств – 15 %;
- б) более 100 единиц – 20 %;
- в) на сервисных предприятиях – 15 %.

3. Транспортные работы, прием, хранение и перегон транспортных средств:

- а) до 100 единиц – 40 %;
- б) более 100 единиц – 34 %;
- в) на сервисных предприятиях – 20 %.

4. Уборка помещений и территории:

- а) до 100 единиц транспортных средств – 20 %;
- б) более 100 единиц – 13 %;
- в) на сервисных предприятиях – 15 %.

Надбавки к трудоемкости технологических процессов при ТО и ТР по категориям затрат (в процентах):

- а) подготовительно-заключительные работы – 3,5...3,9 %;
- б) обслуживание рабочего места – 2,5...4,0 %;
- в) время на отдых и личные надобности – 6,0...7,2 %.

Относительная трудоемкость уборочно-моечных работ (в процентах):

- а) уборочные работы – от 23 до 45 %;
- б) моечные – от 45 до 65 %;
- в) обтирочные – от 10 до 20 %.

Коэффициенты корректирования нормативов трудоемкости в зависимости от модификации транспортных средств и организации работы:

- а) трудоемкость ТО – от 1 до 1,25;
- б) трудоемкость в зависимости от пробега автомобилей – от 0,75 до 1;
- в) трудоемкость в зависимости от расхода запасных частей – 1,05 до 1,30.

Коэффициенты корректирования нормативов трудоемкости в зависимости от степени агрессивности окружающей среды:

- а) незначительная степень – 1;
- б) повышенная – от 1,25 до 1,33.

Коэффициенты корректирования нормативов трудоемкости в зависимости от пробега легковых автомобилей (с начала эксплуатации до нормативного ресурса):

- а) до 0,25 – 0,4...0,7;
- б) от 0,25 до 0,5 – 0,7...0,8;
- в) от 0,5 до 0,75 – 1,0;
- г) от 0,75 до 1 – 1,4...1,3;
- д) от 2 до 3 – 2,5...1,4;
- е) от 0,25 до 0,5 – 2,9...1,5.

Далее приведены коэффициенты корректирования нормативов ТО и ТР в зависимости от количества обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей и количества технологически совместных групп транспортных средств.

Количество автомобилей:

- а) до 25 – 1,5...1,68;
- б) от 25 до 50 – 1,27...1,44;
- в) от 200 до 300 – 0,95...1,1;
- г) свыше 600 – 0,8...0,95.

Продолжительность простоя транспортных средств при ТО и ТР вычисляется с помощью соотношения  $\frac{\text{ТО и ТР (дней)}}{1000 \text{ км}}$ :

- а) легковые автомобили – 0,3...0,4;
- б) автобусы – 0,3...0,65;
- в) грузовые автомобили – 0,4...0,75;
- г) прицепы и полуприцепы – 0,1...0,2.

## 7. Оборудование и инструменты для ремонта автомобиля

### 7.1. Подъемники

Для проведения и обслуживания автотранспортных средств в настоящее время используется специализированное оборудование, а также большой набор инструментов и приспособлений. Ниже рассмотрены наиболее широко применяемые.

На рис. 7.1 приведен канавный навесной ножничный гидроподъемник для вывешивания мостов легковых автомобилей с нагрузкой на ось до 3 т. Канавы – 930...1250 мм.

Технические характеристики подъемника:

- имеет регулировку по ширине канавы 930...1250 мм;
- привод – ручной гидравлический;
- передвижные сменные упоры позволяют поднимать автомобили с различной конфигурацией днища или рамы;
- высота подъема – 390 мм;
- проездная высота – 110 мм;
- габариты подъемника – 555 × (1100...1450) × 460 мм.

На рис. 7.2 приведен платформенный 4-стоечный подъемник ПЛ-15 грузоподъемностью 15 т для автомобилей и автобусов с редукторным приводом.

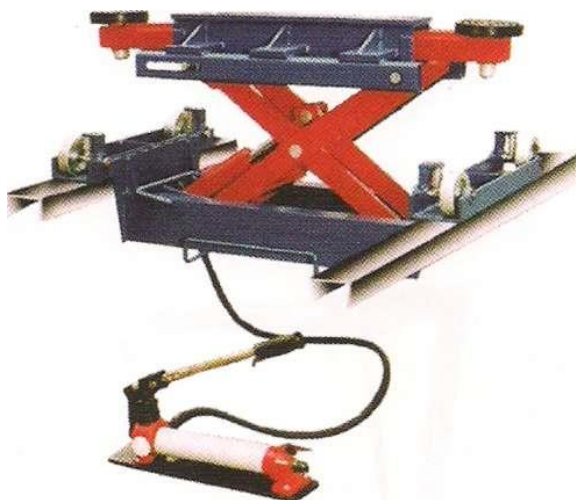


Рис. 7.1. Модель подъемника ПНК-1-01, ПНК-1



Рис. 7.2. Модель подъемника ПЛ-15

Технические характеристики автомобильного подъемника ПЛ-15:

- максимальная грузоподъемность – 15 т;
- максимальная высота подъема платформы над уровнем пола – 1600 мм;
- минимальная высота платформы от уровня пола – 330 мм;
- мощность – 8,8 кВт;
- количество стоек – 4 шт.;



- количество электродвигателей – 4 шт.;
- расстояние между платформами – 650...1400 мм;
- ширина платформы – 700 мм;
- длина платформы – 7000 мм;
- габариты подъемника: длина – 9000 мм, ширина – 4060 мм, высота – 2100 мм.

На рис. 7.3 приведен электрогидравлический подъемник грузоподъемностью до 3 т.

Подъемник относится к классу гидравлических. Подъем автомобилей осуществляется за поддомкратные площадки. Подъемник ПЛГ-3 комплектуется напольной рамой, крепящейся к полу анкерными болтами.

Технические характеристики подъемника:

- максимальная высота подъема подхватов от уровня пола – 1940 мм;
- максимальная высота подхватов от уровня пола – 130 мм;
- мощность – 2,2 кВт;
- количество стоек – 2 шт.;
- количество электродвигателей – 1 шт.;
- время подъема на полную высоту – 45 с;
- габариты подъемника: длина – 3390 мм, ширина – 1920 мм, высота – 3390 мм.

На рис. 7.4 приведен электрогидравлический платформенный ножничный подъемник ПГ-4-00.



Рис. 7.3. Модель подъемника ПЛГ-3



Рис. 7.4. Модель подъемника ПГ-4-00

Подъемник оснащен площадками для установки стенда регулировки развала-схождения колес и лифтом-детектором.

Подъемник выпускается в следующих модификациях:

- ПГ-4-00 – оснащен площадками для установки стенда регулировки развала-схождения колес и лифтом-детектором;
- ПГ-4-01 – оснащен лифтом-детектором;

– ПГ-4-02 – оснащен площадками для установки стенда регулировки развала-схождения колес.

Технические характеристики подъемника:

- максимальная грузоподъемность – 4 т;
- максимальная высота подъема платформы над уровнем пола – 1700 мм;
- мощность – 3 кВт;
- количество стоек – 2 шт.;
- время подъема на полную высоту – 50 с;
- расстояние между платформами – 900 мм;
- ширина платформы – 540 мм.

На рис. 7.5 приведен подъемник ПП-1.



Рис. 7.5. Модель подъемника ПП-1

Подъемник предназначен для подъема путем наклона на одну сторону легковых автомобилей и микроавтобусов массой до 2 т.

Подъем осуществляется как за колеса, так и за пороги. На подъемнике можно выполнять техническое обслуживание, ремонт, шиномонтажные работы, антикоррозийную обработку механизмов подвески. Подъемник позволяет заменить дорогостоящие установки для мойки днища автомобилей. Подъемник исполнения ПП-1 работает от бытовой электросети напряжением 220 В, подъемник ПП-1-01 работает от трехфазной электросети напряжением 380 В. По отдельному заказу подъемник может комплектоваться защитным чехлом, предохраняющим механизмы и электрооборудование от брызг при мойке и антикоррозийной обработке.

На рис. 7.6 приведен подъемник ПЛД-3.

Подъемник относится к классу электромеханических. Подъем автомобиля осуществляется за поддомкратные площадки. Привод ходового винта – от червячного редуктора.



