



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

Лабораторные работы (практикум)

Часть 3

Минск
БНТУ
2012

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

**ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ**

Лабораторные работы (практикум)
для студентов специальностей
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»
и 1-37 01 07 «Автосервис»

В 3 частях

Часть 3

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ
БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Минск
БНТУ
2012

УДК 629.33.06(076.5)(075.8)

ББК 39.33-04я7

Э 45

Составители:

А.С. Гурский, Е.Л. Савич

Рецензенты:

Л.Н. Поклад, Г.М. Кухарёнок

Э 45 Электронные системы управления автомобилем: лабораторные работы (практикум) для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» и 1-37 01 07 «Автосервис»: в 3 ч. / сост.: А.С. Гурский, Е.Л. Савич. – Минск: БНТУ, 2007 – 2012. – Ч. 3: Диагностирование электронных блоков управления автомобильных систем. – 2012. – 63 с.

В издании изложены методические указания к лабораторным работам по изучению устройства электронных блоков управления, их взаимосвязи с датчиками и исполнительными механизмами автомобильных электронных систем управления, а также методов и средств диагностирования этих элементов.

Практикум предназначен для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» и 1-37 01 07 «Автосервис» высших учебных заведений, будет полезным при проведении лабораторных и практических занятий в колледжах и других средних специальных учебных заведениях автотранспортного профиля.

Издается с 2007 г. Часть 2 «Устройство и диагностирование датчиков и исполнительных механизмов автомобильных электронных систем управления» вышла в БНТУ в 2011 г.

ISBN 978-985-525-716-6 (Ч. 3)

ISBN 978-985-479-723-6

© БНТУ, 2012

Лабораторная работа № 1

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ В КОМПЛЕКСЕ С ВХОДНЫМИ И ВЫХОДНЫМИ ЦЕПЯМИ

Цель работы: ознакомиться с устройством и принципом действия оборудования и инструмента для диагностирования электронных блоков управления, методами работы с ними.

Организация рабочего места: техническая документация, стенд действующей модели системы впрыска топлива BMW318i, источник питания с напряжением 12 В, цифровой мультиметр, осциллограф, набор слесарного инструмента.

Теоретическое обоснование диагностирования электронных блоков управления (ЭБУ) и общие положения

В первой части лабораторного практикума рассматривалось устройство и диагностирование электронных систем управления с помощью сканирующего тестера. По статистике около 20 % всех неисправностей систем составляют выявляемые с помощью компьютерного диагностирования блоки управления и около 40 % – системы связи. Однако проведение поэлементного диагностирования зачастую не подтверждает результаты компьютерного.

Рассмотрим диагностирование электронной системы впрыска топлива бензинового двигателя. Следует отметить, что основным параметром функционирования системы впрыска топлива является количество топлива, поступающего в цилиндры двигателя.

На работу двигателя с симптомами неисправности системы впрыска топлива бензинового двигателя может повлиять несоответствие:

- качества смеси;
- количества смеси (качества наполнения цилиндров);
- качества зажигания смеси.

Основным показателем, характеризующим качество смеси, является коэффициент избытка воздуха α . Главную роль в приготовлении состава смеси играет система впрыска топлива, и от ее техниче-

ского состояния зависит состав отработавших газов. Коэффициент избытка воздуха α представляет собой отношение действительного количества воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, к теоретически необходимому [1, 2]:

$$\alpha = \frac{G_B}{G_T L_0}, \quad (1.1)$$

где G_B – часовой расход воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, кг/ч;

G_T – часовой расход топлива, кг/ч;

L_0 – количество воздуха теоретически необходимое для сгорания 1 кг топлива, кг/ч.

Суммарный часовой расход воздуха определяется следующим образом:

$$G_B = G_{BВ} + G_{ВН}, \quad (1.2)$$

где $G_{BВ}$ – часовой расход воздуха, проходящего через расходомер воздуха, кг/ч;

$G_{ВН}$ – часовой расход воздуха, проходящего через негерметичные соединения впускного тракта, кг/ч.

Часовой расход воздуха, проходящего через расходомер воздуха, определяется следующим образом [1, 2]:

$$G_{BВ} = \mu_B F_H X_H \operatorname{tg} \gamma \sqrt{2 \Delta p \rho_B}, \quad (1.3)$$

где μ_B – коэффициент расхода воздуха через щель;

F_H – площадь напорной пластины расходомера воздуха;

X_H – длина напорной пластины;

γ – угол поворота напорной пластины расходомера воздуха;

Δp – перепад давлений при течении воздуха через щель;

ρ_B – плотность воздуха.

Количество воздуха, проходящего через негерметичные соединения впускного тракта:

$$G_{BH} = \mu_B F_X \sqrt{2\Delta p \rho_B}, \quad (1.4)$$

где F_X – площадь щели, образующей негерметичное соединение во впускном тракте.

Тогда суммарный расход воздуха можно представить в следующем виде:

$$G_B = \mu_B (F_H X_H \operatorname{tg} \gamma + F_X) \sqrt{2\Delta p \rho_B}. \quad (1.5)$$

Согласно формуле наилучшее приготовление смеси будет происходить при $F_X = 0$. Появление негерметичного соединения приводит к нарушению работы двигателя по причине появления погрешности при измерении расхода воздуха.

Расход топлива для двигателя составит

$$G_T = i G_{T1}, \quad (1.6)$$

где G_T – расход топлива всеми форсунками, м³/с;

i – количество цилиндров двигателя;

G_{T1} – расход топлива одной форсункой, м³/с.

$$G_{T1} = g_0 t, \quad (1.7)$$

где g_0 – статическая подача топлива форсункой;

t – длительность открытого состояния форсунки.

Статическая подача форсунки определяется следующим образом [1, 2]:

$$g_0 = \mu_\Phi S \sqrt{\frac{2\Delta p_\Phi}{\rho_T}}, \quad (1.8)$$

где μ_{Φ} – коэффициент расхода топлива через проходное сечение форсунки;

S – площадь проходного сечения форсунки;

Δp_{Φ} – перепад давлений при течении топлива через клапан форсунки;

ρ_T – плотность топлива.

Площадь проходного сечения форсунки определяется исходя из устройства форсунки (рис. 1.1):

$$S = \pi \frac{(D^2 - d^2)}{4}, \quad (1.9)$$

где D – наружный диаметр проходного сечения форсунки, м;

d – внутренний диаметр проходного сечения форсунки, м.

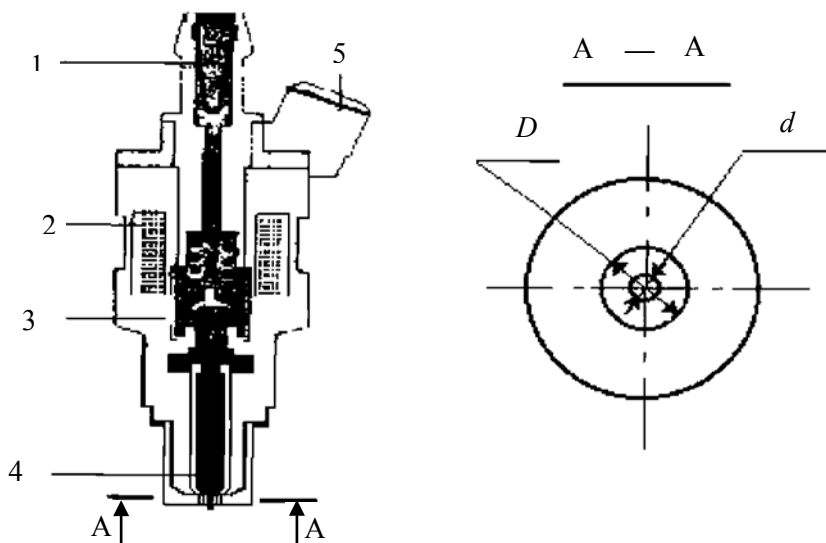


Рис. 1.1. Устройство форсунки электронной системы распределенного впрыска топлива:

1 – фильтр; 2 – обмотка электромагнита; 3 – якорь электромагнита;

4 – игла распылителя; 5 – электрический разъем;

D – диаметр отверстия седла, d – диаметр иглы

Разность давлений на входе и выходе форсунки определяется по формуле

$$\Delta p = p_1 - p_2, \quad (1.10)$$

где p_1 – давление в топливном коллекторе системы впрыска, МПа;
 p_2 – давление (разрежение) во впускном коллекторе, МПа.

Давление p_1 и p_2 изменяется в зависимости от режима работы двигателя. Основными характеристиками режимов являются частота вращения коленчатого вала и угол поворота дроссельной заслонки. Вычислить значение разности Δp можно графическим путем. На рис. 1.2. показаны зависимости давления топлива в системе, разрежения во впускном трубопроводе и разности давлений, подводимых к форсунке при работающем регуляторе давления топлива [3, 5].

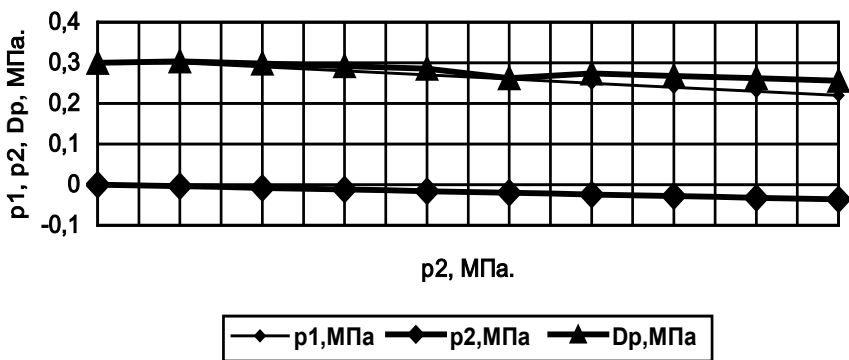


Рис. 1.2. Зависимости давления топлива в системе, разрежения во впускном трубопроводе и разности давлений, подводимых к форсунке:

p_1 – давление топлива в системе; p_2 – давление во впускном коллекторе;
 Δp – разность давлений, подводимых к форсунке

Разрежение p_2 во впускном трубопроводе обратно пропорционально величине открытия дроссельной заслонки, а следовательно часовому расходу воздуха, поступающего в цилиндры двигателя G_B .

Давление топлива в системе впрыска топлива p_1 определяется следующим образом:

$$p_1 = p_H - p_\Phi - p_P, \quad (1.11)$$

где p_H – давление топлива, создаваемого топливным насосом;

p_Φ – падение давления топлива при прохождении через топливный фильтр;

p_P – падение давления топлива при прохождении через регулятор давления топлива.

Для обеспечения необходимого давления производительность насоса должна быть выбрана с запасом по максимальному расходу топлива [1, 3]:

$$Q_H = k \left(\frac{0,06 i g_{\max} t_{\max} n_{\max}}{2 t_{C\min}} + 20 \right), \quad (1.12)$$

где k – коэффициент запаса подачи топлива, $k = 1,2 \dots 1,4$;

i – количество цилиндров двигателя;

g_{\max} – максимальная подача топлива;

t_{\max} – максимальная длительность открытого состояния форсунок;

n_{\max} – максимальная частота вращения коленчатого вала;

$t_{C\min}$ – минимальный период следования подач топлива.

Расход топлива в соответствии с формулой (1.7) зависит от статической подачи топлива форсункой и от длительности открытого состояния форсунок. Длительность открытого состояния форсунок измеряется в абсолютном и относительном виде (рис. 1.3А, 1.3Б) [3].

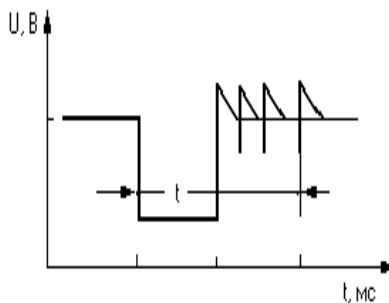


Рис. 1.3А. Абсолютная длительность

открытого состояния форсунок:
 t – длительность открытого состояния форсунок, мс;
 φ – угол открытого состояния форсунок, град

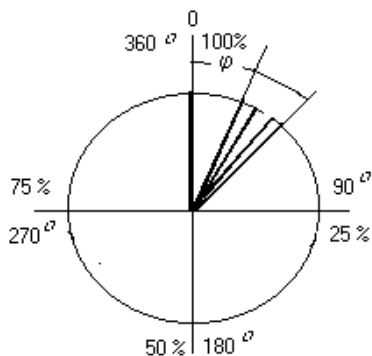


Рис. 1.3Б. Относительная длительность открытого состояния форсунок:

t – длительность открытого состояния форсунок, мс;
 φ – угол открытого состояния форсунок, град

Абсолютная длительность измеряется с помощью осциллографа, представляет собой время открытого состояния форсунок. Точность измерения зависит от частоты развертки осциллографа. В реальных условиях время открытого состояния форсунок представляет сумму основного времени открытого состояния форсунок, соответствующего работе двигателя внутреннего сгорания на режиме холостого хода, и приращения времени открытого состояния форсунок, соответствующего другим режимам работы двигателя внутреннего сгорания.

Длительность открытого состояния форсунок можно определить по формуле

$$t = t_p + t_{OЖ} + t_B + t_{ДЗ}, \quad (1.13)$$

где t_p – приращение длительности открытого состояния форсунок, зависящее от положения напорной пластины расходомера, мс;

$t_{OЖ}$ – приращение длительности открытого состояния форсунок, зависящее от температуры охлаждающей жидкости двигателя, мс;

t_B – приращение длительности открытого состояния форсунок, зависящее от температуры всасываемого воздуха двигателем, мс;

$t_{ДЗ}$ – приращение длительности открытого состояния форсунок, зависящее от положения дроссельной заслонки, мс.

