

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

В.В. Лянденбургский

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЯ
СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
АВТОМОБИЛЕЙ**

Пенза 2014

УДК 629.113.003.67

ББК 39.33–08

Л26

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация безопасности движения» И.Е. Ильина (ПГУАС);
кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация машино-тракторного парка» А.С. Иванов (ПГСХА)

Лянденбургский В.В.

Л26

Совершенствование и исследования средств контроля работоспособности автомобилей: моногр. / В.В. Лянденбургский. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 192 с.

ISBN 978-5-9282-1185-1

Приведен подробный анализ существующего оборудования для встроенного диагностирования автомобилей. Предложен новый подход к регистрации неисправностей и удешевлению предлагаемого оборудования.

Монография предназначена для широкого круга специалистов, научных работников, преподавателей и аспирантов, студентов, обучающихся по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

ISBN 978-5-9282-1185-1

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2014

© Лянденбургский В.В., 2014

ВВЕДЕНИЕ

Уже первые самодвижущиеся экипажи имели электрическую систему зажигания, которая долгое время оставалась единственной системой электрооборудования среди механических узлов и агрегатов автомобиля. Однако уже в начале нынешнего века были усовершенствованы аккумуляторные батареи и автомобильные генераторы, изобретена газонаполнительная лампочка. С этого времени количество электрических приборов на автомобиле стало быстро расти. Электрическая энергия начала применяться не только для воспламенения рабочей смеси в цилиндрах, но и для освещения, пуска двигателя, питания других устройств и приборов.

С 1925 г. все автомобили выпускаются с электрическим освещением и электрическим стартером.

Применение на автомобиле электроники началось в 30-х годах с ламповых радиоприемников. Однако электронные лампы плохо переносили нагрузки, возникающие на автомобиле в весьма неблагоприятных условиях их работы: изменение температур в широких пределах ($-60...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$) при высокой относительной влажности (до 80 %); значительные вибрации с максимальным ускорением до 50 g в широком спектре частот; импульсы напряжения до 800 В; изменение напряжения питания с 8 до 15,5 В при 12-вольтовом источнике электроэнергии; грязь, воду и др. Поэтому лампы не нашли широкого применения.

Полупроводниковые приборы (диоды, транзисторы) по этим же причинам долго не находили своего применения на автомобиле. Первыми стали применяться германиевые, селеновые и кремниевые диоды, используемые в качестве выпрямителей напряжения генераторов переменного тока (60-е годы). Изобретенный в 1948 г. транзистор нашел самое широкое распространение сначала в транзисторных ключах (регуляторах напряжения, коммутаторах систем зажигания), а затем и в других электронных устройствах.

Общее число электрических приборов быстро увеличивается. Так, на автомобиле М-20 «Победа» (1946 г.) устанавливалось 44 прибора, а на автомобиле ГАЗ-24 «Волга» (1968 г.) их было уже 79.

Интегральные микросхемы на полупроводниковых элементах совершили революцию в автомобилестроении, особенно в управлении автомобильными агрегатами и автомобилем в целом. Сейчас нигде в мире не выпускается ни одного автомобиля без электронных приборов. Основные из них – регуляторы напряжения, устройства управления трансмиссией, впрыском топлива, тормозной системой, рулевым управлением, подвеской.

МикроЭВМ стала применяться для управления углом опережения зажигания (1976 г. в системах «Misar» фирмы «General Motors»). Благодаря

высокой точности управления стало возможным значительно улучшить показатели двигателя.

В 1980 г. появились электронные приборные панели, системы управления подвеской, автоматические кондиционеры воздуха, радиоприемники с электронной настройкой, многофункциональные информационные системы с дисплеями на электронно-лучевых трубках и др. В настоящее время широкое распространение получили бортовые системы контроля на базе электронных блоков управления (ЭБУ). Эти же ЭБУ осуществляют диагностирование и самих себя.

Все электронные блоки по функциональному назначению могут быть классифицированы на три основные системы управления: двигателем, трансмиссией и ходовой частью, оборудованием салона.

В настоящее время в мире разработано и серийно выпускается большое разнообразие систем управления двигателями. Эти системы по принципу действия имеют много общего, но и существенно отличаются. По назначению они бывают монофункциональными и комплексными. В комплексных системах один электронный блок управляет несколькими подсистемами: впрыском топлива, зажиганием, фазами газораспределения, самодиагностики и др. В монофункциональных системах ЭБУ подает сигналы только системе впрыска. По распределению топлива различают многоточечный и центральный впрыски. При многоточечном впрыске установлено по одной форсунке на каждый цилиндр, а при центральном имеется одна форсунка на все цилиндры.

Кроме того, различие состоит и в способе впрыска. Впрыск может осуществляться постоянно и импульсами. При постоянной подаче топлива его количество изменяется за счет изменения давления в топливопроводе, а при импульсном – за счет продолжительности импульса и его частоты. Таким образом за один впрыск может быть подана полная порция топлива или ее часть (обычно половина). Если за каждый оборот коленчатого вала осуществляется один впрыск топлива в каждый цилиндр, такой впрыск называется синхронным.

В электронной системе управления трансмиссией объектом регулирования является главным образом автоматическая трансмиссия. На основании сигналов датчиков угла открытия дроссельной заслонки и скорости автомобиля ЭБУ выбирает оптимальные передаточное число трансмиссии и время включения сцепления. Электронная система управления трансмиссией по сравнению с применявшейся ранее гидромеханической системой повышает точность регулирования передаточного числа, упрощает механизм управления, повышает экономичность и управляемость.

Управление ходовой частью включает в себя управление процессами движения, изменения траектории и торможения автомобиля. Они воздействуют на подвеску, рулевое управление и тормозную систему, обеспечи-

вают поддержание заданной скорости движения. Управление оборудованием салона призвано повысить комфортабельность и потребительскую ценность автомобиля. С этой целью используется кондиционер воздуха, электронная панель приборов, multifunctionальная информационная панель, компас, фары, стеклоочиститель с прерывистым режимом работы, индикатор перегоревших ламп, устройство обнаружения препятствий при движении задним ходом, противоугонные устройства, аппаратура связи, центральная блокировка замков дверей, стеклоподъемники, сиденья с изменяемым положением, режим безопасности и т.д.

Монография представляет собой систематическое изложение по совершенствованию встроенных средств диагностирования автомобилей.

Авторы выражают свою признательность работникам РИО за помощь в подготовке монографии к изданию.

1. ОБЗОР И АНАЛИЗ ВСТРОЕННЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

1.1. Общие сведения об автомобильных контрольно-измерительных приборах

1.1.1. Классификация приборов

Автомобильные контрольно-измерительные приборы (КИП) по способу отображения информации, которую они представляют водителю, разделяют на две группы: указывающие и сигнализирующие.

Указывающие приборы имеют шкалу и стрелку, по положению которой относительно шкалы определяется значение измеряемой величины. Чтобы оценить измеряемую величину, водитель должен отвлечься на некоторое время от наблюдения за движением автомобиля, посмотреть на шкалу прибора и осознать показание. Давая водителю информацию о контролируемом параметре во всем диапазоне измерения шкалы, указывающий прибор позволяет судить о состоянии контролируемого узла или системы автомобиля.

Сигнализирующие приборы (сигнализаторы) реагируют лишь на одно, как правило, аварийное значение измеряемого параметра и информирует об этом световым или звуковым сигналом. Сигнализатор удобен для водителя, поскольку не требует от него постоянного наблюдения и меньше отвлекает от процесса управления автомобилем. Однако информация от сигнализатора поступает к водителю тогда, когда нормальный режим уже нарушен или близок к нарушению [1].

В настоящее время на всех типах автомобилей наблюдается тенденция к увеличению количества сигнализирующих приборов.

Автомобильные приборы разделяют на электрические и механические.

Электрические приборы питаются от бортовой электрической сети автомобиля. Механические же приборы дают показания, используя энергию измеряемой среды (например манометры для измерения давления в системе смазки). Преимуществом электрических приборов, обеспечившим им широкое распространение на автомобилях, является простота передачи сигналов с места контроля к месту наблюдения.

Электрический контрольно-измерительный прибор автомобиля состоит из датчика и указателя, соединенных между собой проводами для передачи сигнала (рис. 1.1). В месте контроля устанавливают датчик 1 прибора, а в месте наблюдения указатель 2. Датчик имеет обычно, кроме чувствительного элемента 3, измеряющего контролируемый параметр, какой-либо преобразователь сигнала 4 в электрическую величину, передаваемую в приемник сигнала в указателе 5. Поступивший в приемник сигнал преобразуется

в перемещение стрелки и по шкале указателя, отградуированной в избранной системе единиц, можно определить значение контролируемого параметра.

В сигнализирующих приборах указателем является сигнальная лампа, устанавливаемая на панели приборов автомобиля.

По назначению все контрольно-измерительные приборы автомобилей разделяют на следующие группы: измерения температуры (термометры); измерения давления (манометры); измерения уровня топлива; контроля зарядного режима аккумуляторной батареи; измерения скорости автомобиля и пройденного пути (спидометры); измерения частоты вращения (тахометры).

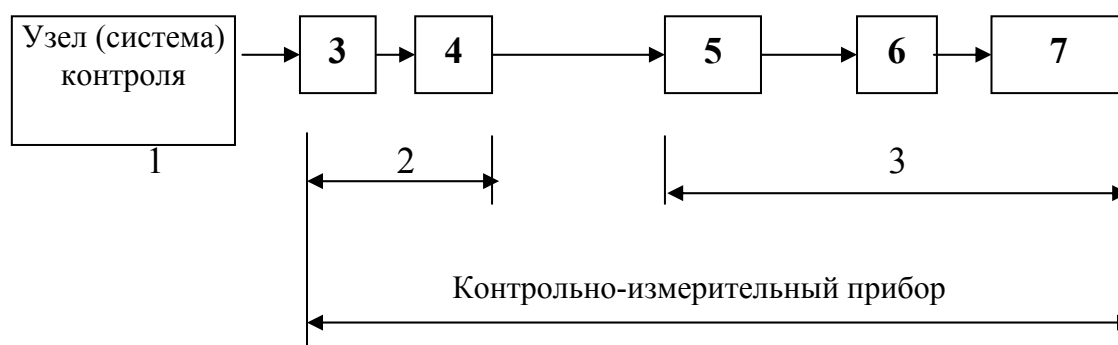


Рис. 1.1. Структурная схема КИП:

- 1 – датчик; 2 – указатель; 3 – чувствительный элемент датчика;
4 – преобразователь сигнала в датчике; 5 – приемник сигнала в указателе;
6 – преобразователь сигнала в указателе; 7 – шкала отсчета показаний указателя

Классификация датчиков. Важнейшим функциональным элементом электронных средств технического диагностирования автомобилей являются датчики (первичные преобразователи) электрических и неэлектрических физических величин. Правильный выбор типа датчика непосредственно влияет на качество получаемой диагностической информации, достоверность постановки диагноза, экономические показатели процесса диагностирования [1, 18, 20].

Датчик – устройство, воспринимающее измеряемый (контролируемый) параметр и преобразующее его в сигнал, удобный для передачи по линиям связи, дальнейшего преобразования, обработки или хранения, но не поддающийся непосредственному восприятию наблюдением.

В целом, по виду измеряемой величины выходной сигнал датчика может быть электрическим, пневматическим, гидравлическим, механическим и др. В средствах технического диагностирования автомобилей наиболее широко применяются датчики с электрическим выходным сигналом (рис. 1.2). Преимущества таких датчиков заключаются в быстрой реакции,

возможности автоматизации процесса измерения, многофункциональности и гибкости.

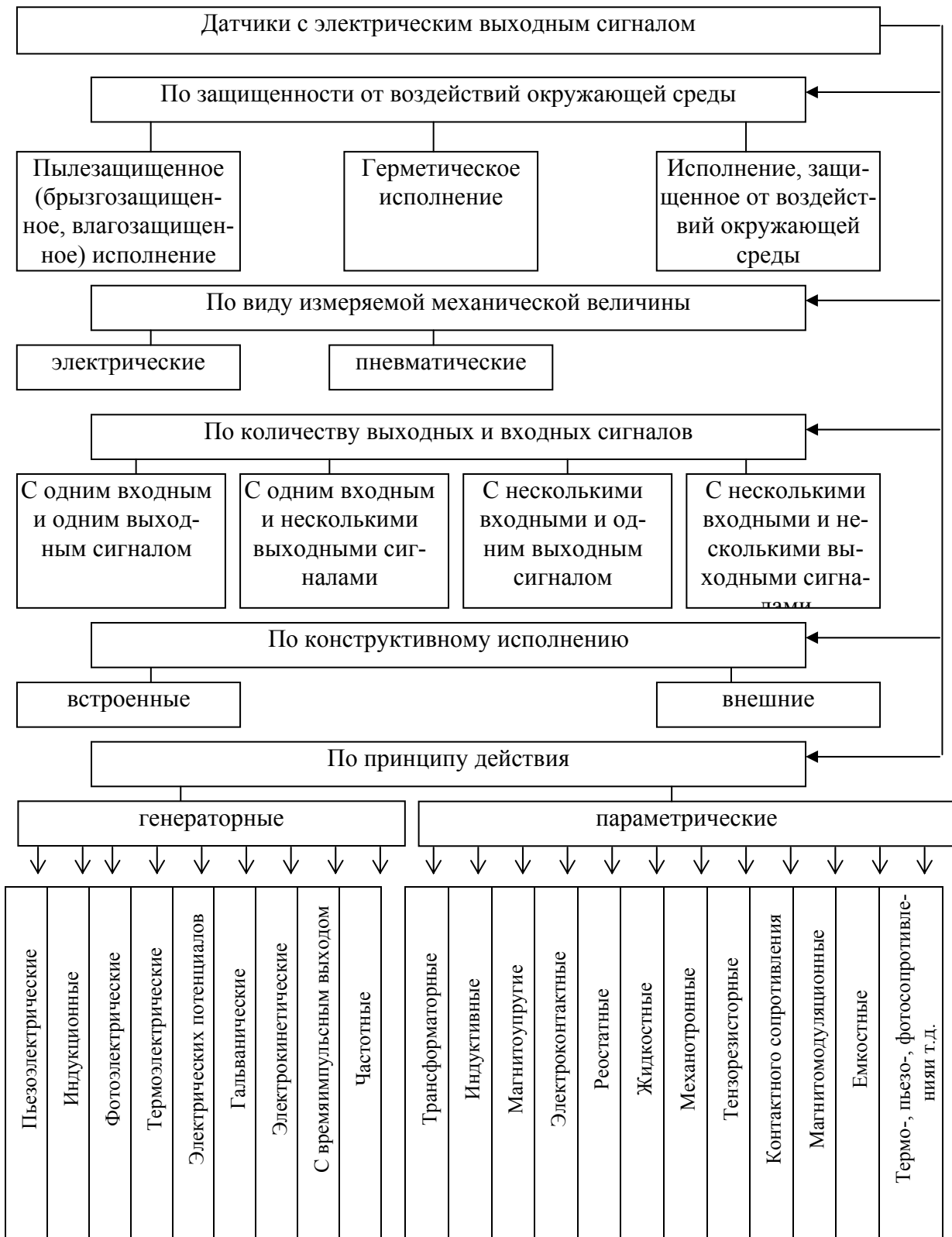


Рис. 1.2. Классификация датчиков с электрическим выходным сигналом

В зависимости от принципа действия датчики с электрическим выходным сигналом можно разделить на две основные категории: генераторные (активные) и параметрические (пассивные).

В **генераторных датчиках** осуществляется генерация электрической энергии, т.е. преобразование измеряемого параметра в электрический сигнал. К генераторным датчикам относят пьезоэлектрические, индукционные, фотоэлектрические, гальванические, электрокинетические, частотные датчики, а также датчики электрических потенциалов и датчики с времяимпульсным выходом.

В **параметрических датчиках** измеряемая величина преобразуется в параметр электрической цепи: сопротивление, индуктивность, емкость и т.п. Такие датчики питаются от внешнего источника электрической энергии. К параметрическим датчикам относятся емкостные, электромагнитные и магнитоэлектрические, электроконтактные, потенциометрические, жидкостные, механотронные, тензорезисторные, магнитомодуляционные датчики, а также датчики контактного сопротивления, термосопротивления, пьезосопротивления, фотосопротивления и др. Из перечисленной номенклатуры датчиков в средствах технического диагностирования машин (в том числе автомобилей) практически применяются потенциометрические, тензорезисторные, электроконтактные, индуктивные, трансформаторные, магнитоупругие и другие датчики табл. 1.1.

По конструктивному исполнению датчики систем и средств технического диагностирования автомобилей подразделяют на **встроенные**, являющиеся неотъемлемой частью диагностируемого автомобиля, и **внешние**, которые устанавливают на автомобиль лишь на период диагностирования.

По количеству входных и выходных сигналов различают датчики с одним входным и одним выходным сигналами; с одним входным и несколькими выходными сигналами; с несколькими входными и одним выходным сигналами; с несколькими входными и несколькими выходными сигналами.

Требования к датчикам. Условия работы датчиков при диагностировании автомобилей резко отличаются от условий работы вторичной аппаратуры СТД, преобразующей и обрабатывающей выходные сигналы датчиков. Особенно тяжелые условия работы у встроенных датчиков, которые должны иметь более высокие показатели надежности, чем диагностируемые объекты, сохранять свою работоспособность при значительных перепадах температур, вибрациях, повышенной запыленности, ударных нагрузках. Встроенные датчики не должны менять свои выходные характеристики при воздействии на них агрессивных сред, например масел, бензина и других жидкостей.

Области применения датчиков в СТД

| Наименование датчиков | Измеряемые величины |
|-----------------------|---|
| Потенциометрические | Абсолютное и избыточное давления жидких и газообразных сред, перепады давлений, различные перемещения, скорость, ускорение, и др. |
| Тензорезисторные | Давление, усилие, вращающий момент, относительное перемещение, линейное ускорение и др. |
| Электроконтактные | Временные интервалы, фазовые параметры и др. |
| Индуктивные | Давление, линейные перемещения и др. |
| Трансформаторные | Давление и расходы жидких и газообразных веществ, линейные перемещения и др. |
| Магнитоупругие | Усилие, вращающий момент и др. |
| Индукционные | Расход жидкости и газа, частота вращения и др. |
| Пьезоэлектрические | Давление, вибрация, расход и уровень жидкости, фиксация моментов включения и выключения и др. |
| Термоэлектрические | Содержание СО и СН в отработавших газах, температура и др. |
| Термосопротивления | Температуры жидких и газообразных сред и корпусных поверхностей и др. |
| Фотоэлектрические | Частота вращения, вращающий момент, линейные и угловые размеры и др. |
| Механотронные | Усилие, давление, малые перемещения и др. |

Датчики обыкновенного исполнения не применяют в условиях интенсивных механических и температурных воздействий, в запыленной, влажной и взрывоопасной средах.

Датчики специального исполнения (вибропрочные и ударопрочные) рассчитывают на бесперебойную работу при воздействии на них вибрационных нагрузок до 10g в диапазоне частот 0...300 Гц и ударных нагрузок многократного действия с ускорением до 15g и длительностью импульса 5–10 мс.

Датчики температуропрочного исполнения рассчитывают чаще всего на воздействие температур от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при хранении и транспортировке СТД) до $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$, а температуроустойчивого исполнения – от -30 до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (встроенные) и от $+10$ до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (внешние).

Датчики должны изготавливаться с унифицированными разъемами для подключения их к СТД, а внешние датчики, кроме того, должны иметь

унифицированные устройства, обеспечивающие их быструю и удобную установку и фиксацию на диагностируемом объекте.

Датчики с одинаковым принципом действия, предназначенные для измерения однотипных диагностических параметров, должны быть унифицированы и, в первую очередь, по выходному сигналу.

Датчик, установленный в исправном или неисправном состоянии на объект диагностирования, не должен отрицательно влиять на его работу. Установка датчика должна производиться с минимальными затратами времени, труда и средств, а процесс диагностирования по выходному сигналу датчика должен быть кратковременным.

Датчик СТД в зависимости от назначения может работать в статистическом, динамическом и статодинамическом процессах. При *статистическом* процессе к датчикам предъявляют метрологические требования по порогу чувствительности, зоне нечувствительности, стабильности выходной характеристики, вариации выходного сигнала. В целом, комплексы метрологических характеристик СТД и их датчиков выбирают из числа характеристик, приведенных в ГОСТ 8.009–84, и указывают вместе с их допускаемыми значениями в нормативно-технической документации на СТД.

Порог чувствительности датчика – минимальное изменение измеряемой величины, вызывающее изменение выходного сигнала датчика.

Зона чувствительности датчика – максимальное изменение контролируемой величины, не вызывающее изменение выходного сигнала.

Чувствительность датчика – отношение изменения выходного сигнала к вызывающему его изменению измеряемой величины. Чувствительность регламентируется государственными стандартами.

Стабильность выходной характеристики – свойство датчика, отражающее неизменность во времени его метрологических свойств. Она не должна выходить за пределы основной допустимой погрешности.

Вариация выходного сигнала – средняя разность между значениями выходного сигнала. Вариация выходного сигнала не должна превышать основной допустимой погрешности.

При *динамическом процессе* к датчикам предъявляют дополнительные требования. Они должны обладать повышенной механической погрешностью. Чтобы предотвратить искажение результатов измеряемой величины, необходимо учитывать возможное влияние собственных колебаний упругой механической системы датчика. Частота собственных колебаний датчика должна превышать частоту контролируемого процесса по меньшей мере в 6–10 раз.

При *статодинамическом процессе* к датчику предъявляют дополнительно к перечисленным следующие требования по однонаправленности действия, перегрузочной способности датчика и его избирательности.

Однонаправленность действия – это сведение к минимуму обратного силового воздействия от датчика на контролируемый процесс.

Перегрузочная способность датчика характеризуется отношением предельного значения измеряемого параметра к его номинальному значению. Перегрузочная способность датчиков обычно равна 1,5–2 от рабочего диапазона измеряемой величины.

Избирательность датчика характеризует его способность реагировать только на изменение того параметра, для измерения которого он предназначен.

Важное значение имеют требования к показателям надежности датчиков: безотказности, долговечности, вероятности безотказной работы, интенсивности потока отказов. Показатели надежности датчиков должны быть значительно выше показателей надежности СТД, для которых они предназначены. Если датчики встроенные, то их надежность должна быть выше надежности диагностируемого объекта.

Значение наработки на отказ при ее нормировании в НТД выбирают из ряда 500, 600, 700, 800, 900, 1000 ч и далее через каждые 250 ч. Нормируемые показатели надежности датчиков определены в ГОСТ 27.003–83. Периодичность проверки датчиков задается в НТД.

По мере того как снижаются цены, ужесточаются правительственные требования к топливной экономичности и чистоте отработавших газов, растет потребность в датчиках электронных систем и расширяется их рынок.

Все определяется не только стоимостью, но и требованиями интегрирования датчиков в систему. Чтобы резко снизить себестоимость всех составных частей электронных систем (микропроцессоров, датчиков), нужно создавать заново систему в целом. Но автомобильная промышленность развивается эволюционным путем, а не революционным. Для создания «авангардной» технологии необходимо 8–10 лет, в то время как применение традиционной для налаживания серийного производства новой электронной системы требуется только 4 года.

В большинстве случаев цену на новую продукцию удастся снизить благодаря расширению объемов выпуска и приобретению опыта. Но это затрудняет в дальнейшем перевод принятой технологии на новую основу, продлевая жизнь старой, но отлаженной. Это имеет положительную сторону. С ростом применения датчиков в автомобильных электронных системах теряет значение то, какая технология является лучшей в конкретном случае и даже какое количество датчиков и какая стратегия управления всей системой будет необходима в будущем.

Сегодня полупроводниковые датчики считаются новым компонентом, их достоинством является преобразование синусоидального сигнала в серии прямоугольных импульсов. Микропроцессоры могут воспринимать

только логические единицы и нули. Поэтому на выходе синусоидальный сигнал необходимо сравнивать с пороговой величиной и в период, когда его уровень превышает пороговую величину, меньше порогового значения – единице, частота импульсов характеризует скорость процесса.

Следующий шаг – обеспечение предварительной обработки сигнала перед подачей его в контроллер системы. Такие так называемые «интеллектуальные» датчики освободят центральный контроллер от предварительных вычислений, расширяя его возможности для реализации алгоритма управления и распределения информации между системами. «Интеллектуальные» датчики, вероятно, не будут непосредственно распределять информацию. Многие пользователи, подключая к одному датчику несколько систем, затрудняют его функционирование.

Интеллектуальные датчики будут следующим шагом вперед. Заказчики требуют от будущих датчиков способности к самодиагностике, распознаванию сбоев и ложных сигналов, удобства технического обслуживания. В настоящее время особенно растет потребность в приборах измерения ускорений – акселерометрах. В некоторых (но не во всех) случаях акселерометры могут быть заменены оптическими датчиками. Основанные на применении инфракрасных излучателей (светоизлучающих диодах) и детекторов, эти оптические датчики могут быть использованы для измерения скорости автомобиля, его положения и высоты, уровней жидкостей в гидросистемах и светового потока, для определения состава рабочей смеси в случае многотопливного двигателя.

Однако широкого распространения оптические датчики не получат до освоения волоконно-оптической технологии и мультиплексирования. До того времени оптические датчики будут применяться в тех случаях, когда они имеют очевидные функциональные или экономические преимущества.

В настоящее время имеется одна технология, которая может быть использована практически во всех существующих электронных системах – это полимерные толстые пленки (PTF) с электропроводящими наполнителями (серебром, углеродом, никелем, медью).

В новейших системах управления надувными подушками безопасности для измерения ударного воздействия используются акселерометры, установленные непосредственно в блоке управления, расположенном в салоне водителя. Это исключает необходимость иметь множество внешних датчиков (неэлектронные системы обычно содержат 4–5 механических датчиков), сокращает длину проводов и объем требуемого для размещения системы пространства. Снижается также и время срабатывания подушки. Механическая система обеспечивала время срабатывания около 22 мс, сейчас это время составляет 17,5 мс.

Но акселерометры используются не только в системах управления подушками. Они могут применяться также в антиблокировочных системах

(АБС), системах регулирования тягового условия (РТУ), в активных и полуактивных подвесках, навигационных системах и системах контроля детонации в двигателе. А новое поколение миниатюрных датчиков – трехмерные структуры, выполнение в кремнии, могут получить применение в новых областях. В системе с акселерометрами, измеряющими ускорения вертикальных перемещений колес (например в активных подвесках), и датчиками, измеряющими воздействие водителя на рулевое колесо, можно определять поперечное ускорение без использования сигнала другого акселерометра для управления АБС и системой РТУ. В ближайшие годы наблюдается рост числа датчиков на автомобиле, но долгосрочная тенденция пока не ясна.

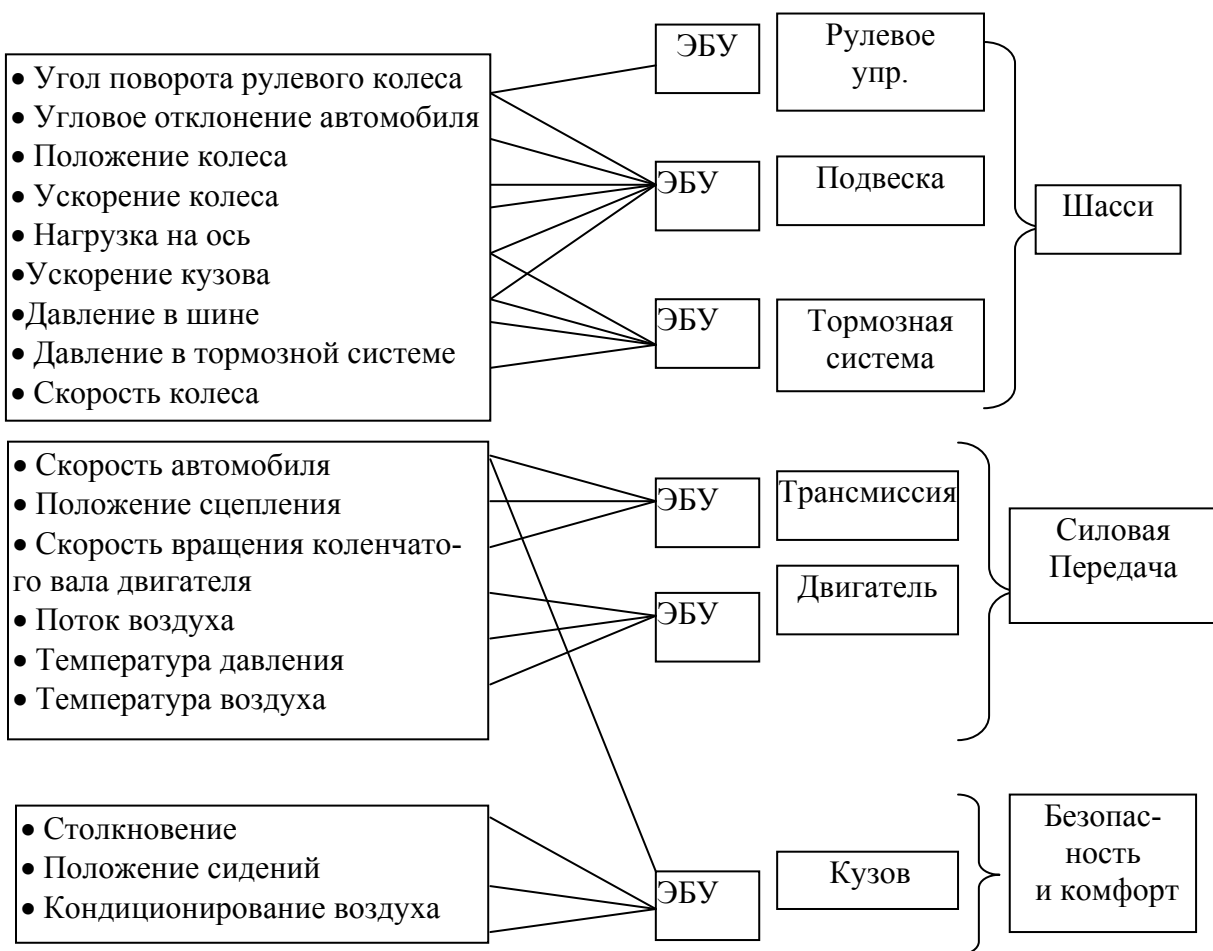


Рис. 1.3. Применение датчиков в электронных системах управления

Однако имеется одно препятствие для широкого распространения толсто пленочной технологии – высокая стоимость. В тех случаях, когда миниатюризация, сокращение числа деталей и облегчение пространственной компоновки не являются главными задачами, толсто пленочной технология не дает ощутимого выигрыша.

1.1.2. Средства индикации

Главное преимущество дисплеев перед другими средствами отображения состоит в том, что состав информации и ее количество можно изменять в зависимости от потребностей. И второе: эта информация может быть количественной (например, о скорости движения и пройденном пути, частоте вращения коленчатого вала двигателя и температуре охлаждающей жидкости, остатке топлива в баке и его среднем расходе), качественной, т.е. оценивающей состояние тех или иных систем и агрегатов (включено – выключено), и диагностической, т.е. дающей сведения о неисправностях техники (отказ тормозной системы; мало масла, охлаждающей или тормозной жидкости, низкое давление масла в смазывающей системе и воздуха в шинах и т.д.). При традиционных средствах получения информации такое ее количество и разнообразие превратили бы кабину автомобиля в кабину воздушного лайнера, сделав невозможным наблюдение за дорогой. Дисплей же эту задачу решает, так как позволяет пользователю по его выбору менять программу отображения.

Но дисплей – дело для автомобилестроителей новое. Поэтому конструкторы автомобильной техники относятся к ним с определенной долей настороженности, в том числе и вследствие недостаточной информированности как о возможностях, так и об особенностях этих новых устройств (по сравнению с обычными контрольно-информационными приборами). Однако оснований для такой настороженности нет: существующие конструкции дисплеев предъявляют к автомобилю не чрезмерно жесткие требования.

Таких требований семь:

1. Диапазон рабочих температур дисплея на автомобиле не должен выходить за пределы 233...358 К (–40...+85 °С).

2. Максимальное напряжение питания дисплея может достигать 100В, однако, чем оно выше, тем более дорогим и менее надежным он будет. Не целесообразно питать дисплей и от нескольких источников энергии, поскольку это усложняет схему. Самый выгодный вариант – напряжение 5В.

3. Срок службы дисплея, устанавливаемого на автомобиль, должен превышать 100 тыс. ч.

4. Символы индикации на автомобильном дисплее должны быть хорошо различимыми при солнечном освещении. Это означает, что яркость собственной оснащенной экрана дисплея не может быть меньше 1200 кд/м².

5. Коэффициент контрастности, т.е. отношение яркости экрана (фона) дисплея к яркости символов на нем должен быть равен 1:20 – для светоизлучающих и 1:5 – для светоотражающих дисплеев (для сравнения: коэффициент контрастности для страницы с напечатанным текстом равен 1:5,6).

6. Цвет экрана должен быть красным, голубым или зеленым (за рубежом регламентируется стандартами), но не исключается желтый и белый.

7. В системе передачи сигналов к дисплею нежелательна многократная их передача, поскольку возникающие потери снижают яркость изображения или его контрастность. Лучше всего задача решается при помощи дисплея со статическим возбуждением.

Перечисленным требованиям, как показывает анализ, соответствуют в разной степени дисплеи на вакуумных люминесцентных (электронно-лучевых) трубках, на жидких кристаллах, а также электролитические дисплеи. Так, дисплеи на электронно-лучевых трубках привлекательны тем, что они хорошо освоены в производстве и широко применяются в различных информационных системах. Но для получения на них различных цветов требуется многоисточниковое питание.

У жидкокристаллических дисплеев тоже есть большое достоинство: высокая контрастность изображения даже при солнечном освещении. Однако с точки зрения диапазона рабочих температур и визуального восприятия отображенной информации пока еще решено не все. Хотя в недавно созданном дисплее «Дичройк», в котором применены встроенные поляризованные или цветофильмы, трудности преодолеть, судя по сообщениям печати, удалось. Кроме того, жидкокристаллические дисплеи сравнительно дешевы.

Всеми достоинствами жидкокристаллических обладают и электролитические дисплеи. Кроме того, у них есть свои плюсы: небольшие допуски при производстве, большие углы обзорности. Но управляющая схема получается сложной из-за наличия в ней запоминающего устройства, так как цифровая программа не только появляется на экране, но и должна стираться.

Существует не один способ высвечивания сигналов на дисплее. Во-первых, сигнальные символы традиционно подсвечиваются сзади цветными лучами. Способ прост, сигналы легко понимаются. Однако при одновременном появлении более пяти символов водитель в них путается. Кроме того, пока не разработаны достаточно понятные символы, обеспечивающие однозначность считываемой информации.

Во-вторых, сигнальная информация высвечивается на алфавитно-цифровом дисплее. Метод отличается простотой, размеры дисплея получаются небольшими, технология его изготовления несложная. Но при поставках системы за рубеж требуется применение разных языков. Для передачи сложной информации могут потребоваться аббревиатуры. Тогда, чтобы водитель понимал информацию о функциональных элементах, работа которых контролируется, потребуется его специальное обучение.

В-третьих, сигнальные символы образуются рядом точек (точечная матрица). При таком способе отображения информации языковых и других

ограничений нет. В то же время подобрать хорошо узнаваемые символы на все случаи трудно.

Каждый из перечисленных выше способов, реализуемых в виде отображения предупреждающих сигналов, может иметь и дополнительные средства повышения информативности. В качестве такого средства уже используются (в авиации, например) синтезаторы речи. Здесь устраняется возможность разночтения информации, отображенной на экране дисплея. Правда, возникают языковые проблемы, а также проблемы восприятия речи водителями с нарушением слуха. Возможны помехи. Мала скорость замены информации.

Как видим, дисплей – не просто видоизмененное средство отображения информации, объединяющее в себе функции шкал приборов, сигнальных ламп и т.п. Он представляет собой централизованную систему, способную отображать данные практически обо всем, что связано с автомобилем, его состоянием и движением. Но дисплей может оказаться бесполезным и даже вредным, если законы отражения им информации будут сложнее, чем с помощью традиционных средств. Поэтому задача состоит не только в том, чтобы создать алгоритмы отображения информации. Ведь не секрет, что дисплей, являясь пока средством отображения информации, собираемой и обрабатываемой системой контроля, своих возможностей полностью не использует.

В настоящее время дисплей базируется на микропроцессорной технике, возможности которой довольно велики. Поэтому контрольная система постепенно переросла в централизованную информационную систему, способную оценивать информацию, получаемую от других контролируемых центров (например система управления двигателем, трансмиссией), и затем выдавать ее в соответствующем виде водителю. Иными словами, централизованная система неизбежно должна брать на себя функции контроля и обеспечения соответствия режимов работы автомобильных систем условиям движения. Дисплей здесь становится средством отображения рассогласования этих режимов и условий. Кроме того, дисплей отображает результаты работы централизованной информационной системы по бортовому диагностированию состояния автомобильных систем и узлов: сигналы об их неисправностях передаются в центральный информационный процессор, а после обработки – на алфавитно-цифровой дисплей.

В электронных приборных панелях современных легковых автомобилей японских фирм широко применяются микропроцессоры. В качестве дисплеев используются матрицы на жидких кристаллах и вакуумной флуоресценции.

Дисплей микропроцессорной приборной панели на модели «Soarer» отвечает современным требованиям достижения в этой области (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Блок-схема микропроцессорной приборной панели автомобиля «Soare»

Предварительное преобразование сигналов датчиков позволило получить нелинейные характеристики указателей температуры, дающие большую детальность отображения в наиболее ответственных участках рабочего диапазона, недостижимую для электромеханических стрелочных индикаторов. Широко использованы мигающие дисплеи. В системе применен однокристалльный 8-битовый микропроцессор и интегральные схемы управления дисплеями. Индикация производится японскими иероглифами и цифрами. Помимо обычного для электронных приборных панелей состава параметра, система дает информацию о продолжительности кратковременных остановок, исправности микропроцессорной системы управления двигателем, контролирует периодичность замены масляных фильтров и свеч зажигания, обеспечивает ввод и своевременное воспроизведение напоминаний водителю, делаемых им для самого себя.

1.1.3. Условия работы и требования к автомобильным приборам

Контрольно-измерительные приборы, устанавливаемые на автомобилях, значительно отличаются по своей конструкции от стационарных приборов, применяемых в лабораторной практике или в технологических процессах многих производств, хотя в них, как правило, используются те же принципы действия. Особенности автомобильных приборов зависят от специфики требований, предъявляемых к ним в эксплуатации. Эти требования обусловлены следующими причинами.

На приборы, установленные на автомобилях, воздействуют значительные вибрация и тряска. Так, на приборной панели современных автомобилей вибрация может достигать величины 0,5–2 g. Датчики приборов, размещенные на двигателе или трансмиссии, подвергаются вибрации до 15 g. Поэтому приборы должны непрерывно и исправно работать в этих условиях [1].

В условиях эксплуатации приборы работают при различных температурах окружающей среды, колеблющихся от минус 50 °С в северных районах до плюс 50 °С в тропиках. При этом, в зависимости от места установки датчика прибора (например на двигателе), температура его может достигать плюс 120 °С. На приборы попадают пыль, грязь, вода, масло, топливо, соли (в условиях морского климата), насекомые и грибки (во влажных тропиках). Следовательно, материалы и покрытия приборов должны быть стойкими к перечисленным воздействиям, а внутренние части приборов уплотнены или герметизированы.

Электрические приборы с питанием от бортовой сети должны быть малочувствительны к изменениям напряжения в пределах 11–15 В в 12-вольтовой и 22–30 В в 24-вольтовой системах. Приборы также должны быть нечувствительными к пульсации питающего выпрямленного напряжения, которая возникает в случае применения генератора переменного тока.

Автомобили используют в местностях с различными высотами над уровнем моря, поэтому приборы должны работать при барометрических давлениях, практически встречающихся в районах, где есть дороги, т.е. при изменении атмосферного давления от 650 до 800 мм рт. ст.

Кроме перечисленных требований, диктуемых условиями эксплуатации автомобильных приборов, существуют и другие, возникающие вследствие особенностей их применения на транспортных средствах. К таким требованиям относят следующие:

- автомобильные приборы не должны излучать в окружающее пространство помех, мешающих радиоэффиру;
- показания стрелочных приборов должны быть удобочитаемыми, чтобы водитель мог оценить показание, не задерживая долго внимания на приборе;

- сигнализаторы в выключенном состоянии должны быть малозаметными, а при включении немедленно привлекать внимание водителя;
- расположение всех приборов в поле зрения водителя должно подчиняться определенным рекомендациям инженерной психологии и соответствовать эстетическому оформлению приборной панели автомобиля;
- комплект контрольно-измерительных приборов должен быть недорогим в производстве и простым в обслуживании;
- срок службы приборов в эксплуатации при сохранении заданной точности показаний должен быть не менее срока службы автомобиля до капитального ремонта.

На автомобилях, находящихся в настоящее время в эксплуатации, применяют большое количество различных типов контрольно-измерительных приборов. При этом, несмотря на активные меры по их унификации, продолжается увеличение их численности как за счет появления модификаций, так и за счет применения новых принципов действия. Приборы на автомобиле выполняют важную функцию, так как позволяют контролировать состояние и работоспособность агрегатов и систем, стоимость которых во много раз превышает стоимость самих приборов.

Развитие электроники и электротехники способствовало быстрому обновлению панелей автомобилей [1, 23, 24]. Они стали более удобными, компактными, возросло количество контролируемых параметров. Это можно проследить по рис. 1.5 и 1.6.

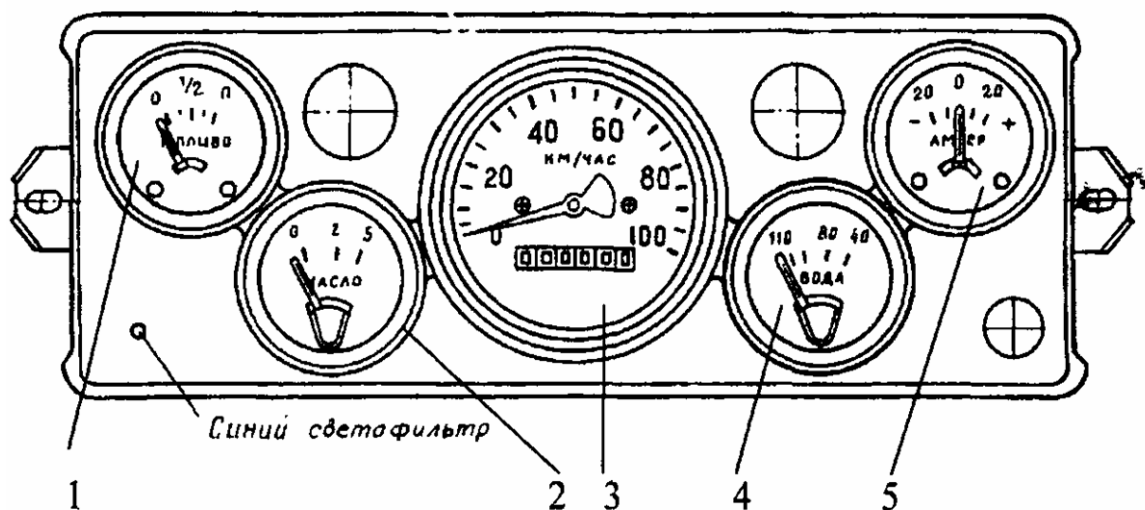


Рис. 1.5. Щиток приборов КПЗ – Е2:
 1 – указатель уровня топлива; 2 – указатель давления масла; 3 – спидометр;
 4 – указатель температуры в системе охлаждения; 5 – амперметр

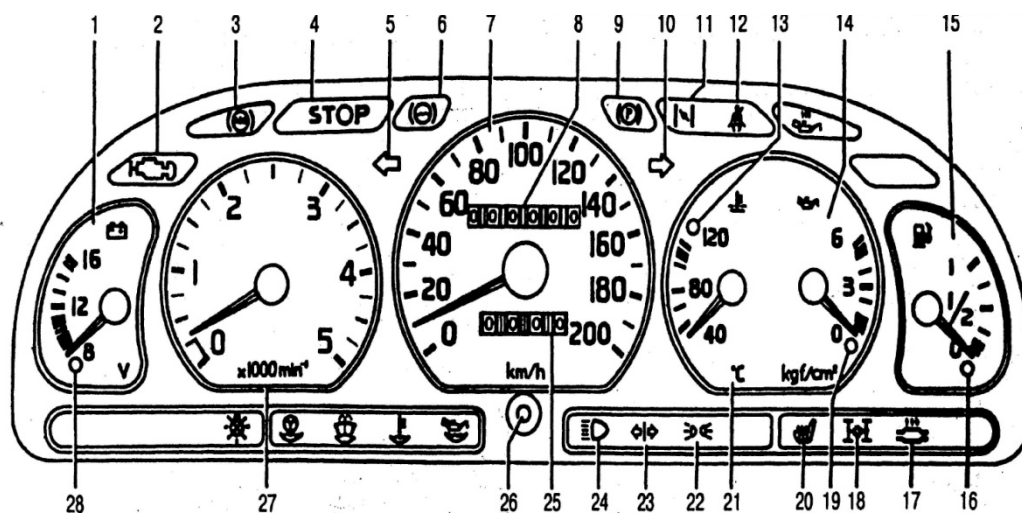


Рис. 1.6. Щиток приборов автомобилей ГАЗель:

- 1 – указатель напряжения; 2 – лампа «Check Engine»; 3, 12, 17, 18 – резервные сигнализаторы; 4 – сигнализатор "STOP"; 5 – сигнализатор левых указателей поворота; 6 – сигнализатор аварийного падения уровня тормозной жидкости; 7 – спидометр; 8 – счетчик суммарного пробега; 9 – сигнализатор включения стояночного тормоза; 10 – сигнализатор правых указателей поворота; 11 – сигнализатор прикрытия воздушной заслонки карбюратора (на автомобиле с двигателем ЗМЗ-402 и ЗМЗ 402.1); 13 – сигнализатор перегрева двигателя; 14 – указатель давления масла; 15 – указатель уровня топлива; 16 – сигнализатор минимального резерва топлива в баке; 19 – сигнализатор давления масла; 20 – сигнализатор включения обогрева сидений (если установлен); 21 – указатель температуры охлаждающей жидкости; 22 – сигнализатор включения габаритного света; 23 – сигнализатор включения и исправности ламп указателей поворота прицепа; 24 – сигнализатор дальнего света фар; 25 – счетчик суточного пробега; 26 – кнопка установки на пульт счетчика суточного пробега; 27 – тахометр; 28 – сигнализатор разряда аккумуляторной батареи

1.2. Основные требования к методам и средствам технического диагностирования

1.2.1. Требования к техническому диагностированию автомобилей в процессе их разработки и эксплуатации

Техническое диагностирование автомобилей и их отдельных агрегатов направлено в целом на решение одной или нескольких нижеприведенных задач:

- определение технического состояния (исправное или неисправное), поиск и локализацию места отказа или неисправности;
- прогнозирование остаточного ресурса или вероятности безотказной работы на задаваемых интервалах наработки (пробега).

Для успешного осуществления указанных задач проводят определенные работы по разработке диагностического обеспечения, повышению

контролепригодности и установлению показателей и характеристик процессов диагностирования.

Наиболее оптимальным решением является проведение работ по диагностическому обеспечению автомобилей на всех стадиях, начиная от их разработки до полного списания, т.е. на стадиях разработки, производства, эксплуатации, капитального ремонта и хранения, а также при обосновании акта о списании конкретных автомобилей. Диагностическое обеспечение – это комплекс взаимоувязанных методов диагностирования, нормативов, технических (аппаратурных) и программных средств, процессов диагностирования, систем метрологического обеспечения используемых методов и средств технического диагностирования, отраженных в технической документации.

Повысить коэффициент готовности автомобильного парка можно за счет увеличения объема контрольно-диагностических работ в процессах ТО и ремонта. Для многих автомобилей он превышает 25–30 % от общего объема работ по ТО и ремонту. Как правило, время, затрачиваемое на непосредственное измерение параметров технического состояния, в среднем равно 5–10 % от общего времени диагностирования, остальные 90–95 % приходятся на установку и снятие датчиков, выбор нужного режима работы автомобиля и обработку результатов диагностирования. Это указывает на большой резерв в части снижения трудоемкости ТО и ремонта автомобилей, который в первую очередь может быть реализован повышением контролепригодности (приспособленности) автомобилей к диагностированию.

Контролепригодность автомобилей и их агрегатов обеспечивается на стадиях их разработки и изготовления соблюдением требований к техническому диагностированию в части конструктивного исполнения изделий, параметров и методов диагностирования, показателей оценки контролепригодности объекта.

Контролепригодность может быть повышена за счет удобного и простого подключения датчиков к автомобилю, выбора наиболее эффективных методов диагностирования и контроля, обеспечением автомобиля универсальными специально предусмотренными присоединительными разъемами, штуцерами, заглушками и т.д.; введения в конструкцию автомобиля встроенных датчиков, к выводам которых на период диагностирования можно подключать внебортовые (внешние) средства диагностирования; комплектования автомобилей бортовыми системами контроля (БСК), выдающими водителю в любой момент времени информацию о техническом состоянии соответствующего узла, системы или агрегата. На практике наиболее целесообразно комплексное использование всех трех способов повышения контролепригодности автомобилей.

Параметры и методы диагностирования включают требования к количественному и качественному составу диагностических параметров и к алгоритму диагностирования.

Номенклатуру структурных и диагностических параметров и их нормативные значения устанавливают с учетом конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов.

Методы диагностирования определяют исходя из установленных задач и показателей диагностирования; они должны включать диагностическую модель объекта, правила измерения диагностических параметров, их анализа и обработки.

Показатели оценки контролепригодности автомобилей условно разделяют на оперативные, экономические, конструктивные и дополнительные, а также на показатели оценки уровня контролепригодности.

Требования к техническому диагностированию автомобилей включают в заявку на разработку и освоение новых автомобилей, в технико-техническое задание (ТТЗ) или в техническое задание (ТЗ) на их разработку, в стандарты на технические условия, в общие технические условия, общие технические требования и т.д., в технические условия и конструкторскую документацию на автомобиль.

Показатели и характеристики диагностирования задаются в ТТЗ и ТЗ и направлены на оценку достоверности, точности и экономичности процесса диагностирования. Контроль показателей и характеристик диагностирования автомобилей осуществляется при их приемочных и типовых испытаниях.

1.2.2. Общие требования к средствам технического диагностирования

Средства технического диагностирования автомобилей классифицируют по конструктивному исполнению, функциональному назначению, степени охвата автомобиля диагностированием, степени автоматизации, виду источника питания и другим признакам [1, 4, 5].

По конструктивному исполнению средства технического диагностирования (СТД) подразделяют на внешние и бортовые. К числу первых относят традиционно применяемые на АТП и СТО средства диагностирования, включающие в себя датчики сигналов, преобразователи сигналов, программные и другие устройства и индикаторы. Сюда же относят СТД со специализированными штекерными разъемами для подключения к автомобилям, оснащенным системой встроенных датчиков (СВД). В состав бортовых систем контроля входят датчики, преобразователи их сигналов, индикаторы и элементы коммутации. СТД первой группы подразделяют на переносные, передвижные и стационарные.

По функциональному назначению СТД подразделяют на комплексные для диагностирования автомобиля в целом или ряда его агрегатов, на сред-

ства диагностирования двигателей и системы электрооборудования, трансмиссии, тормозных систем, рулевого управления и элементов передней подвески, светотехнических приборов, рабочего и специального оборудования и др.

По степени охвата автомобилей диагностированием и виду применяемых систем диагностирования различают СТД, входящие в общие системы диагностирования автомобилей в целом, в локальные системы диагностирования отдельных агрегатов, систем и узлов, и отдельно применяемые средства диагностирования.

По степени автоматизации СТД с диагностируемым объектом подразделяют на автоматические, полуавтоматические, неавтоматические (с ручным или ножным направлением), комбинированные.

По виду энергии носители сигнала в канале связи различают электрические, магнитные, механические, оптические, пневматические, гидравлические, электронные, комбинированные и другие СТД. По виду источника питания: от бортовой сети автомобиля, от внешней сети, механические, пневматические.

Средства технического диагностирования автомобиля, как правило, используют на АТП и СТО в отапливаемых помещениях при температуре окружающего воздуха $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$, относительной влажности воздуха $(65 \pm 15)\%$ и атмосферном давлении (100 ± 4) кПа.

СТД должна обеспечивать измерение диагностических параметров на всех режимах работы автомобиля, а также на режимах, оговоренных технологическими документами по диагностированию.

СТД должна обеспечивать диагностирование объектов с минимальной трудоемкостью, как правило, без их разборки. Для обеспечения непосредственного измерения диагностического параметра, а также для установки, крепления и съема диагностической аппаратуры допускается частичная разборка диагностируемого объекта.

Выходные сигналы СТД предназначены для информационной связи с другими СТД и системами обработки данных, а также выходные сигналы датчика должны соответствовать требованиям ГОСТ, задаваться в соответствующей нормативно-технической документации (НТД) на СТД.

Метрологические характеристики СТД должны соответствовать значениям, обеспечивающим минимальные эксплуатационные издержки на диагностирование автомобилей. Классы точности СТД или пределы допускаемых погрешностей на конкретные диагностические параметры устанавливаются в стандартах или в технических условиях.

Питание СТД должно осуществляться от однофазной сети напряжением 220 В и частотой 50 Гц, от трехфазной сети напряжением 220/380 В и частотой 50 Гц, от источников постоянного тока напряжением 12 и 24 В,

включая питание от аккумуляторной батареи диагностируемого автомобиля.

СТД должны быть вибро- и ударопрочными и выдерживать без повреждений воздействия вибрации и периодических ударов (ГОСТ 22261-82). После прекращения внешних воздействий должны сохранять свои характеристики своих норм, установленных НТД на СТД.

Масса переносных приборов не должна превышать 25 кг. В случае превышения указанной массы и выполнения СТД в моноблоке их устанавливают на подвижных стойках, шкафах или на тележках.

СТД, имеющие одинаковый принцип работы и предназначенные для измерения однотипных диагностических параметров, должны быть унифицированы.

Основным показателем надежности СТД является наработка на отказ, которую выбирают и задают в НТД из ряда 500, 600, 700, 800, 900, 1000 ч и далее через каждые 250 ч. Нормируемые показатели надежности СТД устанавливаются в соответствии с действующими стандартами.

СТД должны укомплектовываться запасными частями по номенклатуре, обеспечивающей надежность их работы в заданном интервале наработки.

В зависимости от необходимой точности измерения диагностического параметра и динамики измерения последнего результат измерения выдается на одном или нескольких индикаторах: аналоговом, цифровом, на экране осциллографа или дисплея, на цифropечатающем устройстве.

На первом этапе развития электронных СТД в преобладающем большинстве использовалась аналоговая индикация. Объясняется это ее низкой стоимостью, неплохими метрологическими характеристиками, возможностью получения не только количественной, но и качественной информации о контролируемом процессе, о динамике протекания этих процессов и т.д. На шкалах аналоговых индикаторов для облегчения работы оператора наносят вспомогательные метки, обозначают и выделяют рабочие и нерабочие зоны.

Аналоговая индикация наиболее эффективна при измерении диагностических параметров быстро меняющихся процессов. При измерении параметров медленно меняющихся процессов, в которых за 8–10 последовательных циклов измерений значение параметра меняется не более чем на ± 2 единицы младшего разряда индикатора, преимущества цифровой индикации явно выражены.

Практика показала, что, если основными составляющими погрешности измерения являются погрешности датчика и блока преобразования, существенного метрологического выигрыша при переходе на цифровую индикацию нет.

В приборах с аналоговой индикацией, когда индикатор перегружен шкалами (т.е. на один индикатор поочередно выводятся результаты изме-

рения нескольких параметров), считывание результатов измерений усложняется, увеличиваются время и вероятность ошибки считывания результата оператором-диагностом.

Резкое снижение стоимости приборов с цифровой индикацией (в ряде случаев они дешевле аналоговых) привело к широкому внедрению их при создании СТД нового поколения.

Цифровая индикация обеспечивает большую скорость и высокую точность измерения и считывания. Эти преимущества наиболее полно проявляются в многопредельных и многофункциональных измерительных приборах, так как в них результаты измерения индицируются непосредственно с положением запятой, с указанием вида и размерности измеряемой величины. В свою очередь, цифровая индикация, обладая рядом существенных недостатков, не может быть признана единственно эффективной.

В современных СТД применяют и комбинированную индикацию, когда результаты измерений одних параметров выдаются на аналоговых индикаторах, других – на цифровых индикаторах, а третьих – на экранах осциллографа.

В ряде случаев применяют параллельную индикацию, когда результаты измерения выдаются на индикаторы различных видов, например, угол замкнутого состояния контактов прерывателя выдается иногда на экран осциллографа и на аналоговый или цифровой индикатор.

В настоящее время широко применяют дисплеи, которые позволяют выводить алфавитно-цифровую и графическую информацию.

На современных СТД результаты измерений часто выводят на специально встроенные в них (или подключаемые к ним) цифropечатающие устройства или самописцы.

1.3. Диагностические параметры

1.3.1. Классификация диагностических параметров

В процессе эксплуатации трущиеся сопряжения автомобиля изнашиваются, происходит разрегулировка его систем, узлов и агрегатов, т.е. изменяются значения его структурных параметров, непосредственно характеризующих исправность объекта диагностирования. К ним относят зазоры в сопряжении, величину износа поверхностей детали и другие параметры, измерение которых связано с необходимостью проведения разборочных работ. Это повышает трудоемкость контроля и существенно снижает (иногда на 5–10 %) ресурс контролируемого агрегата. Последнее объясняется появлением дополнительного цикла приработки поверхностей контролируемого сопряжения.

Изменение структурных параметров сопровождается изменениями параметров рабочих и сопутствующих выходных процессов автомобиля, которые могут наблюдаться и измеряться извне без разборки (или с частичной разборкой) контролируемого агрегата (рис. 1.7). Например, из-за износа сопряжений цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания снижается компрессия в цилиндрах и, как результат, – эффективная мощность на коленчатом валу двигателя или в результате износа сопряжений коренных и шатунных подшипников коленчатого вала увеличиваются утечки масла из системы смазывания двигателя и снижается давление масла в системе.



Рис. 1.7. Классификация диагностических параметров

Если эти функциональные параметры несут достаточную и однозначную информацию о состоянии контролируемого объекта, то они могут быть отнесены к числу диагностических параметров, косвенно характеризующих исправность объекта диагностирования.

Из всего многообразия возможных диагностических параметров выбирают и используют в практических целях лишь те параметры, которые от-

вечают требованиям однозначности, стабильности, широты изменения, доступности и удобства измерения, информативности и технологичности. Смысл перечисленных требований графически показан на рис. 1.8.

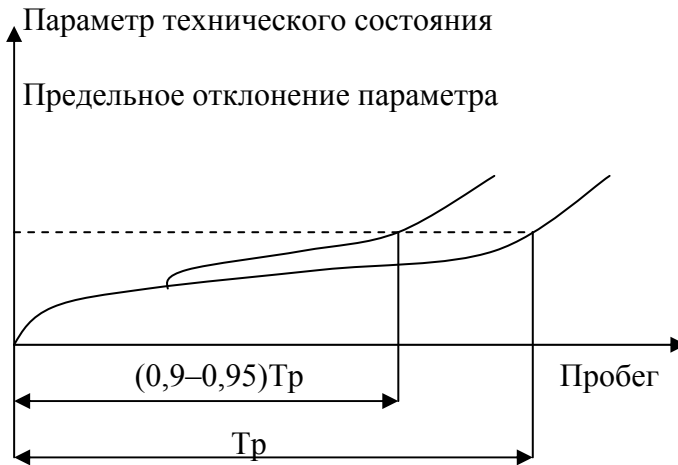


Рис. 1.8. Схема изменения структурного параметра в зависимости от пробега автомобиля

Требование однозначности предусматривает соблюдение условия, когда каждому значению структурного или функционального параметра соответствует одно-единственное значение диагностического параметра. Так, параметры кривых 1 и 2 (рис. 1.9, а) не соответствуют критерию однозначности, а параметр кривой 3 – соответствует, т.е. диагностическому параметру Д2 могут соответствовать четыре различных значения структурного параметра ($S_2', S_2'', S_2''', S_2''''$), параметру Д1 – два значения структурного параметра (S_1', S_1''), а любому диагностическому параметру Д3 соответствует одно-единственное значение структурного параметра S_3 .

Требование стабильности устанавливает возможную величину отклонения диагностического параметра от своего среднего значения, характеризующую рассеивание параметра при неизменных значениях структурных параметров и условиях их измерения (рис. 1.9, б).

Требование широты изменения устанавливает диапазон изменения диагностического параметра, соответствующего заданной величине изменения структурного параметра. Чем больше диапазон изменения диагностического параметра, тем выше его информативность. На рис. 1.9, в параметр кривой 6 имеет большую широту диагностического параметра $\Delta Д4$, чем параметр кривой 7 $\Delta Д5$. Аналитически отмеченное условие выражается следующей зависимостью: $dД4/Ds > dД5/dS$.

По объему и характеру передаваемой информации диагностические параметры классифицируют на частные, общие и взаимозависимые.