Рис. 7.6. Модель подъемника ПЛД-3

Максимальная грузоподъемность – 3,3 т, номинальная – 3,0 т. Подъемник оснащен многоуровневой системой безопасности. Подъемник ПЛД-3 устанавливается на бетонное основание. Модификация подъемника ПЛД-3-01 комплектуется напольной рамой, крепящейся к полу анкерными болтами. Подъемник может быть укомплектован четырьмя опорами с уменьшенной высотой подъема для автомобилей с малым дорожным просветом (от 110 до 130 мм).

## 7.2. Тормозные стенды

На рис. 7.7 приведен роликовый тормозной стенд для легковых автомобилей, микроавтобусов и мини-грузовиков с нагрузкой на ось до 3 т.



Рис. 7.7. Тормозной стенд СТС-3-СП-11

Основные характеристики стенда:

- возможность измерения времени срабатывания тормозной системы, удельной тормозной силы, коэффициента неравномерности тормозных сил колес одной оси, эллипсности тормозных барабанов колес, относительной разности тормозных сил колес оси, силы сопротивления незаторможенных колес;
- долговечность роликов, подходящих для любых типов шин, и их плавный запуск;
- оснащение электродвигателем с электромеханическим тормозом;
- наличие программного обеспечения. Управление процессом измерения с пульта дистанционного управления;

– возможность передачи результатов диагностирования на персональный компьютер и распечатка результатов диагностирования.

Технические данные стенда СТС-3-СП-11:

- начальная скорость торможения – не меньше 4,4 км/ч;
- диапазон измерения тормозной силы (на одном колесе) – 1...10 кН;
- опция тормозной системы – 100...1000 Н;
- диапазон измерения массы – 200...3000 кг;
- питание от трехфазной сети переменного тока – 380 В, 50 Гц;
- мощность электрооборудования – не более 8 кВт;
- максимальная мощность потребляемая из сети при измерении максимальной тормозной силы в течение 10 с – не более 20 кВт.

Помимо стенда СТС-3-СП-11 также применяется тормозной стенд СТС-10У-СП-11 – универсальный роликовый тормозной стенд для легковых автомобилей, автобусов и автопоездов с нагрузкой на ось до 10 т.

Основные характеристики стенда СТС-10У-СП-11:

- диапазон измерения тормозной силы – 1...30 кН;
- установка блока роликов на яму или вровень с полом;
- автоматический режим измерения двух скоростей;
- диагностирование полноприводных автомобилей;
- возможность измерения усилия на педали тормоза, времени срабатывания тормозной системы и удельной тормозной силы, коэффициента неравномерности тормозных сил колес одной оси, эллипсности тормозных барабанов колес, относительной разности сил колес оси, силы сопротивления незаторможенных колес;
- возможность выбора долговечных роликов для любых типов шин;
- наличие программного обеспечения. Наличие пульта дистанционного управления;
- возможность передачи результатов диагностирования на персональный компьютер и распечатки результатов диагностирования.

### ***7.3. Приборы и тестеры***

На рис. 7.8 приведен оптический прибор для проверки и регулировки света фар.

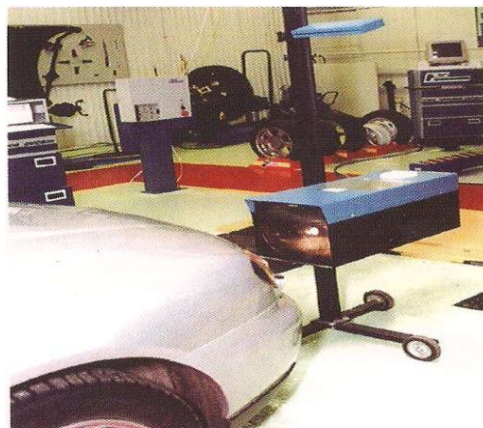


Рис. 7.8. Оптический прибор (ОП) для проверки и регулировки света фар

Оптическая камера и устройства ориентации ОП расположены на передвижной стойке. В корпусе оптической камеры установлены фокусирующая линза, экран с разметкой и индикатор силы света. На экране установлены фотоэлементы для измерения силы света. Оптическая ось камеры устанавливается в горизонтальной плоскости по пузырьковому уровню, а параллельно оси автомобиля – при помощи устройства ориентации.

Основные характеристики ОП:

- диаметр линзы – 250 мм;
- расстояние от фары до линзы – 300...400 мм;
- высота оптической оси – 250...1600 мм;
- угол наклона светотеневой границы – 0...140°;
- контроль силы света – по калиброванным меткам;
- электропитание – 1,5 В;
- габариты – 665 × 590 × 1770 мм;
- масса – 35 кг.

На рис. 7.9 приведен компьютерный оптический прибор (ОПК) для проверки технического состояния и регулировки внешних световых приборов (фар ближнего и дальнего света, противотуманных фар, габаритных огней, сигналов торможения, указателей поворотов, противотуманных фонарей).

Основные характеристики прибора:

- результаты измерений выводятся на жидкокристаллический буквенно-цифровой дисплей с подсветкой;
- прибор может передавать результаты измерений на компьютер;
- диапазон измерений:
  - угол наклона светодиодной границы – 0...140°;
  - сила света внешних световых приборов – 0...100 000 Кд;
  - частота следования проблесков указателей поворотов – 0...3 Гц;
  - высота оптической оси – 250...1600 мм;
- габариты прибора – 665 × 590 × 1770 мм, масса – 35 кг;
- в комплект прибора входит аккумулятор 12 В, зарядное устройство, дискета с программным обеспечением, кабель связи с компьютером.

На рис. 7.10 изображен тестер люфтов ТЛ7500.

Основные характеристики тестера:

- возможность тестировать люфты в сочленениях рулевого управления и подвески автомобилей с нагрузкой на ось до 15 т;
- ход площадки (вдоль/поперек/по диагонали) – 123/93/152 мм;
- размеры площадки – 800 × 800 мм;
- проезжая высота – 40 мм;
- габариты – 1440 × 1610 × 290 мм;
- масса – 320 кг.



Рис. 7.9. Прибор для проверки технического состояния ОПК



Рис. 7.10. Тестер люфтов ТЛ 7500

#### ***7.4. Стенды для проверки и очистки бензиновых форсунок***

На рис. 7.11 приведен стенд для проверки и очистки бензиновых форсунок, снятых с двигателя.



Рис. 7.11. Модель стенда СП РУТ-ФОРСАЖ

На данном стенде реализован высокоэффективный способ кавитационной очистки форсунок.

При обычной очистке в ультразвуковую ванну опускают только кончики форсунок и очищают только выпускные каналы. Кавитационный способ отличается тем, что ультразвуковые колебания возбуждают очищающую жидкость, протекающую под давлением по топливопроводящему каналу. При этом канал

подачи топлива очищается по всей длине. Микропроцессорная система управления создает высокочастотные колебания иглы распылителя форсунки в среде очищающей жидкости. Эти колебания вызывают гидродинамическую кавитацию (микровзрывы), вследствие которой отложения разрыхляются, отслаиваются, растворяются и выводятся. Такая кавитационная очистка восстанавливает многие из ранее отбракованных форсунок.

Основные характеристики стенда:

- гарантийный срок – до 2 лет;
- стенд обслуживает практически все виды электромагнитных форсунок;
- длительность полного цикла очистки – 14 мин;
- расход очищающей жидкости – 200 мл на четыре форсунки;
- масса – 15 кг, габаритные размеры – 416 × 332 × 422 мм.

На рис. 7.12 показана ультразвуковая ванна с управлением форсунками.



Рис. 7.12. Модель ультразвуковой ванны ФОРСАЖ-СМАРТ

Функциональные особенности данной модели:

- ультразвук высокой интенсивности;
- небольшой объем промывочной жидкости;
- стабилизация выходной мощности;
- защита от перегрузки;
- периодическое открывание форсунок при промывке.

Комплектация:

- блок управления;
- ванна;
- адаптер для установки четырех форсунок;
- набор кабелей.

Технические данные:

- объем ванны – 0,5 л;
- оптимальный объем моющей жидкости – 0,2 л;
- количество одновременно промываемых форсунок – до 4 шт.;
- время отмывки форсунок средней загрязненности – 2 мин;
- напряжение питания электрической сети – 220 В, 50 Гц;
- потребляемая мощность – не более 100 Вт.

