

Министерство образования и науки Российской Федерации

Владивостокский государственный университет  
экономики и сервиса

---

# **СОВРЕМЕННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ**

Практикум

Владивосток  
Издательство ВГУЭС  
2005

ББК 39.33

О 74

Рецензент: Ю.В. Соломатин, доц. каф. СА,  
канд. техн. наук

О 74      СОВРЕМЕННЫЕ      И      ПЕРСПЕКТИВНЫЕ  
ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ: прак-  
тикум / Сост. С.С. Осипов. – Владивосток: Изд-во  
ВГУЭС, 2005. – 36 с.

Описываются 5 лабораторных работ по курсу «Современные и перспективные электронные системы автомобилей». Студенты изучают на практике устройство современных электронных систем, методы их диагностики и диагностическое оборудование.

Для студентов 4-го курса специальности 23.10.01 «Сервис и техническая эксплуатация транспортных и технологических машин и оборудования (Автомобильный транспорт)».

ББК 39.33

© Издательство Владивостокского  
государственного университета  
экономики и сервиса, 2005

## ВВЕДЕНИЕ

Современные автомобили, т.е. выпущенные за последние годы, выпускаемые сейчас и только разрабатываемые, оборудуются множеством электронных систем различного назначения и уровня сложности. Наиболее сложные системы имеют микропроцессорное управление. В данном практикуме описываются лабораторные работы, помогающие изучать отдельные элементы таких систем (датчики и исполнительные механизмы). Также уделяется внимание методам диагностики самих микропроцессорных блоков управления с использованием персональных компьютеров и специальных сканеров электронных систем.

Студенты, выполняя лабораторные работы, получают навыки поиска элементов конкретной системы в автомобиле, измерений с использованием цифровых приборов и осциллографов, работы с компьютерными средствами диагностики. Данные навыки особенно важны для инженеров по сервису автомобилей, так как обслуживание и ремонт электронных систем с микропроцессорным управлением занимает на сегодняшний день существенную долю общего объема ремонтных и сервисных вмешательств в автомобиль. Это означает, что работа с электронными системами может приносить СТО и существенную долю дохода в общем составе работ.

Оборудование для работы с современными электронными системами относительно дорого, поэтому для инженера важно уметь правильно выбрать оборудование для задач ремонта и эффективно его в дальнейшем использовать. Данный лабораторный практикум помогает будущим инженерам и в этой области, так как основные виды оборудования используются в ходе лабораторных работ. Студенты получают навыки работы с таким оборудованием, на практике составляют собственное мнение об эффективности оборудования и делают выводы о целесообразности его использования в автосервисе.

# Лабораторная работа № 1

## ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНОВНЫХ ДАТЧИКОВ ЭЛЕКТРОННОГО ВПРЫСКА (основной параметр – сопротивление)

*Цель работы.* Изучение данного материала позволит будущему инженеру получить навыки измерения параметров датчиков, закрепить теорию устройства датчиков, получить практические навыки работы с измерительными приборами, а также научиться устранять элементарные неисправности систем, связанные с такими датчиками.

*Расчетное время работы:* 4 часа.

Датчики электронного впрыска с основным параметром – сопротивление представляют собой устройства, основанные на электронных компонентах – резисторах различных типов. Чаще всего в датчиках используются резисторы следующих типов:

- терморезисторы (датчики температуры);
- переменные резисторы (датчики положения механических элементов);
- тензорезисторы (датчики давления, в т.ч. и интеллектуального типа).

### ***Терморезисторы***

Терморезисторы – это электронные компоненты, изменяющие сопротивление в зависимости от температуры. Различают терморезисторы с положительным и отрицательным температурным коэффициентом, или иначе с прямой или обратной температурной зависимостью. Прямая зависимость означает, что сопротивление датчика увеличивается с ростом температуры, обратная – означает уменьшение сопротивления с ростом температуры. Данная характеристика зависит от материала в основе терморезистора.

Наиболее распространены датчики с отрицательным коэффициентом или с обратной зависимостью. Такие датчики обычно используют для измерения температуры воздуха или охлаждающей жидкости в системах электронного впрыска или кондиционирования.

Элементы с прямой зависимостью используются реже и в основном в составе сложных датчиков. Работают они чаще всего в областях высоких температур.

На рис. 1.1. приводится конструкция простого датчика температуры. Как видно, сам датчик достаточно компактен по размерам, но помещен в корпус с установочной резьбой и контактным разъемом. Для датчиков температуры воздуха обычно используют пластиковые тонкостенные корпуса для уменьшения теплоемкости корпуса и увеличения быстродействия датчика. Датчики температуры жидкости (охлаждаю-

щей) помещаются в металлический герметичный корпус, который сам представляет герметичную пробку для жидкостного канала. Некоторые датчики используют один вывод (второй соединен с корпусом).

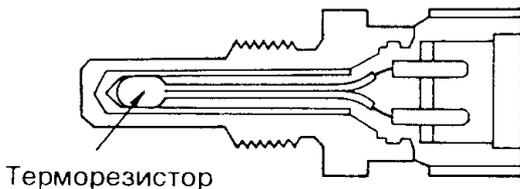


Рис. 1.1. Конструкция датчика температуры

На рис. 1.2(а) приводится график характеристики датчика температуры охлаждающей жидкости автомобилей ТОУОТА. Это датчик с обратной зависимостью и с достаточно большим диапазоном измерений.

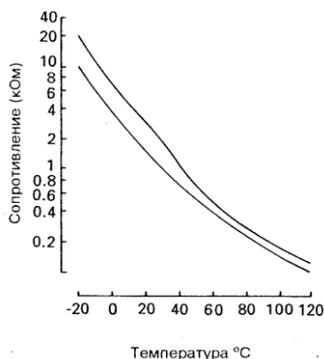


Рис. 1.2(а)

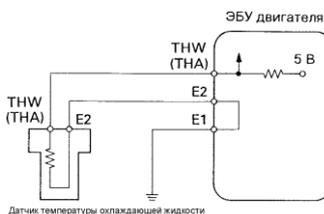


Рис. 1.2(б)

Диапазон сопротивлений датчика специально выбран в пределах от 200 Ом до 20 кОм. Этот диапазон одинаково далек от сопротивления проводки с возможными нарушениями контактов и от обрыва цепи, т.е. цепь датчика защищена от искажений показаний. В случае обрыва или замыкания система самодиагностики легко определяет неисправность.

На рис. 1.2(б) показана схема включения датчика в автомобилях ТОУОТА в общую систему блока управления.

### ***Переменные резисторы***

Переменные резисторы – это электронные элементы, меняющие сопротивление в зависимости от положения подвижного элемента. Переменные резисторы, таким образом, удобно использовать в качестве

датчиков положения подвижных элементов. Типичным применением датчика с переменным резистором является датчик положения дроссельной заслонки. В более новых автомобилях это может быть датчик положения педали газа (с сервоприводом заслонки).

В некоторых датчиках положения заслонки имеются дополнительные контакты для фиксации положения холостого хода (полностью закрытая заслонка).

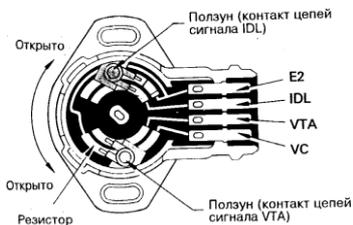


Рис. 1.3(а). Конструкция датчика положения дроссельной заслонки

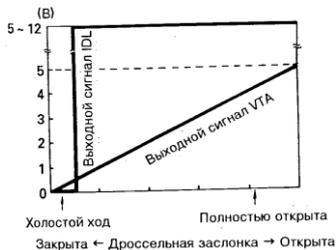


Рис. 1.3(б). Характеристика датчика положения дроссельной заслонки

На рисунке 1.3(а и б) представлен датчик положения дроссельной заслонки автомобиля ТОУОТА и его характеристика. Как видно, характеристика основного датчика практически линейная, что определяется свойствами напыления переменного резистора. Выходной сигнал имеет характеристику переменного напряжения, что обусловлено схемой включения.

