

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ  
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Самусенко В.И., Кузюр В.М.

**УСТРОЙСТВО И ДИАГНОСТИКА  
СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ВПРЫСКА ТОПЛИВА  
БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Методические указания для выполнения  
лабораторной работы по дисциплинам: «Диагностика и техническое  
обслуживание машин», «Основы эксплуатации машин и оборудование»,  
«Эксплуатация машинно-тракторного парка»  
студентам инженерно-технологического института  
по направлениям подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»,  
23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Брянск 2019

УДК 621.4:621.43-6 (076)  
ББК 39.35:31.35  
С 17

Самусенко, В. И. Устройство и диагностика системы распределенного впрыска топлива бензиновых двигателей: методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплинам: «Диагностика и техническое обслуживание машин», «Основы эксплуатации машин и оборудование», «Эксплуатация машинно-тракторного парка», студентам инженерно-технологического института по направлениям подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» / В. И. Самусенко, В. М. Кузюр. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 48 с.

Методические указания предназначены для изучения устройства и принципа работы системы распределенного впрыска топлива бензиновых двигателей. Описаны назначение и устройство электронного блока управления и его задающих датчиков. Также приведен порядок диагностирования электронных блоков управления сканером «Сканматик». Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н., доцент Ковалев А.Ф.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, протокол № 6 от 12 апреля 2019 года.

© Брянский ГАУ, 2019  
© Самусенко В.И., 2019  
© Кузюр В.М., 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1. Устройство и принцип работы системы распределенного впрыска топлива бензиновых двигателей</b> .....	6
1.1. Электронный блок управления .....	8
1.2. Датчик положения коленчатого вала .....	11
1.3. Датчик положения распределительного вала .....	12
1.4. Датчик температуры охлаждающей жидкости .....	13
1.5. Датчик массового расхода воздуха .....	14
1.6. Датчик кислорода (лямбда-зонд) .....	15
1.7. Датчик детонации .....	17
1.8. Датчик положения педали акселератора.....	18
1.9. Датчик положения дроссельной заслонки .....	19
1.10. Датчик скорости автомобиля.....	20
<b>2. ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b> .....	20
2.1. Учебный лабораторный стенд НТЦ-15.40 .....	20
2.2. Диагностический сканер «Сканматик».....	24
<b>3. Цикл лабораторных работ</b> .....	26
3.1. Лабораторная работа №1. ....	
Режимы управления впрыском топлива .....	26
3.1.1. Краткие теоретические сведения .....	27
3.1.2. Порядок выполнения работы.....	30
3.1.3. Содержание отчета .....	30
3.1.4. Контрольные вопросы.....	31
3.2. Лабораторная работа №2. ....	
Изучение датчиков системы распределенного впрыска топлива .....	34
3.2.1. Краткие теоретические сведения .....	34
3.2.2. Порядок выполнения работы.....	35
3.2.3. Содержание отчета .....	35
3.2.4. Контрольные вопросы.....	38
3.3. Лабораторная работа №3. ....	
Компьютерная диагностика системы распределенного впрыска топлива.....	42
3.3.1. Краткие теоретические сведения .....	42
3.3.2. Порядок выполнения работы.....	45
3.3.3. Содержание отчета .....	45
3.3.4. Контрольные вопросы.....	46
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	47

## ВВЕДЕНИЕ

Первые инжекторные системы появились довольно давно и успешно применялись на авиационных двигателях, это были механические системы и из-за своей высокой сложности и дороговизны их производства они не нашли широкого применения в автомобилестроении.

С развитием и удешевлением технологии производства механических и электронных узлов системы впрыска, решение задачи точной дозировки топлива в автомобильном двигателе значительно упростилось и карбюраторные системы топливоподачи стали уступать место на автомобильных двигателях инжекторным системам, в начале это были системы механического впрыска «**K-Jetronic**», впоследствии – «**KE-Jetronic**» – механический впрыск с электронным управлением, а далее их сменили системы электронного впрыска «**L-, LE-, LH-Jetronic**».

Впоследствии, для достижения наиболее высоких характеристик двигателя автомобиля, системы питания и зажигания были объединены. В результате на смену систем типа «**Jetronic**» пришел новый тип систем впрыска – «**Motronic**», в котором также были реализованы функции управления включением кондиционера, гидроусилителя рулевого управления, автоматической коробкой переключения передач, тормозной системы, круиз-контроля и даже регулировкой громкости звучания автомобильных медиацентров в зависимости от скорости движения автомобиля. С дальнейшим развитием электроники и роста требований к автомобилю в плане экологичности и экономичности, системы впрыска вытеснили карбюраторные системы питания даже на автомобилях малых классов.

Ввиду широкого распространения бензиновых автомобилей с системами распределенного впрыска топлива возникает необходимость подготовки инженерно-технических кадров, которые будут их обслуживать и ремонтировать.

Лабораторные работы, предусмотренные в данных методических указаниях, позволяют изучить устройство и принцип работы системы распределен-

ного впрыска топлива бензиновых двигателей, а также приобрести навыки по выявлению и устранению в ней неисправностей.

**Цель:** изучить устройство и принцип работы системы электронного впрыска топлива бензиновых двигателей, особенности ее работы на различных режимах, а также влияние технического состояния задающих датчиков на работу двигателя.

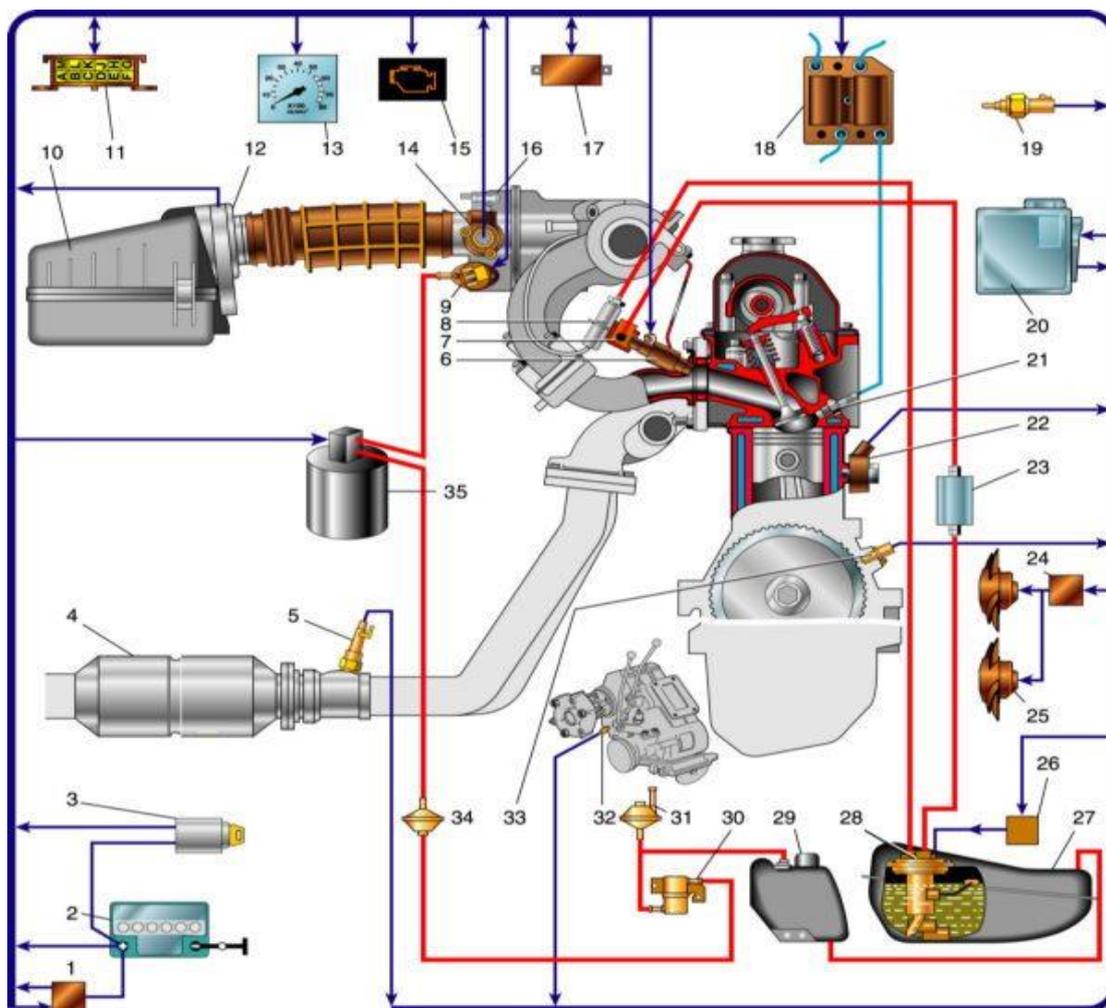
**Материалы и оборудование:** руководства по эксплуатации автомобиля ВАЗ-2114, учебный лабораторный стенд НТЦ-15.40 «Система управления инжекторного двигателя», руководство по эксплуатации лабораторного стенда, диагностический сканер «Сканматик» с инструкцией по эксплуатации, настенные плакаты, образцы элементов системы управления электронным впрыском.

# 1. Устройство и принцип работы системы распределенного впрыска топлива бензиновых двигателей

Электронный впрыск топлива (рис. 1.1) является наилучшим способом обеспечения полного управления составом топливно-воздушной смеси на всех рабочих режимах. Он не требует регулировок и поддерживает оптимальную эффективность нейтрализатора отработавших газов и, следовательно, соответствие экологическим требованиям в течение очень длительного периода времени. Дополнительными преимуществами системы электронного впрыска топлива являются уменьшение расхода топлива, фактическое улучшение динамических показателей двигателя, ездовых качеств и комфортабельности автомобиля в целом.