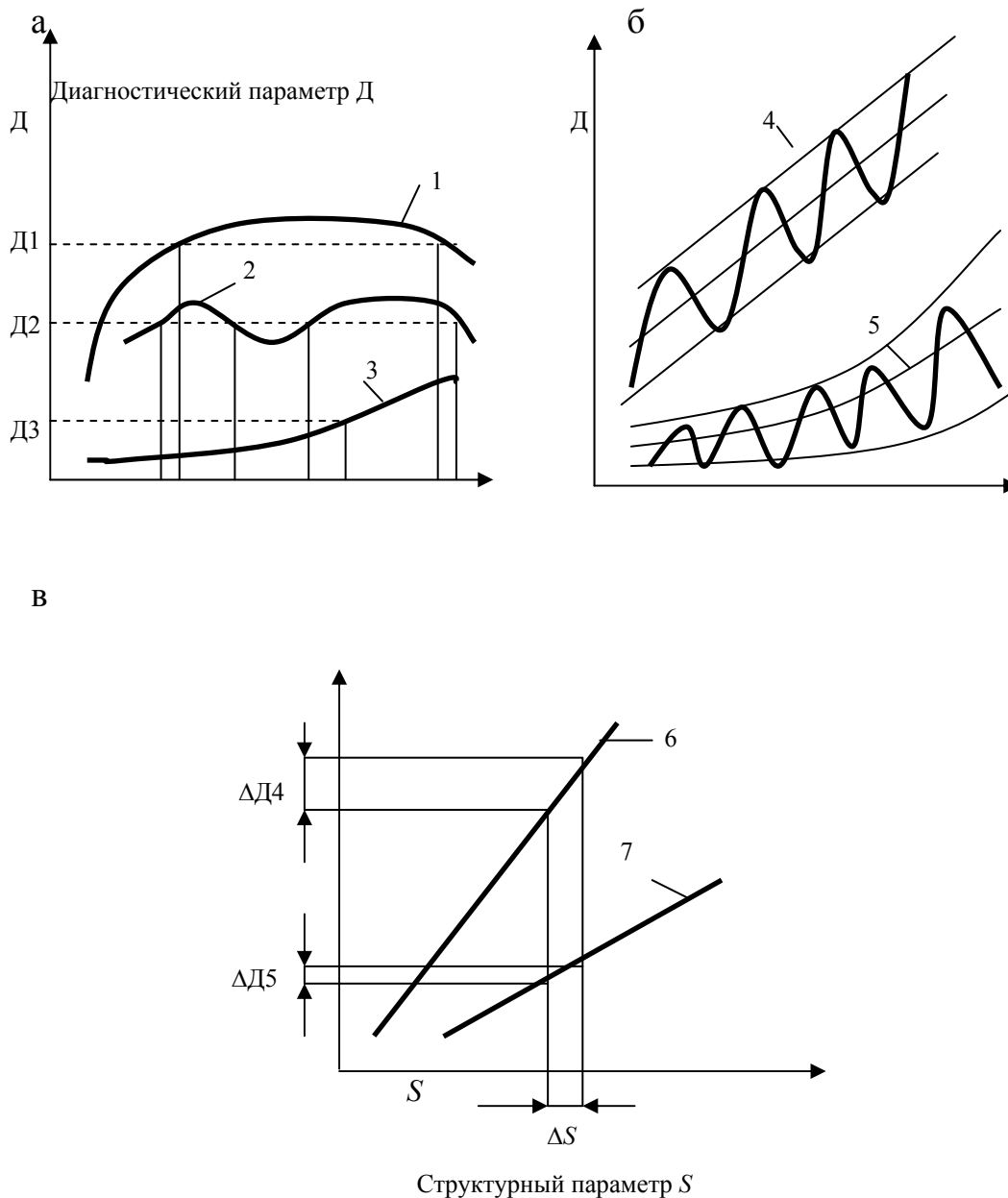


Рис. 1.9. Графическая иллюстрация основных требований к диагностическим параметрам по:

- а – однозначности; б – стабильности; в – широте изменения;
- 1, 2 – кривые неоднозначной зависимости; 3 – кривая однозначной зависимости;
- 4 – равный коридор рассеивания; 5 – возрастающий коридор рассеивания;
- 6 – кривая большей широты изменения; 7 – кривая меньшей широты изменения

Частные диагностические параметры независимо от других указывают на вполне определенную конкретную неисправность. Например, угол замкнутого состояния контактов определяет зазор в контактах прерывателя.

Общие диагностические параметры характеризуют техническое состояние диагностируемого объекта в целом. Например, люфт на выходном валу коробки перемены передач характеризует ее общее техническое состояние, но не состояние конкретной зубчатой пары.

Взаимозависимые диагностические параметры оценивают неисправность только по совокупности нескольких измеренных параметров. Например, износ поршневых колец определяется давлением в цилиндре в конце такта сжатия, относительными утечками отработавших газов в картер двигателя, наличием «хлопков» в карбюраторе при пуске двигателя.

Естественно, что чем больше измеряемых диагностических параметров, тем шире информация о состоянии объекта, но при этом повышаются трудоемкость и стоимость диагностирования.

По содержанию передаваемой информации диагностические параметры разделяют на три группы: параметры, дающие информацию о техническом состоянии объекта, но не характеризующие его функциональные возможности; параметры, дающие информацию о функциональных возможностях объекта, но не дающие информацию о его техническом состоянии; параметры (комбинированные), дающие информацию как о техническом состоянии, так и о его функциональных возможностях.

Таким образом, определяемое значение структурного параметра P_c есть функция от каких-то $j - x$ ($j=1, 2, \dots, m$) диагностических параметров P_d , т.е. $P_c = fP_d$. Из всего многообразия диагностических параметров выбирают в первую очередь те, у которых функциональная зависимость приближается к линейной и однозначной и в меньшей степени зависит от сопутствующих (не учитываемых) и рабочих параметров.

1.3.2. Выбор диагностических параметров

Выбор диагностических параметров (табл. 1.2) для оценки технического состояния автомобилей осуществляют из номенклатур, рекомендуемых государственными стандартами, а также другой нормативно-технической документацией.

При выборе диагностических параметров можно применять метод, сущность которого заключается в следующем. Выбирают основные структурные параметры D_i и параметры K_j , которые можно использовать в качестве диагностических. По данным статистики отказов определяют «вероятностные веса» структурных параметров при различных состояниях диагностируемого объекта, а также устанавливают вероятность возникновения этих состояний при различных комбинациях диагностических параметров.

В настоящее время автомобили оснащаются бортовыми и встроенными системами диагностирования, при этом не теряют актуальность и традиционные системы внешнего диагностирования. В связи с этим при выборе диагностических параметров необходимо определить, какие из них целесообразно контролировать бортовыми системами, а какие с помощью внешних средств технического диагностирования.

Рассматриваемая задача может решаться по методике, предложенной филиалом НАМИ. Методика носит рекомендательный характер и основана на критерии экономичности диагностирования.

Таблица 1.2

Номенклатура диагностических параметров автомобилей

| Наименование | Единица измерения |
|---|--|
| 1 | 2 |
| <i>Автомобиль в целом</i> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Время разгона автомобиля в задаваемом интервале скоростей • Время (или путь) выбега автомобиля в задаваемом интервале скоростей • Контрольный расход топлива • Мощность (или тяговая сила) на ведущих колесах автомобиля • Общий уровень шума в кабине автомобиля | с с (или м) л/100 км кВт дБ |
| <i>Двигатель и система электрооборудования</i> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Эффективная мощность на коленчатом валу • Мощность, затрачиваемая на прокручивание двигателя • Удельный расход топлива • Ускорение вращения коленчатого вала в режиме свободного разгона (выбега) • Давление в конце такта сжатия в цилиндрах двигателя • Разность давлений в конце такта сжатия между отдельными цилиндрами • Расход или падение давления сжатого воздуха, подаваемого в цилиндры • Давление масла в главной масляной магистрали • Расход масла на угар • Уровень масла в картере двигателя • Содержание продуктов изнашивания в масле (качественный и количественный состав) • Содержание СО в отработавших газах • Содержание СН в отработавших газах • Минимально устойчивая частота вращения коленчатого вала • Изменение частоты вращения коленчатого вала при последовательном отключении каждого из цилиндров • Разряжение во впускном трубопроводе • Давление, создаваемое топливным насосом • Количество газов, прорывающихся в картер двигателя | кВт кВт кг/с (или л/с) с ⁻² кПа кПа м ³ /с или кПа кПа кг/ч мм по ГОСТ 20759–75 % % мин ⁻¹ мин ⁻¹ (или %) кПа кПа л/мин |

Продолжение табл. 1.2

| 1 | 2 |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Уровень вибрации • Свободный ход поршня относительно оси коленчатого вала • Скорость изменения температуры охлаждающей жидкости • Установившаяся температура охлаждающей жидкости • Скорость падения давления сжатого воздуха в системе охлаждения (при проверке герметичности) • Утечка охлаждающей жидкости • Перепад температур на входе и выходе теплообменника • Давление (разрежение) срабатывания воздушного или парового клапана теплообменника • Начальный угол опережения зажигания • Угол опережения зажигания, создаваемый центробежным или вакуумным регулятором • Зазор между контактами прерывателя • Угол замкнутого состояния контактов прерывателя • Падение напряжения на контактах прерывателя • Напряжение аккумуляторной батареи • Напряжение, ограничиваемое реле-регулятором • Напряжение в сети электрооборудования • Напряжение в первичной цепи • Напряжение во вторичной цепи • Пробивное напряжение на свечах зажигания • Максимальное вторичное напряжение катушки зажигания • Сопrotивление в цепи электрооборудования • Сила тока в цепи электрооборудования • Электрическая емкость конденсатора • Мощность генератора (стартера) • Частота вращения коленчатого вала при запуске двигателя • Ток, потребляемый стартером • Прогиб ремня вентилятора при заданном усилии | <p>м/с² (м/с, дБ) мм °C/c °C кПа/c кг/ч °C кПа град град мм град В В В В В кВ кВ кВ Ом А мкФ Вт мин⁻¹ А мм</p> |

Продолжение табл. 1.2

| 1 | 2 |
|--|--|
| <p style="text-align: center;"><i>Сцепление</i></p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Свободный и рабочий ход педали сцепления • Уровень рабочей жидкости в расширительном бочке | <p>мм мм</p> |
| <p style="text-align: center;"><i>Трансмиссия</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Мощность, затрачиваемая на прокручивание трансмиссии и ведущих колес автомобиля • Угловой зазор в карданной передаче • Биение карданного вала • Уровень вибрации • Суммарный люфт главной передачи • Суммарный люфт коробки передач на различных передачах • Усилie включения скорости • Угловое ускорение вращения в динамическом (знакопеременном) режиме • Установившаяся температура в агрегатах трансмиссии • Уровень масла в агрегатах трансмиссии • Содержание продуктов изнашивания в масле агрегатов трансмиссии | <p>кВт град мм м/с² (м/с, дБ) град град Н с⁻² °С мм по ГОСТ 20758–75</p> |
| <p style="text-align: center;"><i>Ходовая часть и рулевое управление</i></p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Суммарный люфт в рулевом управлении • Усилie прокручивания рулевого колеса при выборке люфта в рулевом управлении • Усилie прокручивания рулевого колеса при рабочем повороте управляемого колеса • Люфт в шарнирах рулевых тяг • Боковая сила на передних колесах • Увод управляемых колес на 1 км пробега • Уровень масла в редукторе рулевого механизма • Содержание продуктов изнашивания в редукторе рулевого механизма • Схождение (угол схождения) колес • Угол развала колес • Угол продольного наклона оси поворота колес • Угол поперечного наклона оси поворота колес • Соотношение углов поворота управляемых колес • Параллельность осей передних и задних колес | <p>град Н Н мм Н м мм по ГОСТ 20759–75 мм (град) град град град град град</p> |

Продолжение табл. 1.2

| 1 | 2 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Параллельность смещения осей • Амплитуда колебаний амортизаторов колес • Осевой и радиальный люфты в подшипниках колес • Биение (дисбаланс) колес • Давление воздуха в шинах • Глубина протектора на шинах | <ul style="list-style-type: none"> мм мм мм мм(га) кПа мм |
| <p style="text-align: center;"><i>Тормозная система</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Тормозной путь • Замедление (установившееся замедление) • Тормозная сила на колесах • Суммарная тормозная сила на колесах • Общая удельная тормозная сила • Коэффициент неравномерности тормозных сил колес оси • Коэффициент распределения осевой тормозной силы • Время срабатывания тормозного привода • Время растормаживания тормозов • Рабочий (свободный) ход педали тормоза • Тормозная сила, развиваемая ручным тормозом • Коэффициент неравномерности времени срабатывания колес одной оси • Производительность источника энергии • Давление в системе тормозного привода • Давление включения (и выключения) регулятора давления • Скорость изменения давления в контуре тормозного привода • Зазор в фрикционной паре тормозного механизма • Уровень тормозной жидкости в резервуаре • Сила сопротивления вращению незаторможенного колеса • Путь свободного выбега колеса • Овальность тормозного барабана | <ul style="list-style-type: none"> м м/с² Н Н – – – с с мм Н – м³/с кПа кПа кПа/с мм мм Н м мм |

Продолжение табл. 1.2

| 1 | 2 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Биение тормозного диска • Толщина диска (стенки тормозного барабана) • Внутренний диаметр тормозного барабана • Толщина тормозной накладки • Давление в приводе, при котором тормозные накладки касаются барабана (диска) • Усилie на тормозные педали <p style="text-align: center;"><i>Светоосветительная аппаратура</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Направление максимальной силы света фар • Суммарная сила света, измеренная в направлении оси отсчета • Сила света светосигнальных огней (фар, габаритных фонарей, торможения, поворота) • Частота следования проблесков указателей поворота • Время от момента включения указателей поворота до появления первого проблеска | <ul style="list-style-type: none"> мм мм мм мм кПа Н <ul style="list-style-type: none"> град кд кд мин⁻¹ с |

Рассматриваемая методика предусматривает три возможных метода диагностирования с помощью внешних традиционных средств, систем встроенных датчиков (СВД) и бортовых систем контроля.

1.4. Бортовые системы контроля, встроенные средства диагностирования и индикации

1.4.1. Встроенные системы диагностирования

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля за техническим состоянием агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства подразделяются на:

- системы датчиков и контрольных точек, обеспечивающих вывод сигналов на внешние средства диагностирования;
- встроенные системы диагностирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами. Эти системы предназначены для косвенного обобщенного контролирования работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурсов и наработок узлов, корректирования режимов ТО стационарными ЭВМ.

Наибольшее распространение получили встроенные системы с микропроцессорной обработкой, накоплением и выдачей информации водителю, в бортовой накопитель и на штекерный разъем, несущие функции всех двух указанных разновидностей. Такие системы предназначены для использования водителем или механиком АТП и выдачи данных в ЭВМ стационарного комплекса АСУ работой и техническим состоянием парка.

Диагностирование только внешними средствами не обеспечивает предотвращение эксплуатации автомобилей с неисправностями, аварийных дорожных отказов, оптимизации выбора режима движения и проведения ТО и ТР. Оно не устраняет накопление неисправностей на межконтрольном пробеге, так что в среднем более 20 % парка эксплуатируется с такими неисправностями. Ухудшение технического состояния автотранспортных средств является причиной дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и дорожных отказов. Более частому проведению диагностирования препятствуют ограничения экономического характера. Кроме того, значительная доля парка эксплуатируется вообще без диагностирования, нередко в от-

рыве от АТП и станций технического обслуживания (СТО), в мелких ведомственных и личных плохо оснащенных гаражах.

Снять указанные ограничения, обеспечив практически непрерывным контролем наименее надежные узлы, можно путем внедрения встроенных средств диагностирования. Имеющиеся в настоящее время разработки показывают целесообразность диагностирования встроенными средствами двигателя и узлов, основных функциональных качеств автомобиля по функциональным параметрам агрегатов и движению автомобиля, обобщенных показателей работоспособности важнейших агрегатов.

Микропроцессорные встроенные системы диагностирования должны с упреждением выявлять предотказные состояния узлов, определяющих наибольшую частоту обращений в ремонтную зону АТП или на СТО, а также снижение функциональных качеств, представляющих угрозу для безопасности движения. В частности, следует контролировать топливную экономичность, состояние аккумуляторной батареи, неравномерность действия тормозов и суммарную тормозную эффективность с выдачей рекомендаций водителю по ограничению скорости движения и др.

Первоначально в ФРГ, а затем в США и Японии в 1969–1970 гг. на легковых автомобилях были внедрены системы встроенных датчиков и контрольных точек (СВД и КТ). С 1971–1973 гг. японскими и американскими, а впоследствии и западноевропейскими фирмами применяются электронные бортовые системы контроля (БСК). В начале 1980-х годов разработаны встроенные системы диагностирования (ВСД) с микропроцессорной обработкой и накоплением информации.

Автомобильные ВСД и КТ имеют бортовую сеть встроенных в конструкцию автомобилей датчиков и контрольных точек системы электрооборудования, подключаемую при диагностировании к внешней вторичной диагностической аппаратуре.

Автономные СД первого поколения обеспечивали допусковой прямой контроль раздельно по 10–12 параметрам с синхронной выдачей результатов на приборную панель. БСК выполняли проверку технического состояния узлов по структурным параметрам, а правильность функционирования – по выходным параметрам, прямо и однозначно отражающим контролируемый процесс.

1.4.2. Средства индикации

Бортовая система контроля является составной частью современного автомобиля и предназначена для сбора, обработки, хранения и отображения информации о режиме движения и техническом состоянии транспорт-

ного средства, а также окружающих его внешних факторах. Сегодня система «водитель – автомобиль – дорога – среда» начинает рассматриваться как единая. В развитых странах происходит осознание того, что улучшение движения на перегруженных автомагистралях возможно только в том случае, если водитель будет иметь оперативную информацию о состоянии дороги и транспортных потоках [1, 5, 8, 9].

Безопасность, эффективность, пропускная способность. Иногда в этой связи говорят о концепции интеллектуальной транспортной системы (Intelligent Transportation System – ITS). Например, в США и Японии такой проект называется ITS, а в Европе – Telematic. Проекты включают создание инфраструктуры и необходимой бортовой электронной аппаратуры для оптимальной организации движения транспортных средств едиными потоками (platoon), передачи водителям рекомендаций, предупреждений и т.д. Для их осуществления требуются датчики определения интенсивности транспортных потоков, компьютеры для обработки больших массивов информации и генерации сообщений, средства связи, автомобильные дисплеи и многое другое. В некоторых проектах (Telematic) предполагается, что информация, необходимая для функционирования интеллектуальной транспортной системы, будет поступать с самих автомобилей, оснащенных телематическими комплексами. Что даст реализация программы ITS в будущем, не совсем ясно, но имеющиеся технологии позволяют уже сегодня реализовать современную информационную систему водителя.

На рис. 1.10 приведен вариант блок-схемы информационной системы водителя, однако ее практическая реализация для конкретного автомобиля может быть иной. В информационную систему входит несколько подсистем, включая противоугонную и навигационную системы, дистанционное управление дверными замками, систему связи «автомобиль – дорога», цифровой аудио/видео комплекс, систему передачи срочной информации водителю по радио. На бортовой компьютер поступают также сигналы от гироскопа, датчика скорости вращения колес, датчика положения руля и др.

Современные информационные системы водителя с их широкими возможностями сейчас все чаще называют телематическими (образовано от слов «телекоммуникации» и «информатика»). Телематика (телематические системы) объединяет устройства обмена информацией между системами автомобиля, водителем и окружающим миром. Как правило, это бортовой компьютер, навигационная система, средства связи и т.д. Взаимодействие электронных блоков управления узлами автомобиля (двигатель, АБС и т.д.) с телематическими системами происходит по шине данных. Ожидается, что к 2012 году большинство автомобилей, производимых в развитых странах, будут иметь минимальный пакет телематики.

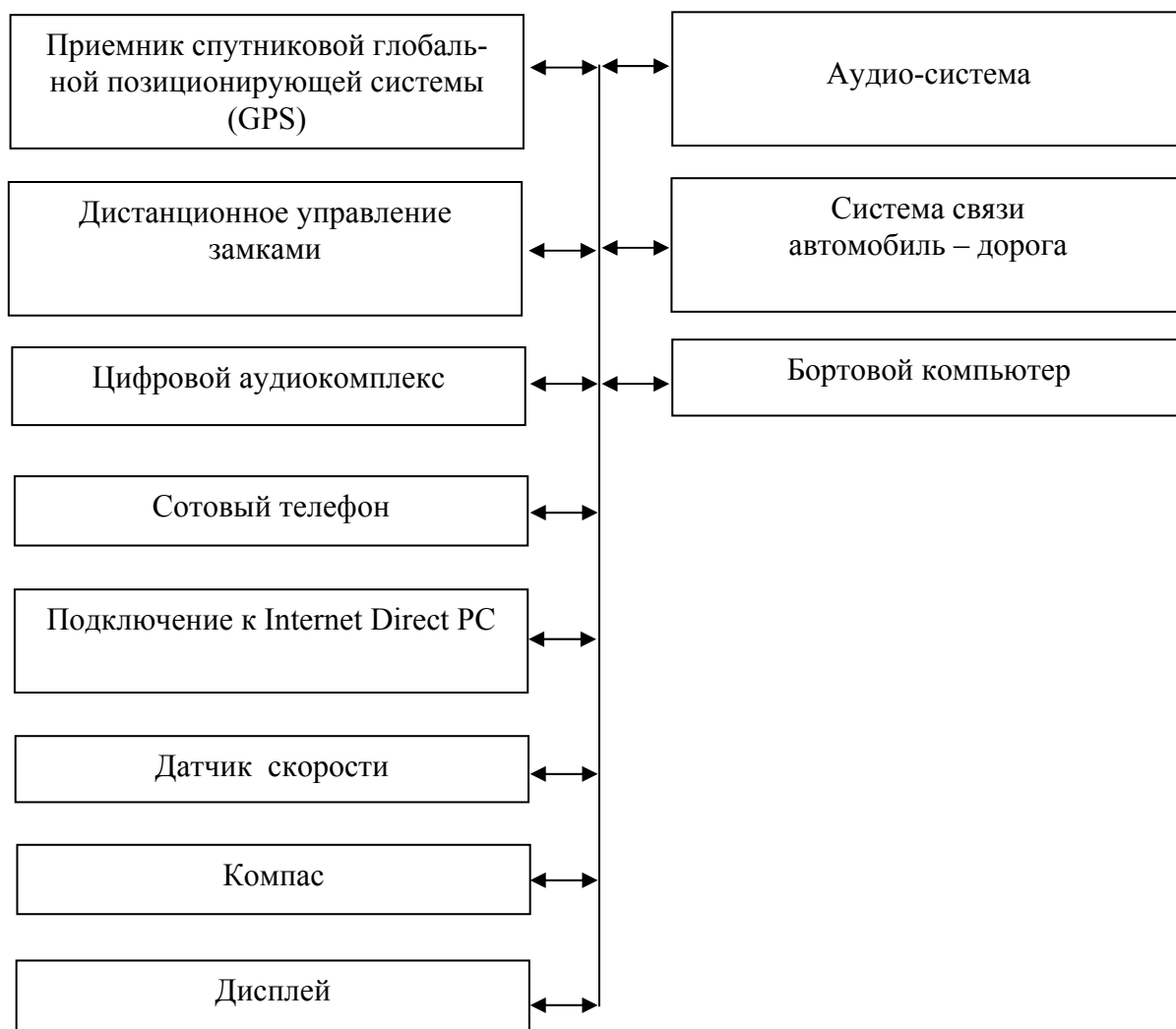


Рис. 1.10. Блок-схема информационной системы водителя

Система связи «автомобиль – дорога» обеспечивает передачу сообщений от дорожных информационных служб водителю по радио. Система представляет собой инфраструктуру из приемопередатчиков небольшой мощности на дорогах и средств для генерации сообщений. Локальный приемопередатчик имеет ограниченный набор фиксированных сообщений. Различные сообщения может генерировать большой компьютер и передавать их локальным точкам (например о пробках на данном маршруте). Приемопередатчики информационной системы могут также автоматически получать данные от проходящих мимо автомобилей с помощью установленных на них транспондеров. Транспондером в данном случае называется специальный автоматический приемопередатчик, устанавливаемый на подвижных объектах. В ответ на кодовую посылку транспондер передает требуемую информацию об объекте, на котором он установлен. В авиации транспондеры используются уже довольно давно для автоматической передачи параметров движения самолета наземным службам.

В автомобилях транспондеры уже сейчас используются для дистанционного взимания платы за проезд по шоссе, получения информации о загрузке проходящих грузовиков. Имеется возможность дистанционно получать и передавать информацию от бортовой диагностической системы сервисным предприятиям. В случае обнаружения отклонений водитель предупреждается соответствующим текстом на дисплее или прочтением этого текста компьютером.

Система передачи сообщений по радио использует дополнительный канал в УКВ диапазоне, что требует специального приемника. По радиоканалу передается различная предупредительная информация (например метеосводка). Имеется возможность передачи корректирующей информации для данной местности сигналами от спутниковой глобальной позиционирующей системы (GPS). Это позволяет увеличить точность определения координат автомобиля с ± 100 метров до ± 5 метров.

Пользоваться сотовым телефоном или компьютером затруднительно и опасно во время движения автомобиля, так как это отвлекает внимание водителя от дороги, особенно при напряженном движении в черте города. Существует программное обеспечение, позволяющее распознавать речь человека. Человек говорит в микрофон, а компьютер выполняет несложные команды. До недавнего времени подобные системы могли распознавать один – два голоса после специального обучения компьютера.

Одной из лучших программ для распознавания голоса и чтения текста на сегодня является программа ViaVoice фирмы IBM. Фирма модернизировала программу под сложные условия автомобильного салона с его высоким уровнем шума. Программа хорошо понимает голоса различных людей. ViaVoice позволяет водителю давать голосом команды многим автомобильным системам и получать ответ в виде синтезированной речи. Допустимы, например, такие команды: запереть двери, включить CD-проигрыватель, настроиться на такую-то радиостанцию, запросить направление движения или сведения о дорогах от Web-сервера или иных источников, зачитать поступившую электронную почту, запросить спортивные или биржевые новости и прочесть их, связаться телефону с определенным номером и т.д.

В концептуальном автомобиле Buick Bengal (General Motors) используется программное обеспечение фирмы Visteon. Программа распознает 118 команд на шести языках, включая местные диалекты, в условиях открытого или закрытого салона. Водитель, не выпуская из рук руль и не отрывая глаз от дороги, голосом может подать различные команды: от управления режимом CD-проигрывателя или кондиционера, подъема крыши до изменения скорости автомобиля. Технология управления голосом позволила отказаться от многих кнопок и индикаторов на приборной панели.

Бортовой компьютер (иногда называемый маршрутным или путевым процессором) выдает водителю различную информацию о состоянии автомобиля, управляет средствами связи автомобиля с внешним миром, навигационной системой и т.д. Обычно бортовой компьютер выдает информацию на цифровой дисплей, управляется с пульта управления на приборном щитке автомобиля. На рис. 1.11 показан пульт управления с жидкокристаллическим дисплеем для одного из типов бортовых компьютеров. Начинают применяться и более удобные цветные графические сенсорные дисплеи с программируемыми органами управления (рис. 1.12). Кроме того, выпускаются портативные коммуникаторы и органайзеры, которые можно подключать к шине данных автомобиля. Соответствующее программное обеспечение делает их частью автомобильной информационной системы. Все услуги связи, реализуемые в стационарном офисе, сегодня доступны и для автомобилей: факсимильная связь, автоответчик и т.д. Компьютер в автомобиле может быть подключен к сети Internet. Электронная почта становится доступной для водителя. При подключении через спутниковую антенну (direct PC) скорость передачи данных достигает 440 килобайт в секунду. Автомобиль превращается в офис на колесах.

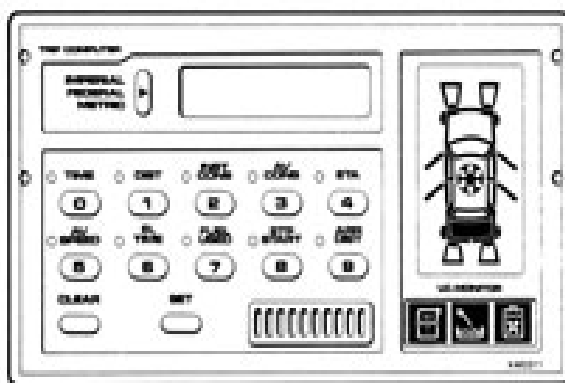


Рис. 1.11. Органы управления бортового компьютера с ЖК дисплеем



Рис. 1.12. Сенсорный дисплей

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 и дата.
- Средняя скорость на маршруте.
- Время в пути.
- Средний расход топлива на маршруте.
- Мгновенный расход топлива.
- Расход топлива на маршруте.
- Расстояние, которое можно пройти на оставшемся запасе топлива.

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

Информация о состоянии систем автомобиля

Бортовой компьютер автоматически осуществляет контроль за состоянием систем автомобиля и выдает полученную информацию на жидкокристаллический дисплей (см. рис. 1.11). Информация представляется в удобном графическом виде, при необходимости привлечения внимания водителя издается звуковой сигнал или включается синтезатор речи.

Какие именно контролируемые функции реализует бортовой компьютер, зависит от модели и производителя автомобиля, но, как минимум, имеются следующие возможности:

- Индикация неисправности сигналов торможения.
- Индикация неисправности осветительных приборов.
- Индикация открытого состояния двери или багажника.
- Индикация низкой температуры окружающего воздуха.
- Индикация низкого уровня охлаждающей жидкости в двигателе.
- Индикация низкого уровня масла в картере.
- Индикация чрезмерного износа тормозных колодок.

Дисплей на рис. 1.11 показывает, что в автомобиле открыты четыре двери, включены фары, температура забортного воздуха низкая (символ «снежинка» на крыше).

Контроль за состоянием электрических цепей осветительных приборов обычно осуществляется путем измерения электрического тока в проводах, подключенных к соответствующим лампам. Ток измеряется обычно двумя методами:

- В цепь питания лампы последовательно включается низкоомный резистор, сигнал с которого усиливается и подается на компаратор. При обрыве цепи ток не идет, что приводит к низкому уровню сигнала на выходе

компаратора и появлению соответствующей предупредительной информации на индикаторе или дисплее.

- В цепь питания лампы последовательно включается обмотка геркона или иного токового реле для контроля за температурой забортного воздуха. Температура окружающего воздуха 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 прохождения уровня $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ на дисплее появляется предупреждение о возможном оледенении дороги.

Контроль за уровнем эксплуатационных жидкостей (масла, охлаждающей жидкости и омывателя стекол) осуществляется с помощью датчиков на основе геркона и плавающего кольцевого магнита. Геркон помещают в герметичный цилиндр, по которому перемещается пластиковый поплавок с кольцевым постоянным магнитом. При нормальном уровне эксплуатационной жидкости поплавок фиксируется в верхнем положении стопором, магнит замыкает контакты геркона. При понижении уровня жидкости ниже критического, поплавок опускается, контакты геркона размыкаются, на дисплее появляется соответствующее предупреждение.

Уровень масла в двигателе компьютер измеряет за несколько секунд до пуска двигателя, так как уровень масла в картере работающего двигателя низок и колеблется на поворотах и при торможении, что может приводить к генерации ложных сообщений компьютером.

Состояние электрических цепей автомобиля постоянно контролируется ЭБУ. Для того, чтобы можно было различить закрытое и открытое состояние геркона от неисправностей в цепи датчика, в его цепь вводятся дополнительные резисторы. Датчики износа тормозных колодок бывают двух типов: размыкающие и замыкающие контролируемую цепь. В размыкающем датчике провод заложен в колодку на глубину, соответствующую минимально допустимому износу, и при наступлении последнего перетирается и размыкает контролируемую цепь. Замыкающий датчик при наступлении предельного износа замыкает контролируемую цепь через тормозной диск или барабан на массу. Недостатком замыкающего датчика является ненадежность контакта, который образуется только в момент применения тормозов.

Система предупреждения сна за рулем

Статистика показывает, что водители, уснувшие за рулем, виновны лишь в 3 % случаев от общего числа дорожных происшествий, но 50 % этих происшествий заканчиваются летальным исходом. Система предупреждения сна за рулем строит свою работу на различении стилей вождения дремлющего и бодрствующего водителей. Бодрствующий водитель

постоянно корректирует движение автомобиля небольшими поворотами руля. У дремлющего водителя стиль езды иной: отсутствие активности несколько секунд, затем внезапный резкий поворот вправо или влево. Бортовой компьютер постоянно контролирует действия водителя и, если стиль вождения начинает совпадать со стилем дремлющего человека, издается предупреждающий сигнал.

Средства отображения информации на автомобилях

Основной задачей любого индикатора является представление информации с заданной точностью. Большинство автомобильных индикаторов должны оперативно выдавать информацию водителю, требования к точности при этом относительно невысокие. 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 охлаждающей воды находится в пределах нормы. Точность в данном случае не важна. Отсчет 98°C (на цифровом указателе температуры) не так просто интерпретировать, нужно еще успеть сообразить, много это или мало. Этот пример наглядно показывает, почему на автомобилях, несмотря на наличие современных контроллеров и цифровой обработки информации, информация представляется в аналоговой форме.

Цифровые и графические индикаторы (дисплеи) используются на автомобиле для решения, например, таких задач, как:

- Выдача картографической информации в навигационных системах.
- Дисплей бортового компьютера.
- Часы.
- Дисплей магнитолы и т.д.

Эти дисплеи могут иметь различную конструкцию. Для управления отдельными сегментами и частями дисплеев применяется мультиплексная система передачи информации.

Приборные панели

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

- группировке в центре панели средств отображения информации, связанных с безопасностью дорожного движения;
- размещении приборов и индикаторов тем ближе к центру панели, чем выше частота обращения к ним водителя;

- группировке в единые блоки функционально связанных приборов и индикаторов.

Развитие и внедрение в автомобилестроение электроники дало возможность конструкторам и дизайнерам создать электронную панель приборов, в которой вместо привычных электромеханических приборов устанавливаются электронные информационные устройства и индикаторы. Электронные индикаторы, кроме функций, выполняемых электромеханическими приборами, способны предоставлять водителю информацию в цифровой, графической и текстовой формах. С помощью электронных устройств возможны синтез человеческой речи, индикация показателей, для определения которых требуются сложные вычисления, анализ целесообразности передачи информации водителю.

Электромеханические приборы, как правило, предназначены для отображения только одного параметра, так как при использовании нескольких шкал ухудшается возможность считывания с них показаний. Кроме того, они имеют значительные габаритные размеры, что делает сложным их размещение на панели приборов. Электронные индикаторы при меньших размерах могут информировать о значениях не одного, а нескольких параметров, передавать разнообразные сообщения и поэтому позволяют резко увеличить информативность панели при тех же габаритах. Необходимо также отметить, что электронные информационные устройства предоставляют водителю более достоверные данные. Это связано как с повышением точности приборов, так и с цифровым предоставлением информации.

Проблема оптимальной компоновки приборов на панели в автомобиле постоянно изучается. Важным моментом здесь является время, затрачиваемое водителем на то, чтобы отвести взгляд от дороги, найти на панели приборов нужный и получить от него информацию. На рис. 1.13 показана типичная панель приборов современного автомобиля. Она компактна, все находится в поле зрения водителя. Качество дизайна приборной панели учитывается потребителем при покупке автомобиля. Отметим, что с цифровых дисплеев информация плохо усваивалась водителями и увлечение ими быстро прошло. На рис. 1.14 и 1.15 показаны некоторые варианты электронных приборных панелей. Появились и все чаще используются электронные аналоговые дисплеи, но они увеличивают цену автомобиля на 200–400 долларов.

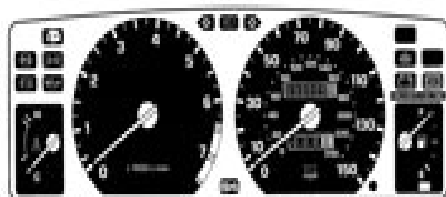


Рис. 1.13. Приборная панель автомобиля Rover

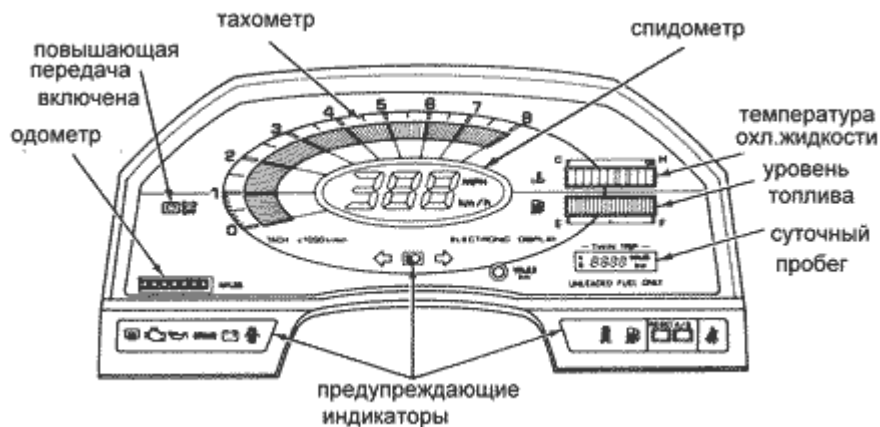


Рис. 1.14. Жидкокристаллический дисплей одной из моделей Toyota

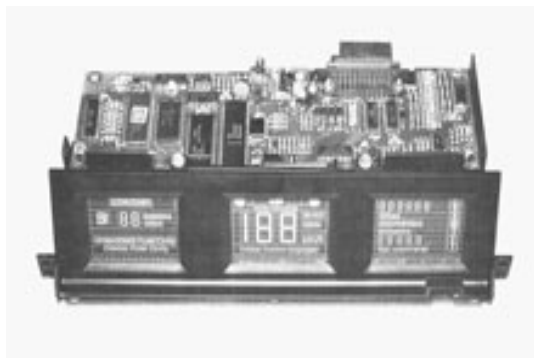


Рис. 1.15. Информационная панель маршрутного компьютера автомобиля Cadillac

Отображение информации на лобовом стекле

При пользовании автомобильными приборами и дисплеями всегда существует следующая проблема: с одной стороны водитель должен как можно реже отводить взгляд от дороги в целях безопасности, с другой, если на приборы вообще не смотреть, можно пропустить предупреждающую информацию, например о низком давлении масла и т.д. Имеются способы решения этой проблемы, такие, как подача звуковых сигналов, размещение приборов всегда в поле зрения, но наиболее совершенным методом на сегодня считается отображение информации на лобовом стекле (Head Up Display или HUD). Первоначально эта технология была использована в авиации, когда конструкторы столкнулись с необходимостью размещения до 100 предупреждающих индикаторов в кокпите истребителя. Принцип отображения информации на лобовом стекле проиллюстрирован на рис. 1.16. Изображение с проектора (электронно-лучевая трубка, жидкокристаллическая матрица) проецируется на лобовое стекло, являющееся после специальной обработки полупрозрачным зеркалом. Водитель видит дорогу через это

стекло-зеркало при включенном и выключенном проекторе. Яркость изображения автоматически подстраивается под наружное освещение.

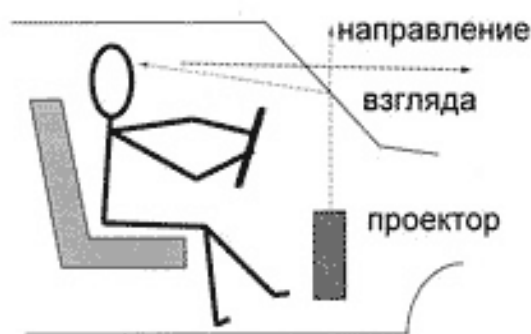


Рис. 1.16. Отображение информации на лобовом стекле

На рис. 1.17 показана система HUD в работе. Для реализации этой системы требуется индивидуальная подборка передних стекол, иначе возникает двоение и изображение на лобовом стекле получается нечетким. На серийных автомобилях HUD применяется с 1988 года.



Рис. 1.17. Вид через ветровое стекло автомобиля с HUD.
Модель Pontiac Bonneville SSEi

Какую именно информацию и когда выводить на лобовое стекло, решает бортовой компьютер в зависимости от ситуации. Например, спидометр имеет смысл проецировать постоянно, а индикатор давления масла в двигателе – только если оно (давление) понижается до критической отметки. Современные системы HUD выводят информацию непосредственно перед водителем. В качестве дисплеев предупреждающей информации также используются жидкокристаллические зеркала заднего вида, автома-

тически меняющие коэффициент отражения при освещении их в темное время фарами идущего сзади автомобиля.

General Motors выпустила систему, облегчающую водителю ориентирование на местности на основе HUD и синтезатора речи. Синтезатор голосом выдает подсказку типа «повернуть налево на следующем перекрестке», а на лобовом стекле схематично представляется эта часть пути с указывающей стрелкой. Система может также выдавать предупреждения типа «до поворота 0,3 мили» или «впереди дорожные работы». В этом она не отличается от аналогичных разработок других фирм, но применение HUD делает ее более удобной. Разрабатываются методы, позволяющие определять, куда именно направлен взгляд водителя в любой момент времени, и проецировать необходимую информацию с помощью HUD именно в эту точку на лобовом стекле. Метод предполагает использование портативной видеокамеры и лазера. Луч лазера отражается от роговой оболочки глаза водителя, что позволяет точно определить, куда именно смотрит водитель. Вероятно, детектор движения взгляда также может использоваться для определения самочувствия водителя. Тогда, при обнаружении отклонений будет подан сигнал тревоги (звуковой или световой).

Перспективные средства отображения информации

При продолжающейся компьютеризации автомобильных систем все больше функций становятся доступными. Уже сегодня имеется возможность регулировать поток информации водителю, то есть на один и тот же дисплей выводить различные данные, необходимые водителю именно в это время. Какая именно информация в данной ситуации нужна водителю, определяет программное обеспечение компьютера. Скажем, если на дисплей выведено расстояние, которое может пройти автомобиль с имеющимся запасом топлива, то незачем показывать количество топлива в баке и т.д. Однако водитель может вызывать нужные ему блоки данных на дисплей и самостоятельно. Например, если температура охлаждающей жидкости находится в норме, нет необходимости выводить показания на дисплей, но по запросу водителя это возможно. Кроме того, компьютер может при необходимости прервать нормальный процесс вывода информации и сгенерировать на дисплей предупреждающее сообщение типа: «топлива осталось только на 50 км пробега» или «упало давление в левой задней шине». Применение программ синтезаторов речи позволяет делать такие сообщения голосом, причем водитель при конфигурации системы может установить желаемые параметры голоса: мужской или женский, высокий или низкий и т.д. Для привлечения внимания водителя используются и более простые звуковые сигналы.

Голографическое изображение является трехмерным представлением реального объекта, при этом используются лазерные излучатели – проекторы

и подходящий экран. В настоящее время проводятся исследования и разработка аппаратуры с целью повысить безопасность езды в темное время суток. Один из вариантов таков: информация снимается с инфракрасных видеокамер, обрабатывается, голографическое изображение проецируется на лобовое стекло перед водителем. За счет использования этого своеобразного прибора ночного видения управление автомобилем в темное время суток упрощается.

Вместе с тем, электроника в автомобиле не только помогает, но иногда и мешает. Исследования, проведенные в группе водителей возрастной категории старше 60 лет, показали, что пользование электронной картой сильно отвлекает водителя от дороги. Реакция пожилого водителя, который во время движения вынужден отвлекаться на телематику, снижается на 30-100 процентов по сравнению с его 18-30-летними коллегами.

Как ожидается, проведенные исследования позволят выбрать оптимальный режим пользования телематическими устройствами. Это будет полезно не только пожилым, но и молодым водителям, которые в случае возникновения сложной дорожной ситуации должны быстро разобраться во всех сигналах, подаваемых компьютером, и правильно среагировать.

1.4.3. Анализ существующих бортовых систем контроля автомобиля

1.4.3.1. Маршрутный бортовой компьютер GAMMA GF115

Бортовой компьютер (БК) GAMMA GF115 предназначен для установки на инжекторные автомобили ВАЗ ГАЗ. БК совместим с контроллерами BOSCH M1.5.4 / MP7.0 / M7.9.7 / Январь 5.1 / VS 5.1 / Январь 7.2 «Ителма»/«Автэл».

БК выполняет функции часов с календарем и будильником, термометра, маршрутного компьютера, диагностического тестера и аварийного сигнализатора и определяет сроки технического обслуживания автомобиля.

Функциональные особенности

Часы и термометр

- мультидисплей
- часы с календарем и будильником
- температура воздуха вне автомобиля

Техническое обслуживание

- замена масла ДВС
- замена масла КПП
- замена свечей
- замена воздушного фильтра
- замена топливного фильтра
- замена ремня ГРМ

Маршрутный компьютер

- мультидисплей
- остаток топлива в баке
- прогноз пробега на остатке топлива
- общий расход топлива
- расход топлива за одну поездку
- пройденное расстояние за поездку
- средний расход топлива за поездку
- цифровой спидометр
- средняя скорость движения
- время поездки

Диагностический тестер

- мультидисплей
- текущий (мгновенный) расход топлива
- температура охлаждающей жидкости
- напряжение бортовой сети
- частота вращения вала двигателя
- положение дроссельной заслонки
- массовый расход воздуха
- угол опережения зажигания
- положение регулятора холостого хода

Ошибки системы

- диагностические коды системы впрыска

Аварийный сигнализатор

- опасный перегрев двигателя
- недопустимое напряжение в бортсети
- превышение порога скорости

Технические характеристики

| | |
|---|--------------|
| Напряжение питания, В | 6–18 |
| Средний ток потребления, мА | |
| – при включенной подсветке | 200 |
| – при выключенном зажигании | 20 |
| Точность хода часов, с/сут. | ±10 |
| Точность измерения наружной температуры, °С | 1 |
| Диапазон измерения наружной температуры, °С | –40...+50 |
| Рабочая температура, °С | –20...+85 |
| Масса, г | не более 110 |

1.4.3.2. Многофункциональное устройство Multiset

Многофункциональное устройство (МФУ) контроля заданной топливной экономичности двигателя. Маршрутный компьютер для инжекторных автомобилей любых иномарок и отечественных с электронной системой управления двигателем (ЭСУД).

Функциональные особенности

| | |
|--|---------------------------------------|
| Измеритель времени электрических импульсов | 0,01...400,0 мс |
| Тахометр | 100...9900 об./мин |
| Часы | текущее время суток |
| Скорость | 0...400 км/ч |
| Средняя скорость на выбранном отрезке | 0,1...400,0 км/ч |
| Высшая скорость на выбранном отрезке | 1... 00 км/ч |
| Расход топлива на простой | от 0,001.....3333 л |
| Монитор коррекции топливоподачи | -99 %...-1 %<0 %>+1 %...+999 % |
| Скорость потребления топлива | от 0,1... до 99,9 л/ч или л/100 км |
| Время работы двигателя | до 99 ч 59 мин |

1.4.3.3. Бортовая система контроля с речевым выводом информации БСК-3

Бортовая система контроля (БСК) предназначена для непрерывного контроля работоспособности основных систем автомобиля и выдачи информации об обнаруженных неисправностях в речевой форме. Сообщения озвучиваются женским голосом. Выдача каждого сообщения предваряется музыкальным сигналом для привлечения внимания водителя. В случае одновременного возникновения активных сигналов на нескольких входных линиях БСК соответствующие сообщения выдаются последовательно. Для сообщений предусмотрена блокировка повторного срабатывания, поэтому при «неустойчивом» отказе эти сообщения выдаются только один раз (колонка «Блокировка фразы»). Повторная выдача данных сигналов производится только после снятия блокировки при выключении зажигания автомобиля (естественно, если соответствующий отказ не был устранен).

Схема БСК предусматривает вывод речевых сообщений как на дополнительный динамик, специально устанавливаемый для этих целей в автомобиле, так и на один из штатных динамиков автомагнитолы, не препятствуя ее нормальному функционированию. Переключение динамика на БСК производится при этом автоматически только на время вывода сообщений.

Подключение БСК производится в основном к штатным датчикам и приборам. Устройство работает в широком диапазоне питающих напряжений за счет встроенного стабилизатора, имеет защиту от перегрева и перегрузки по выходу.

Функциональные особенности

- Пониженный уровень тормозной жидкости (срабатывание датчика разгерметизации тормозной системы)
- Низкое давление масла при частоте вращения коленвала более 900 об./мин
- Температура двигателя более 98 °С
- Напряжение в бортовой сети больше 15 В
- Напряжение в бортовой сети меньше 11 В или сработал датчик отсутствия зарядки при частоте вращения коленвала более 900 об./мин
- Не полностью открыта воздушная заслонка карбюратора (включен «подсос») при температуре двигателя более 80 °С
- Срабатывание датчика резервного остатка топлива (стрелка указателя уровня топлива находится в красной зоне)
- Обрыв цепи ламп задних габаритных фонарей
- Обрыв цепи ламп стоп-сигнала
- Обрыв цепи ламп фонарей заднего хода
- Трогание с затянутым «ручником» (отпускание педали сцепления при включенном стояночном тормозе)
- Не выключены габаритные сигналы при открывании двери водителя
- Отмечены функции, требующие установки блока контроля исправности ламп.

Техническая характеристика

| | |
|---------------------------------|------------------|
| Напряжение питания | 8,5–18 В |
| Потребляемый ток: | |
| – в дежурном режиме | не более 60 мА |
| – в режиме выдачи сообщений | не более 400 мА |
| Максимальная выходная мощность | 3 Вт |
| Сопротивление нагрузки | не менее 4 Ом |
| Диапазон воспроизводимых частот | 80...5000 Гц |
| Входное сопротивление: | |
| – по входу FREQ | не менее 10 кОм |
| – по остальным входам | не менее 100 кОм |

1.4.3.4. Маршрутный бортовой компьютер ДИ-8

Маршрутный компьютер с функцией чтения переменных и функцией отображения ошибок КМСУД. Прибор предназначен для совместной работы со следующими электронными блоками управления при отсутствии

иммобилизатора. Автомобили «Волга» ГАЗ 3110, ГАЗ 3102 с двигателями ЗМЗ 4062.10 с блоками управления:

МИКАС 5.4 201.3763 001; МИКАС 7.1 241.3763 000-01 301.3763 00-01.

Автомобили «ГАЗЕЛЬ», «СОБОЛЬ» с двигателями ЗМЗ 4063.10 с блоками управления:

МИКАС 5.4 209.3763 001; МИКАС 7.1 243.3763 000-01.

Прибор имеет энергонезависимую память, позволяющую сохранять значение общего расхода топлива при отключении аккумулятора.

Функциональные особенности

- Мгновенный расход топлива, л/ч (только для 4062.10)
- Общий расход топлива в литрах (только для 4062.10)
- Температура охлаждающей жидкости, °С
- Угол опережения зажигания
- Поправка угла опережения зажигания (октан – корректор)
- Обороты двигателя, об./мин.
- Бортовое напряжение, В
- Коды неисправностей системы

Техническая характеристика

| | |
|---------------------------------------|---------------------|
| Напряжение питания | 7–16 В |
| Потребляемый ток в рабочем режиме | не более 0,12 А |
| В дежурном режиме | не более 0,015 А |
| Высота цифр 10 мм, цвет свечения | зеленый или красный |
| Диапазон рабочих температур | –20 +40 °С |
| Дискретность представления информации | |
| а) расход топлива | 0,1 л |
| б) температура охлаждающей жидкости | 1 °С |
| в) угол опережения зажигания | 0,5° |
| д) бортовое напряжение | 0,1 В |

Точность измеряемых параметров определяется электронным блоком управления, совместно с которым работает прибор.

1.4.3.5. Тестер диагностический ДСТ-6С

Тестер ДСТ-6С предназначен для диагностики двигателей внутреннего сгорания автомобилей, оснащенных системами электронного управления двигателем (ЭСУД). Тестер ДСТ-6С предназначен для проверки работоспособности форсунок, шаговых (обычно на автомобилях ВАЗ) и моментных (обычно на автомобилях ГАЗ) двигателей регуляторов холостого хода (РХХ); состояния резистора датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ), датчиков массового расхода воздуха (ДМРВ) с аналоговым и час-

тотным выходами, датчика абсолютного давления ГАЗ, датчика кислорода (L-зонд) ВАЗ; имитации сигналов датчика положения коленчатого вала (ДПКВ), датчика-распределителя зажигания (датчика Холла) и датчика положения распределительного вала (ДПРВ); измерения постоянного напряжения в пределах от 0 В до 20 В; проверки работоспособности катушек и модулей зажигания; имитации выходного напряжения аналоговых датчиков. Тестер ДСТ-6С используется для проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей на станциях технического обслуживания, автосервиса, владельцем автомобиля, а также на предприятиях, производящих автомобили.

Функциональные особенности

- Тест работоспособности форсунок автомобилей ВАЗ и ГАЗ
- Тест шаговых и моментных двигателей регуляторов холостого хода (РХХ) автомобилей ВАЗ и ГАЗ
- Тест состояния переменного резистора датчика положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) автомобилей ВАЗ и ГАЗ
- Тест датчиков массового расхода воздуха автомобилей ВАЗ и ГАЗ
- Режим вольтметра: измерение напряжения аккумулятора, тест датчика кислорода, тест датчика абсолютного давления
- Имитация датчика положения коленчатого вала (ДПКВ), датчика-распределителя зажигания (датчика Холла) и датчика положения распределительного вала (ДПРВ)
- Тест цепей зажигания: катушек и модулей зажигания
- Аналоговый имитатор: имитация выходного напряжения аналоговых датчиков

Техническая характеристика

| | |
|---|-----------|
| Номинальное напряжение питания от источника постоянного тока, В | 12 |
| Максимально допустимое напряжение питания, В | 20 |
| Минимально допустимое напряжение питания, В | 7 |
| Потребляемая мощность не более, ВА | 15 |
| Габаритные размеры, мм | 145×87×43 |
| Масса, кг | 0,22 |
| Класс точности тестера по напряжению, согласно ГОСТ 8.401 | 0,5/0,05 |
| Класс точности тестера по частоте, согласно ГОСТ 8.401 | 1/0,0016 |
| Класс точности тестера по установке выходного напряжения, согласно ГОСТ 8.401 | 0,4/0,4 |

1.4.3.6. Тестер диагностический ДСТ-8

Тестер диагностический ДСТ-8 предназначен для диагностики двигателей внутреннего сгорания отечественных автомобилей ВАЗ, ГАЗ и УАЗ,

оснащенных следующими системами электронного управления впрыском топлива.

Тестер предназначен для использования владельцами автомобилей. Кроме того, тестер используется для проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей на станциях технического обслуживания. Портативные габариты, доступная цена, простой и удобный интерфейс, система помощи обеспечивают простоту и удобство в работе.

Тестер позволяет проводить диагностику автомобилей ВАЗ, оснащенных ЭБУ:

- семейства BOSCH M1.5.4: BOSCH M1.5.4, Январь-5.1.x, VS 5.1 R83;
- семейства BOSCH M1.5.4N: BOSCH M1.5.4N, Январь-5.1, VS 5.1 E2;
- GM ISFI-2S, GM EFI4, GM ITMS6F;
- семейства Январь-4: Январь-3.0, 3.1, 4.0 и 4.1;
- Январь-7.2;
- Bosch M7.9.7 Euro2, Euro3 – BOSCH MP7.0 Euro2;
- Bosch MP7.0 Euro3;

автомобилей ГАЗ и УАЗ, оснащенных ЭБУ:

- Микас-5.47;
- Микас-7.1, Микас-7.2;
- СОАТЭ Автрон;
- VDO Steyr;
- МКД-105.

Тестер ДСТ-8 позволяет:

- считывать системные данные: параметры с датчиков и паспортные данные электронного блока управления и автомобиля;
- обрабатывать коды ошибок, сбрасывать коды ошибок;
- управлять исполнительными механизмами автомобиля;
- вручную или автоматически определять тип контроллеров и систем управления.

Функциональные особенности

- **ТИП ЭБУ.** Режим позволяет произвести ручной выбор типа ЭБУ или выполнить его автоопределение.
- **ОШИБКИ.** В этом режиме можно просматривать полученные от ЭБУ ошибки – коды неисправностей с описанием их значений.
- **ТЕКУЩИЕ ОШИБКИ.** Режим выводит на экран текущие ошибки, принятые от ЭБУ.
- **НАКОПЛЕННЫЕ ОШИБКИ.** Режим позволяет просматривать ошибки, накопленные электронным блоком управления.
- **СБРОС ОШИБОК.** Запуск этой функции приведет к сбросу всех накопленных в памяти ЭБУ ошибок.

- ПАСПОРТА. Просмотр информации о программе, находящейся в ПЗУ ЭБУ.

- ВСЕ ПАРАМЕТРЫ. Режим позволяет просмотреть все параметры, считываемые с ЭБУ тестером ДСТ-8.

- ПРОСМОТР ГРУПП. Режим позволяет просматривать параметры группами. Всего можно задавать 10 настраиваемых групп, по два параметра в группе.

- КОНТРОЛЬ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ (ИМ). Контроль ИМ и управление ими. Этот режим позволяет управлять исполнительными механизмами, подключенными к ЭБУ, и некоторыми параметрами работы двигателя. Перечень доступных устройств выводится после выбора этого режима.

Техническая характеристика

| | |
|---|--------------------|
| Номинальное напряжение питания от источника постоянного тока | 12 В |
| Максимально допустимое напряжение питания от источника постоянного тока | 18 В |
| Минимально допустимое напряжение питания от источника постоянного тока | 6,5 В |
| Потребляемая мощность | не более 1,5 ВА |
| Габаритные размеры | 145×86×43 мм |
| Масса | не более 0,22 кг |
| Поддерживаемые интерфейсы | k-line |
| Условия эксплуатации: | |
| – температура | от –20 до +50 °С |
| – относительная влажность | до 90 % при +25 °С |

2. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПРЕДЛАГАЕМЫХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ

2.1. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем

Большинство современных автомобилей оснащается достаточным количеством датчиков для отслеживания технического состояния элементов автомобиля от которых сигналы поступают на электронный блок управления (ЭБУ). Для прочтения информации от ЭБУ предусмотрен диагностический разъем. В настоящее время наибольшее распространение получил

интерфейс OBD-II. Но данные от ЭБУ необходимо расшифровывать с помощью специальных адаптеров и необходимого программного контента.

Для автомобиля КАМАЗ-4308 применяют бортовой компьютер (БК) на основе ЭБУ (ЕСМ Cummins). Работу ЕСМ Cummins предназначен контролировать адаптер Cummins inline 6 и программа Cummins insite 7.5 (данные версии в настоящее время являются самыми востребованными). Но стоимость такого комплекта в России составляет порядка 80000 рублей. Кроме управления двигателем, ЭБУ, получает сигналы со всех основных узлов и агрегатов. Обработанные сигналы можно прочесть, с помощью специального адаптера (рис. 2.1) подключившись к диагностическому разъему.

БК позволяет отобразить различные параметры: время в пути, время в движении, пройденный путь, общий расход топлива, расход топлива на холостом ходу, текущую скорость, а также широкий спектр величин, рассчитанных на их основе (средняя скорость пути, средняя скорость движения и т.д.).

Диагностический сканер имеет следующие функциональные возможности:

- Работа по протоколу OBD-2.
- Считывание кодов неисправностей.
- Удаление кодов неисправностей.
- Вывод параметров реального времени.
- Вывод результатов внутренних тестов системы самодиагностики.
- Считывание VIN-кода (для автомобилей с 2004 г.в.).
- Расширенные функции (зависят от программного обеспечения).
- Версия прошивки микроконтроллера ELM: 1.4.

Список контролируемых автосканером параметров узлов: аккумулятор, антиблокировочная система тормозов, аудио система, газоразрядная лампа, генератор, гидроусилитель руля, датчик угла поворота рулевого колеса, двери, двигатель, зеркала, иммобилайзер, климат-контроль, колеса, кондиционер, круиз-контроль, кузов, GPS-навигация, парктроник, пневматическая подвеска, подушки безопасности, приборная панель, радио, ручной тормоз, салон, сидения, телевизор, тормозная система, трансмиссия, тяги, центральный замок.

D1

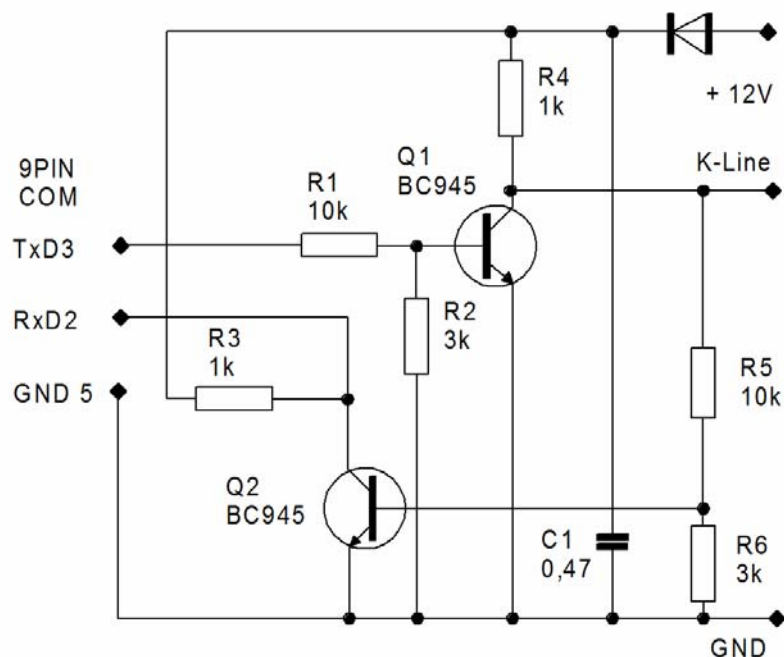


Рис. 2.1. Принципиальная схема адаптера:
R1–R6 – сопротивления; C1 – конденсатор; Q1, Q2 – транзисторы; D1 – диод

Алгоритм (рис. 2.2) функционирования встроенной системы диагностирования следующий:

- Производится опрос клавиатуры и, в случае необходимости, модификация выбранного режима работы.