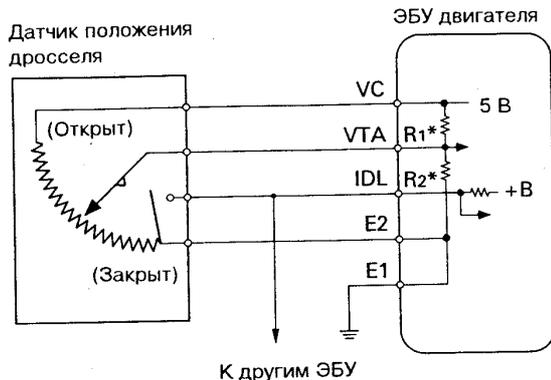


Рис. 1.4. Схема включения датчика положения дроссельной заслонки

Датчик положения дроссельной заслонки конструктивно расположен напротив привода заслонки на входе во впускной коллектор. Крепления датчика позволяют регулировать его начальную установку в пределах нескольких градусов. При сборке системы после ремонта или при настройке очень важно правильно установить датчик. Независимо от того, имеется ли отдельный контакт холостого хода или нет, система управления двигателем фиксирует положение Х.Х. и выбирает отдельный режим работы Х.Х.

Неправильная установка начального положения датчика может привести к различным неисправностям, как:

- «плавание» оборотов Х.Х.
- остановка двигателя при резком сбрасывании газа;
- неустойчивая работа под нагрузкой на Х.Х. (включена АКП, кондиционер).

Датчик должен устанавливаться так, чтобы при полностью отпущенной педали газа его показания классифицировались системой как положение холостого хода, а контакт IDL был замкнут (низкий уровень сигнала). Затем датчик поворачивается на некоторую величину по ходу заслонки, чтобы обеспечить зону режима Х.Х., в пределах которой при нажатии на газ блок управления не будет менять режим. Для правильной установки датчика, особенно не имеющего контакта IDL, существуют специальные таблицы параметров, приводимые в фирменных руководствах по ремонту или общих справочниках регулировочных параметров электронных систем.

В дальнейшем (после правильной установки), при эксплуатации автомобиля положение датчика менять не следует (например ради настройки АКП).

### ***Тензорезисторы (датчики давления)***

Тензорезистор – это электронный компонент, меняющий электрические характеристики (проводимость) при механических деформациях. Конструктивно тензорезисторы представляют собой жесткие пластины (основу) с нанесенным пленочным покрытием на изолирующем слое. Материал напыления может быть различным. Например, в современных датчиках давления топлива в системах непосредственного впрыска используются полисиликоновые сопротивления на подложке из диоксида кремния SiO<sub>2</sub> (изолятор).

Так как тензодатчики сильно подвержены влиянию температуры, их сопротивления соединяют по мостовой схеме, практически исключая посторонние влияния. Для усиления сигнала и исправления нелинейностей в датчиках используют встроенные схемы преобразования (интеллектуальные датчики).

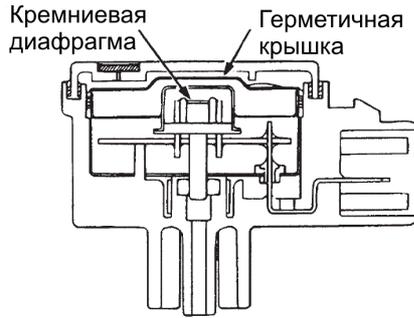


Рис. 1.5. Конструкция датчика абсолютного давления (MAP)

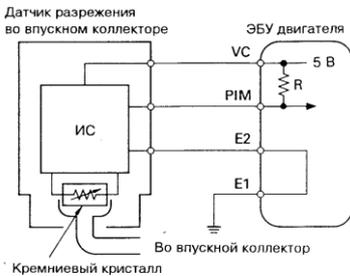


Рис. 1.6(а). Схема включения датчика абсолютного давления коллектора

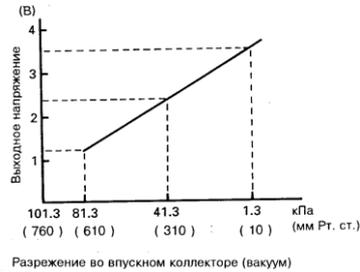


Рис. 1.6(б). Характеристика датчика положения дроссельной заслонки

На рис. 1.5 показано устройство датчика абсолютного давления впускного коллектора автомобилей HONDA. Датчики других автомобилей практически ни чем не отличаются от показанного, кроме внешнего корпуса.

На рис. 1.6 (а и б) показаны схема включения датчика в цепь управления и выходная характеристика датчика. Датчик содержит внутри микросхему преобразования и выдает сигнал в виде изменяемого напряжения примерно от 1 до 4 вольт.

### Ход работы

В ходе работы необходимо изучить конструкцию, расположение и произвести замеры характеристик всех 3-х видов датчиков. Таким образом, вся работа и отчет по ней будут состоять из 3-х независимых частей.

По каждому виду датчиков в отчет включается:

- наименование марки автомобиля, датчик от которого анализировался;

- внешний вид датчика, форма разъема и назначение выводов;
- таблица измеряемых параметров;
- график характеристики;
- использованные приборы.

### **Часть 1 – температурный датчик**

Сопротивление датчика измеряется цифровым мультиметром, настроенным на диапазон измерений до 200 кОм (или автовыбор).

Датчик погружается в воду вместе с термометром при комнатной температуре. Затем вода нагревается до температуры прогретого двигателя (80<sup>0</sup>С). Показания датчика снимаются через каждые 5<sup>0</sup>С. Первое показание снимается при достижении первой температуры, кратной 5 (20, 25 и т.д.). Все результаты измерений заносятся в таблицу:

| Температура жидкости, <sup>0</sup> С | Сопротивление датчика, кОм |
|--------------------------------------|----------------------------|
|                                      |                            |
|                                      |                            |

По данным измерений строится график. При построении графика, полученную зависимость следует продолжить до значения -20<sup>0</sup>С. По графику делается вывод о температурном коэффициенте датчика.

### **Часть 2 – датчик положения дроссельной заслонки**

В ходе работы необходимо построить график характеристики датчика в зависимости от угла открытия заслонки. Удобнее всего использовать гибкий тросик, наложенный на поворотный сектор заслонки, так как это позволяет измерять линейное смещение тросика вместо угла (радиус поворотного сектора принимается постоянным). Нулевое смещение тросика принимается за 5 градусов отклонения заслонки от перпендикуляра к оси коллектора (приблизительное начальное положение). Конечное смещение тросика принимается за 90 градусов поворота относительно перпендикуляра к оси коллектора. Показания датчика снимаются через каждые 5 мм смещения. Сопротивление измеряется между центральным выводом резистора (ползунок) и одним из крайних выводов.

Все замеры заносятся в таблицу:

| Смещение тросика, мм | Сопротивление датчика, кОм |
|----------------------|----------------------------|
|                      |                            |
|                      |                            |

После снятия характеристики строится график сопротивления датчика относительно угла поворота. Шкала угла поворота размещается под шкалой линейного смещения в соответствующем масштабе.

Принимая напряжение питания датчика за 5 В, строится график выходного напряжения в той же системе координат.

После снятия характеристики датчика на стенде, производится практическая регулировка датчика на автомобиле. Настройка датчика сбивается и производится наблюдение за возникающими неисправностями в работе двигателя. Затем датчик выставляется в правильное начальное положение с использованием контакта IDL или таблицы регулировочных параметров по предложенной модели автомобиля.

Отчет по данной части должен включать, кроме общих пунктов, регулировочные данные датчика, описание возникших неисправностей при сбивой настройке и вывод по результатам регулировки.

### **Часть 3 – датчик давления коллектора**

В ходе работы необходимо построить график характеристики датчика в зависимости от разрежения воздуха на входе датчика. Начальное значение снимается при атмосферном давлении (нулевое разрежение). Дальнейшие показания датчика снимаются через каждые 5 кПа или 0,05 Бар разрежения, до значения 40 кПа. Разрежение (вакуум) создается и замеряется с помощью вакуумметра.

Поскольку датчик имеет микросхему преобразования, на него должно быть подано питание 5 В. Характеристика датчика снимается на сигнальном выводе также в виде напряжения. Поскольку датчик предназначен не для измерения вакуума, а для измерения абсолютного давления, таблица и график характеристики строятся именно на базе абсолютных давлений.

Все замеры заносятся в таблицу:

| Абсолютное давление, кПа | Выходное напряжение, В |
|--------------------------|------------------------|
|                          |                        |
|                          |                        |

После снятия характеристики, строится график выходного напряжения датчика, относительно входного давления.

### **Контрольные вопросы**

1. Виды датчиков, использующих резисторы в конструкции.
2. Применение терморезисторов.
3. Применение переменных резисторов.

4. Применение тензорезисторов.
5. Что такое интеллектуальный датчик?
6. Неисправности, вызываемые неправильной установкой датчика положения дроссельной заслонки?
7. Что такое температурный коэффициент?
8. Зависимость между вакуумом во впускном коллекторе и абсолютным давлением, измеряемым датчиком?
9. Причина погрешности датчика MAP в высокогорных районах?
10. Внутреннее устройство датчиков давления.

## Лабораторная работа № 2 ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКА КИСЛОРОДА ( $\lambda$ -ЗОНД)

*Цель работы.* Закрепить теоретические знания по кислородным датчикам, научиться идентифицировать кислородный датчик в системе двигателя, получить навыки диагностики  $\lambda$ -зонда и навыки работы с измерительными приборами.

*Расчетное время работы:* 2 часа.

$\lambda$  – зонд («лямбда-зонд») или иначе кислородный датчик предназначен для определения содержания кислорода в отработанных газах и размещается в выпускном коллекторе недалеко от выпускных клапанов. Это обусловлено тем, что  $\lambda$  – зонд работоспособен при высокой температуре (от 300 до 600<sup>0</sup>С), которая достигается только непосредственно на выходе двигателя. Чаще всего данный датчик размещают в месте соединения выходных патрубков в один выхлопной коллектор.

На некоторых автомобилях устанавливают второй  $\lambda$ -зонд после катализатора. Он отслеживает состояние катализатора и старение основного  $\lambda$ -зонда.

Кислородный датчик является ключевым датчиком в системе обратной связи управления подачей топлива в современных системах впрыска.  $\lambda$ -зонд изначально сконструирован таким образом, что идеальное стехиометрическое соотношение топливо/воздух (14,5:1) соответствует примерно средним показаниям датчика.

Система управления двигателем стремится все время поддерживать оптимальную смесь, однако из-за инерционности системы и погрешностей измерений этого трудно достичь. Кратковременные изменения состава газовой смеси могут привести (и приводят) к изменению показаний датчика. Поэтому скорость реакции системы искусственно занижена. Фактически блок управления цикл за циклом увеличивает обогащение смеси, пока датчик не покажет явно богатую смесь. Тогда начинается процесс снижения обогащения смеси до устойчивых показаний бедной смеси. Таким образом, система все время совершает колебания вокруг оптимального значения. Такой режим работы блока электронного впрыска называется  $\lambda$ -регулированием или «замкнутым циклом».

В настоящее время в автомобилях используются  $\lambda$ -зонды двух принципиально разных типов:

- 1 – на основе диоксида циркония (платино-циркониевый электрод);
- 2 – на основе титана.

Принципы работы датчиков, их подробное устройство, причины возникновения неисправностей и методы замены и ремонта рассматривается детально в лекционном материале.

Краткая характеристика обоих типов датчиков:

Циркониевый датчик сам является генератором напряжения. Его выходной сигнал зависит от качества смеси и колеблется в пределах от 0 до 1 В. График зависимости напряжения от качества смеси достаточно пологий.

Титановый датчик не является генератором напряжения, а меняет свое сопротивление в зависимости от качества смеси от менее 1 кОм при богатой смеси до более 20 кОм при бедной. Переключение происходит скачкообразно, т.е. датчик работает в ключевом режиме.

От типа датчика зависит, соответственно, и схема его включения. Циркониевый датчик подключается к блоку управления как источник напряжения, а титановый – как нагрузка для внутреннего источника опорного напряжения.

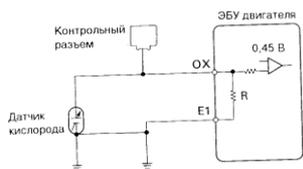


Рис. 2.1(а). Схема включения циркониевого кислородного датчика

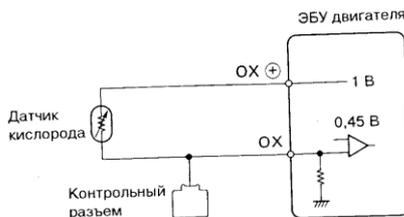


Рис. 2.1(б). Схема включения титанового кислородного датчика

Схемы включения циркониевого и титанового датчиков приведены на рис. 2.1(а и б). Как видно из схем, выходные сигналы датчиков поступают внутри блока управления на компаратор с опорным напряжением 0,45 В (схема автомобилей TOYOTA). Таким образом, плавность характеристики циркониевого датчика не играет для ЭБУ ни какой роли – компаратор выдает только 2 состояния – «бедная смесь» и «богатая смесь».

### Виды датчиков по подключению

Кислородные датчики бывают одно-, двух-, трех- и четырехпроводные. Датчики с одним и двумя проводами не содержат нагревательного элемента. С тремя и четырьмя проводами – содержат нагревательный элемент.



Рис. 2.2. Двухпроводный кислородный датчик

На рис. 2.2. приведен двухпроводный датчик (второй провод – заземление). Такой датчик имеет бесспорное преимущество перед однопроводным, так как качество контакта с корпусом имеет большое значение для правильной работы датчика. Однопроводный датчик контактирует с корпусом через резьбовое соединение с выхлопным коллектором, через соединение коллектора с двигателем, а затем через заземление двигателя.



Рис. 2.3. Трехпроводный кислородный датчик

На рис. 2.3 приведен трехпроводный кислородный датчик, содержащий нагревательный элемент. Нагреватель подключается через белые провода (полярность значения не имеет). Датчик с нагревателем начинает работать значительно раньше (при достижении температуры 300<sup>0</sup>С), независимо от прогрева двигателя.



Рис. 2.4. Четырехпроводный кислородный датчик

Четырехпроводный кислородный датчик (рис. 2.4) сочетает преимущества нагрева и отдельного контакта с корпусом. Таким образом, четырехпроводный датчик может считаться самым совершенным на сегодняшний день.

Следует отметить, что подогрев встречается не всегда на циркониевых датчиках и обязательно на титановых, так как титановые особо чувствительны к температуре. Также титановые датчики (сам измерительный элемент) должны быть двухпроводными, так как их схема включения не предусматривает контакта датчика с корпусом.

### Старение кислородных датчиков

Подробно причины старения кислородных датчиков и изменение их характеристик рассматриваются в лекционном материале. Здесь приведены примеры контрольных осциллограмм датчиков – от полностью работоспособного, до полностью вышедшего из строя.

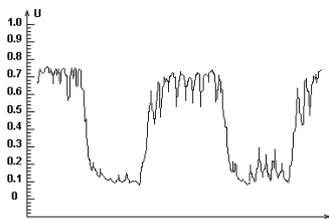


Рис. 2.5(а). Полностью исправный кислородный датчик

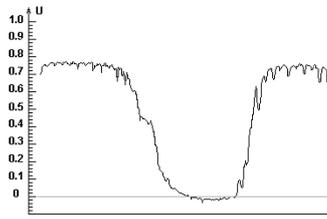


Рис. 2.5(б). Датчик с первыми признаками старения

Как видно из рисунка, исправный датчик быстро реагирует на циклические изменения состава смеси, а также на случайные (локальные) изменения состава выхлопных газов в виде мелких колебаний.

Датчик с признаками старения теряет чувствительность и скорость реакции. Также возможен выход параметров за допустимые пределы (например, нижнее напряжение ниже 0,1 В). Существенно постаревший датчик реагирует на изменения с видимым запазданием. Неисправный датчик практически не меняет показания.

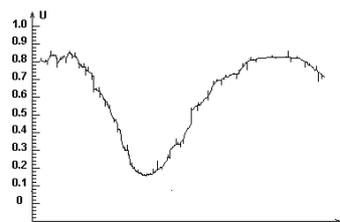


Рис. 2.5(в). Датчик с существенными признаками старения

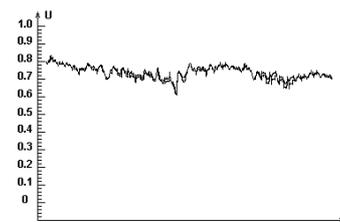


Рис. 2.5(г). Неисправный датчик

Естественно, что на приведенных рисунках отражены лишь варианты поведения датчика, выходящего из строя. Например, химическое «отравление» внешнего электрода вообще приводит к остановке ионного обмена. Такой датчик не будет выдавать напряжения на выходе. Поведение работоспособного датчика также зависит от метода испытаний. Некоторые системы впрыска меняют качество смеси в режиме замкнутого цикла достаточно плавно, что не позволяет судить о скорости реакции датчика.

### **Ход работы**

В ходе работы изучается представленный образец датчика, установленный на рабочий автомобиль и подключенный к системе. Необходимо сделать вывод о типе датчика и его работоспособности. Результаты измерений и выводы с обоснованиями заносятся в отчет по работе.

Выполняя работу, следует соблюдать меры предосторожности и правила для диагностики кислородных датчиков.

#### ***Меры предосторожности***

1. Не отключайте разъем датчика при заведенном двигателе или включенном зажигании.

2. Не используйте для измерений стрелочный (аналоговый) мультиметр.

3. Не допускайте замыкания на корпус или общий «+» питания сигнального выхода циркониевого датчика или питающего и сигнального выходов титанового датчика.

4. Проверка должна производиться на прогретом двигателе при оборотах нормального Х.Х. + 1200.

5. Так как измерения производятся вблизи горячих деталей, следует избегать их касания.

6. При измерениях осциллографом корпус прибора и корпус автомобиля должны заземляться.

#### ***Определение типа датчика***

Определение типа датчика следует начинать с внешнего осмотра. Датчик с любым количеством выходов, кроме 4-х, не может быть титановым, так как титановый обязательно требует нагрева. Далее следует выяснить, какие провода относятся к нагревателю и исключить их из дальнейших исследований.

Определить, что датчик титановый можно по наличию опорного напряжения 1 В (относительно корпуса) на одном из входов при включении зажигания и некоторого низкого напряжения на втором входе (это в действительности выходной сигнал).

У циркониевого датчика один из выходов (4-х проводной датчик) должен быть соединен с корпусом автомобиля. Это следует проверять при выключенном зажигании и при снятом разъеме датчика со стороны

проводки автомобиля (не на датчике). Оставшийся провод (должен быть черный) и является сигнальным. На сигнальном проводе циркониевого датчика появляется напряжение менее 0,9 В, но более 0,2 В при запуске двигателя, даже если разъем датчика отключен.

Проще всего отличать датчики именно по наличию или отсутствию неизменного опорного напряжения 1В на одном из выводов, кроме подогрева.

Датчики с выводами менее 4-х можно автоматически относить к циркониевым.

### ***Тестирование датчика***

Тестирование датчика проводится с помощью осциллографа. Наилучшие результаты достигаются с применением цифрового осциллографа или приставки к персональному компьютеру. Применение цифрового прибора обусловлено необходимостью наблюдать за достаточно медленными процессами, но с хорошим разрешением по времени и одновременно широким диапазоном напряжений.

Для наблюдения за изменением показаний датчика в режиме замкнутого цикла необходимо устанавливать временную шкалу прибора на значение 50-100 мс/дел. При таком разрешении луч на аналоговом осциллографе становится видимым глазом и практически не оставляет полосы засветки на экране. Цифровой осциллограф позволяет рисовать график характеристики независимо от временного разрешения. Компьютерный осциллограф-приставка позволяет рассматривать характеристику датчика на большом экране и делать выводы о скорости реакции по данным в памяти.

В ходе работы проведите снятие показаний датчика в режиме замкнутого цикла, а также проверьте реакцию на резкое увеличение или уменьшение обогащения смеси. Вызвать такие процессы в двигателе можно резким нажатием на газ (ЭБУ производит дополнительный впрыск топлива) и резким отпусканием педали газа (ЭБУ прерывает подачу топлива на несколько циклов).

Сделайте выводы о работоспособности датчика по скорости реакции и по минимальному и максимальному напряжениям (должно быть ниже 0,2В и выше 0,7В соответственно).

### **Содержание отчета**

Отчет по работе должен содержать:

1. Данные автомобиля (марка, год, двигатель).
2. Тип датчика и обоснование определения типа.
3. Минимальное и максимальное напряжение датчика.
4. Время реакции на резкое изменение качества смеси.
5. Вывод о работоспособности датчика.

## Контрольные вопросы

1. Что называется кислородным датчиком?
2. Какое второе название кислородного датчика и почему оно возникло?
3. Типы кислородных датчиков?
4. Объясните схемы включения датчиков различных типов.
5. Объясните основные меры предосторожности при тестировании датчиков.
6. Объясните причину, по которой нельзя использовать аналоговый мультиметр для тестирования кислородных датчиков.
7. Объясните основные причины старения кислородных датчиков.
8. Объясните суть понятия «замкнутый цикл».
9. Объясните преимущества и недостатки датчиков с различным количеством проводов и с подогревом и без.
10. Объясните причину расположения кислородного датчика вблизи выпускных каналов двигателя.

### Лабораторная работа № 3

## ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА МАССОВОГО РАСХОДА ВОЗДУХА

*Цель работы.* Закрепить теоретические знания по датчикам массового расхода воздуха термоанемометрического типа, научиться идентифицировать датчик такого типа в системе двигателя, получить навыки диагностики расходомера воздуха и навыки работы с измерительными приборами.

*Расчетное время работы – 4 часа.*

Датчики массового расхода воздуха преобразуют массу воздушного потока в определенный выходной сигнал напрямую, не прибегая к дополнительным вычислениям и коррекциям. Одной из разновидностей датчиков массового расхода воздуха является термоанемометрический датчик.

В основу датчика положен принцип компенсационного нагрева определенного элемента датчика, охлаждаемого воздушным потоком. Нагрев называется компенсационным, так как элемент датчика нагревается только до определенной температуры относительно проходящего воздуха. Энергия тратится на восстановление температуры элемента, охлаждаемого воздушным потоком. Чем больше проходящий воздушный поток, тем сильнее он охлаждает термоэлемент датчика и тем больше требуется энергии на компенсационный нагрев. Электронная часть датчика измеряет как раз потребляемую на нагрев энергию. При этом соблюдается условие поддержания постоянной относительной температуры термоэлемента датчика.

Конструктивно датчик представляет собой цилиндр с натянутой внутри платиновой нитью и помещенным в центре терморезистором. Нить играет роль одновременно и нагревателя, и датчика собственной температуры. Диаметр нити около 70 мкм. Терморезистор служит для измерения температуры проходящего воздуха. Эта температура является базовой величиной для нагрева нити.

Платиновая нить имеет прямую зависимость сопротивления от температуры (положительный температурный коэффициент). При остывании нить теряет сопротивление, соответственно падение напряжения на ней уменьшается.

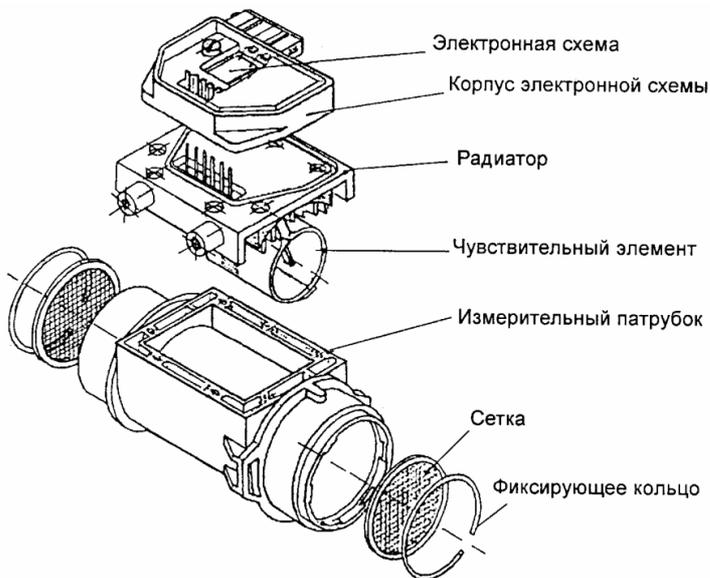


Рис. 3.1. Конструкция датчика массового расхода воздуха

На рис. 3.1 показан общий вид конструкции датчика массового расхода воздуха с термозлементом на основе платиновой нити. Нить натянута внутри корпуса чувствительного элемента и лежит целиком в плоскости, перпендикулярной оси корпуса. Оба конца нити соединены с электрическими контактами в верхней части сборки чувствительного элемента.

Платиновая нить и терморезистор соединены в одну аналоговую схему управления, построенную на основе операционного усилителя. Электрически схема нагревателя и терморезистора датчика представляет собой мост Уилсона. Причем терморезистор и нагреватель (нить) включены в разные плечи моста. Падение сопротивления нити приводит к разбалансированию моста и появлению напряжения между контрольными точками. Это напряжение подается на усилитель, питающий схему, что приводит к повышению напряжения питания и протекающего тока и позволяет восстанавливать температуру нити до требуемого уровня.

Выходной сигнал снимается с прецизионного резистора  $R_{вых}$ . Изменение тока, протекающего через нить, приводит к изменению напряжения на резисторе.

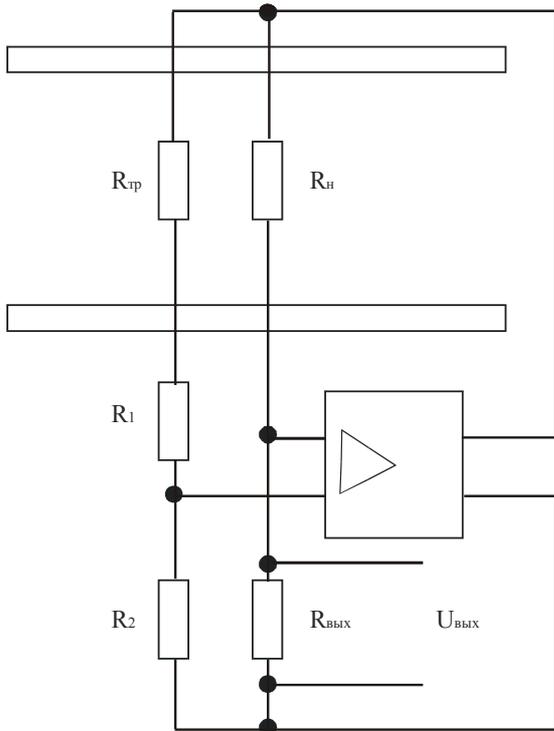


Рис. 3.2. Электрическая схема датчика массового расхода воздуха

На рис. 3.2 приведена электрическая схема датчика расхода воздуха. Как видно, схема состоит из 2-х основных частей: электрического резисторного моста и операционного усилителя. Левое плечо моста включает терморезистор ( $R_{тр}$ ) и делитель ( $R_1$  и  $R_2$ ), предназначенный для настройки баланса моста. Правое плечо включает саму нить ( $R_н$ ) и выходной резистор ( $R_{вых}$ ).

Более подробно работа расходомера, варианты устройства управляющей схемы, а также неисправности датчиков такого типа рассматриваются в лекционном материале.

### Ход работы

Практическая часть работы состоит из 2-х частей и выполняется на действующем автомобиле и на специальном стенде. На автомобиле выполняются замеры внешнего (выходного) сигнала датчика. На стенде

изучается внутреннее устройство и проводятся замеры параметров составляющих элементов датчика.

В ходе работы необходимо выполнить следующие действия:

- определить расположение датчика в системе питания двигателя;
- проверить работу системы самоочистки датчика;
- замерить характеристику датчика;
- замерить характеристику нити нагревателя датчика;
- изучить внутреннее устройство датчика.

Типичным местом расположения датчика массового расхода является воздуховод от воздушного фильтра до воздушного коллектора электронного впрыска. Датчик легко определяется по электрическому разъему на корпусе.

Самоочистка датчика осуществляется при выключении зажигания и представляет собой прокаливание нити нагрева в течение короткого времени. Визуально это заметно при отсоединении датчика от патрубка воздушного фильтра.

Замер характеристики датчика осуществляется цифровым мультиметром или осциллографом. Для замера необходимо соединить вход «земля» прибора с корпусом автомобиля и обнаружить сигнальный провод на выходном разъеме датчика. Характеристики снимаются в зависимости от оборотов двигателя. Пренебрегая изменяющимся сопротивлением воздушного фильтра и воздуховода, а также коэффициентом наполнения цилиндров, можно приблизительно считать, что поток воздуха пропорционален оборотам двигателя. Для понимания зависимости сигнала датчика от потока воздуха этого вполне достаточно.

Результаты измерений заносятся в таблицу:

| № замера | Обороты двигателя | Выходной сигнал, В |
|----------|-------------------|--------------------|
|          |                   |                    |

Измерения производятся через каждые 500 об/мин, начиная с 1000.

Изучение внутреннего устройства датчика и измерение характеристики нити нагрева производится на специальном стенде. Стенд представляет собой разобранный датчик с измерительными приборами и источником питания.

Необходимо составить зависимость сопротивления нити нагрева от мощности нагрева, которая определяет температуру нити, и убедиться в том, что температурный коэффициент нити является положительным.

Для снятия характеристики потребуется регулируемый источник питания, амперметр и цифровой мультиметр. С датчика снимается схе-

ма управления и открывается контактная колодка непосредственно нити нагрева и терморезистора. Амперметр подключается в цепь питания нити. С помощью регулятора источника питания изменяется подаваемое на нить напряжение и, соответственно, мощность. Мультиметром замечается падение напряжения на нити, амперметром – протекающий ток. Согласно закону Ома, при таких измерениях на обычном сопротивлении (резисторе) получилась бы абсолютно линейная зависимость. Однако нить меняет сопротивление при нагреве, поэтому характеристика V-A получится нелинейная.

По данным напряжения и тока вычисляется потребляемая мощность нагрева и сопротивление нити в каждой точке. Результаты измерений и вычислений заносятся в таблицу:

| № замера | Напряжение, В | Ток, А | Мощность, Вт | Сопротивление нити, Ом |
|----------|---------------|--------|--------------|------------------------|
|          |               |        |              |                        |
|          |               |        |              |                        |

По полученным данным строятся 2 графика:

- вольт-амперная характеристика (V-A);
- зависимость сопротивления от мощности нагрева.

### **Содержание отчета**

Отчет по работе должен содержать:

1. Данные автомобиля и схему расположения датчика в подкапотном пространстве.
2. Указание измерительного прибора для снятия показаний датчика и выбранный диапазон измерений.
3. Таблицу зависимости показаний датчика от оборотов двигателя.
4. Схему расположения контактов внутренней колодки датчика при снятой схеме управления и электрическую схему подключения нити нагрева к измерительным приборам.
5. Таблицу результатов измерений характеристик нити нагрева.
6. Графики зависимости характеристики V-A и сопротивления от мощности нагрева.
7. Выводы по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Что называется датчиком массового расхода воздуха (ДМР)?
2. В чем преимущество ДМР перед другими методами измерения воздушного потока?

3. Где расположен ДМР в подкапотном пространстве автомобиля?
4. Что является выходным сигналом ДМР и как он изменяется в зависимости от измеряемой величины?
5. Какой элемент является основой ДМР?
6. Что представляет собой электрическая схема датчика?
7. Что такое температурный коэффициент и как он влияет на работу ДМР?
8. Какую роль играет терморезистор в измерительном патрубке датчика?
9. Что представляет собой функция самоочистки нити нагрева?
10. Какие факторы влияют на преждевременный выход ДМР из строя?

## Лабораторная работа № 4

### ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКА РАСХОДА ВОЗДУХА АКУСТИЧЕСКОГО ВИХРЕВОГО ТИПА

*Цель работы.* Закрепить теоретические знания по датчикам расхода воздуха акустического типа, научиться идентифицировать датчик такого типа в системе двигателя, получить навыки диагностики акустического расходомера воздуха и навыки работы с измерительными приборами.

*Расчетное время работы – 2 часа.*

В основе принципа работы датчиков вихревого типа лежит измерение частоты возникающих воздушных завихрений внутри корпуса датчика. Вихревой датчик представляет собой цилиндр, встраиваемый в воздушный коллектор. На входе цилиндра обязательно присутствует воздушный рассекатель для образования завихрений, а также «стабилизатор завихрений». При прохождении воздуха через рассекатель образуются короткие воздушные завихрения, представляющие собой замкнутые циркуляционные потоки воздуха небольшого размера. Замкнутые вихри продолжают движение внутри корпуса датчика вместе с основным потоком воздуха.

Частота возникновения вихрей и количество вихрей внутри корпуса датчика зависит от потока воздуха. Дальнейшая задача аппаратуры датчика – определить количество проходящих через корпус вихрей.

Одним из вариантов вихревого датчика является акустический ультразвуковой датчик. На одной его стенке за рассекателем расположен излучатель ультразвука. На противоположной стенке – ультразвуковой микрофон. При отсутствии вихрей микрофон ловит непрерывный сигнал излучателя. При прохождении через ультразвуковой луч каждого вихря сигнал сбивается, так как каждый вихрь рассеивает ультразвуковые колебания. На выходе получается модулированный сигнал. Частота модуляции соответствует количеству вихрей или потоку воздуха.

На рис. 4.1. показано внутреннее устройство датчика и принцип образования модулированного сигнала. Для калибровки датчика предусмотрен обходной воздушный канал, сечение которого регулируется винтом.

На выходе датчика присутствует фактически цифровой сигнал, так как все импульсы приведены к одному напряжению и прямоугольной форме. Встроенный усилитель-преобразователь производит первичную обработку сигнала. Таким образом, акустический датчик можно отнести к классу интеллектуальных.

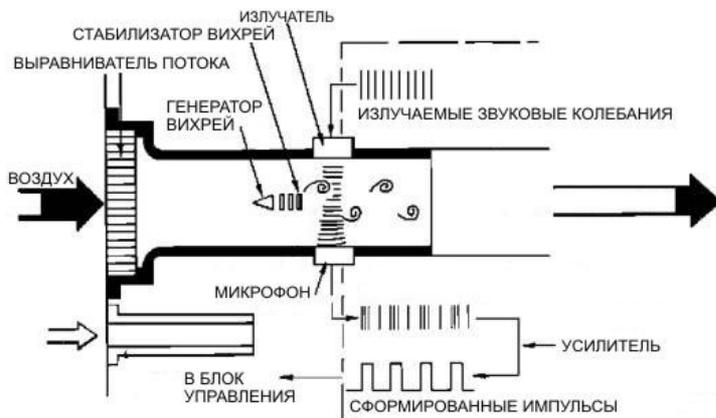


Рис. 4.1. Принцип работы акустического вихревого датчика

### Ход работы

В ходе работы необходимо провести исследование выходного сигнала датчика и установить зависимость между проходящим воздушным потоком и частотой (периодом) импульсов выходного сигнала. Работа проводится на специальном стенде для исследования расходомеров воздуха (измерения воздушного потока). Стенд представляет собой патрубок, соединенный с нагнетательным вентилятором. К патрубку присоединяется датчик расхода воздуха. Обороты вентилятора регулируются для достижения заданного потока воздуха ( $\text{м}^3/\text{мин}$ ).

Регулятор вентилятора имеет шаговую регулировку со шкалой, градуированной в соответствии с оборотами двигателя внутреннего сгорания (1 тыс. об./мин, 2 тыс. об./мин, ... 6 тыс. об./мин). Для построения шкалы регулятора взят расчетный объем потребления воздуха 4-цилиндрового автомобильного ДВС объемом 1600 куб. см.

Измерения производятся с помощью осциллографа. По шкале прибора определяется длина высокого уровня импульса ( $t_1$ ) и низкого уровня ( $t_2$ ) в мс. По общему периоду  $t_1 + t_2$  определяется частота импульсов.

Результаты измерений необходимо занести в таблицу:

| Обороты условного двигателя | Период $t_1$ | Период $t_2$ | Частота импульсов |
|-----------------------------|--------------|--------------|-------------------|
|                             |              |              |                   |

## **Содержание отчета**

Отчет по работе должен содержать:

1. Схему внутреннего устройства датчика.
2. Схему управления вентилятора стенда.
3. Расположение и назначение контактов на разъеме датчика.
4. Таблицу результатов измерений.
5. Расчет объемного потребления воздуха ДВС.
6. График зависимости частоты импульсов датчика от расхода воздуха.
7. Выводы по работе.

## **Контрольные вопросы**

1. Где расположен акустический датчик расхода воздуха в автомобиле?
2. Почему изучаемый датчик называется вихревым акустическим?
3. Какой сигнал присутствует на выходе акустического датчика?
4. Почему акустический датчик можно назвать интеллектуальным?
5. Какой еще тип вихревых датчиков используется в автомобилях?

## **Лабораторная работа № 5**

# **ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ БОРТОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ СКАННЕРА ЭЛЕКТРОННОГО ВПРЫСКА**

*Цель работы.* Закрепить теоретические знания по методам диагностики электронных систем с помощью сканеров, приобрести практические навыки подключения сканеров к разъему OBD-II, научиться использовать поток данных (Data Stream) бортовой системы и навыки обращения со сканерами бортовых систем профессионального и общего назначения.

*Расчетное время работы – 2 часа.*

Большинство современных электронных систем имеют цифровой канал связи с внешними диагностическими приборами. Приборы для обмена информацией с бортовыми системами и обработки такой информации принято называть сканерами или тестерами бортовых систем. Сканеры могут быть универсальными для различных систем и для различных марок автомобилей, а также узко специальными для одной марки автомобиля и для конкретной системы. Также сканеры могут различаться по классу от профессиональных до общего назначения.

Сканеры общего назначения предназначены для использования как специалистами в автосервисе, так и самими водителями автомобилей. Функции таких сканеров ограничиваются сигнализацией о наличии неисправности и считыванием кода в цифровом виде (без расшифровки). На некоторых моделях предусмотрена функция стирания кодов из памяти бортового блока управления, но она не всегда корректно работает. Кроме того, такие сканеры предназначены в основном только для работы с системой управления двигателем.

Сканеры профессионального класса выполняют следующие функции:

1. Сигнализацию о наличии неисправности.
2. Индикацию обмена данными с бортовой системой.
3. Автоматическое определение протокола обмена.
4. Подключение к бортовым системам с различными протоколами обмена данными в пределах стандарта OBD-II, для чего имеют в комплекте переходники к различным маркам автомобилей.
5. Расшифровку кодов неисправностей в текстовое описание.
6. Стирание кодов неисправностей и инициализацию блока управления.
7. Просмотр потока данных в реальном времени в различных режимах представления данных.

8. Построение графиков параметров из потока данных.
9. Отслеживание показаний кислородного датчика.
10. Программирование отдельных параметров и режимов.
11. Имитация неисправностей (запись кодов).
12. Сохранение данных тестирования автомобиля (фирменные сканеры).

Профессиональные сканеры делятся на фирменные и мультимарочные. Фирменные сканеры отличаются специализацией на определенной марке автомобилей, а иногда и на определенной модели. Их функции значительно расширены вплоть до полного перепрограммирования блока управления, но применение ограничено «родной» маркой.

Соответственно, мультимарочные сканеры не ограничены одной маркой или моделью, но их функциональный набор ограничен основными сервисными задачами. Чаще всего мультимарочные сканеры способны получать информацию из потока данных (Data Stream) системы и обрабатывать эту информацию любым доступным методом (зависит от программы сканера). Обратное воздействие ограничивается стиранием кодов диагностики.

Современные сканеры бортовых систем (в основном после 2000 г.) ориентированы на работу в соответствии со стандартом OBD-II. Подробнее причины введения этого стандарта и его содержание рассматриваются в лекционном материале. Здесь приводятся лишь самые общие сведения по подключению к диагностическому разъему и определению протокола обмена.

Диагностический разъем стандарта OBD-II имеет специфичную форму и легко отличается от других диагностических или опциональных разъемов в системе автомобиля.

Расположение разъема OBD-II подчиняется нескольким принципам, пользуясь которыми его нетрудно найти:

- располагается внутри салона автомобиля;
- легко доступен;
- располагается ниже уровня рулевой колонки;
- может быть расположен со стороны водителя или пассажира;
- разъем может быть закрыт пластиковой заглушкой с надписью «OBD-II»;
- размеры заглушки и самого разъема примерно 40x15 мм;
- имеет 16 контактов (2 ряда по 8) и скошенные боковые грани;
- цвет пластиковой основы разъема – белый или серый.

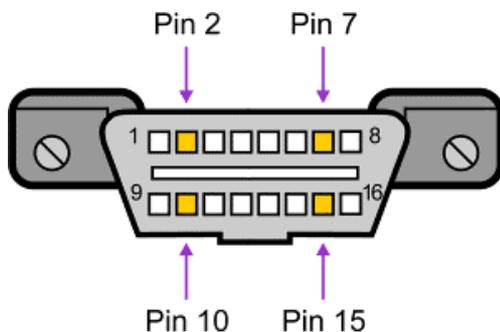


Рис. 5.1. Вид разъема OBD-II

На рис. 5.1 показан общий вид разъема OBD-II. Стрелками указаны контакты, по наличию или отсутствию которых можно судить об используемом протоколе обмена (разновидность стандарта OBD-II). Контакты разъема выполнены в виде металлических пластин. Их отсутствие или наличие легко заметно визуально. Контакты, не помеченные стрелками, также могут отсутствовать в разъеме, если они не нужны для используемого в данной версии протокола.

Признаки используемых протоколов приведены в таблице:

| Pin 2       | Pin 7       | Pin 10      | Pin 15     | Протокол      |
|-------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| Должен быть | ---         | Должен быть | ---        | J1850 PWM     |
| Должен быть | ---         | ---         | ---        | J1850 VPW     |
| ---         | Должен быть | ---         | Может быть | ISO9141/14230 |

В российских, японских и большинстве европейских автомобилей используется последний протокол ISO9141. Поэтому, скорее всего, при проведении реальной диагностики придется иметь дело с ним.

Как видно из таблицы, для протокола ISO9141 обязательно необходимо наличие контакта №7 разъема. Это обуславливается тем, что 7-й контакт является основным контактом, передающим данные между автомобилем и сканером. Он представляет двунаправленную сигнальную линию «K-Line», передающую данные и от сканера к автомобилю, и обратно. Устройство линии K-Line рассматривается подробно в лекционном материале.

Контакт №15 представляет собой линию «L-Line», являющуюся дополнением K-Line и передающую только сигнал готовности к приему

данных. Большинство современных моделей бортовых контроллеров обходятся без сигнала L-Line. Однако может практически встретиться автомобиль с установленным контактом 15 и не поддающийся диагностике, если сканер не использует этот контакт, или если переходник от шины сканера к автомобилю выполнен для более поздних версий и аппаратно не передает сигнал L-Line.

Коды неисправностей, сохраняемые контроллером и передаваемые в стандарте OBD-II сканеру также имеют определенный формат и рекомендованную кодировку. Стандартный код неисправности должен состоять из 5-и значащих позиций:

|              |   |   |   |   |   |
|--------------|---|---|---|---|---|
| Номер знака: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Пример кода: | P | 0 | 1 | 1 | 2 |

Рис. 5.2. Структура кода неисправности OBD-II

**1-я** позиция определяет категорию кода. Всего предусмотрено 3 категории для неисправностей внутри автомобиля:

«P» – неисправности двигателя и трансмиссии;

«B» – неисправности электронных систем кузова (салон, свет, микроклимат);

«C» – неисправности шасси (рулевое управление, подвеска и т.д.);

Могут встретиться и другие обозначения категории неисправности, введенные дополнительно в систему автомобиля или сканер, например ошибки связи или получения данных сканером (категория "U").

**2-я** позиция кода указывает на стандарт кода:

«0» – код, предусмотренный стандартом OBD-II;

«1» – код производителя автомобиля.

**3-я** позиция указывает тип неисправности:

«1» или «2» – неисправности топливной системы или подачи воздуха;

«3» – система зажигания;

«4» – контроль выхлопа;

«5» – система холостого хода;

«!6» – неисправности внутри контроллера или в выходных цепях;

«7» и «8» – неисправности трансмиссии;

**4-я** и **5-я** позиции указывают номер самой неисправности.

В табл. 5.1. приведены примеры кодов неисправностей с их расшифровкой, согласно стандарту.

Таблица 5.1

| Код   | Расшифровка  |
|-------|--|
| P0102 | Низкое напряжение датчика массового расхода воздуха                  |
| P0151 | Напряжение кислородного датчика выходит за нижнюю допустимую границу |
| P0222 | Низкое напряжение датчика положения дроссельной заслонки             |
| P0300 | Отмечаются периодические спонтанные пропуски зажигания               |
| P0401 | Обнаружена неправильная рециркуляция выхлопных газов                 |
| P0500 | Обнаружена неисправность датчика скорости автомобиля                 |
| P0720 | Неисправность датчика оборотов выходного вала трансмиссии            |

### Ход работы

В ходе работы необходимо осуществить подключение к бортовой сети диагностики 2-х сканеров OBD-II различных классов и провести тестирование системы в пределах возможностей этих сканеров. Неисправность в автомобиль вносится преподавателем искусственно перед началом тестирования.

Для выполнения работы рекомендуется использовать сканер общего назначения и сканер профессионального класса, чтобы понять отличия в предоставляемых возможностях.

Сканером общего назначения необходимо считать код неисправности и дать его общую расшифровку, полагаясь на приведенную выше классификацию кодов. Также можно попытаться осуществить стирание кода из памяти контроллера.

Сканером профессионального класса производится считывание кода неисправности и расшифровка кода средствами сканера. Далее осуществляется считывание параметров системы в режиме реального времени (просмотр потока данных). Если позволяют возможности сканера, просмотр потока данных осуществляется в различных режимах (список параметров, выборочный список, графическое представление). Для проведения диагностических операций может потребоваться осуществить настройки сканера на данную марку автомобиля и выбрать тестируемую систему. После проведения диагностики, необходимо удалить код неисправности из памяти контроллера и убедиться в его отсутствии путем повторного считывания кодов.

Все операции со сканерами необходимо осуществлять в соответствии с инструкцией сканера и с выполнением указаний преподавателя. Кроме того, необходимо выполнять ряд предосторожностей:

1. Подключение кабеля сканера к разъему осуществлять при выключенном сканере и ключе зажигания в положении «Off».

2. Сначала производится включение и загрузка сканера, а затем запуск двигателя автомобиля.
3. До запуска двигателя убедитесь, что трансмиссия выключена.
4. Кабель сканера должен проводиться в салон автомобиля через открытое окно, но не через дверной проем, так как случайное закрывание двери ведет к повреждению кабеля.
5. Внесение неисправности в автомобиль может производиться только преподавателем или учебным мастером.
6. Не допускается включение трансмиссии и движение на автомобиле внутри лаборатории или бокса.
7. Отключение сканера производится в порядке обратном включению. При отсоединении разъема недопустимо тянуть за сигнальный провод.

### **Содержание отчета**

Отчет по работе должен содержать следующие пункты:

1. Данные тестируемого автомобиля, схему расположения разъема OBD-II.
2. Вывод об используемом протоколе обмена и его обоснование.
3. Описание возможностей, предоставленных для работы сканеров.
4. Полученные с помощью сканеров данные (при возможности считывания потока данных описать форматы их представления).
5. Вывод по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое OBD-II?
2. Что представляет из себя разъем OBD-II?
3. Какой из протоколов является наиболее распространенным на территории России?
4. Как называется канал передачи данных вышеназванного протокола?
5. Какие функции должен выполнять профессиональный сканер OBD-II?
6. Какие функции выполняет сканер общего назначения?
7. В чем преимущества кодировки неисправностей по стандарту OBD-II?
8. Что представляет из себя структура кодов неисправностей OBD-II?
9. Какие бортовые системы могут диагностироваться сканерами OBD-II?
10. Какие меры предосторожности нужно соблюдать при проведении диагностики автомобиля с помощью сканера?

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

| № раб. | № поз. | Наименования элементов оборудования  |
|--------|--------|--|
| 1      | 1      | Датчик температуры охлаждающей жидкости с контактным разъемом и проводами.                       |
|        | 2      | Термометр для жидкости   |
|        | 3      | Емкость для нагрева воды и нагревательный прибор   |
|        | 4      | Цифровой мультиметр  |
|        | 5      | Датчик положения дроссельной заслонки (стенд)  |
|        | 6      | Гибкий тросик с метками и линейка  |
|        | 7      | Действующий автомобиль с датчиком положения заслонки   |
|        | 8      | Датчик абсолютного давления коллектора (MAP) с разъемом и проводами, подключенный к питанию 5 В. |
|        | 9      | Вакуумметр   |
| 2      | 1      | Автомобиль с кислородным датчиком  |
|        | 2      | Цифровой мультиметр  |
|        | 3      | Цифровой осциллограф или осциллограф-приставка к ПК  |
| 3      | 1      | Автомобиль с датчиком массового расхода воздуха  |
|        | 2      | Отдельный датчик массового расхода воздуха   |
|        | 3      | Цифровой мультиметр  |
|        | 4      | Осциллограф  |
|        | 5      | Стенд для исследования датчиков расхода воздуха  |
| 4      | 1      | Ультразвуковой датчик расхода воздуха  |
|        | 2      | Осциллограф  |
|        | 3      | Стенд для исследования датчиков расхода воздуха  |
| 5      | 1      | Автомобиль, поддерживающий стандарт диагностики OBD-II   |
|        | 2      | Сканер OBD-II общего назначения  |
|        | 3      | Сканер OBD-II профессионального класса   |

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Пинский Ф.И., Давтян Р.И., Черняк Б.Я. Микропроцессорные системы управления автомобильными двигателями внутреннего сгорания: Учеб. пособие. – М.: Изд-во «Легион-Автокада», 2002. – 136 с.

2. Автомобили ВАЗ: Технология ремонта кузовов и кузовных деталей / Под ред. Б.В. Прохорова. – Л.: Машиностроение, 1987 – Т. 2. – 447 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....   | 1  |
| Лабораторная работа № 1. ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК<br>ОСНОВНЫХ ДАТЧИКОВ ЭЛЕКТРОННОГО ВПРЫСКА<br>(Основной параметр – сопротивление) ..... | 4  |
| Лабораторная работа № 2. ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК<br>ДАТЧИКА КИСЛОРОДА (Λ-ЗОНД) .....  | 12 |
| Лабораторная работа № 3. ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК<br>ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА МАССОВОГО<br>РАСХОДА ВОЗДУХА .....                   | 19 |
| Лабораторная работа № 4. ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК<br>ДАТЧИКА РАСХОДА ВОЗДУХА АКУСТИЧЕСКОГО<br>ВИХРЕВОГО ТИПА .....                       | 25 |
| Лабораторная работа № 5. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ<br>БОРТОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ<br>СКАННЕРА ЭЛЕКТРОННОГО ВПРЫСКА .....  | 28 |
| Оборудование для лабораторных работ .....  | 34 |
| Рекомендуемая литература .....   | 35 |

Учебное издание

Осипов Сергей Сергеевич

## СОВРЕМЕННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ

Практикум

Редактор С.Г. Масленникова

Компьютерная верстка М.А. Портновой

Лицензия на издательскую деятельность ИД № 03816 от 22.01.2001

Подписано в печать .06.05. Формат 60×84/16.

Бумага писчая. Печать офсетная. Усл. печ. л.

Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ

---

Издательство Владивостокского государственного университета  
экономики и сервиса

690600, Владивосток, ул. Гоголя, 41

Отпечатано в типографии ВГУЭС

690600, Владивосток, ул. Державина, 57