Принцип измерения длительности открытого состояния форсунок в относительной форме заключается в измерении отношения длительности открытого состояния форсунок на определенном режиме работы двигателя к наибольшей длительности открытого состояния форсунок, соответствующей одному полному обороту коленчатого вала. Согласно электротехническим терминам эта величина представляет собой скважность импульса. Используя прибор, позволяющий производить измерения скважности импульсов можно с большой точностью определить длительность открытого состояния форсунок независимо от частоты вращения коленчатого вала.

$$T = \frac{\Phi}{\Phi_{\text{МАХ}}} 100, \quad (1.14)$$

где T – относительная длительность открытого состояния форсунок, %;

Φ – длительность открытого состояния форсунок, град.;

$\Phi_{\text{МАХ}}$ – максимально возможная длительность открытого состояния форсунок, град.

За один оборот коленчатого вала каждая форсунка впрыскивает топливо один раз, независимо от положения впускного клапана. Один оборот составляет 360° . Взаимосвязь абсолютной и относительной длительности открытого состояния форсунок выражается следующей формулой:

$$T = \frac{nt}{k_1} 100, \quad (1.15)$$

где n – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;

t – время открытого состояния форсунок, мс;

k_1 – согласующий переводной коэффициент.

Изменение длительности открытого состояния производится с помощью электронного блока управления на основании датчиков системы впрыска бензинового двигателя. Процесс дозирования

производится на уровне одного цикла подачи топлива путем изменения длительности электрического командного импульса, подаваемого на форсунку с электромагнитным управлением. При постоянном давлении или перепаде давления топлива цикловая подача ΔG_T зависит только от длительности командного импульса. Скоростной режим двигателя учитывается согласованием командных импульсов с частотой вращения коленчатого вала.

$$\Delta G_T = f(t). \quad (1.16)$$

Суммарное приращение длительности открытого состояния форсунок определяется по формуле

$$t = f(\sum Z_i), \quad (1.17)$$

где $\sum Z_i$ – сумма информационных сигналов датчиков.

Если k – число циклов в единицу времени, то:

$$G_T = k\Delta G_T. \quad (1.18)$$

Блок управления воспринимает сигналы датчиков, анализирует и выдает сигнал необходимой длительности открытого состояния форсунок. В состав блока управления входит формирователь импульсов, стабилизатор напряжения, выходной каскад (рис. 1.4). Формирователь импульсов состоит из компараторов, усилителя, усилителя-ограничителя, делителей напряжения, аналогово-цифровых преобразователей, делителя частоты, процессора, постоянного запоминающего устройства, оперативного запоминающего устройства, цифро-аналогового преобразователя. Основу формирователя импульсов блока управления составляет процессор, который совместно с цифроаналоговым преобразователем образует импульсы впрыска необходимой длительности. Информация о параметрах датчиков и исполнительных механизмов, рабочая программа, а также коды неисправностей хранятся в постоянном запоминающем устройстве. Постоянное запоминающее устройство разделяется на две части. Одна часть, энергонезависимая, в процессе эксплуатации не изменяется. Коды неисправностей хранятся в энергозависимой части постоянного запоминающего устройства. При проведении диагностирования после запроса сканирующего устройства, посредством диа-

гностического разъема процессор блока управления передает информацию, хранящуюся в энергозависимой памяти. С помощью этого же сканирующего устройства можно стирать данные, хранящиеся в этой памяти.

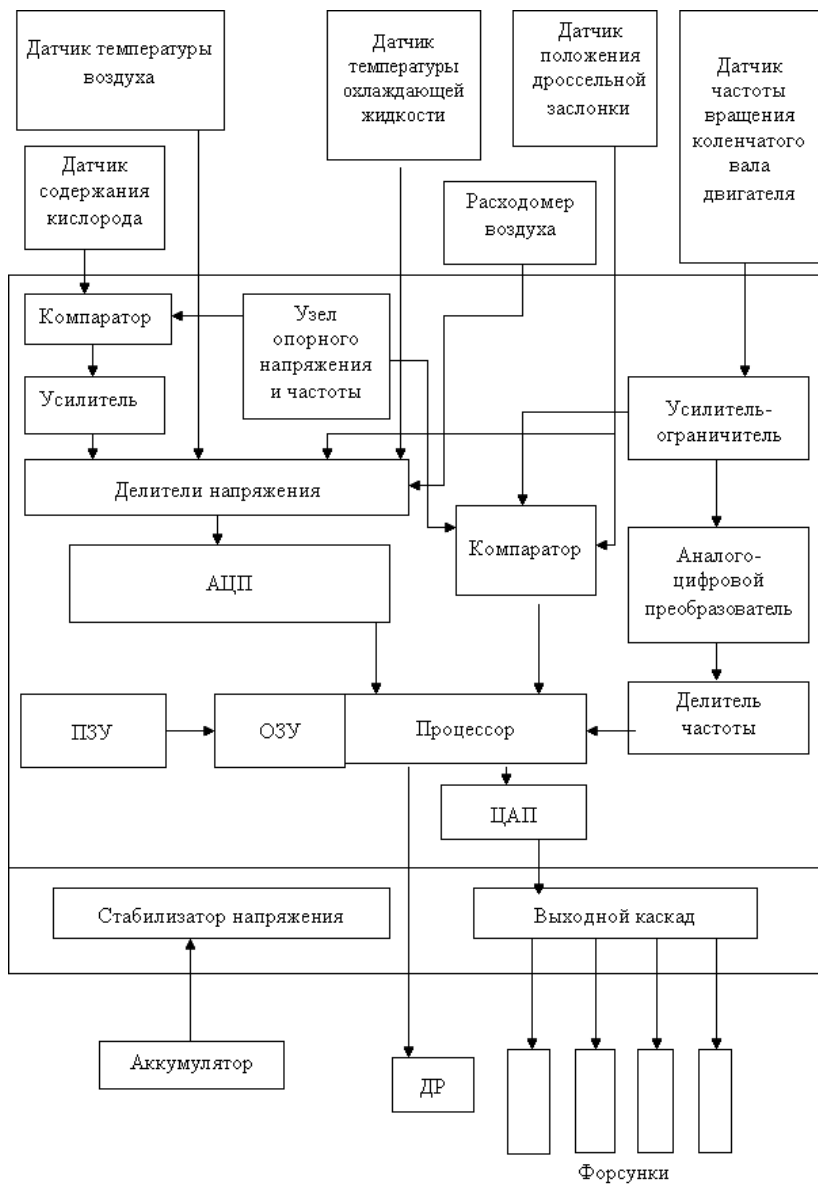


Рис. 1.4. Блок-схема электронного блока управления системы впрыска топлива бензинового двигателя

Оперативное запоминающее устройство работает при включении зажигания автомобиля, служит для временного хранения данных, используемых процессором при работе. Работает блок управления следующим образом. Сигналы со всех датчиков поступают на делители напряжения, в которых создаются напряжения смещения и по падениям напряжения на балластных резисторах определяются величины токов в цепях. С датчика содержания кислорода сигнал предварительно проходит через компаратор и усилитель. Компаратор служит для сравнения двух сигналов: сигнала опорного напряжения и сигнала непосредственно от датчика содержания кислорода. При превышении опорного напряжения возникает сигнал, который после усиления поступает на делитель напряжения. С делителей напряжения сигналы поступают в аналогово-цифровой преобразователь. Оцифрованные сигналы поступают на входы процессора, который, используя информацию оперативной памяти, определяет наиболее оптимальную длительность открытого состояния форсунок. Включение же форсунки осуществляется импульсом, образованным на основании датчика частоты вращения коленчатого вала. Более детально работа блока управления описана ниже при рассмотрении отдельно каждого из датчиков.

Зависимость длительности открытого состояния форсунки от частоты вращения коленчатого вала. Датчик частоты вращения коленчатого вала посылает в блок управления сигнал, соответствующий частоте вращения коленчатого вала двигателя (рис. 1.5). Информация о частоте вращения коленчатого вала поступает от датчика-распределителя и служит для синхронизации впрыска топлива с режимом работы двигателя. Эта информация используется для поддержания заданной частоты вращения коленчатого вала на всех режимах: в том числе на холостом ходу, для подключения или отключения подачи топлива на режиме принудительного холостого хода и для ограничения максимальной частоты вращения коленчатого вала. При вращении коленчатого вала пазы диска изменяют магнитное поле датчика, на основании чего блок управления может определить частоту вращения коленчатого вала двигателя.

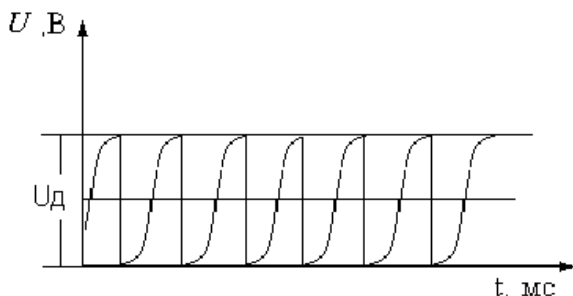


Рис. 1.5. Осциллограмма сигнала датчика частоты вращения коленчатого вала:
 $U_{\text{д}}$ – амплитуда датчика частоты вращения коленчатого вала

Сигнал имеет синусоидальную форму. Необходимым условием надежной работы электронного блока управления и системы в целом является амплитуда сигнала датчика частоты вращения коленчатого вала:

$$U_{\text{д}} = f(L_{\text{инд}}, n), \quad (1.19)$$

где $L_{\text{инд}}$ – индуктивность датчика частоты вращения коленчатого вала;

n – частота вращения коленчатого вала двигателя.

Амплитуда сигнала датчика частоты вращения коленчатого вала $U_{\text{д}}$ изменяется прямо пропорционально частоте вращения коленчатого вала n от 0,5 В до 5 В (рис. 1.6) [15].

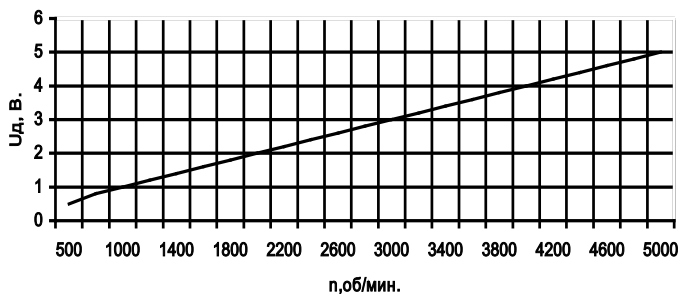


Рис. 1.6. Амплитудная характеристика датчика частоты вращения коленчатого вала:
 $U_{\text{д}}$ – амплитуда датчика частоты вращения коленчатого вала;
 n – частота вращения коленчатого вала

В простейшем случае за один оборот ротора датчика зубцы совпадают с сердечником четыре раза. Этому соответствует два оборота коленчатого вала двигателя и один оборот распределительного вала. Частота импульсов датчика определяется по формуле

$$n_d = \frac{n}{30}, \text{ Гц}, \quad (1.20)$$

где n – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

Исходя из приведенных выше данных можно получить частоту импульсов, посылаемых в блок управления. Частота импульсов изменяется от 17 до 200 Гц.

Для работы блока управления используется положительная полуволна синусоиды, выделяемая с помощью усилителя-ограничителя. Кроме того, в этом узле напряжение импульса усиливается и ограничивается до уровня 1 В (рис. 1.7).

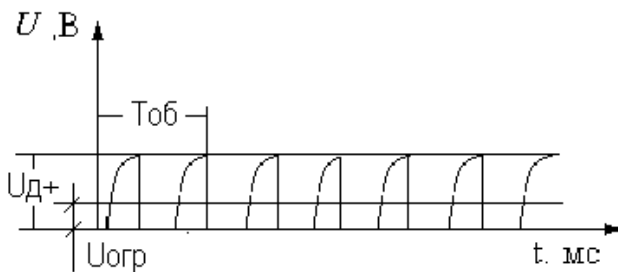


Рис. 1.7. Осциллограмма положительной полуволны синусоиды:
 $U_{д+}$ – напряжение положительной полуволны сигнала датчика частоты вращения коленчатого вала, В; $U_{огр}$ – напряжение после прохождения через усилитель-ограничитель, В; $T_{об}$ – период одного оборота коленчатого вала двигателя, мс

Сигнал, поступая в аналогово-цифровой преобразователь, приобретает прямоугольную форму. Проходя через делитель частоты, выделяется каждый нечетный импульс. Этот импульс является началом открытия форсунки. Осциллограммы выходных сигналов с выходов аналого-цифрового преобразователя и делителя частоты представлены на рис. 1.8.

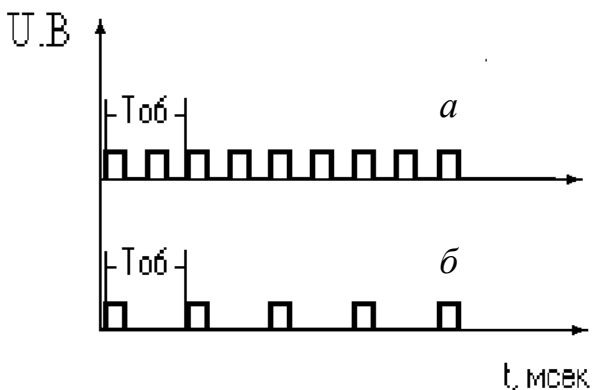


Рис. 1.8. Осциллограммы выходных сигналов:

а – с выходов аналого-цифрового преобразователя; *б* – с выхода делителя частоты

С делителя частоты импульсы запуска поступают на триггер. Включение триггера является началом открытия форсунок. Впрыск топлива начинается, когда в одном из цилиндров воспламеняется смесь. Одновременно с этим в другом цилиндре начинается такт впуска.

Параллельно с описанной выше обработкой сигнала импульсы с усилителя-ограничителя поступают на компаратор. На компаратор одновременно поступают импульсы с узла опорного напряжения и частоты. При достижении верхнего предела частоты вращения коленчатого вала компаратор подает импульс на процессор. Процессор блокирует открытие форсунки с целью предотвращения выхода из строя двигателя внутреннего сгорания. Также блокируется подача топлива при движении с принудительным холостым ходом. При достижении нижнего предела частоты вращения коленчатого вала двигателя компаратор подает импульс на процессор. Таким образом, возобновляется работа форсунок.