## **7.5. Оборудование и инструменты для определения технического состояния и качества ремонта автомобиля**

На рис. 7.13 приведен электрогайковерт для гаек грузовых автомобилей и автобусов (модель И-330). Данный электрогайковерт имеет реверсный привод, инерционно-ударный механизм.

Основные характеристики:

- максимальный момент затяжки – 120 кг/см;
- высота установки ключа – 300...800 мм;
- питание – 380 В;
- мощность – 550 Вт;
- габариты – 1100 × 650 × 1100 мм;
- масса – 100 кг.

На рис. 7.14 приведена ультразвуковая ванна.



Рис. 7.13 Электрогайковерт модели И-330



Рис. 7.14. Ультразвуковая ванна модели УЗВ8-0,063/37

Ванна и генератор составляют единую конструкцию. Генератор содержит пьезоэлектрический преобразователь с автоматической подстройкой частоты.

Основные характеристики:

- рабочая частота – 37 кГц;
- рабочий объем – 1 л;
- габариты рабочего объема – 155 × 140 × 65 мм;
- потребляемая мощность – 0,12 кВт.

На рис. 7.15 приведена передвижная установка инфракрасной сушки (модель УИС-1А).

Технические данные:

- две горизонтальные панели размером 600 × 400 мм;
- расстояние от пола до панелей – 200...1900 мм;
- угол поворота блока панелей в вертикальной плоскости – 120°;
- угол поворота относительно общей оси – 90°;



- электропитание – 220 В;
- потребляемая мощность –  $2 \times 2$  кВт;
- габаритные размеры –  $1235 \times 1420 \times 1180$  мм;
- масса – 45 кг.

На рис. 4.16 приведено устройство для ускоренной и медленной зарядки АКБ и запуска двигателей автомобилей.



Рис. 7.15. Инфракрасная сушилка модели УИС-1А

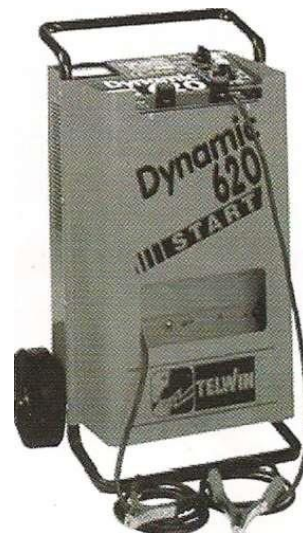


Рис. 7.16. Устройство для зарядки АКБ и запуска двигателей автомобилей модели ДИНАМИК-620

Технические данные:

- напряжение питания – 220 В;
- максимальная потребляемая мощность –  $2 \dots 10$  кВт;
- напряжение на выходе 12/24 В;
- максимальный ток заряда – 90 А;
- количество зарядных батарей –  $1 \dots 3$  шт.;
- максимальный ток пуска – 570 А;
- 3-канальное зарядное устройство; одновременный заряд трех АКБ емкостью  $132 \dots 210$  А·ч или большого количества батарей емкостью  $45 \dots 90$  А·ч (12 В,  $3 \times 30$  А);
- габариты  $465 \times 325 \times 730$  мм, масса – 26 кг.

На рис. 7.17 приведен сварочный полуавтомат.

Технические данные:

- полуавтомат для сварки металлов толщиной  $0,8 \dots 10$  мм;
- 3-фазная система (для улучшения качества сварки);
- вместимость катушки – 15 кг;
- диаметр сварочной проволоки –  $0,8 \dots 1,2$  мм;
- диапазон сварочного тока –  $30 \dots 250$  А;
- мощность – 10 кВт;
- электропитание – 380 В;
- габариты –  $600 \times 315 \times 555$  мм.

На рис. 7.18 приведен передвижной компрессор.



Рис. 7.17. Сварочный полуавтомат модели ПДГ-252



Рис. 7.18. Передвижной компрессор марки СБ4/С-100LN20-2.2

Технические данные:

- производительность – 200 л/мин;
- давление – 10 атм.;
- ресивер – 100 л;
- электропитание – 220/380 В;
- масса – 81 кг.

### ***7.6. Оборудование для шиномонтажа и установки развала-схождения колес автомобиля***

На рис. 7.19 показан полуавтоматический шиномонтажный станок.

Данный полуавтоматический шиномонтажный станок предназначен для монтажа и демонтажа колес легковых автомобилей, мотоциклов и легковых грузовиков с диаметром обода до 20 дюймов и шириной до 330 мм.

Технические данные:

- мощный отжимающий пневмоцилиндр и лопатка особой формы позволяют быстро и бережно произвести монтаж;
- рабочий стол вращается в обе стороны;
- монтажная головка выставляется относительно обода по высоте и по горизонтали;
- специально разработанная форма монтажной головки подходит для всех видов шин;
- в качестве опций доступны пластиковые накладки.

На рис. 7.20 представлен компьютерный стенд для развала-схождения колес автомобилей.



Рис. 7.19. Полуавтоматический шиномонтажный станок модели С-601



Рис. 7.20. Компьютерный стенд с инфракрасной связью для развала-схождения на четыре колеса автомобиля

Стенд имеет шесть электромеханических датчиков наклона и восемь оптических датчиков угла с инфракрасной связью (замкнутый контур с функцией самодиагностики).

Технические данные:

- одновременное отображение на экране углов развала, схождения и кастера передних колес;
- режим непрерывной регулировки кастера;
- одновременное отображение на экране развала и схождения задних колес;
- режим регулировки угла развала передних колес в вывешенном состоянии;
- отображение допуска на раздельное схождение передних и задних колес;
- постоянная самопроверка стенда при диагностике автомобиля;
- стенд поставляется с механическими и электронными поворотными платформами.

Измеряемы параметры:

- биение диска –  $(\pm 5)^\circ$ ,  $(\pm 2)'$ ;
- суммарное схождение передних колес –  $(\pm 7)^\circ$ ,  $(\pm 2)'$ ;
- суммарное схождение задних колес –  $(\pm 7)^\circ$ ,  $(\pm 2)'$ ;
- раздельное схождение передних колес –  $(\pm 3,5)^\circ$ ,  $(\pm 1)'$ ;
- раздельное схождение задних колес –  $(\pm 3,5)^\circ$ ,  $(\pm 1)'$ ;
- развал передних колес –  $(\pm 7)^\circ$ ,  $(\pm 3,5)'$ ;
- развал задних колес –  $(\pm 7)^\circ$ ,  $(\pm 3,5)'$ ;
- продольный угол наклона оси поворота колес –  $(\pm 20)^\circ$ ,  $(\pm 8)'$ ;
- поперечный угол наклона оси поворота колес –  $(\pm 20)^\circ$ ,  $(\pm 8)'$ ;
- угол смещения передней оси –  $(\pm 3,5)^\circ$ ,  $(\pm 3)'$ ;
- максимальный угол поворота колес –  $(\pm 40)^\circ$ ,  $(\pm 0,30)'$ ;

- разница углов поворота колес –  $(\pm 5)^\circ$ ,  $(\pm 0,30)'$ ;
- угол смещения задней оси –  $(\pm 3,5)^\circ$ ,  $(\pm 3)'$ .

### **7.7. Сканер для диагностики систем управления автомобилем**

На рис. 7.21 показан автономный универсальный сканер для диагностики электронных систем управления европейских и азиатских автомобилей.



Рис. 7.21. Автономный универсальный сканер ST-6000 GOLD

Технические характеристики сканера:

- программное обеспечение сканера позволяет работать с автодиагностикой, электрическими схемами, осциллографом и мультиметром;
- программное обеспечение охватывает практически все системы автомобиля, управляемые бортовым компьютером (глубина охвата зависит от марки автомобиля);
- производитель обновляет программу каждые два месяца: вносятся новые модели автомобилей, расширяется перечень тестируемых систем, пополняется справочная база.

Потребитель может обновить свой сканер, купив карту GOLD CARD UPGRADE. Вместе с ней он получит последнюю версию программы на CD-ROM. Последняя версия доступна на английском языке, предыдущая – русифицирована.

Данный сканер подключается ко всем известным диагностическим разъемам европейских и азиатских автомобилей.

Питание сканера – от 8 до 32 В, габаритные размеры – 214 × 292 × 63 мм, масса – 1,1 кг.