Идеальным составом для наиболее полного сгорания топливно-воздушной смеси и максимально эффективной нейтрализации каталитическим нейтрализатором **4** трех токсичных компонентов отработавших газов является отношение воздуха к топливу **(14,6–14,7):1**. Это означает **14,6–14,7** частей воздуха на одну часть топлива. Такая точность дозирования топливно-воздушной смеси наилучшим образом обеспечивается системой электронного впрыска топлива, использующей сигнал управления по замкнутой петле обратной связи от датчика концентрации кислорода **5** в отработавших газах для точной корректировки осуществляемой ею расчетов подачи топлива.

Количество топлива, подаваемого форсунками, регулируется электрическим импульсным сигналом от блока управления. Блок управления отслеживает множество данных о состоянии двигателя, рассчитывает потребность в топливе и определяет необходимую длительность подачи топлива форсунками. Эту длительность называют шириной или длительностью импульса впрыска.



**Рис. 1.1. Система распределенного впрыска топлива бензиновых двигателей:** 1 – главное реле; 2 – аккумуляторная батарея; 3 – замок зажигания; 4 – нейтрализатор; 5 – датчик кислорода (лямбда-зонд); 6 – инжектор; 7 – рампа; 8 – регулятор давления топлива; 9 – электромагнитный клапан продувки адсорбера; 10 – воздушный фильтр; 11 – диагностический разъем; 12 – датчик массового расхода воздуха; 13 – тахометр; 14 – датчик положения дроссельной заслонки; 15 – лампа контроля; 16 – дроссельный узел; 17 – блок управления иммобилайзера; 18 – катушка зажигания; 19 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 20 – электронный блок управления (ЭБУ); 21 – свеча зажигания; 22 – датчик детонации; 23 – топливный фильтр; 24 – реле вентилятора; 25 – вентилятор; 26 – реле бензонасоса; 27 – топливный бак; 28 – электрический бензонасос; 29 – сепаратор; 30 – гравитационный клапан; 31 – предохранительный клапан; 32 – датчик скорости; 33 – датчик положения коленчатого вала; 34 – двухходовой кран; 35 – адсорбер.

Для увеличения количества подаваемого топлива ширина импульса увеличивается, а для уменьшения подачи топлива – уменьшается. Ширина (длительность) импульса впрыска подбирается блоком управления также и в зависимости от различных условий работы двигателя, таких, например, как пуск, высокогорье, мощностное обогащение рабочей смеси, торможение двигателем и т. д. Обычно к форсункам подается один импульс на один опорный импульс от датчика положения коленчатого вала. Причем импульсы подаются поочередно сразу на две форсунки. Например, сначала на форсунки цилиндров **1** и **4**, затем через  $180^\circ$  поворота коленчатого вала на форсунки цилиндров **2** и **3**, затем через  $180^\circ$  – снова на форсунки цилиндров **1** и **4**, и т. д. Впрыск топлива осуществляется одним из двух способов: либо синхронно с опорными импульсами от датчика положения коленчатого вала либо асинхронно, независимо от опорных импульсов. Синхронный впрыск топлива – наиболее употребительный способ подачи топлива. Асинхронный впрыск топлива применяется, когда необходимо дополнительное топливо при резком открытии дроссельной заслонки, о чем сигнализирует датчик положения дроссельной заслонки. Этот впрыск топлива подобен подаче топлива ускорительным насосом карбюратора при резком открытии дроссельной заслонки. Независимо от метода впрыска подача топлива определяется состоянием двигателя, т. е. режимом его работы. Эти режимы обеспечиваются блоком управления.

### **1.1. Электронный блок управления**

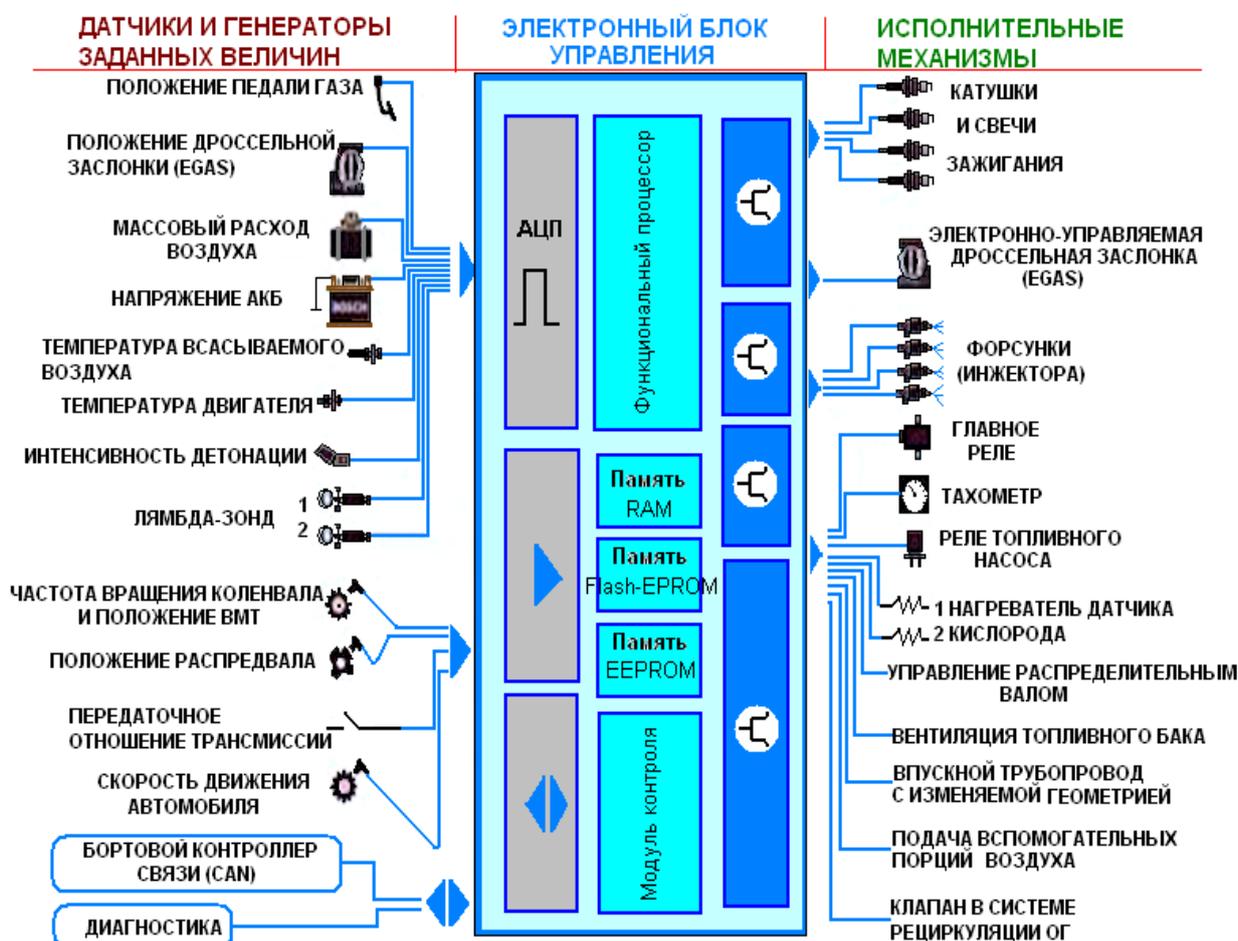
Электронный блок управления ЭБУ **20** является управляющим центром системы впрыска топлива. На рис. 1.2 представлена схема электронной системы управления впрыском топлива бензинового двигателя.

ЭБУ непрерывно обрабатывает информацию от различных датчиков и управляет системами, влияющими на токсичность отработавших газов и на эксплуатационные показатели автомобиля.

Принцип работы электронной системы впрыском топлива приведен ниже.

От датчиков и генераторов измеряемых величин, расположенных в левой части от блока управления в блок управления поступает следующая информация:

– положение и частота вращения коленчатого вала;



**Рис. 1.2. Схема электронной системы управления впрыском**

- массовый расход воздуха двигателем;
- температура охлаждающей жидкости;
- положение дроссельной заслонки;
- содержание кислорода в отработавших газах;
- наличии детонации в двигателе;
- напряжении в бортовой сети автомобиля;
- значение скорости автомобиля;
- запрос на включение кондиционера;
- напряжение АКБ.

На основании полученной информации ЭБУ управляет следующими системами и приборами:

- топливopодачей (форсунками и электробензонасосом);
- системой зажигания;
- регулятором холостого хода;
- адсорбером системы улавливания паров бензина;
- вентилятором системы охлаждения двигателя;
- муфтой компрессора кондиционера;
- системой диагностики.

Управление заключается в том, что ЭБУ включает исполнительные механизмы (форсунки, различные реле и т.д.) путем замыкания их на массу через выходные транзисторы блока управления. Единственное исключение – цепь реле топливного насоса. Только на обмотку этого реле блок управления подает напряжение +12 В.