Зависимость угла открытого состояния форсунки от количества воздуха, поступающего в цилиндры двигателя. При увеличении количества воздуха, поступающего в цилиндры двигателя угол открытого состояния форсунок увеличивается. Это основная зависимость для установки соотношения воздух–топливо, которое для получения оптимальных показателей работы двигателя на всех режимах должно быть в массовых долях 14,7 : 1. Определение количества воздуха, поступающего в цилиндры двигателя производится с помощью расходомера воздуха (рис. 1.9).

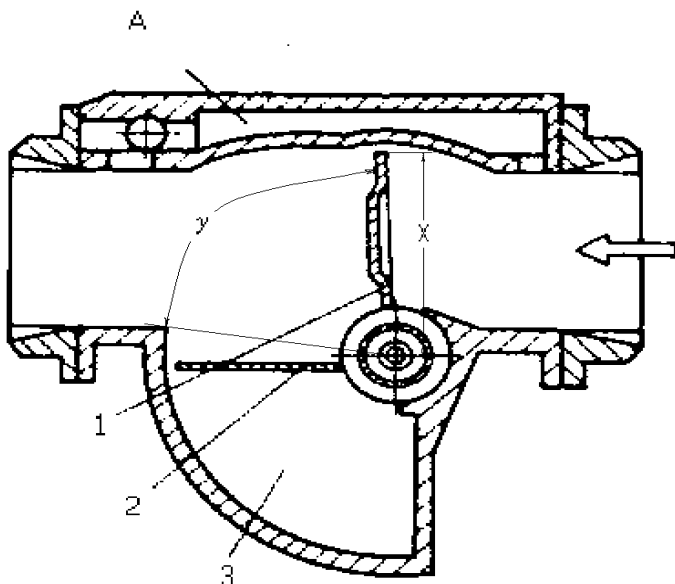


Рис. 1.9. Измеритель расхода воздуха:

1 – измерительная напорная пластина (заслонка); 2 – пластина демпфера;
 3 – камера демпфера; А – байпасный канал; X – длина напорной пластины;
 γ – угол поворота напорной пластины

Угол поворота напорной пластины измерителя расхода воздуха γ определяется из выражения (1.5) путем преобразования:

$$\gamma = \arctg\left(\frac{G_{\text{ВУ}}}{\mu_{\text{В}} F_{\text{Н}} X_{\text{Н}} \sqrt{2\Delta p \rho_{\text{В}}}}\right). \quad (1.21)$$

Измерительная часть представляет собой потенциометр с нелинейным изменением сопротивления. Нелинейность образуется использованием набора постоянных резисторов совместно с потенциометром. При подаче на него неизменного напряжения $U_{\text{ВХ}}$ с него снимается напряжение $U_{\text{ВЫХ}}$ с зависимостью от угла поворота оси расходомера (рис. 1.10).

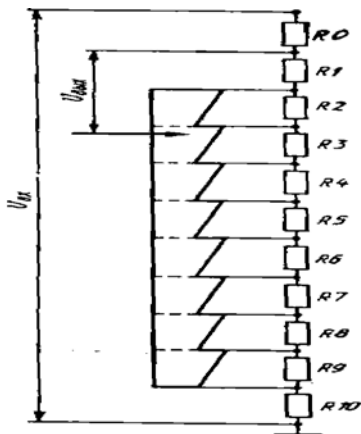


Рис. 1.10. Принципиальная схема измерительной части расходомера воздуха:
 $U_{\text{ВХ}}$ – входное напряжение; $U_{\text{ВЫХ}}$ – выходное напряжение;
 $R_0 - R_{10}$ – шунтирующие резисторы

Нелинейность изменения сопротивления необходима для компенсации диспропорционального поворота напорного диска потоком воздуха. Изменение величины сопротивления и напряжения в зависимости от угла поворота напорного диска приведено на рис. 1.11.

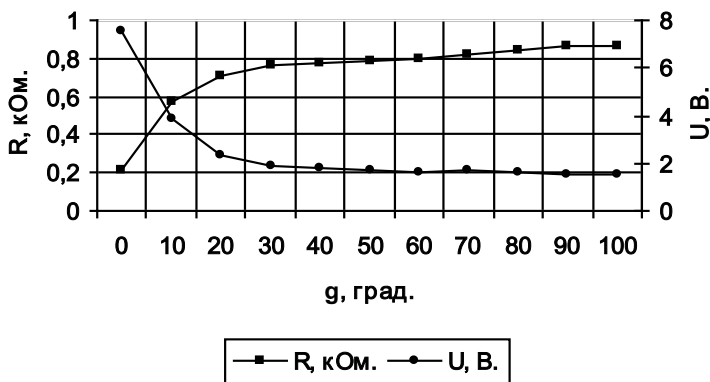


Рис. 1.11. Зависимость изменения сопротивления и напряжения, снимаемого с расходомера воздуха, от поворота движка расходомера воздуха:
 γ – угол поворота напорного диска датчика расхода воздуха, град;
 R – сопротивление датчика расхода воздуха, кОм; U – напряжение, снимаемое с датчика расхода воздуха, В

При плавном открытии дроссельной заслонки происходит пропорциональное увеличение частоты вращения коленчатого вала, и напорный диск поворачивается с гиперболической зависимостью от поворота дроссельной заслонки. Интегрируя зависимость изменения напряжения, снимаемого с датчика расхода воздуха, от положения напорного диска по частоте вращения коленчатого вала можно получить зависимость напряжения от частоты вращения коленчатого вала (рис. 1.12).

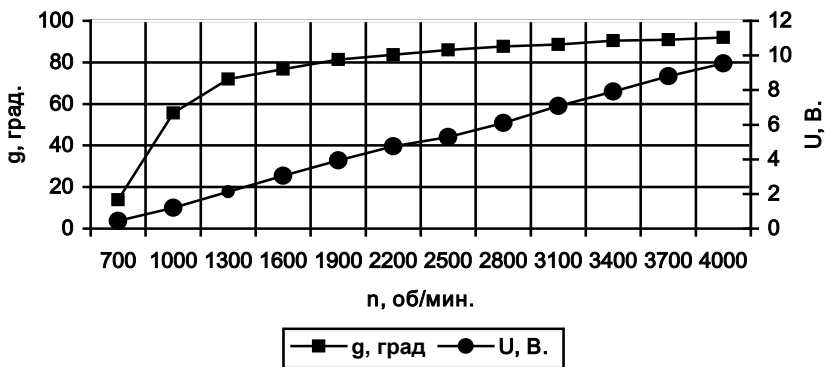


Рис. 1.12. Зависимость изменения угла поворота напорного диска и напряжения, снимаемого с расходомера воздуха, от частоты вращения коленчатого вала двигателя:
 n – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин; γ – угол поворота напорного диска датчика расхода воздуха, град; U – напряжение, снимаемое с датчика расхода воздуха, В

По величине этого напряжения $U_{\text{ВЫХ}}$ блок управления рассчитывает угол открытого состояния, а следовательно, и количество топлива, подаваемого форсунками. Приращение длительности открытого состояния форсунок, зависящее от положения напорной пластины расходомера:

$$t_p = f(U_{\text{ВЫХ}}), \quad (1.22)$$

$$U_{\text{ВЫХ}} = \int_{\gamma_{\text{МИН}}}^{\gamma_{\text{МАХ}}} (U_{\text{ВХ}} - I_0 R_0) d\gamma, \quad (1.23)$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$ – выходное напряжение;

$U_{\text{ВХ}}$ – входное напряжение;

$I_0 R_0$ – падение напряжения на балластном резисторе;

$\gamma_{\text{МАХ}}$, $\gamma_{\text{МИН}}$ – пределы интегрирования выходного напряжения по углу поворота напорной пластинки.

Сигнал расходомера воздуха подается на делитель напряжения формирователя импульсов блока управления. С делителя напряжения сигнал подается в аналого-цифровой преобразователь. От величины напряжения, снимаемого с датчика расхода воздуха, зависит время открытого состояния форсунок, определяемое процессором.

Зависимость угла открытого состояния форсунки от температуры охлаждающей жидкости двигателя. При увеличении температуры охлаждающей жидкости двигателя угол открытого состояния форсунок уменьшается. После запуска холодного двигателя впрыскиваемое топливо, перемешиваясь с воздухом, не испаряется полностью. Впрыскиваемое топливо осаждается на стенках впускного трубопровода, впускных клапанах и на стенках цилиндра. Поэтому для надежного запуска необходима обогащенная смесь. Функцию обогатителя смеси выполняет датчик температуры охлаждающей жидкости совместно с блоком управления. Датчик определяет температуру жидкости и в виде напряжения подает сигнал в блок управления:

$$t_{\text{ОЖ}} = f(U_{\text{СМОЖ}}), \quad (1.24)$$

где $t_{\text{ОЖ}}$ – приращение длительности открытого состояния форсунок от температуры охлаждающей жидкости;

$U_{\text{СМОЖ}}$ – напряжение смещения, снимаемое с делителя напряжения.

Согласно блок-схеме сигнал с датчика температуры охлаждающей жидкости поступает на делитель напряжения (рис. 1.13).

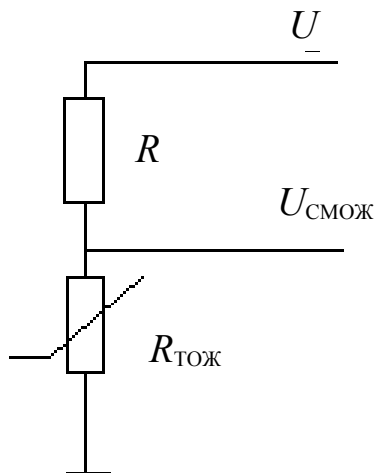


Рис. 1.13. Входная цепь блока управления по определению температуры охлаждающей жидкости:

U – входное напряжение на делителе; $U_{\text{СМОЖ}}$ – выходное напряжение, снимаемое с делителя датчика температуры охлаждающей жидкости; R – добавочный резистор делителя напряжения; $R_{\text{ТОЖ}}$ – датчик температуры охлаждающей жидкости

Формирование напряжения на делителе происходит следующим образом:

$$U_{\text{СМОЖ}} = U - IR, \quad (1.25)$$

$$I = \frac{U}{R + R_{\text{ТОЖ}}}, \quad (1.26)$$

$$U_{\text{СМОЖ}} = U \left(1 - \frac{R}{R + R_{\text{ТОЖ}}} \right). \quad (1.27)$$

Дальнейшая обработка сигнала происходит согласно работе формирователя импульсов блока управления. Сопротивление датчика температуры охлаждающей жидкости зависит от температурного режима двигателя:

$$R_{\text{ТЖ}} = f(T_{\text{ОЖ}}). \quad (1.28)$$

Характеристика датчика температуры охлаждающей жидкости представлена на рис. 1.14.

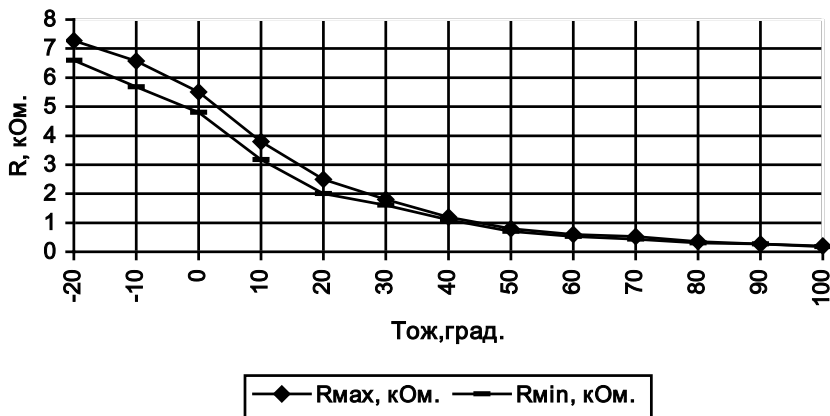


Рис. 1.14. Характеристика датчика температуры охлаждающей жидкости: Rmax, Rmin – верхний и нижний допуски сопротивления датчика соответственно в зависимости от температуры охлаждающей жидкости двигателя Тож.

Зависимость угла открытого состояния форсунки от температуры воздуха, поступающего в цилиндры двигателя. При увеличении температуры воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, угол открытого состояния форсунок уменьшается. При расчете количества топлива, необходимого для работы двигателя используется масса воздуха, поступающего в цилиндры двигателя:

$$M_{\text{в}} = \frac{V_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}}, \quad (1.29)$$

где $M_{\text{в}}$ – масса воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, кг;
 $V_{\text{в}}$ – объем воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, м³;
 $\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха, кг/м³.

Расходомер воздуха определяет объем проходящего воздуха. Как видно из формулы масса воздуха прямо пропорциональна объему

воздуха и обратно пропорциональна плотности воздуха. Плотность воздуха – величина не постоянная и изменяется при изменении температуры воздуха. Датчик определяет температуру воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, и в виде напряжения подает сигнал в блок управления. Приращение длительности открытого состояния форсунок при изменении температуры воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, определяется следующим образом:

$$t_B = f(U_{\text{СМВ}}), \quad (1.30)$$

где $U_{\text{СМВ}}$ – выходное напряжение, снимаемое с делителя.

Согласно блок-схеме сигнал с датчика температуры охлаждающей жидкости поступает на делитель напряжения (рис. 1.15).

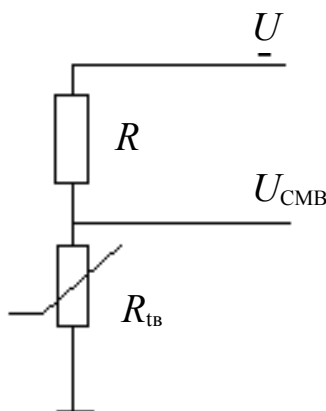


Рис. 1.15. Входная цепь блока управления по определению температуры воздуха, поступающего в цилиндры двигателя:

U – входное напряжение на делителе; R – добавочный резистор делителя напряжения;
 $R_{\text{тв}}$ – датчик температуры воздуха; $U_{\text{СМВ}}$ – выходное напряжение, снимаемое с делителя датчика температуры воздуха

Формирование напряжения на делителе происходит следующим образом:

$$U_{\text{СМВ}} = U - IR, \quad (1.31)$$

$$I = \frac{U}{R + R_{TB}}, \quad (1.32)$$

$$U_{CMB} = U \left(1 - \frac{R}{R + R_{TB}}\right). \quad (1.33)$$

Дальнейшая обработка сигнала происходит согласно работе формирователя импульсов блока управления. Сопротивление датчика температуры воздуха зависит от условий эксплуатации автомобиля.

$$R_{TB} = f(T_{OB}). \quad (1.34)$$

Характеристика датчика температуры воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, представлена на рис. 1.16.