## **8. Контроль проведения ремонта автомобиля**

### ***8.1. Требования и содержание работ по контролю автомобиля после ремонта***

Владельцы автомобилей, исполнители и руководители работ по техническому обслуживанию несут административную ответственность:

- за нарушение нормативов Положения при направлении транспортных средств в ТО и ремонт;
- выпуск на линию транспортных средств в неисправном состоянии;
- несоответствие состояния зон хранения транспортных средств требованиям проектной документации;

Исполнители и руководители работ по ТО и ремонту транспортных средств несут дисциплинарную или материальную ответственность:

- за нарушение требований технических правовых актов (ТНПА);
- использование неисправного или не предназначенного для работы оборудования, приспособлений, оснастки и инструмента;
- привлечение к выполнению работ исполнителей, разряд или профессия которых не соответствует требованиям технологического процесса;
- некачественное выполнение работ;
- нарушение техники безопасности и правил пожарной безопасности;
- изменение конструкции транспортных средств без согласования с ГАИ при ТО и ремонте;
- несохранность транспортного средства или его разукomплектование.

Владельцы транспортных средств, исполнители и руководители работ по ТО и ремонту, допустившие нарушения, повлекшие за собой травмы или гибель людей и нанесшие ущерб субъектам хозяйствования или другим лицам, могут быть привлечены к ответственности в соответствии с действующим законодательством.

Контроль за соблюдением требований настоящего Положения на территории Республики Беларусь осуществляется Министерством транспорта и коммуникаций.

Состав контрольных работ определяет следующий перечень.

1. Осмотреть автомобиль (прицеп, полуприцеп), выявить наружные повреждения и проверить его комплектность; проверить состояние дверей кабины, платформы, стекол, зеркал заднего вида, противосолнечных козырьков, оперения, номерных знаков, механизмов дверей, запорного механизма опрокидываемой кабины, запоров бортов платформы, капота, крышки багажника, заднего борта автомобиля-самосвала и механизма его запора, рамы, рессор, колес, шин, опорно-цепного (буксирного) устройства, опорных катков полуприцепа; убедиться в надежности сцепки прицепного состава.

2. Проверить правильность и целостность опломбирования спидометра, тахометра и таксометра, работоспособность приборов освещения и световой

сигнализации, звукового сигнала, стеклоочистителей, омывателей ветрового стекла и фар, системы отопления и обогрева стекол (в холодное время года), системы вентиляции.

3. Проверить внешним осмотром состояние гидроусилителя рулевого управления, проверить люфт рулевого колеса, проверить наличие люфтов в наконечниках тяг рулевого управления, состояние ограничителей максимальных углов поворота управляемых колес.

4. Проверить осмотром герметичность гидроусилителя рулевого управления, привода тормозов и механизма выключения сцепления, систем питания, смазки и охлаждения, гидросистемы механизма подъема платформы автомобиля-самосвала; проверить состояние и натяжение приводных ремней.

5. Проверить работу агрегатов, узлов, систем, спидометра, таксометра и других контрольно-измерительных приборов автомобиля на ходу. Остановить двигатель и на слух проверить работу фильтра центробежной очистки масла.

6. Проверить действие тормозов.

## **8.2. Контроль автомобиля после ТО-1**

1. Контрольные (диагностические) и регулировочные работы:

– осмотреть автомобиль (прицеп, полуприцеп); проверить состояние кабины, платформы, стекол, зеркал заднего вида, противосолнечных козырьков, оперения, номерных знаков, механизмов дверей, запоров бортов платформы, капота, крышки багажника, тягово-сцепного (седельно-сцепного) устройства;

– проверить работоспособность стеклоочистителя и омывателей ветрового стекла и фар, системы отопления и обогрева стекол (в холодное время года), системы вентиляции;

2. Контроль двигателя, включая системы охлаждения, смазки:

– проверить осмотром герметичность систем смазки, питания и охлаждения двигателя (в том числе пускового подогревателя), а также крепление на двигателе оборудования и приборов;

– проверить состояние и натяжение приводных ремней;

– проверить крепление деталей выпускного тракта (приемная труба, глушитель и др.);

– проверить крепление двигателя.

3. Контроль сцепления:

– проверить действие оттяжной пружины и свободный ход педали сцепления; проверить герметичность системы гидропривода выключения сцепления;

– у автомобилей, оборудованных пневмоусилителем сцепления, проверить крепление кронштейна и составных частей силового цилиндра усилителя.

4. Контроль коробки передач:

– проверить крепление коробки передач и ее внешних деталей;

– проверить в действии механизм переключения передач на неподвижном автомобиле.

#### 5. Контроль гидромеханической коробки передач:

- проверить крепление коробки передач к основанию, крепление масляного поддона и состояние масляных трубопроводов;
- проверить крепление наконечников электрических проводов;
- проверить правильность регулировки механизма управления периферийными золотниками.

#### 6. Контроль карданной передачи:

- проверить люфт в шарнирных и шлицевых соединениях карданной передачи, состояние и крепление промежуточной опоры и опорных пластин игольчатых подшипников;
- проверить крепление фланцев карданных валов.

#### 7. Контроль заднего моста:

- проверить герметичность соединений заднего моста;
- проверить крепление картера редуктора, фланцев полуосей и крышек колесных передач.

#### 8. Контроль рулевого управления и передней оси:

- проверить герметичность системы усилителя рулевого управления;
- проверить крепление и шплинтовку гаек шаровых пальцев, сошки, рычагов поворотных цапф, состояние шкворней и стопорных шайб гаек;
- проверить люфт рулевого колеса и шарниров рулевых тяг;
- проверить затяжку гаек клиньев карданного вала рулевого управления;
- проверить люфт подшипников ступиц колес.

#### 9. Контроль тормозной системы:

- проверить компрессор: визуально оценить внешнее состояние, работу на слух, создаваемое давление – по штатному манометру;
- проверить эффективность действия тормозов на стенде;
- проверить шплинтовку пальцев штоков тормозных камер пневматического привода тормозов, величину хода штоков тормозных камер, свободного и рабочего хода педали тормоза;
- проверить и при необходимости устранить неисправности тормозного крана пневматического привода тормозов;
- проверить состояние и герметичность главного цилиндра, усилителя, колесных цилиндров и их соединений с трубопроводами;
- проверить исправность привода и действие стояночного тормоза;
- проверить герметичность и крепление модуляторов систем ABS (антиблокировочной) и ASR (противобуксовочной), трубопроводов и электропроводов, подсоединенных к ним.

#### 10. Контроль рамы, подвески, колес:

- проверить осмотром состояние рамы, узлов и деталей подвески, буксирного и опорно-цепного устройств; проверить состояние и действие механизма подъема опорных катков (полуприцепа);
- проверить крепление стремянок и пальцев рессор, крепление колес;
- проверить герметичность пневматической подвески;

– проверить состояние шин и давление воздуха в них: удалить посторонние предметы, застрявшие в протекторе и между спаренными колесами.

#### 11. Контроль кабины, платформы (кузова) и оперения:

– проверить состояние и действие запорного механизма, упора, ограничителя и страхового устройства опрокидывающейся кабины;

– проверить состояние и действие замков, петель и ручек дверей кабины;

– проверить крепление платформы к раме автомобиля, держателя запасного колеса; у полуприцепа проверить состояние и крепление средней стойки;

– проверить крепление крыльев, подножек, брызговиков; осмотреть поверхности кабины и платформы; при необходимости зачистить места коррозии и нанести защитное покрытие.

#### 12. Контроль системы питания:

– проверить осмотром состояние приборов системы питания, их крепление и герметичность соединений;

– у автомобилей с дизельными двигателями проверить действие привода насоса высокого давления;

– проверить и при необходимости отрегулировать содержание окиси углерода и углеводородов (СН) в отработавших газах бензиновых двигателей.

#### 13. Контроль электрооборудования:

– очистить аккумуляторную батарею от пыли, грязи и следов электролита; прочистить вентиляционные отверстия, проверить крепление и надежность контакта наконечников проводов с выводными штырями; проверить уровень электролита;

– проверить работоспособность звукового сигнала, ламп щитка приборов, освещения и сигнализации, контрольно-измерительных приборов, фар, подфарников, задних фонарей, стоп-сигнала и переключателя света; в холодное время года проверить работоспособность приборов электрооборудования системы отопления и пускового подогревателя;

– проверить крепление генератора и стартера и состояние их контактных соединений;

– проверить крепление прерывателя-распределителя; протереть контакты прерывателя полотняной тканью.