В блоке управления имеется три вида памяти: **постоянная, оперативная и постоянная программируемая**. **Постоянная память** это неизменяемая память. Информация в нее записана физическим методом в микросхемах при изготовлении блока управления, и не может быть изменена. Постоянная память содержит полные алгоритмы управления системой впрыска. **Программируемая** постоянная память содержит различную калибровочную информацию по автомобилю и находится в отдельном модуле – в запоминающем устройстве калибровок, которое может отсоединяться от блока управления. Эти типы памяти не нуждаются в питании для сохранения записанной в них информации, которая не стирается при отключении питания. **Оперативная память** – это «блокнот» блока управления, в ней хранится вся текущая информация, используемая для управления двигателем. Процессор блока управления может записывать туда информацию и считывать ее при необходимости. Эта память требует питания для сохранения записанной информации. При отключении питания от аккумуляторной батареи (АКБ), хранящиеся в оперативной памяти коды неисправностей и другие данные, стираются. Именно поэтому на автомобилях оборудованных электронными системами управления двигателем не рекомендуется отключать АКБ без острой необходимости.

Запоминающее устройство калибровок применяется для того, чтобы одну модель блока управления можно было устанавливать на различных моделях автомобилей. Запоминающее устройство калибровок расположено внутри блока управления под крышкой с нижней стороны и содержит информацию о массе автомобиля, двигателе, трансмиссии, главной передаче и некоторые другие данные. Если сам блок управления (без запоминающего устройства) может применяться на различных автомобилях, то запоминающее устройство калибровок специфично для каждой модели автомобиля. Поэтому при замене блока управления, запоминающее устройство калибровок должно соответствовать конкретной модели автомобиля.

Электронный блок управления имеет встроенную систему диагностики. Он может распознавать неполадки в работе системы, предупреждая о них водителя через контрольную лампу «CHECK ENGINE» **15** (см. рис. 1.1). Кроме того, он хранит в оперативной памяти диагностические коды, указывающие области неисправности, чтобы помочь специалистам в проведении ремонта. Информацию о неполадках в работе системы впрыска можно получить через колодку диагностики **11**, к которой подключается специальный диагностический прибор, например, «Сканматик».

## **1.2. Датчик положения коленчатого вала**

Датчик положения коленчатого вала (рис. 1.3) предназначен для формирования электрического импульсного сигнала, на основании которого контроллер определяет положение коленчатого вала относительно верхней мёртвой точки и частоту его вращения. По результатам измерения этих параметров контроллер формирует сигналы управления форсунками и системой зажигания, а также показаниями тахометра.

Это единственный датчик из всех датчиков, при неисправности которого работа двигателя невозможна. Конструктивно датчик представляет собой катушку. На коленчатом валу двигателя расположен зубчатый диск, при враще-

нии которого в катушке датчика создаётся импульсное напряжение. Зазор между магнитопроводом датчика и зубьями диска составляет 1 мм.



**Рис. 1.3. Датчик положения коленчатого вала**

Нормальная работа датчика может быть нарушена налипанием на магнитопровод металлических частиц, загрязнением зубчатого диска, увеличением зазора.

### **1.3. Датчик положения распределительного вала**

Датчик положения распределительного вала (ДПРВ) (рис. 1.4) часто называют датчиком фаз, а впрыск в этом случае называют фазированным распределённым.



**Рис. 1.4. Взаимное расположение датчика фаз и задающего диска (для наглядности показано на снятых шкиве и датчике): 1 – зубчатый шкив распределительного вала впускных клапанов; 2 – задающий диск датчика; 3 – паз в наконечнике датчика; 4 – прорезь в ободке диска.**

Датчик расположен на головке блока цилиндров. На шкиве **1** впускного распределительного вала находится задающий диск **2** с прорезью **4**. Прохождение прорези возле датчика соответствует моменту открытия впускного клапана 1-го цилиндра. Таким образом, датчик фаз выдает на контроллер импульсный сигнал, синхронизирующий впрыск топлива с открытием впускных клапанов, т. е. поочередно открывается только одна форсунка для конкретного цилиндра. Принцип действия датчика основан на эффекте Холла.

В случае отказа ДПРВ контроллер будет руководствоваться сигналами только датчика положения коленчатого вала, т. е. производить впрыск топлива одновременно в форсунки двух цилиндров (в одном поршень будет находиться возле верхней мертвой точки, а в другом – возле нижней). Такой режим топливоподачи называется попарно-параллельным. Следовательно, за один оборот коленчатого вала форсунка будет открываться дважды, т. е. с частотой не **6** Гц, а **12** Гц.

#### **1.4. Датчик температуры охлаждающей жидкости**

Датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) (рис. 1.5) представляет собой расположенный в латунном корпусе термистор, т. е. резистор, сопротивление которого уменьшается с ростом температуры охлаждающей жидкости.

Контроллер использует сигнал с ДТОЖ для регулирования длительности впрыска и угла опережения зажигания. Его роль сродни «подсосу» на карбюраторном двигателе. Кроме того, по сигналу датчика контроллер управляет включением и выключением вентиляторов охлаждения.



**Рис. 1.5. Датчик температуры охлаждающей жидкости**

Датчик ДТОЖ влияет на важнейшие характеристики двигателя. Характерными признаками неисправности этого датчика являются:

- включение электровентиляторов системы охлаждения при низкой температуре и их непрерывная работа;
- затруднённый пуск двигателя;
- неустойчивая работа и остановка двигателя на холостом ходу;
- детонация двигателя;
- повышенный расход топлива.

При движении с неисправным датчиком температуры охлаждающей жидкости следует избегать резких разгонов. Если двигатель заглохнет, то он может не завестись. В этом случае необходимо дать двигателю возможность остыть и повторить запуск. Контроллер пытается парировать отказ датчика температуры, ориентируясь на сигналы датчика массового расхода воздуха и время работы двигателя с момента запуска. Эти расчеты весьма приблизительны и не позволяют полностью компенсировать отказ ДТОЖ. Обычным следствием отказа является переобогащение топливной смеси с указанными выше последствиями. Кроме того, неполное сгорание топлива в цилиндрах крайне негативно сказывается на долговечности катализатора.

## 1.5. Датчик массового расхода воздуха

Датчик массового расхода воздуха (ДМРВ) (рис. 1.6) расположен во впускном тракте двигателя между воздушным фильтром и дроссельным блоком. Он измеряет массу воздуха, потребляемого двигателем на всех режимах его работы и используется для регулирования подачи топлива.

Для учёта изменения плотности воздуха рядом с ДМРВ находится датчик температуры. Контроллер использует его сигнал для корректировки подачи топлива.

Наиболее полное сгорание топливовоздушной смеси происходит при соотношении массы воздуха и массы топлива **14,6–14,7 : 1**, т. е. **14,6–14,7** кг воздуха на **1** кг топлива.



**Рис. 1.6. Датчик массового расхода воздуха**

Следует заметить, что это идеальное соотношение не всегда является оптимальным для обеспечения наилучших мощностных и экономических показателей двигателя. В зависимости от режимов его работы необходимо готовить смесь или более богатую (повышать мощность при разгоне или запуске) или более бедную (улучшать экономичность при установившемся режиме езды или движении накатом). В любом случае диапазон изменения состава смеси довольно узкий, т. к. переобогащённая и переобеднённая смесь горит одинаково плохо, а то и вообще не горит. Чтобы обеспечить требуемый состав топливо-воздушной смеси на различных режимах, контроллеру необходимо точно знать расход воздуха, потребляемого двигателем и, в соответствии с этим, регулировать подачу топлива (изменять длительность впрыска).

При выявлении неисправности ДМРВ контроллер замещает его сигнал расчётным значением расхода воздуха, рассчитываемым по частоте вращения коленчатого вала и величине открытия дроссельной заслонки. Характерными признаками неисправности ДМРВ являются нестабильные обороты холостого хода и большие провалы мощности в переходных режимах, особенно ощутимые в момент начала движения и при попытке разгона автомобиля.

## **1.6. Датчик кислорода (лямбда-зонд)**

Датчик кислорода (ДК) (рис. 1.7) предназначен для определения содержания кислорода в отработанных газах. По принципу действия датчик кислоро-

да можно сравнить с электрохимическим источником, напряжение которого зависит от концентрации кислорода.



**Рис. 1.7. Датчик кислорода (лямбда-зонд)**

Кислород, содержащийся в отработавших газах, создает разность потенциалов на выходе датчика, изменяющуюся приблизительно от 50 до 900 мВ. Низкий уровень сигнала соответствует бедной смеси (наличие кислорода), а высокий уровень – богатой (кислород отсутствует). Когда датчик находится в холодном состоянии, выходной сигнал отсутствует, т. к. его внутреннее сопротивление в этом состоянии очень высокое – несколько МОм (система управления двигателем работает по разомкнутому контуру). Для нормальной работы датчик концентрации кислорода должен иметь температуру не ниже 300 °С, поэтому для быстрого прогрева после запуска двигателя в него встроен нагревательный элемент, которым управляет контроллер. По мере прогрева сопротивление датчика падает, и он начинает генерировать выходной сигнал. Контроллер постоянно выдает в цепь датчика стабилизированное опорное напряжение 450 мВ. Пока датчик концентрации кислорода не прогреется, его выходное напряжение находится в диапазоне от 300 до 600 мВ. Уровень сигнала датчика изменяется несколько раз в секунду, обеспечивая, таким образом, высокую точность поддержания оптимального состава топливовоздушной смеси. Для удовлетворения нормам токсичности Евро-4 на двигателе установлены два датчика и два катализатора.

Неисправность датчика кислорода может проявляться следующим образом: неустойчивая работа или остановка двигателя на холостом ходу; рывки и (или) недостаток мощности и приёмистости двигателя; детонация; повышенная токсичность газов; повышенный расход топлива. В случае неисправности лямбда-зонда автомобиль следует вести плавно, избегая интенсивных разгонов.

Специфическим отказом датчика кислорода является его «отравление», в результате чего датчик не реагирует или реагирует медленно на изменение концентрации кислорода. Причиной «отравления» могут быть применение этилированного бензина или силиконовых герметиков при ремонте двигателя. В первом случае датчик покрывается порошкообразным налётом зелёного цвета, а во втором – белого. Отказ датчика кислорода контроллер парирует переходом из замкнутого на разомкнутый контур управления, при котором сигнал от датчика не используется.

Следует иметь в виду, что контроллер может оценить исправный датчик как неисправный, если уровень сигнала длительное время (более 5 с) не изменяется по причинам, не связанным непосредственно с датчиком. Например, малая величина сигнала может быть обусловлена пониженным давлением топлива, засорением топливных форсунок, подсосом воздуха в выпускной коллектор и т. д. Большая величина сигнала может быть вызвана негерметичностью форсунок, повышенным давлением топлива из-за неисправности регулятора давления и т. д.

## **1.7. Датчик детонации**

Детонация относится к числу наиболее опасных явлений в двигателях внутреннего сгорания, т. к. при этом резко возрастают механические и тепловые нагрузки на детали цилиндро-поршневой группы. Причинами детонации могут быть: использование низкооктанового топлива, несоответствие калильного числа свечей зажигания, резкое увеличение нагрузки на непрогретый двигатель, несвоевременное переключение на пониженную передачу и др.

Эффективным способом устранения детонации является уменьшение угла опережения зажигания. Контроллер производит данную операцию по сигналу датчика детонации (рис. 1.8), жестко закреплённого на корпусе двигателя.



**Рис. 1.8. Датчик детонации**

Чувствительным элементом датчика является пьезокерамический элемент. Он формирует электрический сигнал, амплитуда и частота которого зависят от амплитуды и частоты вибрации двигателя. Моменту детонации соответствует узкий диапазон сигнала определённой частоты и амплитуды, что воспринимается контроллером как команда на уменьшение угла опережения зажигания до величины, при которой сигнал датчика детонации выйдет из этого диапазона.

### **1.8. Датчик положения педали акселератора**

В большинстве современных двигателей используется так называемая электронная педаль газа, когда управление дроссельной заслонкой осуществляет контроллер, выполняющий команды водителя. Формирование команд производится посредством датчика (рис. 1.9), механически соединённого с педалью акселератора.



**Рис. 1.9. Датчик положения педали акселератора**

Характерными признаками неисправности датчика являются повышенные или нестабильные обороты холостого хода. В последнем случае они могут

уменьшиться настолько, что двигатель будет глохнуть. Кроме того, возможны рывки при разгоне и, особенно, при трогании автомобиля. Это может быть связано с износом датчика или необходимостью обучения контроллера при замене датчика. Проверить датчик можно подключив к его контактам омметр и плавно перемещая педаль акселератора. Сопротивление должно плавно, без рывков изменяться во всём диапазоне перемещения педали.

## 1.9. Датчик положения дроссельной заслонки

Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) (рис. 1.10) работает в тандеме с датчиком положения педали акселератора, т. к. отработывая сигнал от электронной педали, контроллер сравнивает его с текущим положением дроссельной заслонки.



**Рис. 1.10. Датчик положения дроссельной заслонки**

Датчик ДПДЗ представляет собой потенциометрический датчик и связан с осью дроссельной заслонки. В случае его отказа, а также при замене контроллера потребуется выполнить обучение котроллера закрытому положению дроссельной заслонки, сущность которого приведена ниже.

1. Убедитесь, что педаль акселератора полностью отпущена.
2. Поверните ключ зажигания в положение «ON».
3. Верните ключ зажигания в положение «OFF» и выждите не менее **10** с.

Убедитесь по звуку, что дроссельная заслонка перемещается в течение **10** с.

Внешние проявления неисправности ДПДЗ такие же, как и при неисправности датчика положения педали акселератора.

## 1.10. Датчик скорости автомобиля

Датчик скорости автомобиля (ДСА) (рис. 1.11) устанавливается сверху на картере сцепления, над корпусом внутреннего шарнира привода правого переднего колеса.



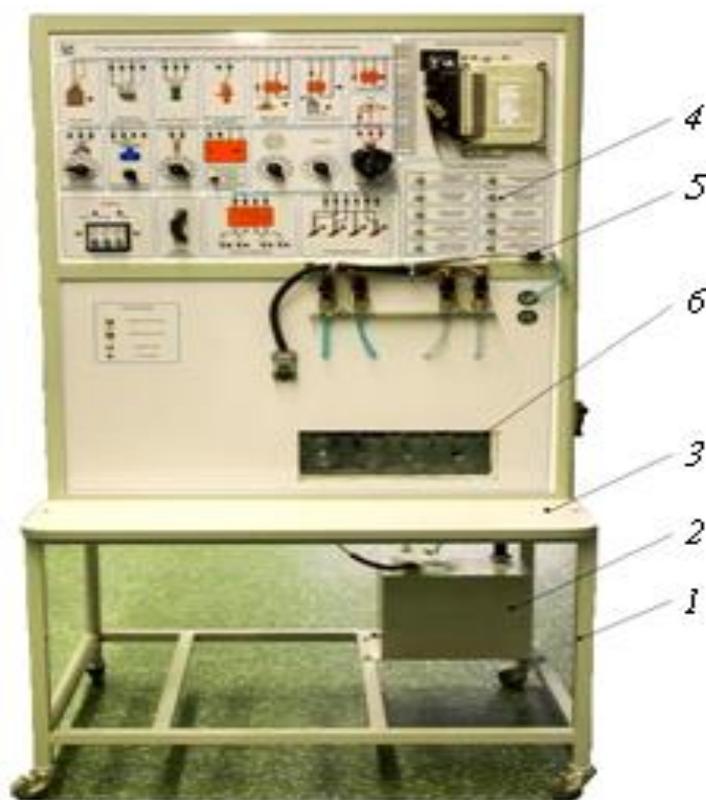
Рис. 1.11. Датчик скорости автомобиля

Принцип действия датчика скорости автомобиля основан на эффекте Холла. Задающий диск датчика установлен в коробке передач и вращается с частотой вращения передних колес автомобиля. Задающий диск установлен на коробке дифференциала и прижат внутренним кольцом левого подшипника дифференциала. Датчик выдает на контроллер прямоугольные импульсы напряжения (нижний уровень – не более **1,0 В**, верхний – не менее **5,0 В**) с частотой, пропорциональной скорости вращения ведущих колес. Количество импульсов датчика пропорционально пути, пройденному автомобилем. Контроллер определяет скорость автомобиля по частоте импульсов. При выходе из строя датчика или его цепей контроллер заносит в свою память код неисправности и включает сигнализатор неисправности в комбинации приборов.

## 2. ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### 2.1. Учебный лабораторный стенд НТЦ-15.40

Лабораторный стенд НТЦ-15.40 «Система управления инжекторного двигателя» (рис. 2.1) предназначен для использования в качестве учебного оборудования при проведении лабораторно-практических занятий по курсам: устройство автомобиля и техническая эксплуатация автомобилей.



**Рис. 2.1. Лабораторный стенд:** 1 – рама; 2 – топливный бак с бензонасосом и фильтром; 3 – стол; 4 – панель управления стендом; 5 – топливная рампа с форсунками; 6 – блок мерных мензурок.

Конструктивно стенд представляет собой металлическую раму 1 (рис. 2.1), на которую крепятся электродвигатель, заменяющий двигатель внутреннего сгорания автомобиля, топливный бак 2 с топливным насосом и фильтром и алюминиевый каркас с рабочей панелью 4.

Стенд позволяет проводить лабораторные работы по изучению режимов работы двигателя и датчиков электронной системы управления двигателем.

В нем предусмотрена возможность проведения прямых электрических измерений в цепях изучаемых систем, а также ввода неисправностей с их последующей диагностикой и регулировкой параметров с использованием любого известного диагностического оборудования изучаемых систем автомобильных двигателей.

Стенд обеспечивает наглядность при изучении функционирования системы управления инжекторного двигателя автомобиля. Так же он может исполь-

зоваться для диагностики и снятия рабочих характеристик элементов системы управления инжекторного двигателя.

Устройство панели управления стендом показано на рис. 2.2.

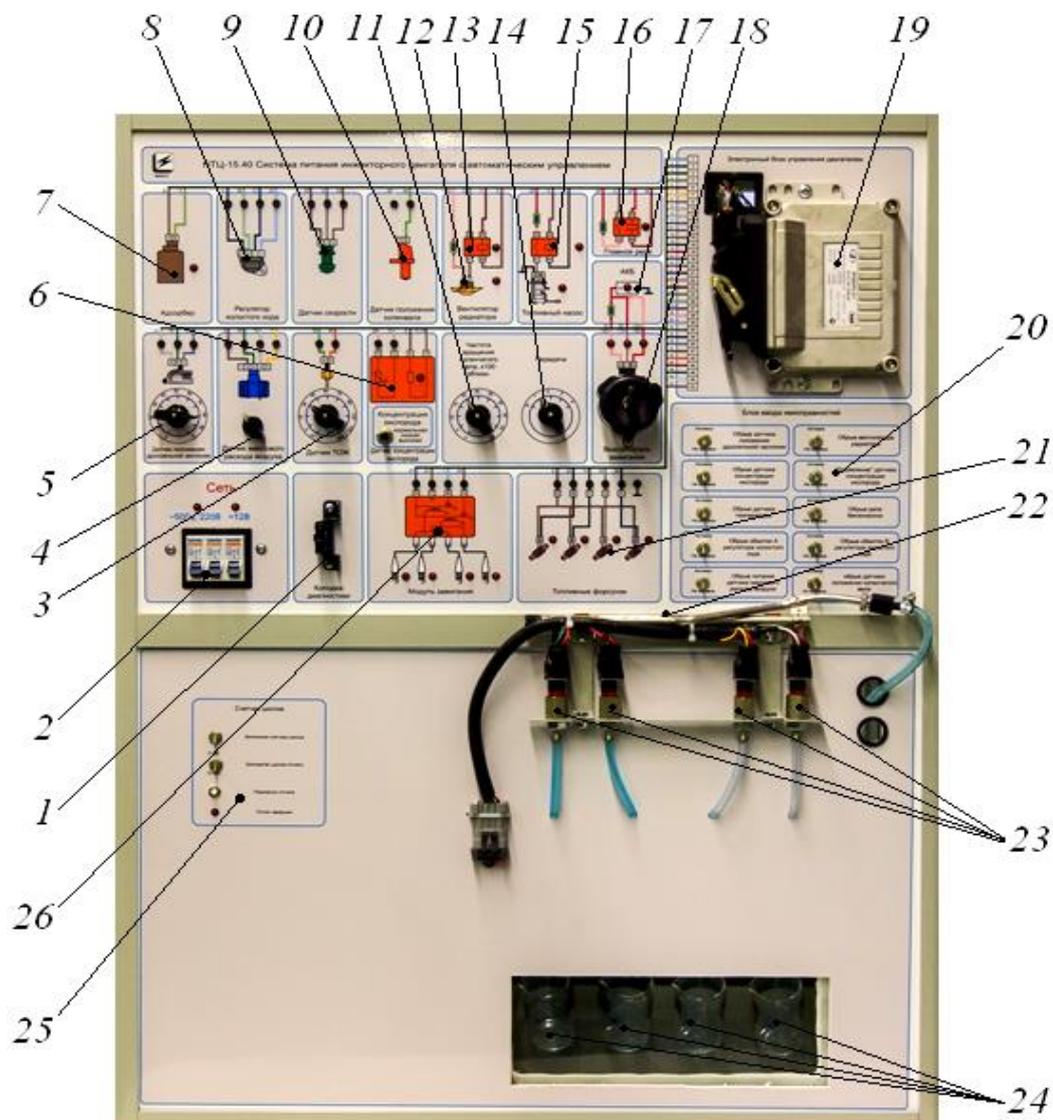
В верхней части лицевой панели стенда размещены изображения следующих датчиков: скорости **9**, положения коленчатого вала **10**, положения дроссельной заслонки **5**, массового расхода воздуха **4**, концентрации кислорода **6**, температуры охлаждающей жидкости **3**, а также следующих исполнительных устройств: адсорбер **7**, регулятор холостого хода **8**, вентилятор радиатора **12**, топливный насос **15**, главное реле **16**, модуль зажигания **26**, топливные форсунки **21**, выключатель зажигания **18**, регулятор частоты вращения коленчатого вала **11** и включенной передачи **14**, колодка диагностики **1**, электронный блок управления двигателем **19**, блок ввода неисправностей **20**. Возле изображений датчиков размещены контрольные точки, с которых можно снимать сигналы датчиков, и регуляторы, позволяющие изменять эти сигналы. Возле изображений исполнительных устройств также размещены контрольные точки и индикаторы состояния этих устройств.

В нижней части лицевой панели размещены топливная рампа **22** с форсунками **23**, расходомер впрыскиваемого топлива с возможностью измерения расхода топлива индивидуально для каждой форсунки, счетчик циклов **25**, позволяющий отключать подачу топлива через заданное количество циклов работы двигателя.

Блок ввода неисправностей **20** позволяет производить ввод следующих неисправностей:

- обрыв датчика положения коленчатого вала (**ДПКВ**);
- обрыв датчика положения дроссельной заслонки (**ДПДЗ**);
- обрыв датчика концентрации кислорода (**лямбда-зонда**);
- «отравление» датчика концентрации кислорода;
- обрыв обмотки регулятора холостого хода (**РХХ**);
- обрыв датчика температуры охлаждающей жидкости (**ДТОЖ**);
- обрыв питания датчика массового расхода воздуха (**ДМРВ**);

- обрыв реле бензонасоса;
- обрыв вентилятора радиатора.



**Рис. 2.2. Панель управления стендом:** 1 – диагностическая колодка; 2 – выключатель питания стенда; 3 – регулятор датчика температуры охлаждающей жидкости; 4 – регулятор датчика массового расхода воздуха; 5 – регулятор датчика положения дроссельной заслонки; 6 – датчик концентрации кислорода; 7 – адсорбер; 8 – регулятор холостого хода; 9 – датчик скорости; 10 – датчик положения коленчатого вала; 11 – регулятор частоты вращения коленчатого вала; 12 – вентилятор радиатора; 13 – реле вентилятора радиатора; 14 – ручка переключения передач; 15 – топливный насос с реле; 16 – главное реле; 17 – аккумуляторная батарея; 18 – замок зажигания; 19 – электронный блок управления (ЭБУ); 20 – панель ввода неисправностей; 21 – топливные форсунки; 22–

топливная рампа; **23** – форсунки; **24** – мерные мензурки; **25** – панель счетчика циклов; **26** – модуль зажигания

В качестве рабочей жидкости системы впрыска вместо бензина используется охлаждающая жидкость для автомобильных систем охлаждения, подаваемая из бака электрическим топливным насосом через фильтр тонкой очистки в рампу с электромагнитными форсунками BOSCH и регулятором давления топлива.

В стенде имеется возможность электронной диагностики параметров работы и неисправностей с помощью диагностического сканера «Сканматик» и его аналогов, а также принудительного введения неисправностей с их последующей диагностикой и локализацией.

Технические характеристики стенда **НТЦ-15.40** приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Технические характеристики стенда **НТЦ-15.40**

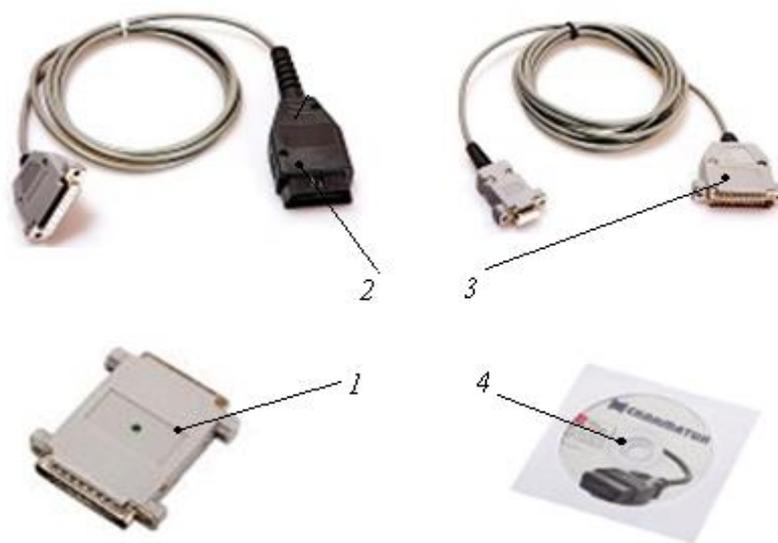
Наименование параметра	Значение параметра
Питание	220 В, 50Гц
Потребляемая мощность, кВт, не более	0,35
Рабочая жидкость	«Тосол»
<b>Габаритные размеры стенда:</b>	
ширина, мм	840
высота, мм	1555
глубина, мм	640
Вес оборудования, кг, не более	85

## 2.2. Диагностический сканер «Сканматик»

Диагностический сканер «Сканматик» (рис. 2.3) предназначен для диагностики электронных систем и блоков управления (ЭБУ) автомобилей. Он состоит из адаптера **1**, программы **4** и комплекта кабелей **2** и **3**.

Сканер подходит для диагностики автомобилей американского, европейского, японского и российского производства. Он способен работать с автомо-

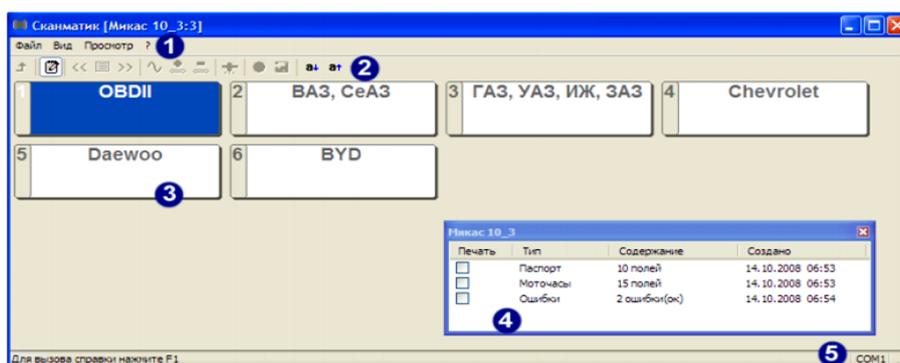
биями, поддерживающими стандарт **OBDII**, следующих марок: **BAZ, CeAZ (OKA), Иж, ГАЗ, УАЗ, ZAZ, Daewoo, Chevrolet, BYD, Great Wall**. Сканер «Сканматик» способен работать с протоколами и шинами данных стандарта **OBDII (ISO-9141-2, ISO-14230-2 / KWP2000, SAE J1850 VPW/PWM, ISO-15765-4 CAN)**.



**Рис. 2.3. Диагностический сканер «Сканматик»:** 1 – адаптер; 2 – кабель **OBDII**; 3 – кабель подключения к СОМ-порту компьютера; 4 – диск с программным обеспечением.

Программное обеспечение устанавливается на персональный компьютер, совместимый с **IBM PC**. Подключение к диагностическому разъему производится с помощью адаптера **1** и кабелей **2, 3**. Программное обеспечение имеет модульную структуру, состоящую из нескольких диагностических модулей, покрывающих функции диагностики различных марок автомобилей.

После установки и запуска программного обеспечения на экране компьютера появится информационное окно (рис. 2.4).



**Рис. 2.4. Главное окно программы «Сканматик»:** 1 – меню команд; 2 – панель инструментов; 3 – рабочая область программы; 4 – окно отчета; 5 – строка состояния.

После выбора марки автомобиля в рабочей области программы 3, используя меню команд 1 и набор инструментов 2, производим необходимые измерения. Файлы с измерениями сохраняются и их можно просмотреть в окне отчета 4.

Подробная инструкция по эксплуатации сканера «Сканматик» приведена на рабочем месте.

### 3. Цикл лабораторных работ

Цикл лабораторных работ по изучению системы управления впрыском топлива бензиновых двигателей включает три лабораторных работы: «Режимы управления впрыском топлива», «Изучение датчиков системы распределенного впрыска топлива» и «Диагностика системы распределенного впрыска топлива».

#### 3.1. Лабораторная работа №1.

##### Режимы управления впрыском топлива

**Цель работы:** изучить особенности работы системы распределительного впрыска на различных режимах работы двигателя.

### 3.1.1. Краткие теоретические сведения

Работу двигателя от его пуска до остановки можно разбить на несколько режимов, сущность каждого из которых рассмотрим ниже.

*Режим пуска двигателя.* При включении зажигания блок управления включает на 2 с реле топливного насоса, и насос создает давление в магистрали подачи топлива к топливной рампе. Блок управления учитывает показания от датчиков температуры охлаждающей жидкости и положения дроссельной заслонки и определяет правильное соотношение **воздух/топливо** для пуска, которое варьируется в среднем от **2:1** до **12:1**. В этом режиме компьютер системы работает в режиме разомкнутого контура.

После начала вращения коленчатого вала блок управления будет работать в пусковом режиме пока обороты двигателя не превысят **500 мин<sup>-1</sup>**, в противном случае возможно переключение на режим «продувки» двигателя.

*Режим продувки двигателя.* Если двигатель «залит топливом», он может быть пущен путем полного открытия дроссельной заслонки при одновременном проворачивании коленчатого вала. Блок управления в этом режиме не выдает на форсунку импульсы, что «очищает» залитый двигатель. Блок управления поддерживает указанную длительность импульсов до тех пор, пока обороты двигателя ниже **500 об/мин**, и датчик положения дроссельной заслонки показывает, что она почти полностью открыта (более 75 %).

Если дроссельная заслонка удерживается почти полностью открытой при попытке нормального пуска «не залитого» двигателя, то двигатель может не пуститься, т. к. при полностью открытой дроссельной заслонке импульсы впрыска на форсунки не подаются.

*Режим открытого цикла (без обратной связи по датчику кислорода).* После пуска двигателя (когда обороты более **500 мин<sup>-1</sup>**) блок управления будет управлять системой подачи топлива в режиме «открытого цикла». На этом режиме он игнорирует сигнал от датчика концентрации кислорода и рассчитывает длительность импульса на форсунку по сигналам от следующих датчиков:

- датчика положения коленчатого вала;
- датчика массового расхода воздуха;
- датчика температуры охлаждающей жидкости;
- датчика положения дроссельной заслонки.

На режиме открытого цикла расчетная длительность импульса может давать соотношение воздух/топливо отличное от **14,7:1**. Это будет, например, на холодном двигателе, т. к. в этом случае для получения хороших нагрузочных характеристик необходима обогащенная смесь. Блок управления будет оставаться в режиме открытого цикла до тех пор, пока не будут выполнены все следующие условия:

- сигнал датчика концентрации кислорода начал изменяться, показывая, что он достаточно прогрет для нормальной работы;
- температура охлаждающей жидкости стала больше **32 °С**;
- двигатель проработал определенный период времени после пуска. Это время может варьироваться **от 6 с до 5 мин** в зависимости от температуры охлаждающей жидкости в момент пуска.

**Режим замкнутого цикла (с обратной связью по датчику концентрации кислорода).** На этом режиме блок управления сначала рассчитывает длительность импульса на форсунки на основе сигналов от тех же датчиков, что и в режиме открытого цикла. Отличие состоит в том, что в режиме замкнутого цикла еще используется сигнал от датчика концентрации кислорода для корректировки и тонкой регулировки расчетного импульса, чтобы точно поддерживать соотношение воздух/топливо на уровне **14,6–14,7:1**. Это позволяет каталитическому нейтрализатору работать с максимальной эффективностью.

**Режим ускорения.** Блок управления следит за резкими изменениями положения дроссельной заслонки и за расходом воздуха и обеспечивает подачу добавочного количества топлива за счет увеличения длительности импульса на форсунки, Если возросшая потребность в топливе слишком велика из-за резкого открытия дроссельной заслонки, то блок управления может добавить асинхронные импульсы на форсунки в промежутках между синхронными импуль-

сами, которых при нормальной работе приходится один на каждый опорный импульс от датчика положения коленчатого вала.

**Мощностное обогащение.** Для определения моментов, в которые необходима максимальная мощность двигателя, блок управления следит за положением дроссельной заслонки и частотой вращения коленчатого вала. Для развития максимальной мощности требуется более богатый состав воздушно-топливной смеси, чем **14,7:1**, т.е. больше топлива. В этом режиме блок управления изменяет состав смеси на соотношение **12:1**, и не учитывает сигнал от датчика концентрации кислорода, т. к. он показывает на переобогащенность смеси.

**Режим торможения.** Когда благодаря закрытой дроссельной заслонке падают обороты двигателя, то оставшееся топливо во впускной трубе может быть причиной увеличения токсичности отработавших газов. Блок управления отслеживает поворот заслонки на закрытие, а также уменьшение расхода воздуха и снижает подачу топлива сокращением длительности импульсов на форсунки.

**Режим торможения двигателем.** Когда происходит торможение двигателем при включенных сцеплении и передаче, блок управления может временно прекратить подачу импульсов на форсунки. Такой режим наступает, когда выполняются следующие условия:

- температура охлаждающей жидкости выше **20 град. С**;
- частота вращения коленчатого вала выше **1800 мин<sup>-1</sup>**. скорость автомобиля более **20 км/ч**;
- дроссельная заслонка закрыта;
- массовый расход воздуха более **43 г/с**.

Возобновление импульсов впрыска топлива произойдет при наличии любого из следующих условий:

- частота вращения коленчатого вала ниже **1600 мин<sup>-1</sup>**;
- скорость автомобиля меньше **20 км/ч**;
- дроссельная заслонка открыта на **2 %** или более;
- массовый расход воздуха больше **38 г/с**;
- выключено сцепление, что определяется по быстрому падению оборотов.

**Режим отключения подачи топлива.** Топливо не впрыскивается форсунками при выключенном зажигании, чтобы не происходило самовоспламенения топлива в цилиндрах. Кроме того, не подаются импульсы на форсунки, если блок управления не получает опорных импульсов от датчика положения коленчатого вала, что означает остановку двигателя. Режим отключения подачи возможен также при высоких оборотах двигателя (**свыше 6188 мин<sup>-1</sup>**), для защиты его от разноса. В последнем случае подача топлива возобновляется, как только обороты двигателя упадут ниже **6000 мин<sup>-1</sup>**.

### **3.1.2. Порядок выполнения работы**

1. Изучите устройство и принцип работы системы распределительного впрыска топлива.
2. Изучите устройство лабораторного стенда НТЦ-15.40 «Система управления инжекторного двигателя» и правила работы на нем.
3. Изучите особенности каждого режима работы системы распределительного впрыска топлива.
4. Под руководством преподавателя запустите стенд в работу и проведите его настройки на необходимый режим работы в соответствии с инструкцией по эксплуатации стенда.
5. Проведите измерения.
6. Выключите стенд.
7. Оформите отчет.

### **3.1.3. Содержание отчета**

1. Приведите схему системы распределенного впрыска топлива бензиновых двигателей.
2. Кратко опишите режимы работы двигателя и укажите их особенности.
3. После проведения измерений сделайте заключение по каждому режиму работы двигателя.

### **3.1.4. Контрольные вопросы**

1. Какую роль играет датчик температуры охлаждающей жидкости в режиме пуска двигателя?
2. Как влияет изменение сопротивления датчика температуры охлаждающей жидкости на процесс впрыска топлива в режиме пуска двигателя?
3. Какую роль играет датчик положения дроссельной заслонки в режиме пуска двигателя?
4. Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика температуры (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сопротивления датчика от температуры).
5. Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика положения дроссельной заслонки (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от положения вала дроссельной заслонки).
6. Для чего нужен режим продувки двигателя?
7. Какую роль играет датчик температуры охлаждающей жидкости в режиме продувки двигателя?
8. Как влияет изменение сопротивления датчика температуры охлаждающей жидкости на процесс впрыска топлива в режиме продувки двигателя?
9. Какую роль играет датчик положения дроссельной заслонки в режиме продувки двигателя?
10. Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика температуры (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сопротивления датчика от температуры).
11. Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика положения дроссельной заслонки (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от положения вала дроссельной заслонки).

**12.** Для чего нужен режим открытого цикла (без обратной связи по датчику кислорода)?

**13.** Какую роль играет датчик температуры охлаждающей жидкости в режиме открытого цикла?

**14.** Как влияет изменение сопротивления датчика температуры охлаждающей жидкости на процесс впрыска топлива в режиме открытого цикла?

**15.** Какую роль играет датчик концентрации кислорода в режиме открытого цикла?

**16.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика температуры (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сопротивления датчика от температуры).

**17.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика массового расхода воздуха (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от массы потребляемого воздуха).

**18.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика концентрации кислорода (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от концентрации кислорода).

**19.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика положения дроссельной заслонки (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от положения вала дроссельной заслонки).

**20.** Для чего нужен режим закрытого цикла (с обратной связью по датчику кислорода)?

**21.** Какую роль играет датчик концентрации кислорода в режиме закрытого цикла?

**22.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика концентрации кис-

лорода (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сопротивления датчика от температуры).

**23.** Какую роль играет датчик температуры охлаждающей жидкости в режиме закрытого цикла?

**24.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика температуры (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сопротивления датчика от температуры).

**25.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика массового расхода воздуха (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от массы потребляемого воздуха).

**26.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика положения дроссельной заслонки (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от положения вала дроссельной заслонки).

**27.** Для чего нужен режим ускорения?

**28.** Какую роль играет датчик положения дроссельной заслонки в режиме ускорения?

**29.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика положения дроссельной заслонки (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от положения вала дроссельной заслонки).

**30.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика концентрации кислорода (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от концентрации кислорода).

**31.** Для чего нужен режим торможения?

**32.** Какую роль играет датчик положения дроссельной заслонки в режиме торможения?

**33.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика положения дроссельной заслонки (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от положения вала дроссельной заслонки).

**34.** Для чего нужен режим торможения двигателем?

**35.** Какую роль играет датчик положения дроссельной заслонки в режиме торможения двигателем?

**36.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика положения дроссельной заслонки (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от положения вала дроссельной заслонки).

**37.** Какую роль играет датчик положения коленчатого вала в режиме отключения подачи топлива?

**38.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика положения коленчатого вала (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от частоты вращения вала).

## **3.2. Лабораторная работа №2.**

### **Изучение датчиков системы распределенного впрыска топлива**

**Цель работы:** изучение принципа работы датчиков системы распределенного впрыска топлива и определение их роли.

#### **3.2.1. Краткие теоретические сведения**

Существенное влияние на работу двигателя с системой распределенного впрыска топлива оказывают следующие элементы системы: датчик температу-

ры охлаждающей жидкости, датчик концентрации кислорода, датчик массового расхода воздуха, датчик положения дроссельной заслонки, датчик скорости автомобиля и датчик положения коленчатого вала.

Поэтому задачами данной лабораторной работы являются:

- **определение роли изучаемых датчиков в системе впрыска топлива;**
- **оценка влияния технического состояния вышеперечисленных датчиков на количество впрыснутого топлива;**
- **оценка изменения в функционировании системы впрыска в случае неисправности (обрыва) одного из вышеперечисленных датчиков.**

Назначение и принцип работы этих датчиков приведены в разделе 1.

### **3.2.2. Порядок выполнения работы**

1. Изучите назначение и принцип работы датчиков системы распределительного впрыска топлива.
2. Изучите устройство лабораторного стенда НТЦ-15.40 «Система управления инжекторного двигателя» и правила работы на нем.
3. Под руководством преподавателя запустите стенд в работу и проведите его настройки на исследование влияния технического состояния датчиков в соответствии с инструкцией по эксплуатации стенда.
4. Проведите измерения.
5. Выключите стенд.
6. Оформите отчет.

### **3.2.3. Содержание отчета**

1. Кратко опишите датчик температуры охлаждающей жидкости. Результаты измерений напряжения на датчике занесите в табл. 3.1.

**Таблица 3.1. Результаты измерений напряжения на датчике температуры охлаждающей жидкости**

Температура, °C									
Напряжение, В									

По полученным значениям постройте график зависимости температуры от выходного напряжения и сделайте заключение.

2. Кратко опишите датчик концентрации кислорода (лямбда-зонд). Результаты измерений напряжения на датчике занесите в табл. 3.2.

**Таблица 3.2. Результаты измерений напряжения на датчике концентрации кислорода**

Концентрация датчика кислорода	Выходное напряжение, В
Нормальная	
Низкая	
Высокая	

По полученным результатам сделайте заключение.

3. Кратко опишите датчик массового расхода воздуха. Результаты измерений напряжения и массового расхода воздуха на датчике занесите в табл. 3.3.

**Таблица 3.3. Результаты измерений напряжения и массового расхода воздуха на датчике массового расхода воздуха**

Положение регулятора массового расхода	Выходное напряжение, В	Массовый расход воздуха
0		
1/4		
1/2		
3/4		
1		

Постройте график изменения массового расхода от выходного напряжения и сделайте заключение.

4. Кратко опишите датчик положения дроссельной заслонки. Результаты измерений напряжения на датчике занесите в табл. 3.4.

**Таблица 3.4. Результаты измерений напряжения на датчике положения дроссельной заслонки**

Угол поворота датчика дроссельной заслонки, °	Выходное напряжение, В
0	
15	
30	
60	
90	

Постройте график изменения массового расхода от выходного напряжения и сделайте заключение.

5. Кратко опишите датчик скорости автомобиля. Результаты измерений напряжения на датчике занесите в табл. 3.5.

**Таблица 3.5. Результаты измерений напряжения на датчике скорости автомобиля**

Передача	Выходное напряжение, В
N	
1	
2	
3	
4	

Сделайте заключение.

6. Кратко опишите датчик положения коленчатого вала. Результаты измерений напряжения на датчике занесите в табл. 3.6.

**Таблица 3.6. Результаты измерений напряжения на датчике положения коленчатого вала**

Частота вращения коленчатого вала, мин <sup>-1</sup>	Выходное напряжение, В
500	
1500	
2000	
2500	
3500	

Сделайте заключение.

### **3.2.4. Контрольные вопросы**

1. Какую роль играет датчик температуры охлаждающей жидкости в функционировании системы впрыска топлива?

2. Как влияет изменение сопротивления датчика температуры охлаждающей жидкости на процесс впрыска топлива?

3. В каком режиме работы системы ощущается наиболее сильное влияние сопротивления датчика на впрыск топлива и функционирование системы в целом?

4. Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика температуры ли выхода его из строя (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сопротивления датчика от температуры).

5. При возникновении какого вида неисправности в датчике температуры (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сопротивления датчика от температуры) реакция системы впрыска будет наиболее неблагоприятной для работы системы и двигателя в целом?

6. Какого вида неисправность в датчике температуры (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сопротивления датчика от температуры) труднее всего будет определить аппаратными средствами?

**7.** Какого вида неисправность в датчике температуры труднее всего будет определить программными средствами?

**8.** Какую роль играет датчик концентрации кислорода в функционировании системы впрыска топлива?

**9.** Как влияет изменение уровня сигнала датчика концентрации кислорода на процесс впрыска топлива?

**10.** В каком режиме работы системы датчик концентрации кислорода на впрыск топлива не влияет?

**11.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика концентрации кислорода или выхода его из строя (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от концентрации кислорода).

**12.** При возникновении, какого вида неисправности (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от концентрации кислорода) в датчике реакция системы впрыска будет наиболее неблагоприятной для работы системы и двигателя в целом?

**13.** Какого вида неисправность в датчике (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от концентрации кислорода) труднее всего будет определить аппаратными средствами?

**14.** Какого вида неисправность в датчике (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от концентрации кислорода) труднее всего будет определить программными средствами?

**15.** Какую роль играет датчик массового расхода воздуха в функционировании системы впрыска топлива?

**16.** Как влияет изменение уровня сигнала датчика массового расхода воздуха на процесс впрыска топлива?

**17.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика массового расхода воздуха или возникновении нарушений в его работе (полный выход датчика из строя, нарушение зависимости сигнала датчика от массы потребляемого двигателем воздуха)?

**18.** При возникновении какого вида неисправности (полный выход датчика из строя, нарушение зависимости сигнала датчика от массы потребляемого двигателем воздуха) в датчике реакция системы впрыска будет наиболее неблагоприятной для работы системы и двигателя в целом?

**19.** Какого вида неисправность в датчике (полный выход датчика из строя, нарушение зависимости сигнала датчика от массы потребляемого двигателем воздуха) труднее всего будет определить аппаратными средствами?

**20.** Какого вида неисправность в датчике (полный выход датчика из строя, нарушение зависимости сигнала датчика от массы потребляемого двигателем воздуха) труднее всего будет определить программными средствами?

**21.** Какую роль играет датчик положения дроссельной заслонки в функционировании системы впрыска топлива?

**22.** Как влияет изменение уровня сигнала датчика положения дроссельной заслонки на процесс впрыска топлива?

**23.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае нарушений в работе датчика положения дроссельной заслонки или выхода его из строя (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от положения дроссельной заслонки).

**24.** При возникновении, какого вида неисправности (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от положения дроссельной заслонки) в датчике реакция системы впрыска будет наиболее неблагоприятной для работы системы и двигателя в целом?

**25.** Какого вида неисправность в датчике (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от положения дроссельной заслонки) труднее всего будет определить аппаратными средствами?

**26.** Какого вида неисправность в датчике (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от положения дроссельной заслонки) труднее всего будет определить программными средствами?

**27.** Какую роль играет датчик скорости автомобиля в функционировании системы впрыска топлива?

**28.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае выхода из строя (обрыв) датчика скорости автомобиля или возникновении нарушений в его работе.

**29.** При возникновении какого вида неисправности (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от частоты оборотов вала) в датчике реакция системы впрыска будет наиболее неблагоприятной для работы системы и двигателя в целом?

**30.** Какого вида неисправность в датчике (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от частоты оборотов вала) труднее всего будет определить аппаратными средствами?

**31.** Какого вида неисправность в датчике (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от частоты оборотов вала) труднее всего будет определить программными средствами?

**32.** Какую роль играет датчик положения коленчатого вала в функционировании системы впрыска топлива?

**33.** Сделайте прогноз изменений в функционировании системы и в характеристиках двигателя в случае выхода из строя (обрыв) датчика положения коленчатого вала или возникновении нарушений в его работе.

**34.** При возникновении какого вида неисправности (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости сигнала датчика от частоты оборотов вала) в датчике реакция системы впрыска будет наиболее неблагоприятной для работы системы и двигателя в целом?

**35.** Какого вида неисправность в датчике (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от частоты оборотов вала) труднее всего будет определить аппаратными средствами?

**36.** Какого вида неисправность в датчике (обрыв, короткое замыкание, нарушение зависимости уровня сигнала датчика от частоты оборотов вала) труднее всего будет определить программными средствами?

### **3.3. Лабораторная работа №3.**

#### **Компьютерная диагностика системы распределенного впрыска топлива**

**Цель работы:** ознакомиться с устройством, функциональными возможностями и принципом работы автомобильного сканера «Сканматик»; приобрести навыки по поиску неисправностей и их устранению.

#### **3.3.1. Краткие теоретические сведения**

Диагностика системы управления двигателем с электронным впрыском топлива достаточно проста, если придерживаться правильного порядка проведения диагностики. Первым, и наиболее важным, условием успешного установления причины неисправности любой системы является понимание работы системы в нормальных условиях. Вторым условием является наличие необходимых средств диагностики, справочных пособий и руководств по ремонту.

Вместе с тем следует понимать, что работоспособность системы управления двигателем и системы впрыска в частности основана на надлежащем функционировании механических систем. В качестве напоминания ниже приводится ряд проблем «базового двигателя», вызывающих условия, которые могут быть ошибочно приписаны работе электроники системы управления двигателем:

- **низкая степень сжатия;**
- **утечки разрежения;**
- **сопротивление системы выпуска;**
- **негерметичность или закупорка топливной системы;**
- **отклонения в фазах газораспределения;**
- **плохое качество топлива;**
- **несоблюдение сроков проведения ТО.**

Электронный блок управления осуществляет постоянную самодиагности-

ку по ряду функций управления. Для сообщений о причинах неисправностей ЭБУ использует язык диагностических кодов. При обнаружении электронным блоком управления неисправности, ее код заносится в память и включается контрольная лампа «CHECK ENGINE» 15 (см. рис. 1.1). Она находится на приборной панели и выполняет следующие функции:

1. Оповещает водителя о неисправности и необходимости проведения ТО в возможно короткий срок. Включение лампы не означает, что двигатель необходимо заглушить.

2. Отображает диагностические коды, хранящиеся в памяти ЭБУ и помогающие в диагностике неисправностей системы. При включении зажигания и неработающем двигателе контрольная лампа загорается, свидетельствуя об исправности лампочки и системы самодиагностики. После запуска двигателя лампа выключается. Если лампа продолжает гореть, это означает, что система самодиагностики обнаружила неисправность. Если неисправность самоустраниется, в большинстве случаев через 10 секунд лампа выключается, но диагностический код сохраняется в памяти ЭБУ.

**Считывание кодов неисправностей.** Для связи с электронным блоком управления предусмотрена колодка диагностики (см. рис. 2.2). На стенде установлена система распределенного впрыска топлива с электронным блоком управления «Январь-5.1». Коды, хранящиеся в памяти ЭБУ, можно считать с помощью диагностического сканера «Сканматик» или «ТЕСН 1» и ДСТ-2М, подключив их к колодке диагностики. Коды неисправностей и возможные неисправности для контроллера «Январь-5.1» приведены в табл. 3.7.

Таблица 3.7. Коды неисправностей контроллера «Январь-5.1»

Код	Наименование неисправности
1	2
P0102	Низкий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха
P0103	Высокий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха
P0117	Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости
P0118	Высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости
P0122	Низкий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки

Продолжение таблицы

P0123	Высокий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки
P0131	Низкий уровень сигнала датчика кислорода
P0132	Высокий уровень сигнала датчика кислорода
P0134	Отсутствие сигнала датчика кислорода
P0135	Неисправность цепи управления нагревателем датчика кислорода
P0171	Система топливоподачи слишком бедная
P0172	Система топливоподачи слишком богатая
P0201, P0202 P0203, P0204	Обрыв цепи управления форсункой 1, 2, 3, 4-го цилиндров (соответственно)
P0261, P0264 P0267, P0270	Замыкание на массу цепи управления форсункой 1, 2, 3, 4-го цилиндров (соответственно)
P0300	Обнаружены случайные или множественные пропуски воспламенения
P0301, P0302 P0303, P0304	Обнаружены пропуски воспламенения в 1, 2, 3, 4-ом цилиндрах (соответственно)
P0325	Обрыв цепи датчика детонации
P0327	Низкий уровень сигнала датчика детонации
P0328	Высокий уровень сигнала датчика детонации
P0335	Ошибка угловой синхронизации (датчик положения коленчатого вала)
P0337	Вход датчика положения коленчатого вала замкнут на массу
P0338	Обрыв датчика коленчатого вала
P0340	Неверный сигнал датчика фаз
P0443	Неисправность цепи управления клапаном продувки адсорбера
P0480	Неисправность цепи управления реле вентилятора охлаждения
P0501	Неверный сигнал датчика скорости автомобиля
P0505	Ошибка регулятора холостого хода
P0562	Пониженное напряжение бортовой сети
P0563	Повышенное напряжение бортовой сети
P0601	Ошибка постоянно запоминающего устройства (ПЗУ)
P0603	Ошибка ОЗУ
P1410	Замыкание на источник питания цепи управления клапаном продувки адсорбера
P1425	Замыкание на массу цепи управления клапаном продувки адсорбера
P1426	Обрыв цепи управления клапаном продувки адсорбера
P1501	Замыкание на массу цепи управления реле электробензонасоса
P1502	Замыкание на источник питания цепи управления реле электробензонасоса
P1509	Перегрузка цепи управления регулятором холостого хода
P1513	Замыкание на массу цепи управления регулятором холостого хода
P1514	Обрыв или замыкание на источник питания цепи управления регулятора холостого хода
P1541	Обрыв цепи управления реле электробензонасоса
P1600	Ошибка связи с иммобилизатором
P1603	Ошибка ЭРПЗУ
P1612	Ошибка сброса блока управления

**Очистка кодов неисправностей.** Имеются два способа стирания из памяти электронного блока управления кодов неисправностей по завершении ремонта или для контроля повторного появления. Коды можно стереть при помощи диагностического тестера или отключив блок управления от аккумуляторной батареи на **30** секунд.

### **3.3.2. Порядок выполнения работы**

1. Изучите устройство лабораторного стенда НТЦ-15.40 «Система управления инжекторного двигателя» и правила работы на нем.
2. Изучите функциональные возможности программного обеспечения диагностического сканера «Сканматик» на компьютере.
3. Изучите порядок работы с диагностическим сканером «Сканматик».
4. Под руководством преподавателя запустите стенд в работу и подключите диагностический сканер «Сканматик».
5. По заданию преподавателя проведите сканирование блока управления сканером.
6. Выключите стенд и отключите от него сканер.
7. Оформите отчет.

### **3.3.3. Содержание отчета**

1. Кратко опишите назначение, состав и функциональные возможности диагностического сканера «Сканматик».
2. Кратко опишите порядок считывания и удаления кодов неисправностей с помощью диагностического сканера «Сканматик».
3. Сделайте заключение по результатам сканирования с помощью диагностического сканера «Сканматик».

### **3.3.4. Контрольные вопросы**

1. Для чего предназначен сканер «Сканматик»?
2. Что входит в комплект диагностического сканера «Сканматик»?
3. Для каких автомобилей подходит сканер «Сканматик»?
4. Приведите порядок работы со сканером «Сканматик».
5. Какие существуют способы считывания кодов неисправностей?
6. Как производится удаление кодов неисправностей из ЭБУ?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев, В.Ф. Диагностика электронных систем автомобиля: учеб. пособие. М.: СОЛОН-Пресс, 2003. 272 с.: ил.
2. Системы управления бензиновыми двигателями: пер. с нем. М.: ООО Книжное издательство «За рулем», 2005. 432 с.: ил.
3. Системы распределенного впрыска топлива автомобилей ВАЗ – Устройство и диагностика. Тольяти: ОАО НВП «Инженерно-технический центр АвтоВАЗтехобслуживание», 2003. 128 с.

Учебное издание

Самусенко Владимир Иванович

Кузюр Василий Михайлович

**УСТРОЙСТВО И ДИАГНОСТИКА  
СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ВПРЫСКА ТОПЛИВА  
БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Методические указания для выполнения лабораторной работы  
по дисциплинам: «Диагностика и техническое обслуживание машин»,  
«Основы эксплуатации машин и оборудование»,  
«Эксплуатация машинно-тракторного парка»  
студентам инженерно-технологического института  
по направлениям подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»,  
23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 15.05.2019 г. Формат 60x84 1/16.  
Бумага печатная. Усл. п. л. 2,79. Тираж 25 экз. Изд. № 6385.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