- Формируется запрос на ЭБУ, соответствующий заданному режиму работы. Виды запросов весьма многообразны, однако их содержание (за небольшим исключением, например запросов на изменение состояния исполнительных механизмов) постоянно.

- Ожидается ответ от ЭБУ и осуществляется прием данных при его получении. По истечении времени ожидания или завершении приема данных производится анализ сложившейся ситуации и в соответствии с ней возможна модификация заданного режима работы. При необходимости обновляется информация на индикаторе с преобразованием полученных из ЭБУ данных. Информация для пользователя должна выводиться в удобной форме, т.е. в виде развернутых буквенно-цифровых сообщений и подсказок, что требует применения знаковосинтезирующего индикатора. Объем информации для отображения в развернутом виде очень большой, что влечет за собой увеличение памяти для ее хранения. Полученные из ЭБУ данные, в некоторых случаях, должны быть пересчитаны по несложной формуле (точность вычислений при этом может быть невелика) и преобразованы из двоичной формы в символьный формат.

- Делается пауза, т.к. согласно протокола запросы на ЭБУ должны выдаваться не раньше 100 мс по окончании предыдущего сеанса обмена, и все повторяется сначала.

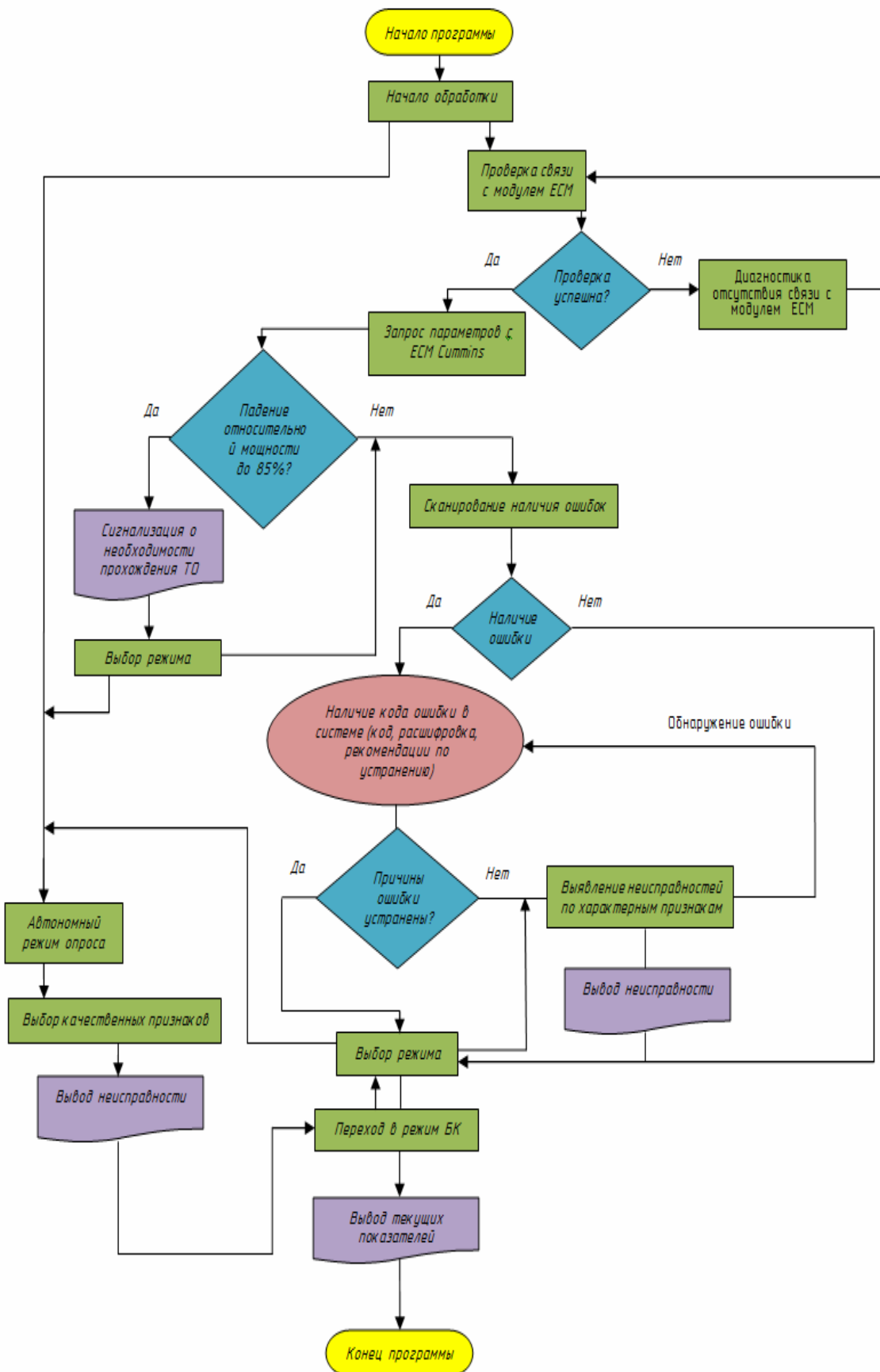


Рис. 2.2. Алгоритм работы встроенной системы диагностирования дизельного двигателя

В режиме отображения кодов неисправностей БК в цикле считывает из блока управления коды неисправностей и отображает на дисплее их число. Если кодов неисправностей нет, то доступна только кнопка "Меню" (рис. 2.3), при нажатии на которую происходит выход из режима отображения кодов неисправностей. Если коды неисправностей есть, то для их просмотра необходимо нажать кнопки "Ввод", "Влево \triangleleft " или "Вправо \trianglerightarrow ", "Вверх \triangle " или "Вниз ∇ ". Проклистывание считанных кодов неисправностей осуществляется кнопками "Влево \triangleleft " и "Вправо \trianglerightarrow ", "Вверх \triangle " или "Вниз ∇ ". Для выхода из режима отображения кодов неисправностей без их очистки необходимо нажать кнопку "Меню". Для стирания кодов неисправностей необходимо нажать кнопку "Меню" и удерживать ее не менее 1,5 секунд. В этом случае "БК" сотрет коды неисправностей в ЭБУ и вновь считывает их (после стирания должно быть считано 0 неисправностей). Коды неисправностей отображаются по стандарту SAE J2012.

Проклистывание исполнительных механизмов осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". При этом для каждого механизма отображается его текущее состояние. Для перехода к управлению текущим исполнительным механизмом необходимо нажать кнопку "Ввод". После этого возможно изменить состояние исполнительного механизма однократным нажатием или нажатием и удержанием кнопок "Влево \triangleleft " и "Вправо \trianglerightarrow ", "Вверх \triangle " или "Вниз ∇ ". Изменение состояния исполнительного механизма индицируется символом '*' в первой позиции дисплея. Для возврата управления исполнительным механизмом ЭБУ необходимо вновь нажать кнопку "Ввод".

Для перехода в режим выдачи информации о БК необходимо выключить зажигание, нажать кнопку "Меню" и включить зажигание (удерживая ее нажатой).

В этом режиме можно просмотреть информацию о версии прибора и его авторах. С точки зрения построения программы, учитывая большой объем текстовых сообщений, все их желательно вынести за пределы внутреннего сравнительно небольшого постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) микроконтроллера. Так как между обновлениями информации существует большая пауза (не менее 100 мс), а количество одновременно отображаемых символов невелико, то эти данные могут быть размещены во внешнем ПЗУ с последовательной выборкой и извлекаться оттуда по мере необходимости. Развивая эту идею, можно вынести во внешнее ПЗУ сами запросы, описание формул для пересчета различных параметров, весь сценарий работы с меню, а также режим опроса, который существенно повышает функциональные возможности прибора, позволяет выявить абсолютное большинство возможных неисправностей автомобиля.

Из режима БК или при запуске системы выбирается режим автономного опроса (рис. 2.3) к поиску неисправностей путём опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной ра-

боты двигателя или автомобиля наиболее характерные признаки, которые он заметил на своём автомобиле. Последовательность опроса диагноста по этим вопросам зависит от частоты появления признаков и составляется на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации. На основании полученной информации определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

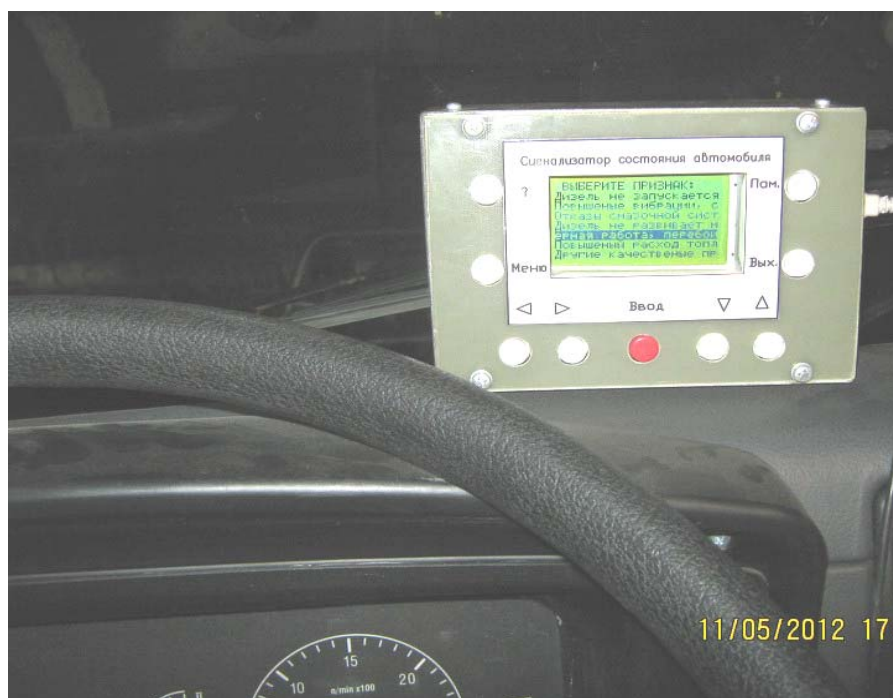


Рис. 2.3. Встроенная система диагностирования автомобиля

По завершении этапа выбора качественных признаков в системе происходит просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

После определения качественного признака следует определить причину неисправности. Система в диалоге проводит опрос пользователя о том, какая наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как он заметил появление качественного признака, какие работы выполнял, какие ещё сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. На этом этапе поиска определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. На этом этапе взаимодействие пользователя с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов системы и выбором им вариантов ответа в меню различных типов.

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение.

Далее система предлагает диагностику в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам и с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

После обнаружения неисправности система предлагает пользователю решить вопрос о продолжении поиска. Если обнаруженная неисправность оказалась ошибочной или после восстановления неисправности работа двигателя не нормализовалась, рекомендуется продолжить поиск.

Предлагаемая встроенная система диагностирования предназначена для использования водителем автомобиля или механиком автотранспортного предприятия и выдачи данных на БК или ЭВМ о работе и техническом состоянии автомобилей. Обеспечивается практически непрерывным контролем всех ответственных узлов по функциональным параметрам и обобщенным показателям работоспособности важнейших агрегатов. Позволяет выявлять предотказные состояния узлов, определяющих наибольшую частоту обращений в ремонтную зону автотранспортного предприятия или на станцию технического обслуживания, а также снижение функциональных качеств, представляющих угрозу для безопасности движения. В частности контроль топливной экономичности, состояние аккумуляторной батареи, неравномерность действия тормозов и др.

Значительная доля парка эксплуатируется без диагностирования, нередко в отрыве от автотранспортного предприятия и станций технического обслуживания, в мелких ведомственных и личных плохо оснащенных гаражах, поэтому микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов, систем и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание и текущий ремонт или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания.

2.1.1. Структура и описание работы программы по диагностированию технического состояния дизеля

Для оперативного ежедневного контроля над состоянием подвижного состава автотранспортного предприятия предлагается внедрить диагностический прибор, работа которого основана на фиксации и анализе показателей автомобиля при использовании диагностирования.

Программа прибора включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования (рис. 2.4) и сведениям работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются с помощью расчётно-анализирующего блока. С помощью блока индикации результаты

расчета и анализа выводятся на экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного принятия решений по проведению технического обслуживания двигателя автомобиля.

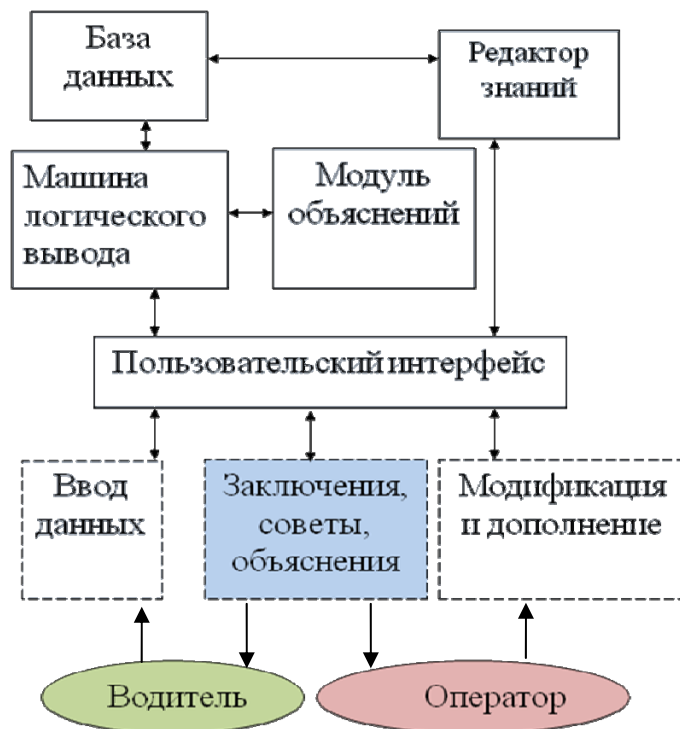


Рис. 2.4. Логическая схема программы

Первая часть программы – аналитическая, определяет наличие и вид неисправностей в топливной системе дизеля (ТНВД и форсунки), вторая часть – опросная, рассчитана на остальные системы двигателя.

Алгоритм программы выглядит следующим образом (рис. 2.5).

При запуске программа начинает работу с проверки наличия контакта с датчиком давления. Если контакт не установлен, то на экран прибора в кабине водителя выводится надпись «Ошибка! Датчик недоступен». В этом случае программа прекращает свою работу.

Если контакт с датчиком установлен, то в программу водителем вводятся начальные данные. Затем программа по показаниям датчика строит график и при наличии неисправностей выводит их на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водителю предлагается выбор – закончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в других системах двигателя. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя. Затем в конце процесса на экран выводится неисправность.

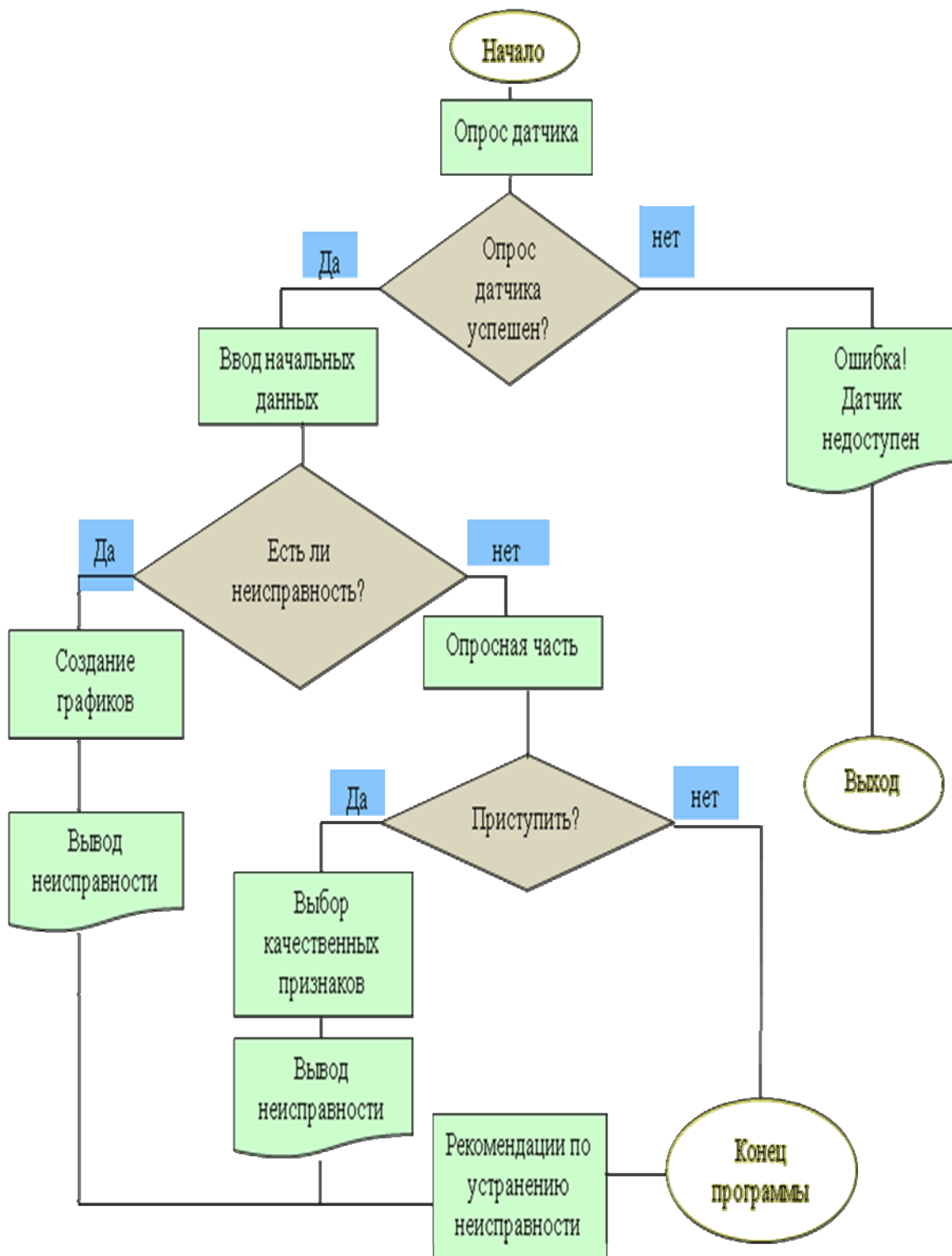


Рис. 2.5. Алгоритм работы системы диагностирования

Программа считывает значения с накладного датчика давления топлива, установленного на топливопровод высокого давления.

Считанные значения автоматически записываются в базу данных программы, затем, на основании этих данных, строятся графики давления топ-

лива. По давлению топлива в контрольных точках определяется наличие неисправности и её вид.

Изменение давления анализируется следующим образом (рис. 2.6).

Здесь в точке 1 начинается повышение давления в результате движения плунжера насоса, в точке 2 срабатывает нагнетательный клапан, и при малой скорости движения плунжера рост давления на некоторое время замедляется. В точке 3 поднимается игла форсунки. При этом давление падает, поскольку высвободившийся объем не успевает заполниться топливом, а затем снова повышается до определённой величины.

Точка 4 на большой частоте вращения коленчатого вала двигателя может характеризовать максимальное давление процесса впрыска. Однако для нормального процесса в режиме холостого хода это давление обычно фиксируется по характерному пику точки 3. В точке 5 происходит "посадка" иглы форсунки и впрыскивание заканчивается, после чего происходит "посадка" в седло нагнетательного клапана плунжера. Импульсы остаточного давления (6) появляются в результате недостаточной герметичности нагнетательного клапана. Величина сигнала S_1 определяет затяжку пружины форсунки и статическое давление начала впрыска. Перепад давления Δp характеризует подвижность иглы форсунки. Путем интегрирования на периоде впрыска $t_{впр}$ можно оценить цикловую подачу топлива. Время задержки впрыска S_2 характеризует зазор в плунжерной паре, вызывающий утечку топлива между гильзой и плунжером.

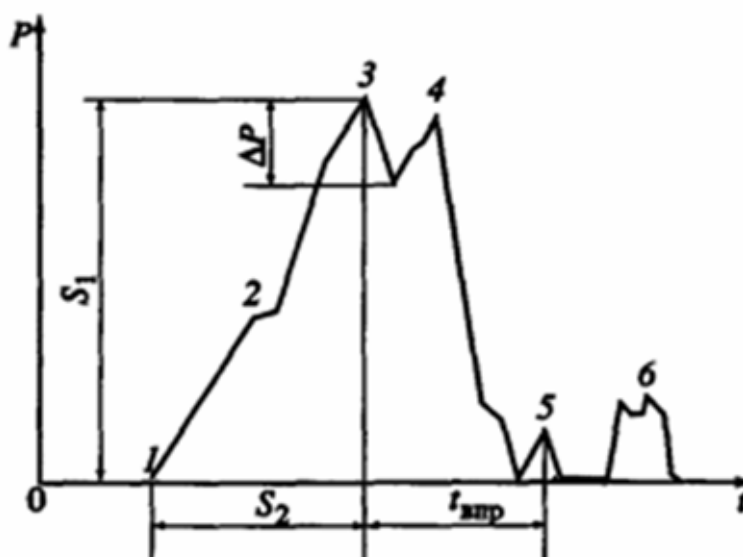


Рис. 2.6. Характерные точки на графике давления топлива

При разработке программы учитывались данные по давлению топлива с двух типов дизельных двигателей – ЯМЗ и КАМАЗ. Показания давления снимались с двигателей на двух режимах работы – холостой ход и нагрузочный режим. Графики с показателями нормальной работы дизелей ЯМЗ показаны на рис. 2.7 и 2.8.

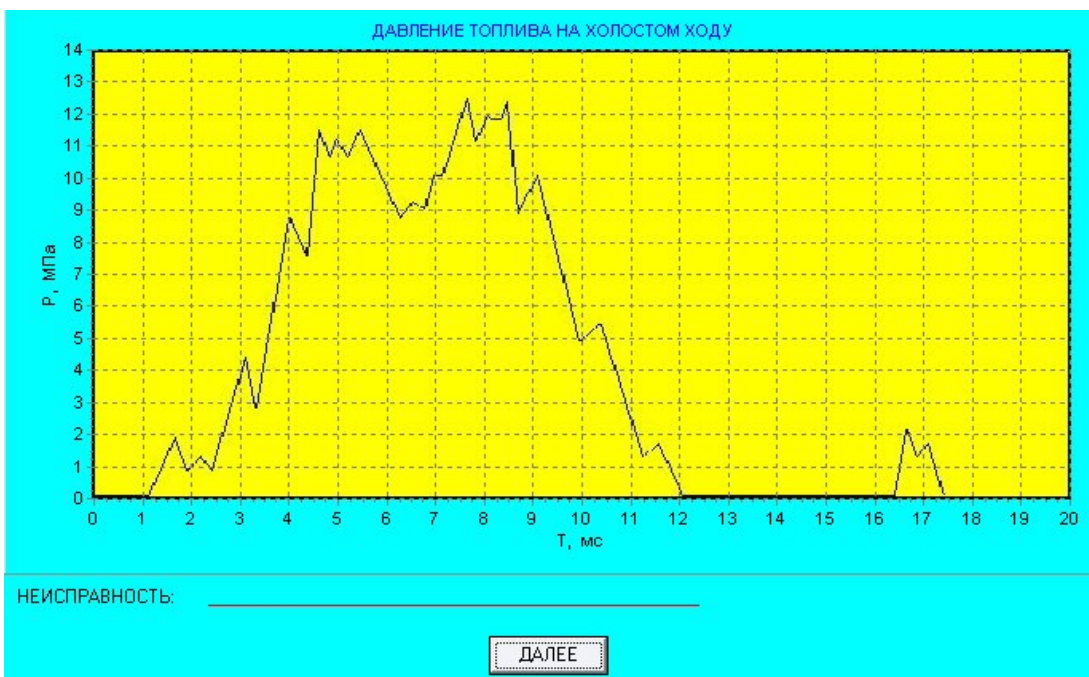


Рис. 2.7. График давления при нормальной работе ЯМЗ (холостой ход)

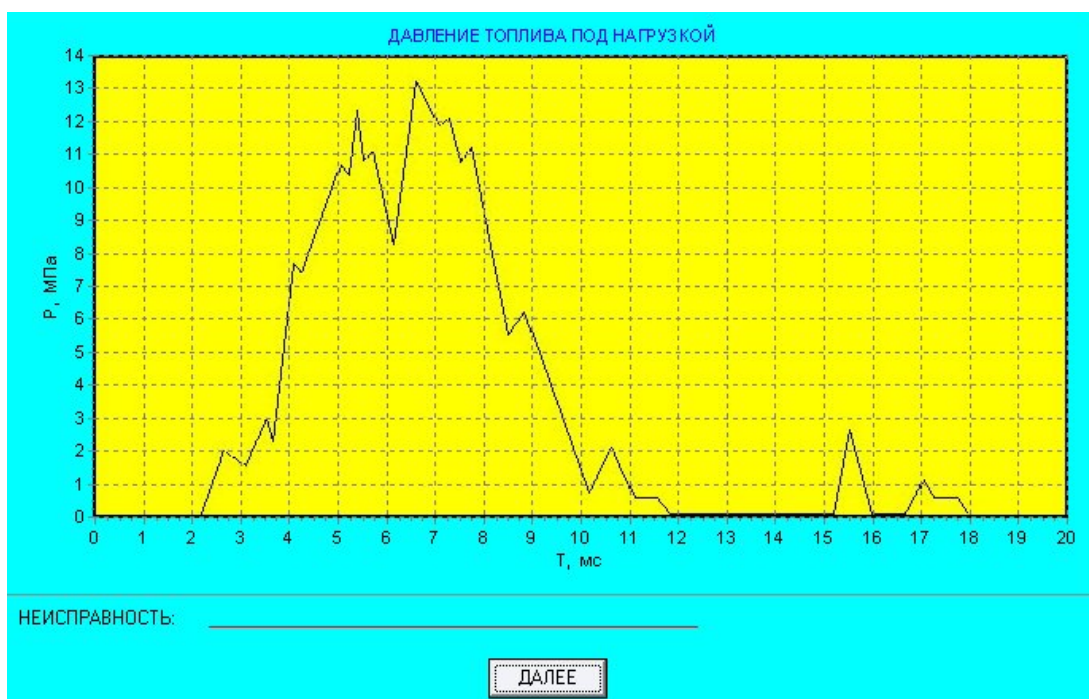


Рис. 2.8. График давления при нормальной работе ЯМЗ (под нагрузкой)

В данном проекте разрабатывалась программа для двигателей КАМАЗ. В этой программе представлены характерные неисправности ТНВД и форсунок на холостом ходу и под нагрузкой.

Затем осуществляется переход непосредственно к диагностированию топливной системы двигателя на холостых оборотах. Для наглядности наличия неисправности на графиках изначально присутствуют графики нормальной работы элементов топливной системы дизеля (рис. 2.9).

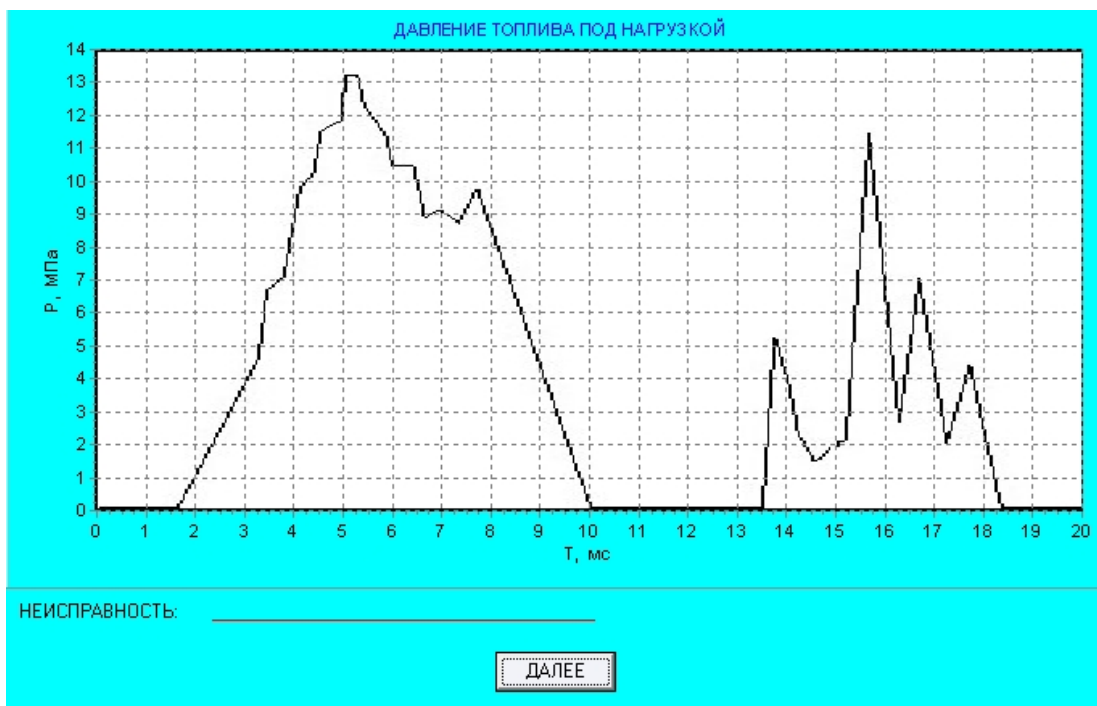


Рис. 2.9. Диагностика топливной системы на холостом ходу

Следующий этап – диагностика дизеля под нагрузкой (рис. 2.10). Здесь также для наглядности наличия неисправности на графиках изначально присутствуют графики нормальной работы элементов топливной системы дизеля под нагрузкой.

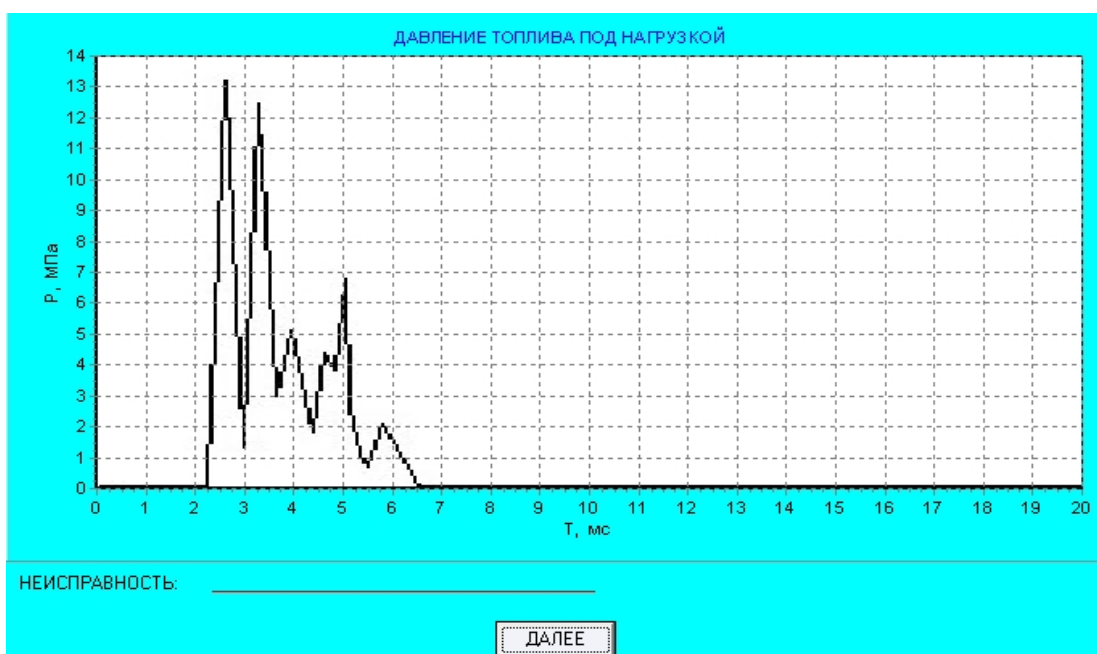


Рис. 2.10. Диагностика топливной системы под нагрузкой

Под графиками в случае выявления неисправности появляется надпись, характеризующая эту неисправность, например, «нарушение подвижности иглы распылителя». Если неисправностей не выявлено, появится надпись

«неисправностей не обнаружено». На рис. 2.11–2.12 представлен вид рабочего окна программы при наличии в топливной системе двигателя наиболее характерных неисправностей.

Неисправности холостого хода

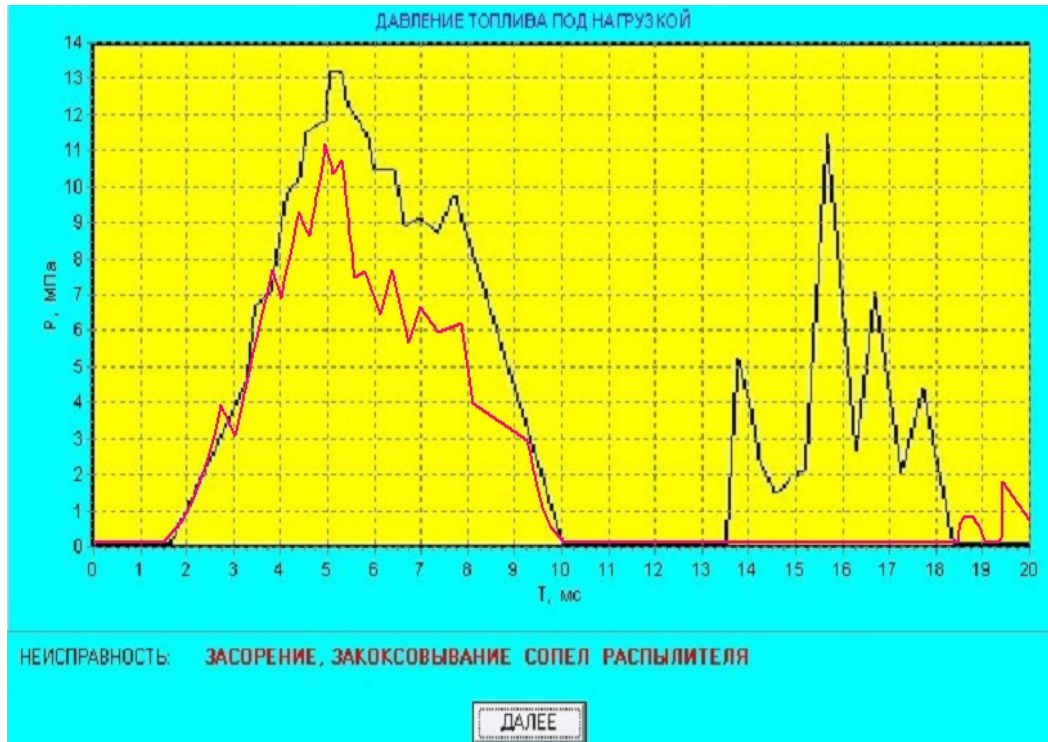


Рис. 2.11. Засорение, закоксовывание сопел распылителя форсунки

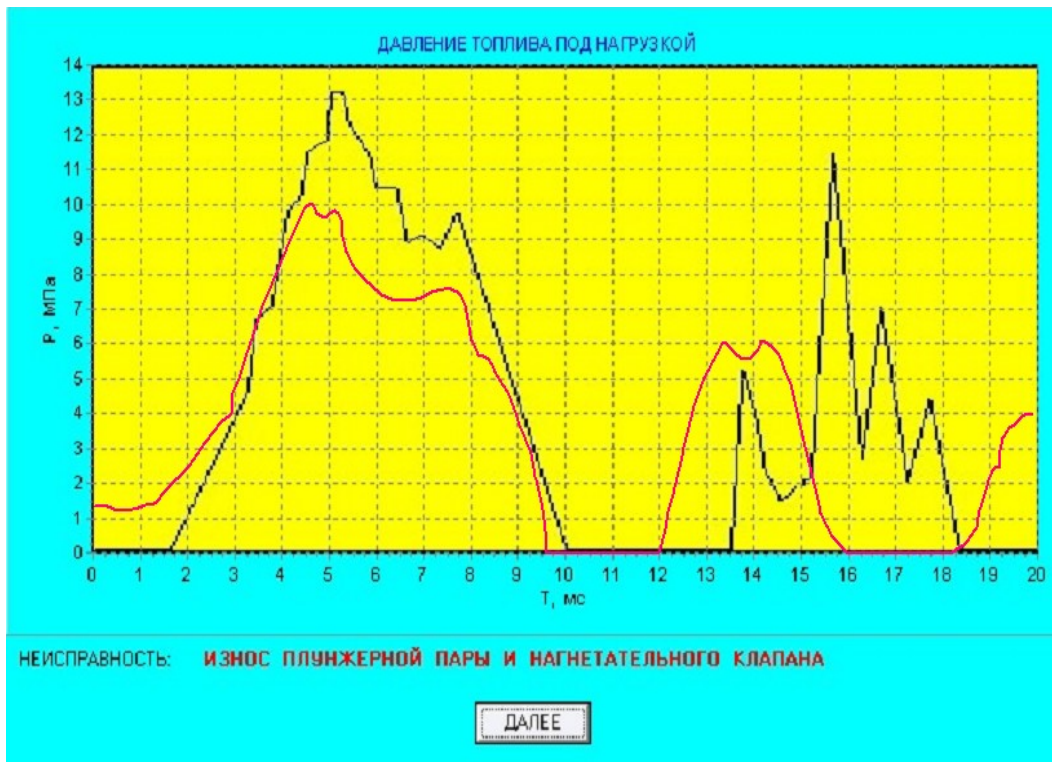


Рис. 2.12. Износ плунжерной пары и нагнетательного клапана

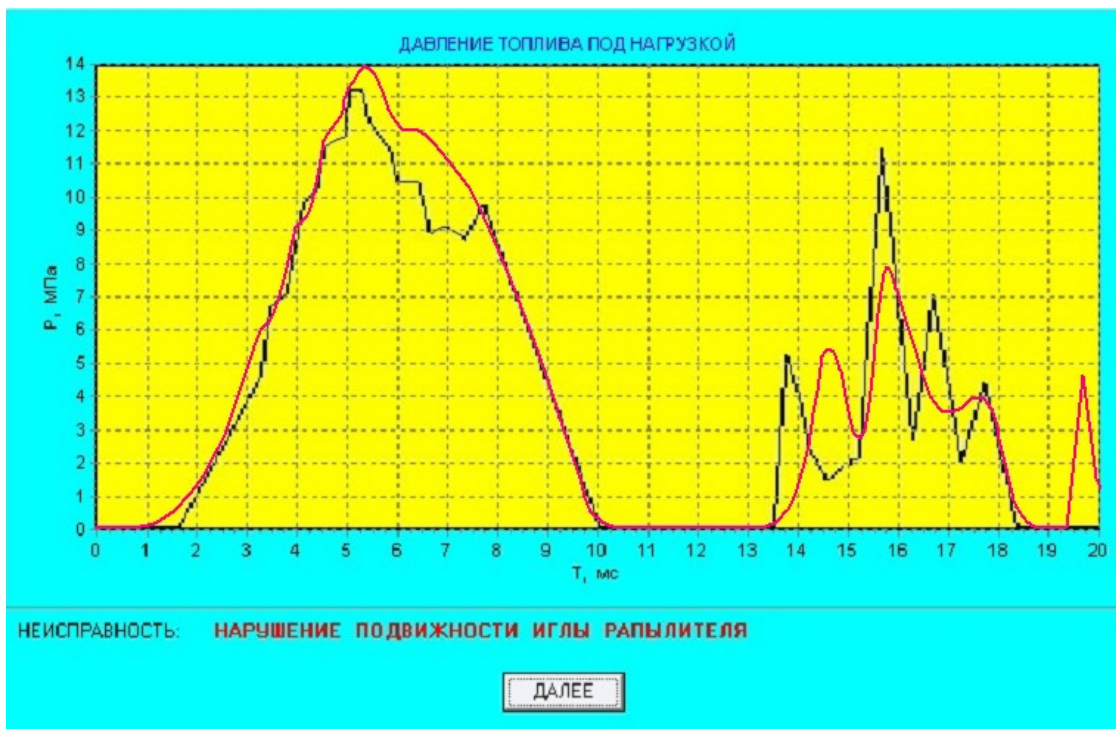


Рис. 2.13. Нарушение подвижности иглы распылителя

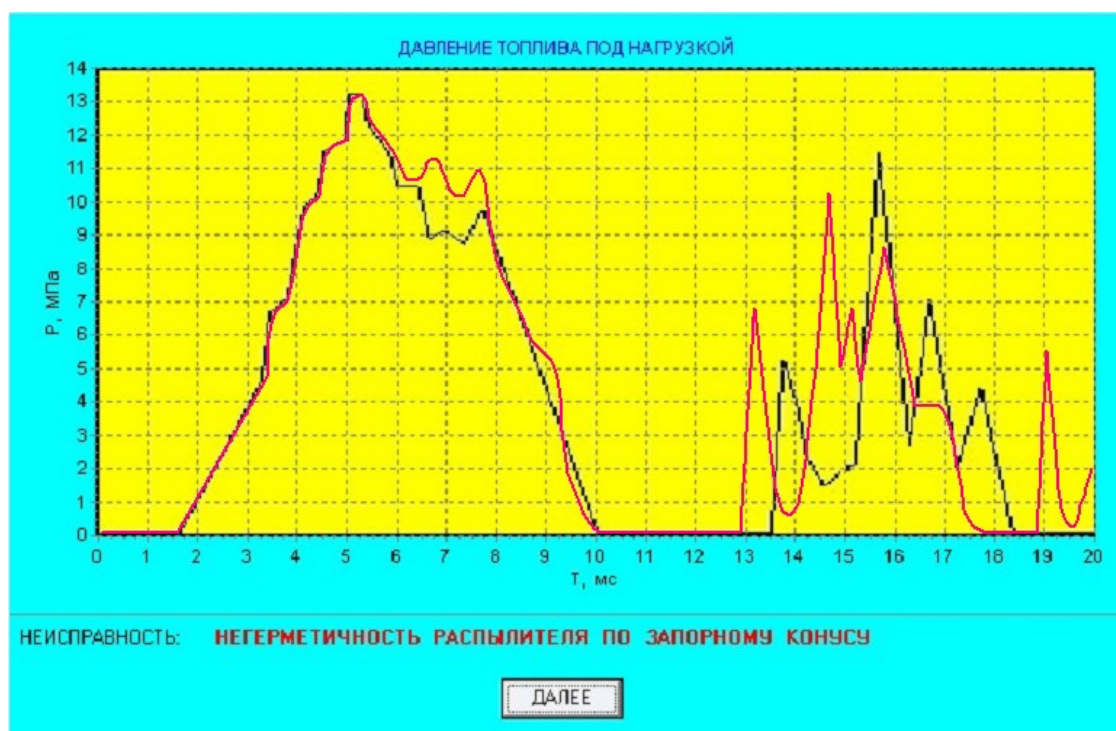


Рис. 2.14. Негерметичность распылителя по запорному контуру

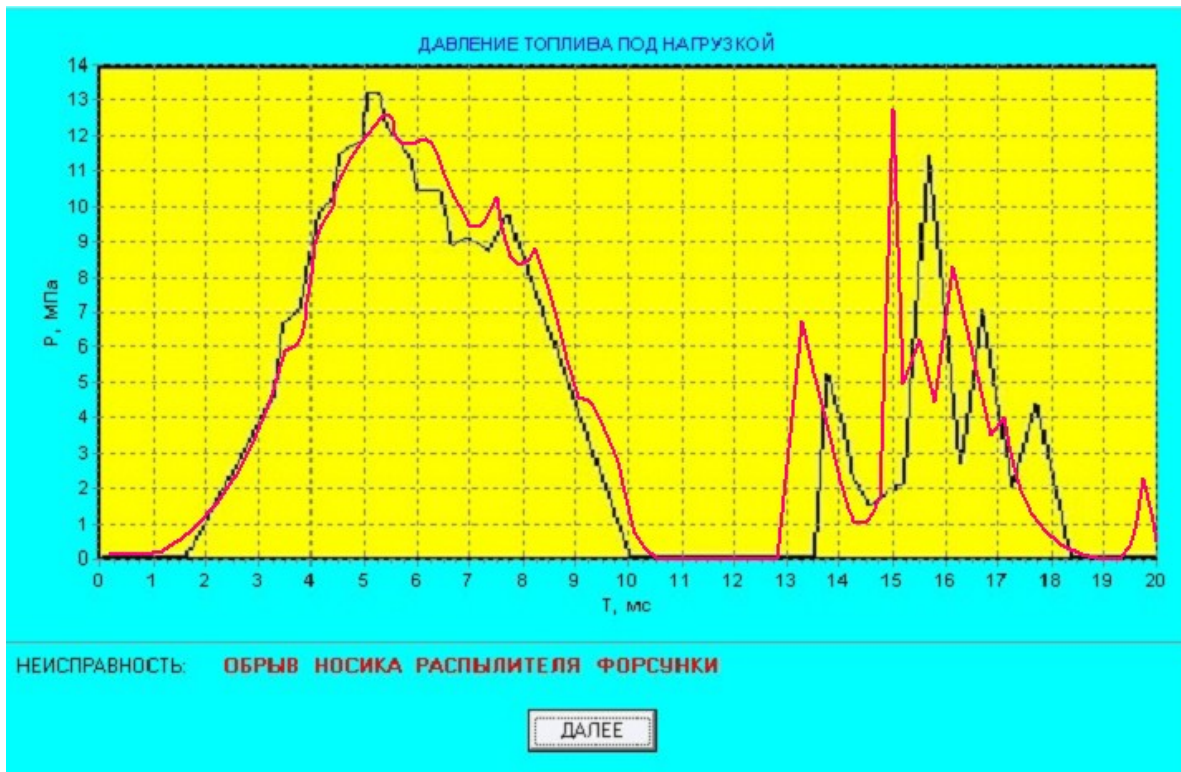


Рис. 2.15. Обрыв носика распылителя форсунки

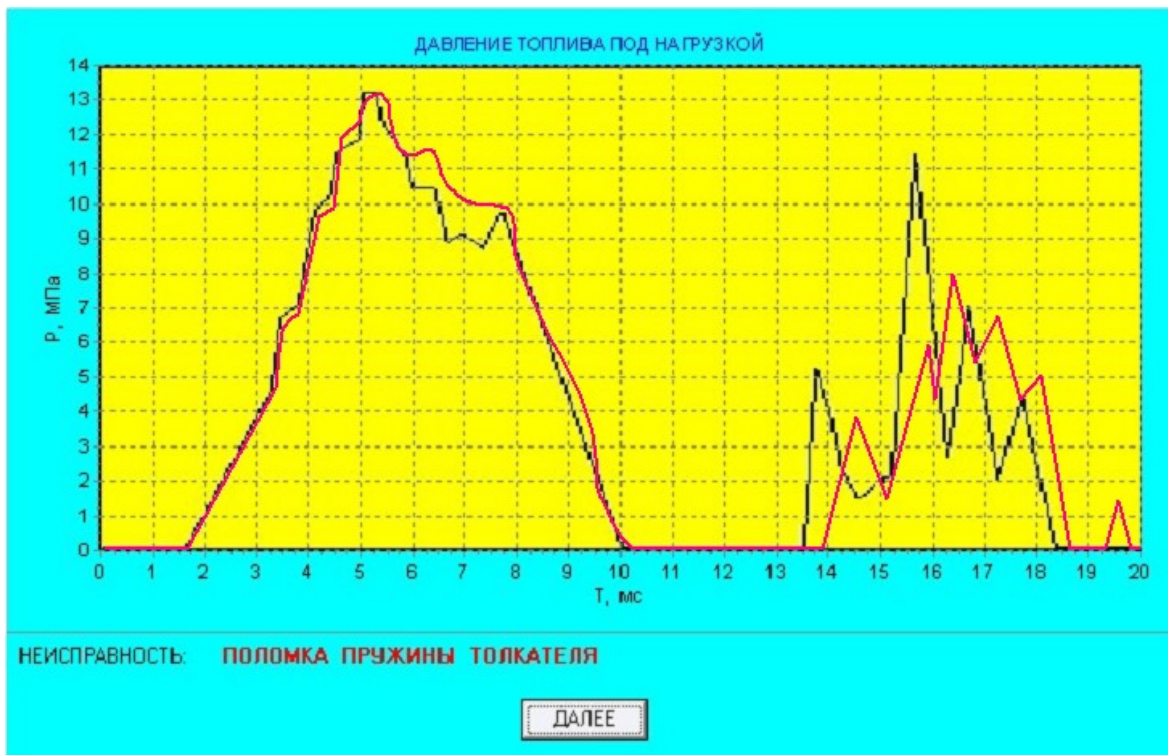


Рис. 2.16. Поломка пружины толкателя

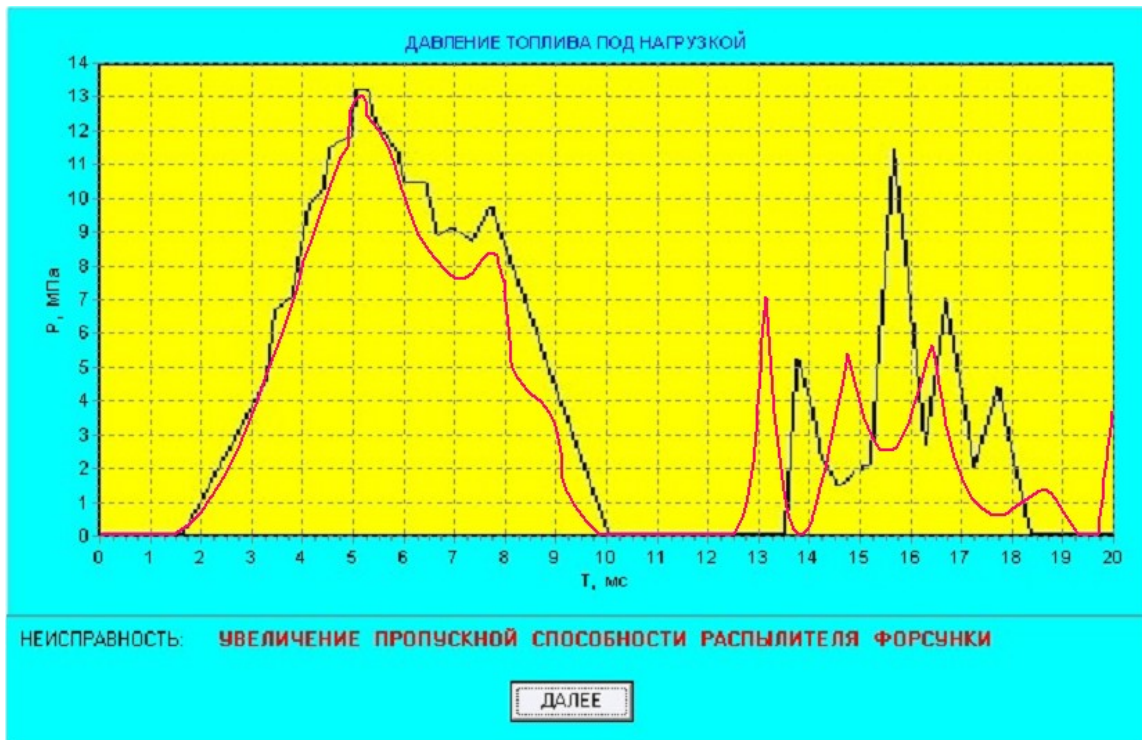


Рис. 2.17. Увеличение пропускной способности распылителя

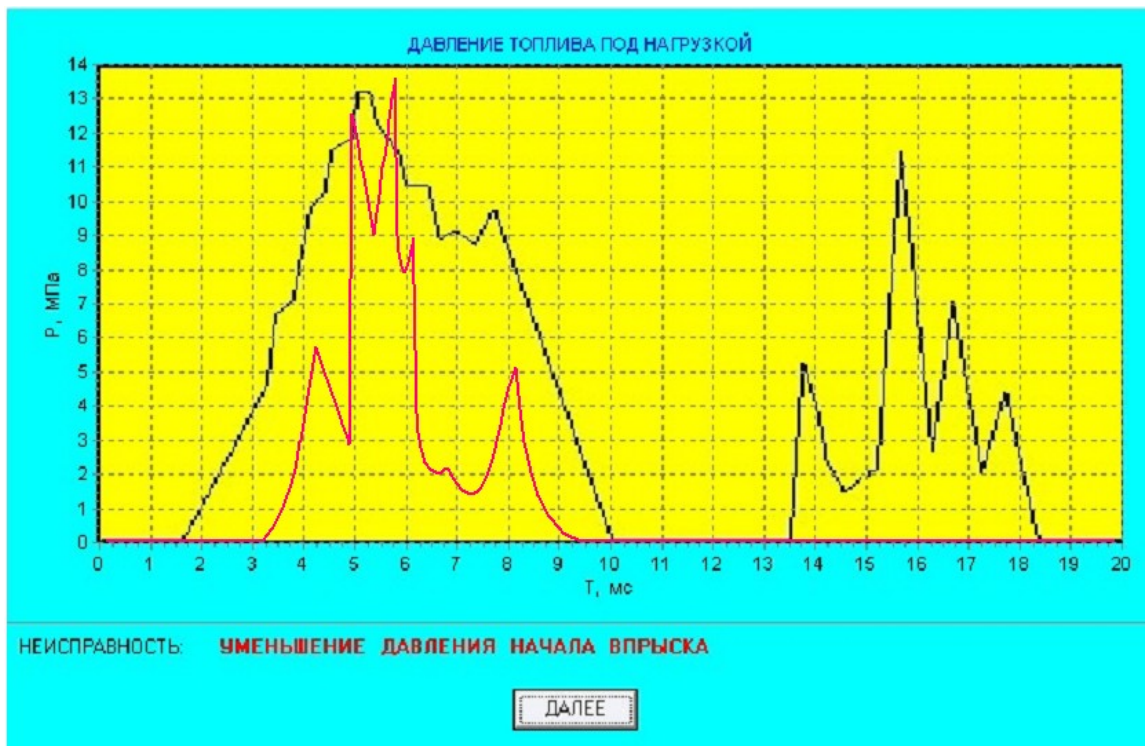


Рис. 2.18. Уменьшение давления начала впрыска

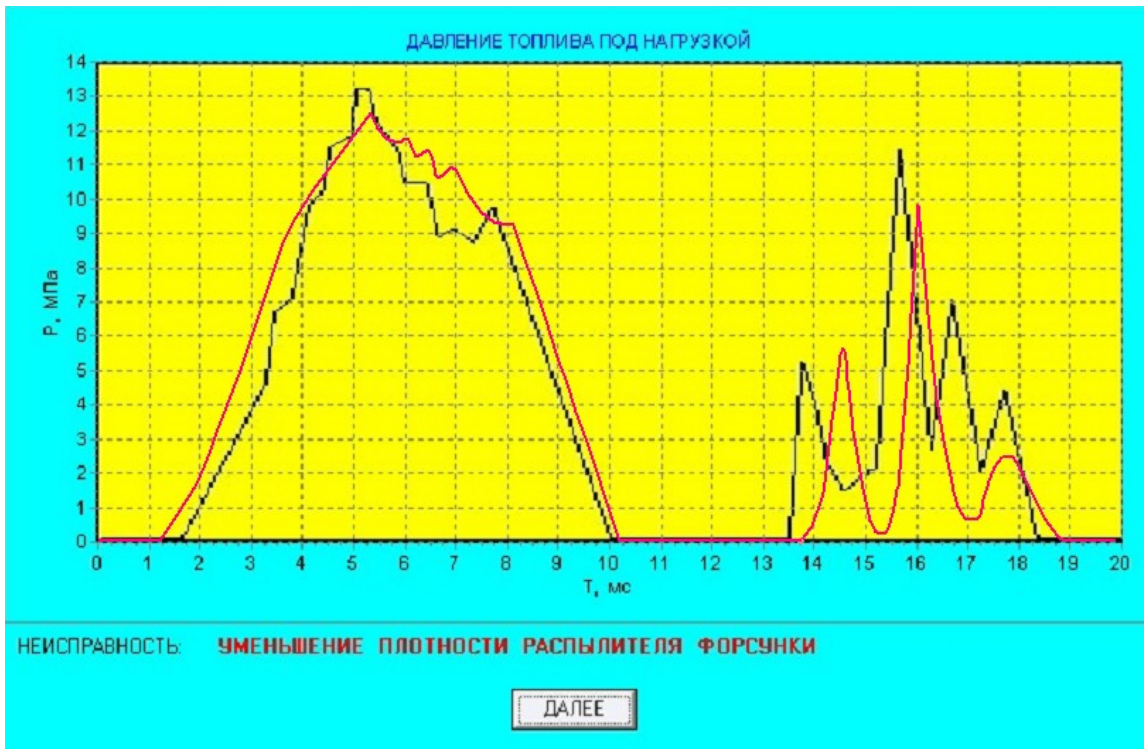


Рис. 2.19. Уменьшение плотности распылителя форсунки

Неисправности нагрузочного режима

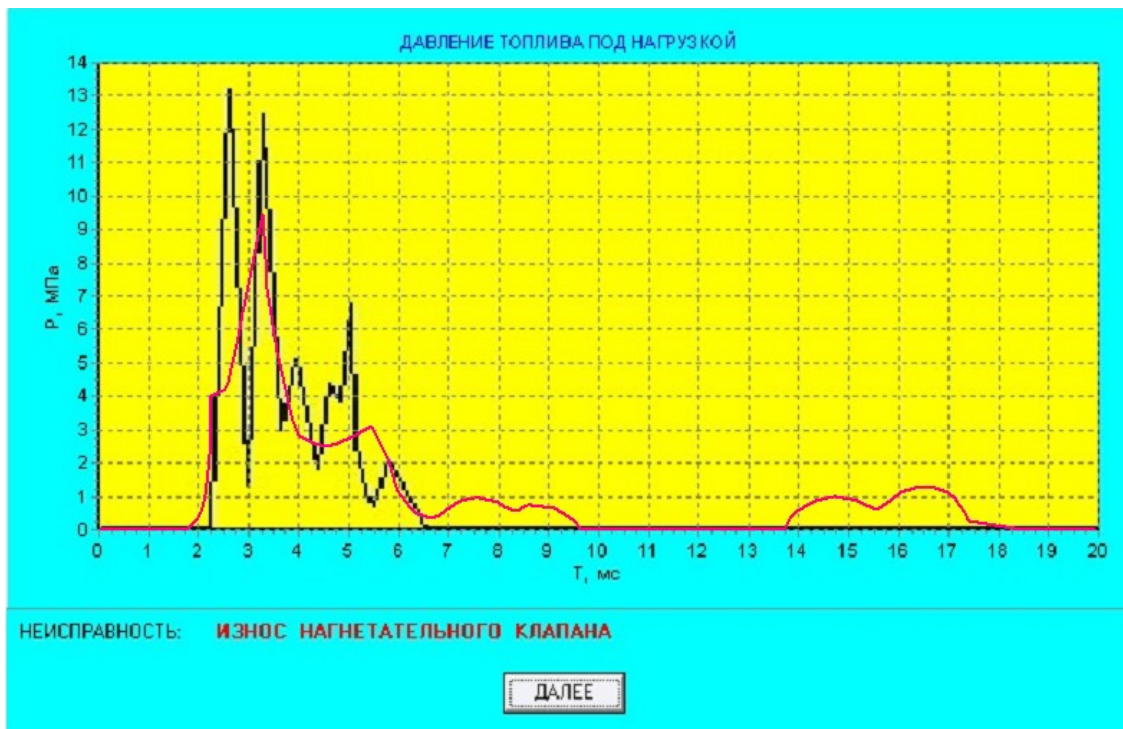


Рис. 2.20. Износ нагнетательного клапана

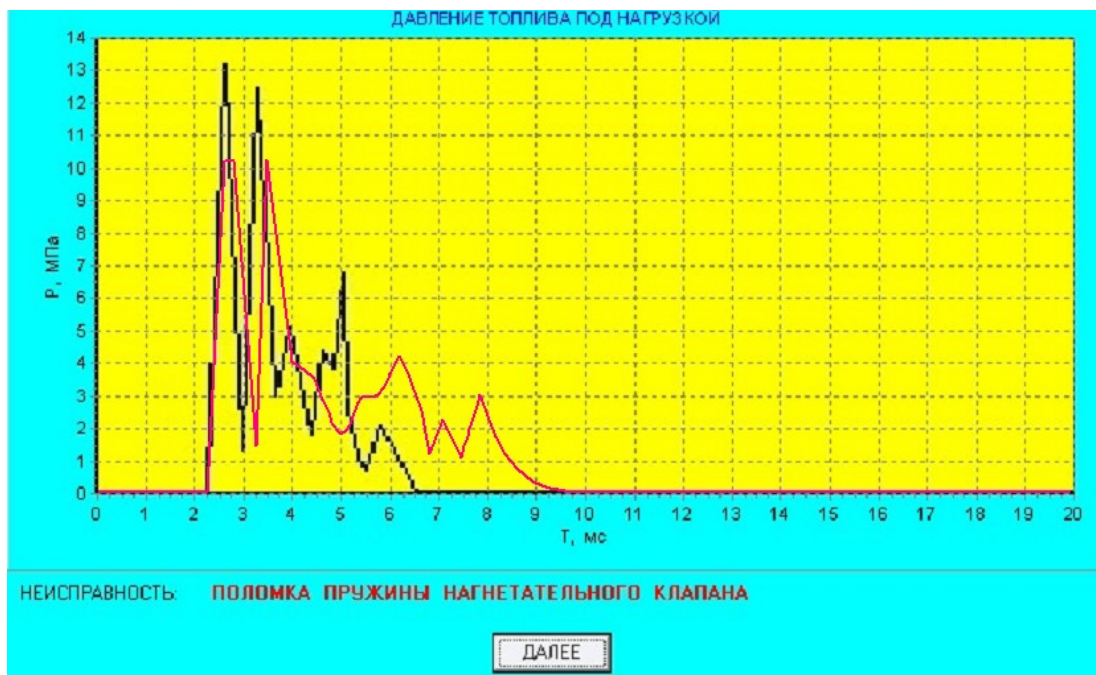


Рис. 2.21. Поломка пружины нагнетательного клапана

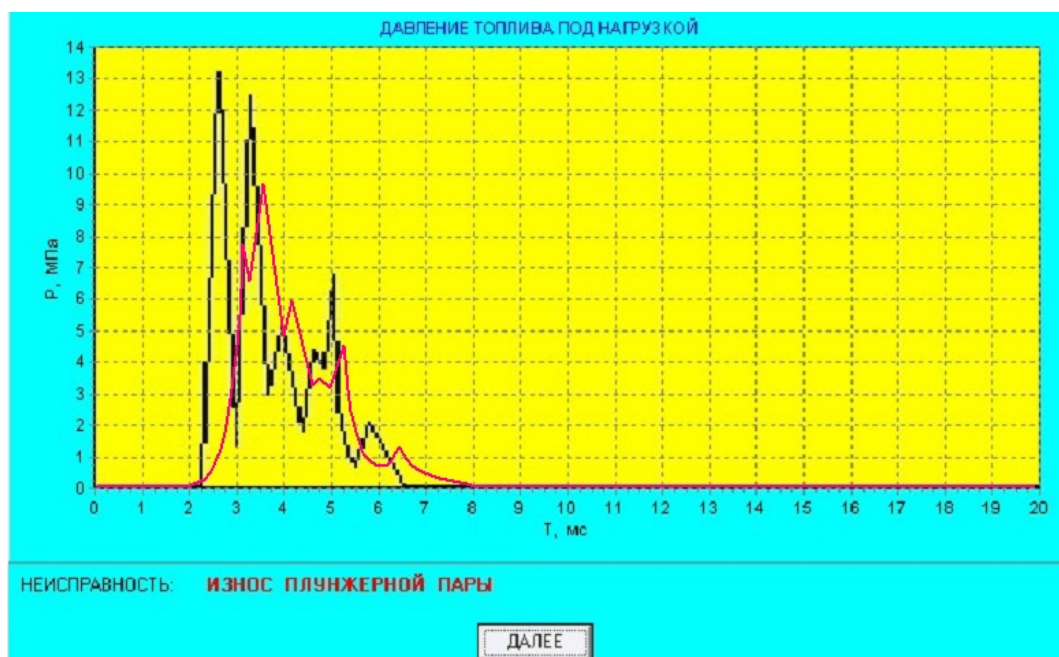


Рис. 2.22. Износ плунжерной пары

Вывод на дисплей прибора двух кривых – базовой и рабочей, при совпадении кривых диагностируемый элемент двигателя считается исправным, в противном случае – неисправным, Кроме того при отклонении давления топлива до предельного значения выводится надпись о неисправности Такой способ эффективен и информативен. Это приводит к снижению затрат времени на диагностирование.