#### 14. Контроль спидометрового оборудования:

– проверить надежность крепления гибкого вала к спидометру с механическим приводом и к коробке передач, а также целостность оболочки гибкого вала (в креплении наконечников оболочки гибкого вала не должно быть зазора);

– проверить состояние и крепление привода спидометра с электрическим приводом и датчика. Провода привода спидометра и датчика не должны иметь повреждений и должны быть закреплены;

– проверить правильность опломбирования спидометра и его привода.

#### 15. Смазочные и очистительные работы:

– смазать узлы трения и проверить уровень масла в картерах агрегатов и бачках гидроприводов в соответствии с технологической картой; проверить уровень жидкости в гидроприводе тормозов и выключения сцепления, жидкости в



бачках омывателей ветрового стекла и фар; в холодное время года проверить уровень и убедиться в отсутствии замерзания жидкости в тормозном приводе;

- прочистить сапуны коробки передач и мостов;

- промыть воздушные фильтры гидровакуумного (вакуумного) усилителя тормозов;

- спустить конденсат из воздушных баллонов пневматического привода тормозов;

- очистить от пыли и грязи сетки забора воздуха на картере гидротрансформатора;

- у автомобилей с дизельным двигателем слить отстой из топливного бака и корпусов фильтров тонкой и грубой очистки топлива, проверить уровень масла в топливном насосе высокого давления и регуляторе частоты вращения коленчатого вала двигателя;

- при работе в условиях большой запыленности заменить масло в поддоне картера двигателя, слив отстой из корпусов масляных фильтров, и очистить от отложений внутреннюю поверхность крышки корпуса фильтра центробежной очистки масла; промыть поддон и фильтрующий элемент воздушных фильтров двигателя и вентиляции его картера, фильтр грубой очистки (если не поворачивается его рукоятка).

16. Работы по обеспечению противопожарной безопасности: проверить наличие и исправность огнетушителя.

17. Контроль после обслуживания: проверить после обслуживания работу агрегатов, узлов и приборов автомобиля на ходу или посту диагностирования.

Специфические работы по ТО системы питания газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном газе:

- проверить внутреннюю герметичность расходных вентилях и наружную герметичность арматуры газового баллона (перед постановкой автомобиля на пост или линию технического обслуживания закрыть расходные вентили, выработать газ из системы; при необходимости удалить газ из баллона). В случае негерметичности арматуры газового баллона автомобиль не может быть допущен на пост (линию) технического обслуживания до устранения выявленных неисправностей;

- проверить осмотром состояние, крепление и герметичность газового оборудования и газопроводов;

- проверить состояние и крепление газового баллона к кронштейнам;

- проверить состояние, крепление и герметичность приборов бензиновой системы питания двигателя;

- смазать резьбы штоков магистрального, наполнительного и расходных вентилях; снять, очистить и установить на место фильтрующий элемент магистрального фильтра и сетчатый фильтр газового редуктора;

- после проведения ТО проверить герметичность газовой системы сжатым воздухом; проверить пуск и работу двигателя на холостом ходу при различной частоте вращения коленчатого вала; проверить и при необходимости отрегулировать содержание СО в отработавших газах двигателя.

Специфические работы по системе питания автомобилей, работающих на сжатом газе:

- перед постановкой автомобиля на пост (линию) технического обслуживания необходимо проверить герметичность трубопроводов высокого давления и арматуры газовых баллонов (не реже одного раза в три месяца проверять работоспособность предохранительного клапана газового редуктора высокого давления);

- закрыть расходные вентили передней и задней группы баллонов и выработать газ из системы (до остановки двигателя). Закрыть магистральный вентиль и перейти на работу двигателя на бензине. При необходимости удалить газ из баллонов. Проверить осмотром герметичность электромагнитных запорных клапанов-фильтров газовой и бензиновой систем;

- проверить состояние и крепление газовых баллонов к кронштейнам и кронштейнов к продольным брускам платформы;

- проверить состояние и крепление расходных и магистрального вентиля, а также газопроводов;

- проверить состояние и крепление газовых редукторов высокого и низкого давления, карбюратора-смесителя, подогревателя и подводящих газопроводов;

- смазать резьбы штоков магистрального, наполнительного и расходных вентиля;

- снять, очистить и установить на место фильтры редукторов высокого и низкого давления и фильтрующий элемент магистрального фильтра;

- слить отстой из газового редуктора низкого давления;

- проверить герметичность газовой системы сжатым воздухом (азотом);

- проверить осмотром герметичность бензиновой системы питания;

- проверить пуск и работу двигателя на газе на холостом ходу при различной частоте вращения коленчатого вала;

- проверить пуск и работу двигателя на бензине на холостом ходу при различной частоте вращения коленчатого вала;

- проверить работу электромагнитных запорных клапанов на газе и на бензине;

- проверить и при необходимости отрегулировать содержание СО в отработавших газах при работе двигателя на газе, а затем на бензине.

Перед проверкой работы двигателя на бензине необходимо закрыть расходные вентили, выработать газ из системы питания (до остановки двигателя) и закрыть магистральный вентиль.

### ***8.3. Контроль автомобиля после ТО-2***

Контрольно-диагностические, крепежные и регулировочные работы после ТО-2.

1. Общий осмотр автомобиля:

- осмотреть автомобиль (прицеп, полуприцеп); проверить состояние кабины, платформы (кузова), зеркал заднего вида, оперения, номерных знаков,

исправность механизмов открывания дверей, запоров бортов с платформы, капота и крышки багажника, а также тягово-сцепного (седельно-сцепного) устройства;

– проверить действие контрольно-измерительных приборов, омывателей ветрового стекла и фар, а в холодное время – устройств для обогрева и обдува стекол.

## 2. Двигатель, включая системы охлаждения, смазки:

– проверить осмотром герметичность системы охлаждения двигателя, системы отопления и пускового подогревателя,

– проверить состояние и действие привода жалюзи (шторки) радиатора, термостата, сливных кранов;

– проверить крепление радиатора, его облицовки, жалюзи, капота;

– проверить крепление вентилятора, водяного насоса и крышки распределительных шестерен (цепи, ремня);

– проверить состояние и натяжение приводных ремней;

– проверить осмотром герметичность системы смазки;

– проверить крепление головок цилиндров двигателя и стоек осей коромысел;

– проверить зазоры между стержнями клапанов и коромыслами;

– проверить крепление поддона картера двигателя, регуляторы частоты вращения коленчатого вала;

– проверить состояние и крепление опор двигателя.

## 3. Сцепление:

– проверить крепление картера сцепления;

– проверить действие оттяжной пружины, свободный и полный ход педали, работу сцепления и усилителя привода;

– прокачать гидропривод сцепления.

## 4. Коробка передач:

– проверить осмотром состояние и герметичность коробки передач;

– проверить действие механизма переключения передач; при необходимости закрепить коробку передач и ее узлы; проверить состояние, действие и крепление привода механизма переключения передач.

## 5. Гидромеханическая коробка передач:

– проверить крепление крышек подшипников и картера гидротрансформатора к картеру коробки передач;

– проверить правильность регулировки режимов автоматического переключения передач;

– проверить давление масла в системе;

– проверить исправность датчика температуры масла;

– проверить состояние и крепление датчика спидометра.

## 6. Карданная передача:

– проверить люфт в шарнирах и шлицевых соединениях карданной передачи, состояние и крепление промежуточной опоры и опорных пластин игольчатых подшипников;

– проверить крепление фланцев карданных валов.

## 7. Задний мост:

- проверить осмотром герметичность соединений и состояния картера заднего моста;
- проверить состояние и крепление редуктора заднего моста и колесных передач;
- проверить крепление гайки фланца ведущей шестерни главной передачи (при снятом карданном вале);
- закрепить фланцы полуосей.