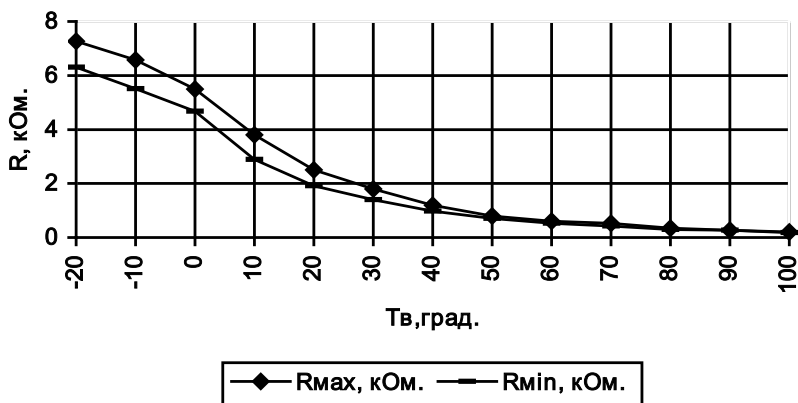


Рис. 1.16. Характеристика датчика температуры воздуха, поступающего в цилиндры двигателя:

R_{max} , R_{min} – верхний и нижний допуски сопротивления датчика соответственно в зависимости от температуры воздуха T_v , поступающего в цилиндры двигателя

Зависимость угла открытого состояния форсунки от положения дроссельной заслонки. При открытии дроссельной заслонки

увеличивается поток воздуха, поступающего в цилиндры двигателя. Это увеличение регистрируется с помощью расходомера воздуха. Увеличивается длительность открытого состояния форсунок, а следовательно, и частота вращения коленчатого вала.

$$t_{\text{дз}} = f(\Phi_{\text{дз}}), \quad (1.35)$$

где $t_{\text{дз}}$ – приращение длительности открытого состояния форсунок от поворота дроссельной заслонки;

$\Phi_{\text{дз}}$ – угол поворота дроссельной заслонки.

Установленный на оси дроссельной заслонки датчик вносит изменения в работу системы впрыска. При открытии дроссельной заслонки в начальный момент происходит кратковременное увеличение длительности впрыска, что объясняется переходом с режима холостого хода на режим частичных нагрузок. При полном открытии дросселя увеличивается длительность открытого состояния форсунок. При закрытии дроссельной заслонки происходит полное закрытие форсунок. Это объясняется принудительным холостым ходом.

Зависимость угла открытого состояния форсунки от содержания кислорода в отработавших газах. При уменьшении содержания кислорода в отработавших газах, а следовательно, увеличении содержания оксида углерода угол открытого состояния форсунок уменьшается. Задача датчика состоит в том, чтобы преобразовывать информацию о содержании кислорода в отработавших газах в электрический сигнал, который, в свою очередь, считывается электронным блоком управления впрыском. Блок управления отслеживает содержание остаточного кислорода в потоке отработавших газов. При сгорании бензиново-воздушной смеси в двигателях происходят сложные химические процессы в условиях быстро изменяющихся давлений, температур и концентраций реагирующих веществ. Реакции горения бензина протекают в виде ряда последовательных стадий и конкурирующих между собой параллельных процессов. Кислород вступает в реакцию практически на каждом этапе сгорания смеси. Если состав смеси смещен в сторону обогащения, то это приводит к полному расходованию кислорода. Отсутствие кислорода в отработавших газах фиксируется с по-

мощью датчика содержания кислорода. В датчике находится чувствительный элемент из оксида циркония. Он имеет два электрода, один из которых контактирует с кислородом, содержащимся в окружающем воздухе, а другой омывается отработавшими газами, которые также содержат кислород. Из-за разности содержания кислорода в окружающем воздухе и в отработавших газах между электродами начинает течь ток. Разность потенциалов на электродах датчика содержания кислорода определяется следующим образом:

$$U_{\text{ДСК}} = \int_{\alpha_{\text{min}}}^{\alpha_{\text{max}}} U_{\text{оп}} d\alpha, \quad (1.36)$$

где $U_{\text{ДСК}}$ – напряжение, снимаемое с датчика содержания кислорода;

α – коэффициент избытка воздуха;

$U_{\text{оп}}$ – опорное напряжение.

В результате напряжение, подаваемое на блок управления от датчика содержания кислорода (ДСК) изменяется от 0,1 В, что соответствует высокой концентрации кислорода (обедненная смесь), до 0,9 В, что соответствует низкой концентрации кислорода (обогащенная смесь). Отслеживая выходное напряжение датчика концентрации кислорода, блок управления определяет, какую команду по корректировке состава рабочей смеси подавать на форсунки. Если смесь бедная (низкая разность потенциалов на выходе датчика), то дается команда на обогащение смеси. Если смесь богатая (высокая разность потенциалов), дается команда на обеднение смеси. Датчик может работать при температуре выше 300 °С, поэтому он имеет нагревательный элемент, чтобы при пуске холодного двигателя датчик быстро прогревался бы до температуры 360 °С.

Датчик содержания кислорода представляет собой элемент обратной связи блока управления. Функционально ДСК работает как переключатель и выдает напряжение выше порогового (0,45 В) при низком содержании кислорода в отработавших газах. Согласно блок схеме сигнал с ДСК поступает на компаратор. Одновременно с этим на компаратор поступает сигнал с узла опорного напряжения и частоты. После сравнения в компараторе сигнал поступает на усилитель. Усиленный сигнал подается на делитель напряжения. Снима-

емый с делителя напряжения сигнал, проходя аналого-цифровой преобразователь, поступает на процессор. Дальнейшая обработка сигнала происходит согласно работе формирователя импульсов блока управления.

Замена системы впрыска топлива моделью связана с выделением основных, существенных для постановки диагноза сторон и свойств, так или иначе связанных с задачей определения технического состояния системы. При этом множество сторон и связей, исключительно важных с точки зрения ее функционирования как устройства, предназначенного для выполнения работы, становятся второстепенными и при разработке модели технического устройства могут быть исключены.

Замена системы впрыска топлива ее идеализированной моделью позволяет использовать различные математические методы. Математической моделью является множество аналитических, логических, статистических и других качественных соотношений, которые связывают выходные параметры объекта с его входными и внутренними параметрами.

Наиболее универсальной моделью системы впрыска топлива является представление ее в виде «черного ящика». Для представления системы впрыска топлива как объекта исследований в виде «черного ящика» необходимо задать множество всех входных воздействий Y от стимулирующих устройств и внешней среды; множество всех выходных (диагностических) параметров S ; множество всех структурных параметров объекта X ; оператор A , преобразующий множества X и Y в множество S :

$$S = A(Y, X). \quad (1.37)$$

Учитывая, что при диагностировании объекта элементы множества Y стабилизируются (или изменяются по заданному закону), выражение преобразуется в следующий вид:

$$S = A(X). \quad (1.38)$$

Иными словами, любой выходной параметр диагностируемого объекта является функцией его технического состояния при данном состоянии входов.

Если параметры технического состояния объекта $\{x_i\}$ отнести к выходным параметрам, то диагностическая задача формулируется следующим образом: по известным значениям выходных параметров $\{S_i\}$ определить неизвестные значения входных параметров $\{x_i\}$.

Для успешного решения этой задачи необходимо знание вида оператора A , иными словами, необходимо исчерпывающее описание связей между всеми выходными параметрами и всеми возможными состояниями (неисправностями) объекта.

При наличии аналитической модели системы впрыска топлива задача постановки диагноза в общем виде формулируется следующим образом. Для упрощения составления аналитической модели необходимо рассматривать дифференцированно каждую из выходных цепей системы впрыска топлива. Например, управление подачей топлива в цилиндры двигателя (рис. 1.17) как наиболее сложную цепь.

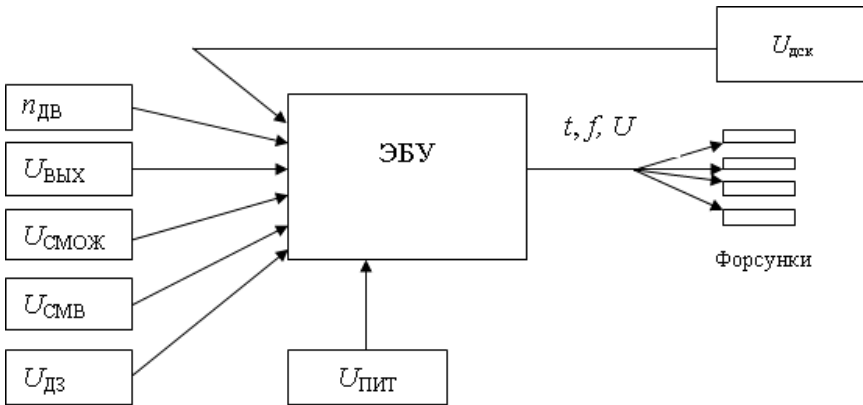


Рис. 1.17. Блок-схема цепи управления подачей топлива электронного блока, представленная в виде «черного ящика»

Для построения аналитической модели необходимо рассмотреть зависимость выходных параметров системы от входных. Входными

параметрами являются частота вращения коленчатого вала двигателя $n_{\text{дв}}$, выходное напряжение датчика расхода воздуха $U_{\text{ВЫХДРВ}}$, напряжение смещения датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя $U_{\text{СМОЖ}}$, напряжение смещения датчика температуры всасываемого воздуха $U_{\text{СМВ}}$, напряжение смещения датчика положения дроссельной заслонки $U_{\text{ДЗ}}$, напряжение, снимаемое с датчика содержания кислорода в отработавших газах $U_{\text{ДСК}}$, напряжение питания $U_{\text{ПИТ}}$. Выходными параметрами являются длительность (скважность) импульсов впрыска топлива t , частота впрыска топлива f , амплитуда импульсов впрыска топлива U .

$$\left[\begin{array}{l} \left[\begin{array}{c} U_{\text{ВЫХДРВ}} \\ U_{\text{СМОЖ}} \\ U_{\text{СМВ}} \\ U_{\text{ДЗ}} \\ U_{\text{ДСК}} \end{array} \right] \\ f = f(n_{\text{д}}) \\ U = f(U_{\text{ПИТ}}) \end{array} \right], \quad (1.39)$$

Учитывая то, что амплитуда импульсов впрыска топлива является функцией от напряжения питания и должна поддерживаться постоянной то

$$U = f(U_{\text{ПИТ}}) = \text{const} . \quad (1.40)$$

Экспериментально установлено, что от изменения частоты впрыска топлива длительность открытого состояния форсунок не изменяется, поэтому при составлении модели можно принимать частоту открывания форсунок постоянной:

$$f = f(n_{\text{д}}), \quad (1.41)$$

тогда основная зависимость примет вид

$$t = f \begin{bmatrix} U_{\text{ВЫХДРВ}} \\ U_{\text{СМОЖ}} \\ U_{\text{СМВ}} \\ U_{\text{ДЗ}} \\ U_{\text{ДСК}} \end{bmatrix}. \quad (1.42)$$

Подставляя значения параметров в формулу (1.6), получаем следующую зависимость:

$$t = f \begin{bmatrix} \int_{\min}^{\max} (U_{\text{ВХ}} - I_0 R_0) d\gamma \cdot \gamma = \text{arctg} \left(\frac{G_{\text{ВУ}}}{\mu_{\text{В}} F_{\text{Н}} X_{\text{Н}} \sqrt{2 p \rho_{\text{В}}}} \right) \\ U \left(1 - \frac{R}{R + R_{\text{ТОЖ}}} \right), R_{\text{ТОЖ}} = f(T_{\text{ОЖ}}) \\ U \left(1 - \frac{R}{R - R_{\text{ТВ}}} \right), R_{\text{ТВ}} = f(T_{\text{В}}) \\ U_{\text{ДЗ}} = f(\Phi) = \text{const} \\ U_{\text{ДСК}} = \int_{\min}^{\max} U_{\text{ОП}} d\alpha, \alpha = \frac{G_{\text{В}}}{G_{\text{Т}} L_0} \end{bmatrix}. \quad (1.43)$$

Система уравнений (1.43) есть, по сути дела, математическая модель системы управления впрыском топлива. С помощью данной формулы реализуется программное управление электронного блока на математическом уровне.

Очевидным преимуществом постановки диагноза с использованием аналитической модели является возможность получения конкретных числовых значений структурных параметров. Это позволяет определить техническое состояние системы управления двигате-

лем не только в момент диагностирования, но и накапливая информацию, полученную за несколько диагностических обследований системы, анализировать изменение структурных параметров с целью прогнозирования ее технического состояния.

Необходимым условием практического использования такой аналитической модели являются следующие обстоятельства:

- обязательное установление вида функций f для электронного блока управления конкретного автомобиля;

- соответствие функции f условиям непрерывности и дифференцируемости по каждому из своих аргументов для исключения математических трудностей при выполнении расчетов.

В случае если диагностические параметры не могут быть выражены в виде аналитических функций структурных параметров (например, изменение химического состава и цвета отработавших газов), то используя взаимосвязь между возможными техническими состояниями (неисправностями) и диагностическими параметрами последние описываются в виде так называемых диагностических матриц, по отношению к системам впрыска топлива они могут носить название таблиц неисправностей или таблиц функций неисправностей.