При разработке программы учитывались данные по давлению топлива с дизельных двигателей – КАМАЗ. Показания давления снимались с двигателей на двух режимах работы – холостой ход и нагрузочный режим.

Необходима предварительная подготовка, которая должна проходить в условиях приближенных к производственным, т.е. на экране компьютера должно воспроизводиться возможное изменение давления в топливной системе соответствующее заданной неисправности, а диагност должен правильно его идентифицировать.

С этой целью предлагается ввести модуль воспроизводящий осциллограммы давления при различных неисправностях элементов системы питания на основе чего создается база данных с осциллограммами давления при различных неисправностях топливной системы.

Так как описать осциллограммы аналитическими зависимостями не предоставляется возможным, то при создании базы осциллограмм использован метод оцифровки уже существующих осциллограмм, которая производилась с помощью программы Graph2Digit2. Оцифровка выполнялась по цвету линии графика (цвет линии – синий), который был предварительно подготовлен (рис. 2.23). Далее были заданы пределы и шаги оцифровки по координатным осям. Поскольку весь процесс изменения давления при впрыске топлива проходил за 20 мс, предел по абсциссе был принят равным 200. Шаг в нашем случае равен 1, что в переводе в мс составило 0,1 мс. Такие параметры позволили наиболее точно оцифровать исходный график и получить базу данных по данной зависимости, которая была трансформирована в файл системы управления базами данных Paradox.

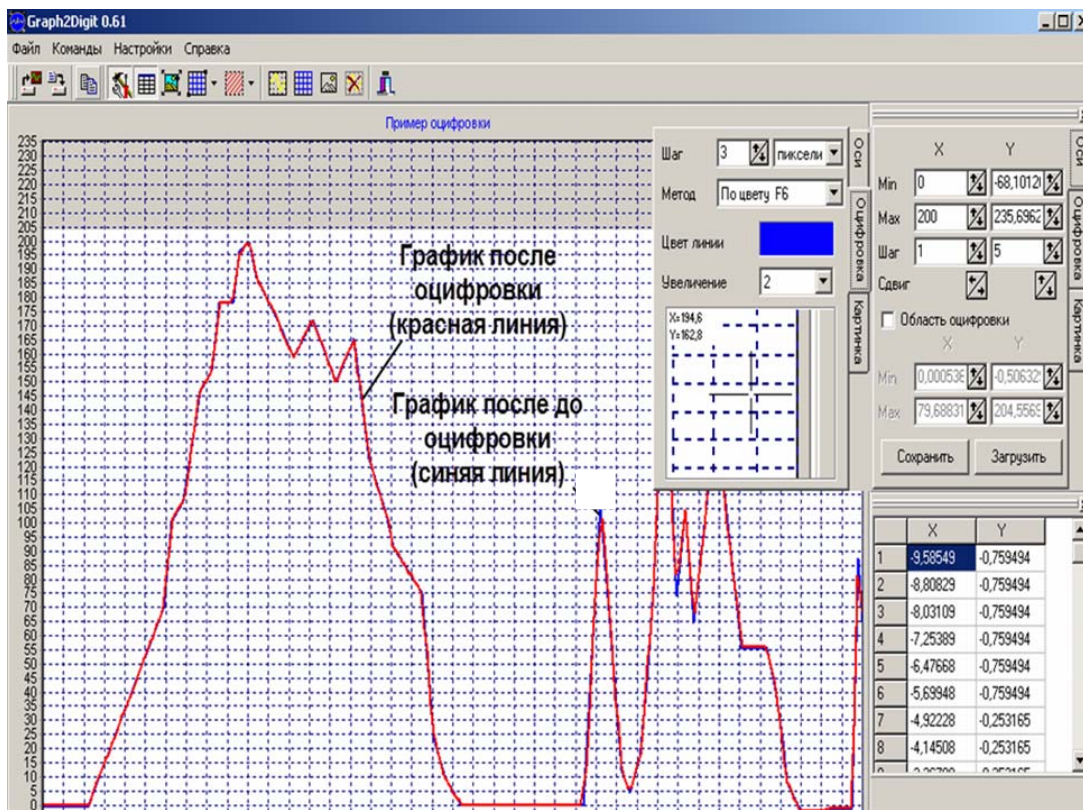


Рис. 2.23. Оцифровка графика давления топлива

Для выхода в режим диагностирования системы питания предлагается запустить двигатель и нажать кнопку F4 «Осциллограмма».

На экране появится осциллограмма синего цвета 1 (рис. 2.24), характеризующая пульсацию давления в топливной системе диагностируемого двигателя и осциллограмма зеленого цвета 2, характеризующая изменение давления топлива при отсутствии неисправностей (контрольная осциллограмма). Сопоставляя эти осциллограммы, программа по допустимому значению может найти совпадающие осциллограммы синего цвета 1 (осциллограмма диагностируемого двигателя) и красного цвета 3 (осциллограмма из базы данных соответствующая известной неисправности), т.е. определить неисправность топливной системы дизеля.



Рис.2.24. Окно с осциллограммами

Добавив функцию вызова осциллограмм давления топлива с возможными неисправностями во время диагностирования двигателя, можно обеспечить сравнение реальной и базовой осциллограмм. Это позволит упростить процесс выявления отказов.

При запуске программы, оператор выбирает дату проведения диагностирования, наработку дизеля, категорию условий эксплуатации и климатические условия эксплуатации автомобиля

Затем осуществляется переход непосредственно к диагностированию топливной системы двигателя на холостых оборотах. Для наглядности наличия неисправности на графиках изначально присутствуют графики нормальной работы элементов топливной системы дизеля

Затем осуществляется переход к диагностированию топливной системы двигателя на холостых оборотах. Для наглядности наличия неисправности на диаграммах введены графики нормальной работы элементов топливной системы дизельного двигателя.

Следующий этап – диагностирование дизельного двигателя под нагрузкой. Здесь также для наглядности наличия неисправности на графиках присутствуют кривые нормальной работы элементов топливной системы дизельного двигателя под нагрузкой.

Под графиками в случае выявления неисправности появляется надпись, характеризующая эту неисправность, например, «нарушение подвижности иглы распылителя». Если неисправностей не выявлено, появится надпись «неисправностей не обнаружено».

Если неисправностей в топливной системе не выявлено, то система переходит к поиску неисправностей путём опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной работы двигателя наиболее характерные признаки, которые он заметил на своём автомобиле. Опросная система имеет древовидную структуру.

Последовательность опроса по этим вопросам зависит от частоты появления признаков и составляется на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации. На основании полученной информации на этом этапе определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

По завершении этапа выбора качественных признаков в системе происходит просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какая наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие ещё сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов (рис. 2.25, 2.26) системы и выбором им вариантов ответа в меню различных типов.

Для перемещения по меню используются "стрелки", выбор позиций осуществляется нажатием клавиши "Space". Переход к следующему меню в древовидной структуре осуществляется нажатием клавиши "ДАЛЕЕ".

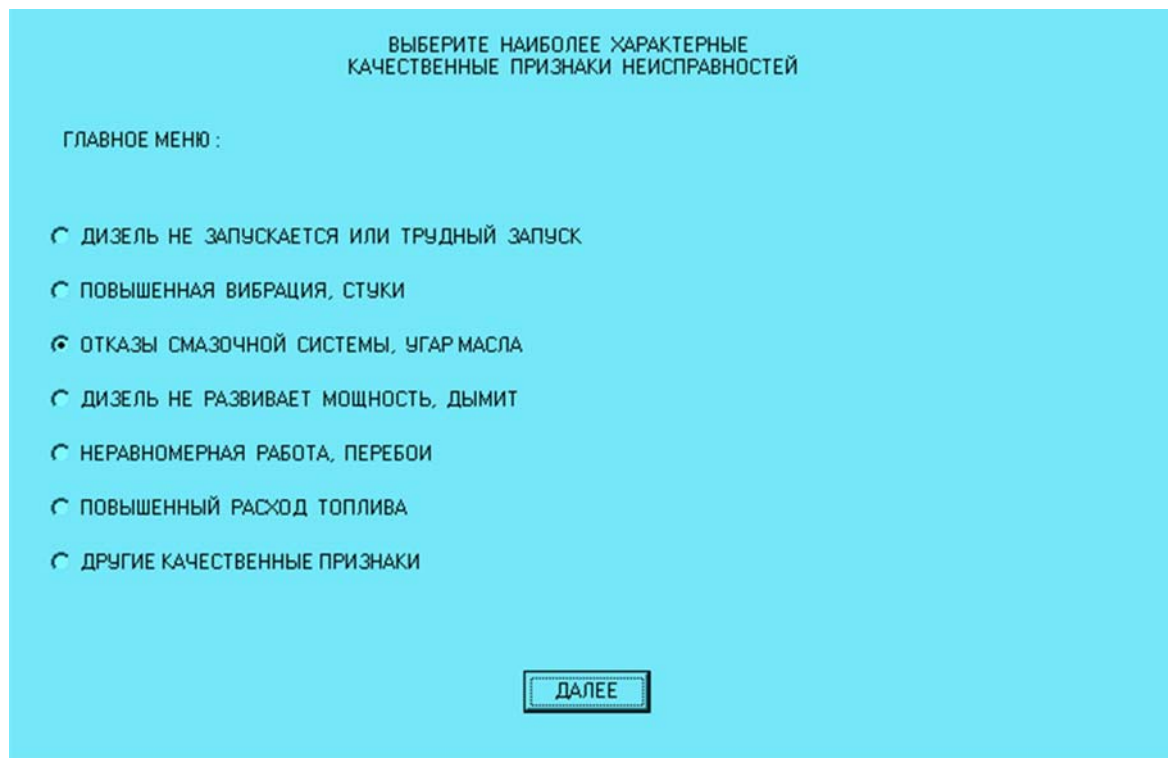


Рис. 2.25. Главное меню

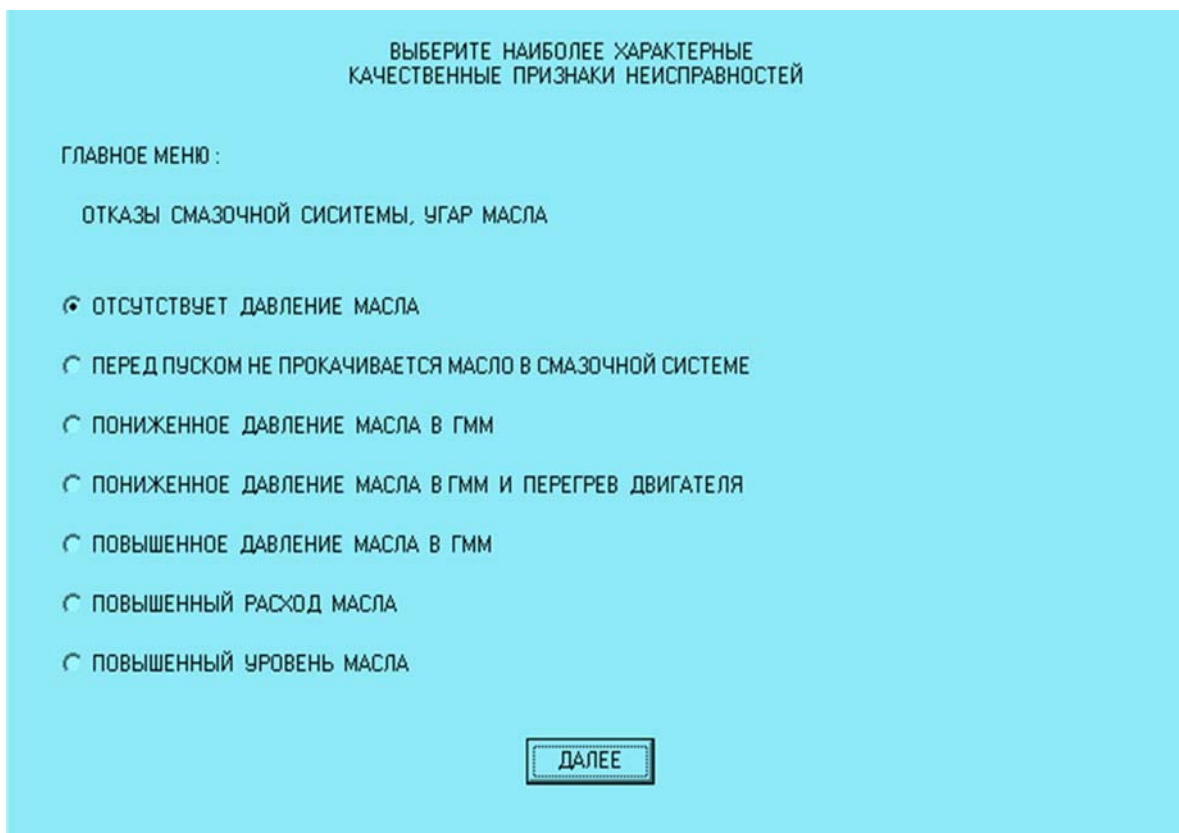


Рис. 2.26. Выбор нужного признака

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение. Диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию и формирует гипотезы о неисправностях и предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом доступна инструкция о технологии проведения проверки. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности двигателя.

2.1.2. Макетный образец встроенной системы диагностирования автомобильных дизелей

Разработанное оборудование, программное обеспечение и алгоритмы диагностирования дизеля – составные части системы встроенного диагностирования двигателя, именно системы, поскольку она включает в себя целый комплекс модулей и блоков и производит диагностирование не отдельного узла или системы, а всех основных систем дизеля.

Разработанный макетный образец состоит из трех основных блоков: датчиков; интерфейса; программного обеспечения. Структурная схема такого прибора представлена на рис. 2.27. В таком же исполнении прибор может устанавливаться на автомобиль и являться системой бортовой диагностики транспортного дизеля.

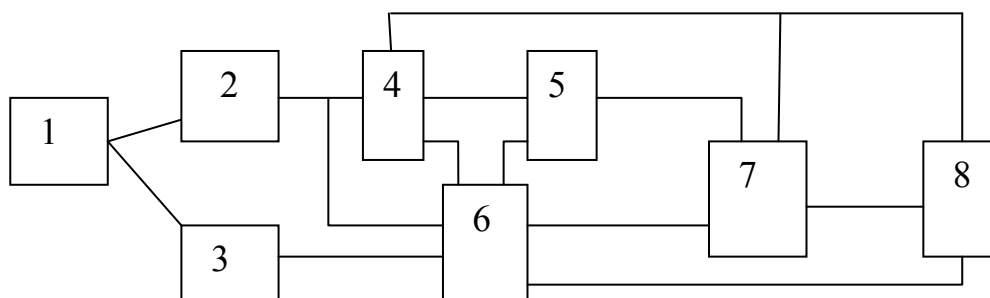


Рис. 2.27. Устройство для диагностирования дизеля:
 1 – датчик давления топлива; 2 – формирователь сигнала частоты вращения коленчатого вала; 3 – формирователь сигнала датчика момента впрыска топлива;
 4 – блок вычисления угловой скорости;
 5 – блок вычисления углового ускорения; 6 – блок управления;
 7 – арифметическое логическое устройство; 8 – блок индикации

Устройство работает следующим образом. Импульсы от датчика 1 с периодичностью соответствующей углу поворота коленчатого вала, пройдя формирователь 2, поступают в блоки 4 и 6. Блок 4 измеряет период следования данных импульсов, и измеренным периодом вычисляет угловую скорость, на данном угле поворота вала, значение которой поступают на входы блоков 5, 7 и 8. Блок 6 учитывая период следования импульсов, измеренную угловую скорость, а так же значение угловой скорости, вычисляет угловое ускорение, значения которой поступают на вход арифметического логического устройства 7.

Сигнал от датчика 1 момента впрыска топлива определенного цилиндра, как правило, первого, через формирователь 3 поступает на вход блока 6 управления. Блок 6, с приходом импульса от датчика 1 подсчитывает импульсы и рассчитывает угол поворота коленчатого вала. При повороте коленчатого вала на угол соответствующий моменту впрыска топлива в первом цилиндре двигателя, блок 6 подает первый управляющий сигнал на вход блока 7. По этому сигналу блок 7 начинает выбор минимального значения угловой скорости, приходящегося на начало рабочего хода в первом цилиндре. Одновременно блок 7 осуществляет выбор максимального значения углового ускорения, приходящегося на первую половину рабочего хода в первом цилиндре. При повороте коленчатого вала на угол равный $720/(3 \cdot i)$ (где i – число цилиндров двигателя) от верхней мертвой точки конца сжатия, в первом цилиндре блок 7 подает второй управляющий сигнал, с приходом которого блок 8 прекращает выбор минимального значения угловой скорости и максимального значения углового ускорения, заносит эти значения в память и переходит в режим поиска максимального значения угловой скорости, приходящегося на среднюю часть такта расширения. Одновременно блок 7 осуществляет выбор минимального значения углового ускорения, приходящегося на вторую половину такта расширения в первом цилиндре.

При повороте коленчатого вала на угол равный $720/i$ блок 6 подает третий управляющий сигнал, по которому блок 7 прекращает выбор максимального значения угловой скорости и минимального значения углового ускорения, заносит эти значения в память. Одновременно блок 7 начинает поиск минимального значения угловой скорости и максимального значения углового ускорения в следующем по порядку работы цилиндре.

По окончании цикла измерения, который для достижения необходимой точности должен длиться не менее 10 циклов, блок 6 подает очередной управляющий сигнал в блоки 7 и 8. По этому сигналу блок 7 вычисляет среднее значение приращений угловой скорости от минимального значения) до максимального, приходящегося на такт расширения каждого цилиндра, и уменьшение угловой скорости от максимального его значения для i -го цилиндра до минимального его значения, приходящегося на такт

расширения в следующем по порядку работы цилиндре, т.е. для $(i+1)$ -го цилиндра, аналогичные показатели определяются и по угловому ускорению. Блок 7 определяет диагностические параметры, сопоставление их с нормативными значениями и ставится диагноз. Результаты индицируются блоком 8 индикации.

Особенности реализации отдельных блоков системы диагностирования дизелей рассматриваются ниже более подробно.

Для диагностирования топливной системы использовался датчик давления.

Для диагностирования топливной системы дизельного двигателя наибольшее распространение получил метод, основанный на анализе изменения давления, фиксируемого при помощи специального датчика, устанавливаемого у форсунки в разрыв нагнетательного топливопровода. Использование данного метода приводит к необходимости разборки части топливной системы, что является причиной снижения надежности крепления топливопровода. В то же время ухудшение работы топливной системы дизельных двигателей может быть следствием многих причин. Быстро найти действительную причину неудовлетворительной работы топливной системы возможно лишь при соблюдении определенной последовательности в отыскании неисправности и использовании оборудования, позволяющего найти неисправность с наименьшими затратами труда и средств.

В настоящее время в составе стенда КАД-300, КАД-400 выпускается накладной датчик давления К296.04.00 (базовый). Датчик выполняется из двух частей корпуса 1 и 4, подвижных относительно оси 2. В углублениях подвижных частей корпуса расположены пьезоэлементы из поливинилдефторидной пленки 6. Электрическими выводами датчика являются контакты 3 и топливопровод высокого давления, на который устанавливается датчик (рис. 2.28). Датчик закрепляется на топливопроводе с помощью зажима 5 и рычага 7, применение которого увеличивает надежность крепления на топливопровод. Однако конструкция крепления датчика не позволяет быстро установить его в условиях ограниченного доступа к топливопроводу высокого давления.

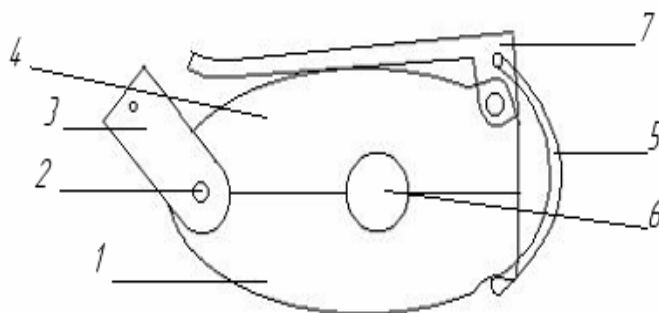


Рис. 2.28. Базовый датчик давления

Для снижения трудоемкости данной операции предлагается изменить конструкцию крепления датчика на эксцентриковый (рис. 2.29). Датчик выполняется из двух частей корпуса 7 и 10, подвижных относительно оси 3. В углублениях подвижных частей корпуса расположены пьезоэлементы из поливинил-дефторидной пленки 9. На корпусе закреплены плечи 1 и 5. Электрическими выводами датчика являются контакт 6 и топливопровод высокого давления, на который устанавливается датчик. Для установки датчика на топливопровод в корпусе имеется отверстие, соответствующее диаметру топливопровода. Датчик закрепляется на топливопроводе с помощью скобы 2, эксцентрика 4 и рычага 8.

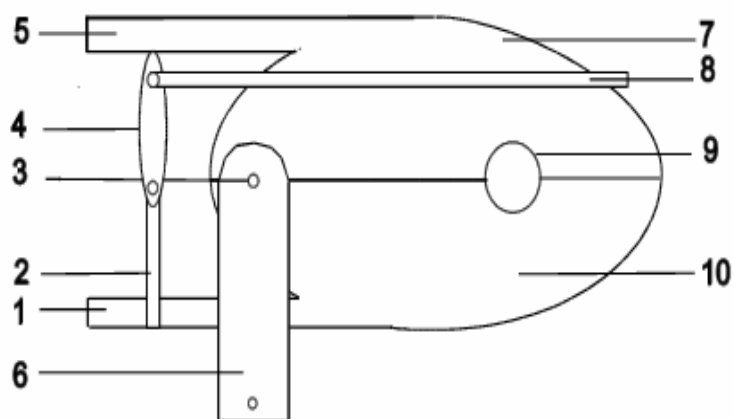


Рис. 2.29. Эксцентриковый

Применение предложенного крепления датчика позволит снизить трудоемкость на установку и снятие предлагаемого датчик, облегчить работу оператора. Тем самым увеличиваем производительность работы оператора.

Более тщательный анализ предложенной конструкции позволяет сделать вывод о необходимости дальнейшего совершенствования крепления датчика на топливопроводе. Наиболее рациональным представляется пружинный зажим (рис. 2.30), который выполняется из двух частей корпуса 6 и 7, подвижных относительно оси 3. В углублениях подвижных частей корпуса расположены пьезоэлементы из поливинил-дефторидной пленки. На корпусе закреплены плечи 2 и 5. Электрическими выводами датчика являются контакт 1 и топливопровод высокого давления, на который устанавливается датчик. Для установки датчика на топливопровод в корпусе имеется отверстие, соответствующее диаметру топливопровода. Датчик закрепляется на топливопроводе с помощью пружины 4. Пружинный зажим позволит снизить время на снятие и установку датчика. Для уменьшения массы и усилия на плечи датчика предлагается выполнять зажим в виде пластинчатой пружины.

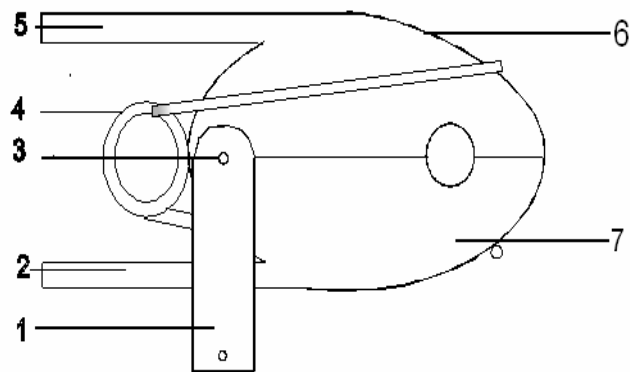


Рис. 2.30. Пружинный датчик

Для снижения трудоемкости данной операции предлагается изменить конструкцию крепления датчика. Датчик (рис. 2.31) выполняется из двух частей корпуса 7 и 10, подвижных относительно оси 3. В углублениях подвижных частей корпуса расположены пьезоэлементы из поливинилдефторидной пленки 9. На корпусе закреплены плечи 1. Электрическими выводами датчика являются контакт 6 и топливопровод высокого давления, на который устанавливается датчик. Для установки датчика на топливопровод в корпусе имеется отверстие, соответствующее диаметру топливопровода. Датчик закрепляется на топливопроводе с помощью пружинного зажима, а затем поджимается скобой 2, эксцентриком 4 и рычагом 8.

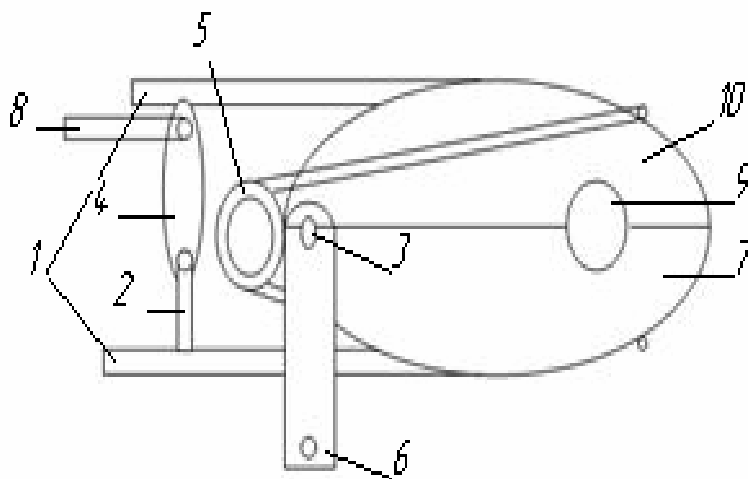


Рис. 2.31. Датчик давления с измененной конструкцией

В современном мире происходит тенденция к увеличению числа датчиков, сигнализирующих о той или иной неисправности. Важно понимать, что быстро найти причину при срабатывании такого датчика без частичной разборки или с наименьшими трудовыми затратами возможно только с применением технологически совершенных средств диагностирования. Но в настоящее время стоимость такого оборудования достаточно дорога, поэтому рациональным решением будет создание усовершенствованного дат-

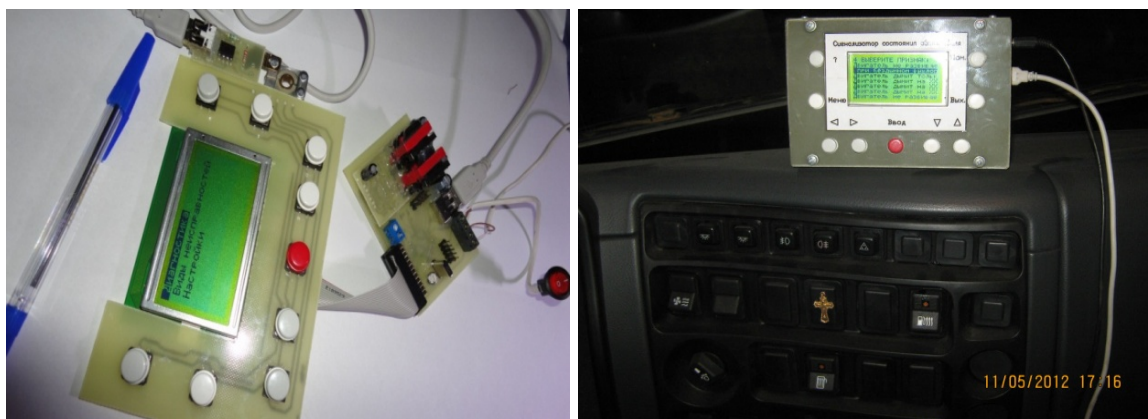
чика на базе существующего аналога. Применение предложенного крепления датчика позволит снизить трудоемкость на установку и снятие предлагаемого датчика, облегчить работу оператора.

Обработка и вывод сигнала от датчика выполнялся с помощью встроенной системы диагностирования (рис. 2.32, 2.33).



Рис. 2.32. Датчики давления топлива с пружинным и эксцентриковым зажимом

а



б

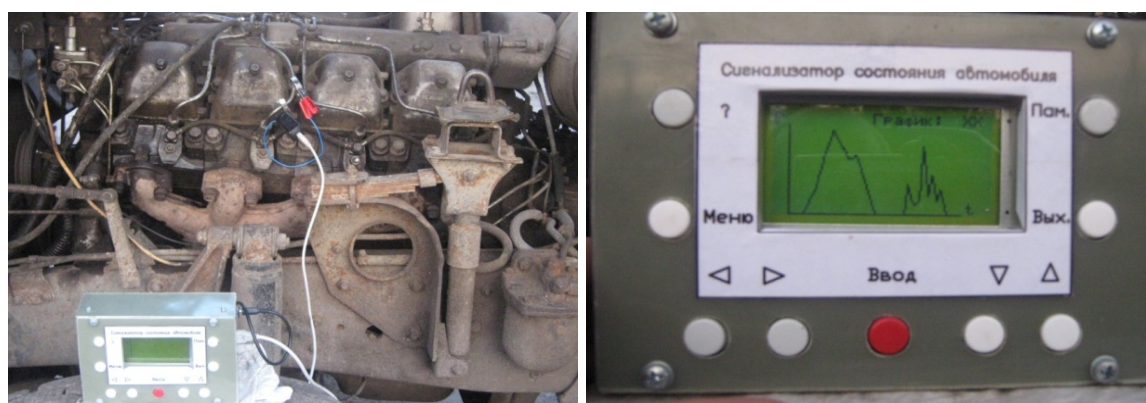


Рис. 2.33. Внутренний и внешний вид встроенной системы диагностирования (а); внешний вид встроенной системы диагностирования (б)

Изготовление встроенной системы диагностирования (ВСД) с точки зрения мощности и выбора комплектующих элементов не имеет особых трудностей, так как программа обработки и алгоритма постановки диагноза не большая (1000 кбайт) и не содержит больших циклических расчетов.

Программное обеспечение состоит из двух программ, первая из которых, защита в микроконтроллер интерфейса и обеспечивает прием, передачу информации от датчиков на ВСД. Вторая запись данных в файл, и обработку, включая постановку диагноза.

Одним из важнейших показателей работы с системой диагностирования является трудоемкость операций подготовки системы к работе и сам процесс диагностирования дизеля. Трудоемкость установки датчика составляет 0,03 чел.-ч. Трудоемкость непосредственного диагностирования, как показали хронометражные измерения составляет 0,18 чел.-ч. Такая схема не требует особой квалификации от оператора, что делает диагностирование более эффективным. Таким образом, общая трудоемкость диагностирования составляет 0,21 чел.-ч, что составляет 12,6 чел.-мин.

Для контроля технического состояния подвижного состава в отрыве от производственной базы автотранспортного предприятия (АТП) предлагается внедрить диагностический прибор, устанавливаемый в автомобиле, работа которого основана на фиксации и анализе показателей автомобиля при использовании диагностирования.

Разработанное оборудование и программное обеспечение диагностирования – составные части системы встроенной системы диагностирования (ВСД), которая включает в себя целый комплекс модулей и блоков и производит диагностирование не отдельного узла или системы, а всех основных систем двигателя и автомобиля.

Для автомобиля КАМАЗ-4308 нами разработана встроенная система диагностирования (ВСД) (рис. 2.34), состоящая из существующей бортовой системы контроля (БСК), с программным модулем адаптера (рис. 2.35). ВСД рассчитана на подключение к электронному блоку управления ECU Cummins.

Бортовой компьютер (БК) позволяет отобразить различные параметры:

- Расход топлива: в движении / на стоянке / мгновенный.
- Расход топлива от включения зажигания (текущий цикл ВВЗ – "Вкл/Выкл Зажигания").
- Скорость автомобиля в текущей точке трека (это более точная величина, чем получаемая при усреднении с трекеров).
- Ускорение: разгон, торможение (рывок) – оценка стиля вождения (как водитель тормозит и разгоняется, как часто происходят "рывки" автомобиля).
- Обороты двигателя.

- Нагрузка на двигатель.
- Положение педали газа.
- Температура: охлаждающей жидкости / во впускном коллекторе.
- Давление наддува.
- Момент на валу.
- Ошибки, которые выдает ЭБУ (активные, неактивные).
- Устройства, обнаруженные в сети.

Диагностический сканер имеет следующие функциональные возможности:

- Работа по протоколу OBD-2.
- Считывание кодов неисправностей.
- Удаление кодов неисправностей.
- Вывод параметров реального времени.
- Вывод результатов внутренних тестов системы самодиагностики.
- Считывание VIN-кода (для автомобилей с 2004 г.в.).
- Расширенные функции (зависят от программного обеспечения).
- Версия прошивки микроконтроллера ELM: 1.4.

Технически возможно, а экономически целесообразно объединить бортовой компьютер и диагностический сканер в одно устройство, которое должно устанавливаться в салоне автомобиля на штатное место, предусмотренное для бортового компьютера.

Список контролируемых автосканером параметров узлов: аккумулятор, антиблокировочная система тормозов, аудио система, газоразрядная лампа, генератор, гидроусилитель руля, датчик угла поворота рулевого колеса, двери, двигатель, зеркала, иммобилайзер, климат-контроль, колеса, кондиционер, круиз-контроль, кузов, GPS -навигация, парктроник, пневматическая подвеска, подушки безопасности, приборная панель, радио, ручной тормоз, салон, сидения, телевизор, тормозная система, трансмиссия, тяги, центральный замок.

Предлагаемая встроенная система диагностирования предназначена для использования водителем автомобиля или механиком АТП и выдачи данных на ВСД или ЭВМ о работе и техническом состоянии автомобилей. Обеспечивается практически непрерывным контролем всех ответственных узлов по функциональным параметрам и обобщенным показателям работоспособности важнейших агрегатов. Позволяет выявлять предотказные состояния узлов, определяющих наибольшую частоту обращений в ремонтную зону АТП, а также снижение функциональных качеств, представляющих угрозу для безопасности движения. В частности контроль топливной экономичности, состояние аккумуляторной батареи, неравномерность действия тормозов и др.

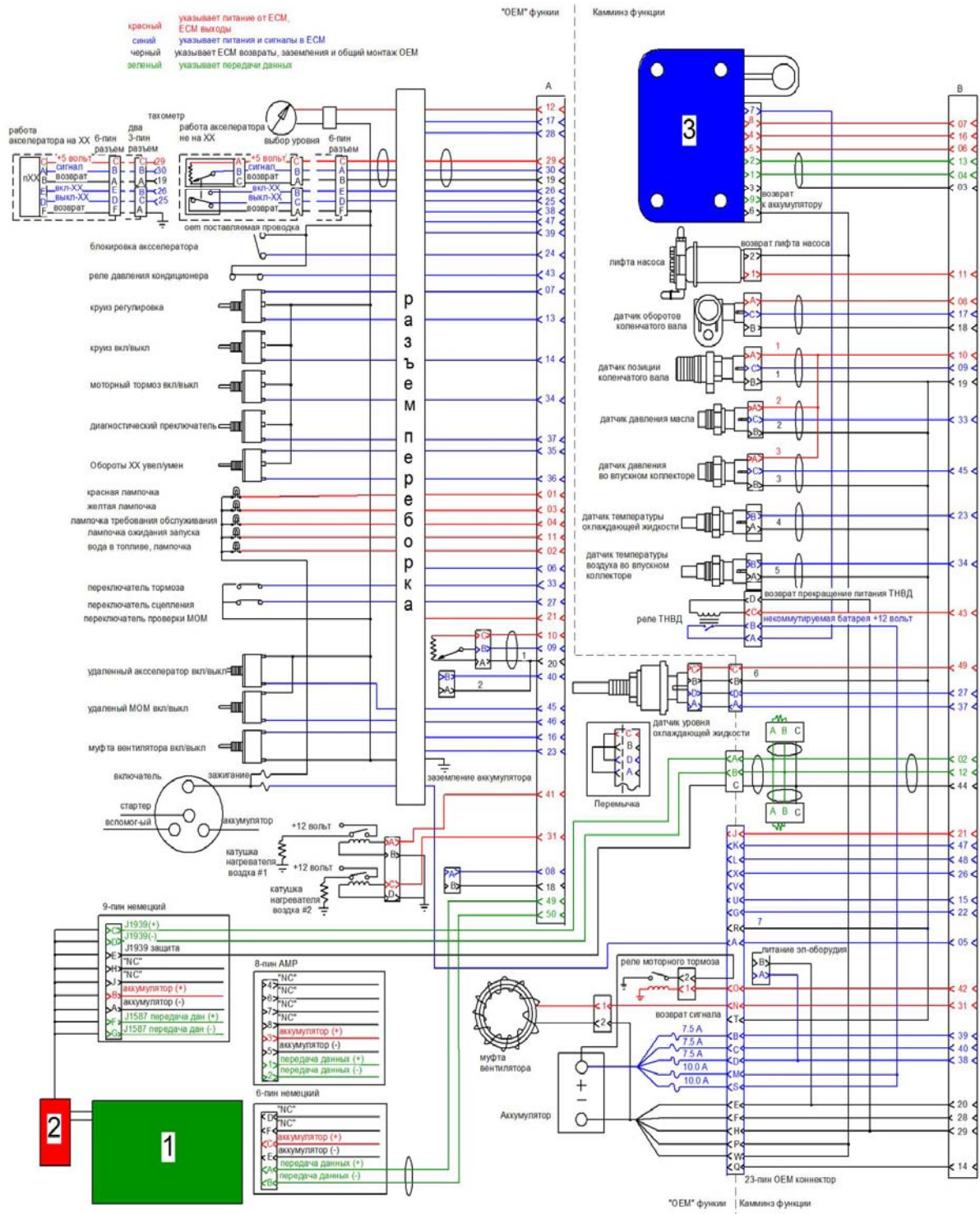


Рис. 2.34. Схема подключения встроенной системы диагностирования (1); адаптера (2) и электронного блока управления (3) к ECM Cummins KAMA3-4308

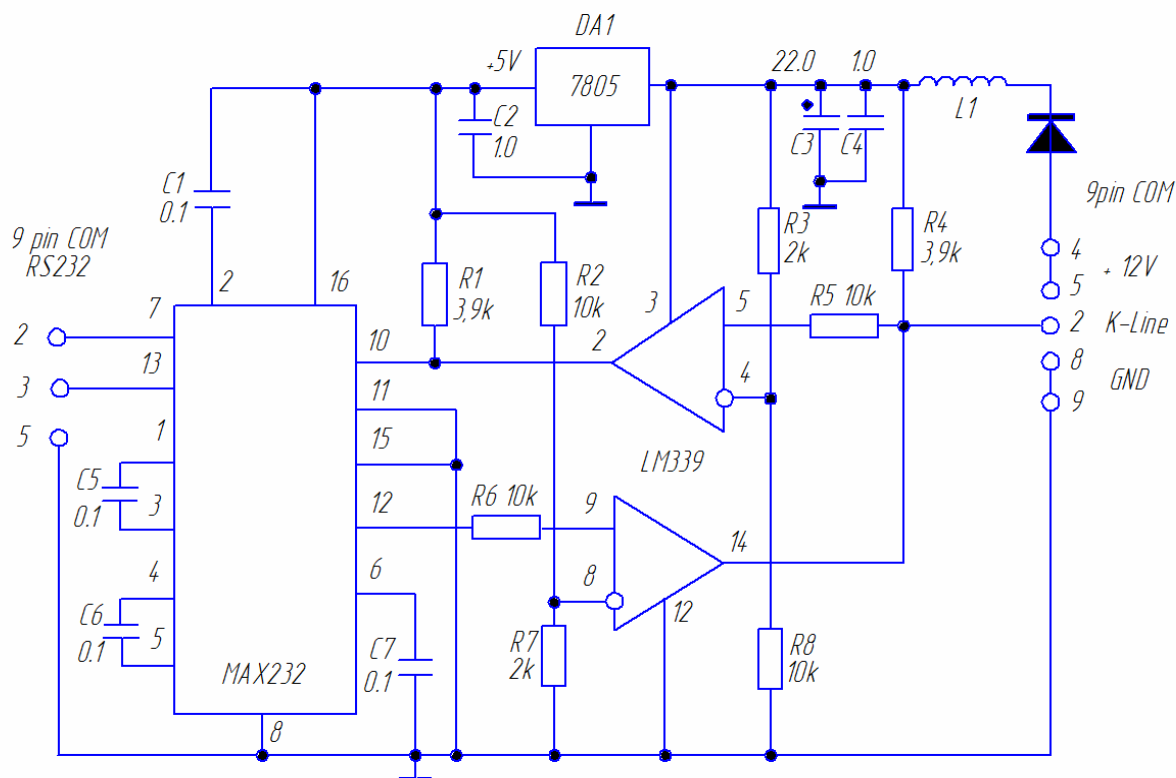


Рис. 2.35. Принципиальная схема адаптера

В режиме опроса позволяет выявить абсолютное большинство возможных неисправностей автомобиля. Его логическая схема представлена на рис. 2.36, а сам он имеет древовидное строение.

Из режима ВСД или при запуске системы выбирается режим автономного опроса к поиску неисправностей путём опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной работы двигателя или автомобиля наиболее характерные признаки, которые он заметил на своём автомобиле. Далее приводится один из возможных путей формирования заявки о неисправности (рис. 2.37–2.41).

Для перемещения по меню используются "стрелки", выбор позиций осуществляется нажатием клавиши "Space". Переход к следующему меню в древовидной структуре осуществляется нажатием клавиши "ДАЛЕЕ".

Последовательность опроса по этим вопросам зависит от частоты появления признаков и составляется на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации. На основании полученной информации на этом этапе определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

По завершении этапа выбора качественных признаков в системе происходит просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

После определения качественного признака следует определить причину неисправности. Система в диалоге проводит опрос пользователя о том, какая наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как он заметил появление качественного признака, какие работы выполнял, какие ещё сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. На этом этапе взаимодействие пользователя с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов системы и выбором им вариантов ответа в меню различных типов.

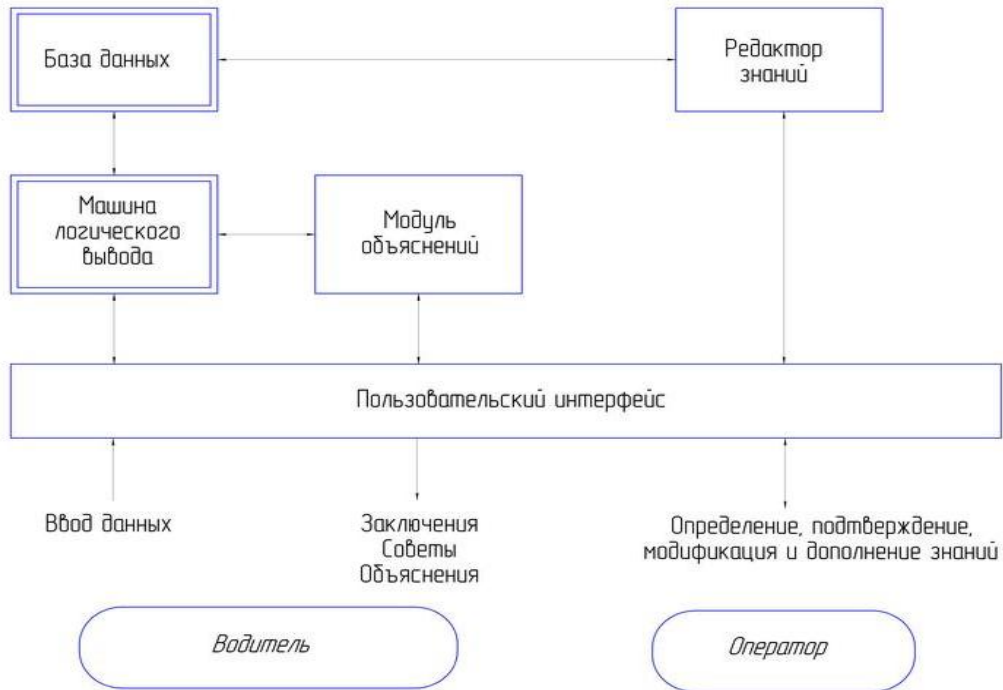


Рис. 2.36. Логическая схема программы

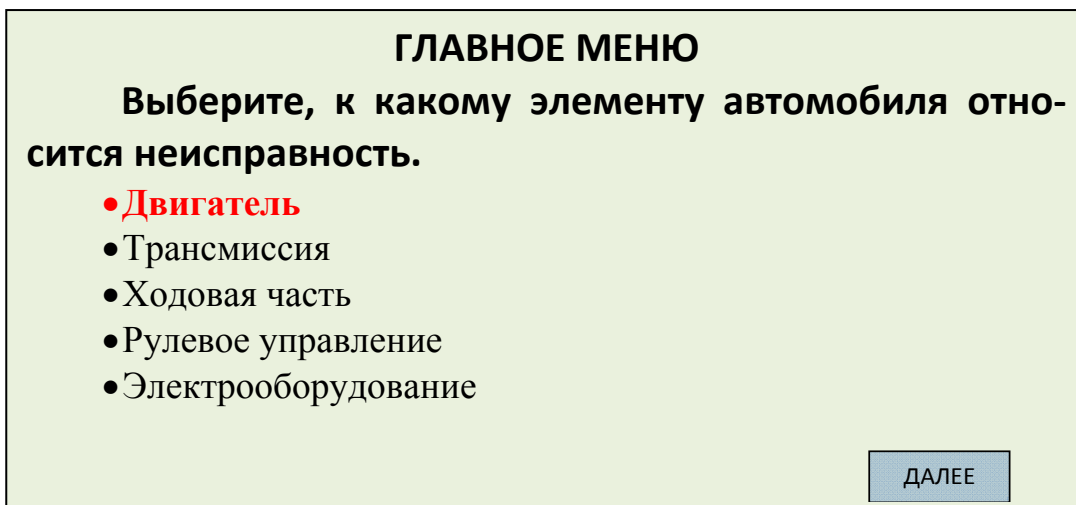


Рис. 2.37. Главное меню

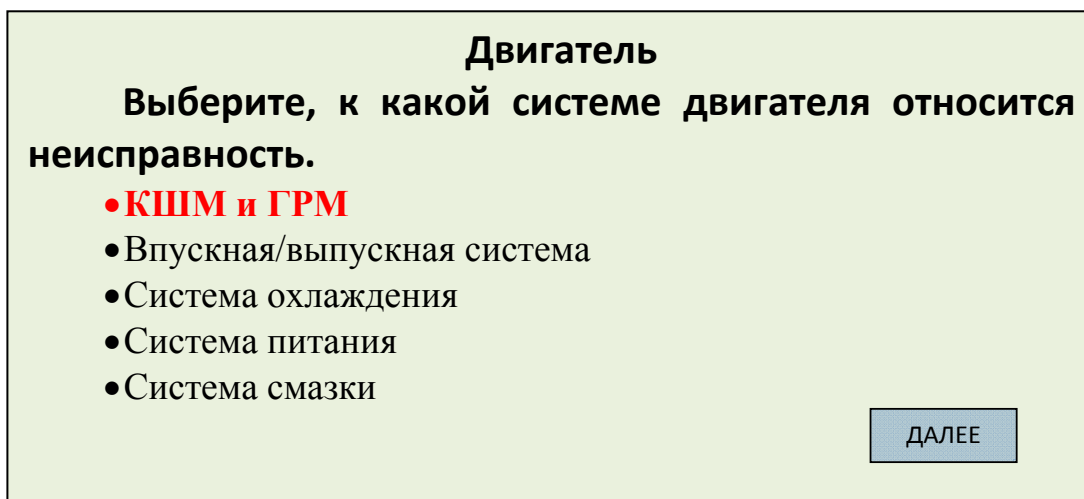


Рис. 2.38. Выбор системы узла автомобиля

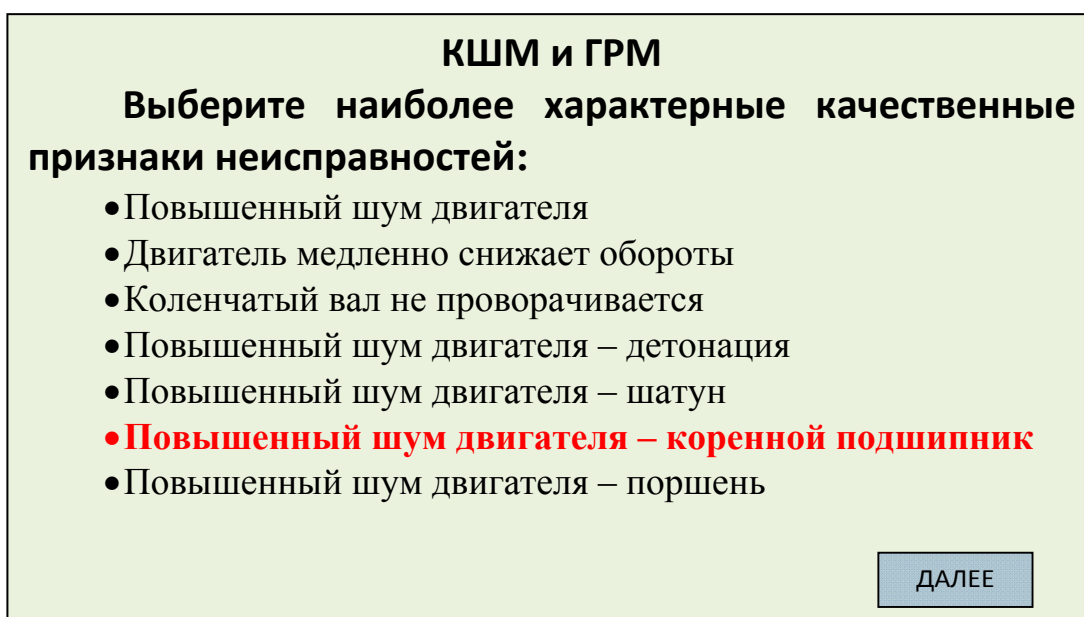


Рис. 2.39. Выбор характерного признака автомобиля

На рисунках приводится один из возможных вопросов, предъявляемых системой пользователю при поиске неисправности на втором этапе.

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на вопросы, можно принять диагностическое решение. Диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию и формирует гипотезы о неисправностях. По завершении определяется вероятная причина неисправности:

Повышенный шум двигателя – коренной подшипник.

Наиболее вероятные причины неисправностей:

- Уровень масла ниже нормы
- Разжиженное или разбавленное масло
- Давление масла ниже нормы
- **Ослабление, износ или неправильная затяжка болтов коренных подшипников**
 - Ослабление затяжки или повреждение болтов крепления маховика
 - Шейки коленчатого вала повреждены или имеют овальную форму
 - Повреждение или износ коренных подшипников или установка несоответствующих коренных подшипников
 - Электронные коды неисправностей в активном состоянии или большое количество пассивных кодов неисправности

ДАЛЕЕ

Рис. 2.40. Выбор характерного признака автомобиля

Взаимодействие пользователя с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. Например, выбор режима частоты вращения коленчатого вала. При этом пользователю доступна инструкция о технологии проведения проверки. По результату проверки пользователь выбирает вариант ответа в меню. Работа системы заканчивается рекомендациями по устранению неисправности.

После обнаружения неисправности система предлагает пользователю решить вопрос о продолжении поиска. Если обнаруженная неисправность оказалась ошибочной или после восстановления неисправности работа двигателя не нормализовалась, рекомендуется продолжить поиск.

Ослабление, износ или неправильная затяжка болтов коренных подшипников.

Проверить моменты затяжки болтов коренного подшипника. Проверить болты на отсутствие износа.

ГОТОВО

Рис. 2.41. Выбор характерного признака автомобиля

В случае недостатка знаний для поиска неисправностей или при поступлении от пользователя некорректной информации, система предлагает выйти в операционную систему или начать поиск заново.

Ухудшение технического состояния автотранспортных средств является причиной дорожно-транспортных происшествий и дорожных отказов. Более частому проведению диагностирования препятствуют ограничения экономического характера. Кроме того, значительная доля парка эксплуатируется без диагностирования, нередко в отрыве от автотранспортного предприятия, в мелких ведомственных и личных плохо оснащенных гаражах.

Диагностирование только внешними средствами не обеспечивает предотвращение эксплуатации автомобилей с неисправностями, аварийных дорожных отказов, оптимизации выбора режима движения и проведения ТО и ТР. Оно не устраняет накопление неисправностей на межконтрольном пробеге, так в среднем более 20 % парка эксплуатируется с такими неисправностями. Применение встроенного диагностирования, а также вероятностного и логического метода поиска неисправностей позволит снизить количество отказов автомобилей на линии и использовать такие средства для группы автомобилей.

В качестве выбранного объекта исследований рассматривается топливная система и дизельный двигатель автомобиля, устанавливаемый на грузовых автомобилях КАМАЗ Российского производства.

Принципиальная схема топливной системы включает в себя блок топливный бак, топливопроводы низкого давления, фильтр грубой очистки, топливоподкачивающий насос, фильтры тонкой очистки топлива и топливная система высокого давления.

К основным элементам топливной системы высокого давления относятся:

- ✓ топливный насос высокого давления (ТНВД);
- ✓ топливопроводы высокого давления;
- ✓ форсунки.

Указанные элементы обеспечивают систему подачей топлива в цилиндры двигателя, что способствует при правильной регулировке подавать топливо в необходимые моменты по времени и продолжительности подачи топлива (количества подаваемого топлива).

Элементы ТНВД включают в себя:

- корпус;
- кулачковый вал;
- прецезионную пару;
- подпружиненный клапан;

Элементы форсунки включают в себя:

- корпус;
- иглу;
- пружину;

Данные устройства обеспечивают работу двигателя на необходимых режимах в процессе работы автомобиля.

С теоретической точки зрения топливная система представляет собой совокупность последовательно соединенных элементов, отказ одного из которых способен привести к неисправности или полному отказу всей системы.

При отказе одного или нескольких элементов приводит к нарушению работы всей системы с заданными характеристиками и параметрами. При этом автомобиль может сохранить способность к движению при нарушенных параметрах топливной экономичности, экологичности, мощности и других, что равносильно отказу всей системы.

Анализ статистических данных по отказам элементов автомобилей КАМАЗ при эксплуатации автомобилей в условиях России.

В процессе проведения экспериментальных исследований по сбору статистического материала по отказам элементов автомобилей КАМАЗ, кроме отказов по двигателю, рассматривались отказы по трансмиссии, ходовой части, тормозной системе, рулевому управлению и электрооборудованию.

Для анализа были взяты автомобили с пробегом до 400000 километров пробега.

Среди всех вышедших из строя элементов отказы по двигателю, трансмиссии, ходовой части, тормозной системе, рулевому управлению и электрооборудованию распределились следующим образом: двигатель – 39 %, трансмиссия – 18 %, электрооборудование – 9 %, тормозная система – 16 %, рулевое управление – 3 %, гидравлическая система — 6 %, кузов – 1 %.

Собранные статистические материалы позволили выявить, что значительная часть отказов, по своим проявлениям диагностическим показателям указывает на отказы и неисправности в системе высокого давления подачи топлива. Вместе с тем более детальная обработка материалов и проведенные работы по диагностированию и выявлению причин неисправностей позволила сделать заключение, что 39 % отказов действительно относятся к отказам по двигателю, а 38,5 % из них – отказы и неисправности в системе высокого давления подачи топлива.

Так, например, практика работы с автомобилями КАМАЗ позволила выявить, что частый ремонт ТНВД приводит к выходу из строя трубопровода высокого давления около 7 %. Однако эти неисправности устраняют-

ся небольшими разборочно-сборочными работами и не требуют технических воздействий на топливную систему высокого давления.

Отказы по ходовой части в очень большой степени связаны с условиями эксплуатации и пробегом автомобилей. Анализ отказов и их распределение по элементам ходовой части позволили выявить, что около 50 % отказов приходится на неисправности, связанные с выходом из строя задних рессор и реактивных штанг; по 10 % – выход из строя балки передней оси, амортизаторы передней оси, и 20 % передних рессор.

Учитывая, что количество отказов возрастает с увеличением пробега автомобиля с начала эксплуатации, был проведен специальный анализ имеющихся статистических данных, который позволил установить зависимость нарастания отказов от года эксплуатации автомобиля и пробега. Исходные данные были получены в результате обработки статистической информации, собранной в Пензе и Рязани.

Анализ отказов трансмиссии дал возможность получить их распределение. При этом в процессе эксплуатации автомобилей наиболее часто наблюдаются отказы межосевого карданного вала (36,4 %), синхронизаторов делителя, главная передача среднего моста (по 18,2 %).

Далее на третьей позиции по количеству отказов соответствующему 9,1 % приходится на привод спидометра, пневмогидроусилитель, подшипник выжимной. Обычно наибольшее их количество (2/3) вызвано работой в тяжелых условиях эксплуатации.

Тормозная система у большинства грузовых автомобилей пневматическая, тем не менее наибольшее количество отказов по 23,5 % приходится на тормозные накладки, 17,6 % приходится на компрессор двухцилиндровый. По 11,8 % выходов из строя приходится на тормозной барабан разжимные кулаки и энергоаккумулятор. Кронштейн энергоаккумулятора, трубопроводы, главный тормозной кран и опорный диск суппорта дают по 7,1 % отказов.

Отказы и их распределение по элементам электрооборудования позволили выявить, что по 25 % отказов приходится на неисправности, связанные с выходом из строя генераторов, стартера, проводки рамной, электромотора отопления кабины.

Анализ отказов гидравлического привода подъемом кузова показал, что в процессе эксплуатации автомобилей наиболее часто наблюдаются отказы Насоса НШ-32 (80 %), и 20 % приходится на выход из строя цилиндра гидроподъемника.

С целью получения дополнительной информации об отказах систем управления работой двигателями и уточнения исходных статистических материалов, вторая часть экспериментальных исследований проводилась в фирменных сервисных центрах технического обслуживания автомобилей КАМАЗ.

Эксплуатируемые в Пензе и Рязани грузовые автомобили проходят работы по техническому обслуживанию, диагностированию и ремонту на автотранспортных предприятиях.

Вместе с тем, при выполнении исследований необходимо было провести изучение отказов элементов топливной системы и выявить основные причины их возникновения. В связи с изложенным, для выполнения работы потребовалось сбор статистических данных по отказам и неисправностям элементов дизельных топливных систем автомобилей КамАЗ и МАЗ при их эксплуатации в различных условиях.

Цель проведения экспериментальных исследований преследовала выявление наиболее слабых элементов дизельных топливных систем, определения их среднего ресурса в эксплуатации и степени влияния на работоспособность всей системы, разработку мероприятий по выявлению и отказов при эксплуатации.

Дополнительно при выполнении исследований необходимо было провести сравнение статистических материалов при эксплуатации автомобилей в различных условиях.

В ходе эксперимента было важно учесть климатические условия, обеспеченность сервисных предприятий достаточным технологическим оборудованием и квалифицированным ремонтным персоналом. По этим причинам для экспериментальных исследований поставлена задача о проведении эксплуатационных исследований на автотранспортных предприятиях Пензы и Рязани.

В начальный период при проведении экспериментальных исследований в качестве объекта принята дизельная топливная аппаратура грузовых автомобилей российского и белорусского производств КамАЗ и МАЗ.

Наиболее важной особенностью дизельной аппаратуры является зависимость от качества топлива. В связи с этим, при проведении экспериментальных исследований по сбору статических данных об отказах элементов дизельной аппаратуры необходимо было рассматривать конструкции использующихся в настоящее время на автомобилях. Конструктивно системы питания дизелей выполняются по одной из четырех схем, причем расположить их по степени совершенства можно следующим образом:

1. Системы разделенного типа с многоплунжерным ТНВД, Евро 0, I, II.
2. Системы разделенного типа с распределительным ТНВД, с применением топливной рампы высокого давления – "Common rail", Евро I, II, III.
3. Системы на основе насос-форсунок, Евро II, III.
4. Системы на основе форсунок с индивидуальными топливными насосами, Евро II, III.

Анализ парка дизелей в нашей стране, показывает, что подавляющее большинство они оборудованы системами старого образца, более того, новые грузовые автомобили, выпускаемые в нашей стране, оборудуются ме-

ханическими многоплунжерными ТНВД и позволяют выполнять нормы токсичности Евро I, II.

По этим причинам в процессе сбора статистических материалов потребовалось анализировать топливную систему в целом и учитывать конструкционные различия между ними. При этом объект исследований (топливная система) рассматривалась как система, состоящая из самого ТНВД и его устройств, представляющих прецизионные пары и исполнительные устройства.

С целью получения наибольшего объема информации об исследуемых объектах дизельной топливной системы грузовых автомобилей) методикой исследований предполагалось провести изучение всех обращений на АТП по грузовым автомобилям российского производства при отказах элементов дизельной топливной системы.

Методика исследований предполагала регистрацию моделей автомобилей, моделей (типов) двигателей, года выпуска автомобилей, пробега начала эксплуатации, характеристик проявления отказов при эксплуатации, определение возможных причин появления отказов, а также дополнительных данных, позволяющих дать углубленную характеристику выявленному отказу элементов дизельной топливной системы.

Методика экспериментальных исследований должна была также выявить особенности в отказах элементов дизельной топливной системы при эксплуатации автомобилей в условиях России.

Для получения данных в сервисных предприятиях России данные по двум АТП) были разработаны специальные формы, в которые автором данной работы и операторами – диагностами АТП вносились все данные и характеристики по обслуживаемым автомобилям и их отказам.

При получении данных по отказам на СТОА в Рязани использовалась компьютерная база данных по автомобилям, данные технического осмотра автомобилей и научные отчеты государственных научных организаций по неисправностям автомобилей в процессе эксплуатации.

Методика должна была выявить отказы по всем элементам дизельной топливной системы, их датчикам и исполнительным устройствам для всех разновидностей применяемых топливных систем.

К рассмотрению принимались только автомобили АТП (без учета восстановления отказов в ремонтных мастерских), поэтому основная выборка автомобилей составлена из подвижного состава, выпущенного в 1992 – 1999 годах.

В процессе проведения экспериментальных исследований по сбору статистического материала по отказам дизельной топливной системы и их элементов на грузовых автомобилях КамАЗ было обследовано 12 автомобилей КамАЗ.

Собранные статистические материалы позволили выявить, что значительная часть отказов, по своим проявлениям диагностическим показате-

лям указывает на отказы и неисправности в ТНВД. Вместе с тем более детальная обработка материалов и проведенные работы по диагностированию и выявлению причин неисправностей позволила сделать заключение, что 20 % отказов действительно относятся к отказам ТНВД.

Анализ статистических материалов по выполненным в Пензе и Рязани исследованиям позволил установить, что характер большинства отказов и неисправностей по системе питания двух моделей грузовых автомобилей близок между собой, количественные характеристики отказов сопоставимы.

В процессе проведения экспериментальных исследований по сбору статистического материала по отказам дизельной топливной системы и их элементов на грузовых автомобилях КамАЗ было обследовано 12 автомобилей КамАЗ.

Собранные статистические материалы позволили выявить, что значительная часть отказов, по своим проявлениям диагностическим показателям указывает на отказы и неисправности в ТНВД. Вместе с тем более детальная обработка материалов и проведенные работы по диагностированию и выявлению причин неисправностей позволила сделать заключение, что 20 % отказов действительно относятся к отказам ТНВД.

Анализ статистических материалов по выполненным в Пензе и Рязани исследованиям позволил установить, что характер большинства отказов и неисправностей по системе питания двух моделей грузовых автомобилей близок между собой, количественные характеристики отказов сопоставимы.

Результаты статистических данных показывают (табл. 2.1), что количество отказов у двух различных моделей автомобилей практически одинаков, и разница минимальна.

Т а б л и ц а 2 . 1

Отказы дизельной топливной системы.

| № п/п | | Процентное содержание отказа | |
|----------|------------------------------------|------------------------------|-----------|
| | | г. Пенза | г. Рязань |
| | | КАМАЗ | КАМАЗ |
| 1 | Топливный насос высокого давления: | | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 7 | 6,7 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 3 | 2,3 |
| 1.3 | пружина нагнетательного клапана | 3 | 2,3 |
| 1.4 | Нагнетательный клапан | 7 | 6,7 |
| 2 | Трубопровод высокого давления: | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 16 | 16,4 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 13 | 13,4 |
| 3.1 | Пружина | 11 | 11,2 |
| 3.2 | Игла | 12 | 11,9 |
| 3.3 | Крепление форсунки | 11 | 11,2 |
| 4. | прочее | 17 | 17,9 |

Основные отказы включают в себя топливный насос высокого давления, трубопровод высокого давления, форсунки, прочее.

При эксплуатации автомобилей в условиях Пензы и Рязани наибольшее количество отказов (рис. 2) приходится на топливные насосы высокого давления. На второй позиции по количеству – трубопровод высокого давления.

2.1.3. Анализ статистических данных по отказам элементов дизельной топливной системы при эксплуатации автомобилей МАЗ в условиях Пензы и Рязани

Экспериментальные исследования по сбору, анализу и обработке данных об отказах и неисправностях системы питания дизельным двигателем, выполненные в Пензе и Рязани позволили сделать ряд выводов, характеризующих особенность эксплуатации автомобилей в странах.

Данные табл. 2.2 указывают на несущественные различия в появлении отказов в процессе эксплуатации автомобилей в условиях Пензы и Рязани.

Т а б л и ц а 2 . 2

Отказы дизельной топливной системы.

| № п/п | | Процентное содержание отказа | |
|-------|-----------------------------------|------------------------------|-----------|
| | | г. Пенза | г. Рязань |
| | | МАЗ | МАЗ |
| 1 | Топливный насос высокого давления | | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 7 | 6,7 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 3 | 2,3 |
| 1.3 | Пружина нагнетательного клапана | 3 | 2,3 |
| 1.4 | Нагнетательный клапан | 7 | 6,7 |
| 2 | Трубопровод высокого давления | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 16 | 16,4 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 13 | 13,4 |
| 3 | Форсунки: | | |
| 3.1 | Пружина | 11 | 11,2 |
| 3.2 | Игла | 12 | 11,9 |
| 3.3 | Крепление форсунки | 11 | 11,2 |
| 4. | Прочее | 17 | 17,9 |

Следовательно, фактическое количество отказов и неисправностей в Пензы и Рязани примерно одинаковое.

Анализ условий хранения и пуска автомобилей в Пензе позволил установить следующие данные:

- 1) на открытых организованных стоянках – 85 %;
- 2) в закрытых неотапливаемых гаражах и боксах 15 %;

Анализ условий хранения и пуска автомобилей в Рязани позволил установить следующие данные:

- 1) на открытых организованных стоянках – 78 %;
- 2) в закрытых неотапливаемых зонах ТО и ТР 22 %;

В выполненных исследованиях получены пробеги, на которых происходили отказы элементов в процессе эксплуатации автомобилей КамАЗ (табл. 2.3) и МАЗ (табл. 2.4).

Т а б л и ц а 2 . 3

Характеристика отказов КАМАЗ, полученных в Пензе и Рязани

| № п/п | | Пробеги, на которых произошли отказы, тыс.км | |
|-------|-----------------------------------|---|---|
| | | г. Рязань | г. Пенза |
| | | КАМАЗ | КАМАЗ |
| 1 | Топливный насос высокого давления | | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 83,153,203,354,123,266,377 139,268,388, | 86,156,206,347,126,269, 380,142,272 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 81,150,205,260 | 83,152,207 |
| 1.3 | Пружина нагнетательного клапана | 86,152,204,288 | 88,153,206 |
| 1.4 | Нагнетательный клапан | 85,151,206,255,124,257, 378,162,271,379 | 87,153,207,256,126,259, 163,273,383 |
| 2 | Трубопровод высокого давления | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 205,377,388,309,271,207, 379,390,311,315,201,369, 389,301,316,204,371,387, 308,272,202,373,381 | 207,379,389,319,275,212, 383,394,314,325,210,373, 393,304,318,208,374,389, 310,274,206,374 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 205,377,388,309,209,199, 189,303,275,390,209,187, 381,315,380,199,185,300,275 | 208,378,380,319,209,214, 194,308,281,395,214,192, 386,321,385,204,190,305, |
| 3 | Форсунки | | |
| 3.1 | Пружина | 83,153,203,301,125,254,123, 256,377,125,270,79,81,150, 205,260, | 88,158,208,259,128,261, 382,130,275,84,85,155, 86,156,210. |
| 3.2 | Игла | 81,157,205,301,125,257, 378,388,303 | 86,162,210,306,125,262, 383,131,276,85,88,158, 132, 394,382,393 |
| 3.3 | Крепление форсунки | 79,150,203,256,125,258, 378,380,383,385,388,391, 82,393,85,87 | 85,156,208,261,130,263, 383,386,388,390,393, 396,87,398,90 |
| 4. | Прочее | 83,153,203,254,123,256, 377,125,270,79,85,87,205, 377,388,309,271,207,371, 379,311,315,272,316 | 88,158,208,259,128,261, 382,130,275,84,89,92,210, 382,392,314,277,211,376, 384,316,321,278 |

Таблица 2.4

Характеристика отказов МАЗ, полученных в Пензе и Рязани

| № п/п | | Пробеги, на которых произошли отказы, тыс.км | |
|----------|-----------------------------------|---|---|
| | | г. Пенза | г. Рязань |
| | | КАМАЗ | КАМАЗ |
| 1 | Топливный насос высокого давления | | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 83,153,203,354,123,266,377 139,268,388, | 86,156,206,347,126,269, 380,142,272 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 81,150,205,260 | 83,152,207 |
| 1.3 | Пружина нагнетательного клапана | 86,152,204,288 | 88,153,206 |
| 1.4 | Нагнетательный клапан | 85,151,206,255,124,257, 378,162,271,379 | 87,153,207,256,126,259, 163,273,383 |
| 2 | Трубопровод высокого давления | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 205,377,388,309,271,207, 379,390,311,315,201,369, 389,301,316,204,371,387, 308,272,202,373,381 | 207,379,389,319,275,212, 383,394,314,325,210,373, 393,304,318,208,374,389, 310,274,206,374 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 205,377,388,309,209,199, 189,303,275,390,209,187, 381,315,380,199,185,300, 275 | 208,378,380,319,209,214, 194,308,281,395,214,192, 386,321,385,204,190,305, |
| 3 | Форсунки | | |
| 3.1 | Пружина | 83,153,203,301,125,254,123, 256,377,125,270,79,81,150, 205,260, | 88,158,208,259,128,261, 382,130,275,84,85,155, 86,156,210. |
| 3.2 | Игла | 81,157,205,301,125,257, 378,388,303 | 86,162,210,306,125,262, 383,131,276,85,88,158, 132, 394,382,393 |
| 3.3 | Крепление форсунок | 79,150,203,256,125,258, 378,380,383,385,388,391, 82,393,85,87 | 85,156,208,261,130,263, 383,386,388,390,393, 396,87,398,90 |
| 4. | Прочее | 83,153,203,254,123,256, 377,125,270,79,85,87,205, 377,388,309,271,207,371, 379,311,315,272,316 | 88,158,208,259,128,261, 382,130,275,84,89,92,210, 382,392,314,277,211,376, 384,316,321,278 |

Выявленные отказы по автомобилям позволили получить закономерности распределения отказов по пробегам. При этом для элементов, отказы по которым имели небольшое количество, обработка информации велась в условиях ее недостатка. В результате выполненных расчетов для элементов топливной системы получены следующие показатели их надежностных характеристик (табл. 2.5–2.10).

Таблица 2.5

Отказы дизельной топливной системы

| № п/п | | Процентное содержание отказа | |
|-------|-----------------------------------|------------------------------|-----------|
| | | г. Пенза | г. Рязань |
| | | КАМАЗ | КАМАЗ |
| 1 | Топливный насос высокого давления | | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 7 | 6,7 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 3 | 2,3 |
| 1.3 | Пружина нагнетательного клапана | 3 | 2,3 |
| 1.4 | Нагнетательный клапан | 7 | 6,7 |
| 2 | Трубопровод высокого давления | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 16 | 16,4 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 13 | 13,4 |
| 3 | Форсунки | | |
| 3.1 | Пружина | 11 | 11,2 |
| 3.2 | Игла | 12 | 11,9 |
| 3.3 | Крепление | 11 | 11,2 |
| 4 | Прочее | 17 | 17,9 |

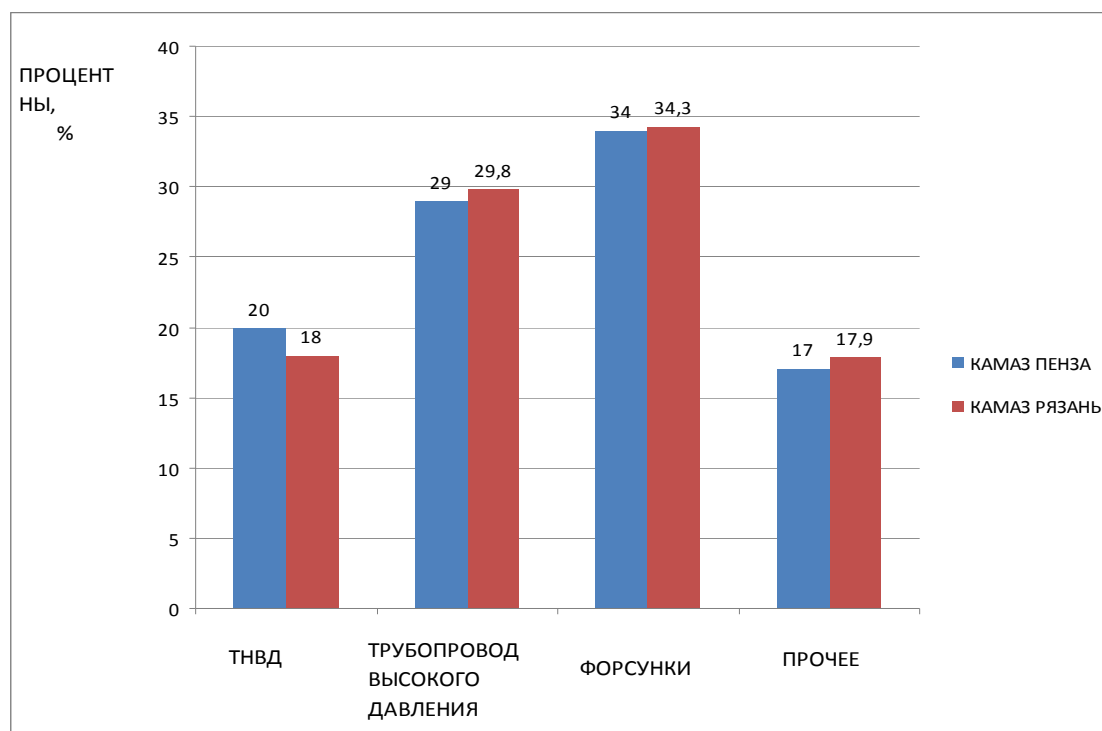


Рис. 2.42. Диаграмма основных неисправностей КАМАЗ

Таблица 2.6

Отказы дизельной топливной системы

| № п/п | | Процентное содержание отказа | |
|----------|-----------------------------------|------------------------------|-----------|
| | | г. Пенза | г. Рязань |
| | | МАЗ | МАЗ |
| 1 | Топливный насос высокого давления | | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 7 | 6,7 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 3 | 2,3 |
| 1.3 | Пружина нагнетательного клапана | 3 | 2,3 |
| 1.4 | Нагнетательный | 7 | 6,7 |
| 2 | Трубопровод высокого давления | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 16 | 16,4 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 13 | 13,4 |
| 3 | Форсунки | | |
| 3.1 | Пружина | 11 | 11,2 |
| 3.2 | Игла | 12 | 11,9 |
| 3.3 | Крепление форсунки | 11 | 11,2 |
| 4. | Прочее | 17 | 17,9 |

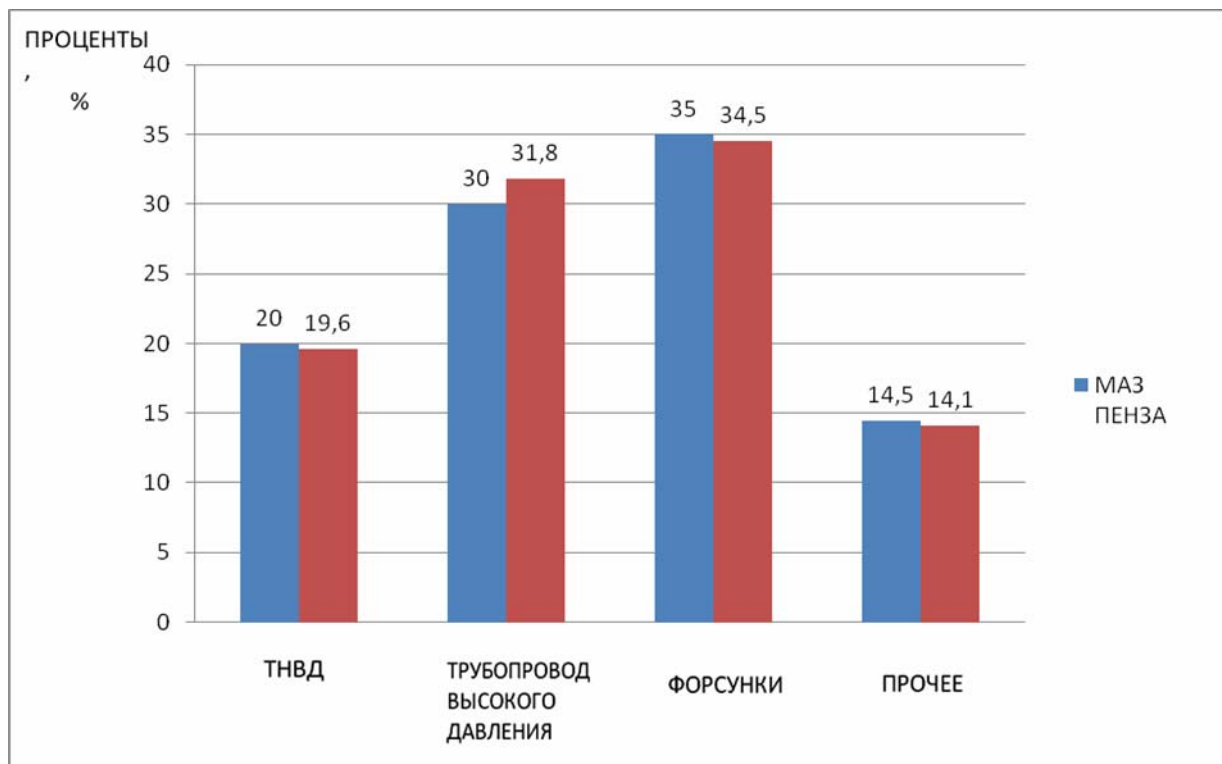


Рис. 2.43. Диаграмма основных неисправностей автомобиля МАЗ

Таблица 2.7

Показатели надежности элементов топливной системы КАМАЗ, г. Пенза

| № п/п | Наименование отказов | Средняя наработка на отказ, L, тыс.км | Среднеквадратичное отклонение σ тыс.км | Коэффициент вариации, v |
|-------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------|
| 1 | Топливный насос высокого давления | | | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 209,7 | 93 | 0,44 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 210,3 | 55 | 0,26 |
| 1.3 | Пружина нагнетательного клапана | 152 | 59,6 | 0,38 |
| 1.4 | Нагнетательный клапан | 210,7 | 93,1 | 0,44 |
| 2 | Трубопровод высокого давления | | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 316,1 | 59 | 0,18 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 282,2 | 111 | 0,39 |
| 3 | Форсунки | | | |
| 3.1 | Пружина | 179,3 | 85,3 | 0,47 |
| 3.2 | Игла | 223,3 | 116 | 0,52 |
| 3.3 | Крепление форсунки | 267,6 | 137 | 0,51 |
| 4. | Прочее | 244 | 97 | 0,39 |

Таблица 2.8

Показатели надежности элементов топливной системы МАЗ, г. Пенза

| № п/п | Наименование отказов | Средняя наработка на отказ, L, тыс.км | Среднеквадратичное отклонение σ , тыс.км | Коэффициент вариации, v |
|-------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------|
| 1 | Топливный насос высокого давления | | | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 210,2 | 101 | 0,48 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 142 | 68,1 | 0,47 |
| 1.3 | Пружина нагнетательного клапана | 144,6 | 58,7 | 0,4 |
| 1.4 | Нагнетательный клапан | 201,8 | 96,3 | 0,47 |
| 2 | Трубопровод высокого давления | | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 307,9 | 61 | 0,19 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 277,3 | 115 | 0,41 |
| 3 | Форсунки | | | |
| 3.1 | Пружина | 172,9 | 78,1 | 0,45 |
| 3.2 | Игла | 203,8 | 106 | 0,52 |
| 3.3 | Крепление форсунки | 270 | 88 | 0,32 |
| 4. | Прочее | 229,8 | 82 | 0,35 |

Таблица 2.9

Показатели надежности элементов топливной системы КАМАЗ Рязань

| № п/п | Наименование отказов | Средняя наработка на отказ L , тыс.км | Среднеквадратичное отклонение σ , тыс.км | Коэффициент вариации v |
|-------|-----------------------------------|---|---|--------------------------|
| 1 | Топливный насос высокого давления | | | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 192,3 | 110 | 0,57 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 175 | 59 | 0,33 |
| 1.3 | Пружина нагнетательного клапана | 182,2 | 90 | 0,49 |
| 1.4 | Нагнетательный клапан | 175,1 | 98 | 0,56 |
| 2 | Трубопровод высокого давления | | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 314 | 56,7 | 0,18 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 277 | 78,5 | 0,28 |
| 3 | Форсунки | | | |
| 3.1 | Пружина | 181,1 | 87,1 | 0,48 |
| 3.2 | Игла | 223,5 | 109 | 0,49 |
| 3.3 | Крепление форсунки | 251,4 | 133 | 0,53 |
| 4. | Прочее | 268,7 | 109 | 0,4 |

Таблица 2.10

Показатели надежности элементов топливной системы МАЗ Рязань

| № п/п | Наименование отказов | Средняя наработка на отказ L , тыс.км | Среднеквадратичное отклонение σ , тыс.км | Коэффициент вариации v |
|-------|-----------------------------------|---|---|--------------------------|
| 1 | Топливный насос высокого давления | | | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 206,5 | 79 | 0,38 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 174 | 65 | 0,37 |
| 1.3 | Пружина нагнетательного клапана | 182,2 | 57 | 0,31 |
| 1.4 | Нагнетательный клапан | 181,2 | 103 | 0,5 |
| 2 | Трубопровод высокого давления | | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 206,8 | 70 | 0,22 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 253 | 59 | 0,23 |
| 3 | Форсунки | | | |
| 3.1 | Пружина | 175,3 | 91 | 0,52 |
| 3.2 | Игла | 207,5 | 95 | 0,45 |
| 3.3 | Крепление форсунки | 283,6 | 117 | 0,41 |
| 4. | Прочее | 236,3 | 95 | 0,4 |

Средняя наработка на отказ:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

Среднеквадратичное отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

Коэффициент вариации:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}}.$$

Как видно из приведенных выше данных о надежности работы элементов топливной системы при в Пензе и Рязани, показатели закономерностей распределения отказов указывает, что не все из них могут быть описаны нормальным законом распределения.

В результате проведенных исследований по сбору статистической информации об отказах элементов дизельной топливной системы грузовых автомобилей КамАЗ и МАЗ, получены данные о средней наработке на отказ каждого из элементов; проведено сравнение результатов, собранных в Пензе и Рязани.

Установлена доля отказов каждого из элементов дизельной топливной системы, что в дальнейшем может быть использовано для нормирования потребности в запасных частях для обеспечения работоспособности системы.

Установлено, что существуют основные отказы: топливный насос высокого давления, трубопровод высокого давления, форсунки, прочее.

С использованием статистических данных определена зависимость ухудшения показателей, работоспособности системы питания дизельного двигателя.

Стоимость выполнения контрольно-диагностических работ с возрастанием пробега автомобиля также как и стоимость устранения отказа возрастает.

В процессе проведения экспериментальных исследований по сбору статистического материала по отказам элементов автомобилей КАМАЗ, кроме отказов по двигателю, рассматривались отказы по трансмиссии, ходовой части, тормозной системе, рулевому управлению и электрооборудованию. В качестве выбранного объекта исследований рассматривается топливная система и дизельный двигатель автомобиля, устанавливаемый на грузовых автомобилях КАМАЗ.

Собранные статистические материалы позволили выявить, что значительная часть отказов, по своим проявлениям диагностическим показателям указывает на отказы и неисправности в системе высокого давления подачи топлива. Вместе с тем более детальная обработка материалов и проведенные работы по диагностированию и выявлению причин неисправностей позволила сделать заключение, что 27 % отказов действительно относятся к отказам по двигателю, а 61,5 % из них – отказы и неисправности в системе высокого давления подачи топлива.

Так, например, практика работы с автомобилями КАМАЗ позволила выявить, что частый ремонт топливного насоса высокого давления ТНВД приводит к выходу из строя трубопровода высокого давления около 15 %. Однако эти неисправности устраняются небольшими разборочно-сборочными работами и не требуют технических воздействий на топливную систему высокого давления.

Учитывая, что количество отказов возрастает с увеличением пробега автомобиля с начала эксплуатации, был проведен специальный анализ имеющихся статистических данных, который позволил установить зависимость нарастания отказов от года эксплуатации автомобиля и пробега. Исходные данные были получены в результате обработки статистической информации, собранной в г. Пензе и г. Рязани.

Эксплуатируемые грузовые автомобили проходят работы по техническому обслуживанию на автотранспортных предприятиях.

Вместе с тем, при выполнении исследований необходимо было провести изучение отказов элементов топливной системы и выявить основные причины их возникновения. В связи с изложенным, для выполнения работы потребовалось сбор статистических данных по отказам и неисправностям элементов дизельных топливных систем автомобилей КАМАЗ при их эксплуатации в различных условиях.

Цель проведения экспериментальных исследований преследовала выявление наиболее слабых элементов дизельных топливных систем, определения их среднего ресурса в эксплуатации и степени влияния на работоспособность всей системы, разработку мероприятий по выявлению и отказов при эксплуатации.

Дополнительно при выполнении исследований необходимо было провести сравнение статистических материалов при эксплуатации автомобилей в различных условиях.

В ходе эксперимента было важно учесть климатические условия, обеспеченность сервисных предприятий достаточным технологическим оборудованием и квалифицированным ремонтным персоналом. По этим причинам для экспериментальных исследований поставлена задача о проведении эксплуатационных исследований на автотранспортных предприятиях.

В начальный период при проведении экспериментальных исследований в качестве объекта принята дизельная топливная аппаратура грузовых автомобилей российского производства КАМАЗ.

Наиболее важной особенностью дизельной аппаратуры является зависимость от качества топлива. В связи с этим, при проведении экспериментальных исследований по сбору статических данных об отказах элементов дизельной аппаратуры необходимо было рассматривать конструкции использующихся в настоящее время на автомобилях. Конструктивно системы питания дизелей выполняются по одной из четырех схем: Системы разделенного типа с многоплунжерным ТНВД; Системы разделенного типа с распределительным ТНВД, с применением топливной рампы высокого давления – "Common rail"; Системы на основе насос-форсунок; Системы на основе форсунок с индивидуальными топливными насосами.

Анализ парка дизелей в нашей стране, показывает, что подавляющее большинство они оборудованы системами старого образца, более того, новые грузовые автомобили, выпускаемые в нашей стране, оборудуются механическими многоплунжерными ТНВД и позволяют выполнять нормы токсичности Евро I, II.

По этим причинам в процессе сбора статистических материалов потребовалось анализировать топливную систему в целом и учитывать конструкционные различия между ними. При этом объект исследований (топливная система) рассматривалась как система, состоящая из самого ТНВД и его устройств, представляющих прецизионные пары и исполнительные устройства.

С целью получения наибольшего объема информации об исследуемых объектах дизельной топливной системы грузовых автомобилей методикой исследований предполагалось провести изучение всех обращений на АТП по грузовым автомобилям российского производства при отказах элементов дизельной топливной системы.

В процессе проведения экспериментальных исследований по сбору статистического материала по отказам дизельной топливной системы и их элементов на грузовых автомобилях КамАЗ было обследовано 48 автомобилей.

Собранные статистические материалы позволили выявить, что значительная часть отказов, по своим проявлениям диагностическим показателям указывает на отказы и неисправности в ТНВД. Вместе с тем более детальная обработка материалов и проведенные работы по диагностированию и выявлению причин неисправностей позволила сделать заключение, что 20 % отказов относятся к отказам ТНВД.

Результаты статистических данных показывают (табл. 2.11), что количество отказов в двух городах практически одинаково, и разница минимальна.

Т а б л и ц а 2 . 1 1

Отказы дизельной топливной системы.

| № п/п | | Процентное содержание отказа | |
|----------|-----------------------------------|------------------------------|-----------|
| | | г. Пенза | г. Рязань |
| | | КАМАЗ | КАМАЗ |
| 1 | Топливный насос высокого давления | | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 7,1 | 6,7 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 2,9 | 2,3 |
| 1.3 | Пружина нагнетательного клапана | 2,2 | 2,3 |
| 1.4 | Нагнетательный клапан | 6,8 | 6,7 |
| 2 | Трубопровод высокого давления | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 16,9 | 16,4 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 13,1 | 13,4 |
| 3 | Форсунки | | |
| 3.1 | Пружина | 11,1 | 11,2 |
| 3.2 | Игла | 11,9 | 11,9 |
| 3.3 | Крепление форсунки | 10,8 | 11,2 |
| 4 | Прочее | 17,2 | 17,9 |

Основные отказы включают в себя топливный насос высокого давления, трубопровод высокого давления, форсунки, прочее.

При эксплуатации автомобилей в условиях наибольшее количество отказов приходится на топливные насосы высокого давления. На второй позиции по количеству – трубопровод высокого давления.

К техническому состоянию системы питания дизеля предъявляются особые требования, гарантирующие безотказную и надежную работу топливной аппаратуры. Вызвано это тем, что плунжерные пары топливных насосов высокого давления и игла с корпусом распылителя форсунки (попарно) обработаны и притерты с высокой точностью и представляют собой прецизионные пары, в которых замена одной из деталей деталью из другой пары не допускается.

На систему питания дизелей приходится до 9 % всех неисправностей автомобилей. Характерными причинами первичных неисправностей являются: нарушение герметичности и течь топлива, особенно топливопроводов высокого давления; загрязнение воздушных и особенно топливных фильтров; попадание масла в турбонагнетатель; износ и разрегулировка плунжерных пар насоса высокого давления; потеря герметичности форсунками и снижение давления начала подъема иглы; износ выходных отверстий форсунок, их закоксовывание и засорение (табл. 2.12).

Таблица 2.12

Характеристика первых отказов элементов дизельного автомобиля КАМАЗ

| № п/п | Элементы топливной системы | Пробеги, на которых произошли отказы, тыс. км |
|-------|-----------------------------------|---|
| 1 | Топливный насос высокого давления | |
| 1.1 | Плунжерная пара | 83, 123, 139, 152 |
| 1.2 | Пружина толкателя | 81, 150, 156 |
| 1.3 | Пружина нагнетательного клапана | 86, 152, 154, 204 |
| 1.4 | Нагнетательный клапан | 85, 124, 151 |
| 2 | Трубопровод высокого давления | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 75, 79, 86, 152, 205 |
| 2.2 | Трубки высокого давления | 79, 86, 150, 187 |
| 3 | Форсунки | |
| 3.1 | Пружина | 83, 153 |
| 3.2 | Игла | 81, 157 |
| 3.3 | Крепление форсунки | 79, 150 |
| 4 | Прочее | 83, 85, 153, 156 |

К неисправностям системы питания дизельного двигателя относятся:

1. Уменьшение подачи топлива.
2. Снижение давления при впрыске топлива.
3. Неравномерность работы двигателя.
4. Двигатель работает «вразнос».
5. Повышенное содержание дыма в выхлопных газах.

Эти неисправности приводят к изменению момента начала подачи топлива, неравномерности работы топливного насоса по углу поворота коленчатого вала и количеству подаваемого топлива, ухудшению качества распыливания топлива, что прежде всего вызывает повышение дымности отработавших газов и приводит к незначительному повышению расхода топлива и снижению мощности двигателя на 3–5 %.

Как видно из признаков неисправностей дизельных двигателей в большей степени встречаются неисправности связанные с топливной системой в особенности высокого давления. Ремонт и обслуживание этих систем, дороги из-за нехватки оборудования и квалифицированных специалистов.

Особое внимание при эксплуатации дизельных двигателей должно уделяться качеству топлива. Топливо должно отвечать требованиям технических условий, быть чистым и предварительно отстоянным. Должна быть обеспечена герметичность всей системы питания, исключая попадание воздуха в систему, через неплотности соединений, что может быть одной из причин перебоев в работе двигателя.

В результате проведенных исследований по сбору статистической информации об отказах элементов дизельной топливной системы грузовых автомобилей КАМАЗ, получены данные о первых неисправностях каждого из элементов. Эмпирические функции имеют зависимости близкие к линейным (рис. 2.44). Первые неисправности возникают на пробеге от 80–120 тыс.км.

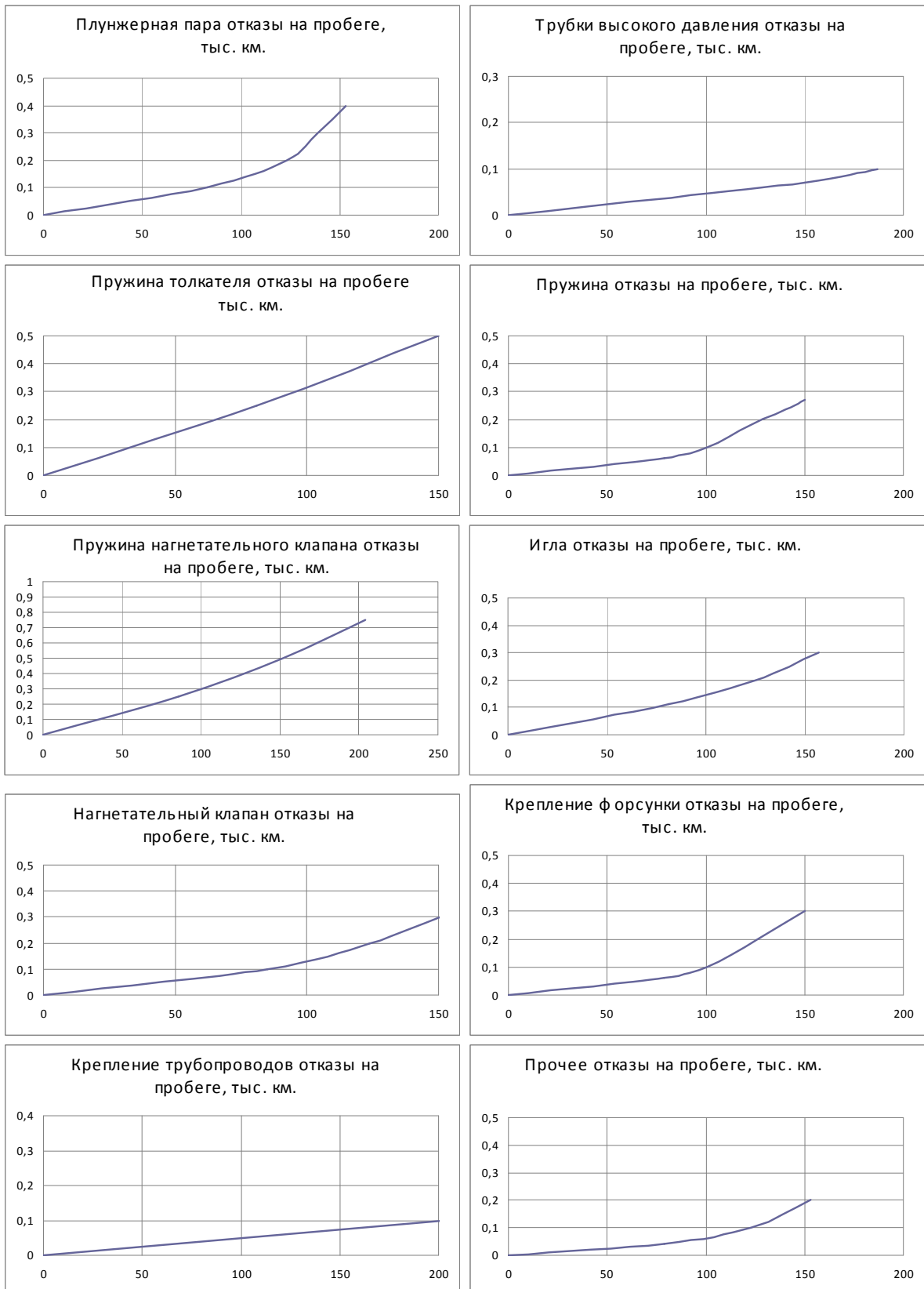


Рис. 2.44. Эмпирические функции распределения наработки до первых отказов элементов дизельного автомобиля КАМАЗ

Возможные неисправности двигателей можно разбить на следующие группы по причинам возникновения: конструктивно-производственные недостатки или особенности двигателя; неквалифицированное обслуживание и неграмотная эксплуатация; низкое качество дизельного топлива; «естественный» износ двигателя и топливоподающей аппаратуры; низкое качество ремонта и запасных частей.

Для встроенного диагностирования возникает необходимость выявления наработки до первых неисправностей это необходимо при использовании вероятностно-логического метода выявления неисправностей.

Установлено, что существуют основные отказы: топливный насос высокого давления, трубопровод высокого давления, форсунки, прочее.

С использованием статистических данных определена зависимость ухудшения показателей, работоспособности системы питания дизельного двигателя.

Стоимость выполнения контрольно-диагностических работ с возрастанием пробега автомобиля также как и стоимость устранения отказа возрастает.

Установлена доля первичных отказов каждого из элементов дизельной топливной системы, что в дальнейшем может быть использовано для вероятностного корректирования нормативов при встроенном диагностировании для обеспечения работоспособности системы.

2.1.4. Встроенная система диагностирования автомобилей КАМАЗ с использованием мониторинга технического состояния транспортных средств

Системы мониторинга и диспетчеризации транспортных средств базируются на применении таких беспроводных технологий как GSM, GPRS, GPS, ГЛОНАСС. Увеличение в последние годы количества транспортных средств, оборудованных системами встроенного диагностирования и диспетчеризации, вызвано не только требованиями нормативных правовых актов, но и преимуществами, которые дает использование этих приборов автотранспортным предприятиям. В настоящее время множество государственных предприятий и частных компаний осуществляют перевозки грузов в черте города, а также в отрыве от производственной базы предприятия. Непрерывно возрастают объемы строительных и дорожных работ происходит накопление затрат на перевозку грузов. Возникает необходимость согласования законных интересов различных групп участников работ:

– обеспечение безопасности всех участников движения введением единых стандартов для строительных и дорожных автомашин;

- принятие единого регламента времени труда и отдыха водителей;
- обеспечение необходимых условий для свободной конкуренции компаний;
- повышение эффективности работы автопарка благодаря объективному документированию поездок;
- уменьшение стоимости эксплуатации и уменьшение воздействия на окружающую среду, благодаря экономичному способу езды;
- повышение безопасности движения благодаря соблюдению режимов труда и отдыха;
- объективный учет времени для начисления заработной платы и затрат;
- возможность записи времени включения и продолжительности работы дополнительных агрегатов.

Применение систем мониторинга и диспетчеризации для технического диагностирования автомобилей и их отдельных агрегатов направлено в целом на решение одной или нескольких нижеприведенных задач:

- определение технического состояния (исправное или неисправное), поиск и локализацию места отказа или неисправности;
- прогнозирование остаточного ресурса или вероятности безотказной работы на задаваемых интервалах наработки (пробега).

Для успешного осуществления указанных задач проводят определенные работы по разработке диагностического обеспечения, повышению контролепригодности и установлению показателей и характеристик процессов диагностирования.

Наиболее оптимальным решением является проведение работ по диагностическому обеспечению автомобилей на всех стадиях, начиная от их разработки до полного списания, т.е. на стадиях разработки, производства, эксплуатации, капитального ремонта и хранения, а также при обосновании акта о списании конкретных автомобилей.

Важнейшим элементом автомобиля является его двигатель, на который приходится значительная доля работ по техническому обслуживанию и ремонту. Оборудование для диагностирования систем и механизмов двигателя, как и других элементов автомобиля, должно быть надежным и точным в работе. Перспективой является применение систем встроенного диагностирования. Преимуществом систем встроенного диагностирования является то, что система быстро указывает водителю место, где возникла неисправность и какие работы надо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния двигателя, без их разборки и в условиях отсутствия информации о фазовых задержках в системах регистрации и других существенных параметрах двигателя автомобиля. Имеется возможность однозначной локализации разнообразных дефектов двигателя автомобиля, например, таких, как степень износа цилиндропоршневой группы, износ в шатунных и коренных подшипниках, состояние клапанного механизма.

Эта цель достигается измерением виброакустических сигналов с корпуса двигателя, синхронизацией сигналов, их фильтрацией и последующей обработкой с определением фактических значений параметров сигналов и сравнением фактических значений параметров сигналов с уровнем эталонных сигналов. В качестве параметра сигналов используют огибающую временной реализации в определенных частотных полосах с привязкой момента начала измерения к верхней мертвой точке опорного цилиндра и фазовой селекцией сигналов с получением информации о техническом состоянии двигателя и о характере дефектов шатунно-кривошипной, цилиндропоршневой или клапанной групп двигателя.

Диагностирование технического состояния двигателя осуществляют с определением максимальных амплитуд вибраций поршней, шатунных и коренных подшипников, выпускных и впускных клапанов. Результаты диагностирования двигателя отображают на экране монитора в виде графиков, характеризующих нормальное состояние либо состояния, требующие регулирования или ремонта узлов двигателя.

Система для диагностирования технического состояния автомобиля содержит последовательно соединённые датчики вибрации, два из которых расположены на двигателе, один – на коробке передач и ещё один – на главной передаче, соединяющий их коммутатор, датчик цикла, блок цифровой обработки вибросигналов МЦПО (многоканальный цифровой преобразователь с оптическим выходом), программное обеспечение для обработки звуковых колебаний и устройство для цифровой индикации выводимых параметров (ЖК-дисплей) (рис. 2.45).

Данный способ диагностики предусматривает обработку сигналов во временной реализации, огибающей оценку осредненных амплитуд сигналов в фазовом окне, соответствующему моменту перекадки в конкретном узле каждого цилиндра, причем разделение локальных дефектов в сочленениях цилиндропоршневой и шатунно-кривошипных групп двигателя, синхронизированных с моментами перекадки в зазорах (изменения направления движения деталей в сопряжении) и общей "разболтанностью" двигателя или отдельных его узлов, производят по соотношению мощностей синхронизированных и несинхронизированных сигналов.

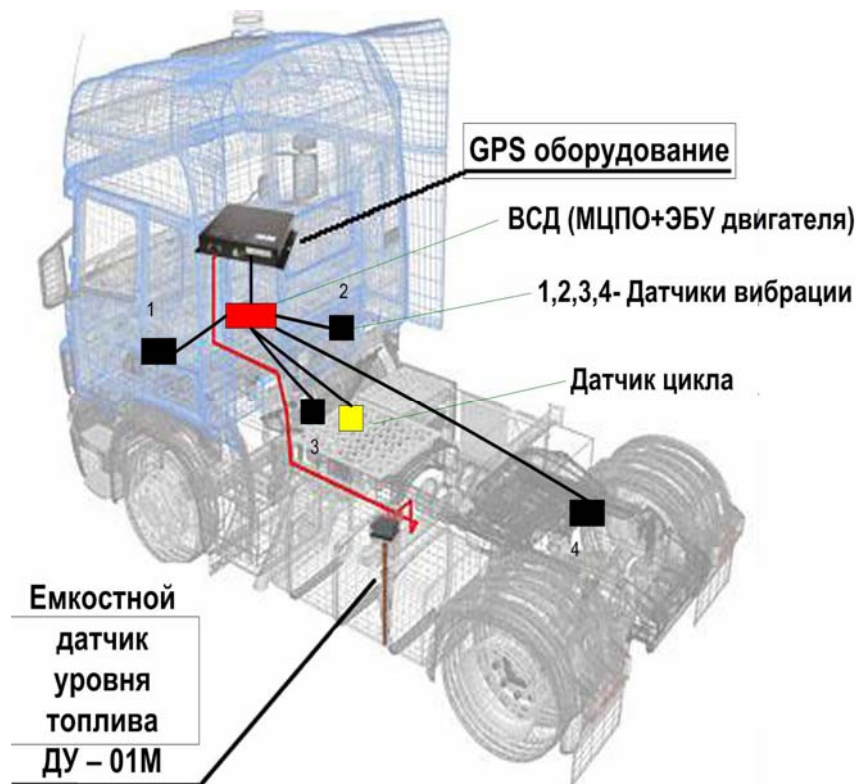


Рис. 2.45. Конструктивная схема системы

Применение в диагностическом тракте обработки сигналов цифрового блока МЦПО позволяет обрабатывать виброимпульсы для фазоизбирательного анализа двигателя с различными датчиками цикла за счет существенного расширения диапазона входного сигнала.

Блок обработки информации позволяет наряду с контактным датчиком вибрации использовать остронаправленный микрофон, что позволяет обеспечить бесконтактный съем информации с двигателя в труднодоступных местах.

Для осуществления проверки технического состояния производят запуск и диагностирование двигателя на характерных режимах работы автомобиля. Для этого обеспечивают синхронное считывание сигналов с датчиков цикла и виброакустических датчиков с поверхности двигателя, а также с поверхности коробки передач и главной передачи, и обрабатывают их по определенному режиму (алгоритму) путем расчета по сигналам датчиков цикла и определенной обработки границ времени, соответствующих прохождению поршнем активной верхней мертвой точки опорного (ведущего) цилиндра.

В процессе обработки выделяют из сигналов участки, соответствующие полному циклу работы двигателя, получают огибающие сигналов с параметрами, соответствующими техническому состоянию двигателя, коробки передач и главной передачи данного автомобиля, пересчитывают полученные сигналы из реального времени в соответствие с градусами

оборота коленчатого вала, выделяют промежутки, соответствующие каждому из диагностируемых признаков и усредняют максимальные значения на этих участках по набору реализаций, после чего сравнивают полученные данные с критическими пороговыми значениями (уровнем опорных сигналов), ставят диагноз по каждому из диагностируемых признаков и сохраняют полученные данные этого диагноза в специальной базе данных.

Для контроля технического состояния подвижного состава в отрыве от производственной базы предприятия предлагается внедрить диагностический прибор, устанавливаемый в автомобиле, работа которого основана на фиксации и анализе показателей автомобиля при использовании диагностирования.

Разработанное оборудование и программное обеспечение диагностирования – составные части системы встроенной системы диагностирования (ВСД), которая включает в себя целый комплекс модулей и блоков и производит диагностирование не отдельного узла или системы, а всех основных систем двигателя и автомобиля [5].

Для автомобиля встроенная система диагностирования (ВСД) состоящая из существующей бортовой системы контроля (БСК), с программным модулем адаптера. ВСД рассчитана на подключение к электронному блоку управления ECU Cummins (рис. 2.46).

Актуальность диагностирования автомобильных двигателей по параметрам виброакустического сигнала с возможностью передачи этого сигнала на пульт диспетчера объясняется всё возрастающей стоимостью ремонта одного из самых дорогостоящих агрегатов автомобиля – двигателя, возможность определить и диагностировать возможную неисправность, а следовательно, вовремя принять меры по её устранению.

В настоящее время благодаря внедрению передовых технологий сбора и анализа информации теория диагностирования получает новый импульс развития, появляется возможность диагностирования основных узлов и частей двигателя в режиме on-line с помощью совместной работы системы вибродиагностики и системы диспетчеризации GPS/GLONASS. Исследование возможностей современных компьютерных средств преобразования и обработки вибросигналов позволяет повысить достоверность и содержательность виброакустического метода.

Сложность диагностирования строительных и дорожных машин, определяет необходимость применения в практике эксплуатации автомобилей большого набора методов и средств диагностирования. Применение существующих средств встроенного диагностирования автомобилей экономически нецелесообразно в силу высокой стоимости диагностического оборудования. Для комплексного диагностирования строительных и дорожных машин, работающих в отрыве от производственных баз, целесообразна разработка эффективного метода поиска неисправностей с помощью со-

вместной работы системы вибродиагностики и системы диспетчеризации GPS/GLONASS.

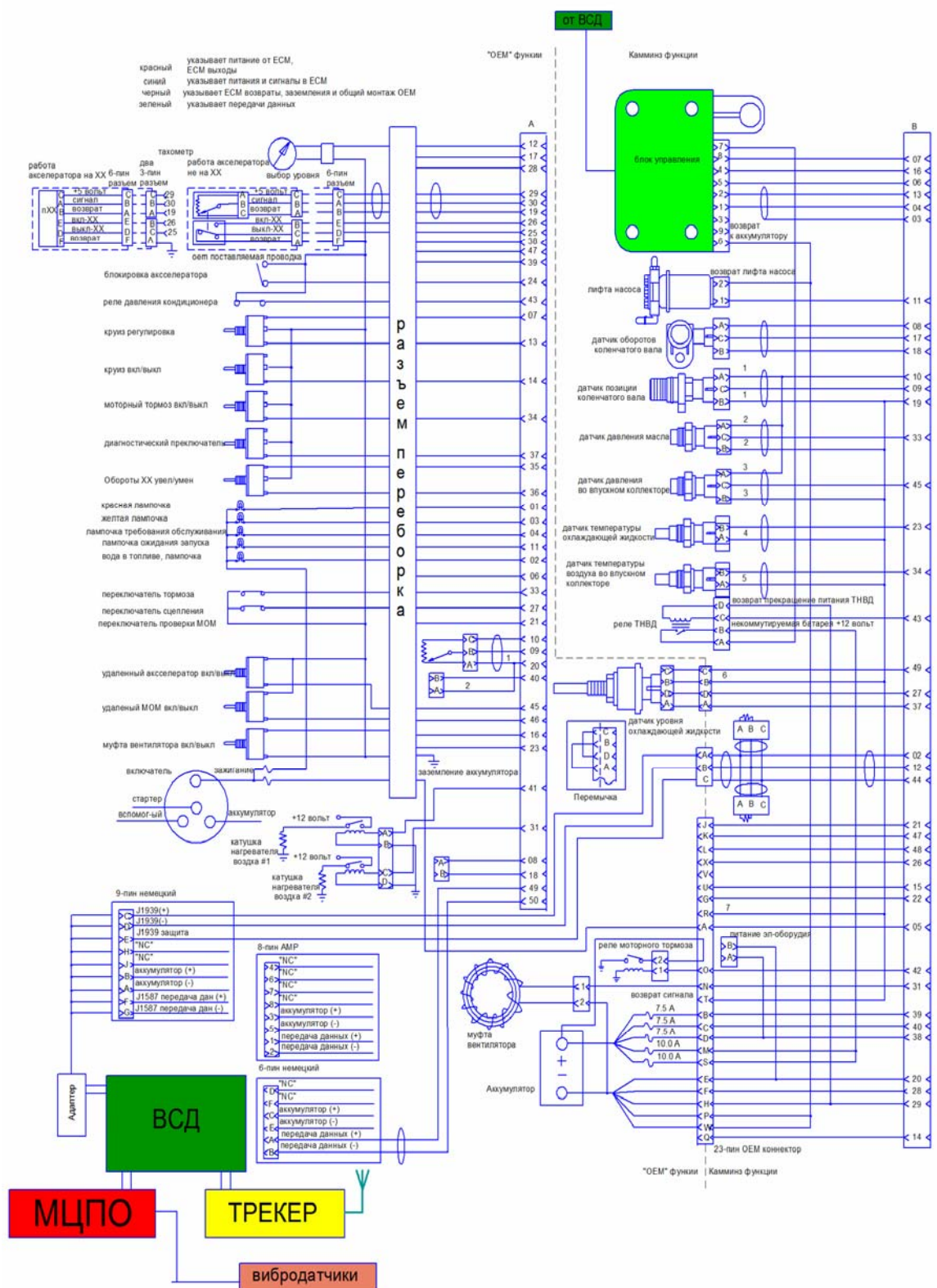


Рис. 2.46. Схема подключения встроенной системы диагностирования, адаптера, электронного блока управления, трекера, МЦПО и вибродатчиков к ЕСМ Cummins KAMA3-4308

Применение данной системы и прибора (при дальнейшем совершенствовании аппаратной и программной базы) позволит, выполнять более углублённое и качественное диагностирование различных систем двигателей и трансмиссии, как на начальном этапе проверки технического состояния, так и на заключительном для проверки качества выполненных работ по техобслуживанию и ремонту.

В дальнейшем, применение специализированного программного обеспечения вибродиагностирования механических узлов и систем автомобиля, позволит повысить достоверность, качество диагностирования, а также его оперативность.

2.2. Встроенная система диагностирования автомобилей с инжекторными двигателями

2.2.1. Описание и функции бортовой системы контроля на автомобилях семейства ГАЗ

В настоящее время на автомобилях семейства ГАЗ широко применяются электронные блоки управления (ЭБУ) типа МИКАС 5.хх, МИКАС 7.хх. Работу этих блоков невозможно проконтролировать без специальных приборов, которые всегда желательно иметь "под рукой". Однако даже простейшие из них довольно сложны и поэтому недешевы. Кроме управления двигателем, вышеназванные ЭБУ вырабатывают сигналы с датчиков скорости и расхода топлива, которые выведены в салон автомобиля на специальный разъем для подключения маршрутного компьютера. Маршрутный компьютер позволяет отобразить различные параметры: время в пути, время в движении, пройденный путь, общий расход топлива, расход топлива на холостом ходу, текущую скорость, а также широкий спектр величин, рассчитанных на их основе (средняя скорость пути, средняя скорость движения и т.д.).

Технически возможно, а экономически целесообразно объединить маршрутный компьютер и диагностический тестер в одно устройство, которое должно устанавливаться в салоне автомобиля на штатное место, предусмотренное для маршрутного компьютера. Алгоритм функционирования и особенности построения практически любого диагностического тестера начального уровня, работающего по протоколу KWP2000 и подключенного к К-линии, примерно следующие (утрировано):

- Производится опрос клавиатуры и, в случае необходимости, модификация выбранного режима работы. Количество кнопок управления не превышает 4 шт. и выбор режима работы осуществляется с помощью меню.

- Формируется запрос на ЭБУ, соответствующий заданному режиму работы. Виды запросов весьма многообразны, однако их содержание (за небольшим исключением, например запросов на изменение состояния исполнительных механизмов) постоянно.

- Ожидается ответ от ЭБУ и осуществляется прием данных при его получении. Длина принимаемого сообщения не превышает 128 байт.

- По истечении времени ожидания или завершении приема данных производится анализ сложившейся ситуации и в соответствии с ней возможна модификация заданного режима работы.

- При необходимости, обновляется информация на индикаторе с преобразованием полученных из ЭБУ данных. Информация для пользователя должна выводиться в удобной форме, т.е. в виде развернутых буквенно-цифровых сообщений и подсказок, что требует применения знаковосинтезирующего индикатора как минимум с 1 строкой на 16 символов (лучше 2*20). Объем информации для отображения в развернутом виде очень большой, что влечет за собой увеличение памяти для ее хранения. Полученные из ЭБУ данные в некоторых случаях должны быть пересчитаны по несложной формуле (точность вычислений при этом может быть невелика) и преобразованы из двоичной формы в символьный формат.

- Делается пауза, т.к. согласно протоколу, запросы на ЭБУ должны выдаваться не раньше 100 мс по окончании предыдущего сеанса обмена, и все повторяется сначала.

Алгоритм функционирования и особенности построения маршрутного компьютера примерно следующие:

- Постоянно производится подсчет времени, импульсов с датчиков расхода топлива и скорости, а также измерение длительности между импульсами с датчика скорости.

- Производится опрос клавиатуры и, в случае необходимости, модификация выбранного режима работы. Количество кнопок управления не превышает 4 шт. и выбор режима работы осуществляется с помощью меню.

- Обновляется информация на индикаторе с преобразованием накопленных первичных данных. Информация для пользователя должна выводиться в удобной форме, т.е. в виде развернутых буквенно-цифровых сообщений и подсказок, что требует применения знаковосинтезирующего индикатора как минимум с 1 строкой на 16 символов (лучше 2*20). Объем информации для отображения в развернутом виде очень большой, что влечет за собой увеличение памяти для ее хранения. Первичные данные должны быть пересчитаны по несложным формулам (точность вычислений при этом может быть невелика) и преобразованы из двоичной формы в символьный формат.

- Делается пауза, т.к. исходя из психофизиологических особенностей человека частота обновления информации не должна превышать 10 Гц, и все повторяется сначала.

- Как видно из вышесказанного, между функционированием устройства в режиме тестера или маршрутного компьютера много общего, что позволяет совместно использовать аппаратные и программные ресурсы.

БСК подключается к стандартному разъему маршрутного компьютера и не требует каких-либо доработок электропроводки автомобиля (дополнительно требуется только подключение к диагностическому разъёму).

БСК имеет пять режимов работы: режим маршрутного компьютера, режим отображения значения внутренних переменных ЭБУ, режим отображения и сброса кодов неисправностей ЭБУ, режим управления исполнительными механизмами ЭБУ и режим вывода информации о данном приборе. Переключение между режимами осуществляется нажатием кнопки "Режим".

Режим маршрутного компьютера

После включения "БК" автоматически переходит в режим маршрутного компьютера. В режиме маршрутного компьютера накапливаются и отображаются следующие параметры движения:

- пройденное расстояние от начала маршрута (в метрах);
- время нахождения на маршруте (включенное зажигание);
- время в движении (при скорости движения ≥ 3 км/ч);
- текущая скорость движения автомобиля (в км/ч);
- средняя скорость движения на маршруте (в км/ч). Средняя скорость действительна после пробега не менее 1 км;
- потраченное на маршруте топливо (в миллилитрах);
- средний расход топлива на маршруте (в литрах на 100 км). Средний расход действителен после пробега не менее 1 км.

Перебор отображаемых параметров осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо".

Для остановки подсчета параметров маршрута (без их обнуления) необходимо однократно нажать кнопку "Выбор". Для возобновления подсчета параметров необходимо повторно нажать кнопку "Выбор". Контроль останова/запуска параметров можно осуществить просматривая "время нахождения на маршруте". При остановленном подсчете счетчик секунд остановлен.

Для начала нового маршрута (обнуления параметров предыдущего маршрута) необходимо нажать и удерживать нажатой в течение не менее 1,5 секунд кнопку "Выбор".

Режим просмотра внутренних переменных ЭБУ

В режиме отображения значений внутренних переменных "БК" показывает в режиме реального времени одну из следующих переменных:

- идентификатор по ЭБУ;
- положение дроссельной заслонки (в процентах);
- температура охлаждающей жидкости (в градусах);
- обороты двигателя (в числе оборотов в минуту);
- желаемые обороты холостого хода (в числе оборотов в минуту);
- угол опережения зажигания (в градусах);
- скорость автомобиля (в км/ч);
- текущее положение регулятора холостого хода (в числе шагов);
- желаемое положение регулятора холостого хода (в числе шагов);
- коэффициент коррекции времени впрыска;
- напряжение на датчике кислорода для двигателя с датчиком кислорода (в вольтах);
- коэффициент коррекции СО для двигателя без датчика кислорода;
- соотношение воздух/топливо для двигателя с датчиком кислорода;
- напряжение бортовой сети (в вольтах);
- длительность импульса впрыска (в миллисекундах);
- цикловый расход топлива (в миллиграммах на такт);
- массовый расход воздуха (в килограммах в час);
- часовой расход топлива (в литрах в час);
- путевой расход топлива (в литрах на 100 километров).
- путевой расход топлива выводится только при движении автомобиля;
- признак обнаружения детонации (да/нет);
- признак блокировки топливоподачи (да/нет);
- признак холостого хода (да/нет);
- признак мощностного обогащения (да/нет).

БСК в режиме просмотра внутренних переменных ЭБУ отслеживает их выход за допустимые пределы, выдавая звуковой сигнал в одном из следующих случаев:

- в режиме отображения температуры охлаждающей жидкости при превышении температурой значения 110 градусов по Цельсию.
- в режиме отображения оборотов двигателя при превышении оборотами значения 5520 оборотов в минуту;
- в режиме отображения напряжения бортовой сети при понижении напряжения ниже 10 В;
- в режиме отображения напряжения бортовой сети при повышении напряжения выше 15 В;

- в режиме отображения признака обнаружения детонации при обнаружении детонации;
- в режиме отображения признака блокировки топливopодачи при блокировке подачи топлива;
- в режиме отображения признака мощностного обогащения при обогащении смеси по мощности.

Перебор отображаемых параметров осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо".

Режим просмотра и стирания кодов неисправностей ЭБУ

В режиме отображения кодов неисправностей "БК" в цикле считывает из блока управления коды неисправностей и отображает на дисплее их число. Если кодов неисправностей нет, то доступна только кнопка "Режим", при нажатии на которую происходит выход из режима отображения кодов неисправностей. Если коды неисправностей есть, то для их просмотра необходимо нажать кнопки "Выбор", "Влево" или "Вправо". Пролистывание считанных кодов неисправностей осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". Для выхода из режима отображения кодов неисправностей без их очистки необходимо нажать кнопку "Режим". Для стирания кодов неисправностей необходимо нажать кнопку "Ввод" и удерживать ее не менее 1,5 секунд. В этом случае "БК" сотрет коды неисправностей в ЭБУ и вновь считает их (после стирания должно быть считано 0 неисправностей). Коды неисправностей отображаются по стандарту SAE J2012. Их расшифровка приведена на последней странице данного описания.

Режим управления исполнительными механизмами ЭБУ

В режиме управления исполнительными механизмами доступны следующие исполнительные механизмы и внутренние переменные ЭБУ:

- лампа Check Engine;
- реле вентилятора системы охлаждения двигателя;
- реле управления бензонасосом;
- катушка зажигания 1 (1 и 4 цилиндры);
- катушка зажигания 2 (2 и 3 цилиндры);
- форсунка 1;
- форсунка 2;
- форсунка 3;
- форсунка 4;
- коэффициент коррекции СО для двигателя без датчика кислорода;
- обороты холостого хода;
- положение регулятора холостого хода.

Пролистывание исполнительных механизмов осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". При этом для каждого механизма отображается его

текущее состояние (кроме катушек зажигания и форсунок). Для перехода к управлению текущим исполнительным механизмом необходимо нажать кнопку "Выбор". После этого возможно изменить состояние исполнительного механизма однократным нажатием или нажатием и удержанием кнопок "Влево" и "Вправо". Изменение состояния исполнительного механизма индицируется символом '*' в первой позиции дисплея. Для возврата управления исполнительным механизмом ЭБУ необходимо вновь нажать кнопку "Выбор".

Примечание 1: При управлении каким-либо исполнительным механизмом со стороны диагностического оборудования ЭБУ лишается возможности управления этим исполнительным механизмом. Поэтому после перехода к управлению исполнительным механизмом (символ '*' в первой позиции дисплея) невозможно переключиться на другой режим, пока управление не будет возвращено ЭБУ повторным нажатием кнопки "Выбор".

Примечание 2: Реле управления бензонасосом доступно только при включенном зажигании и неработающем двигателе. При нажатии на кнопку "Влево" бензонасос выключается, при нажатии на кнопку "Вправо" бензонасос включается. Если управление бензонасосом невозможно, вместо состояния бензонасоса выводятся прочерки.

Примечание 3: Катушки зажигания доступны только при включенном зажигании и не работающем двигателе. При нажатии на кнопку "Выбор" на катушку зажигания будет выдано 20 импульсов длительностью 5 м-с с паузой 5 м-с. Работа катушки зажигания индицируется символами '***' и звуковым сигналом.

Примечание 4: Форсунки доступны только при включенном зажигании и не работающем двигателе. При нажатии на кнопку "Выбор" на форсунку будет выдан импульс длительностью 2 м-с. Работа форсунки индицируется символами '***' и звуковым сигналом.

Для блоков управления с одновременным впрыском доступен только параметр "Форсунка 1". При нажатии на кнопку "Выбор" для параметра "Форсунка 1" импульс будет выдан одновременно на форсунки всех цилиндров.

Для блоков управления с попарно-параллельным впрыском доступны только параметры "Форсунка 1" и "Форсунка 2". При нажатии на кнопку "Выбор" для параметра "Форсунка 1" импульс будет выдан на форсунки 1 и 4 цилиндров. При нажатии на кнопку "Выбор" для параметра "Форсунка 2" импульс будет выдан на форсунки 2 и 3 цилиндров.

Примечание 5: Изменение коэффициента коррекции СО возможно только в двигателях без датчика кислорода и прошивках, допускающих отсутствие СО-потенциометра. При нажатии на кнопку "Влево" коэффициент коррекции СО уменьшается (на 0.003 для однократного нажатия и на 0.019 для удержания кнопки), при нажатии на кнопку "Вправо" коэффициент коррекции СО увеличивается (на 0.003 для однократного нажатия и на 0.019 для удержания кнопки). Максимальному обеднению смеси соответствует коэффициент коррекции СО -0.25, максимальному обогащению смеси соответствует коэффициент коррекции СО +0.25. Сохранение измененного значения в памяти ЭБУ происхо-

дит при нажатии на кнопку "Выбор" и возможно только при отключенном СО-потенциометре, так как СО-потенциометр имеет более высокий приоритет, чем диагностическое оборудование.

Примечание 6: При управлении положением регулятора холостого хода нажатие на кнопку "Влево" уменьшает его текущее положение (на 1 для однократного нажатия и на 5 для удержания кнопки), нажатие на кнопку "Вправо" увеличивает его текущее положение (на 1 для однократного нажатия и на 5 для удержания кнопки). При положении РХХ, равном 255 шагов, шток регулятора холостого хода полностью вдвинут (воздушный канал открыт, обороты максимальны); при положении РХХ, равном 0 шагов, шток регулятора холостого хода полностью выдвинут (воздушный канал закрыт, двигатель заглушен).

Примечание 7: При управлении оборотами холостого хода нажатие на кнопку "Влево" уменьшает значение желаемых оборотов (на 10 для однократного нажатия и на 50 для удержания кнопки), нажатие на кнопку "Вправо" увеличивает значение желаемых оборотов (на 10 для однократного нажатия и на 50 для удержания кнопки). Заметьте – управление происходит значением желаемых оборотов ХХ, а на дисплее отражается текущее значение оборотов ХХ. В связи с этим возможна задержка в установке оборотов (двигателю необходимо некоторое время на то, чтобы желаемые обороты стали текущими).

Режим отображения информации о приборе

Для перехода в режим выдачи информации о "БК" необходимо выключить зажигание, нажать кнопку "Режим" и включить зажигание (удерживая ее нажатой). В этом режиме можно просмотреть информацию о версии прибора и его авторах.

Перебор отображаемой информации осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". Выход из режима осуществляется нажатием кнопки "Режим".

Протокол обмена информацией ЭБУ и БСК

Общие сведения

Обмен по последовательному асинхронному полудуплексному интерфейсу K-Line происходит со скоростью 9600 бит/с. Формат кадра – 8N1. Для связи с ЭБУ используются 2 провода: K-LINE и GROUND. Физический уровень протокола обмена соответствует рекомендации ISO9141 и реализуется различными K-Line адаптерами типа MC33199, MC33290 (Motorola).

Формат сообщения

Обмен с ЭБУ происходит путем посылки сообщений следующего формата:

| | | |
|----------------------------|--------------------------|-----------------|
| [код команды][параметр(ы)] | [контрольная сумма] | [0x0D] |
| (тело сообщения) | (контрольная информация) | (Конец посылки) |

Возможные коды команд приведены в табл. 2.13 –2.15. Число байтов в сообщении регламентируется только форматом команды и в заголовке сообщения не отражается.

Ответное сообщение имеет вид:

[возвращаемые параметры или код завершения команды] [контрольная сумма] [0x0D]
 (тело сообщения) (Контрольная информация) (Конец посылки)

В случае двухбайтовых параметров первым передается младший байт.

Расчет контрольной суммы

Контрольная сумма всегда представляется в виде одного байта. Значение этого байта равно дополнению до 0 суммы всех байт тела сообщения без учета переполнения.

Типичный кадр выглядит следующим образом: 0x01 0xFF 0x0D, что соответствует запросу на доступность ЭБУ.

Особые случаи при передаче байта 0x0D в теле сообщения

Байт 0x0D служит для окончания сообщения. Если в теле сообщения встречается байт 0x0D, он кодируется последовательностью 0x40 0xCD. В случае, если в теле сообщения встречается 0x40, этот байт кодируется последовательностью 0x40 0x00. Таким образом, встречая в сообщении байт 0x40, необходимо просуммировать его и следующий байт, чтобы получить исходное сообщение. При кодировании сообщения необходимо заменять в теле сообщения 0x40 и 0x0D на вышеуказанную последовательность байт.

Т а б л и ц а 2.13

Запрос доступности ЭБУ (возвращает код версии ЭБУ)

| Команда | Ответ ЭБУ |
|---------|--|
| 0x01 | 0x09, если ЭБУ Микас 5.4 0x0A, если ЭБУ Микас 7.1 |

Т а б л и ц а 2.14

Запрос на получение параметров из ЭБУ

| Запрашиваемый параметр | Кодированное обозначение | Тип переменной | Тело сообщения | Ответ ЭБУ, тело сообщения | Формула пересчета |
|---|--------------------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Температура охлаждающей жидкости, С | TWAT | uchar | 0x61 0x1A | 1 байт | Byte1-40 |
| Частота вращения коленвала, с ⁻¹ | FREQ | uchar | 0x61 0x29 | 1 байт | Byte1*40 |

Продолжение табл. 2.14

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--------|-------|--------------|---------|---|
| Частота вращения коленвала на х.х., с ⁻¹ | FREQX | uchar | 0x61 0x2C | 1 байт | Byte1*10 |
| Угол опережения зажигания, град | UOZ | Char | 0x61 0x26 | 1 байт | Byte1/2 |
| Напряжение бортовой сети, В | UACC | char | 0x61 0x1E | 1 байт | Byte1/10 |
| Длительность впрыска, мс | INJ | uint | 0x61 0x3F | 2 байта | (Byte2*256+Byte1)/125 |
| Расход воздуха, кг/ч | JAIR | uint | 0x61 0x21 | 2 байта | (Byte2*256+Byte1)/100 |
| Часовой расход топлива, л/ч | JQT | uint | 0x61 0x40 | 2 байта | (Byte2*256+Byte1)/10 |
| Признак детонации | DET | byte | 0x61 0x08 | 1 байт | (Byte1&0x40)!=0 – да |
| Признак холостого хода | RXX | byte | 0x61 0x07 | 1 байт | (Byte1&0x04)!=0 – да |
| Признак полной мощности | BITPOW | byte | 0x61 0x07 | 1 байт | (Byte1&0x20)!=0 – да |
| Признак коррекции УОЗ по детонации | RDET | byte | 0x61 0x07 | 1 байт | (Byte1&0x80)!=0 – да |
| Состав смеси | VALF | uchar | 0x61 0x39 | 1 байт | 0,5+Byte1/256 |
| Положение ДЗ, % | THR | uchar | 0x61 0x20 | 1 байт | Byte1 |
| Коэффициент коррекции топливоподачи | RCOK | uchar | 0x61 0x42 | 1 байт | (Byte1-128)/256 -0,5 |
| Коэффициент коррекции СО на холостом ходу | RCOD | uchar | 0x61 0x41 | 1 байт | (Byte1-128)/256 -0,5 |
| Поправка УОЗ, град | UOZOC | char | 0x61 0x28 | 1 байт | Byte1/2 |
| Установка РДВ, шаг | SSM | uchar | 0x61 0x5B | 1 байт | Byte1 |
| Положение РДВ, шаг | FSM | uchar | 0x61 0x5C | 1 байт | Byte1 |
| Запрос ошибок. В ответ ЭБУ возвращает первым байтом количество ошибок, а затем четными байтами идут номера ошибок, а нечетными – разделители 0xE0 | | uchar | 0x02 | n байт | [N_ERR][ERRCODE1]0xE0 [ERRCODE2] 0xE0 ... [ERRCODEN] 0xE0 |

Окончание табл. 2.14

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|--------|-------|--|------------------------|----------------------------------|
| Стирание ошибок Для стирания ошибок выполняются последовательно два запроса. В нормальной ситуации ответом должно быть 0x00 | | uchar | 1) 0x62 0x0E 0x08 2) 0x62 0x0E 0x00 | 1) 1 байт 2) 1 байт | Byte1=0x00– ОК Byte1=0x00– ОК |
| Минимальный номер неисправности | MINERR | uchar | 0x61 0x72 | 1 байт | Byte1=номер неисправности |
| Установка расхода воздуха, кг/ч | UGB | uint | 0x61 0x59 | 2 байта | (Byte2*256+Byte1)/100 |
| Температура воздуха, °С | TAIR | uint | 0x61 0x1C | 1 байт | Byte1-40 |
| Температура охл. жидкости на момент пуска, °С | TWATI | uchar | 0x61 0x19 | 1 байт | Byte1-40 |

Таблица 2.15

Команды работы с памятью ЭБУ

| Название команды | Команда | Тело сообщения | Ответ ЭБУ |
|---|----------|-----------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Чтение байта из RAM ЭБУ [0..FF] | CREADI | 0x11 [ADDR] | [ADDR] [BYTE] |
| Запись байта в RAM ЭБУ [0..FF] | CWRTI | | [ADDR] [BYTE] |
| Чтение байта из XRAM [0..FFFF] | CREADX | 0x13[ADDR_L][ADDR_H] | [ADDR_L][ADDR_H][BYTE] |
| Запись байта в XRAM [0..FFFF] | CWRITX | 0x14[ADDR_L][ADDR_H] [BYTE] | [ADDR_L][ADDR_H] [BYTE] |
| Чтение байта из CODE [0..FFFF] | CREADC | 0x15[ADDR_L][ADDR_H] | [ADDR_L][ADDR_H] [BYTE] |
| Запись байта в CODE [0..FFFF] | CWRITC | 0x16[ADDR_L][ADDR_H] [BYTE] | [ADDR_L][ADDR_H] [BYTE] |
| Чтение SFR | CREADSFR | 0x31[ADDR] | [ADDR][BYTE] |
| Запись SFR | SWRITSFR | 0x32[ADDR][BYTE] | [ADDR][BYTE] |
| Переход по адресу | CGOTO | 0x41[ADDR_L][ADDR_H] | |
| Чтение паспорта программы. 3 последовательных запроса | CPASP | 0x51 0x52 0x53 | String[16] String[16] String[16] Кодировка DOS, до 16 байт дополняется нулями |

Окончание табл. 2.15

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---------|---|--|
| Чтение паспорта данных. 5 последовательных запросов | CPASD | 0x54 0x55 0x56 0x57 | String[16] String[16] String[16] String[16] |
| Считывание количества параметров | CNUMPAR | 0x60 | [BYTE] |
| Чтение параметра. Возможно чтение нескольких параметров за один раз – при этом передается | CREADP | 0x61[PARCODE1]... [PARCODEN] | [DATA1]...[DATAN] |
| Запись параметра. | CWRITP | 0x62[PARCODE][PARDATA] | 0x00 – успешное завершение операции; 0x01 – ошибка |
| Чтение нескольких параметров по списку | CREADL | 0x63 | [DATA1]...[DATAN] |
| Запись списка параметров | CWRITL | 0x64 [PARCODE1]... [PARCODEN] | 0x00 – успешное завершение операции; 0x01 – ошибка. |
| Чтение нескольких байтов RAM | CREADDI | 0x21 [ADDR][NUM_OF_BYTES] | [ADDR][NUM_OF_BYTES] [BYTE1]...[BYTEN] |
| Запись нескольких байтов RAM | CWRITDI | 0x22 [ADDR][NUM_OF_BYTES] [BYTE1]...[BYTEN] | 0x00 – успешное завершение операции; 0x01 – ошибка |
| Чтение нескольких байтов XRAM | CREADDX | 0x23 [ADDR_L] [ADDR_H] [NUM OF BYTES] | [ADDR_L][ADDR_H][BYTE1] [BYTE2] |
| Запись нескольких байтов XRAM | CWRITDX | 0x24 [ADDR_L] [ADDR_H] [NUM OF BYTES] | 0x00 – успешное завершение операции; 0x01 – ошибка |
| Чтение нескольких байтов CODE | CREADDC | 0x25 [ADDR_L] [ADDR_H] [NUM OF BYTES] | [ADDR_L][ADDR_H][BYTE1] [BYTE2] |
| Запись нескольких байтов CODE | CWRITDC | 0x26 [ADDR_L] [ADDR_H] [NUM OF BYTES] | 0x00 – успешное завершение операции; 0x01 – ошибка |

С точки зрения построения программы, учитывая большой объем текстовых сообщений, все их желательно вынести за пределы внутреннего сравнительно небольшого ПЗУ микроконтроллера. Так как между обновлениями информации существует большая пауза (не менее 100 мс), а количество одновременно отображаемых символов невелико, то эти данные мо-

гут быть размещены во внешнем ПЗУ с последовательной выборкой и извлекаться оттуда по мере необходимости. Развивая эту идею, можно вынести во внешнее ПЗУ сами запросы, описание формул для пересчета различных параметров, а также и весь сценарий работы с меню. Таким образом, в микроконтроллере остается программа-монитор, которая осуществляет:

- инициализацию устройства;
- обработку прерываний;
- опрос клавиатуры;
- вывод на жидкокристаллический индикатор;
- передачу и прием данных из буфера по К-линии;
- формирование временных задержек;
- выдачу звуковых сигналов;
- считывание данных из внешнего ПЗУ, их интерпретацию и преобразование.

Такой подход и применен в предлагаемом устройстве, что позволяет легко наращивать и видоизменять набор контролируемых параметров, не затрагивая микроконтроллера.

Следует отметить некоторые аппаратно-программные особенности:

- для уменьшения контактов при программировании выводы программирования микроконтроллера и EEPROM объединены. Для исключения возможных коллизий синхровходы и входы данных перекрещены;
- при работе запись в EEPROM запрещена;
- для уменьшения потребления тока при выключенном зажигании микроконтроллер переводится в режим холостого хода с редкими прерываниями для подсчета текущего времени (потребление от АКБ в дежурном режиме <6 мА; в активном – <15 мА);
- подсчет импульсов с датчика расхода топлива производится по прерываниям по входу PD2 (INT0);
- подсчет импульсов с датчика скорости производится по прерываниям по входу PD6 (ICP). Одновременно осуществляется захват длительности интервала времени между двумя импульсами.

БСК выполнена на базе микроконтроллера DD1 типа AT90S2313 фирмы Amtel с внутренней перепрограммируемой памятью программ объемом 2 кбайта. Тактовая частота выбрана равной 4 МГц и стабилизирована кварцем Q1, подключенным к соответствующим выводам микроконтроллера стандартным образом (элементы Q1, C7, C8). Для обеспечения надежного сброса микроконтроллера при подаче питания к его входу сброса RS подключена RC-цепочка (R14, C9). Кроме того, к этой же цепочке подсоединен вход защиты записи WP микросхемы последовательной перепрограммируемой памяти DD2 для предотвращения случайных записей в нее в рабочем режиме. При программировании микроконтроллера или последова-

тельной памяти на данный вывод через разъем X3 должен быть подан логический "0".

Весь "сценарий" работы устройства хранится в памяти с последовательным доступом DD2. Обмен информацией между ней и микроконтроллером осуществляется по шине I2C, протокол реализован программным путем, скорость обмена (частота на шине SCL) не превышает 400 кГц. Резистор R20 подтягивает потенциал на шине SDA до уровня логической "1". Аналогичный резистор на шине SCL не применен, т.к. передача сигнала по ней идет только в одном направлении и вывод PB5 порта В микроконтроллера настроен всегда как выход.

Информация отображается на знаковосинтезирующем, русифицированном, жидкокристаллическом индикаторе HL1 с 2 строками по 16 символов со светодиодной подсветкой и расширенным температурным диапазоном. Обмен информацией между микроконтроллером и индикатором производится по 4-разрядной шине с формированием данных и управляющих сигналов программным путем. Кроме того, к этой же шине через резисторы R15...R18, предотвращающие возможный на ней конфликт, подключены кнопки управления S1...S4. Опрос клавиатуры производится в моменты времени, когда нет обмена с индикатором, при этом уровень логической "1" обеспечивается за счет внутренних подтягивающих резисторов микроконтроллера, а уровень "0" возникает при замыкании кнопки на землю. Программно реализовано подавление дребезга контактов и защита от импульсных помех. Так как обращения к индикатору и последовательной памяти разнесены во времени, то для экономии выводов микроконтроллера вывод PB7 порта В используется ими совместно. Для питания драйверов индикатора с расширенным температурным диапазоном требуется отрицательное напряжение $-3...-4$ В, получаемое путем выпрямления переменного напряжения частотой приблизительно 8 кГц (меандровые импульсы формируются микроконтроллером) с помощью элементов R19, C10, VD4, VD5, C11. В случае применения индикатора с обычным температурным диапазоном элементы R19, C10, VD4, VD5 необходимо исключить и установить переключку X4. Переменный резистор R23 позволяет задать требуемый уровень контрастности. Питание на подсветку подается постоянно при включении ключа зажигания, ток через светодиоды ограничен резисторами R21, R23.

Звуковые сигналы частотой примерно 1 кГц воспроизводятся электродинамическим излучателем BA1, который подключен к выводу PD5 микроконтроллера через усилитель мощности на элементах VT4, R10, R11. Излучатель запитывается напряжением +12 В от ключа зажигания, при этом ток через него при выдаче звукового сигнала ограничен с помощью резистора R9.

Резисторы R12, R13 образуют делитель напряжения +12 В, поступающего при включении ключа зажигания. Сигнал с выхода делителя подается на вход PD3 микроконтроллера и служит для перевода его в активный режим или режим холостого хода.

Сигналы для обмена с ЭБУ по К-линии вырабатываются микроконтроллером с использованием внутреннего аппаратного последовательного интерфейса. Преобразование передаваемого сигнала в уровни К-линии осуществляется с помощью элементов R5, R4, VT2, R2, R3, VT1. Принимаемый с К-линии сигнал преобразуется по уровню с помощью элементов R6, R7, VT3, R8. Применение входного делителя на резисторах R6, R7 и эмиттерного повторителя обеспечивает требуемый уровень переключения по К-линии. Резистор R1 служит нагрузкой К-линии, диод VD3 защищает выходной транзистор VT1 от импульсов отрицательной полярности.

Резисторы R24 и R28 являются нагрузкой для датчиков расхода топлива и скорости, выходы которых представляют собой открытый коллектор. Сигналы с этих датчиков преобразуются в требуемые уровни с помощью транзисторных ключей на элементах R25, R26, VD6, VT5, R27 и R29, R30, VD7, VT6, R31 соответственно.

Питание устройства осуществляется по двум отдельным цепям: непосредственно от аккумулятора напряжением +12 В и напряжением +12 В, поступающим при включении ключа зажигания. Напряжение от аккумулятора подается через разъем X2, предохранитель F1 и диод VD1, защищающий от переплюсовки, на 5-вольтовый стабилизатор DA1 типа 78L05 (лучше LM2931), с выхода которого запитывается вся логическая часть схемы, что обеспечивает непрерывный ход часов и сохранение результатов измерений. На входе и выходе стабилизатора установлены фильтрующие конденсаторы C1, C2 и C3, C4 соответственно. Питание на остальную часть схемы подается через разъем X2, диод VD2, защищающий от переплюсовки, только при включении ключа зажигания и фильтруется конденсаторами C5, C6.

Описание электронной системы управления двигателем

Управление автомобилем с двигателем, оснащенным электронной системой управления, принципиально ничем не отличается от моделей с карбюраторным двигателем, с тем лишь замечанием, что наличие электроники в контуре управления позволяет достичь новых качеств в критериях управления – токсичности, экономичности, комфортности, надежности, диагностики и т.д. Управляющие воздействия водителя через педаль открытия дроссельной заслонки, переключение передачи КПП, педаль тормоза, поворот рулевого колеса, вкл./выкл. различных нагрузок (свет, приемник, кондиционер и т.д.) в конечном итоге фиксируются электроникой и воспринимаются как задание на скорость движения автомобиля или ограниче-

ния на возможность достижения этой скорости. Датчики, находящиеся в распоряжении электронной системы управления, позволяют более полно определить рабочее состояние двигателя и по логике, заданной критериями управления, обеспечить цели управления через воздействие на исполнительные устройства системы: форсунки, катушки зажигания, регулятор дополнительного воздуха, электробензонасос, диагностическую лампу и т.д.

Микропроцессорная система МИКАС обеспечивает прецизионное управление фазированным многоточечным впрыском бензина под избыточным давлением во впускной трубопровод двигателя внутреннего сгорания, управление зажиганием с обратной связью по детонации, управление регулятором холостого хода, дополнительными и антитоксическими устройствами в зависимости от режима его работы, окружающих условий и состояния самого двигателя. Система состоит из микропроцессорного блока управления, комплекта датчиков и исполнительных устройств, жгута проводов с соединителями.

Одной из обязательных функций электронного управления является проведение первичной диагностики самой системы и подсистем двигателя. Для этого в автомобиле предусмотрены средства диагностики – диагностическая лампа, диагностический разъем. Электронный блок управления, являющийся управляющим компьютером системы, по измеренным параметрам определяет неисправности в работе двигателя и системы, сигнализирует об этом водителю через включение диагностической лампы, устанавливает резервный режим управления двигателем, позволяющий эксплуатировать автомобиль до проведения квалифицированной диагностики и ремонта, а также использует свою память для хранения зафиксированных ошибок. При проведении диагностики и ремонта системы двигателя через диагностический разъем можно подключать к системе диагностическое оборудование для получения рабочей информации с блока управления. Диагностический разъем используется также на конвейере для начальной настройки системы.

Блок управления МИКАС изготовлен на базе микропроцессора SAB80C517A фирмы SIEMENS, имеет объем оперативной памяти (RAM) 2 Кбайт и постоянной памяти (ROM) 32 Кбайт. Выходные ключи управления исполнительными устройствами имеют защиту от короткого замыкания. Система обладает самодиагностикой и аварийным режимом работы в случае повреждения датчиков.

Информация о текущих неисправностях системы индицируется на световом табло, установленном в салоне автомобиля (диагностическая лампа или светодиод с красным светофильтром), и заносится в память блока с последующей возможностью ее получения и обработки. Блок управления имеет возможность подключения к внешнему диагностическому устройству или к внешней ЭВМ. Блок управления размещается в салоне автомобиля

и закрепляется с помощью двух винтов. Не допускается попадание грязи, масла, влаги на корпус блока управления.

Электронный блок является мозгом электронной системы управления – управляющим компьютером с устройствами связи с датчиками системы и исполнительными элементами и не подлежит ремонту и тестированию без специального оборудования и знаний.

Блок управления собирает информацию с датчиков системы и по сложной логике вырабатывает сигналы управления, необходимые для функционирования подсистем двигателя, обеспечивающих его работу:

- топливоподачу в двигатель. Блок управляет вкл./выкл. бензонасоса; порядком и длительностью открытия форсунок;
- искровое зажигание. Блок управляет катушками зажигания для искрообразования в двигателе;
- защиту от детонации. Блок формирует угол опережения зажигания, обеспечивающий работу двигателя без детонации;
- дополнительный воздух на холостом ходу. Блок регулирует открытие клапана дополнительного воздуха для поддержания оборотов холостого хода;
- электровентилятор системы охлаждения (на части автомобилей). Блок управляет вкл./выкл. реле электровентилятора системы охлаждения.

Как и любой компьютер, блок управления имеет встроенные запоминающие устройства – электронную память. Различают постоянное запоминающее устройство – ПЗУ, в котором находится программа (алгоритм управления двигателем и данные калибровок), настроенная на конкретную комплектацию системы управления. Информация, хранящаяся в ПЗУ, не может быть перезаписана или удалена из ПЗУ.

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство – память, необходимая для работы программы блока при изменении параметров управления, хранения данных, корректирующих настройки системы под изменяющиеся условия работы двигателя. ОЗУ для хранения информации требует бесперебойного питания от бортовой системы автомобиля. Необходимо помнить, что при отключении аккумулятора информация из ОЗУ теряется – это может привести к временному ухудшению эксплуатационных качеств автомобиля.

EEPROM – память, не требующая питания для хранения информации. В EEPROM-память записывается информация, связанная с начальными настройками системы по критериям токсичности, защищенности; записываются данные паспортного характера. Эта информация может быть изменена специальными устройствами на сервисных станциях технического обслуживания.

Повышение эффективности функционирования подвижного состава автотранспортного предприятия (АТП) обеспечивается своевременным

техническим обслуживанием и ремонтом на основе диагностирования автомобилей. Однако не все предприятия обладают современным оборудованием для оценки технического состояния автомобилей, кроме того, периодичность контроля такова, что имеется возможность эксплуатации автомобилей с состоянием, требующим технического обслуживания (ТО) или текущего ремонта.

При этом используемая в настоящее время планово-предупредительная система ТО теряет свою актуальность. Наиболее применима система, при которой будут стремиться к минимуму затраты на техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Такая система ТО будет более динамичной.

Основной проблемой применения таких систем является повышение стоимости транспортных средств за счет установки на основных элементах автомобиля датчиков, информация от которых поступает в блок управления.

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства подразделяются на:

- система датчиков и контрольных точек, обеспечивающие вывод сигналов на внешние средства диагностирования;
- встроенные системы диагностирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами. Эти системы предназначены для косвенного обобщенного контроля работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурсов и наработок узлов, корректирования режимов ТО стационарными электронно-вычислительными машинами (ЭВМ).

Первоначально в ФРГ, а затем в США и Японии в 1969–1970 гг. на легковых автомобилях были внедрены системы встроенных датчиков и контрольных точек (СВД и КТ). С 1971–1973 гг. японскими и американскими, а впоследствии и западноевропейскими фирмами применяются электронные бортовые системы контроля (БСК). В начале 1980-х годов разработаны встроенные системы диагностирования (ВСД) с микропроцессорной обработкой и накоплением информации.

Автомобильные ВСД и КТ имеют бортовую сеть встроенных в конструкцию автомобилей датчиков и контрольных точек системы электрооборудования, подключаемую при диагностировании к внешней вторичной диагностической аппаратуре.

Автономные СД первого поколения обеспечивали допусковой прямой контроль отдельно по 10–12 параметрам с синхронной выдачей результатов на приборную панель. Являясь по существу ее продолжением. БСК выполняли проверку технического состояния узлов по структурным параметрам, а правильность функционирования – по выходным параметрам, прямо и однозначно отражающим контролируемый процесс.

Наибольшее распространение получили встроенные системы с микропроцессорной обработкой, накоплением и выдачей информации водителю, в бортовой накопитель и на штекерный разъем, несущие функции всех двух указанных разновидностей.

Бортовой компьютер (БК) выдает водителю различную информацию о состоянии автомобиля, управляет средствами связи автомобиля с внешним миром, навигационной системой и т.д. Обычно бортовой компьютер выдает информацию на цифровой дисплей, управляется с пульта управления на приборном щитке автомобиля.

Применяются и более удобные цветные графические сенсорные дисплеи с программируемыми органами управления. Кроме того, выпускаются портативные коммуникаторы и органайзеры, которые можно подключать к шине данных автомобиля. Соответствующее программное обеспечение делает их частью автомобильной информационной системы. Все услуги связи, реализуемые в стационарном офисе, сегодня доступны и для автомобилей: факсимильная связь, автоответчик и т.д. Компьютер в автомобиле может быть подключен к сети Internet. Электронная почта становится доступной для водителя. Автомобиль превращается в офис на колесах.

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

В настоящее время широко применяются электронные блоки управления (ЭБУ) двигателями типа МИКАС 5.xx, МИКАС 7.xx. Работу этих блоков невозможно проконтролировать без специальных приборов, которые всегда желательно иметь "под рукой". Однако даже простейшие из них довольно сложны и поэтому недешевы. Кроме управления двигателем, вышеназванные ЭБУ, вырабатывают сигналы с датчиков скорости и расхода топлива, которые выведены в салон автомобиля на специальный разъем для подключения маршрутного компьютера. Маршрутный компьютер позволяет отобразить различные параметры: время в пути, время в движении, пройденный путь, общий расход топлива, расход топлива на холостом ходу, текущую скорость, а также широкий спектр величин, рассчитанных на их основе (средняя скорость пути, средняя скорость движения и т.д.).

Технически возможно, а экономически целесообразно объединить маршрутный компьютер и диагностический тестер в одно устройство, которое должно устанавливаться в салоне автомобиля на штатное место, предусмотренное для маршрутного компьютера.

Алгоритм (рис. 2.47) функционирования встроенной системы диагностирования следующий:

- Производится опрос клавиатуры и, в случае необходимости, модификация выбранного режима работы.

- Формируется запрос на ЭБУ, соответствующий заданному режиму работы. Виды запросов весьма многообразны, однако их содержание (за небольшим исключением, например запросов на изменение состояния исполнительных механизмов) постоянно.

- Ожидается ответ от ЭБУ и осуществляется прием данных при его получении. По истечении времени ожидания или завершении приема данных производится анализ сложившейся ситуации и в соответствии с ней возможна модификация заданного режима работы.

- При необходимости обновляется информация на индикаторе с преобразованием полученных из ЭБУ данных. Информация для пользователя должна выводиться в удобной форме, т.е. в виде развернутых буквенно-цифровых сообщений и подсказок, что требует применения знаковосинтезирующего индикатора. Объем информации для отображения в развернутом виде очень большой, что влечет за собой увеличение памяти для ее хранения. Полученные из ЭБУ данные, в некоторых случаях, должны быть пересчитаны по несложной формуле (точность вычислений при этом может быть невелика) и преобразованы из двоичной формы в символьный формат.

- Делается пауза, т.к. согласно протокола запросы на ЭБУ должны выдаваться не раньше 100 мс по окончании предыдущего сеанса обмена, и все повторяется сначала.

Алгоритм функционирования и особенности построения маршрутного компьютера следующие:

- Постоянно производится подсчет времени, импульсов с датчиков расхода топлива и скорости, а также измерение длительности между импульсами с датчика скорости.

- Производится опрос клавиатуры и, в случае необходимости, модификация выбранного режима работы.

- Обновляется информация на индикаторе с преобразованием накопленных первичных данных. Информация для пользователя должна выводиться в удобной форме, т.е. в виде развернутых буквенно-цифровых сообщений и подсказок, что требует применения знаковосинтезирующего индикатора.

- Объем информации для отображения в развернутом виде очень большой, что влечет за собой увеличение памяти для ее хранения. Первичные данные должны быть пересчитаны по несложным формулам (точность вычислений при этом может быть невелика) и преобразованы из двоичной формы в символьный формат.

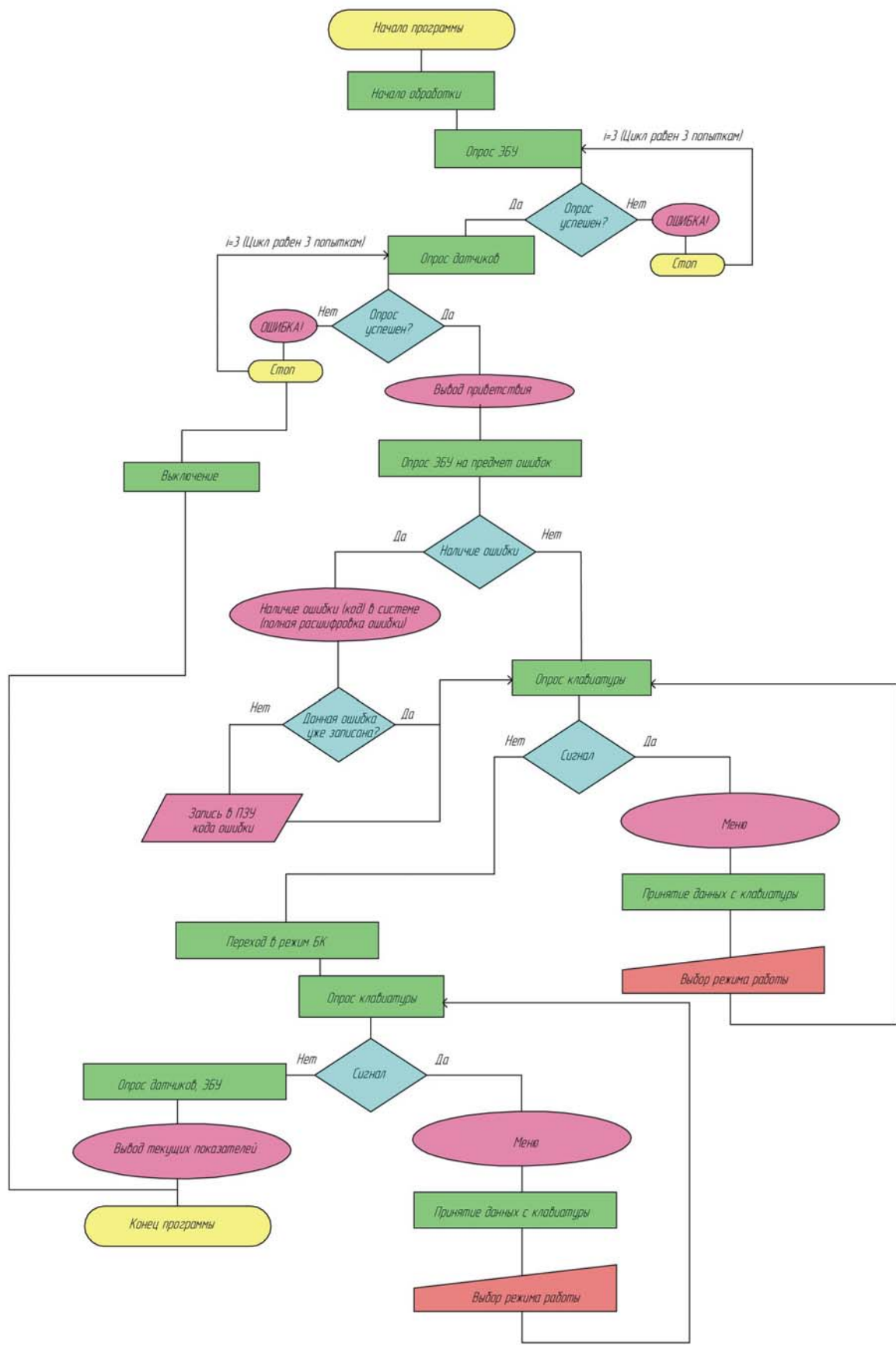


Рис. 2.47. Алгоритм работы встроенной системы диагностирования

- Делается пауза, т.к. исходя из психо-физиологических особенностей человека частота обновления информации не должна превышать 10 Гц, и все повторяется сначала.

- Как видно из вышесказанного, между функционированием устройства в режиме тестера или маршрутного компьютера много общего, что позволяет совместно использовать аппаратные и программные ресурсы.

БСК подключается к стандартному разъему маршрутного компьютера и не требует каких либо доработок электропроводки автомобиля (дополнительно требуется только подключение к диагностическому разъёму).

БСК имеет пять режимов работы: режим маршрутного компьютера, режим отображения значения внутренних переменных ЭБУ, режим отображения и сброса кодов неисправностей ЭБУ, режим управления исполнительными механизмами ЭБУ и режим вывода информации о данном приборе. Переключение между режимами осуществляется нажатием кнопки "Режим".

После включения БК автоматически переходит в режим маршрутного компьютера. В режиме маршрутного компьютера накапливаются и отображаются следующие параметры движения:

- пройденное расстояние от начала маршрута (в метрах);
- время нахождения на маршруте (включенное зажигание);
- время в движении (при скорости движения ≥ 3 км/ч);
- текущая скорость движения автомобиля (в км/ч);
- средняя скорость движения на маршруте (в км/ч). Средняя скорость действительна после пробега не менее 1 км;
- потраченное на маршруте топливо (в миллилитрах);
- средний расход топлива на маршруте (в литрах на 100 км). Средний расход действителен после пробега не менее 1 км.

Перебор отображаемых параметров осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо".

Для остановки подсчета параметров маршрута (без их обнуления) необходимо однократно нажать кнопку "Выбор". Для возобновления подсчета параметров необходимо повторно нажать кнопку "Выбор". Контроль останова/запуска параметров можно осуществить просматривая "время нахождения на маршруте". При остановленном подсчете счетчик секунд остановлен.

Для начала нового маршрута (обнуления параметров предыдущего маршрута) необходимо нажать и удерживать нажатой в течение не менее 1,5 секунд кнопку "Выбор".

В режиме отображения значений внутренних переменных БК показывает в режиме реального времени одну из следующих переменных:

- идентификатор ПО ЭБУ;
- положение дроссельной заслонки (в процентах);

- температура охлаждающей жидкости (в градусах);
- обороты двигателя (в числе оборотов в минуту);
- желаемые обороты холостого хода (в числе оборотов в минуту);
- угол опережения зажигания (в градусах);
- скорость автомобиля (в километрах в час);
- текущее положение регулятора холостого хода (в числе шагов);
- желаемое положение регулятора холостого хода (в числе шагов);
- коэффициент коррекции времени впрыска;
- напряжение на датчике кислорода (в вольтах);
- коэффициент коррекции СО для двигателя без датчика кислорода;
- соотношение воздух/топливо для двигателя с датчиком кислорода;
- напряжение бортовой сети (в вольтах);
- длительность импульса впрыска (в миллисекундах);
- цикловый расход топлива (в миллиграммах на такт);
- массовый расход воздуха (в килограммах в час);
- часовой расход топлива (в литрах в час);
- путевой расход топлива (в литрах на 100 километров).
- путевой расход топлива выводится только при движении автомобиля;
- признак обнаружения детонации (да/нет);
- признак блокировки топливоподачи (да/нет);
- признак холостого хода (да/нет);
- признак мощностного обогащения (да/нет).

БСК в режиме просмотра внутренних переменных ЭБУ отслеживает их выход за допустимые пределы, выдавая звуковой сигнал в одном из следующих случаев:

- в режиме отображения температуры охлаждающей жидкости при превышении температурой значения 110 градусов по Цельсию;
- в режиме отображения оборотов двигателя при превышении оборотами значения 5520 оборотов в минуту;
- в режиме отображения напряжения бортовой сети при понижении напряжения ниже 10 вольт;
- в режиме отображения напряжения бортовой сети при повышении напряжения выше 15 вольт;
- в режиме отображения признака обнаружения детонации при обнаружении детонации;
- в режиме отображения признака блокировки топливоподачи при блокировке подачи топлива;
- в режиме отображения признака мощностного обогащения при обогащении смеси по мощности.

Перебор отображаемых параметров осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо".

В режиме отображения кодов неисправностей БК в цикле считывает из блока управления коды неисправностей и отображает на дисплее их число. Если кодов неисправностей нет, то доступна только кнопка "Режим", при нажатии на которую происходит выход из режима отображения кодов неисправностей. Если коды неисправностей есть, то для их просмотра необходимо нажать кнопки "Выбор", "Влево" или "Вправо". Пролистывание считанных кодов неисправностей осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". Для выхода из режима отображения кодов неисправностей без их очистки необходимо нажать кнопку "Режим". Для стирания кодов неисправностей необходимо нажать кнопку "Ввод" и удерживать ее не менее 1,5 секунд. В этом случае "БК" сотрет коды неисправностей в ЭБУ и вновь считывает их (после стирания должно быть считано 0 неисправностей). Коды неисправностей отображаются по стандарту SAE J2012. Их расшифровка приведена на последней странице данного описания.

В режиме управления исполнительными механизмами доступны следующие исполнительные механизмы и внутренние переменные ЭБУ:

- лампа Check Engine;
- реле вентилятора системы охлаждения двигателя;
- реле управления бензонасосом;
- катушка зажигания 1 (1 и 4 цилиндры);
- катушка зажигания 2 (2 и 3 цилиндры);
- форсунка 1;
- форсунка 2;
- форсунка 3;
- форсунка 4;
- коэффициент коррекции со для двигателя без датчика кислорода;
- обороты холостого хода;
- положение регулятора холостого хода.

Пролистывание исполнительных механизмов осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". При этом для каждого механизма отображается его текущее состояние (кроме катушек зажигания и форсунок). Для перехода к управлению текущим исполнительным механизмом необходимо нажать кнопку "Выбор". После этого возможно изменить состояние исполнительного механизма однократным нажатием или нажатием и удержанием кнопок "Влево" и "Вправо". Изменение состояния исполнительного механизма индицируется символом '*' в первой позиции дисплея. Для возврата управления исполнительным механизмом ЭБУ необходимо вновь нажать кнопку "Выбор".

Для перехода в режим выдачи информации о БК необходимо выключить зажигание, нажать кнопку "Режим" и включить зажигание (удерживая

ее нажатой). В этом режиме можно просмотреть информацию о версии прибора и его авторах.

Перебор отображаемой информации осуществляется кнопками "Влево" и "Вправо". Выход из режима осуществляется нажатием кнопки "Режим".

С точки зрения построения программы, учитывая большой объем текстовых сообщений, все их желательно вынести за пределы внутреннего сравнительно небольшого ПЗУ микроконтроллера. Так как между обновлениями информации существует большая пауза (не менее 100 мс), а количество одновременно отображаемых символов невелико, то эти данные могут быть размещены во внешнем ПЗУ с последовательной выборкой и извлекаться оттуда по мере необходимости. Развивая эту идею, можно вынести во внешнее ПЗУ сами запросы, описание формул для пересчета различных параметров, а также и весь сценарий работы с меню.

Диагностирование только внешними средствами не обеспечивает предотвращение эксплуатации автомобилей с неисправностями, аварийных дорожных отказов, оптимизации выбора режима движения и проведения ТО и ТР. Оно не устраняет накопление неисправностей на межконтрольном пробеге, так что в среднем более 20 % парка эксплуатируется с такими неисправностями. Ухудшение технического состояния автотранспортных средств является причиной дорожно-транспортных происшествий и дорожных отказов. Более частому проведению диагностирования препятствуют ограничения экономического характера. Кроме того, значительная доля парка эксплуатируется без диагностирования, нередко в отрыве от автотранспортного предприятия (АТП) и станций технического обслуживания (СТО), в мелких ведомственных и личных плохо оснащенных гаражах.

Предлагаемая встроенная система диагностирования предназначена для использования водителем автомобиля или механиком АТП и выдачи данных на БК или ЭВМ о работе и техническом состоянии автомобилей. Обеспечивается практически непрерывным контролем наиболее надежные узлы по функциональным параметрам и обобщенным показателям работоспособности важнейших агрегатов. Позволяет выявлять предотказные состояния узлов, определяющих наибольшую частоту обращений в ремонтную зону АТП или на СТО, а также снижение функциональных качеств, представляющих угрозу для безопасности движения. В частности контроль топливной экономичности, состояние аккумуляторной батареи, неравномерность действия тормозов и др.

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства диагностирования (ВСД) подразделяются на систему датчиков и контрольных точек, обеспечивающие вывод сигналов на внешние средства диагностирования, а также встроенные системы диагностирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами.

Эти системы предназначены для косвенного обобщенного контролирования работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурсов и наработок узлов, корректирования режимов ТО.

Автомобильные ВСД имеют бортовую сеть встроенных в конструкцию автомобилей датчиков и контрольных точек системы электрооборудования, подключаемую при диагностировании к внешней вторичной диагностической аппаратуре.

Наибольшее распространение получили встроенные системы с микропроцессорной обработкой, накоплением и выдачей информации водителю, в бортовой накопитель и на штекерный разъем, несущие функции всех двух указанных разновидностей.

Бортовой компьютер выдает водителю различную информацию о состоянии автомобиля, управляет средствами связи автомобиля с внешним миром, навигационной системой и т.д. Обычно бортовой компьютер выдает информацию на цифровой дисплей, управляется с пульта управления на приборном щитке автомобиля. Кроме того, выпускаются портативные коммуникаторы и органайзеры, которые можно подключать к шине данных автомобиля. Соответствующее программное обеспечение делает их частью автомобильной информационной системы. Все услуги связи, реализуемые в стационарном офисе, сегодня доступны и для автомобилей: факсимильная связь, автоответчик и т.д. Компьютер в автомобиле может быть подключен к сети Internet, при этом электронная почта становится доступной для водителя, автомобиль превращается в офис на колесах. Однако для выявления неисправностей необходимо диагностирование на станциях технического обслуживания автомобилей с помощью диагностических тестеров.

При работе автомобилей возникает необходимость в постоянном контроле основных элементов. Это возможно при объединении маршрутного компьютера и диагностического тестера в одно устройство, но и такое объединение не позволяет выявить все возможные неисправности автомобилей, поэтому нами предлагается кроме объединения маршрутного компьютера и диагностического тестера ввести в программу бортового компьютера опросную часть. Такое устройство должно устанавливаться в салоне автомобиля на штатное место, предусмотренное для маршрутного компьютера.

Алгоритм программы выглядит следующим образом (рис. 2.48).

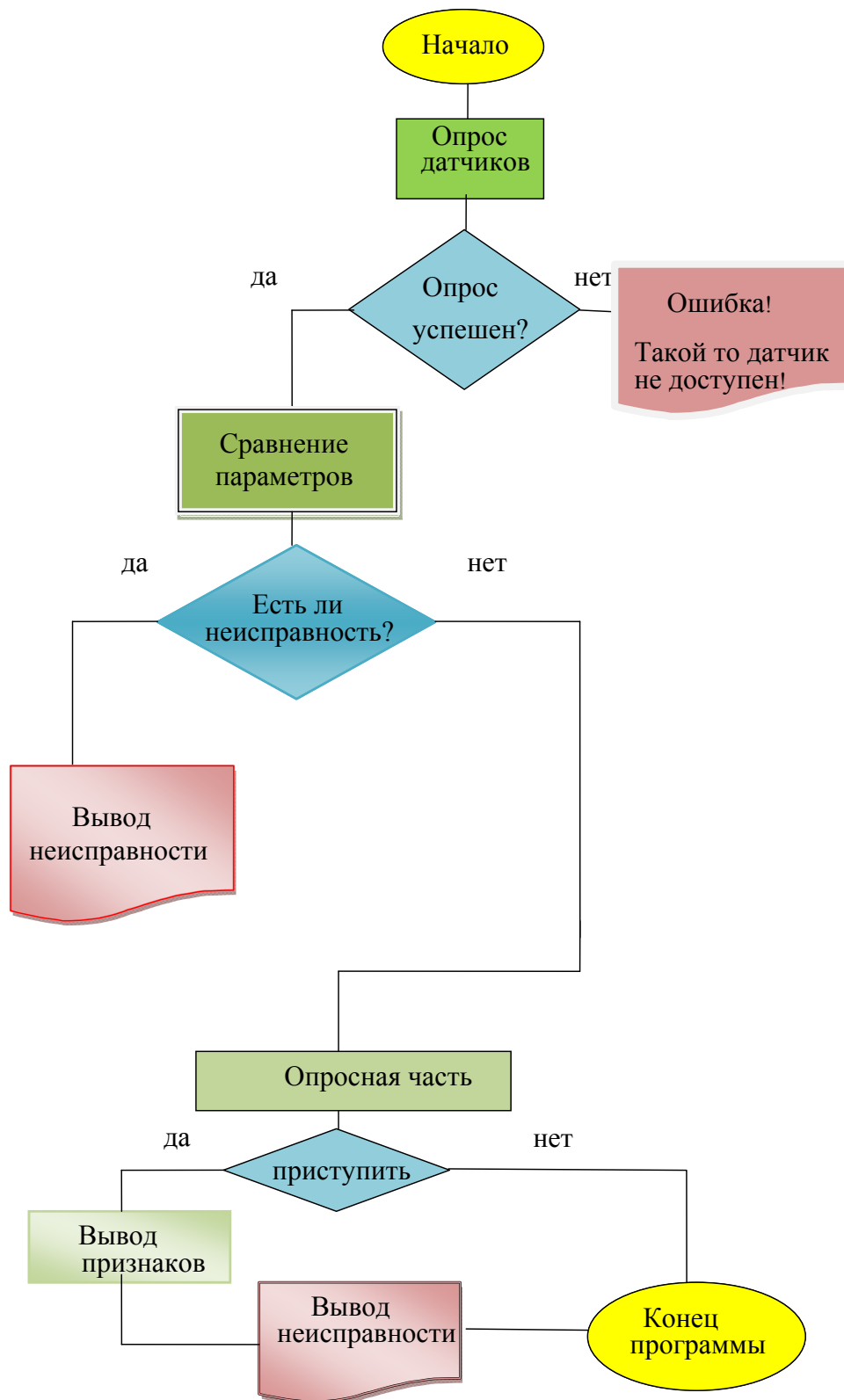


Рис. 2.48. Алгоритм работы системы диагностирования инжекторного двигателя

При работе прибора программа начинает свои действия с проверки наличия контакта со следующими датчиками:

- положении и частоте вращения коленчатого вала;
- массовом расходе воздуха двигателем;
- температуре охлаждающей жидкости;
- положении дроссельной заслонки;
- содержании кислорода в отработавших газах (в системе с обратной связью);
- наличии детонации в двигателе;
- напряжении в бортовой сети автомобиля;
- скорости автомобиля;
- положении распределительного вала (в системе с последовательным распределенным впрыском топлива).

Если контакт не установлен, то на экран прибора в кабине водителя выводится надпись «Ошибка! Датчик недоступен». В этом случае программа прекращает свою работу, и показывает, какой датчик не доступен.

Если контакт со всеми датчиками установлен, программа по показаниям строит график и при наличии неисправностей выводит их на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водителю предлагается выбор – закончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в других системах двигателя. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя. Затем в конце процесса на экран выводится неисправность.

Затем система переходит к поиску неисправностей путём опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной работы двигателя наиболее характерные признаки, которые он заметил на своём автомобиле. Опросная система имеет древовидную структуру. Далее приводится один из возможных путей формирования заявки о неисправности.

Последовательность опроса диагноста по этим вопросам зависит от частоты появления признаков и составляется на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации. На основании полученной информации на этом этапе определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

По завершении этапа выбора качественных признаков в системе происходит просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

На третьем этапе поиска неисправностей система в диалоге проводит опрос пользователя о том, какая наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как он заметил появление качественного признака, какие работы выполнял, какие ещё сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. На этом этапе поиска определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. На этом этапе взаимодействие пользователя с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов системы и выбором им вариантов ответа в меню различных типов (рис. 2.49–2.51).

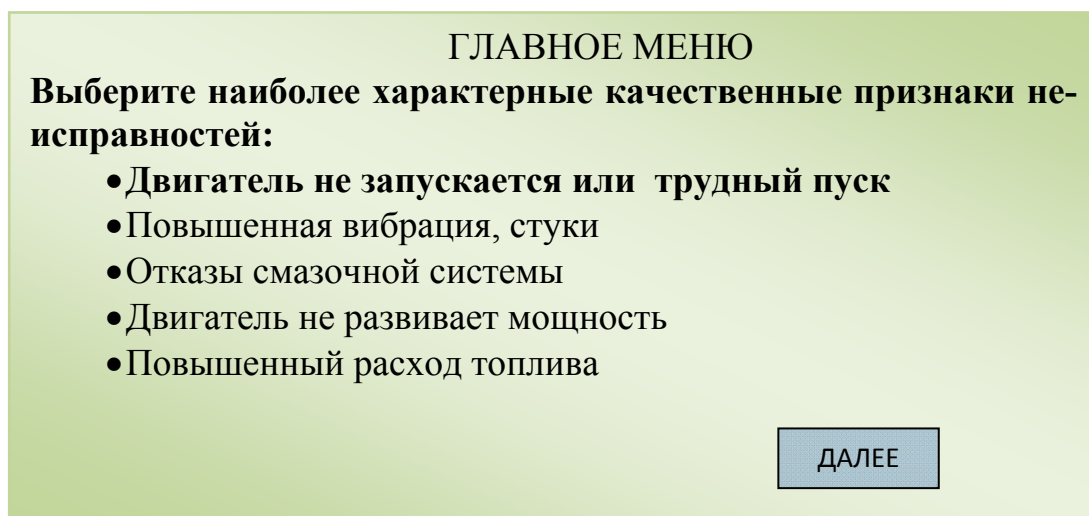


Рис. 2.49. Главное меню

Для перемещения по меню используются "стрелки", выбор позиций осуществляется нажатием клавиши "Space". Переход к следующему меню в древовидной структуре осуществляется нажатием клавиши "ДАЛЕЕ" с выбором нужного признака.

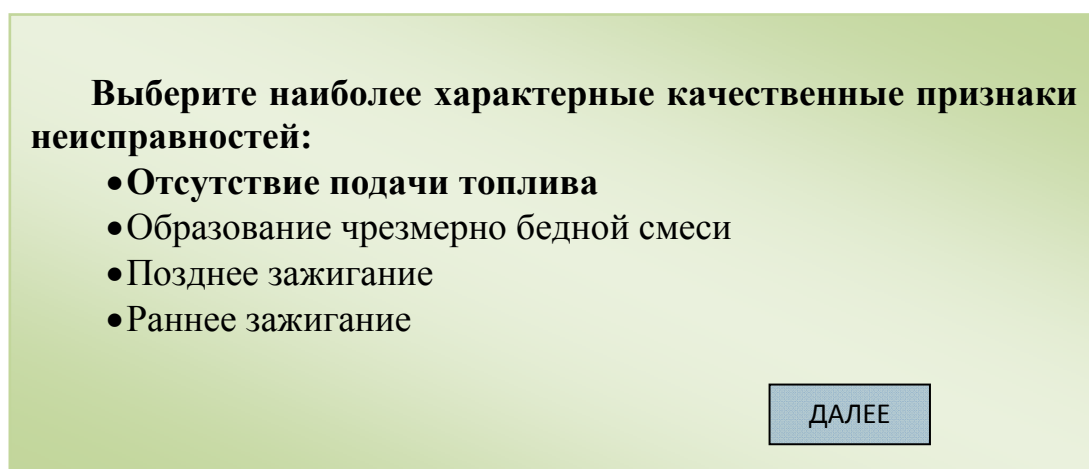


Рис. 2.50. Выбор нужного признака

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение.

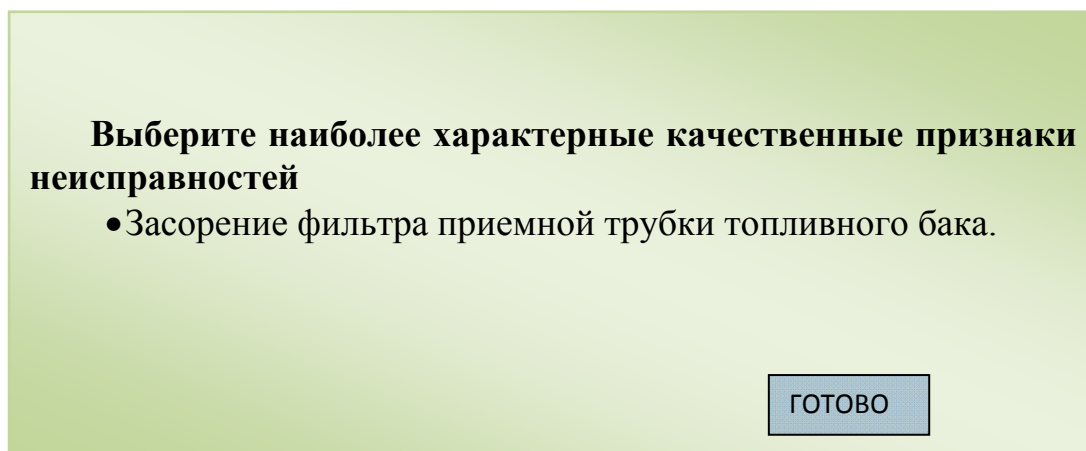


Рис. 2.51. Диагностическое решение

Диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию и формирует гипотезы о неисправностях. Система предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам и с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом пользователю доступна инструкция о технологии проведения проверки. По результату проверки пользователь выбирает вариант ответа в меню. Работа с меню производится аналогично тому, как это описано выше. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности двигателя.

Применение самодиагностирования позволит увеличить уровень эксплуатационной надежности автомобильного парка, снизить материальные и трудовые затраты на проведение технического обслуживания и ремонта автомобилей, уменьшить потребность в технологическом оборудовании и производственно-складских помещениях.

2.2.2. Алгоритм программы поиска неисправностей автомобилей с инжекторными двигателями

Системы мониторинга и диспетчеризации транспортных средств базируются на применении таких беспроводных технологий как GSM, GPRS,

GPS, ГЛОНАСС. Увеличение в последние годы количества транспортных средств, оборудованных системами встроенного диагностирования и диспетчеризации, вызвано не только требованиями нормативных правовых актов, но и преимуществами, которые дает использование этих приборов автотранспортным предприятиям.

Перспективной является применение систем встроенного диагностирования. Преимуществом которых является то, что система быстро указывает водителю место, где возникла неисправность и какие работы надо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния двигателя и трансмиссии. Имеется возможность определить неисправность в двигателе и трансмиссии с помощью датчиков разряжения и температуры масла.

Эта цель достигается путем установки датчика абсолютного давления во впускном коллекторе. Внутри датчика абсолютного давления имеется вакуумная камера, из которой на этапе изготовления датчика был откачен воздух. Такой датчик «сравнивает» давление на входном штуцере с давлением в вакуумной камере – от этой разницы давлений и зависит выходной сигнал датчика.

В качестве датчиков атмосферного давления применяются датчики абсолютного давления. Датчик атмосферного давления может быть выполнен как отдельный элемент системы управления двигателем, или может быть размещён непосредственно внутри корпуса блока управления двигателем (рис. 2.52).

Внедрение температуры датчика масла в трансмиссии позволит следить за ее состоянием не покидая кабины водителя и не посещая ТО. Датчик будет устанавливаться в корпус коробки передач (КП) и главной передачи (ГП). Датчик будет показывать изменение температуры, что будет свидетельствовать о нагрузках на трансмиссию. Средняя рабочая температура масла в картере КП составляет 80–95 °С, в жаркую погоду при городском цикле движения она может подниматься до 150 °С. Конструкция КП такова, что если с двигателя снимается мощность большая, чем нужно для преодоления дорожного сопротивления, ее избыток расходуется на внутреннее трение масла и оно еще более нагревается. Высокие скорости движения потоков масла в гидротрансформаторе и температура вызывают интенсивную аэрацию, приводящую к вспениванию, что создает благоприятные условия, во-первых, для окисления самого масла, во-вторых, для коррозии металлов.

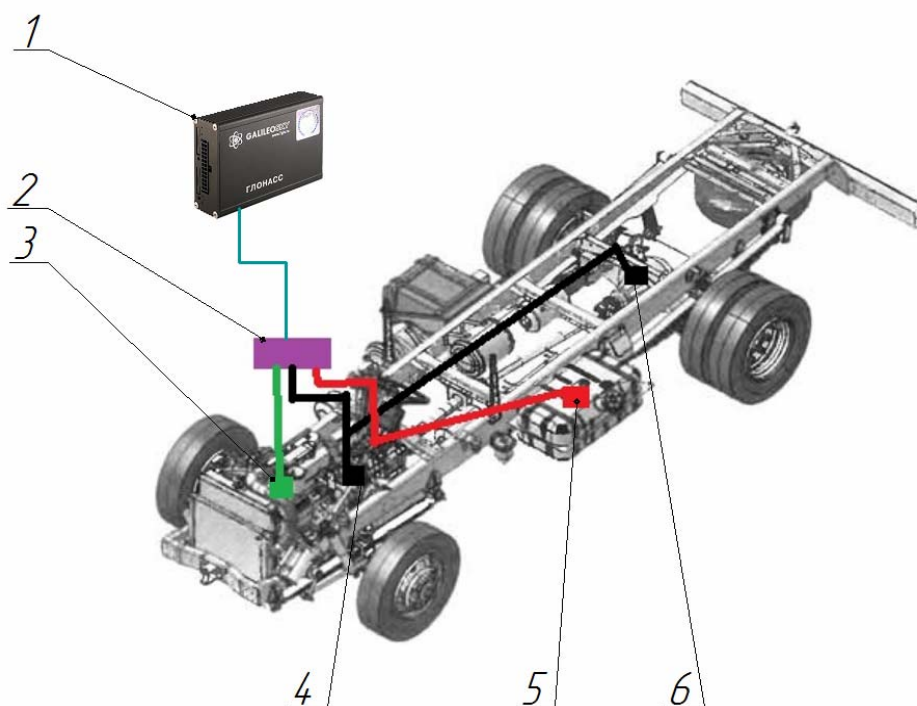


Рис. 2.52. Схема расположения встроенной системы диагностирования на автомобиле:

- 1 – передатчик ГЛОНАСС/GPS; 2 – встроенная система диагностирования;
 3 – датчик разряжения; 4 – датчик температуры масла в коробке передач;
 5 – датчик давления топлива; 6 – датчик температуры масла в главной передаче

Программа включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования и сведения о работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются расчетно-анализирующим блоком. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного принятия решений по проведению профилактических работ для двигателя автомобиля.

Вторая часть программы – аналитическая, определяет наличие и вид неисправностей как в двигатели так и в трансмиссии, третья часть опросная, рассчитана на остальные системы транспортного средства.

После запуска алгоритма идет выбор датчика, первый датчик это датчик разряжения. После проверки датчика разряжения, идет проверка трансмиссии, датчик КП и датчик ГП. После выбора датчика например датчик разряжения. Идет работа прибора с датчиком разряжения, программа начинает свои действия с проверки наличия контакта с датчиком разряжения. Если контакт не установлен, то на экран прибора со сопровождением звукового сигнал в кабине водителя выводится надпись «ОШИБКА! Датчик недоступен». В этом случае программа прекращает свою работу. И весь этот цикл повторяется и с другими датчиками.

Если контакт с датчиком установлен, то в программу водителем вводятся начальные данные. Программа по показаниям датчика строит график

и при наличии неисправности выводит на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водителю предлагается выбор – закончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в других системах двигателя. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя.

В конце процесса на экран выводится неисправность. Программа считывает значения с накладного датчика разряжения, установленного в блок цилиндров.

Считанные значения автоматически записываются в базу данных программы, затем, на основании этих данных, строятся графики разряжения. По разряжению в контрольных точках прогнозируется неисправность.

Затем осуществляется переход к диагностированию разряжения двигателя на холостых оборотах.

Под графиками в случае выявления неисправности появляется надпись, характеризующая эту неисправность, например, «нарушение в работе клапанного механизма связанные с неправильной регулировкой тепловых зазоров в клапанном механизме». Если неисправностей не выявлено, появиться надпись «неисправностей не обнаружено».

Если неисправностей с помощью датчика разряжения не выявлено, то система переходит к поиску неисправностей путем опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной работы двигателя наиболее характерные признаки, которые он заметил. Опросная система имеет древовидную структуру.

Последовательность опроса по этим вопросам зависит от частоты появления признаков, и составляются на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации. На основании полученной информации на этом этапе определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

По завершении этапа выбора качественных признаков в системе происходит просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какая наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие еще сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления

пользователю вопросов системы и выбором им вариантов ответа в меню различных типов.

Для перемещения по меню используются «стрелки», выбор позиций осуществляется нажатием клавиши «Space». Переход к следующему меню в древовидной структуре осуществляется нажатием клавиши «ДАЛЕЕ».

Неисправность сцепления проверяется при работающем двигателе. Выжав педаль сцепления, поочередно переключают передачи. Если включение передач затруднено и сопровождаются скрежетом, сцепление полностью не включается. Включение сцепления проверяют, затянув ручной тормоз. Включают высшую передачу и плавно отпускают педаль сцепления, одновременно нажимая на педаль управления дроссельными заслонками. Если двигатель остановится, сцепление исправно. Продолжение работы двигателя указывает на не полное включение сцепления.

Исправность главной передачи и дифференциала проверяют на ходу. При движении автомобиля со скоростью 30...60 км/ч с включенной передачей (но не накатом) прослушивают шум шестерен. Наличие шума свидетельствует о неправильном зацеплении шестерен, когда пятно контакта смещено в сторону широкой части зубьев ведомой шестерни. Если шум шестерен проявляется при торможении двигателем, это говорит о смещении пятна контакта зацепления в сторону узкой части зубьев ведомой шестерни. Работа ведущего моста с непрерывным «воем» шестерен главной передачи может быть при большом износе подшипников, недостаточном уровне масла в картере главной передачи или малой вязкости масла.

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение. Диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию и формирует гипотезы о неисправностях и предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом доступна инструкция о технологии проведения проверки. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности автомобиля.

2.2.3. Встроенная система диагностирования бензиновых двигателей

Системы мониторинга и диспетчеризации транспортных средств базируются на применении таких беспроводных технологий как GSM, GPRS, GPS, ГЛОНАСС. Увеличение в последние годы количества транспортных средств, оборудованных системами встроенного диагностирования и диспетчеризации, вызвано не только требованиями нормативных правовых актов, но и преимуществами, которые дает использование этих приборов автотранспортным предприятиям. В настоящее время множество государственных предприятий и частных компаний осуществляют перевозки грузов в черте города, а также в отрыве от производственной базы предприятия. Непрерывно возрастают объемы строительных и дорожных работ происходит накопление затрат на перевозку грузов.

Применение систем мониторинга и диспетчеризации для технического диагностирования автомобилей и их отдельных агрегатов направлено в целом на решение одной или нескольких нижеприведенных задач:

- определение технического состояния, поиск и определение места неисправности;
- прогнозирование остаточного ресурса или вероятности безотказной работы на задаваемых интервалах наработки.

Для успешного осуществления указанных задач проводят определенные работы по разработке диагностического оборудования, повышению контролепригодности и установлению показателей и характеристик процессов диагностирования.

Наиболее оптимальным решением является проведение работ по диагностическому обеспечению автомобилей на всех стадиях, начиная от их разработки до полного списания, т.е. на стадиях разработки, производства, эксплуатации, капитального ремонта и хранения, а также при обосновании акта о списании конкретных автомобилей.

Важнейшим элементом автомобиля является его двигатель, на который приходится значительная доля работ по техническому обслуживанию и ремонту. Оборудование для диагностирования систем и механизмов двигателя, как и других элементов автомобиля, должно быть надежным и точным в работе. Перспективой является применение систем встроенного диагностирования. Преимуществом систем встроенного диагностирования является то, что система быстро указывает водителю место, где возникла неисправность и какие работы надо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния двигателя. Имеется возможность определить неисправность в двигателе с помощью разряжения.

Эта цель достигается путем установки датчика абсолютного давления во впускном коллекторе. Внутри датчика абсолютного давления имеется вакуумная камера из которой на этапе изготовления датчика откачен воздух. Такой датчик «сравнивает» давление на входном штуцере с давлением в вакуумной камере – от этой разницы давлений и зависит выходной сигнал датчика (рис. 2.53).

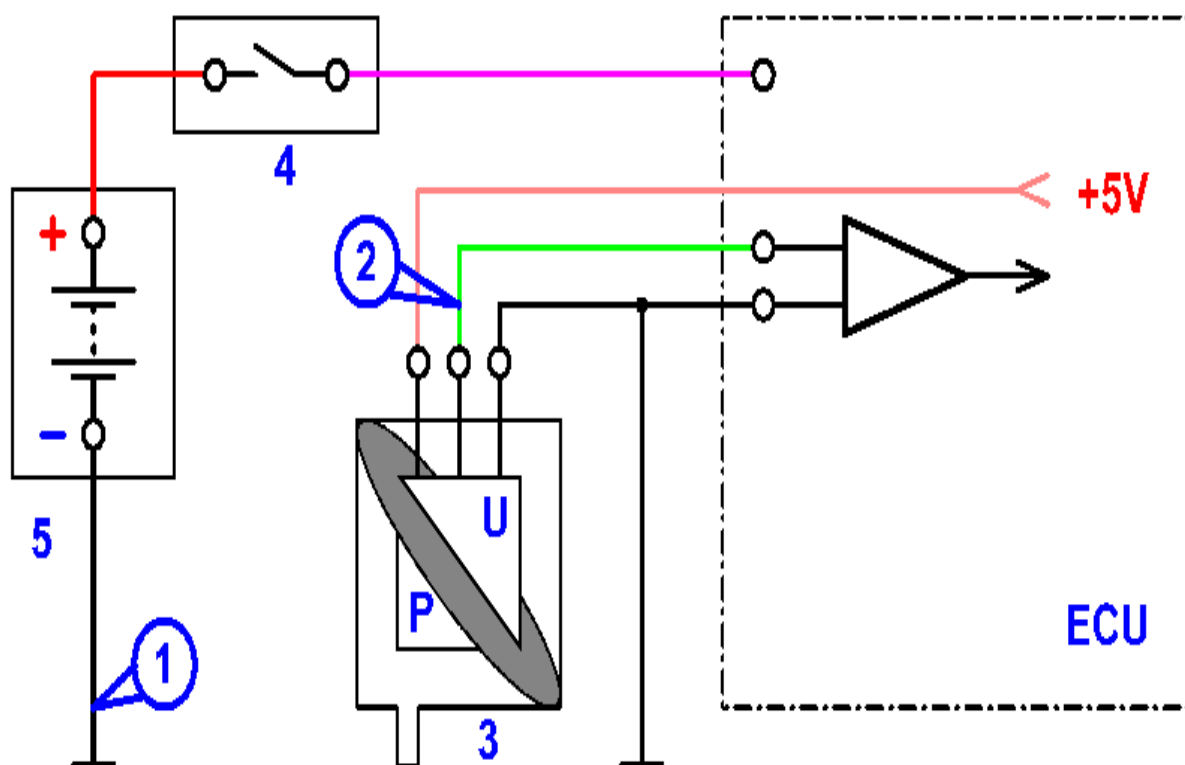


Рис. 2.53. Схема подключения датчки разряжения:

ECU Блок управления двигателем; 1 – точка подключения зажима типа "крокодил" осциллографического щупа.; 2 – точка подключения пробника осциллографического щупа для получения осциллограммы выходного напряжения датчика; 3- датчик абсолютного давления; 4 – выключатель зажигания; 5 – аккумуляторная батарея

В качестве датчиков атмосферного давления применяются датчики абсолютного давления. Датчик атмосферного давления может быть выполнен как отдельный элемент системы управления двигателем, или может быть размещён непосредственно внутри корпуса блока управления двигателем (рис. 2.54).

Блок обработки информации позволяет наряду с контактным датчиком разрежения, что позволяет обеспечить бесконтактный съём информации с двигателя в труднодоступных местах.

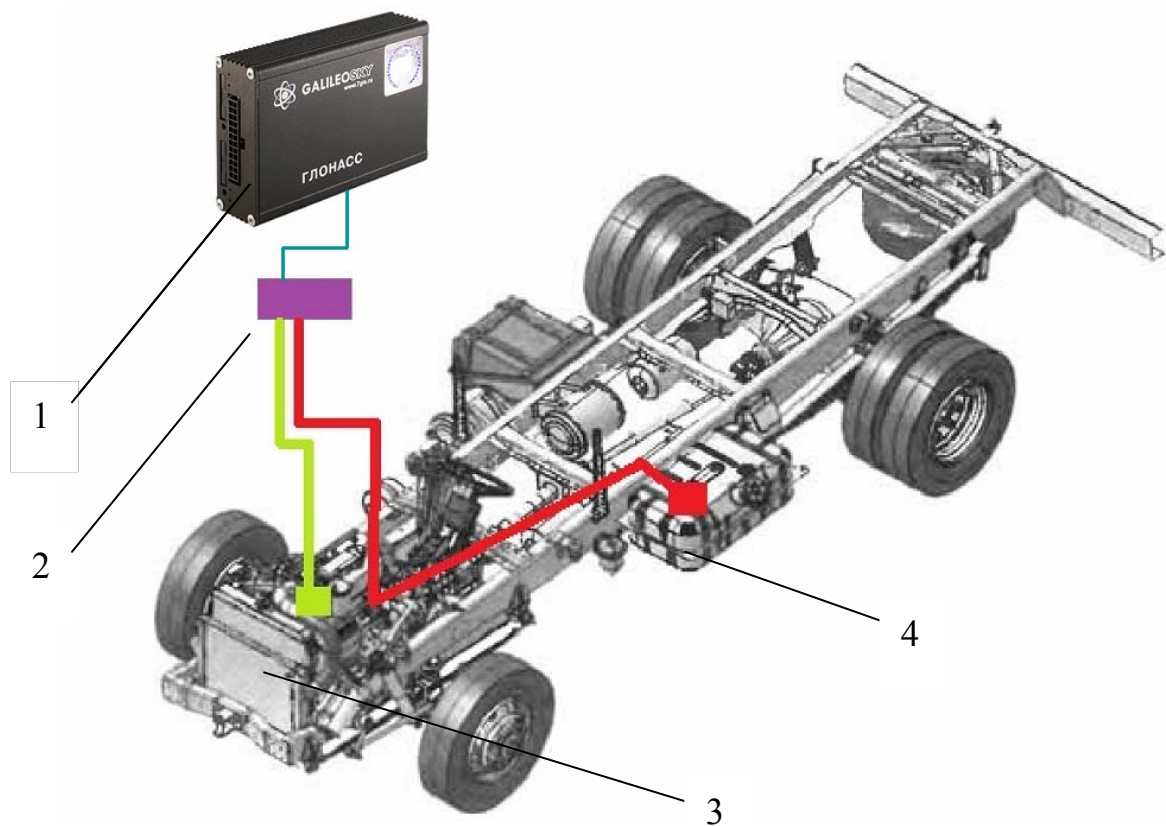


Рис. 2.54. Схема расположения датчиков:
 1 – передатчик ГЛОНАСС/GPS; 2 – встроенная система диагностирования;
 3 – датчик разряжения; 4 – датчик расхода топлива

Программа включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования и сведения о работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются расчетно-анализирующим блоком. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного принятия решений по проведению профилактических работ для двигателя автомобиля.

Вторая часть программы – аналитическая, определяет наличие и вид неисправностей в двигателе, третья часть опросная, рассчитана на остальные системы транспортного средства.

Если контакт с датчиком установлен, то в программу водителем вводятся начальные данные. Программа по показаниям датчика строит график и при наличии неисправности выводит на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водителю предлагается выбор – закончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в других системах двигателя. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя. В конце процесса на экран выводится неисправность. Программа считывает значения с накладного датчика разряжения, установленного в блок цилиндров.

Считанные значения автоматически записываются в базу данных программы, затем, на основании этих данных, строятся графики разряжения. По разряжению в контрольных точках прогнозируется неисправность.

Затем осуществляется переход к диагностированию разряжения двигателя на холостых оборотах. Для наглядности наличия неисправности на диаграмме введены графики разряжения двигателя (рис. 2.55–2.56).

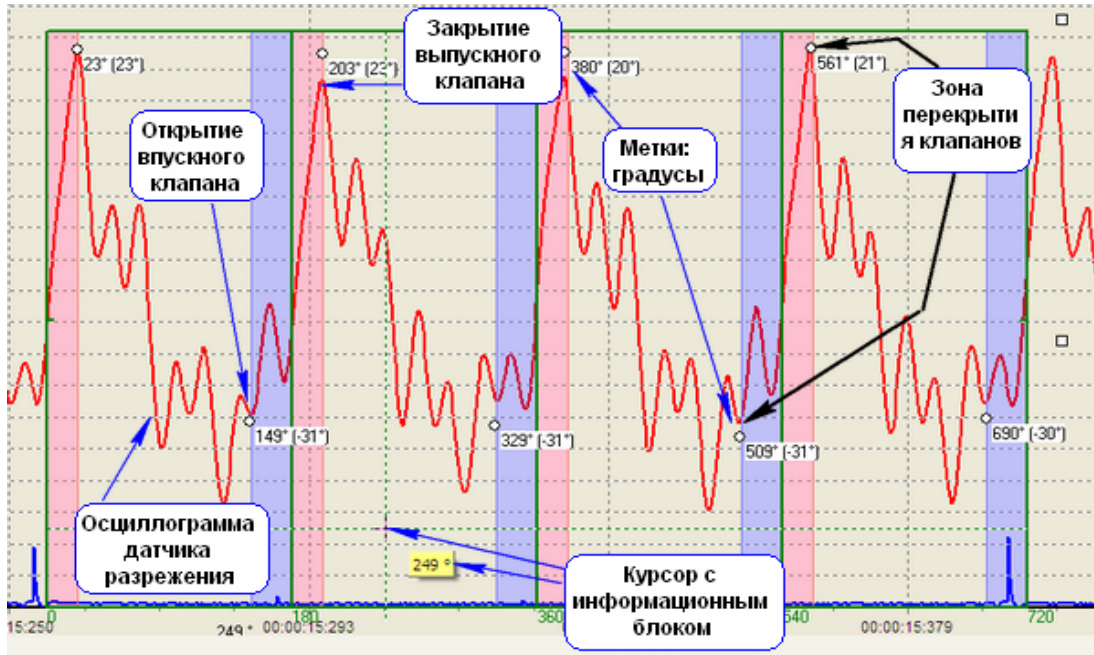


Рис. 2.55. Общий вид осциллограммы датчика разряжения

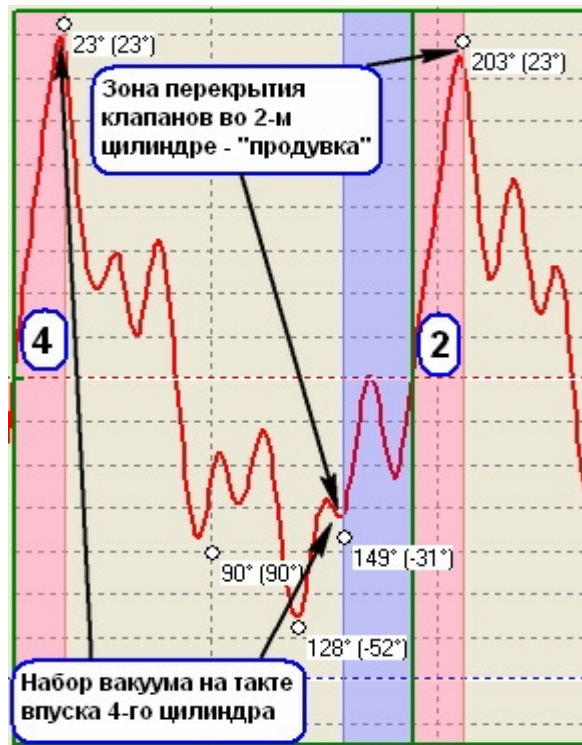


Рис.2.56. Неисправен 2-й цилиндр

1. Во 2-м цилиндре в это время присутствует давление 0,1–0,3 атм. Это давление из цилиндра врывается во впускной коллектор и кривая осциллограммы резко идёт вверх (происходит потеря вакуума во впускном коллекторе) до тех пор, пока на 204 град. (24 град. после ВМТ) не закроется выпускной клапан. В цилиндре в этот момент начинает расти вакуум и кривая резко идёт вниз (это и есть точка закрытия выпускного клапана). На этом закончилась фаза перекрытия клапанов, по положению которой относительно ВМТ можно судить о правильности установки распределительного вала относительно коленчатого вала.

2. По смещению точек открытия и закрытия клапанов, мы можем судить о величине тепловых зазоров, состоянии гидрокомпенсаторов и износе кулачков распредвала. Ведь если зазор выпускного клапана увеличен – значит клапан будет закрываться раньше, чем в других цилиндрах и вершинка сдвинется влево, при этом будет ниже чем другие, потому что потеря вакуума прекратится раньше. Если во впускном клапане зазор будет увеличен – то клапан начнёт открываться позже и впадинка сдвинется вправо.

3. Кроме того, по положению низа осциллограммы по вертикали (относительно низа других цилиндров) можно судить о том, что в данном цилиндре не достигается такой же вакуум как в других цилиндрах. А это значит, что в цилиндре присутствуют неплотности (неисправны клапана, гидротолкатели). В исправном ДВС низ и верх осциллограммы всех цилиндров находятся на одном уровне (при отсутствии вмешательства ЭБУ).

4. По положению точки ВМТ по датчику разрежения относительно сигналу ДПКВ, можно судить о правильности установки распредвала относительно коленвала. Верхней мертвой точкой по датчику разрежения является пересечение левого склона осциллограммы с нулевой линией.

Под графиками в случае выявления неисправности появляется надпись, характеризующая эту неисправность, например, «нарушение в работе клапанного механизма связанные с неправильной регулировкой тепловых зазоров в клапанном механизме». Если неисправностей не выявлено, появится надпись «неисправностей не обнаружено».

Если неисправностей в разряжение двигателя не выявлено, то система переходит к поиску неисправностей путем опроса водителя автомобиля, который выбирает из предложенных вариантов неправильной работы двигателя наиболее характерные признаки, которые он заметил на своем автомобиле. Опросная система имеет древовидную структуру.

Последовательность опроса по этим вопросам зависит от частоты появления признаков и составляются на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации. На основании полученной информации на этом этапе определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

По завершении этапа выбора качественных признаков в системе происходит просмотр базы данных и формирование рабочего набора предполагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какая наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие еще сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов (рис. 2.57–2.61) системы и выбором им вариантов ответа в меню различных типов.

**ВЫБЕРИТЕ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫЕ
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

ГЛАВНОЕ МЕНЮ:

- **ДАТЧИК РАЗРЯЖЕНИЯ**
- **ДАТЧИК РАСХОДА ТОПЛИВА**

ДАЛЕЕ

Рис. 2.57. Главное меню

**ВЫБЕРИТЕ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫЕ
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

ГЛАВНОЕ МЕНЮ:

ДАТЧИК РАЗРЕЖЕНИЯ

ИНЖЕКТОР НЕ ЗАПУСКАЕТСЯ ИЛИ ТРУДНЫЙ ЗАПУСК

- **НЕИСПРАВНА СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ**
- **НЕИСПРАВНО ЦПГ**
- **НЕИСПРАВНО ГРМ**

ДАЛЕЕ

Рис. 2.58. Выбор нужного признака

Для перемещения по меню используются «стрелки», выбор позиций осуществляется нажатием клавиши «Выбор». Переход к следующему меню в древовидной структуре осуществляется нажатием клавиши «ДАЛЕЕ».

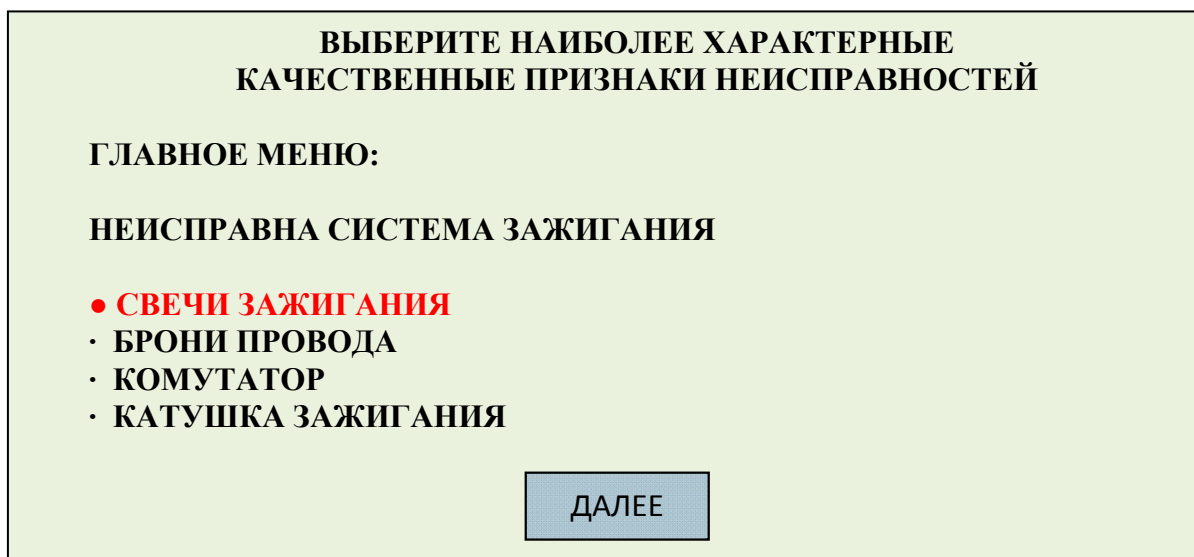


Рис. 2.59. Выбор нужного признака

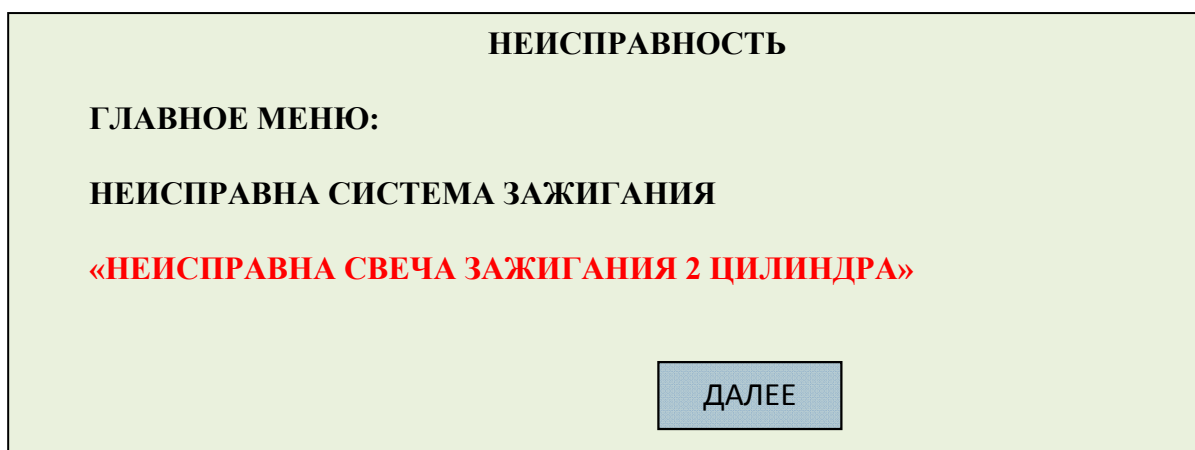


Рис. 2.60. Вывод неисправности

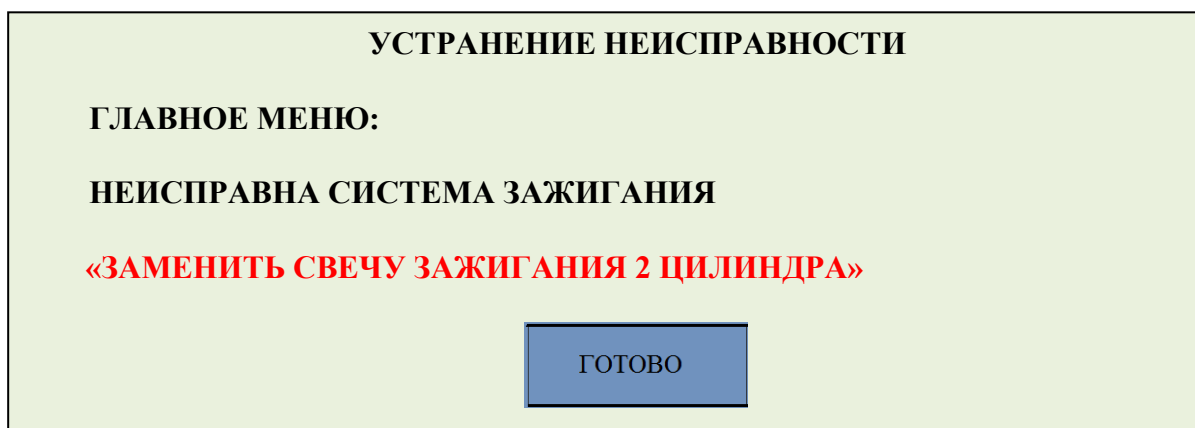


Рис. 2.61. Устранение неисправности

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых неисправностей. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение. Диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию и формирует гипотезы о неисправностях и предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом доступна инструкция о технологии проведения проверки. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности двигателя.

Применение встроенной системы диагностирования позволит увеличить уровень эксплуатационной надежности автомобилей, снизить на проведение технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей.

2.3. Экспериментальные исследования характеристик надежности систем автомобилей с инжекторными двигателями

К техническому состоянию системы питания инжекторных двигателей предъявляются особые требования, гарантирующие безотказную и надежную работу топливной и электронной аппаратуры. Вызвано это тем, что датчики, следящие за работой двигателя представляют собой единое целое, в случае поломки одного из датчиков, и при несвоевременном поиске неисправности, может привести к поломке последующего датчика или электросистемы, так как они взаимосвязаны и зависят друг от друга.

На систему питания инжекторных двигателей приходится до 30 % всех неисправностей автомобилей. Характерными причинами неисправностей являются: нарушение герметичности и течь топлива; загрязнение воздушных и особенно топливных фильтров; попадание масла в камеру сгорания; потеря герметичности форсунками и снижение давления; износ выходных отверстий форсунок, их закоксовывание и засорение; неисправность одного из датчиков отвечающих за работу двигателя; засорение дроссельной заслонки, в следствии приводит к поломке датчика холостого хода. К неисправностям инжекторного двигателя относятся: датчики; бензонасос; регулятор добавочного воздуха; катушки зажигания; нарушение электропроводки (замыкание, нет питания).

Возможные причины и проявления неисправностей топливной системы дизеля сведены в табл. 2.16.

Т а б л и ц а 2 . 1 6

Возможные неисправности и проявления при работе двигателя

| Неисправности элементов топливной системы | Проявление Неисправности |
|---|--|
| <p>а. Пробой, обрыв или повреждение высоковольтных проводов.</p> <p>б. Свечи зажигания- пробой, износ, в сильном нагаре, бракованные, поддельные. Свечи без резистора вносят сильные помехи в работу электроники двигателя.</p> <p>в. индивидуальные катушки зажигания (16V).</p> <p>г. Прогар выпускных клапанов (8V).</p> <p>д. Забиты форсунки.</p> <p>е. Низкая компрессия в одном или нескольких цилиндрах, залегли кольца, пробило прокладку ГБЦ, не герметичность клапанов</p> | <p>Пропуски воспламенения, двигатель троит</p> |
| <p>а. Проверка ремня ГРМ.</p> <p>б. Проблемы с электрооборудованием.</p> <p>в. Сгорел предохранитель на главное реле по причине короткого замыкания в проводке.</p> <p>г. Вышел из строя модуль зажигания.</p> <p>д. Если заводится, но только с нажатой педалью газа, возможно неисправен регулятор холостого хода.</p> <p>е. Неисправен бензонасоса, плохой контакт в модуле бензонасоса.</p> <p>ж. Неисправен замок зажигания, нет питания на контроллер, плохой контакт массы</p> | <p>Не заводится</p> |
| <p>а. Пропуски воспламенения.</p> <p>б. Неисправен регулятор холостого хода.</p> <p>в. Загрязнение каналов дроссельного узла.</p> <p>г. Слишком обогащённая смесь. Неисправность регулятора давления.</p> <p>д. Сбиты фазы ГРМ.</p> <p>е. Установленные ПО были дефектными</p> | <p>Неустойчивый, неравномерный холостой ход, провалы до 500 об., иногда может и заглохнуть</p> |
| <p>а. Неисправность датчиков.</p> <p>б. Загрязнённые форсунки.</p> <p>в. Механические проблемы с двигателем, компрессия, фазы ГРМ и т.д.</p> <p>г. Загрязнён воздушный фильтр.</p> <p>д. Изношены свечи зажигания, неисправность катушек зажигания.</p> <p>е. Обогащённая смесь из-за забитой обратки топливной системы или неисправного регулятора давления</p> | <p>Увеличение расхода топлива, не развивает мощность</p> |
| <p>а. Неисправность датчика положения дроссельной заслонки.</p> <p>б. Повреждение изоляции проводов от ДПДЗ</p> | <p>Периодически поднимаются холостые обороты до 1,5–2 тыс.</p> |

Характеристика объекта исследований

В начальный период при проведении экспериментальных исследований в качестве объекта принята инжекторная топливная аппаратура грузовых автомобилей российского производства ГАЗель.

Наиболее важной особенностью инжекторной аппаратуры является зависимость от качества топлива и электрооборудования (датчиков). В связи с этим, при проведении экспериментальных исследований по сбору статических данных об отказах элементов инжекторной аппаратуры необходимо было рассматривать конструкции использующихся в настоящее время на автомобилях.

Конструктивно системы питания инжекторных двигателей выполняются по одной из четырех схем, причем расположить их по степени совершенства можно следующим образом:

Центральный впрыск топлива

Являясь альтернативой карбюраторной системе, впервые центральный впрыск стал применяться в 80-е годы XX века. Правда особой разницы между ней и карбюратором не отмечено. Здесь также имеется смешивание воздуха с топливом внутри впускного коллектора. Разница лишь в том, что на смену чувствительному и довольно сложному карбюратору пришла форсунка. Электроники здесь, конечно же, нет – все осуществляется по средствам механики.

Но все же одноточечный впрыск позволял работать двигателю более мощно и, что более важно, менее затратно финансово. Происходило это, потому что форсунка обеспечивала более точную и экономичную дозировку объема топлива. После чего возникала однородная смесь, которая могла менять свой состав мгновенно при различных условиях движения и режимах работы мотора.

Недостатки центрального впрыска. Так, например, отмечалось высокое сопротивление воздуха, который поступал в цилиндры. Потому как форсунку очень часто монтировали в корпус карбюратора, да и датчики тех времен были довольно громоздки, что затрудняло «дыхание» двигателя. В теории, такой «минус» можно было бы легко исправить – это да, но в реальной жизни тех лет устранение неравномерного поступления топливной смеси в цилиндры – было весьма проблематичной задачей. Смеси нужно было преодолеть длинный путь по трубопроводам, которые конструировались самой разнообразной длины и с разным сопротивлением. Все это привело к тому, что на данный момент центральный впрыск практически не используется. Слишком уж сложно было доработать центральную систему, легче начать заново и придумать что-нибудь новенькое.

Многоточечный или распределительный впрыск

Его основным отличием от предыдущей системы является наличие индивидуальной форсунки для каждого цилиндра во впускном патрубке.

Смесь получается однородной по составу для всех цилиндров. Вначале она была исключительно механической, но эту систем постоянно совершенствовали.

Итак, в 90 годах XX века стали широко внедрять электронику. Это позволило усовершенствовать и систему питания двигателя, кроме того возникла возможность координации ее действий с остальными частями двигателя.

Потому-то современный автомобиль способен не просто сигнализировать водителю, что имеются неисправности, но и включить при необходимости аварийный режим.

В систему многоточечного впрыска были внедрены и дополнительные датчики, которые позволили переводить впрыск с параллельной на последовательную подачу топлива в двигатель. Такая схема позволила обеспечить индивидуальный расчет времени для каждого цилиндра, для того, чтобы топливо подавалось исключительно в нормированный промежуток перед тем, как откроется клапан. Несомненно, что плюсов такой схемы намного больше, она эффективнее и точнее, но и стоит намного дороже.

Прямой впрыск

При такой системе бензин попадает через форсунки непосредственно в цилиндры мотора. Историей отмечено, что сначала такая система применялась только в авиационных моторах еще во времена Второй мировой войны. Первым автомобилем с прямым впрыском был Goliath GP700. Но в послевоенный период такой вид системы впрыска топлива не был популярен в силу дороговизны топливных насосов и уникальной для данной системы головки блока цилиндров. Тогда инженерам не удалось найти оптимального баланса, точной работы и приемлемой надежности такой схемы.

Непосредственный впрыск

Рост экологических мировых проблем привел к тому, что в 90-е года прошлого столетия о прямом впрыске топлива вспомнили вновь. Первым применил эту схему концерн Mitsubishi, выпустив в 96 году серию моторов GDI, после них и другими автопроизводителями был перенят успешный опыт японцев – Mercedes-Benz, Volkswagen, BMW, FIAT, Peugeot-Citroen и прочие.

Объясняется это тем, что такая схема подачи топлива позволяет двигателю функционировать и на смесях с высоким содержанием воздуха, такие смеси называются обедненными, и не случайно, ведь чем меньше нужно топлива, тем выше экономичность.

Также бензин, подаваясь в цилиндры, обеспечивает повышение степени сжатия двигателя, что в свою очередь увеличивает его мощность и эффективность.

Непосредственный впрыск, пожалуй, оптимальное решение в питании автомобиля топливом, если бы не некоторые «НО». Моторы с такой схе-

мой довольно капризны к качеству октановой смеси, работа их отличается повышенной жесткостью и шумностью, что приводит к усилению шумоизоляции салона авто. Кроме того, работая на обедненные смеси, выделяется высокое количество оксидов азота, а борьба с ними ведется по средствам усложнения конструкции мотора. Но как ни крути инжектор гораздо лучше карбюратора — и это только говоря простым языком.

Анализ парка инжекторных ГАЗелей в нашей стране, показывает, что подавляющее большинство они оборудованы системами старого образца, более того, новые автомобили, выпускаемые в нашей стране, оборудуются двигателем ЗМЗ-40524 и позволяют выполнять нормы токсичности Евро II.

По этим причинам в процессе сбора статистических материалов потребовалось анализировать топливную систему в целом и учитывать конструкционные различия между ними. При этом объект исследований (топливная система) рассматривалась как система, состоящая из топливных форсунок, электронного блока управления (ЭБУ), электронных датчиков.

Методика проведения исследований

С целью получения наибольшего объема информации об исследуемых объектах инжекторной топливной системы автомобилей ГАЗель методикой исследований предполагалось провести изучение всех обращений по автомобилям российского производства при отказах элементов инжекторной топливной системы.

Методика исследований предполагала регистрацию моделей автомобилей, моделей (типов) двигателей, года выпуска автомобилей, пробега начала эксплуатации, характеристик проявления отказов при эксплуатации, определение возможных причин появления отказов, а также дополнительных данных, позволяющих дать углубленную характеристику выявленному отказу элементов инжекторной топливной системы.

Методика экспериментальных исследований должна была также выявить особенности в отказах элементов инжекторной топливной системы при эксплуатации автомобилей в условиях России.

Для получения данных в сервисных предприятиях России данные по двум АТП) были разработаны специальные формы, в которые автором данной работы и операторами – диагностами вносились все данные и характеристики по обслуживаемым автомобилям и их отказам.

При получении данных по отказам на СТОА в Пензе использовалась компьютерная база данных по автомобилям, данные технического осмотра автомобилей и научные отчеты государственных научных организаций по неисправностям автомобилей в процессе эксплуатации.

Методика должна была выявить отказы по всем элементам инжекторной топливной системы, их датчикам и исполнительным устройствам для всех разновидностей применяемых топливных систем. К рассмотрению

принимались только автомобили (без учета восстановления отказов в ремонтных мастерских), поэтому основная выборка автомобилей составлена из подвижного состава, выпущенного в 2003–2011 годах.

Анализ статистических данных по отказам элементов дизельной топливной системы при эксплуатации автомобилей ГАЗель в условиях г. Пензы

В процессе проведения экспериментальных исследований по сбору статистического материала по отказам инжекторной топливной системы и их элементов на грузовых автомобилях ГАЗель, было обследовано 15 автомобилей.

Собранные статистические материалы позволили выявить, что значительная часть отказов, по своим проявлениям диагностическим показателям указывает на отказы и неисправности датчиков. Вместе с тем более детальная обработка материалов и проведенные работы по диагностированию и выявлению причин неисправностей позволила сделать заключение, что 31 % отказов действительно относятся к отказам электронных датчиков.

Результаты статистических данных показывают (табл. 2.17).

Основные отказы включают в себя ЭБУ, датчики, форсунки, прочее.

Т а б л и ц а 2 . 1 7

Отказы инжекторной топливной системы

| № п/п | | Процентное содержание отказа автомобилей ГАЗель, г. Пенза |
|-------|-------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Электрический топливный насос | |
| 1.1 | Электрический привод | 4 |
| 1.2 | Датчик расхода топлива | 3 |
| 1.3 | сетчатый фильтр | 1 |
| 1.4 | Топливозаборник | 2 |
| 1.5 | Обратный клапан | 3 |
| 1.6 | Редукционный клапан | 3 |
| 2 | Трубопровод | |
| 2.1 | крепление трубопроводов | 2 |
| 2.2 | трубки | 2 |
| 3 | Форсунка | |
| 3.1 | Электрический разъем | 3 |
| 3.2 | Пружина | 2 |
| 3.3 | Обмотка возбуждения | 3 |
| 3.4 | Якорь электромагнита | 3 |
| 3.5 | Игла форсунки | 5 |

Окончание табл. 2.17

| 1 | 2 | 3 |
|-----|---|----|
| 4. | Электронный блок управления (ЭБУ) | |
| 4.1 | Память (постоянная, оперативная и постоянная программируемая) | 12 |
| 4.2 | Запоминающее устройство калибровок | 6 |
| 5 | Датчики | |
| 5.1 | Датчик положения коленчатого вала | 7 |
| 5.2 | Датчик положения дроссельной заслонки | 7 |
| 5.3 | Датчик массового расхода воздуха | 9 |
| 5.4 | Датчик концентрации кислорода | 4 |
| 5.5 | Датчик температуры охлаждающей жидкости | 4 |
| 6. | Прочее | 15 |

При эксплуатации автомобилей в условиях Пензы наибольшее количество отказов приходится на датчики. На второй позиции по количеству – ЭБУ.

Обработка экспериментальных данных

В выполненных исследованиях получены пробеги, на которых происходили отказы элементов в процессе эксплуатации автомобилей ГАЗель (табл. 2.18).

Таблица 2.18

| № п/п | | Пробеги, на которых произошли отказы, тыс.км |
|----------|-------------------------------|--|
| | | г. Пенза, автомобили ГАЗель |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Электрический топливный насос | |
| 1.1 | Электрический привод | 83,1; 90,7; 146,8; 100,5; 123,8; 160,6; 139,7 |
| 1.2 | Датчик расхода топлива | 79,4; 136,2; 162,7; 210,4; 260,3; 300,4; 320,5 |
| 1.3 | Сетчатый фильтр | 86,4; 156,6; 206,5; 269,3; 312,9; 330,5; 380,5 |
| 1.4 | Топливозаборник | 88,3; 206,4; 345,3; 350,6; 370,7; 390,5; 395,4 |
| 1.5 | Обратный клапан | 87,8; 153,7; 207,2; 256,9; 259,1; 273,3; 383,3 |
| 1.6 | Редукционный клапан | 81,8; 130,6; 205,1; 257,9; 288,6; 303,3; 369,7 |
| 2 | Трубопровод | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 207,8; 379,9; 389,7; 319,2; 383,1; 394,7; 325,2 |
| 2.2 | Трубки | 378,2; 380,9; 319,3; 308,9; 395,1; 386,3; 385,6 |

Окончание табл. 2.18

| 1 | 2 | 3 |
|-----|---|--|
| 3 | Форсунка | 83,4; 135,6; 199,6; 203,2; 247,3; 375,3; 397,4 |
| 3.1 | Электрический разъем | 128,2; 164,9; 213,1; 304,5; 359,5; 378,4; 381,4 |
| 3.2 | Пружина | 383,5; 386,1; 388,9; 390,3; 393,1; 396,8; 398,9 |
| 3.3 | Обмотка возбуждения | 382,9; 392,2; 314,5; 277,9; 211,2; 376,2; 384,9 |
| 3.4 | Якорь электромагнита | 85,3; 151,9; 206,2; 255,8; 137,2; 260,2; 343,2 |
| 3.5 | Игла форсунки | 79,3; 148,8; 203,2; 256,7; 125,2; 258,2; 378,9 |
| 4 | Электронный блок управления (ЭБУ) | |
| 4.1 | Память (постоянная, оперативная и постоянная программируемая) | 85,3; 124,9; 136,8; 206,1; 259,3; 257,2; 379 |
| 4.2 | Запоминающее устройство калибровок | 120,9; 139,6; 170,4; 210,2; 268,8; 290; 357,3 |
| 5 | Датчики | |
| 5.1 | Датчик положения коленчатого вала | 135,7; 180,4; 205,7; 220,3; 377,5; 388,7; 390,4 |
| 5.2 | Датчик положения дроссельной заслонки | 100,4; 128,2; 141,7; 173,5; 206,7; 229,9; 254,2 |
| 5.3 | Датчик массового расхода воздуха | 120,5; 156,8; 188; 210,4; 246,3; 273,9; 315,8 |
| 5.4 | Датчик концентрации кислорода | 158,9; 187,4; 235,9; 274,2; 300,3; 340,6; 368 |
| 5.5 | Датчик температуры охлаждающей жидкости | 145,8; 170,7; 203,8; 241,5; 269,4; 301,2; 338 |
| 6 | Прочее | 83,4; 123,5; 153,7; 203,8; 254; 256,5; 377,1 |

Выявленные отказы по автомобилям позволили получить закономерности распределения отказов по пробегам. При этом для элементов, отказы по которым имели небольшое количество, обработка информации велась в условиях ее недостатка.

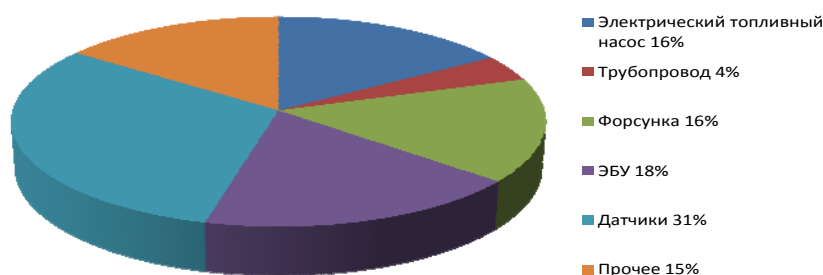


Рис.2.62. Диаграмма основных неисправностей автомобилей ГАЗель-330202 с двигателем 3М3-40524

Средняя наработка на отказ электронного блока управления(ЭБУ) и электронных датчиков автомобилей ГАЗель-330202 для планово-предупредительной стратегии

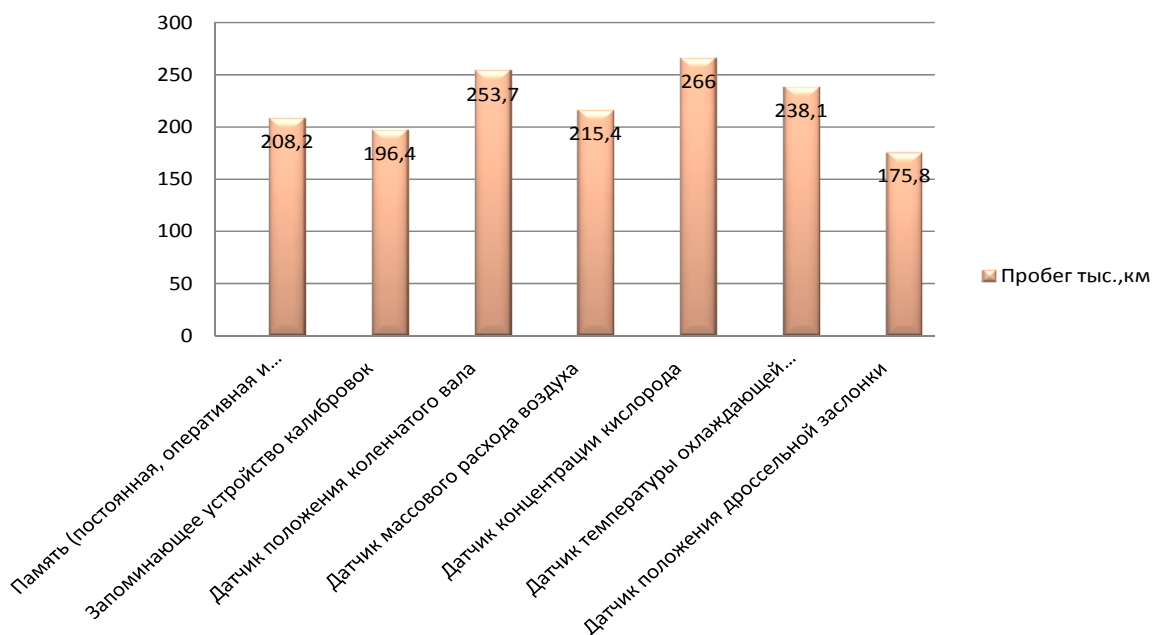


Рис. 2.63. Пробеги, на которых произошли отказы, тыс.км, г. Пенза

Распределение средней наработки на отказ после установки ВСД



Рис. 2.64. Распределение средней наработки на отказ после установки ВСД

Таблица 2.18

Показатели надежности элементов топливной системы ГАЗель, г. Пенза

| № п/п | | Средняя наработка на отказ L , тыс.км | Среднеквадратичное отклонение σ тыс.км | Коэффициент вариации v |
|-------|---|---|---|--------------------------|
| 1 | Электрический топливный насос | | | |
| 1.1 | Электрический привод | 206,5 | 79 | 0,38 |
| 1.2 | Датчик расхода топлива | 174 | 65 | 0,37 |
| 1.3 | Сетчатый фильтр | 182,2 | 57 | 0,31 |
| 1.4 | Топливозаборник | 181,2 | 103 | 0,5 |
| 1.5 | Обратный клапан | 206,8 | 70 | 0,22 |
| 1.6 | Редукционный клапан | 253 | 59 | 0,23 |
| 2 | Трубопровод: | | | |
| 2.1 | Крепление трубопроводов | 175,3 | 91 | 0,52 |
| 2.2 | Трубки | 207,5 | 95 | 0,45 |
| 3 | Форсунка | | | |
| 3.1 | Электрический разъем | 283,6 | 117 | 0,41 |
| 3.2 | Пружина | 236,3 | 95 | 0,4 |
| 3.3 | Обмотка возбуждения | 209,7 | 93 | 0,44 |
| 3.4 | Якорь электромагнита | 210,3 | 55 | 0,26 |
| 3.5 | Игла форсунки | 152 | 59,6 | 0,38 |
| 4 | Электронный блок управления (ЭБУ): | 210,7 | 93,1 | 0,44 |
| 4.1 | Память (постоянная, оперативная и постоянная программируемая) | 210,2 | 101 | 0,25 |
| 4.2 | Запоминающее устройство калибровок | 170 | 71 | 0,31 |
| 5 | Датчики: | | | |
| 5.1 | Датчик положения коленчатого вала | 210,7 | 90 | 0,45 |
| 5.2 | Датчик положения дроссельной заслонки | 215,6 | 104 | 0,49 |
| 5.3 | Датчик массового расхода воздуха | 198,3 | 84 | 0,53 |
| 5.4 | Датчик концентрации кислорода | 200,2 | 97 | 0,48 |
| 5.5 | Датчик температуры охлаждающей жидкости | 210,2 | 108 | 0,42 |
| 6. | Прочее | 170,4 | 82 | 0,32 |

В процессе проведения экспериментальных исследований по сбору статистического материала по отказам элементов автомобилей ГАЗель, кроме отказов по двигателю, рассматривались отказы по трансмиссии, хо-

довой части, тормозной системе, рулевому управлению и электрооборудованию. Для анализа были взяты автомобили с пробегом до 300000 километров пробега с годом выпуска 2007. Практика работы с автомобилями ГАЗель позволила выявить, что частый ремонт инжектора приводит к выходу из строя электрооборудования около 7 %. Однако эти неисправности устраняются диагностическими работами и не требуют технических воздействий на инжекторную систему.

Средняя наработка на отказ:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

Среднеквадратичное отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

Коэффициент вариации:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}}.$$

Как видно из приведенных выше данных о надежности работы элементов топливной системы в г. Пензе, показатели закономерностей распределения отказов указывают, что не все из них могут быть описаны нормальным законом распределения. Надежность работы анализируемых систем возрастает с применением систем контроля работоспособности автомобилей.

2.4. Встроенная система диагностирования трансмиссии автомобилей

2.4.1. Встроенная система диагностирования сцепления грузовых автомобилей

Увеличение в последние годы количества транспортных средств, оборудованных системами встроенного диагностирования и применение беспроводных технологий, вызвано преимуществами, которые дает использование этих приборов на автотранспортных предприятиях.

Наиболее оптимальным решением является проведение работ по диагностическому обеспечению автомобилей на всех стадиях, начиная от их разработки до полного списания, т.е. на стадиях разработки, производства,

эксплуатации, капитального ремонта и хранения, а также при обосновании акта о списании конкретных автомобилей.

Важнейшим элементом автомобиля является его трансмиссия, на которой приходится значительная доля работ по техническому обслуживанию и ремонту. Оборудование для диагностирования механизмов трансмиссии, как и других элементов автомобиля, должно быть надежным и точным в работе. Перспективой является применение систем встроенного диагностирования. Преимуществом систем встроенного диагностирования является то, что система быстро указывает водителю место, где возникла неисправность и какие работы надо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния двигателя и трансмиссии. Имеется возможность определить общую неисправность в трансмиссии с помощью датчика температуры масла.

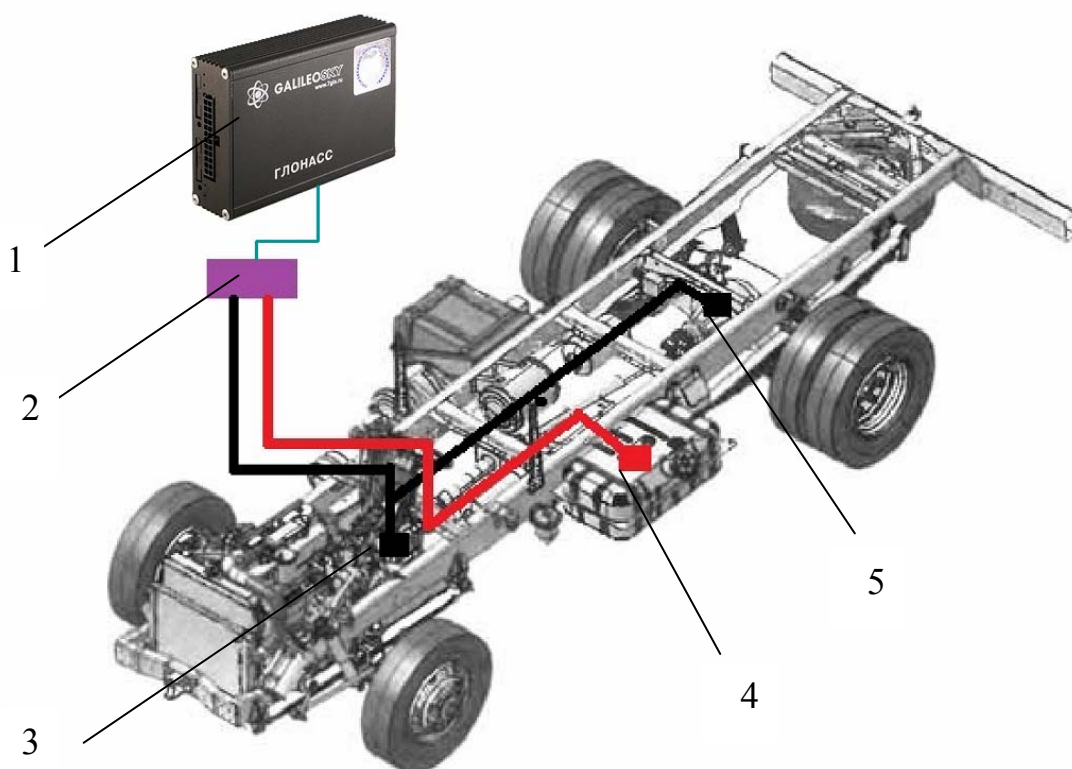


Рис. 2.65. Схема расположения датчиков:
1 – передатчик ГЛОНАСС/GPS; 2 – встроенная система диагностирования;
3 – датчик температуры сцепления; 4 – датчик расхода топлива;
5 – датчик температуры масла в главной передаче

Введение датчиков температуры сцепления и масла в трансмиссии позволит следить за ее состоянием не покидая кабины водителя и не посещая участок диагностирования. Датчик будет устанавливаться в корпус коробки передач (КП). Датчик будет показывать изменение температуры, что

будет свидетельствовать о нагрузках на трансмиссию. Средняя рабочая температура масла в картере КП составляет 80–95 °С, в жаркую погоду при городском цикле движения она может подниматься до 150 °С. Конструкция сцепления и КП такова, что если с двигателя снимается мощность большая, чем нужно для преодоления дорожного сопротивления, ее избыток расходуется на внутреннее трение и элементы нагреваются.

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какая наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие еще сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов (рис. 2.66–2.73) системы и выбором им вариантов ответа в меню различных типов.

**ВЫБЕРИТЕ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫЕ
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

ГЛАВНОЕ МЕНЮ:

- **ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ СЦЕПЛЕНИЯ**
- ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА В КП
- ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА В ГП

ДАЛЕЕ

Рис. 2.66. Главное меню

**ВЫБЕРИТЕ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫЕ
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

ГЛАВНОЕ МЕНЮ:

- ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ СЦЕПЛЕНИЯ
- **«НЕОБХОДИМО ЗАПУСТИТЬ ДВИГАТЕЛЬ»**

ДАЛЕЕ

Рис. 2.67. Выбор признака

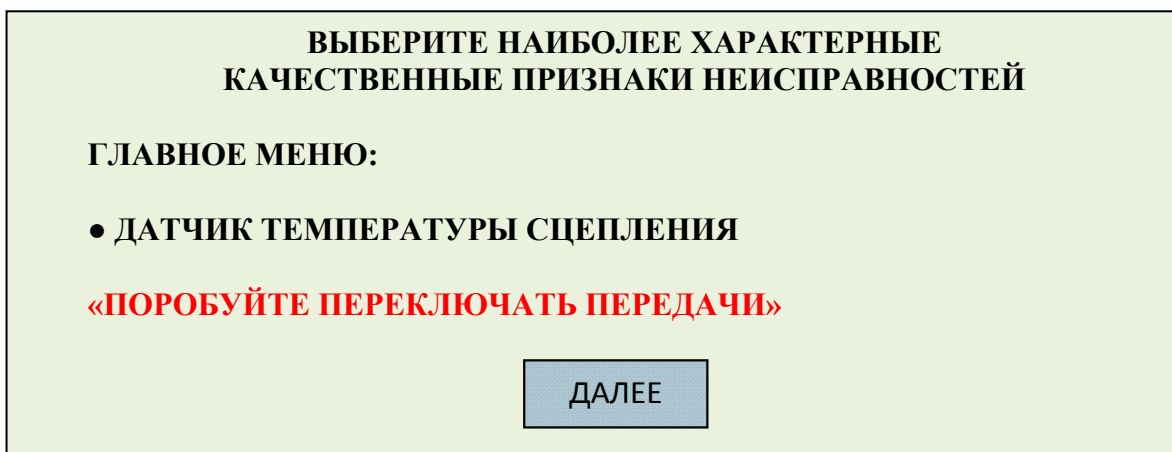


Рис. 2.68. Выбор признака

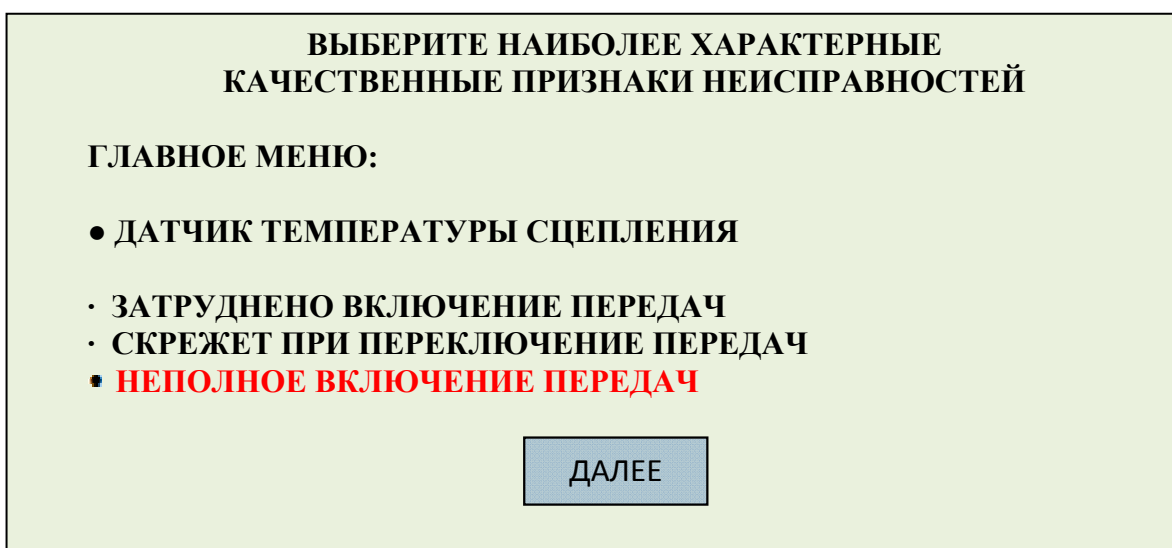


Рис. 2.69. Выбор признака

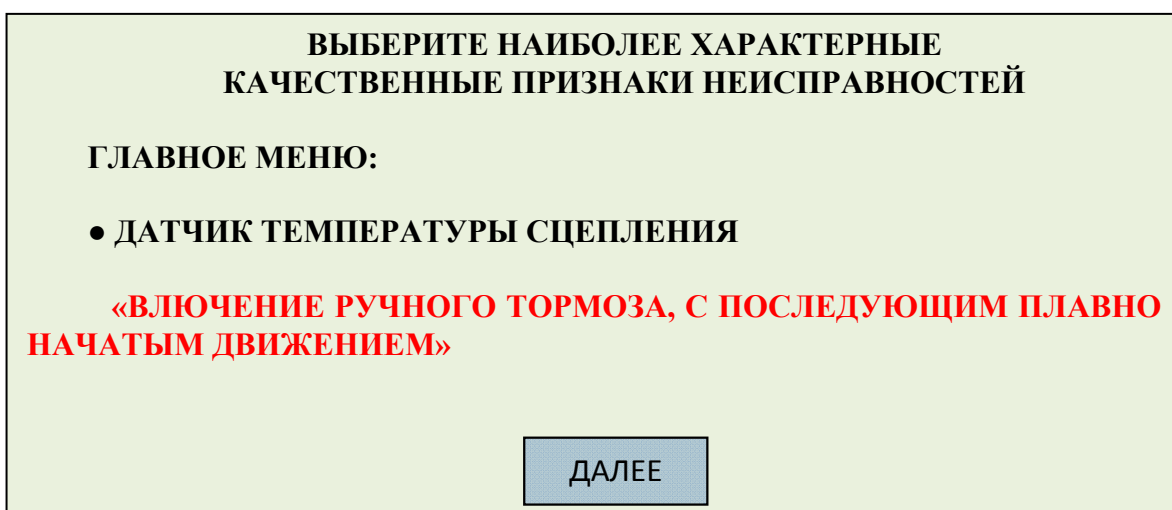


Рис. 2.70. Выбор признака

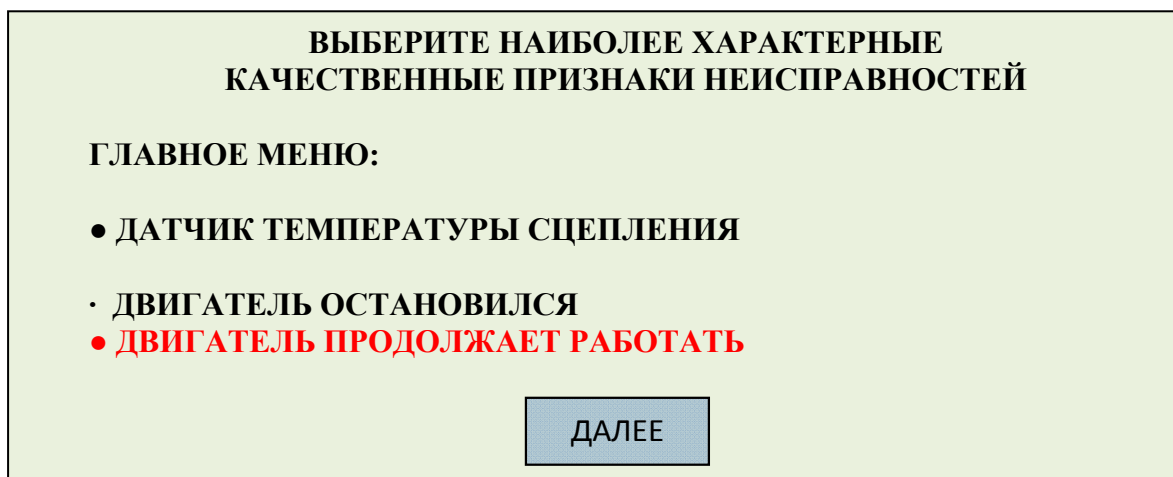


Рис. 2.71. Выбор признака

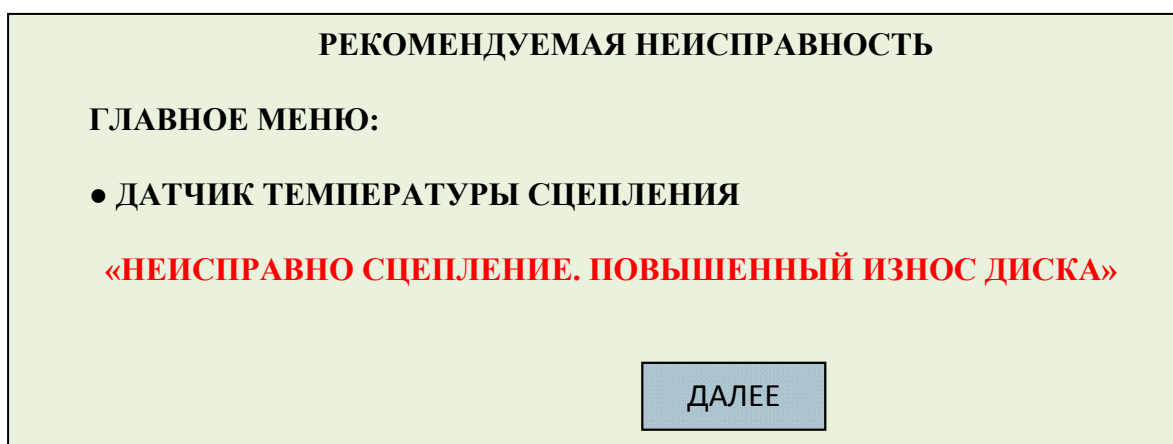


Рис. 2.72. Рекомендуемая неисправность

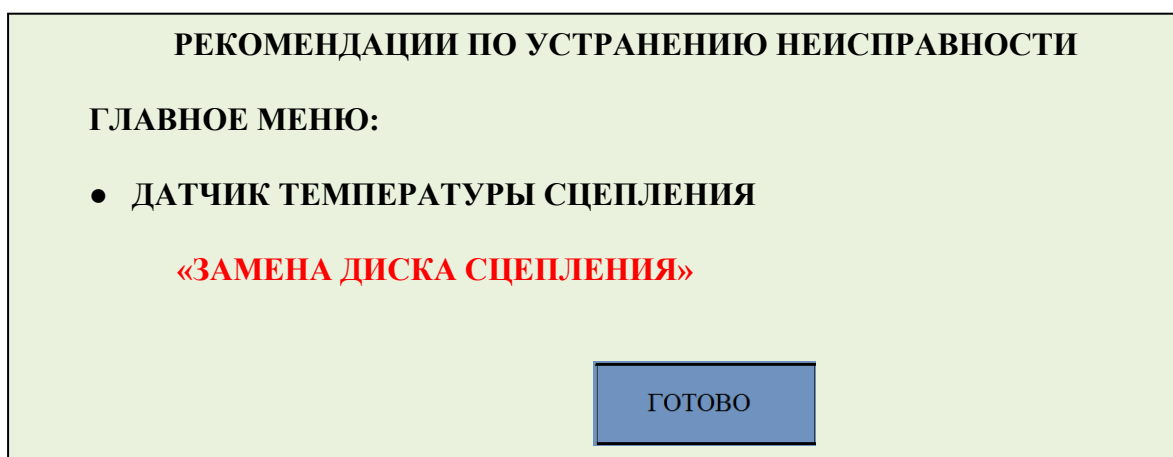


Рис. 2.73. Рекомендации по устранению неисправности

Неисправность сцепления проверяется при работающем двигателе. Выжав педаль сцепления, поочередно переключают передачи. Если включение передач затруднено и сопровождаются скрежетом, сцепление полностью не включается. Включение сцепления проверяют, затянув ручной тормоз. Включают высшую передачу и плавно отпускают педаль сцепления, одновременно нажимая на педаль управления дроссельными заслонками. Если двигатель остановиться, сцепление исправно. Продолжение работы двигателя указывает на не полное включение сцепления.

По результатам опроса можно принять диагностическое решение, т.к. диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей.

2.4.2. Встроенная система диагностирования сцепления грузовых автомобилей

Увеличение в последние годы количества транспортных средств, оборудованных системами встроенного диагностирования и применение беспроводных технологий, вызвано преимуществами, которые дает использование этих приборов на автотранспортных предприятиях.

Наиболее оптимальным решением является проведение работ по диагностическому обеспечению автомобилей на всех стадиях, начиная от их разработки до полного списания, т.е. на стадиях разработки, производства, эксплуатации, капитального ремонта и хранения, а также при обосновании акта о списании конкретных автомобилей.

Важнейшим элементом автомобиля является трансмиссия, на которую приходится значительная доля работ по техническому обслуживанию и ремонту. Оборудование для диагностирования механизмов трансмиссии, как и других элементов автомобиля, должно быть надежным и точным в работе. Перспективой является применение систем встроенного диагностирования. Преимуществом систем встроенного диагностирования является то, что система быстро указывает водителю место, где возникла неисправность и какие работы надо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния двигателя и трансмиссии. Имеется возможность определить общую неисправность в трансмиссии с помощью датчика температуры масла.

Наиболее важным элементом автомобиля является его коробка, на который приходится значительная доля работ по техническому обслуживанию и ремонту. Оборудование для диагностирования систем и механизмов двигателя, как и других элементов автомобиля, должно быть надежным и

точным в работе. Перспективой является применение систем встроенного диагностирования. Преимуществом систем встроенного диагностирования является то, что система быстро указывает водителю место, где возникла неисправность и какие работы надо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния коробки передач. Имеется возможность определить неисправность в двигатели и трансмиссии с помощью разряжения и температуры масла.

Эта цель достигается установкой внутри корпуса коробки передач будет устанавливаться датчик температуры масла, и благодаря этому можно будет следить за износом такого агрегата, как коробка передач. Расположение данного датчика видно на рис. 2.74.

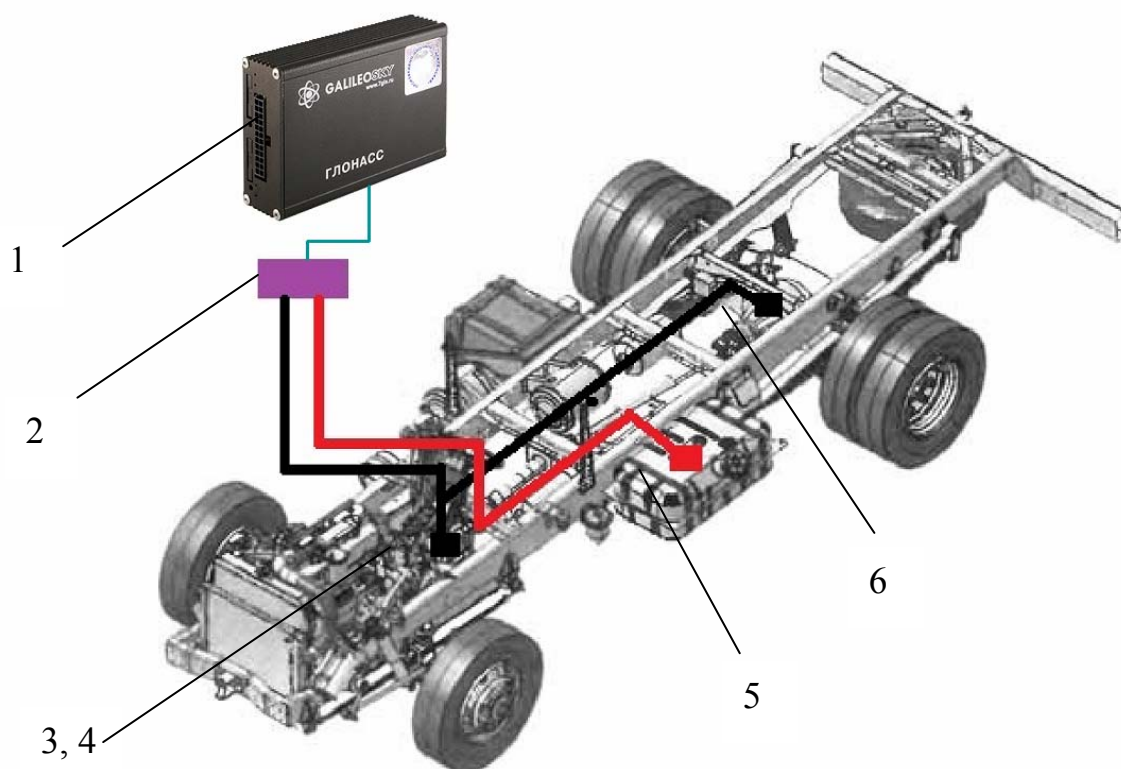


Рис. 2.74. Схема расположения датчиков:
 1 – передатчик ГЛОНАСС/GPS;
 2 – встроенная система диагностирования;
 3 – датчик температуры сцепления;
 4 – датчик температуры масла в коробке передач;
 5 – датчик расхода топлива;
 6 – датчик температуры масла в главной передаче

Разработанный макетный образец (рис. 2.75) системы технического диагностирования главной передачи состоит из трех основных блоков: набора датчиков; интерфейса и программного обеспечения.

Программа встроенной системы диагностирования включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования и сведения о работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются расчетно-анализирующим блоком. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного принятия решений по проведению профилактических работ для трансмиссии автомобиля.

Внедрение температуры датчика масла в коробку позволит следить за ее состоянием трансмиссии не покидая кабины водителя и не посещая ТО. Датчик будет устанавливаться в корпус КПП и будет показывать изменение температуры что будет свидетельствовать о нагрузках на трансмиссию. Средняя рабочая температура масла в картере КПП составляет 80–95 °С, в жаркую погоду при городском цикле движения она может подниматься до 150 °С. Конструкция КПП такова, что если с двигателя снимается мощность большая, чем нужно для преодоления дорожного сопротивления, ее избыток расходуется на внутреннее трение масла и оно еще более нагревается. Высокие скорости движения потоков масла в гидротрансформаторе и температура вызывают интенсивную аэрацию, приводящую к вспениванию, что создает благоприятные условия, во-первых, для окисления самого масла, во-вторых, для коррозии металлов.

Программа включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования и сведения о работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются расчетно-анализирующим блоком. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного принятия решений по проведению профилактических работ для двигателя автомобиля.

Вторая часть программы – аналитическая, определяет наличие и вид неисправностей как в двигателе так и в трансмиссии, третья часть опросная, рассчитана на остальные системы транспортного средства.

Последовательность опроса по этим вопросам зависит от частоты появления признаков и составляются на основании статистических данных, собранных в условиях эксплуатации. На основании полученной информации на этом этапе определяются вероятные гипотезы – элементы двигателя, подозреваемые на отказ.

По завершении этапа выбора качественных признаков в системе происходит просмотр базы данных и формирование рабочего набора предпо-

лагаемых неисправностей, обеспечивающих решение задачи поиска неисправностей.

а)



б)



в)

| ТЕКУЩИЕ ПОКАЗАНИЯ | ГРАФИК | ДАТЧИК |
|--------------------|--------|--------|
| T_ДВИГ = 71 [зр.С] | [...] | №1 |
| T_КП = 120 [зр.С] | [...] | №2 |
| T_ГП = 97 [зр.С] | [...] | №3 |
| РАСХ_СУТ= 251 [л] | [...] | №4 |
| РАСХ_ОБЩ= 251 [л] | [...] | |
| | | ВЫХОД |

г)



Рис. 2.75. Встроенная система диагностирования:
 а – корпус встроенной системы диагностирования; б – датчик температуры главной передачи; в – текущие показания датчиков; г – опросная часть встроенной системы диагностирования

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какая наработка двигателя, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие еще сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов (рис. 2.76–2.79) системы и выбором им вариантов ответа в меню различных типов.

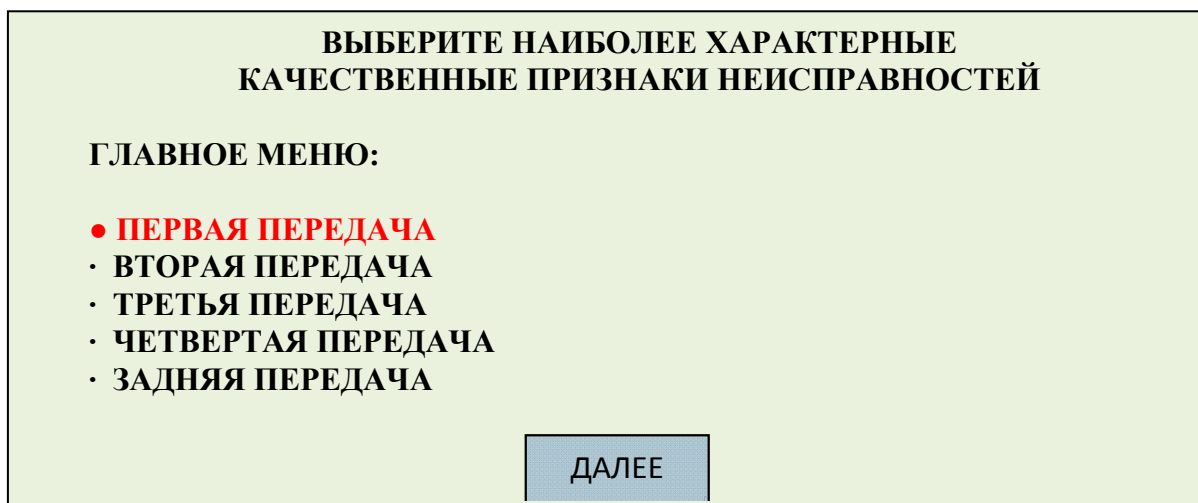


Рис. 2.76. Главное меню

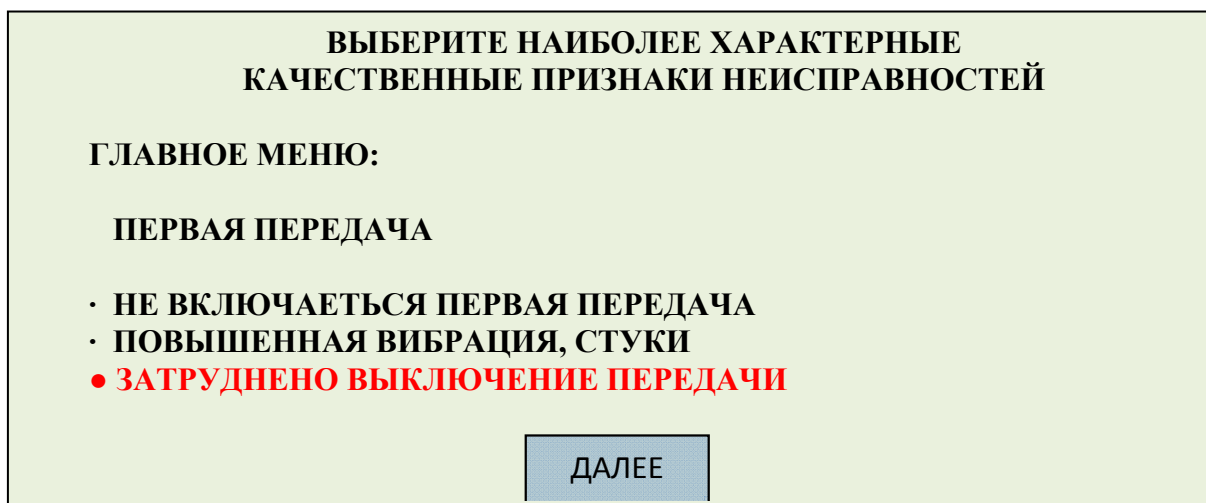


Рис. 2.77. Выбор нужного признака

Для перемещения по меню используются «стрелки», выбор позиций осуществляется нажатием клавиши «Space». Переход к следующему меню в древовидной структуре осуществляется нажатием клавиши «ДАЛЕЕ».

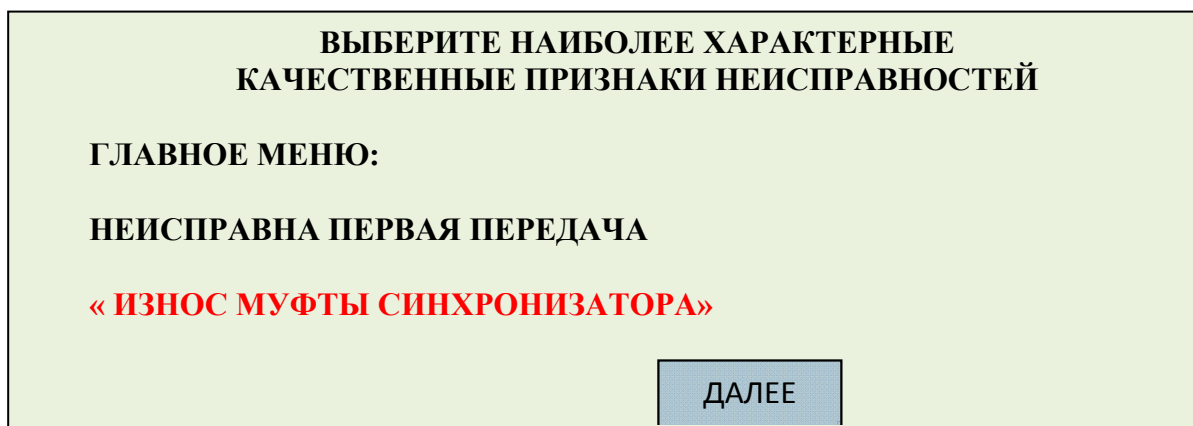


Рис. 2.78. Вывод неисправности

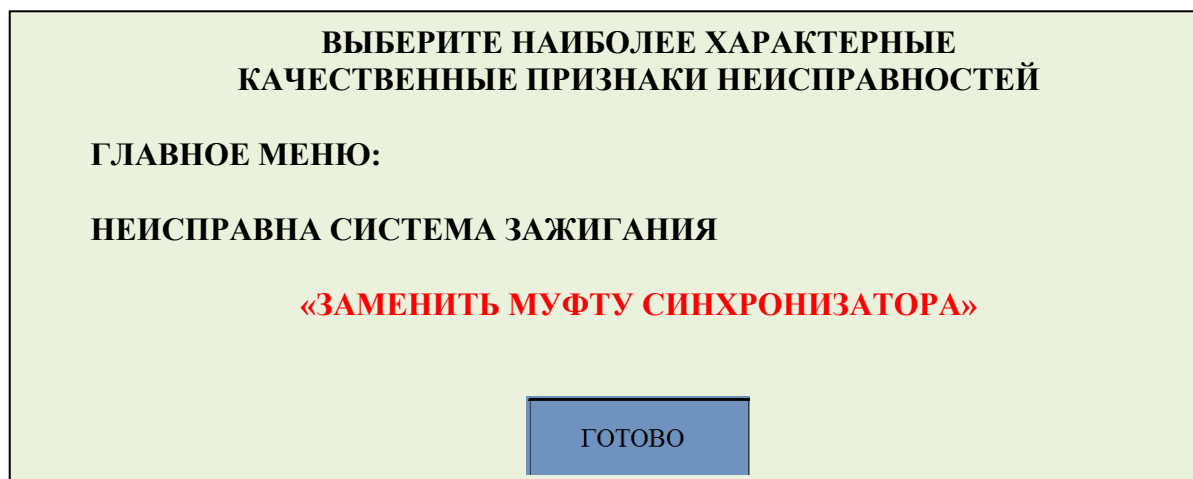


Рис. 2.79. Исправление неисправности

Проверка коробки осуществляется на заведенном двигателе. Неисправности коробок передач вызывают повышенный шум при их работе и переключении, самопроизвольное выключение или затрудненное включение передач, чрезмерный нагрев и вибрацию. Самопроизвольное выключение передач вызывается износом зубьев шестерен, потерей упругости пружин фиксаторов, износом блокирующих колец синхронизатора или поломкой его пружины.

Затрудненное переключение передач может быть при износе подшипников и шлицевых соединений, деформации рычага переключения передач или вилок привода переключения передач.

Перегрев коробки передач возникает из-за недостаточного уровня масла, износа сальников, ослабления крепления крышек картера коробки передач или разрушения подшипников.

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение. Диагностическая система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию и формирует гипотезы о неисправностях и предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

Техническая реализация системы технического диагностирования главной передачи может быть различной, в зависимости от условий использования системы и возможностей производства.

Для малых и средних АТП, а также автоколонн, работающих в отрыве от производственных баз, на основе анализа разработана методика контроля работоспособности и выявления неисправностей автомобилей, перспективная в отношении массового внедрения, с реализацией, как в средствах внешнего, так и встроенного диагностирования.

Сложность диагностирования, определяет необходимость применения в практике эксплуатации автомобилей большого набора методов и средств диагностирования. Для комплексного диагностирования автомобилей, работающих в отрыве от производственных баз, целесообразна разработка эффективного метода поиска неисправностей с помощью совместной работы системы диагностирования и системы диспетчеризации GPS/GLONASS.

Применение данной системы и прибора (при дальнейшем совершенствовании аппаратной и программной базы) позволит, выполнять более углублённое и качественное диагностирование различных систем двигателей и трансмиссии, как на начальном этапе проверки технического состояния, так и на заключительном для проверки качества выполненных работ по техобслуживанию и ремонту.

В дальнейшем, применение специализированного программного обеспечения встроенного диагностирования механических узлов и систем автомобиля, позволит повысить достоверность, качество диагностирования, а также его оперативность.

Одним из наиболее важных элементов автомобиля является трансмиссия, на которую приходится значительная доля работ по техническому обслуживанию и ремонту. Оборудование для диагностирования систем и механизмов трансмиссии, как и других элементов автомобиля, должно быть надёжным и точным в работе. Перспективой является применение систем встроенного диагностирования, преимуществом которых является то, что система быстро указывает водителю место, где возникла неисправность и какие работы необходимо произвести для её устранения. В систему подаются сигналы от датчиков, обрабатываются в бортовой системе контроля и выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) либо устранить мелкие неисправности самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

Встроенные средства диагностирования (ВСД) подразделяются на систему датчиков и контрольных точек, обеспечивающие вывод сигналов на внешние средства диагностирования, а также встроенные системы диагно-

стирования – автономные или функционирующие комплексно со стационарными информационно-управляющими центрами.

Эти системы предназначены для косвенного обобщенного контролирования работоспособности узлов и агрегатов с выдачей результатов на дисплей водителю и в бортовой накопитель для последующего прогнозирования и учета ресурсов и наработок узлов, корректирования режимов ТО.

Автомобильные ВСД имеют бортовую сеть встроенных в конструкцию автомобилей датчиков и контрольных точек системы электрооборудования, подключаемую при диагностировании к внешней вторичной диагностической аппаратуре.

Наибольшее распространение получили встроенные системы с микропроцессорной обработкой, накоплением и выдачей информации водителю, в бортовой накопитель и на штекерный разъем, несущие функции всех двух указанных разновидностей.

Бортовой компьютер выдает водителю различную информацию о состоянии автомобиля, управляет средствами связи автомобиля с внешним миром, навигационной системой и т.д. Обычно бортовой компьютер выдает информацию на цифровой дисплей, управляется с пульта управления на приборном щитке автомобиля. Кроме того, выпускаются портативные коммуникаторы и органайзеры, которые можно подключать к шине данных автомобиля. Соответствующее программное обеспечение делает их частью автомобильной информационной системы. Все услуги связи, реализуемые в стационарном офисе, сегодня доступны и для автомобилей: факсимильная связь, автоответчик и т.д. Компьютер в автомобиле может быть подключен к сети Internet, при этом электронная почта становится доступной для водителя, автомобиль превращается в офис на колесах. Однако для выявления неисправностей необходимо диагностирование на станциях технического обслуживания автомобилей с помощью диагностических тестеров.

Система встроенного диагностирования позволяет выполнять контроль технического состояния трансмиссии (рис. 2.80). Имеется возможность определить неисправность в трансмиссии с помощью датчика температуры масла.

Блок обработки информации позволяет наряду с контактным датчиком температуры обеспечить бесконтактный съем информации в труднодоступных местах.

Введение датчика температуры масла в трансмиссии позволит следить за ее состоянием не покидая кабины водителя. Датчик будет устанавливаться в корпус коробки передач и главной передачи. Датчик будет показывать изменение температуры, что будет свидетельствовать о нагрузках

на трансмиссию. Средняя рабочая температура масла в картере главной передачи составляет 80–95 °С, в жаркую погоду при городском цикле движения она может подниматься до 150 °С. Конструкция главной передачи такова, что если с двигателя снимается мощность большая, чем нужно для преодоления дорожного сопротивления, ее избыток расходуется на внутреннее трение масла и оно еще более нагревается. Высокие скорости движения потоков масла и температура вызывают интенсивную аэрацию, приводящую к вспениванию, что создает благоприятные условия, во-первых, для окисления масла, во-вторых, для коррозии металлов.

Программа встроенной системы диагностирования включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования и сведения о работе двигателя со слов водителя. Подготовленные данные обрабатываются расчетно-анализирующим блоком. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на экран прибора, расположенного в кабине автомобиля. Данная информация является основанием для своевременного принятия решений по проведению профилактических работ для трансмиссии автомобиля.

Вторая часть программы – аналитическая, определяет наличие и вид неисправностей в трансмиссии, третья часть опросная, рассчитана на остальные системы транспортного средства.

Если контакт с датчиком установлен, то в программу водителем вводятся начальные данные. Программа по показаниям датчика определяет превышение температуры и выводит на экран в текстовом режиме. Далее система переходит к опросной части. Водителю предлагается выбор – закончить программу сейчас или продолжить поиск неисправностей в главной передаче. При продолжении программа использует метод «логический поиск с последовательным исключением». Водителю надлежит выбрать качественные признаки неправильной работы двигателя. В конце процесса на экран выводится неисправность.

Для уточнения процесса поиска неисправностей система в диалоговом режиме проводит опрос пользователя о том, какая наработка автомобиля, какие ремонтно-обслуживающие работы проводились в последнее время, как были замечены проявления качественного признака, какие работы выполнялись, какие еще сопутствующие качественные признаки проявляются при этом. Определяющим при последовательности задания вопросов является логическая целесообразность того или иного вопроса. Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления пользователю вопросов (рис. 2.80–2.84) системы и выбором им вариантов ответа в меню различных типов.

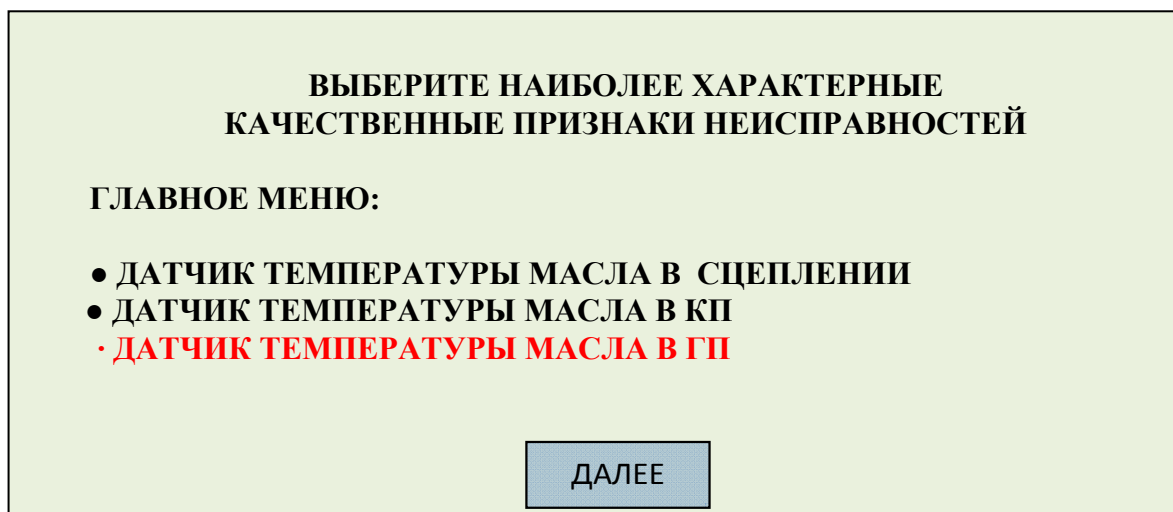


Рис. 2.80. Главное меню

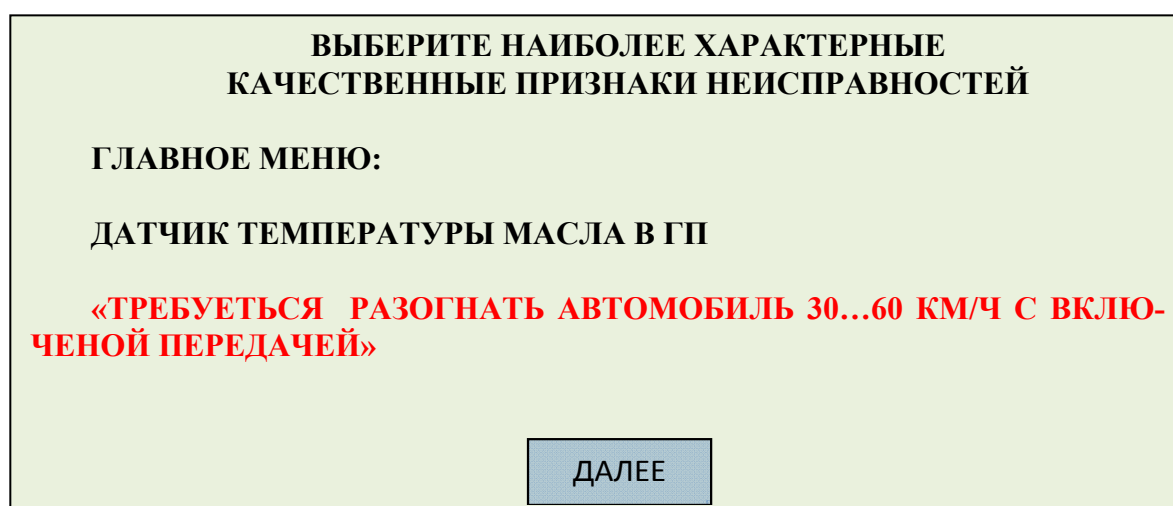


Рис. 2.81. Выбор признака

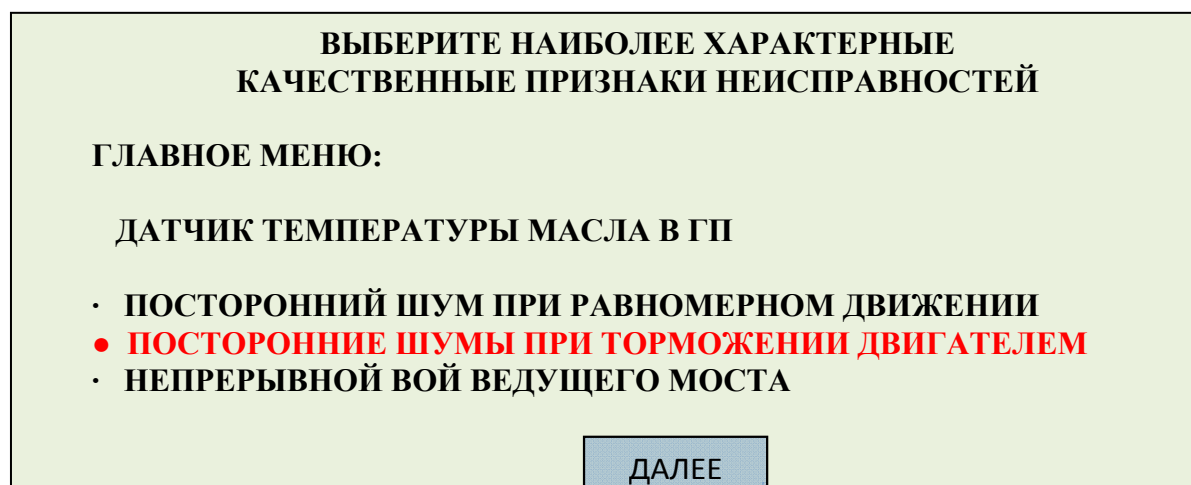


Рис. 2.82. Выбор признака

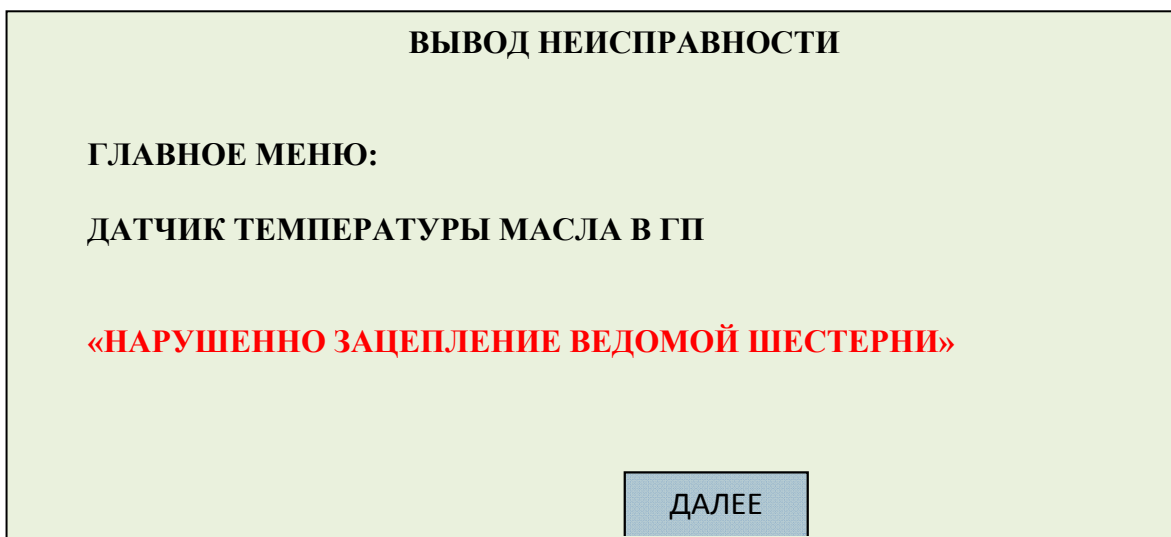


Рис. 2.83. Вывод неисправности

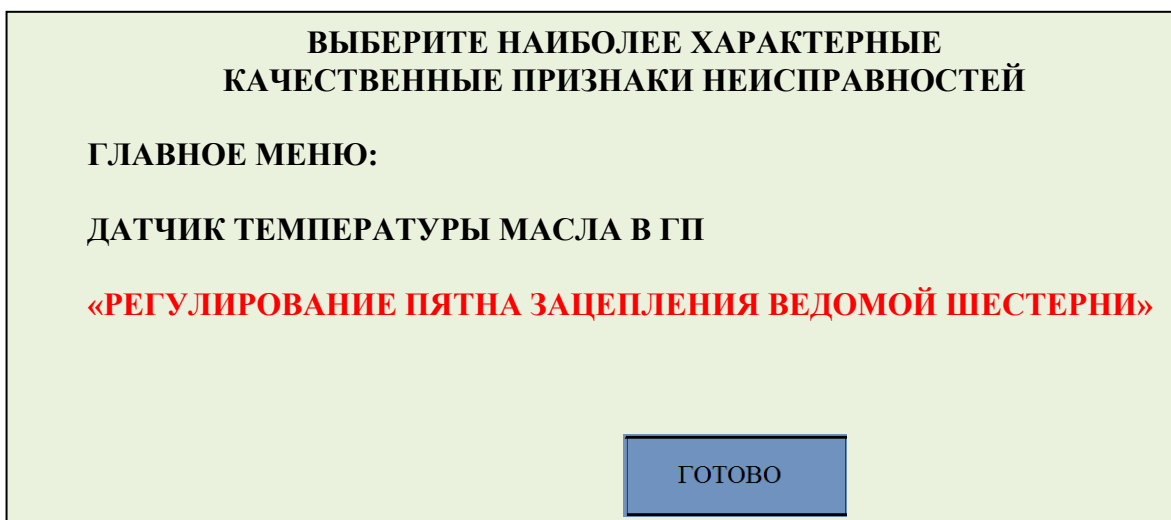


Рис. 2.84. Рекомендации по устранению неисправности

Исправность главной передачи и дифференциала проверяют на ходу. При движении автомобиля со скоростью 30...60 км/ч с включенной передачей (но не накатом) прослушивают шум шестерен. Наличие шума свидетельствует о неправильном зацеплении шестерен, когда пятно контакта смещено в сторону широкой части зубьев ведомой шестерни. Если шум шестерен проявляется при торможении двигателем, это говорит о смещении пятна контакта зацепления в сторону узкой части зубьев ведомой шестерни. Работа ведущего моста с непрерывным «воем» шестерен главной передачи может быть при большом износе подшипников, недостаточном уровне масла в картере главной передачи или малой вязкости масла.

По результатам опроса уточняются вероятности рассматриваемых гипотез. В ряде случаев, основываясь только на результатах ответов на опросные вопросы, можно принять диагностическое решение. Диагностиче-

ская система обладает знаниями о типичных ситуациях, соответствующих наличию наиболее часто встречающихся неисправностей. В ходе опроса система анализирует полученную информацию и формирует гипотезы о неисправностях и предлагает в оптимальной последовательности провести диагностические проверки по качественным признакам с использованием инструментальных средств диагностирования. Номенклатура диагностических средств, применяемых при поиске, легко изменяется в соответствии с имеющимися у пользователя.

Взаимодействие с системой происходит посредством последовательного предъявления заданий на проведение диагностических проверок. При этом доступна инструкция о технологии проведения проверки. Работа системы заканчивается определением наиболее вероятной неисправности двигателя.

Применение встроенного диагностирования позволит увеличить уровень эксплуатационной надежности автомобильного парка, снизить материальные и трудовые затраты на проведение технического обслуживания и ремонта автомобилей, уменьшить потребность в технологическом оборудовании и производственно-складских помещениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях технического прогресса распознавать неисправности в современных автомобилях на автотранспортных предприятиях, опираясь только на опыт и интуицию водителей сегодня уже невозможно.

Для решения этой проблемы требуется применение современного диагностического оборудования, перспективы развития которого необходимо знать будущим инженерам.

В монографии предлагается устройство и принцип работы наиболее сложного оборудования для диагностирования автомобилей. Большое внимание уделено вопросам диагностирования различных элементов и систем автомобилей.

В работе обосновано применение менее материалоемких и более производительных средств диагностирования автомобилей.

Приведена методика определения параметров систем диагностирования топливной аппаратуры автомобилей с дизельными двигателями.

Полученные результаты при модернизации существующего оборудования могут использоваться преподавателями и аспирантами высших технических учебных заведений, будут полезны студентам при выполнении курсовых и дипломных работ и проектов, а также полученную информацию можно использовать на производстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автомобильные датчики [Текст]. – М.: Машиностроение, 1982. – 101 с.
2. Автомобильные электронные системы [Текст] / под ред. Ю.М. Галкина. – М.: Машиностроение, 1982. – 142 с.
3. Боровских, Ю.И. Автомобильные контрольно-измерительные приборы [Текст] / Ю.И. Боровских. – М.: Транспорт, 1976. – 192 с.
4. Буна Бела. Электроника на автомобиле [Текст] / Буна Бела. – М.: Транспорт, 1979. – 192 с.
5. Есеновский-Лашков, Ю.К. Электроника автомобильных систем управления [Текст] / Ю.К. Есеновский-Лашков. – М.: Машиностроение, 1987. – 198 с.
6. Автомобили КамАЗ: вопросы и ответы [Текст] / П.С. Ярьско [и др.]. – М.: Транспорт, 1989. – 286 с.
7. Данов, Б.А. Электронное оборудование иностранных автомобилей: Системы управления двигателем [Текст] / Б.А. Данов, Е.И. Титов. – М.: Транспорт, 1998. – 76 с.
8. Данов, Б.А. Электронное оборудование иностранных автомобилей: Системы управления трансмиссией, подвеской и тормозной системой [Текст] / Б.А. Данов, Е.И. Титов. – М.: Транспорт, 1998. – 78 с.
9. Данов, Б.А. Электронное оборудование иностранных автомобилей: Системы управления оборудованием салона [Текст] / Б.А. Данов, Е.И. Титов. – М.: Транспорт, 1998. – 60 с.
10. Данов, Б.А. Электронные приборы автомобилей [Текст] / Б.А. Данов, В.Д. Рогачев. – М.: Транспорт, 1992. – 77 с.
11. Долматинский, Ю.А. Автомобиль за 100 лет [Текст] / Ю.А. Долматинский. – М.: Знание, 1986. – 235 с.
12. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учебник для вузов / Е.С. Кузнецов [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2003. – 535 с.
13. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Текст] // М-во автомоб. трансп. РСФСР. – М.: Транспорт, 1988. – 78 с.
14. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / под ред. Г.В. Краморенко. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
15. Краткий автомобильный справочник ГосНИИ автомобильного транспорта [Текст]. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1979. – 464 с.

16. Булычев, А.Л. Теоретические основы электроники [Текст] / А.Л. Булычев. – М.: Энергоформат, 1987.
17. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и професий рабочих [Текст]: ч. 1, 2. – М.: Экономика, 1990.
18. Тормозные устройства [Текст]: справочник / М.П. Александров, А.Г. Лысяков, В.Н. Федосеев, М.В. Новожилов; под общ. ред. М.П. Александрова. – М.: Машиностроение, 1985. – 312 с.
19. Пустовалов, Б.И. От Руссо – Балта до КамАЗа [Текст] / Б.И. Пустовалов. – Минск: Выш. шк., 1984. – 94 с.
20. Жомиру, В.Н. Справочник по диагностике технического состояния автомобиля [Текст] / В.Н. Жомиру, В.И. Амарией. – Кишинев, 1989. – 226 с.
21. Ветлицкий, В.Н. Бортовые автономные системы управления автомобилем [Текст] / В.Н. Ветлицкий [и др.]. – М.: Транспорт, 1984. – 189 с.
22. Литвиненко, В.В. Электрооборудование легковых автомобилей: диагностика и устранение неисправности [Текст] / В.В. Литвиненко. – 2-е изд. – М.: Информавто, 1995. – 48 с.
23. Акимов, С.В. Электрическое и электронное оборудование автомобиля [Текст] / Акимов С.В. [и др.]. – М.: Машиностроение, 1988. – 276 с.
24. Современные грузовые автотранспортные средства. Справочник [Текст]. – М.: Транспорт, 1997. – 536 с.
25. Гируцкий, О.И. Электронные системы управления агрегатами автомобиля [Текст] / О.И. Гируцкий. – М.: Транспорт, 2000.
26. Справочник для студентов: Высшая математика. Физика. Теоретическая механика. Сопротивление материалов [Текст] / А.Д. Полянин, В.Д. Полянин. – М.: ООО «Издательство Астрель», 2000. – 480 с.
27. Техническая эксплуатация автомобилей / под ред. д-ра техн. наук, проф. С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 2003. – 413 с.
28. Боровский А. Н., Программирование в Delphi 2005 старт [Текст] – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 448 с.
29. Иванов, В.И. Применение ЭВМ на автомобильном транспорте [Текст] / В.И. Иванов. – М.: Транспорт, 1997. – 144 с.
30. Технический прогресс транспортных средств за рубежом [Текст]. – М.: ИКТП, 1988. – 214 с.
31. Лукинский, В.С. Прогнозирование надежности автомобиля [Текст] / В.С. Лукинский, Е.И. Зайцев. – Л.: Политехника, 1991. – 222 с.
32. Лянденбургский, В.В. Техническая эксплуатация автомобилей. Диагностирование автомобилей [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, А.А. Карташов, А.С. Иванов. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 288 с.

33. Лянденбургский, В.В. Средства для диагностирования топливной аппаратуры автомобилей с дизельными двигателями [Текст]: моногр. / В.В. Лянденбургский. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 208 с.
34. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / под ред. д-ра техн. наук, проф. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 2003. – 413 с.
35. Бажанов, А.П. Типовые методы, модели и алгоритмы выбора оптимальных контрольных интервалов на базе вероятностных и детерминистических концепций в процессе создания и производства датчиков [Текст] / А.П. Бажанов // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2006. – № 11. – С 20–30.
36. Лянденбургский В.В. Комбинированная система технического обслуживания автомобилей [Текст] / В.В. Лянденбургский, В.И. Назаров // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств / Материалы III междунар. науч.-техн. конф. Ч. II. – Пенза, 2004. – С. 47–49.
37. Лянденбургский, В.В. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем [Текст] / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, С.А. Кривобок // Автотранспортное предприятие. – М., 2012. – № 11. – С. 45–48.
38. Лянденбургский, В.В. Программа поиска неисправностей транспортных средств [Текст] / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, А.В. Федосков, С.А. Кривобок // Контроль. Диагностика. – М., 2012. – № 8. – С. 23–29.
39. Лянденбургский, В.В. Совершенствование компьютерного обеспечения технической эксплуатации автомобилей [Текст]: моногр. / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 398 с.
40. Лянденбургский, В.В. Встроенная система диагностирования автомобилей с инжекторными двигателями [Текст] / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, Д.В. Коротков // Вестник Таджикского технического университета. – 2012. – № 2 (18). – С. 51–55.
41. Лянденбургский, В.В. Встроенные средства для контроля работоспособности и перемещения автомобилей [Текст]: моногр. / В.В. Лянденбургский. – Пенза: ПГУАС, 2010. – 112 с.
42. Лянденбургский, В.В. Система контроля передвижения автомобиля [Текст] / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, Е.В. Кравченко // Автотранспортное предприятие. – М., 2012. – № 2. – С. 24–28.
43. Лянденбургский, В.В. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем [Текст] / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, С.А. Кривобок // Автотранспортное предприятие. – М., 2012. – № 11. – С. 45–48.

44. Лянденбургский, В.В. Программа поиска неисправностей транспортных средств [Текст] / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, А.В. Федосков, С.А. Кривобок // Контроль. Диагностика. – М., 2012. – № 8. – С. 23–29.

45. Лянденбургский, В.В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей [Текст] / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов, А.В. Федосков, С.А. Кривобок // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 4. – С. 3–9.

46. Лянденбургский, В.В. Совершенствование комплекса КАД-300 для диагностирования двигателей автомобилей [Текст] / В.В. Лянденбургский. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 196 с.

47. Лянденбургский, В.В. Совершенствование компьютерного обеспечения технической эксплуатации автомобилей: монография [Текст] / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 398 с.

48. Лянденбургский, В.В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей [Текст]: моногр. / В.В. Лянденбургский, А.И. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 220 с.

49. Лянденбургский, В.В. Техническая диагностика на транспорте [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, П.И. Аношкин, А.С. Иванов, А.М. Белоковильский. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 252 с.

50. Лянденбургский, В.В. Топливные системы современных и перспективных двигателей внутреннего сгорания [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, А.А. Грабовский, А.М. Белоковильский, В.В. Салмин, П.И. Аношкин. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 323 с.

51. Лянденбургский, В.В. Основы научных исследований [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, А.В. Баженов, В.В. Коновалов. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 388 с.

52. Лянденбургский, В.В. Дипломное проектирование [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 332 с.

53. Лянденбургский, В.В. Информационно-интеллектуальные системы контроля и управления транспортными средствами [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, Г.И. Шаронов, А.В. Баженов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 372 с.

54. Аксельрод, Д.И. Поэлементное диагностирование топливной аппаратуры высокого давления дизельных двигателей [Текст] / Д.И. Аксельрод; тр. МАДИ // Техническая эксплуатация автомобилей. – 1980. – С. 21–26.

55. Белявцев, А.В. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: Конструктивные особенности и эксплуатация [Текст] / А.В. Белявцев, А.С. Процеров. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 223 с.

56. Борщенко, Я.А. Разработка метода диагностирования автомобильных дизелей по неравномерности вращения коленчатого вала [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Я.А. Борщенко. – Курган, 2003. – 151 с.
57. Власов, П.А. Особенности эксплуатации дизельной топливной аппаратуры [Текст] / П.А. Власов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 127 с.
58. Иванов, В.И. Применение ЭВМ на автомобильном транспорте [Текст] / В.И. Иванов. – М.: Транспорт, 1997. – 144 с.
59. Гуднев, В.И. Улучшение технико-экологических показателей тракторных дизелей [Текст]: дис... канд. техн. наук / В.И. Гуднев. – М., 1998. – 128 с.
60. Дамбаев, В.Д. Разработка методики диагностирования дизеля КамАЗ-740 встроенными средствами [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / В.Д. Дамбаев. – М., 1987. – 208 с.
61. Жаров, С.П. Разработка системы информационного обеспечения водителя с целью повышения топливной экономичности грузового автомобиля [Текст]: дис... канд. техн. наук / С.П. Жаров. – Курган, 1991. – 180 с.
62. Климпущ, О.Д. Исследование и выбор диагностических параметров автомобильных дизелей семейства ЯМЗ [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / О.Д. Климпущ. – Киев, 1973. – 213 с.
63. Колчин, А.В. Новые средства и методы диагностирования автотракторных двигателей [Текст] / А.В. Колчин, Ю.К. Бобков. – М.: Колос, 1982. – 111 с.
64. Крутов, В.И. Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания [Текст]: учебное пособие для вузов / В.И. Крутов. – М.: Машиностроение, 1979. – 616 с.
65. Медведков, В.И. Автомобили КамАЗ-5320, КамАЗ-4310, Урал-4320 [Текст]: учебное пособие / В.И. Медведков, С.Т. Билык, Г.А. Гришин. – М.: ДОСААФ, 1987. – 372 с.
66. Мирошников, Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях [Текст] / Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.П. Пал. – М.: Транспорт, 1977. – 263 с.
67. Обнаружение неисправностей дизелей ЯМЗ [Текст] / Б.С. Антропов, В.И. Жеребятъев, В.П. Цаплин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 128 с.
68. Руктешель, О.С. Анализ и синтез автоматического управления переключения передач автотранспортных средств [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / О.С. Руктешель. – М., 1987. – 32 с.
69. Савченко, О.Ф. Контроль и экспертиза технического состояния тракторных дизелей в условиях эксплуатации [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / О.Ф. Савченко. – Новосибирск, 1997. – 260 с.

70. Сергеев, А.Г. Точность и достоверность диагностики автомобилей [Текст] / А.Г. Сергеев. – М.: Транспорт, 1980. – 188 с.

71. Набоков В.А. Аппараты систем зажигания. – М.: Издательский центр «Академия» 2009. – 320 с.

72. Харазов, А.М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей [Текст]: справ. пособие / А.М. Харазов. – М.: Высш. шк., 1990. – 208 с.

73. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей [Текст] / В.Е. Ютт. – М.: Транспорт, 1989. – 287 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|--|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| 1. ОБЗОР И АНАЛИЗ ВСТРОЕННЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ..... | 6 |
| 1.1. Общие сведения об автомобильных контрольно-измерительных приборах | 6 |
| 1.1.1. Классификация приборов | 6 |
| 1.1.2. Средства индикации..... | 15 |
| 1.1.3. Условия работы и требования к автомобильным приборам | 19 |
| 1.2. Основные требования к методам и средствам технического диагностирования | 21 |
| 1.2.1. Требования к техническому диагностированию автомобилей в процессе их разработки и эксплуатации..... | 21 |
| 1.2.2. Общие требования к средствам технического диагностирования..... | 23 |
| 1.3. Диагностические параметры..... | 26 |
| 1.3.1. Классификация диагностических параметров | 26 |
| 1.3.2. Выбор диагностических параметров..... | 30 |
| 1.4. Бортовые системы контроля, встроенные средства диагностирования и индикации | 36 |
| 1.4.1. Встроенные системы диагностирования | 36 |
| 1.4.2. Средства индикации..... | 37 |
| 1.4.3. Анализ существующих бортовых систем контроля автомобиля | 49 |
| 2. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПРЕДЛАГАЕМЫХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ | 56 |
| 2.1. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем..... | 56 |
| 2.1.1. Структура и описание работы программы по диагностированию технического состояния дизеля..... | 62 |
| 2.1.2. Макетный образец встроенной системы диагностирования автомобильных дизелей..... | 78 |
| 2.1.3. Анализ статистических данных по отказам элементов дизельной топливной системы при эксплуатации автомобилей МАЗ в условиях Пензы и Рязани..... | 97 |
| 2.1.4. Встроенная система диагностирования автомобилей КАМАЗ с использованием мониторинга технического состояния транспортных средств..... | 110 |
| 2.2. Встроенная система диагностирования автомобилей с инжекторными двигателями..... | 116 |
| 2.2.1. Описание и функции бортовой системы контроля на автомобилях семейства ГАЗ..... | 116 |

| | |
|--|-----|
| 2.2.2. Алгоритм программы поиска неисправностей автомобилей с инжекторными двигателями..... | 144 |
| 2.2.3. Встроенная система диагностирования бензиновых двигателей..... | 149 |
| 2.3. Экспериментальные исследования характеристик надежности систем автомобилей с инжекторными двигателями | 156 |
| 2.4. Встроенная система диагностирования трансмиссии автомобилей | 166 |
| 2.4.1. Встроенная система диагностирования сцепления грузовых автомобилей | 166 |
| 2.4.2. Встроенная система диагностирования сцепления грузовых автомобилей | 171 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 183 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 184 |

Научное издание

Лянденбургский Владимир Владимирович

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЯ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Монография

В авторской редакции
Верстка Т.А. Лильп

Подписано в печать 11.11.14. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 11,16. Уч.-изд.л. 12,0. Тираж 500 экз. 1-й завод 100 экз.
Заказ № 391.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.