## 8. Рулевое управление и передняя ось:

- проверить состояние и правильность установки балки передней оси;
- проверить герметичность системы усилителя рулевого управления;
- проверить и при необходимости отрегулировать углы установки передних колес; при необходимости провести статическую и динамическую балансировку колес;
- проверить крепление картера рулевого механизма, рулевой колонки и рулевого колеса;
- проверить люфт рулевого управления, шарниров рулевых тяг и шкворневых соединений, проверить крепление сошки;
- проверить крепление и шплинтовку гаек шаровых пальцев и рычагов поворотных цапф, крепление гаек шкворней;
- проверить состояние и крепление карданного вала рулевого управления;
- проверить состояние цапф поворотных кулаков и упорных подшипников, состояние подшипников ступиц передних колес и сальников ступиц, крепление клиньев шкворней.

## 9. Тормозная система:

- проверить работу компрессора и создаваемое им давление;
- проверить состояние и герметичность соединений трубопроводов тормозной системы;
- проверить крепление компрессора, тормозного крана и деталей его привода, главного тормозного цилиндра, усилителя тормозов;
- проверить крепление воздушных баллонов;
- проверить состояние тормозных барабанов (дисков), колодок, накладок, пружин и подшипников колес (при снятых ступицах);
- проверить крепление тормозных камер, их кронштейнов и опор разжимных кулаков, опорных тормозных щитов передних и задних колес;
- у автомобилей с пневматическим приводом тормозов проверить шплинтовку пальцев штоков тормозных камер, отрегулировать свободный и рабочий ход педали тормоза и зазоры между накладками тормозных колодок и барабанами колес;
- у автомобилей с гидравлическим приводом тормозов проверить действие усилителя тормозов, величину свободного и рабочего хода педали тормоза; при необходимости долить жидкость в главные тормозные цилиндры; отрегулировать зазоры между накладками тормозных колодок и тормозными бара-

банами колес; при попадании воздуха в гидравлическую систему привода удалить воздух из системы.

- проверить исправность привода и действие стояночного тормоза;
- проверить состояние, крепление и действие привода моторного тормоза;
- проверить герметичность и крепление модуляторов систем ABS (антиблокировочной) и ASR (противобуксовочной), трубопроводов и электропроводов, подсоединенных к ним.

#### 10. Рама, подвеска, колеса:

– проверить правильность расположения (отсутствие перекосов) заднего (среднего) моста, состояние рамы, буксирного устройства, крюков, подвески, шкворня опорно-сцепного устройства;

– проверить крепление хомутов, стремянок и пальцев рессор, амортизаторов, реактивных штанг и оси балансирной подвески;

– проверить герметичность амортизаторов, состояние и крепление их втулок;

– проверить состояние и действие механизмов подъема опорных катков полуприцепа; при необходимости заменить втулки;

– отрегулировать подшипники ступиц колес;

– проверить состояние колесных дисков и крепление колес, состояние шин и давление воздуха в них; удалить посторонние предметы, застрявшие в протекторе; проверить крепление запасного колеса.

#### 11. Кабина, платформа (кузов) и оперение:

– проверить состояние и крепление узлов и деталей опрокидывающейся кабины;

– проверить состояние систем вентиляции и отопления, а также уплотнителей дверей и вентиляционных люков;

– проверить крепление кабины, платформы, крыльев, подножек, брызговиков;

– проверить состояние поверхностей кабины, кузова, оперения; при необходимости зачистить места коррозии и нанести защитное покрытие.

#### 12. Система питания бензиновых двигателей:

– проверить крепление и герметичность топливных баков, соединений трубопроводов, карбюратора и топливного насоса;

– проверить действие привода, полноту открывания и закрывания дроссельной и воздушной заслонок;

– проверить работу топливного насоса без снятия с двигателя;

– проверить уровень топлива в поплавковой камере карбюратора;

– проверить легкость пуска и работу двигателя, содержание окиси углерода и углеводородов (СН) в отработавших газах. Отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя в режиме холостого хода;

– проверить герметичность впускного тракта инжекторного двигателя;

– раз в два года заменить топливный фильтр инжекторного двигателя.

#### 13. Система питания двигателей, работающих на сжиженном газе:

– перед проведением технического обслуживания автомобиля сжиженный газ из баллона должен быть слит, баллон дегазирован инертным газом или азотом;

- проверить состояние и крепление газового оборудования и газопроводов, крепление кронштейнов газового баллона к лонжеронам рамы;
- проверить давление в первой и второй ступенях редуктора, ход штока и герметичность клапана второй ступени редуктора, герметичность разгрузочного устройства;
- проверить состояние и действие привода воздушной и дроссельной заслонок смесителя;
- проверить установку угла опережения зажигания при работе двигателя на газе;
- проверить работу датчика уровня сжиженного газа;
- проверить состояние элементов системы питания двигателя бензином и герметичность топливопроводов;
- проверить крепление карбюратора к впускному патрубку и впускного патрубка к смесителю; снять дозирующее экономайзерное устройство и проверить его работу;
- проверить герметичность и при необходимости прочистить газовую и водяную полости испарителя;
- снять и очистить фильтрующий элемент магистрального фильтра и сетчатый фильтр газового редуктора;
- смазать резьбовые части штоков магистрального, наполнительного и расходного вентиля;
- слить отстой из газового редуктора;
- снять и промыть воздушный фильтр смесителя;
- снять стакан фильтра-отстойника бензина, промыть и продуть сжатым воздухом фильтрующий элемент;
- проверить герметичность всей газовой системы азотом или сжатым воздухом;
- снять с карбюратора пламегаситель, промыть сетки и продуть сжатым воздухом;
- проверить работу двигателя на газе, а затем на бензине при различной частоте вращения коленчатого вала; отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя в режиме холостого хода; проверить и при необходимости отрегулировать содержание СО в отработавших газах.

#### 14. Система питания двигателей, работающих на сжатом газе:

- перед постановкой автомобиля на пост (линию) выполнить операции, аналогичные операциям, выполняемым перед постановкой автомобиля на ТО-1;
- при необходимости удалить газ из баллонов;
- проверить состояние и регулировку редуктора высокого давления;
- проверить состояние и регулировку редуктора низкого давления;
- проверить состояние и крепление газовых баллонов к кронштейнам и крепление кронштейнов к продольным брусьям платформы; проверить исправность привода управления карбюратора-смесителя;
- проверить осмотром состояние и крепление газового оборудования и газопроводов;

- проверить работу манометров высокого и низкого давления;
- проверить состояние и работу подогревателя;
- очистить фильтрующий элемент магистрального фильтра;
- смазать резьбы магистрального, наполнительного и расходных вентилей;
- проверить герметичность газовой системы сжатым воздухом или азотом;
- проверить работу электромагнитных клапанов-фильтров;
- проверить пуск и работу двигателя на холостом ходу при различной частоте вращения коленчатого вала; отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала и содержание СО в отработавших газах.

#### 15. Система питания дизельных двигателей:

- проверить крепление и герметичность топливного бака, соединений трубопроводов, топливных насосов, форсунок, фильтров, муфт привода;
- через одно ТО-2 снять и проверить форсунки на специальном приборе;
- проверить исправность механизма управления подачей топлива;
- проверить циркуляцию топлива и при необходимости опрессовать систему;
- проверить надежность пуска двигателя и отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала в режиме холостого хода;
- проверить работу двигателя, ТНВД, регулятора частоты вращения коленчатого вала, определить дымность отработавших газов;
- через одно ТО-2 проверить угол опережения впрыска топлива.

#### 16. Аккумуляторная батарея:

- проверить состояние аккумуляторной батареи по плотности электролита и напряжению элементов под нагрузкой;
- проверить состояние и крепление электрических проводов, соединяющих аккумуляторную батарею с массой и внешней цепью, действие выключателя аккумуляторной батареи, а также ее крепление в гнезде.

#### 17. Генератор, стартер, реле-регулятор:

- осмотреть и при необходимости очистить наружную поверхность генератора, стартера и реле-регулятора от пыли, грязи и масла;
- проверить крепление генератора, стартера и реле-регулятора;
- проверить крепление шкива генератора.