Порядок выполнения работы

Диагностирование электронных блоков управления производится по функциональным параметрам. Для этого необходимо определить перечень выходных диагностических параметров. Для системы впрыска это будут токсичность отработавших газов, частота вращения коленчатого вала и выходная мощность двигателя внутреннего сгорания, количество потребляемого топлива и промежуточный параметр, но наиболее явно отражающий работу системы, длительность открытого состояния форсунок. Диагностирование выполняется непосредственно на автомобиле или на стенде действующей модели системы управления автомобилем BMW318i. В случае отклонения выходных показателей работы системы впрыска топлива и двигателя в целом, рекомендуется производить общее диагностирование и затем поэлементную проверку системы впрыска топлива. Если при компьютерном диагностировании выявляется неисправность электронного блока управления, либо компьютерное диагностирование невозможно, то следует проверить цепи питания элек-

тронного блока управления. Для этого отключается разъем блока управления, по схеме определяются контакты питания. Подключается вольтметр между выводами (+) и (-) и производится измерение напряжения. Необходимо обратить внимание, что между выводом (30) и массой разность потенциалов присутствует постоянно, а между выводом (15) и массой только при включении зажигания.

Исправность блока управления в простейшем случае определяется методом исключения неисправностей всех цепей данного электронного блока. Зачастую при проверке электронного блока используется метод замещения отдельных датчиков. Имитаторы датчиков выполняют функции реальных датчиков во всем диапазоне изменения параметров. Таким образом, можно зафиксировать один или несколько входных параметров и производить оценку влияния оставшихся датчиков, либо изменять с помощью имитатора величину входного сигнала и наблюдать за изменением выходного сигнала. В случае отсутствия реакции на имитатор можно предположить о неисправности входной цепи электронного блока управления. В таком случае для более четкой картины неисправности рекомендуется включать в цепь имитатора миллиамперметр с целью определения падения напряжения в цепи. Самыми простыми имитаторами являются имитаторы датчиков температуры охлаждающей жидкости, воздуха, топлива и т. д., представляющих собой переменные резисторы, схема показана на рис. 1.18.

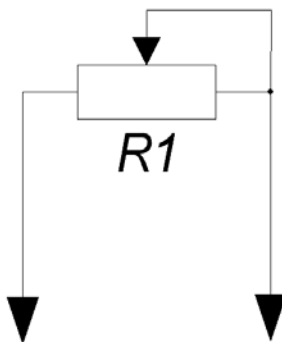


Рис. 1.18. Электрическая принципиальная схема имитатора датчиков температуры

Подобным образом выглядит схема имитатора датчика положения дроссельной заслонки и потенциометрического датчика расхода воздуха (рис. 1.19).

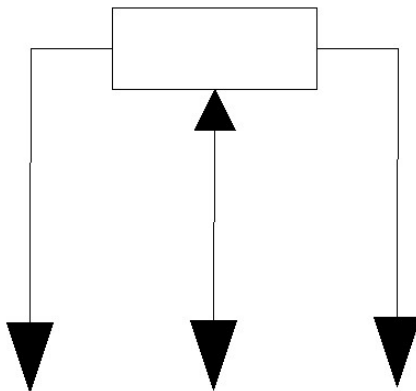


Рис. 1.19. Электрическая принципиальная схема имитатора датчиков положения дроссельной заслонки и потенциометрического датчика расхода воздуха

Проверка исправности электронного блока управления **косвенным методом** производится путем проверки цепей коммутации совместно со всеми датчиками в соответствии со схемой (рис. 1.20). При проверке цепей датчиков возможна проверка со снятым разъемом электронного блока управления по величинам сопротивления.

В первую очередь следует убедиться в наличии «массы» минуса на контактах 5 и 13 ЭБУ. Проверка производится омметром между указанными контактами и «-» АКБ. Сопротивление не должно превышать 0,5 Ом. Далее проверяется наличие «+» питания на выводе 9 при включении зажигания и на выводе 4 при включении стартера. Напряжение проверяем вольтметром между указанными выводами и «-» АКБ, и его значение должно приближаться к величине напряжения бортовой сети автомобиля.

Проверка цепи датчика частоты вращения коленчатого вала. С помощью омметра проверяется сопротивление между выводами 1 и 13.

Проверка цепи датчика расхода воздуха производится подключением омметра между выводами 7 и 5. Снимается крышка датчика расхода воздуха либо снимается патрубок воздушного фильтра, и с помощью металлического стержня плавно поворачивается напорный диск. Должно наблюдаться плавное увеличение сопротивления в соответствии с рис. 1.11.

Проверка цепи датчика температуры воздуха производится подключением омметра между выводами 8 и 9 ЭБУ. Должно наблюдаться сопротивление, пропорциональное температуре воздуха в соответствии с рис. 1.16.

Проверка цепи датчика температуры охлаждающей жидкости производится подключением омметра между выводами 10 и 13 ЭБУ. Должно наблюдаться сопротивление, пропорциональное температуре охлаждающей жидкости в соответствии с рис. 14

Проверка цепи датчика положения дроссельной заслонки производится подключением омметра между выводами 2 и 9, а также 3 и 9 ЭБУ. В первом случае величина сопротивления стремится к 0 Ом при закрытой дроссельной заслонке и стремится к бесконечности в других положениях, во втором случае сопротивление стремится к 0 при полностью открытой дроссельной заслонке и к бесконечности в других положениях.

Проверка цепи форсунок производится по величине сопротивления. Величина сопротивления составляет от 3 до 5 Ом.

Проверка цепей датчиков **по напряжению** возможна без снятия разъема электронного блока управления. Такая проверка более информативна, т. к. может давать результаты при функционировании системы. Предварительно, до начала проверки, снимается разъем ЭБУ, разбирается, после чего опять устанавливается. В первую очередь проверяется наличие «+» питания на выводе 9 при включении зажигания и на выводе 4 при включении стартера. Напряжение проверяется вольтметром между указанными выводами и «-» АКБ, и его значение должно приближаться к величине напряжения бортовой сети автомобиля. Как правило, проверка напряжения производится относительно «-».

Проверка датчика частоты вращения коленчатого вала. С помощью осциллографа проверяются сигналы на выводе 1. При этом коленчатый вал должен проворачиваться с частотой не менее 100 об/мин. Амплитуда сигнала датчика на выводе 1 должна соответствовать рис. 1.6, а частота (пропорциональна частоте вращения коленчатого вала в соответствии с формулой (1.20)) должна соответствовать рис. 1.5.

Проверка цепи датчика расхода воздуха производится подключением вольтметра к выводу 7. При плавном увеличении частоты вращения коленчатого вала должно наблюдаться плавное увеличение напряжения в соответствии с рис. 1.20.

Проверка цепи датчика температуры воздуха производится подключением вольтметра к выводу 8 ЭБУ. Должно наблюдаться напряжение, пропорциональное температуре воздуха.

Проверка цепи датчика температуры охлаждающей жидкости производится подключением вольтметра к выводу 10 ЭБУ. Должно наблюдаться напряжение, пропорциональное температуре охлаждающей жидкости.

Проверка цепи датчика положения дроссельной заслонки производится подключением вольтметра поочередно к выводу 2 и 3 ЭБУ. В первом случае величина напряжения стремится к величине напряжения АКБ при закрытой дроссельной заслонке и стремится к 0 В в других положениях, во втором случае величина напряжения стремится к величине напряжения АКБ при полностью открытой дроссельной заслонке и 0 В в других положениях.

Проверка цепи форсунок производится с помощью осциллографа. Сигнал на выводе 12 должен соответствовать рис. 1.3, амплитуда основного сигнала должна стремиться к величине напряжения в бортовой сети автомобиля, а частота кратна частоте вращения коленчатого вала двигателя. Длительность импульса впрыска может изменяться в соответствии с табл. 1.1.

Таблица 1.1

Зависимость длительности впрыска от режима работы двигателя

Состояние двигателя	Длительность включенного состояния	
	%	мс
Холостой ход	3–6	2,2–2,4
2000 об/мин	7–14	1,5–2,2
Медленное открытие дроссельной заслонки	11–16	
Быстрое открытие дроссельной заслонки	20 и более	8,2–8,4
Замедление	0	0

Подобным образом производится проверка работоспособности ЭБУ прямым методом на стенде. Стенд представляет собой набор имитаторов датчиков и исполнительных механизмов, а также источник питания. Имитаторы представляют собой переменные резисторы, источники опорного напряжения, генераторы импульсов. Нагрузки представлены в виде резисторов, лампочек или действующих исполнительных механизмов. В соответствии со схемой (см. рис. 1.20) подключаются имитаторы, включается питание, создаются необходимые условия работы ЭБУ, снимаются выходные показатели работы ЭБУ и сравниваются с требуемыми показателями.

Подобным образом можно проверить различные системы впрыска топлива, а также другие электронные системы.

По итогам проверок производится запись результатов в журнал наблюдений (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Результаты измерений

№ вывода	Измеряемый параметр	Технические условия	Величина измеренного параметра

Лабораторная работа № 2

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Цель работы: ознакомиться с устройством и принципом действия систем обратной связи, а также методами работы с ними.

Организация рабочего места: техническая документация, источник питания с напряжением 12 В, действующая система управления двигателем GM, цифровой осциллограф, цифровой набор слесарного инструмента.

Общие положения

Системы обратной связи позволяют контролировать качество функционирования систем управления и корректировать их работу. Однако они вносят погрешности при проверке данных систем. Примером может служить система обратной связи в системе управления двигателем ВАЗ GM, представленной на рис. 2.1. Отличительной особенностью данной системы от рассмотренной ранее является наличие датчика содержания кислорода в отработавших газах и термоамперметрического датчика расхода воздуха, которые невозможно проверить по величине сопротивления. Электронный блок ВАЗ GM управляет зажиганием, форсунками, топливным насосом, регулятором холостого хода, адсорбером, которые в свою очередь имеют некоторые особенности.

Элементом обратной связи системы по определению качества сгорания смеси является датчик содержания кислорода (ДСК) в отработавших газах. Признаком неисправного ДСК может служить повышение расхода топлива и ухудшение динамики автомобиля, при этом возможен неустойчивый холостой ход двигателя. При выполнении компьютерной диагностики очень сложно выявить неисправность ДСК, потому что зачастую значение выходного напряжения расположено в области допустимых значений.

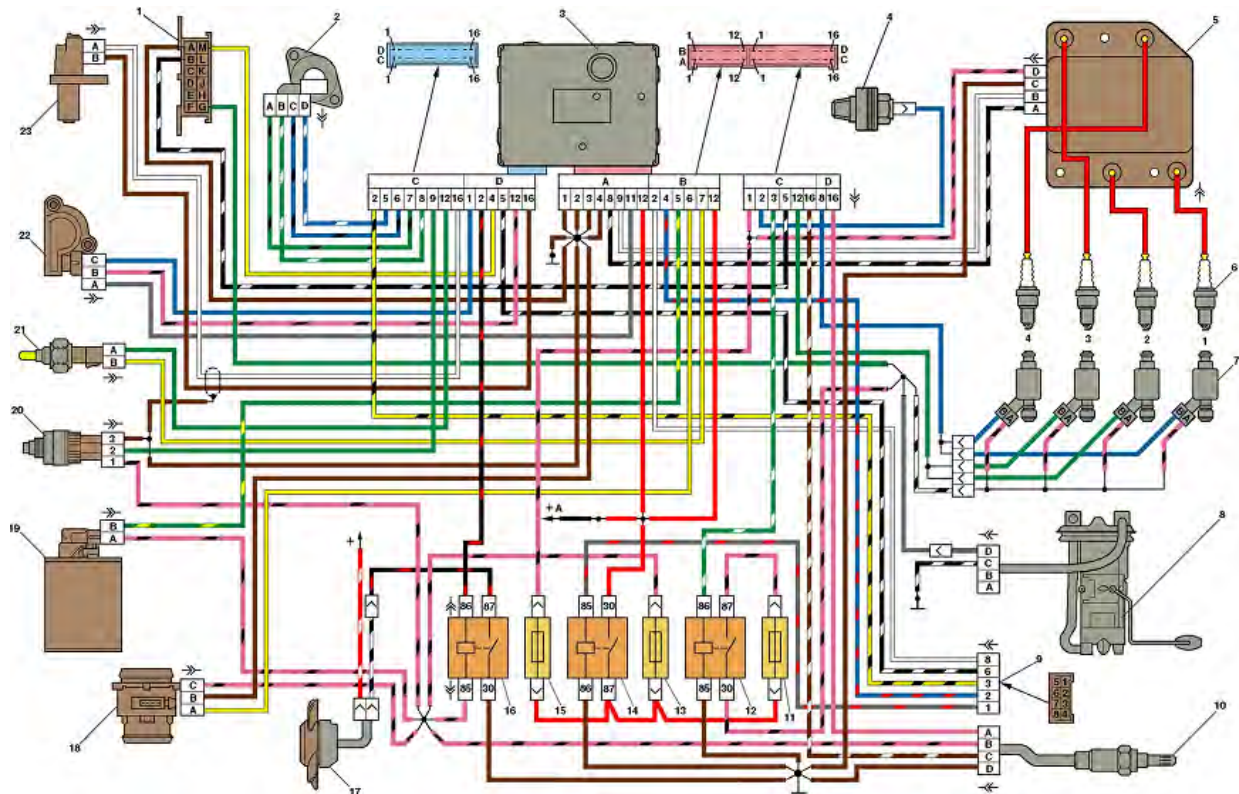


Рис. 2.1. Электрическая схема управления двигателем VAZ GM

На рис. 2.1 использованы следующие обозначения:

1 – колодка диагностики; 2 – регулятор холостого хода; 3 – электронный блок управления; 4 – датчик детонации; 5 – модуль зажигания; 6 – свечи зажигания; 7 – форсунки; 8 – электробензонасос с датчиком уровня топлива; 9 – колодка, соединяющаяся со жгутом проводов панели приборов; 10 – датчик содержания кислорода; 11 – плавкий предохранитель защиты электробензонасоса, его реле и форсунок; 12 – реле включения электробензонасоса; 13 – плавкий предохранитель датчиков скорости. ДСК и датчика расхода воздуха; 14 – реле включения питания; 15 – плавкий предохранитель ЭБУ и модуля зажигания; 16 – реле включения электродвигателя вентилятора; 17 – электродвигатель вентилятора системы охлаждения двигателя; 18 – датчик массового расхода воздуха; 19 – клапан продувки адсорбера; 20 – датчик скорости; 21 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 22 – датчик положения дроссельной заслонки; 23 – датчик частоты вращения и положения коленчатого вала.

Проверить работоспособность ДСК можно с помощью осциллографа. У исправного ДСК при работе двигателя внутреннего сгорания на различных режимах работы на электродах возникает сигнал, подобный синусоидальному, который указывает на следящее действие электронного блока управления за составом отработавших газов (рис. 2.2).

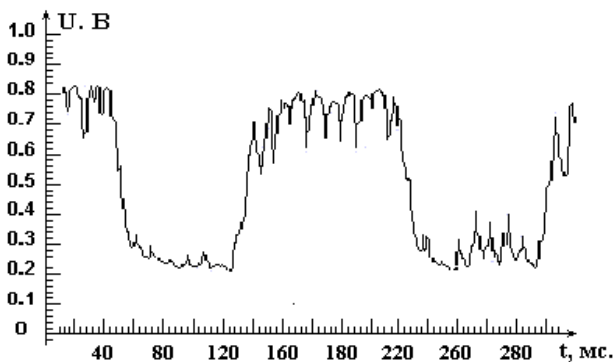


Рис. 2.2. Осциллограмма сигнала датчика содержания кислорода при работе двигателя внутреннего сгорания:

t – длительность развертки луча осциллографа, мс;
 U – напряжение датчика содержания кислорода, В

По сигналам ДСК можно сделать заключение об его исправности, а также сделать косвенный вывод о состоянии двигателя и его систем. ДСК выходит из строя постепенно, по мере разрушения и закоксовывания активного слоя датчика. Кроме этого, активная масса может привести к замыканию сигнального электрода на массу или положительный электрод питания нагревательного элемента.

На рис. 2.3 и 2.4 представлены осциллограммы сигналов неисправных датчиков содержания кислорода. Сигнал датчика содержания кислорода, представленный на рис. 2.3, соответствует наиболее распространенной неисправности, которая заключается в замедленной реакции датчика на изменение состава отработавших газов и проявляется в увеличении длительности сигнала (t_1), что приводит к увеличению инерционности ДСК. В данном случае ДСК не способен своевременно определить имеющийся состав смеси. Неисправность появляется при закоксовывании активной массы ДСК, что неминуемо вызывает увеличенный расход топлива и заметное снижение динамики автомобиля.

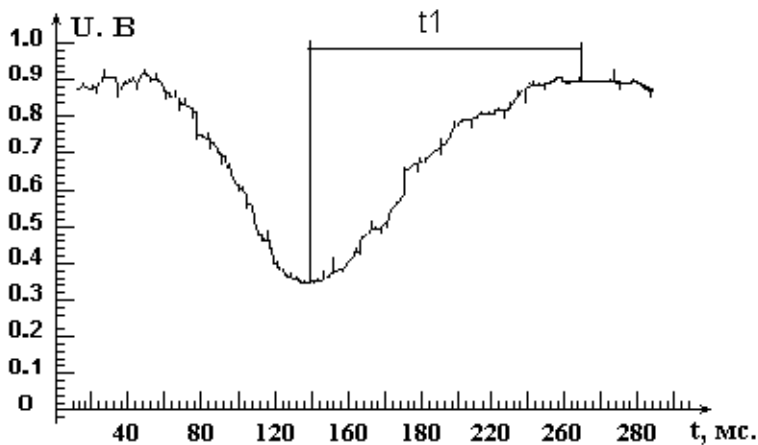


Рис. 2.3. Осциллограмма сигнала ДСК с увеличенным фронтом импульса: t – длительность развертки луча осциллографа, мс; U – напряжение датчика содержания кислорода, В; t_1 – время фронта сигнала, мс

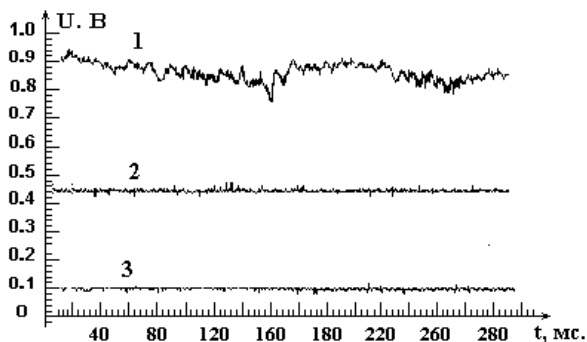


Рис. 2.4. Осциллограммы сигнала ДСК с постоянным уровнем амплитуды: t – длительность развертки луча осциллографа, мс; U – напряжение, В: 1 – высокий уровень амплитуды; 2 – средний уровень амплитуды; 3 – низкий уровень амплитуды

Кривая 1, приведенная на рис. 2.4, указывает на увеличение внутреннего сопротивления активной массы ДСК по причине разрушения, а также на замыкание активной массы на нагревательный элемент ДСК. Неисправность проявляется в виде высокого потенциала на выходе ДСК, что приводит к значительному обеднению смеси с сопутствующим снижением мощности двигателя, ухудшением стабилизации холостого хода и увеличением выбросов углеводородов в отработавших газах в связи с пропусками воспламенения топливовоздушной смеси. В случае если ДСК исправен, то кривая 1 указывает на неисправность других элементов системы, что проявляется в чрезмерном обогащении топливовоздушной смеси. Для определения исправности ДСК необходимо довести частоту вращения коленчатого вала до 2000 об/мин, а затем резко отпустить педаль акселератора. Падение напряжения на выходе датчика содержания кислорода до уровня 0,1 В указывает на исправность ДСК. Отсутствие изменения напряжения указывает на неисправность этого датчика.

Кривая 2 указывает на полное разрушение активной массы ДСК, что приводит к значительному увеличению сопротивления. Напряжение на выходе ДСК в данном случае равно опорному напряжению электронного блока управления. Данная неисправность приводит к отсутствию обратной связи и зачастую она определяется электронным блоком управления, который в свою очередь может включить аварийную программу управлением топливopодачей, что значительно ухудшает эксплуатационные свойства двигателя и автомобиля в целом.

Кривая 3 указывает на замыкание активной массы на корпус датчика содержания кислорода. Неисправность проявляется в виде низкого потенциала на выходе ДСК, что приводит к значительному обогащению смеси с сопутствующим увеличением выбросов оксида углерода в отработавших газах в связи с недостатком кислорода в процессе сгорания и значительным увеличением расхода топлива. В случае если ДСК исправен, то кривая 3 указывает на неисправность других элементов системы, что проявляется в чрезмерном обеднении топливоздушнoй смеси. Для определения исправности ДСК необходимо резко нажать на педаль акселератора. Увеличение напряжения на выходе ДСК до уровня 0,9 В указывает на его исправность. Отсутствие изменения напряжения указывает на неисправность этого датчика.

Таким образом, выходные показатели работы двигателя в значительной мере зависят от работоспособности ДСК, а работоспособность двигателя, в свою очередь, может быть проконтролирована по показаниям этого датчика.

В современных автомобильных двигателях ЭБУ определяет исправность ДСК не только по величине ЭДС, но и по периодичности, а также длительности наличия высокого или низкого потенциала на выходе ДСК относительно опорного напряжения ЭБУ, изменения длительности наличия потенциалов высокого или низкого уровней, что приводит к изменению скважности импульсов. Увеличение скважности импульсов высокого уровня блок управления определяет как обогащение и производит уменьшение длительности впрыска, тем самым, обедняя смесь.

Порядок выполнения работы

Перед началом проверки работоспособности ДСК в замкнутом цикле следует определить исправность его нагревателя. Неисправность нагревателя не позволит с высокой точностью определить работоспособность системы. Неисправность нагревателя приводит к недостаточной температуре активной массы ДСК и впоследствии к недостаточному количеству активных ионов. *Проверка исправности нагревателя* производится по величине сопротивления и проба на корпус или активную массу [3].

Проверка работоспособности датчика в составе с ЭБУ. Двигатель прогревают, система управления должна работать в замкнутом режиме, мультиметр покажет среднее значение напряжения на выходе датчика:

- если датчик не реагирует на изменяющуюся концентрацию кислорода в отработавших газах, на его выходе будет постоянное напряжение примерно 450 мВ. Однако вывод о неисправности датчика делать преждевременно, т. к. исправный датчик с симметричным выходным сигналом даст выходной сигнал со средним значением напряжения 450–500 мВ;

- показания более 550 мВ означают, что большую часть времени напряжение на выходе датчика высокое, т. е. топливная система подает в двигатель богатую смесь, или датчик закоксован;

- показания менее 350 мВ означают, что большую часть времени напряжение на выходе датчика низкое, т. е. топливная система подает в двигатель бедную смесь. Возможна утечка разрежения во впускном коллекторе, или ограничена подача топлива через засорившиеся фильтр или форсунку. Если используемый мультиметр поддерживает режим определения максимального и минимального значений сигнала, результат будет более информативен.

Использование осциллографа наиболее приемлемо, т. к. получив после проверки результат можно более детально проанализировать, сопоставить с эталонными осциллограммами и с большей достоверностью установить причину неисправности. Учитывая тот факт, что ДСК постоянно приближает состав смеси к идеальному, следует обращать внимание на точность получаемого результата. При увеличении ошибки рекомендуется ДСК отключать. Однако в этом случае высока вероятность обнаружения неисправности ЭБУ и перехода последнего в аварийный режим работы, что существенно исказит результаты измерений. Для таких систем следует использовать либо специализированные сканирующие тестеры с функцией отключения ДСК, либо имитаторы ДСК.

Все полученные результаты измерений заносятся в журнал наблюдений (см. табл. 1.2). По результатам измерений при необходимости строятся зависимости функции от аргумента и делается вывод о проделанной работе с внесением предложений о дальнейших действиях.

Лабораторная работа № 3

САМОДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ

Цель работы: ознакомиться с устройством и принципом действия системы самодиагностики электронных систем управления, систем обратной связи, методами работы с ними.

Организация рабочего места: техническая документация, источник питания с напряжением 12 В, действующая система управления двигателем GM, цифровой осциллограф, цифровой набор слесарного инструмента, сканирующий тестер.

Общие положения

Одной из важных функций, осуществляемой блоком управления, является непрерывная самодиагностика как входных и выходных цепей компонентов, так и некоторых функций внутреннего состояния системы [7]. В современных блоках управления осуществление функций самодиагностики занимает до 50 % ресурсов микропроцессора. В случае нахождения неисправностей в какой-либо цепи (например, отсутствие или несоответствие заданному уровню сигнала какого-либо датчика) микрокомпьютер записывает соответствующий данной неисправности цифровой код в специальную область памяти, для того чтобы получить информацию о характере неисправности, необходимо осуществить «считывание» кода из памяти компьютера. В более ранних системах это можно сделать переводом компьютера в режим выдачи диагностических кодов посредством вспыхивания индикаторных ламп.

Текущий контроль датчиков. Для того чтобы удостовериться в наличии нормального напряжения питания и в том, что выходной сигнал датчика находится в допустимых пределах (например, для температурного датчика это диапазон между -40 и $+150$ °С), работа датчиков отслеживается встроенными диагностическими устройствами. В том случае, когда величина сигнала, поступающего в блок управления от какого-либо датчика, или совокупность сигналов от различных датчиков отличается от требуемых значений, микропроцессор анализирует создавшуюся ситуацию. В результате

выявляются дефекты датчиков и исполнительных устройств, обрывы и короткие замыкания в электропроводке. Эти данные записываются в память и одновременно включаются соответствующие индикаторы, предупреждающие водителя. Кроме того, эта информация для длительного хранения может быть записана в память с собственным источником питания, для просмотра с помощью специальных приборов, получивших название «сканирующие тестеры».

Сигналы наиболее важных датчиков, насколько это возможно, дублируются. Это означает, что в случае нарушения работы может быть использован другой подобный сигнал, или может быть выполнено два-три выбора.

Определение неисправностей осуществляется в пределах специальной области слежения за работой датчиков. В случае систем с программами обратной связи, например, контроль давления, можно также диагностировать отклонение от данного диапазона регулирования.

Путь прохождения сигнала может считаться неправильным, если неисправность присутствует больше заданного периода времени. Если однажды этот период был превышен, то неисправность сохраняется в памяти ЭБУ вместе с параметрами условий, при которых она случилась (например, температура охлаждающей жидкости, частота вращения коленчатого вала двигателя и др.). Для многих неисправностей возможна повторная проверка датчика, если путь прохождения данного сигнала будет определен при отслеживании как не имеющий неисправности в рассматриваемом периоде времени.

Если выходной сигнал датчика выходит за допустимые пределы, то происходит переключение на значение сигнала по умолчанию. Эта процедура используется применительно к следующим входным сигналам:

- напряжению аккумуляторной батареи;
- температуре охлаждающей жидкости, воздуха на впуске, моторного масла;
- давлению наддува;
- атмосферному давлению и расходу воздуха на впуске.

В случае нарушения важных для движения функций осуществляется переключение на заменяющие функции, которые позволяют водителю доехать, например, до автосервиса.

На панели приборов автомобилей, оборудованных данной системой впрыска топлива, установлена лампа индикации неисправностей «CHECK ENGINE». Она светится при наличии каких-либо ошибок в работе системы впрыска и указывает на необходимость проведения диагностики и устранения неисправности. В памяти ЭБУ управления запоминается двухразрядный код ошибки (12-99), который индицируется этой лампой при инициализации режима вывода кодов самодиагностики. Стирание кодов ошибок в памяти ЕСМ происходит при отключении питания. Для этого необходимо при выключенном зажигании отключить плюсовую клемму аккумуляторной батареи, либо снять разъем ЭБУ на 10–15 с. После стирания ошибок самодиагностику нужно проводить не менее чем через 10–20 мин эксплуатации автомобиля (лучше на разных нагрузках), после последнего отключения аккумуляторной батареи.

Порядок выполнения работы

Определить положение диагностического разъема. Определить расположение выводов в разъеме в соответствии с рис. 3.1.

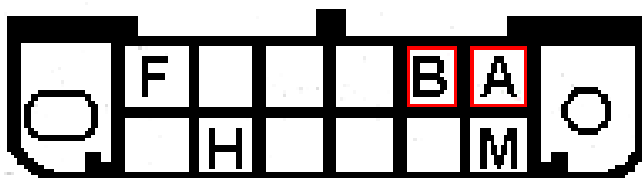


Рис. 3.1. Вид диагностического разъема:

А – заземление; В – инициализация диагностики F T.C.C. (может не быть);

Н – скорость обмена данных; М – последовательный код

Для инициализации режима выдачи кодов диагностики необходимо при выключенном зажигании замкнуть между собой контакты А и В диагностического разъема или контакт В на корпус автомобиля и включить зажигание не запуская двигатель. Код неисправности высвечивается лампой «CHECK ENGINE» в последовательном виде: сначала старший разряд, затем (после паузы) младший. Например: вспышка, пауза, вспышка, вспышка будут соответствовать коду «12» – работоспособность самодиагностики.

При инициализации данного режима индикатор сначала три раза подряд выдаст код «12» и далее трижды каждый код неисправности. Если в начале теста не выводится код «12», значит неисправность в самом ЭБУ. Перечень кодов неисправностей представлен в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Коды ошибок (неисправностей) ЕСМ «General Motors»

13	Отсутствует сигнал ДСК (лямбда-зонда)
14	Низкий уровень сигнала термодатчика охл. жидкости
15	Высокий уровень сигнала термодатчика охл. жидкости
21	Высокий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки
22	Низкий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки
23	Высокий уровень сигнала термодатчика всасываемого воздуха
24	Отсутствие сигнала скорости автомобиля
25	Низкий уровень сигнала термодатчика всасываемого воздуха
33	Высокий уровень сигнала датчика разрежения во впускном трубопроводе
34	Низкий уровень сигнала датчика разрежения во впускном трубопроводе
35	Ошибка сигнала частоты вращения коленчатого вала на режиме холостого хода
44	Обедненный состав топливной смеси (по сигналу ДСК)
45	Обогащенный состав топливной смеси (по сигналу ДСК)
51	Ошибка запоминающего устройства
53	Завышенное напряжение питания системы
54	Ошибка октан-корректора
55	Ошибка электронного блока управления

Система управления впрыском постоянно совершенствуется, в таблице могут отсутствовать некоторые коды неисправностей. Сле-

дует отметить, что прочитанные коды ошибок не всегда однозначно указывают на конкретную неисправность. После проведения чтения ошибок требуется поэлементная проверка неисправного элемента. После устранения неисправностей сделать заключение о данной работе. Все полученные результаты измерений заносятся в журнал наблюдений (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Результаты измерений

№ п.п	Код ошибки	Неисправность	Причина	Величина измеренного параметра	Технические условия
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Лабораторная работа № 4

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Цель работы: ознакомиться с устройством и принципом действия систем передачи данных, а также методами работы с ними.

Организация рабочего места: техническая документация, источник питания с напряжением 12 В, действующая система управления дизельным двигателем VW PASSAT B5, цифровой осциллограф, цифровой набор слесарного инструмента, сканирующий тестер.

Общие положения

Современные технологии систем управления автомобилем постоянно совершенствуются. Широко стала использоваться система соединения распределенных электронных блоков систем управления посредством шин передачи данных CAN (Controller Area Network – локальная сеть, связывающая блоки управления). Кроме этого, применяется система обмена информации между отдельными интеллектуальными узлами, механизмами и системами [16]. На рис. 4.1 представлен фрагмент сети передачи данных силового агрегата.

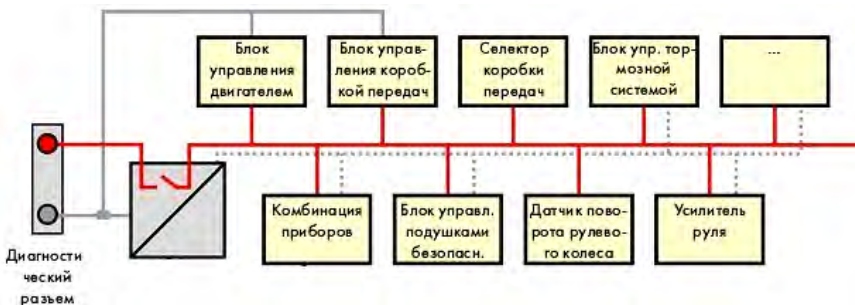


Рис. 4.1. Фрагмент сети передачи данных CAN

В общем виде протокол передачи данных состоит из кадров, каждый из которых состоит из восьми полей (рис. 4.2)

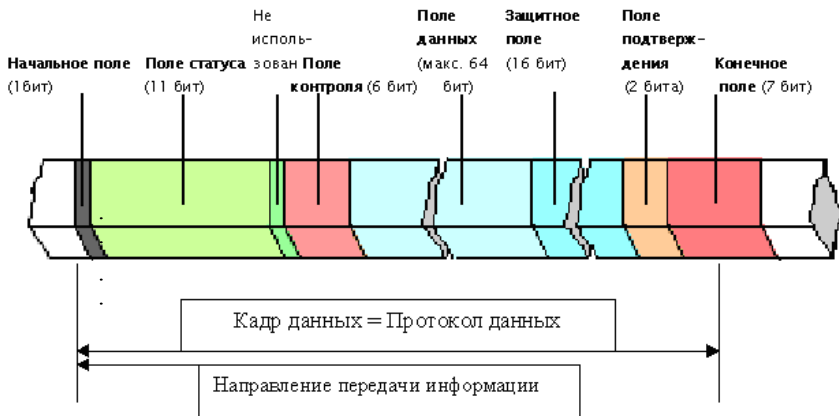


Рис. 4.2. Протокол передачи данных

Начальное поле – обозначает начало протокола данных и состоит из одного бита.

Поле статуса – содержит информацию о приоритете протокола данных. Если, к примеру, два блока управления отправляют сигнал одновременно, первым отправляется сообщение блока управления с более высоким приоритетом. Кроме того, в этом поле указывается название сообщения (напр., скорость вращения коленчатого вала двигателя). Поле состоит из 11 бит.

Резервное поле – не используется.

Поле контроля – содержит код количества передаваемой в поле данных информации. Таким образом, каждый получатель может проверить, получил ли он информацию в полном объеме. Поле содержит 6 бит информации.

Поле данных – содержит передаваемую информацию блоком управления. Поле содержит информацию не более 64 бит.

Защитное поле – необходимо для того, чтобы обнаружить перебои в передаче информации. Поле содержит 16 бит информации.

Поле подтверждения – информация, отправленная получателем, которые сигнализируют отправителю, что они правильно при-

няли сообщение. Если же была допущена ошибка, отправитель немедленно информируется и сообщение отправляется повторно. Поле содержит 2 бита информации.

Конечное поле – в данном поле блок управления проверяет протокол данных относительно правильности и отсылается подтверждение получателю. Если блок управления находит ошибки, передача информации немедленно прекращается и сообщение отправляется снова. Передача данных прекращается. Поле содержит 7 бит информации.

В начальном поле указывается один бит, имеющий доминантное состояние. Затем в поле статуса вводится 11 бит информации о приоритете синтезирующего устройства, т. е. подается старший бит с доминантным состоянием. После этого в резервном поле устанавливается один бит в рецессивном состоянии, а в поле контроля указывается объем передаваемой полезной информации от 0 до 64 бит. 0 бит соответствует коду 0000, а 64 бита – 1000. Далее создается основное поле данных, в котором указываются в двоичной форме реальные параметры работы системы. Для генераторной установки передаваемая информация – это разрешение на запуск, величина требуемой мощности, температура окружающей среды и т. д. Для системы освещения это команды по включению и яркости свечения соответствующих ламп, для системы световой информации мигание ламп производится не на физическом, а на программном уровне, поэтому в полезной передаваемой информации указывается и частота включения ламп в двоичной системе исчисления. Вся рабочая информация подразделяется на 8 групп в каждой группе по 8 бит. Каждая группа отвечает за свой конкретный параметр. В защитном поле передается информации о правильности передачи данных, как правило, это 16 бит, имеющих рецессивное состояние. В поле подтверждения требуется считывать данные с приемника сообщения. В случае передачи доминантного состояния с приемника подтверждается правильность передачи, в случае передачи рецессивного состояния требуется повторная передача.

На автомобилях концерна VW, в том числе и на PASSAT B5, применяются шины CAN различных типов. Впервые была применена шина CAN для системы «Комфорт», позволяющая передавать данные со скоростью 62,5 кбит/с. Затем применили шину CAN силового агрегата, позволяющую передавать данные со скоростью 500 кбит/с. В настоящее время шина CAN силового агрегата устанавливается на все автомобили концерна. Начиная с модельного

года 2000, применяется усовершенствованная шина CAN системы «Комфорт» и шина CAN информационно командной системы. Скорость передачи данных этими шинами равна 100 кбит/с. В настоящее время применяется объединенная шина CAN системы «Комфорт» и информационно командной системы, которая обменивается данными с шиной CAN силового агрегата через межсетевой интерфейс (Gateway), встроенный в комбинацию приборов.

Использование дифференциальной передачи данных на примере шины CAN силового агрегата позволяет повысить надежность передачи данных. Симметричные импульсы передаются по витой паре, один провод которой имеет высокое состояние *High*, а другой – низкое *Low* (рис. 4.3). Каждый из блоков управления подсоединен к шине CAN силового агрегата посредством отдельного трансивера, в котором имеется приемник сигналов. Этот приемник представляет собою дифференциальный усилитель, установленный на входе трансивера. В дифференциальном усилителе производится обработка сигналов, поступающих по проводам *High* и *Low*. Далее обработанные сигналы направляются на вход блока управления. Эти сигналы представляют собой напряжение на выходе дифференциального усилителя.

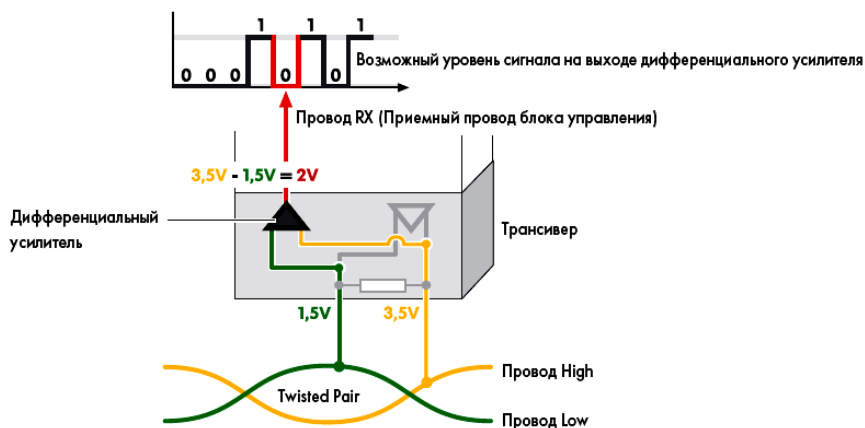


Рис. 4.3. Приемопередающее устройство шины передачи данных

При нахождении напряжения на базовом уровне говорят о рецессивном состоянии, т. к. оно может быть изменено любым подключен-

ным к ней блоком управления. В рецессивном состоянии напряжение на обоих проводах равно 2,5 В. При нахождении шины CAN в рецессивном состоянии разность напряжений на ее проводах равна нулю.

В доминантном состоянии напряжение на проводе *High* шины CAN повышается до 3,5 В, а на проводе *Low* шины CAN падает до 1,5 В (рис. 4.4).

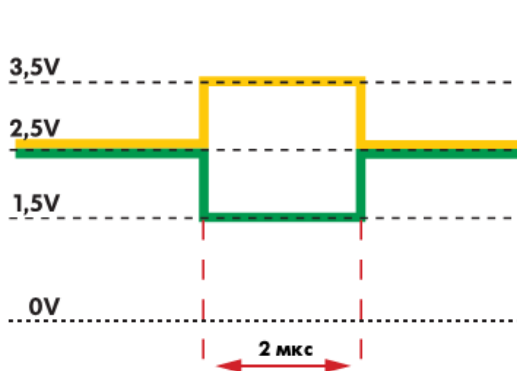


Рис. 4.4. Форма сигнала, передаваемого по проводам шины CAN (на примере шины CAN силового агрегата) и на входе дифференциального усилителя

Дифференциальный усилитель формирует выходное напряжение как разность между напряжениями на проводах *High* и *Low* шины CAN (рис. 4.5). Таким образом исключается влияние величины CAN *High* CAN *Low* базового напряжения (у шины CAN силового агрегата оно равно 2,5 В) или какого-либо напряжения, вызванного, например, внешними помехами.

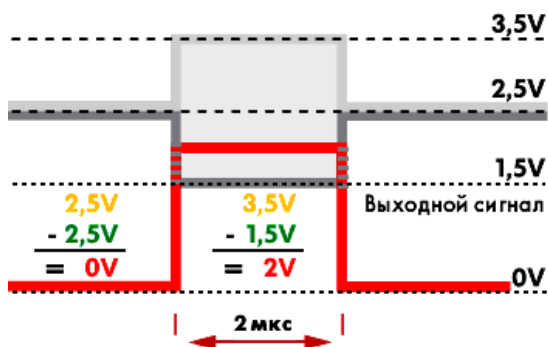


Рис. 4.5. Форма сигнала на выходе дифференциального усилителя

Таким образом, влияние помех исключается в результате обработки сигналов, передаваемых на вход дифференциального усилителя по проводам *High* и *Low* шины CAN, что называют техникой дифференциальной передачи данных. Другим преимуществом этой техники является надежность передачи данных на отдельные блоки управления при колебаниях напряжения в бортовой сети (например, при пуске двигателя). Благодаря прокладке проводов шины *High* и *Low* с перекручиванием между собой, вызывающий помеху импульс *X* оказывает на них одинаковое воздействие. Так как в дифференциальном усилителе напряжение на проводе *Low* ($1,5\text{ В} - X$) вычитается из напряжения на проводе *High* ($3,5\text{ В} - X$), в обработанном сигнале помеха отсутствует (рис. 4.6).

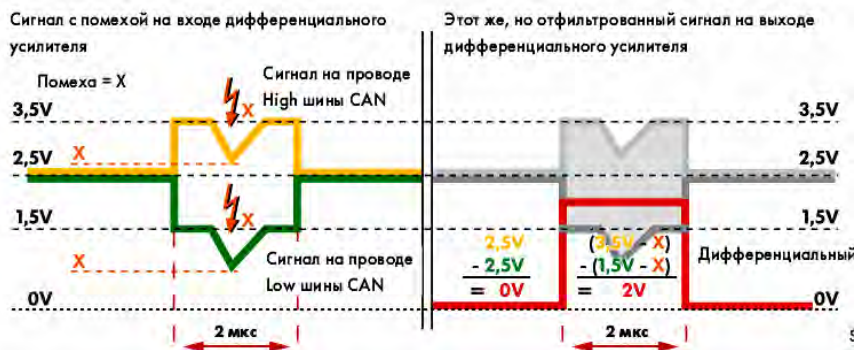


Рис. 4.6. Фильтрация помех в дифференциальном усилителе на примере шины CAN силового агрегата

Передаваемые каким-либо блоком управления сигналы должны усиливаться в трансивере до уровня, на который рассчитаны приемные устройства всех других блоков управления, подключенных к шине CAN.

Подключенные к шине CAN блоки управления имеют определенные входные сопротивления, которые образуют нагрузку на провода шины. Суммарная нагрузка зависит от числа подключенных к шине блоков управления и от их входных сопротивлений.

Например, подключенный к шине CAN силового агрегата блок управления двигателем создает нагрузку 66 Ом, включенную между проводами *High* и *Low*. Другие блоки управления нагружают шину сопротивлениями по 2,6 кОм каждый. В зависимости от числа подключенных к шине управления нагрузка на шину может составлять от 53 до 66 Ом.

Трансивер служит для передачи сигналов на оба провода шины CAN. При этом увеличение напряжения на проводе *High* численно равно его понижению на проводе *Low*. Изменение напряжения на каждом проводе шины CAN силового агрегата составляет не менее 1 В, а на каждом проводе шины CAN системы «Комфорт» и информационно командной системы – не менее 3,6 В (рис. 4.7).

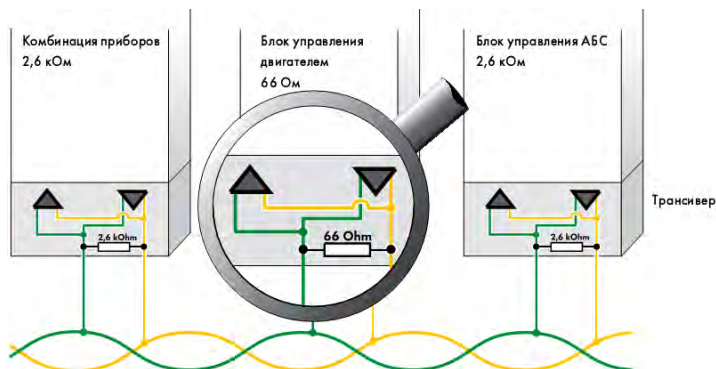


Рис. 4.7. Нагрузочные сопротивления на проводах *High* и *Low* шины CAN

На рис. 4.8. представлена осциллограмма исправной системы передачи данных.

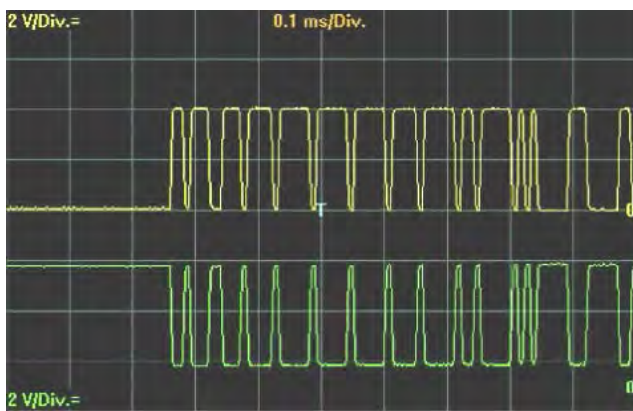


Рис. 4.8. Осциллограмма исправной системы передачи данных

Наиболее распространенной причиной неисправности может быть обрыв проводов шины передачи данных (рис. 4.9), нарушение контакта в разъемах, а также ухудшение изоляции. Этим неисправностям присвоены коды в соответствии с табл. 4.1. ISO – это международная организация по стандартизации (International Organisation for Standardization). В этой таблице приведены возможные неисправности шины CAN.

Таблица 4.1

Неисправности шин передачи данных в соответствии с ISO

№ ошибки шины CAN	Неисправность
1	Обрыв CAN Low
2	Обрыв CAN High
3	Замыкание на «плюс» CAN Low
4	Замыкание на «массу» CAN High
5	Замыкание на «массу» CAN Low
6	Замыкание на «плюс» CAN High
7	Замыкание на провод Low CAN High Замыкание на провод High CAN Low
8	Отсутствие R

Неисправности 3 и 8 шины CAN силового агрегата могут быть однозначно идентифицированы с помощью мультиметра или омметра.

Неисправности 1, 2 и 9 могут быть выявлены только с помощью цифрового осциллографа.

Поиск неисправностей шины CAN системы «Комфорт» и информационно-командной системы производится только с помощью осциллографа. Неисправность у этой шины не возникает.

При обрыве провода *Low* на нем регистрируются нерегулярные сигналы с напряжением свыше 2,5 В.

Отключив электронный блок управления от источника питания, это сопротивление можно измерить с помощью омметра.

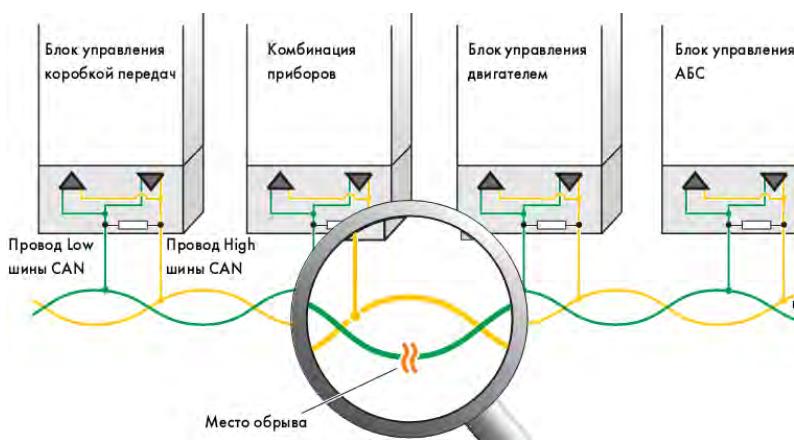


Рис. 4.9. Обрыв провода передачи данных

В результате обрыва на экране можно увидеть следующую осциллограмму, изображенную на рис. 4.10.

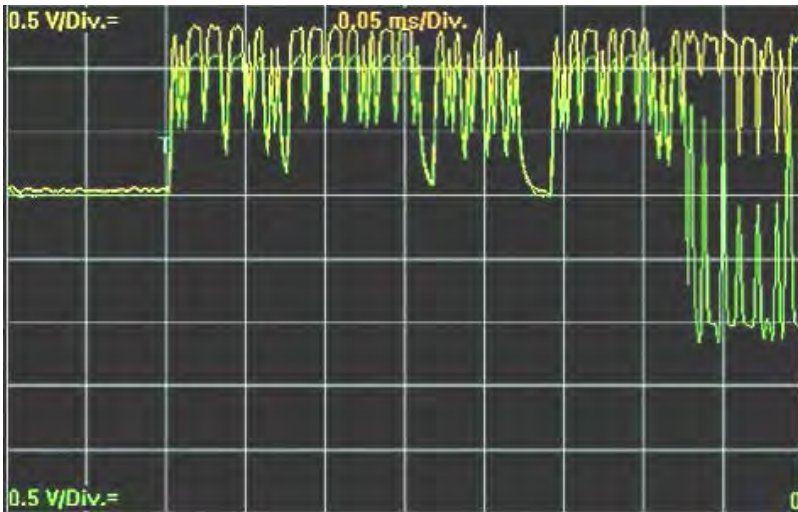


Рис. 4.10. Осциллограмма сигнала при обрыве провода Low

Порядок выполнения работы

Передаваемую информацию в шине данных можно фиксировать с помощью цифрового осциллографа с последующей расшифровкой данных или с помощью электронного дешифратора – анализатора сигналов. В случае отсутствия информации об обмене данными от автопроизводителей достаточно использовать информацию, записанную с шины данных одного исправного автомобиля и составить протокол обмена данными для конкретного автомобиля. Далее на основании полученной информации воссоздается сигнал управления электронным блоком.

Основная проблема диагностирования возникает в том случае, когда компьютерное диагностирование невозможно или же оно не адекватное (например, после замены лампы дальнего света на заведомо исправную последняя по-прежнему не работает, а сканирующий тестер указывает на неисправность замененной лампы). В таком случае требуется уточнить тот элемент, который вносит значительные искажения в результаты диагностирования. Для этого можно использовать метод замещения предполагаемого неисправного элемента или системы.

Синтез управляющего сигнала формируется на основании полученного сигнала с управляющего органа. Для выделения требуемой команды необходимо декодировать полученный сигнал.

Для проверки исправности шины CAN требуется подключить осциллограф либо к двум выводам шины в разъеме ЭБУ в соответствии с принципиальной схемой, либо к диагностическому разъему. Проверка производится по отношению к «-». Если электронный блок управления указывает на разрыв проводов шины CAN, то следует проверить исправность проводов и проверить сигналы, по ним проходящие. В соответствии с рис. 4.8 сигнал должен быть стабильным и соответствовать нормативным данным. Высокий и низкий уровни сигналов зеркально отображаются и дают в сумме 0.

Все полученные результаты измерений заносятся в журнал наблюдений (см. табл. 1.2). По результатам измерений при необходимости строятся зависимости функции от аргумента и делается вывод по проделанной работе с внесением предложений о дальнейших действиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонькин, Ф.Н. Текущий ремонт автомобилей / Ф.Н. Авдонькин. – М.: Транспорт, 1978. – 269 с.: ил.
2. Автомобильные двигатели / под ред. М.С. Ховаха. – М.: Машиностроение, 1977. – 591 с.: ил.
3. Автомобильные и тракторные двигатели: в 3 ч. – Ч. 1: Теория двигателей и системы их топливоподачи: учебник для вузов. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Высшая школа, 1976. – 386 с.: ил.
4. Аригин, И.Н. Диагностирование на автомобильном транспорте: учебное пособие для средн. проф.-техн. училищ / И.Н. Аригин. – М.: Высшая школа, 1985. – 80 с.: ил.
5. Богатырев, А.В. Автомобили: учебное пособие для вузов / А.В. Богатырев. – М.: Колос. – 493 с.: ил.
6. Богдан, Н.В. Применение микропроцессорной техники в авто-тракторостроении / Н.В. Богдан. – Минск: Ураджай, 1987. – 56 с.
7. Болдин, А.П. Некоторые вопросы разработки средств встроенного диагностирования. Техническая эксплуатация авто-

мобилей / А.П. Болдин // Тр. МАДИ. – 1977. – Вып. 135. – С. 114–120.

8. Данов, Б.А. Электронные приборы автомобилей: учебное пособие для ПТУ / Б.А. Данов, В.Д. Рогачев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1992. – 76 с.: ил., табл.

9. Савич, Е.Л. Легковые автомобили: учебное пособие / Е.Л. Савич. – М.: Новое знание; Минск: Новое знание, 2009. – 651 с.: ил.

10. Савич, Е.Л. Топливная аппаратура легковых автомобилей. Бензин / Е.Л. Савич. – Минск: Автостиль, 1996. – 130 с.

11. Савич, Е.Л. Техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей / Е.Л. Савич, М.М. Болбас, В.К. Ярошевич; под общ. ред. Е.Л. Савича. – Минск: Вышэйшая школа, 2001. – 479 с.: ил.

12. Соснин, Д.А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д.А. Соснин, В.Ф. Яковлев. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 240 с.: ил.

13. Транспорт и окружающая среда / М.М. Болбас [и др.]. – Минск: Технопринт, 2002. – 262 с.: ил.

14. Тюнин, А.А. Диагностика электронных систем управления двигателем легковых автомобилей / А.А. Тюнин. – М.: СОЛОН-Пресс, 2007. – 352 с.: ил.

15. Электронные системы управления автомобилем: лабораторные работы (практикум) для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» и 1-37 01 07 «Автосервис»: в 3 ч. – Минск: БНТУ, 2007–2012. – Ч. 1: Диагностирование электронных систем управления двигателем / сост.: Е.Л. Савич, А.С. Гурский. – 2007. – 80 с. – Ч. 2: Диагностирование датчиков и исполнительных механизмов электронных систем управления / сост.: А.С. Гурский, Е.Л. Савич. – 2011. – 106 с.

16. www.volkswagen.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1 ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ В КОМПЛЕКСЕ С ВХОДНЫМИ И ВЫХОДНЫМИ ЦЕПЯМИ.	3
Лабораторная работа № 2 ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ.	38
Лабораторная работа № 3 САМОДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ.	45
Лабораторная работа № 4 ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.	50
Литература.	60

Учебное издание

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

Лабораторные работы (практикум) для студентов
специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»
и 1-37 01 07 «Автосервис»

В 3 частях

Часть 3

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ

Составители:

ГУРСКИЙ Александр Станиславович
САВИЧ Евгений Леонидович

Редактор Е.О. Коржуева
Компьютерная верстка А.Г. Занкевич

Подписано в печать 21.03.2012.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,66. Уч.-изд. л. 2,86. Тираж 150. Заказ 744.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.