#### 18. Приборы зажигания:

- проверить состояние и при необходимости очистить поверхность катушки зажигания, проводов низкого и высокого напряжения от пыли, грязи и масла;
- вывернуть свечи зажигания и проверить их состояние;
- проверить состояние и при необходимости снять с двигателя прерыватель-распределитель, очистить наружную поверхность от пыли, грязи и масла; очистить внутреннюю поверхность распределителя, проверить состояние контактов прерывателя и при необходимости отрегулировать угол замкнутого состояния контактов, смазать вал, ось рычажка, фильтр и втулку кулачка; установить прерыватель-распределитель на двигатель;

– при наличии контактно-транзисторной системы зажигания, не снимая прерыватель с двигателя, очистить наружную поверхность от пыли, грязи и масла, протереть внутреннюю поверхность крышки распределителя, протереть контакты, смазать вал, фильтр, ось рычажка и втулку кулачка.

#### 19. Приборы освещения и сигнализации:

– проверить крепление и действие подфарников, задних фонарей и стоп-сигнала, указателей поворотов, ламп щитка приборов и звукового сигнала;

– проверить установку, крепление и действие фар; отрегулировать направление светового потока фар;

– очистить от грязи поверхность и клеммы ножного переключателя света и включателя стоп-сигнала.

#### 20. Спидометр:

– проверить правильность монтажа гибкого вала привода спидометра, который должен быть закреплен скобками и не иметь крутых изгибов, особенно вблизи его концов;

– проверить вращение барабанчика с цифрами-указателями пробега и правильность показаний скорости по одной точке (выполняется при наличии диагностического оборудования); проверка работоспособности спидометра производится методом сравнения показаний его с показаниями прибора, установленного на диагностическом стенде;

– проверить правильность опломбирования спидометра и его привода в соответствии с действующей инструкцией.

#### 21. Смазочные и очистительные работы:

– смазать узлы трения автомобиля в соответствии с технологической картой;

– проверить уровень масла в топливном насосе высокого давления и регуляторе частоты вращения коленчатого вала двигателя;

– слить отстой из корпусов масляных фильтров;

– очистить и промыть клапан вентиляции картера двигателя;

– промыть фильтрующий элемент воздушного фильтра двигателя и компрессора, заменить в них масло;

– заменить (по графику) масло в картере двигателя, промыть при этом фильтрующий элемент фильтра грубой очистки и заменить фильтрующий элемент фильтра тонкой очистки масла или очистить центробежный фильтр;

– снять и промыть фильтры насоса гидроусилителя рулевого управления и фильтр усилителя тормозов;

– прочистить сапуны и долить или заменить масло в картерах агрегатов и бачках гидроприводов автомобиля в соответствии с технологической картой;

– снять и промыть топливный фильтр-отстойник и фильтр тонкой очистки топлива; у автомобилей с дизельным двигателем снять и промыть корпуса фильтров предварительной и тонкой очистки топлива и заменить фильтрующие элементы;

– осмотреть и при необходимости очистить отстойник топливного насоса от воды и грязи;



- промыть фильтрующие элементы влагоотделителя;
- слить конденсат из баллонов пневматического привода тормозов;
- у автомобилей с дизельным двигателем слить отстой из топливного бака.

22. Работы по обеспечению противопожарной безопасности: проверить наличие и исправность огнетушителя.

23. Проверка автомобиля после обслуживания: проверить работу агрегатов, узлов и приборов автомобиля на ходу или на диагностическом стенде.

24. Специфические работы по легковым автомобилям:

- проверить состояние и крепление деталей основания кузова, шпангоутов, боковин, облицовки салона, перегородок, дверей, ступенек подножек, пола, рам окон, сидений, потолочных вентиляционных люков и поручней; проверить состояние специальных противокоррозионных покрытий и окраски кузова; при необходимости зачистить места коррозии и нанести защитное покрытие;

- проверить состояние сиденья водителя и механизма регулировки его положения, дверки люка маршрутного указателя, капота или двери моторного отсека;

- проверить состояние и действие приборов освещения салона, а также системы вентиляции и отопления;

- проверить состояние и действие механизмов открывания дверей; при необходимости снять их для проверки состояния деталей;

- проверить крепление узлов и деталей пневматической подвески и стабилизатора поперечной устойчивости;

- проверить состояние и действие замков и петель капота и крышек багажника;

- произвести дезинфекцию салона и мойку теплой водой с моющим составом стен, потолка, поручней, окон, дверей, подушек и спинок сидений.

#### ***8.4. Сезонное обслуживание автомобилей***

1. Общие работы. Кроме работ, предусмотренных ТО-2, выполнить следующее:

- промыть систему охлаждения двигателя;

- проверить состояние и действие кранов системы охлаждения и сливных устройств в системах питания и тормозов;

- снять аккумуляторную батарею для подзарядки и откорректировать плотность электролита;

- очистить топливный бак (при необходимости) и продуть топливопроводы (осенью);

- снять карбюратор и топливный насос, промыть и проверить состояние и работу на стенде (осенью);

- заменить смазку гибкого вала механического привода спидометра и цилиндрических шестерен электрического спидометра; проверить правильность опломбирования спидометра и его привода;

– проверить исправность датчика включения муфты вентилятора системы охлаждения и датчиков аварийных сигнализаторов температуры жидкости в системе охлаждения и давления масла в системе смазки;

– проверить плотность закрытия и полноту открывания шторок радиатора;

– произвести сезонную замену масел в соответствии с технологической картой;

– проверить состояние уплотнений дверей и окон, установить (снять) утеплительные чехлы.

2. Специфические работы по автомобилям, работающим на сжиженном газе:

– перед проведением сезонного технического обслуживания газ из баллонов слить, а баллон дегазировать инертным газом;

– проверить давление срабатывания предохранительного клапана газового баллона;

– продуть газопроводы сжатым воздухом;

– проверить работу ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала;

– провести контрольную проверку манометра с регистрацией результатов в журнале контрольных проверок;

– продуть топливопроводы сжатым воздухом.

Один раз в год при подготовке автомобилей к зимней эксплуатации:

– снять с автомобиля газовый редуктор, смеситель газа, испаритель, магистральный вентиль и магистральный газовый фильтр; разобрать, промыть, собрать и отрегулировать на стенде; при необходимости устранить неисправности и проверить герметичность;

– снять крышки вентилях расходных, наполнительного и контроля максимального наполнения, проверить состояние деталей;

– снять предохранительный клапан, отрегулировать на стенде и опломбировать:

– проверить манометр, опломбировать и поставить клеймо со сроком следующей проверки.

Один раз в два года:

– освидетельствовать газовый баллон с арматурой;

– провести гидравлические и пневматические испытания;

– произвести окраску баллона и нанести клеймо со сроком следующего освидетельствования.

Один раз в год, при подготовке к зимней эксплуатации автомобилей:

– снять редуктор высокого давления, разобрать, устранить неисправности; после сборки отрегулировать и проверить герметичность;

– снять редуктор низкого давления, разобрать, устранить неисправности; после сборки отрегулировать давление газа в первой и во второй ступенях, проверить герметичность;

– снять крышки наполнительного и расходных вентилях (не вывертывая корпус из газового баллона); проверить состояние деталей;

– снять электромагнитные запорные клапаны, очистить и проверить работоспособность; после сборки проверить герметичность;

– проверить фильтрующие элементы магистрального газового фильтра, клапана бензинового фильтра, фильтра редукторов высокого и низкого давления;

– снять карбюратор-смеситель и переходник смесителя, а также топливный насос; промыть, проверить состояние и работу на стенде;

– проверить состояние и крепление топливного бака, слить отстой и промыть топливный бак;

– проверить манометры высокого и низкого давления, опломбировать и поставить клеймо со сроком следующей проверки.

Один раз в два года:

– провести гидравлические и пневматические испытания баллонов;

– провести окраску баллонов и нанести клеймо со сроком следующего освидетельствования.

Газовые баллоны снимаются для освидетельствования раз в три года (из углеродистой стали) и раз в пять лет (из легированной стали).

Во время ежегодного обслуживания проверяется:

– состояние рассеивателей;

– работа всех световых приборов в различных положениях выключателей и переключателей света, исправность контрольных ламп;

– работа контрольно-измерительных приборов автомобиля на ходу;

– особое внимание обращается на цвет передних и задних фонарей во включенном состоянии, на правильность функционирования сигналов торможения и указателей поворота.

## Список использованных источников

1. Ходасевич, А. Г. Справочник по устройству и ремонту электронных приборов автомобилей / А. Г. Ходасевич, Т. И. Ходасевич. – М. : ДМК Пресс, 2006. – 206 с.
2. Епифанов, Л. И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учеб. пособие / Л. И. Епифанов, Е. А. Епифанова. – М. : Форум, 2017. – 272 с.
3. Курулёв, А. П. Устройство автомобиля. В 2 ч. Ч. 1 : Устройство и электрооборудование автомобильной техники : учеб.-метод. пособие / А. П. Курулёв, П. П. Стешенко. – Минск : БГУИР, 2019. – 148 с.
4. Курулёв, А. П. Устройство автомобиля. В 2 ч. Ч. 2 : Электронные устройства системы управления : учеб.-метод. пособие / А. П. Курулёв, П. П. Стешенко. – Минск : БГУИР, 2021. – 164 с.
5. Савич, Е. Л. Легковые автомобили / Е. Л. Савич. – М. : Новое знание, 2009. – 644 с.
6. Астратов, Б. В. Электронное оборудование автомобилей. Диагностика и техническое обслуживание / Б. В. Астратов, Д. А. Соснин, А. А. Тюнин. – М. : Солон-Пресс, 2005. – 231 с.
7. ГОСТ 25478–91. Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условию безопасности движения. Методы проверки. – Введ. 1993-07-01. – М. : Госстандарт союза ССР, 1993.
8. ГОСТ Р 51206-98. Содержание вредных веществ в воздухе салона и кабины. – Введ. 1999-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 1999.
9. Стешенко, П. П. Устройство и электрооборудование автомобильной техники. Лабораторный практикум. В 2 ч. Ч. 2 : Системы активной безопасности и управления двигателем / П. П. Стешенко. – Минск : БГУИР, 2011. – 106 с.
10. Стешенко, П. П. Техническая эксплуатация, диагностика и ремонт автотехники. Лабораторный практикум : пособие / П. П. Стешенко, В. И. Журавлёв, С. С. Лапочкин. – Минск : БГУИР, 2019. – 63 с. : ил.
11. Стешенко, П. П. Устройство и электрооборудование автомобильной техники. Лабораторный практикум. В 2 ч. Ч. 1 : Электронные устройства и системы автомобиля / П. П. Стешенко. – Минск : БГУИР, 2011. – 82 с.
12. Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учеб. пособие / В. П. Тарасик, М. П. Бренч. – Минск : Новое знание, 2013. – 448 с.
13. Тимофеев, Ю. Л. Электрооборудование автомобилей. Устранение и предупреждение неисправностей / Ю. П. Тимофеев, Г. Л. Тимофеев, Н. М. Ильин. – М. : Транспорт, 2002. – 132 с.
14. Акимов, А. В. Электрооборудование автомобилей : учебник для вузов / А. В. Акимов, Ю. П. Чижков. – М. : За рулем, 2002. – 120 с.
15. Дентон, Т. Автомобильная электроника. Самое полное описание электрических и электронных систем современных автомобилей / Т. Дентон. – M.NT Press, 2008. – 559 с.
16. Гаврилов, К. Л. Моторная диагностика : учеб.-практич. пособие / К. Л. Гаврилов. – М. – Ростов н/Д : МарТ, 2005. – 301 с.

## Содержание

Предисловие .....	3
Список сокращений и условных обозначений .....	4
1. Условия эксплуатации автомобиля.....	6
1.1. Требования к системам и устройствам автомобиля .....	6
1.2. Положение об обслуживании и ремонте автомобиля.....	10
1.3. Климатические зоны эксплуатации автомобиля .....	12
1.4. Влияние условий эксплуатации на режим работы и надежность автомобиля .....	13
1.5. Факторы, влияющие на износ и отказ устройств автомобиля .....	15
2. Техническое обслуживание автомобиля .....	19
2.1. Методы технического обслуживания автомобиля.....	19
2.2. Организация технического обслуживания автомобиля .....	20
2.3. Диагностирование технического состояния автомобиля.....	21
2.4. Оборудование для ремонтно-восстановительных работ .....	23
2.5. Линия технического контроля автомобиля .....	26
2.6. Документация по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля .....	28
2.7. Перечень работ при регламентированном обслуживании автомобиля .....	30
2.8. Перечень работ при регламентированном обслуживании автомобиля при ТО-1 .....	30
2.9. Перечень работ при регламентированном обслуживании автомобиля при ТО-2 .....	31
3. Диагностика автомобиля.....	35
3.1. Назначение, задачи и методы диагностики .....	35
3.2. Средства для технического диагностирования автомобиля .....	39
3.3. Параметры технического состояния автомобиля.....	39
3.4. Аппаратура для технического диагностирования систем управления автомобилем .....	42
3.5. Специальные режимы работы мотор-тестера.....	44
3.6. Оборудование для сканирования параметров автомобиля .....	45
3.7. Предназначение и задачи бортовой диагностики автомобиля (OBD) .....	50
3.8. Датчики бортовой диагностики автомобиля .....	51
3.9. Символы системы диагностики автомобиля .....	53
3.10. Диагностические интерфейсы ISO 9141, ISO 14230, SAE 1850 .....	55
3.11. Диагностический интерфейс ISO 15765-CAN CAN bus.....	56
4. Функциональные схемы бортовой диагностики автомобиля .....	61
4.1. Классификация средств технической диагностики автомобиля .....	61
4.2. Виды бортовых средств диагностики автомобиля.....	62

4.3. Составные части системы мониторинга и диагностики автомобиля.....	64
4.4. Программное обеспечение современных бортовых диагностических систем автомобиля.....	66
4.5. Концепции систем бортовой диагностики OBD-I, CARD-OBD (OBD-II) и EOBD по оценке токсичности отработанных газов автомобиля.....	67
4.6. Контроль входных сигналов системой бортовой диагностики автомобиля.....	68
4.7. Контроль выходных сигналов системой бортовой диагностики автомобиля.....	70
4.8. Управление системой диагностики автомобиля.....	71
4.9. Контроль систем OBD и EOBD и их компонентов.....	72
4.10. Методы бортовой диагностики отдельных систем автомобиля.....	73
4.11. Разновидности диагностических систем на основе персонального компьютера.....	77
4.12. Сопряжение персонального компьютера с диагностическим прибором.....	79
4.13. Схемы защиты диагностического канала.....	80
5. Ремонт автомобиля.....	82
5.1. Прием автомобиля в ремонт.....	82
5.2. Технология текущего ремонта автомобиля.....	84
5.3. Основные и вспомогательные работы по капитальному ремонту автомобиля.....	85
5.4. Классификация авторемонтных предприятий.....	86
5.5. Этапы технологического процесса капитального ремонта грузовых автомобилей.....	87
5.6. Факторы, влияющие на потребность в запасных частях и их расход при капитальном ремонте автомобиля.....	89
5.7. Примеры контроля и диагностики систем автомобиля.....	90
6. Техническая документация по обслуживанию и ремонту автомобиля.....	97
6.1. Комплексные показатели обеспечения работоспособного состояния транспортных средств.....	97
6.2. Определение оптимального ресурса автомобиля с помощью интегрального показателя.....	99
6.3. Нормативы по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля.....	101
7. Оборудование и инструменты для ремонта автомобиля.....	104
7.1. Подъемники.....	104
7.2. Тормозные стенды.....	107
7.3. Приборы и тестеры.....	108
7.4. Стенды для проверки и очистки бензиновых форсунок.....	110

7.5. Оборудование и инструменты для определения технического состояния и качества ремонта автомобиля .....	112
7.6. Оборудование для шиномонтажа и установки развала-схождения колес автомобиля .....	114
7.7. Сканер для диагностики систем управления автомобилем .....	116
8. Контроль проведения ремонта автомобиля .....	117
8.1. Требования и содержание работ по контролю автомобиля после ремонта.....	117
8.2. Контроль автомобиля после ТО-1 .....	118
8.3. Контроль автомобиля после ТО-2 .....	122
8.4. Сезонное обслуживание автомобиля.....	129
Список использованных источников.....	132

*Учебное издание*

**Курулёв** Александр Петрович  
Стешенко Павел Павлович

**ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОННЫХ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *С. Г. Девдера*  
Корректор *Е. Н. Батурчик*  
Компьютерная правка, оригинал-макет *Е. Г. Бабичева*

Подписано в печать 14.02.2024. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 8,02. Уч.-изд. л. 9,2. Тираж 30 экз. Заказ 238.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,  
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.  
Ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск