

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

Лабораторный практикум
для студентов специальностей 1-37 01 06
«Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)»
и 1-37 01 07 «Автосервис»

В 3 частях

Часть 1

СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ

Минск
БНТУ
2019

УДК 629.3:004.8(076.5)(075.8)

ББК 39.33-я7

И73

С о с т а в и т е л и:

А. С. Гурский, Е. Л. Савич

Р е ц е н з е н т ы:

Д. Н. Коваль, В. А. Кусяк.

И73 **Интеллектуальные системы управления автомобилем** : лабораторный практикум для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)» и 1-37 01 07 «Автосервис»: в 3 ч. / сост.: А. С. Гурский, Е. Л. Савич. – Минск: БНТУ, 2019. – Ч. 1: Силовые установки. – 47 с.
ISBN 978-985-583-131-1 (Ч. 1).

Практикум состоит из трех лабораторных работ, в которых рассматриваются: современная система управления двигателем, подсистем подачи топлива, воздуха, а также зажигания, основные методы диагностирования с использованием современных систем диагностики, анализ функционирования систем в различных режимах работы. Практикум будет использован для проведения лабораторных работ по дисциплинам «Интеллектуальные системы управления автомобилем» для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» и 1-37 01 07 «Автосервис».

УДК 629.3:004.8(076.5)(075.8)

ББК 39.33-я7

ISBN 978-985-583-131-1 (Ч. 1)

ISBN 978-985-583-132-8

© Белорусский национальный
технический университет, 2019

Лабораторная работа № 1

КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕНЗИНОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКАНИРУЮЩЕГО ТЕСТЕРА «СКАНМАТИК» НА БАЗЕ УЧЕБНОГО СТЕНДА НТЦ-15.40.1 «СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ВПРЫСКОМ ТОПЛИВА»

Цель работы

1. Изучить сканирующий тестер «СКАНМАТИК».
2. Изучить учебный стенд НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива».
3. Изучить способ компьютерного диагностирования.

Организация рабочего места: техническая документация, комплект сканирующего тестера «СКАНМАТИК», учебный стенд НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателем с распределенным впрыском топлива».

Общие сведения

Лабораторный стенд НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива» предназначен для использования в качестве учебного оборудования в высших и средних специальных учебных заведениях при проведении лабораторно-практических занятий по дисциплине «Интеллектуальные системы управления автомобилем» и «Электронные системы управления автомобилем».

В стенде предусмотрена возможность проведения прямых электрических измерений в цепях изучаемых систем, ввода неисправностей с их последующей диагностикой и регулировкой параметров, используя любое известное диагностическое оборудование систем автомобильных двигателей.

Стенд обеспечивает наглядность при изучении функционирования системы управления бензинового двигателя автомобиля. Так же он может использоваться для диагностики и снятия рабочих характеристик элементов системы управления бензинового двигателя.

Конструктивно стенд представляет собой металлическую раму, на которую крепятся электродвигатель, заменяющий двигатель внутреннего сгорания автомобиля, топливный бак с топливным насосом и фильтром, вакуумный насос, компрессор, алюминиевый каркас с рабочей панелью.

В верхней части лицевой панели изделия размещены изображения датчиков (скорости, положения коленчатого вала, положения дроссельной заслонки, массового расхода воздуха), исполнительных устройств (регулятор холостого хода, вентилятор радиатора) воздушный фильтр с датчиком массового расхода воздуха, дроссельная заслонка с датчиком положения и регулятором холостого хода, комбинация приборов, выключатель зажигания, датчики частоты вращения коленчатого вала, температуры охлаждающей жидкости, концентрации кислорода, колодка диагностики, электронный блок управления двигателем, блок ввода неисправностей. Возле изображений датчиков и исполнительных устройств размещены контрольные точки с которых можно снимать сигналы датчиков и индикаторы состояния исполнительных устройств.

В нижней части лицевой панели размещены модуль зажигания, свечи зажигания, установленные в камеру высокого давления, топливная рампа с форсунками и регулятором давления топлива, расходомер впрыскиваемого топлива с возможностью измерения расхода топлива индивидуально для каждой форсунки, счетчик циклов, позволяющий отключать подачу топлива через заданное количество циклов работы двигателя, манометры давления топлива, давления в свечной камере, вакуумметр разрежения во впускном тракте.

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

Стенд имеет возможность электронной диагностики параметров работы и неисправностей с помощью сканирующего тестера «СКАНМАТИК» или его аналогов, а также принудительного введения неисправностей с их последующей диагностикой и локализацией.

Программа «СКАНМАТИК» – предназначена для диагностики электронных систем и блоков управления (ЭБУ) автомобилей. Программа используется для проведения технического обслуживания и

ремонта автомобилей в автосервисах, владельцем автомобиля при наличии персонального компьютера (ПК), совместимого с IBM PC. Программа «СКАНМАТИК» имеет модульную структуру, состоящую из нескольких диагностических модулей, покрывающих функции диагностики различных марок автомобилей. Поддерживаемые шины данных ISO-9141/ISO-14230 (K-LINE).

Описание программы

Интерфейс пользователя. После запуска программы на экране появится главное окно программы (Рис. 1.1).

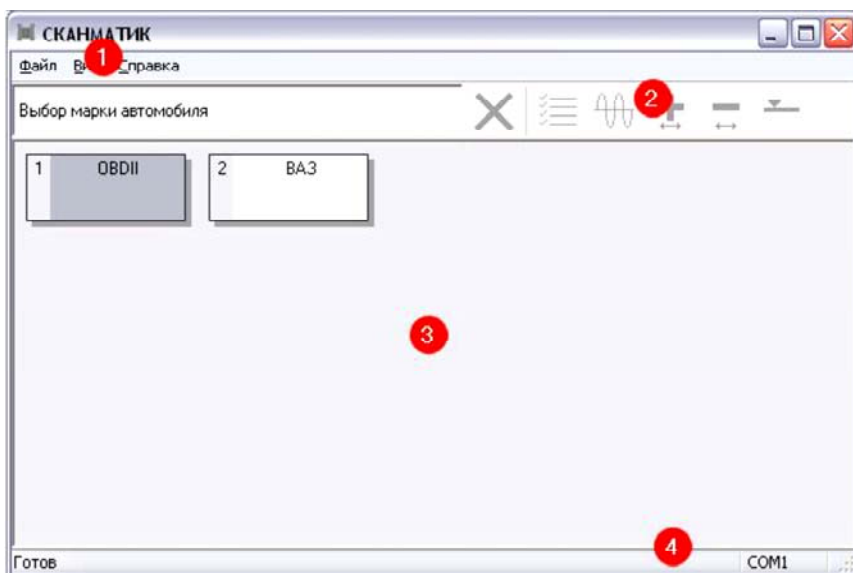


Рис. 1.1. Главное окно программы:

- 1 – меню команд; 2 – панель инструментов;
- 3 – рабочая область программы; 4 – строка состояния

Меню команд содержит:

Меню «Файл»:

Выход из программы. Также выход из программы можно осуществить через комбинацию клавиш «Alt+F4» или кнопку «Закреть» в заголовке главного окна.

Меню «Вид»:

«Строка состояния» – показывает или скрывает строку состояния.

«Назад» – выход из текущего меню или режима диагностики, кроме этого можно использовать кнопку «назад» на панели инструментов или клавишу «ESC» на клавиатуре.

«Настройки» – выводит окно настроек программы.

«Просмотр» – содержит вложенное меню для настройки параметров (см. “просмотр параметров”).

Меню “Справка” – выводит справку программы. Справка программы может также вызываться нажатием клавиши F1 на клавиатуре.

«О программе» – выводит информацию.

Панель инструментов находится в верхней части главного окна программы и служит для более удобного доступа к командам меню с помощью мыши. В левой части панели инструментов содержится *заголовок меню или режима диагностики*. В правой части содержатся кнопки, дублирующие следующие команды меню:

«Назад» – выход из текущего меню или режима диагностики.

«Набор параметров» – выводит диалоговое окно редактирования параметров.

«График» – включает/выключает графический режим отображения параметров.

«Уже» – увеличивает время горизонтальной развертки.

«Шире» – уменьшает время горизонтальной развертки при графическом отображении параметров.

«Управление ИМ» – включает/выключает режим управления исполнительными механизмами.

В рабочей области программы отображаются меню диагностического модуля и окно просмотра параметров ЭБУ (см. «Просмотр параметров»).

Выбор пунктов меню осуществляется с помощью левой кнопки мыши или клавиш «Enter» или «Пробел» на клавиатуре. Движение по пунктам меню – клавишами «Вверх», «Вниз», «Влево» и «Вправо».

Для выхода из текущего меню используется клавиша «ESC», кнопка «Выход» на панели инструментов или команда «Назад» из меню команд.

Строка состояния находится в нижней части главного окна программы и служит для отображения информации о состоянии программы.

При выборе команды из меню в левой части строки состояния отображается описание команды. В правой части – выбранный СОМ-порт компьютера. При графическом просмотре параметров в правой части строки состояния выводится время развертки по горизонтальной оси.

Паспорт. Программа считывает и выводит на экран различные идентификационные данные блока управления (рис. 1.2).

Паспорт блока управления	
Модель автомобиля	VINNotProgrammed
Серийный номер	371.3763 000-02
Код блока управления	MIKAS11ET
Код программы	4052400799
Система или двигатель	ZMZ-40524.10
Код запчастей	0000000
Дата подготовки ПЗУ	20-11-2007
Идентификатор	ZE079922
Контр.сумма ПЗУ	FFFF
Паспорт автомобиля	
Двигатель	0000000
Кузов	0000000
Дата изготовления	01-01-2008
Иммобилизатор	
ЭБУ обучен	НЕТ
ЭБУ разблокирован	ДА
Обход иммо разрешен	НЕТ
Обход пароля разрешен	НЕТ

Рис. 1.2. Паспорт электронного блока управления

Для сохранения паспорта в отчет выберите меню «Сохранить».

Просмотр и сброс кодов ошибок. Программа считывает и выводит на экран коды ошибок, выявленных ЭБУ автомобиля, их статус и расшифровку (рис. 1.3).

Код ошибки – представляет собой буквенно-числовое или числовое обозначение.

Статус – Количество колонок статуса ошибки зависит от конкретного ЭБУ. Основные: «тек» – текущая, «сохр» – сохраненная, «мнгр» – многократная и т. п. Подробнее смотрите в описании соответствующего модуля.

Расшифровка кодов ошибок производится программой Сканматик.

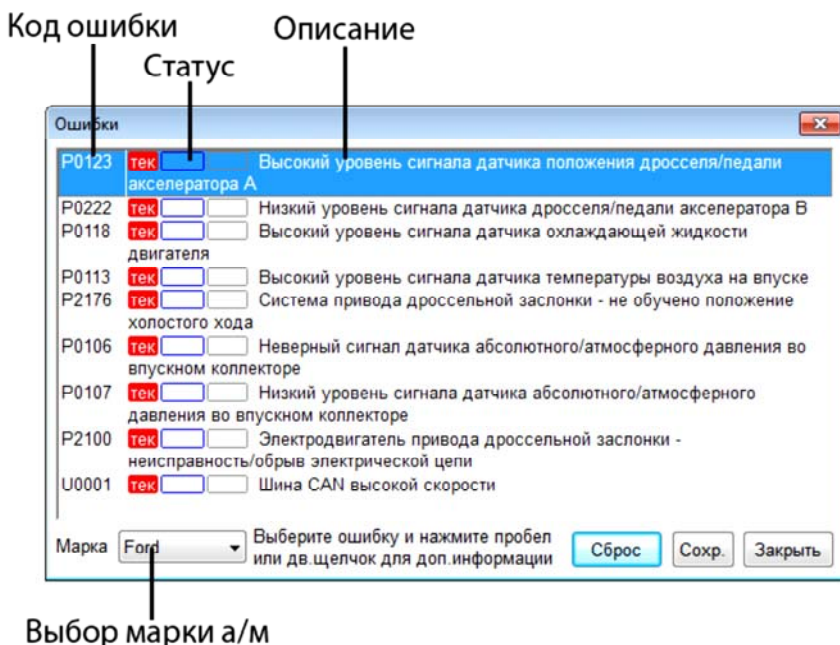


Рис. 1.3. Вывод кодов ошибок электронного блока управления

Выбор марки автомобиля. Это поле доступно только в модуле OBD-II. Поскольку описание кода ошибки зависит от производителя автомобиля, следует выбрать марку авто в данном поле.

Некоторые ЭБУ сохраняют дополнительную информацию об ошибке («Стоп кадр»), например, значения переменных в момент ее появления. Если такая функция предусмотрена ЭБУ, тогда в нижней части окна появится соответствующее сообщение («Доступна доп. информация»). Для вызова стоп кадра нажмите на соответствующую строчку кода ошибки.

Сброс кодов ошибок (стирание из памяти ЭБУ) производится нажатием кнопки «Сброс».

ВАЖНО! Сброс кодов ошибок, как правило, возможен только при включенном зажигании и заглушенном двигателе.

Для сохранения кодов ошибок в отчет выберите пункт меню «Сохранить».

Просмотр параметров. Режим просмотра параметров поддерживается большинством электронных блоков управления. При

выборе данного режима из меню в рабочей области программы на экране появится диалоговое окно редактирования набора параметров (рис. 1.4).

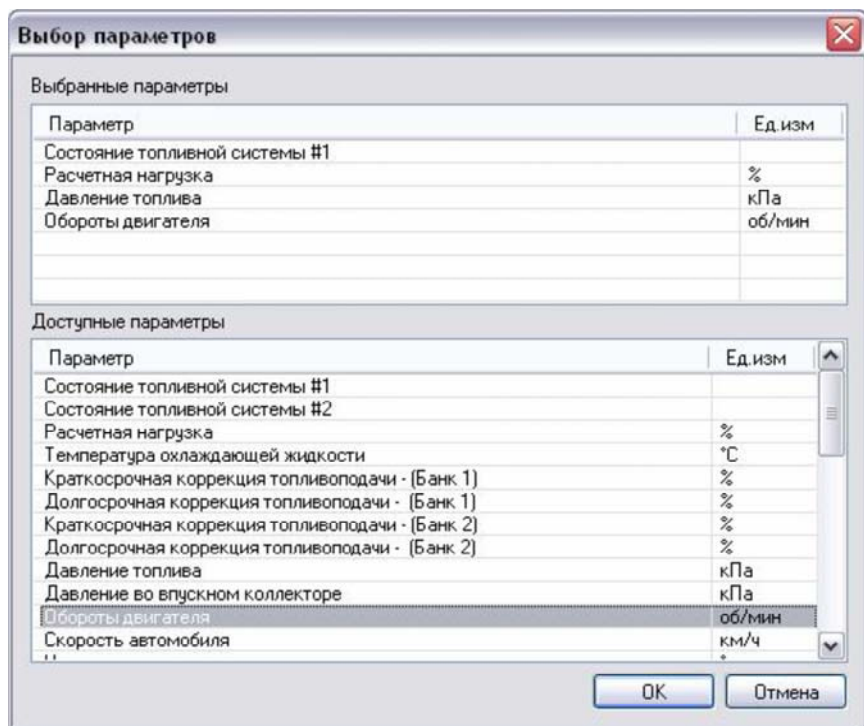


Рис. 1.4. Окно редактирования набора параметров

В нижней части окна расположен список доступных параметров для просмотра. Добавление параметра в набор осуществляется двойным щелчком мыши по его названию или нажатием клавиши «Ins». В верхней части окна находится список выбранных параметров. Удаление параметра из набора осуществляется двойным щелчком мыши по или клавишей «Del». При работе с клавиатурой нужно, чтобы фокус ввода клавиатуры находился в соответствующем окне списка (переключение между окнами списков осуществляется клавишей «Tab»). После выбора параметров нажмите «ОК». Программа начнет чтение и отображение данных в цифровом или графическом виде.

В цифровом режиме отображаются на экране в виде списка текущих значений: названия и единицы измерения (рис. 1.5).

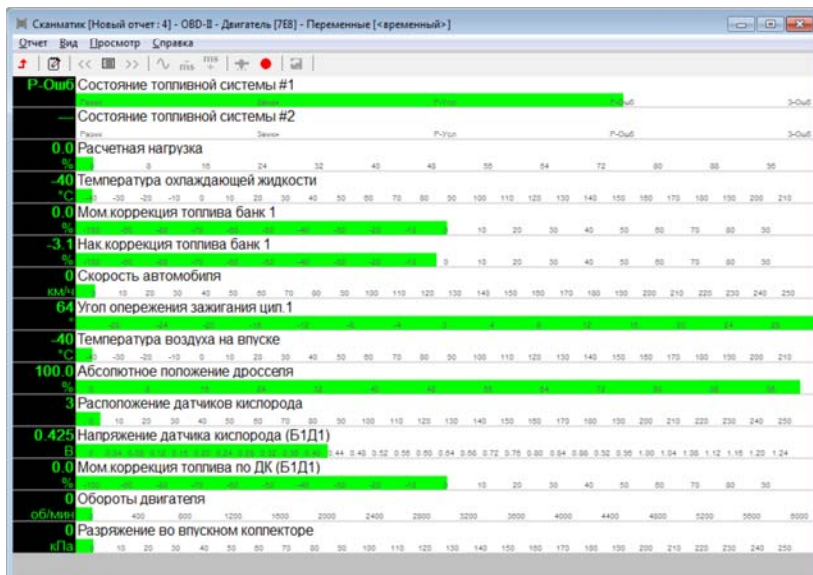


Рис. 1.5. Режим просмотра параметров ЭБУ (показан цифровой режим)

Название параметра закрашивается зеленым прямоугольником, длина которого соответствует текущему значению (при минимальном значении – длина прямоугольника нулевая и он не виден, при максимальном – длина его достигает правого края окна программы).

При переключении в графический режим внизу отображается график зависимости значений от времени, а текущий параметр в области сетки графика (рис. 1.6).

Настройка шкалы графика осуществляется с помощью мыши. Для смещения верхнего или нижнего предела шкалы переместите курсор в область соответствующего предела, нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее, «переместите», затем отпустите кнопку. Для смещения нуля графика переместите курсор в центральную область шкалы по вертикали, нажмите левую кнопку мыши и переместите шкалу. Настройки режима просмотра параметров доступны из меню команд программы «Вид → Просмотр» или с помощью кнопок на панели инструментов.

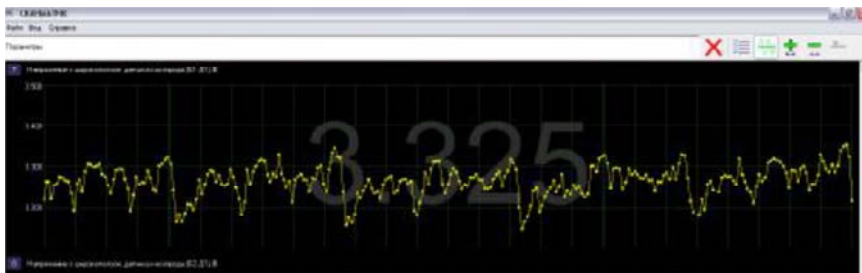


Рис. 1.6. Режим графического просмотра параметров

Управление исполнительными механизмами. Данный режим предназначен для управления исполнительными механизмами (ИМ) автомобиля (форсунками, регулятором холостого хода, оборотами двигателя и др.) в реальном времени с целью выявления их неисправности.

Режим управления исполнительными механизмами автомобиля включается с помощью команды меню “Управление ИМ” (а также с помощью клавиши “F8”) во время просмотра параметров ЭБУ. При этом в верхней части окна появляется панель управления ИМ (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Панель управления ИМ

Выберите исполнительный механизм из открывающегося списка на панели управления. В зависимости от типа ИМ в правой части панели отобразится одна кнопка, две кнопки или линейный регулятор. При помощи кнопок на панели исполнительный механизм переводится в одно из двух возможных положений (ВКЛ/ВЫКЛ, ОТКРЫТЬ/ЗАКРЫТЬ и др.). Линейный регулятор служит для плавного управления такими исполнительными механизмами как регулятор холостого хода и др.

Настройка СОМ порта. Окно настройки программы вызывается с помощью команды «Настройки» из меню команд (рис. 1.8). Из раскрывающегося списка выберите СОМ-порт, к которому подключен адаптер и нажмите «ОК».

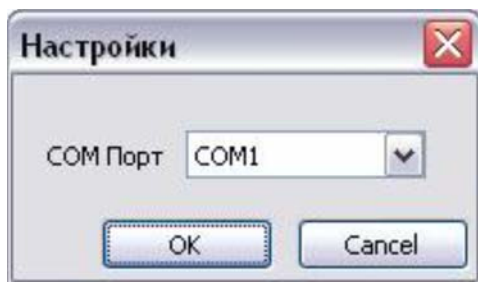


Рис. 1.8. Окно настроек программы

Выполнение работы

Подготовка сканирующего тестера «СКАНМАТИК» и стенда НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива» к работе

1. Ознакомиться со сканирующим тестером «СКАНМАТИК»;
2. Ознакомиться с устройством стенда НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателем с распределенным впрыском топлива» в соответствии с приложением 1;
3. Включить вилку питания 1 в сеть;
4. Тумблер компрессора 3 опустить вниз;
5. Выключатель вакуумного насоса 13 перевести в положение вниз;
6. Регулятор производительности вакуумного насоса повернуть против часовой стрелки до упора;
7. Тумблер датчика концентрации кислорода 5 перевести в положение вверх (нормальная концентрация);
8. Ключ замка зажигания 6 переводим в положение 0;
9. Переключатель передач 7 в нейтральное положение (N);
10. Переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости 8 установить в положение 0;
11. Переключатель датчика уровня топлива 9 установить в положение 100 % (полный бак);
12. Все тумблеры блока ввода неисправностей 14, 15, 16, 17, 18, 19 установить вниз.
13. Включить тумблер счетчиков циклов 20;

14. Слить топливо из мерных емкостей (мензурок), повернув рычаг расположенный справа на стенде по часовой стрелке до упора;

15. Тумблеры автоматического выключателя 2 перевести в положение 1 (вверх); при этом должны засветиться световые индикаторы красного цвета 12;

16. Подключить СКАНМАТИК, кабель с OBD-разъёмом подключить к OBD-разъёму 32 стенда, другой – к соответствующему USB-порту компьютера в соответствии с рис. 1.9;



Рис. 1.9. Расположение диагностического разъема OBD

17. Загрузить программу СКАНМАТИК на компьютере. При первом запуске программы на экране появится окно выбора COM-порта.

18. Выбрать из списка COM-порт, к которому подключен адаптер и нажать кнопку ОК. Настройки COM-порта сохраняются после выхода из программы. При последующих запусках программа будет автоматически проверять COM-порт, и, если COM-порт занят другим приложением или недоступен, программа выведет сообщение об ошибке и предложит выбрать другой COM-порт из списка.

После запуска программы в рабочей области главного окна появится меню выбора диагностических модулей.

19. Выбрать нужный диагностический модуль (в окне меню выбрать марку автомобиля «ВАЗ», а затем двигатель «Январь 7.2–Е2»). Далее следовать инструкциям в описании соответствующего модуля диагностики.

20. Произвести идентификацию блока управления и записать результаты в журнал наблюдений в табл. 1.1.

21. Произвести сканирование ошибок блока управления с определением неисправностей и записать результаты в журнал наблюдений.

22. Произвести анализ неисправностей.

23. Произвести стирание кодов ошибок, а затем повторно сканировать ошибки с последующим анализом неисправностей (присутствующие и отсутствующие) и записать результаты в табл. 1.1.

24. Произвести проверку параметров элементов системы в режиме «Фактические величины» с анализом результата и записать итоги в журнал наблюдений.

25. Проверить исполнительные механизмы путем активации исправность работы, в конце отнести в журнал наблюдений.

Таблица 1.1

Журнал наблюдений.

№ п/п	Измеряемый параметр	Технические условия	Величина измеренного параметра
1	2	3	4
1	Марка автомобиля		
2	Серия и модель		
6	Идентификация блока управления		
5	Тип и характеристики двигателя		
7	Коды ошибок с расшифровками		
	Оставшиеся коды ошибок после удаления их из памяти		
	Фактические величины		
	Активизация исполнительных элементов		

Лабораторная работа № 2

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДСИСТЕМЫ ПОДАЧИ ТОПЛИВА НА БАЗЕ УЧЕБНОГО СТЕНДА НТЦ-15.40.1 «СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ВПРЫСКОМ ТОПЛИВА»

Цель работы

1. Изучить учебный стенд НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива».
2. Изучить особенности функционирования и диагностирования.

Организация рабочего места: техническая документация, учебный стенд НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателем с распределенным впрыском топлива», комплект сканирующего тестера «СКАНМАТИК».

Общие сведения

После пуска двигателя при частоте вращения коленчатого вала более 500 об/мин блок управления регулирует систему подачи топлива в режиме «открытого цикла». В этом режиме он игнорирует сигнал от датчика концентрации кислорода и рассчитывает длительность импульса на форсунку по сигналам от следующих датчиков:

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

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

- сигнал датчика концентрации кислорода начал изменяться, показывая, что он достаточно прогрет для нормальной работы;
- температура охлаждающей жидкости стала больше 32°C;

– двигатель проработал определенный период времени после пуска. Это время может варьироваться от 6 сек до 5 мин в зависимости от температуры охлаждающей жидкости в момент пуска.

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

В режиме ускорения блок управления следит за резкими изменениями положения дроссельной заслонки и за расходом воздуха, обеспечивает подачу добавочного количества топлива за счет увеличения длительности импульса на форсунки. Если возросшая потребность в топливе слишком велика из-за резкого открытия дроссельной заслонки, то блок управления может добавить асинхронные импульсы на форсунки в промежутках между синхронными импульсами, которых при нормальной работе приходится один на каждый опорный импульс от датчика положения коленчатого вала.

В режиме торможения, когда происходит закрытие дроссельной заслонки, уменьшается частота вращения коленчатого вала двигателя, электронный блок управления отслеживает изменения сигнала датчика положения дроссельной заслонки, а также уменьшения расхода воздуха, снижает подачу топлива сокращением длительности импульсов на форсунки.

В режиме торможения двигателя при включенных сцеплении и передаче, блок управления может кратковременно прекратить подачу импульсов на форсунки. Такой режим наступает, когда выполняются следующие условия:

- температура охлаждающей жидкости выше 20°C;
- частота вращения коленчатого вала выше 1800 об/мин, скорость автомобиля более 20 км/ч;
- дроссельная заслонка закрыта;
- массовый расход воздуха более 43 г/сек.

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

- частота вращения коленчатого вала ниже 1600 об/мин, скорость автомобиля меньше 20 км/ч;
- дроссельная заслонка открыта на 2 % или более;
- массовый расход топлива больше 38 г/сек;
- выключено сцепление, что определяется по быстрому падению оборотов.

В режиме отключения подачи топлива, оно не впрыскивается форсунками при выключенном зажигании, чтобы не происходило самовоспламенения в цилиндрах. Кроме того, не подаются импульсы на форсунки. Если блок управления не получает опорных импульсов от датчика положения коленчатого вала, означает остановку двигателя. Режим отключения подачи возможен также при частоте вращения коленчатого вала двигателя свыше 6188 об/мин, для защиты его от разноса. В последнем случае подача топлива возобновляется как только частота вращения станет ниже 6000 об/мин.

Блок-схема электронной подсистемы подачи топлива электронного блока управления двигателем показана на рис. 2.1.

Датчик частоты вращения и положения коленчатого вала – индуктивный, предназначен для синхронизации работы электронного блока управления двигателем с верхней мертвой точкой поршней 1-го и 4-го цилиндров и угловым положением коленчатого вала двигателя. Сопротивление обмотки 650 Ом +/-10%, индуктивность 265 мГн +/- 15% на частоте 1 кГц при температуре 20 °С. В реальном двигателе датчик установлен на кронштейне крышки масляного насоса напротив задающего диска на шкиве привода генератора. У задающего диска имеется 58 зубьев с шагом в 6 град. ПКВ. При таком шаге на диске помещается 60 зубьев. Два зуба срезаны для создания импульса синхронизации («Опорного» импульса). Датчик генерирует импульсы напряжения при прохождении в его магнитном поле зубьев задающего диска. Установочный зазор между сердечником датчика и зубом диска должен находиться в пределах (1+0,41) мм.

Подсистема управления подачей топлива по сигналам датчика положения коленчатого вала определяет частоту вращения коленчатого вала и формирует импульсы впрыска в форсунках.

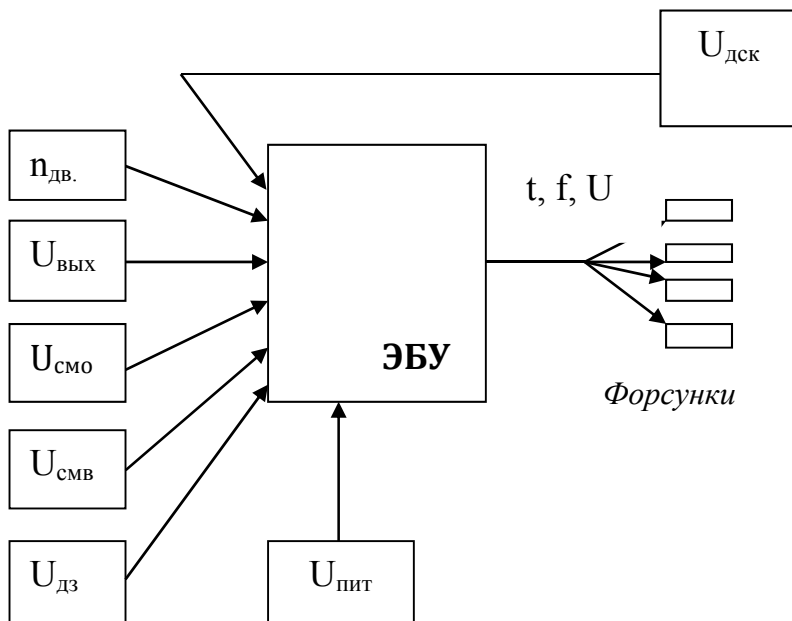


Рис. 2.1. Блок-схема электронной подсистемы подачи топлива электронного блока управления двигателем

Форма осциллограммы напряжения выходного сигнала датчика положения коленчатого вала близка к синусоиде представлена на рис. 2.2.

Амплитуда напряжения и частота следования синхроимпульсов пропорциональны частоте вращения двигателя. При работе двигателя на оборотах холостого хода, амплитуда напряжения синхроимпульсов должна быть не менее 6 В. В режиме запуска двигателя стартером, амплитуда напряжения синхроимпульсов должна быть не менее 0,5 В. При максимальной частоте вращения двигателя амплитуда напряжения импульсов может превышать ± 200 В.

Датчик температуры охлаждающей жидкости представляет собой терморезистор. Датчик завернут в выпускной патрубок охлаждающей жидкости, закрепленный на головке цилиндров, т.е. находится в потоке охлаждающей жидкости. При низкой температуре охлаждающей жидкости датчик имеет высокое сопротивление (100 кОм при -40 °С), а при высокой температуре – низкое (70 Ом при 130 °С). С электронного блока управления подается к датчику

температуры через сопротивление напряжение 5 В. образуя таким образом делитель напряжения в соответствии с рис. 2.3.

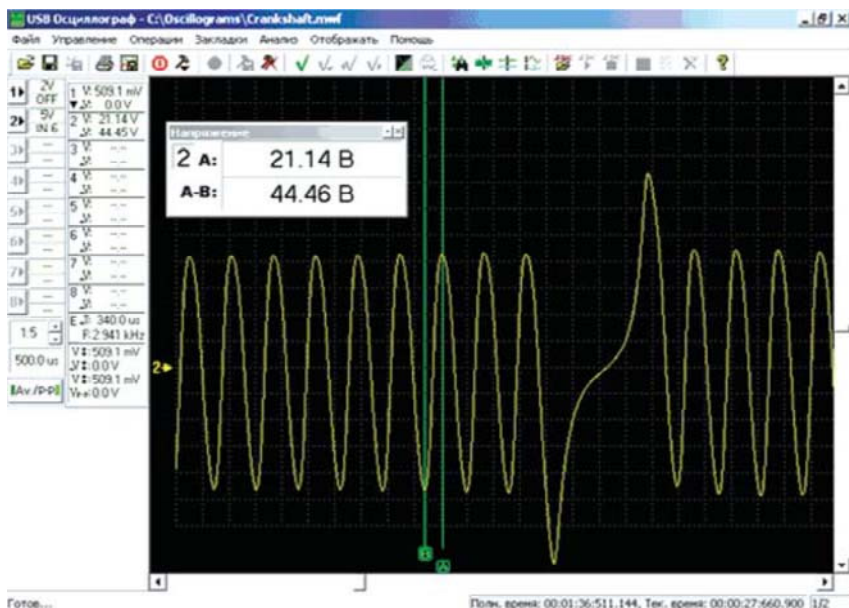


Рис. 2.2. Осциллограмма сигнала датчика частоты вращения и положения коленчатоговала

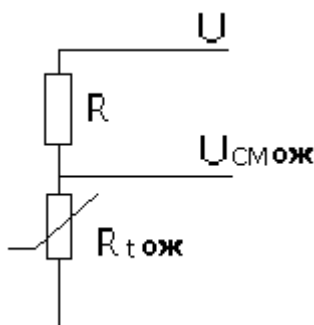


Рис. 2.3. Входная цепь блока управления по определению температуры охлаждающей жидкости. U – входное напряжение на делителе; $U_{\text{см ож}}$ – выходное напряжение, снимаемое с делителя; R – добавочный резистор делителя напряжения; $R_{t\text{ож}}$ – датчик температуры охлаждающей жидкости

Измеряя падение напряжения на датчике блок управления определяет температуру охлаждающей жидкости. Сигнал датчика температуры влияет на работу большинства подсистем, которыми управляет электронный блок управления. Подобным образом обрабатывается датчик температуры воздуха.

Формирование напряжения на делителе происходит следующим образом:

$$U_{\text{СМ}} = U - IR, \quad (2.1)$$

$$I = \frac{U}{R + R_{\text{ТОЖ}}}, \quad (2.2)$$

$$U_{\text{СМ}} = U \left(1 - \frac{R}{R + R_{\text{ТОЖ}}}\right). \quad (2.3)$$

Датчик массового расхода воздуха является основным датчиком для приготовления топливовоздушной смеси. Устанавливается между воздушным фильтром и воздухопроводом, идущим к дроссельному патрубку. В датчике используются три чувствительных элемента в виде струн. Один элемент определяет температуру воздуха, а два других, соединенные параллельно, – нагреваются до определенной температуры, превышающей температуру воздуха. Проходящий через датчик воздух охлаждает нагреваемые элементы.

Электронная схема датчика определяет расход воздуха путем измерения электрической мощности, необходимой для поддержания заданной температуры нагреваемых элементов. Информацию о расходе воздуха датчик выдает в виде частотного сигнала (2–10 кГц). Чем больше расход воздуха, тем выше частота сигнала (рис. 2.3). Блок управления использует информацию от датчика массового расхода воздуха для определения длительности импульса открытого состояния форсунок.

Датчик концентрации кислорода в отработавших газах устанавливается на приемной трубе глушителей, где он отслеживает содержание остаточного кислорода в потоке отработавших газов. В датчике находится чувствительный элемент из диоксида циркония. В зависимости от концентрации кислорода в отработавших газах датчик генерирует выходное напряжение. Оно

изменяется приблизительно от 0,1 В (высокое содержание кислорода – бедная смесь) до 0,8 В (мало кислорода – богатая смесь). Отслеживая выходное напряжение датчика концентрации кислорода, блок управления определяет какую команду по корректировке состава рабочей смеси подавать на форсунки. Если смесь бедная, то дается команда на обогащение смеси. Если смесь богатая – дается команда на обеднение смеси.

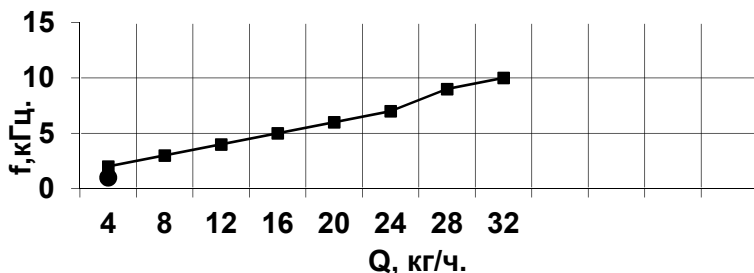


Рис. 2.3. Зависимость изменения частоты сигнала датчика расхода воздуха от массы проходящего воздуха; Q, кг/ч – масса, воздуха проходящего через датчик расхода воздуха; U, В – напряжение, снимаемое с датчика расхода воздуха

Датчик положения дроссельной заслонки установлен сбоку на дроссельном патрубке и связан с осью дроссельной заслонки. Датчик представляет собой потенциометр, на один крайний вывод которого подается плюс напряжения питания 5 В, а другой крайний вывод соединен с массой. С третьего вывода идет выходной сигнал к блоку управления. Когда дроссельная заслонка поворачивается (от воздействия на педаль управления), изменяется напряжение на выходе датчика. При закрытой дроссельной заслонке оно ниже 1,25 В. Когда заслонка открывается, напряжение на выходе датчика растет, при полностью открытой заслонке оно должно быть более 4 В. Отслеживая выходное напряжение датчика, блок управления корректирует подачу топлива в зависимости от угла открытия дроссельной заслонки. Датчик положения дроссельной заслонки не требует никакой регулировки, т. к. блок управления воспринимает холостой ход (т. е. полное закрытие дроссельной заслонки) как нулевую отметку.

Узел дроссельной заслонки является в системе устройством, через которое водитель задает требуемую скорость движения

автомобиля. Нажимая на педаль дроссельной заслонки (газа), он изменяет пропускную способность впускного коллектора для подачи воздуха в двигатель. Элементы дроссельной заслонки объединены в отдельный блок, который включает корпус, дроссельную заслонку на валу, датчик положения дроссельной заслонки, регулятор холостого хода. Корпус дроссельной заслонки включен в систему охлаждения двигателя. В нем также выполнены патрубки, обеспечивающие работу системы вентиляции картера и системы улавливания паров бензина.

Датчик положения дроссельной заслонки – устройство, предназначенное для преобразования углового положения дроссельной заслонки в напряжение постоянного тока. Является одним из датчиков электронных систем управления двигателем автомобиля с впрыском топлива. По сигналу датчика электронный блок управления определяет текущее положение дроссельной заслонки, а по скорости изменения сигнала отслеживается динамика нажатия педали акселератора, что в свою очередь является определяющим фактором для включения режимов кикдауна или активации подачи воздуха в обход дроссельной заслонки через клапан холостого хода. По сигналу ДПДЗ (датчик положения дроссельной заслонки) контроллер отслеживает угол отклонения дроссельной заслонки. В режиме запуска двигателя контроллер отслеживает угол отклонения дроссельной заслонки и, если заслонка открыта более чем на 75 %, переходит на режим продувки двигателя. По сигналу датчика о крайнем положении дроссельной заслонки – в закрытом состоянии (<0.7 V), электронный блок управления двигателем начинает управлять регулятором холостого хода и, таким образом, осуществляет дополнительную подачу воздуха в двигатель в обход закрытой дроссельной заслонки. Кроме того датчик служит для дозирования топлива. Датчик представляет собой потенциометр. Ось вращения токосъёмника, совмещена с дроссельной заслонкой. При нажатии на педаль акселератора происходит открытие дроссельной заслонки и перемещение токосъёмника по поверхности резистивного элемента, вместе с тем меняется электрическое сопротивление потенциометра. Основываясь на информации, получаемой с датчика, электронный блок управления выбирает режимы подачи топлива.

Количество топлива, подаваемого форсунками, регулируется электрическим импульсным сигналом от блока управления. Блок

управления отслеживает множество данных о состоянии двигателя, рассчитывает потребность в топливе и определяет необходимую длительность подачи топлива форсунками. Эту длительность называют шириной или длительностью импульса впрыска (рис. 2.4).

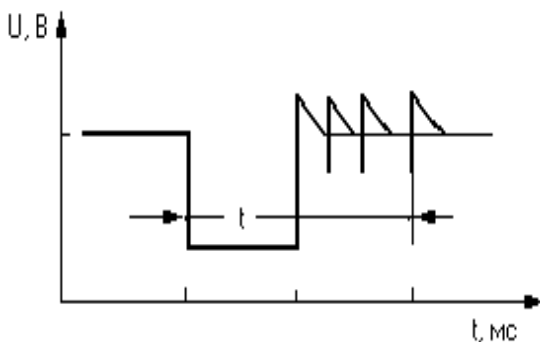


Рис. 2.4. Длительность открытого состояния форсунок

Для прибавления количества подаваемого топлива ширина импульса увеличивается, а для убавления подачи топлива — уменьшается. Длительность импульса впрыска блоком управления также в зависимости от различных условий работы двигателя, таких как пуск, высокогорье, мощностное обогащение рабочей смеси, торможение двигателем и т. д. Обычно к форсункам подается один импульс на один опорный импульс от датчика положения коленчатого вала. Причем импульсы подаются поочередно сразу на две форсунки. Например, сначала на форсунки цилиндров 1 и 4, затем через 180° ПКВ на форсунки цилиндров 2 и 3, затем через 180° ПКВ снова на форсунки цилиндров 1 и 4, и т. д. Впрыск топлива осуществляется одним из двух способов: либо синхронно с опорными импульсами от датчика положения коленчатого вала, либо асинхронно — независимо от опорных импульсов. Синхронный впрыск топлива — наиболее употребительный способ подачи топлива. Асинхронный — применяется, когда необходимо дополнительное топливо при резком открытии дроссельной заслонки, о чем сигнализирует ДПДЗ. Этот впрыск топлива подобен подаче топлива ускорительным насосом карбюратора при резком открытии дроссельной заслонки.

Этот импульс подается в определенный момент поворота коленчатого вала, который зависит от режима работы двигателя.

Подаваемый на форсунку управляющий сигнал открывает нормально закрытый клапан форсунки, подавая во впускной канал топливо под давлением. Поскольку давления топлива – величина постоянная, количество подаваемого топлива пропорционально времени, в течение которого форсунки находятся в открытом состоянии (длительность импульса впрыска). Контроллер под-держивает оптимальное соотношение воздух/топливо путем изменения длительности импульсов. Увеличение длительности импульса впрыска приводит к увеличению количества подаваемого топлива при постоянном расходе воздуха (обогащение смеси). Уменьшение длительности импульса впрыска приводит к уменьшению количества подаваемого топлива при постоянном расходе воздуха (обеднение смеси).

Электрический бензонасос включается электронным блоком управления через реле. При установке ключа зажигания в положение «ЗАЖИГАНИЕ» контроллер включает реле на 2 секунды для создания необходимого давления топлива в рампе форсунок. Если в течение этого времени запуск двигателя не производится, то электронный блок управления выключает реле и ожидает начала запуска, после чего вновь включает реле.

Выполнение работы

Подготовка стенда НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива» к работе

1. Ознакомиться с устройством стенда НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива»;
2. Включить вилку питания 1 в сеть;
3. Тумблер компрессора 3;
4. Выключатель вакуумного насоса 13 перевести в положение Вниз;
5. Регулятор производительности вакуумного насоса повернуть против часовой стрелки до упора;
6. Тумблер датчика концентрации кислорода 5 перевести в положение Вверх (нормальная концентрация);
7. Ключ замка зажигания 6 переводим в положение 0;
8. Переключатель передач 7 в нейтральное положение (N);
9. Переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости 8 установить в положение 0;

10. Переключатель датчика уровня топлива 9 установить в положение 100 % (полный бак);
11. Все тумблеры блока ввода неисправностей 14, 15, 16, 17, 18, 19 установить в положении Вниз.
12. Тумблер включения счетчиков циклов 20 перевести в положение Вниз (выключено);
13. Слить топливо из мерных емкостей (мензурок), повернув рычаг с правой стороны стенда по часовой стрелке до упора;
14. Тумблеры автоматического выключателя 2 перевести в положение 1 (вверх), при этом должны засветиться световые индикаторы красного цвета 12;
15. Подключить диагностический (сканирующий) прибор СКАНМАТИК, с одной стороны кабель с OBD-разъемом к OBD-разъёму 32 стенда, а другой разъем к соответствующему USB-порту ПК;
16. Загрузить программу СКАНМАТИК на рабочем столе ПК;
17. Выбрать в появившемся меню марку автомобиля – ВАЗ, а затем двигатель – Январь 7.2 E2.

Проверка работоспособности электрического топливного насоса и регулятора давления топлива

1. Проверить показания манометра давления в топливной системе в исходном состоянии;
2. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 1 и наблюдать за манометром в течении 1 минуты;
3. Зафиксировать показания манометра на протяжении 1 минуты (включение и отключение насоса, удержание давления);
4. Перевести тумблер вакуумного насоса 13 в верхнее положение;
5. С помощью регулятора производительности вакуумного насоса устанавливаем минимальную производительность;
6. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 2 (запуск двигателя);
7. Рычаг дроссельной заслонки 11 в положение «0°»;
8. Зафиксировать показания манометра;
9. Рычаг дроссельной заслонки 11 поворачиваем с промежутками в 10 градусов и фиксируем разрежение по вакуумметру и изменение давления по манометру;
10. Результаты заносим в журнал наблюдения.

Пуск двигателя в различных температурных режимах в закрытом цикле

11. Перевести рычаг мерных емкостей против часовой стрелки до вертикального положения мензурок;
12. Регулятор датчика положения дроссельной заслонки *11* установить в начальное положение соответствующее углу 0° ;
13. Переключатель частоты вращения коленчатого вала *21* установить в положение *500*;
14. Перевести ключ замка зажигания *б* в положение *1*;
15. В меню программы СКАНМАТИК выбрать вкладку «Январь 7.2 E2»;
16. Выбрать вкладку «паспорт» и записать данные системы в таблицу журнала наблюдений;
17. Выбрать вкладку «ошибки», предварительно закрыв «паспорт» и результаты записать в;
18. Нажать кнопку «сброс» и удалить сохраненные неисправности;
19. Выбрать вкладку «переменные» и активировать следующие параметры:
Набор 1
 - Температура охлаждающей жидкости.
 - Положение дроссельной заслонки.
 - Скорость вращения двигателя.
 - Угол опережения зажигания.
 - Длительность импульса впрыска.
 - Массовый расход воздуха.
 - АЦП датчика кислорода.
20. Перевести тумблер вакуумного насоса *13* в верхнее положение;
21. Перевести ключ замка зажигания *б* в положение *2* (запуск двигателя);
22. Перевести переключатель счетчика циклов *10* в положение *1000*;
23. Перевести выключатель счетчика циклов *20* в верхнее положение;
24. Дождаться момента включения индикатора датчика циклов *22* (отсчёт);
25. Слить топливо из мерных емкостей (мензурок) повернув рычаг с правой стороны стенда по часовой стрелке до упора, затем

перевести рычаг мерных емкостей против часовой стрелки до вертикального положения мензурок;

26. Включить отсчет циклов нажав кнопку «перезапуск отсчетов» 23;

27. Дождаться момента включения индикатора счетчика циклов 22 (отсчёт завершен);

28. Одновременно в таблицу 1 занести исходные данные проверки:

– Давление топлива 25.

– Положение переключателя дроссельной заслонки 11.

– Частота вращения коленчатого вала 27.

– Положение переключателя датчика ОЖ двигателя 18.

– Уровень топлива 28.

– Разряжение во впускном коллекторе (вакуумметр) 26.

– Уровень топлива в мерных емкостях 24.

29. Переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости установить в положения «30», «50», «90» (последовательно), а также повторить операции 11–14;

30. Перевести тумблер вакуумного насоса 13 в нижнее положение;

31. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение «0»;

32. По результатам измерений строим график зависимости расхода топлива от температуры охлаждающей жидкости.

Пуск двигателя в различных температурных режимах в открытом цикле

1. Установить переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя 8 в положение 0 °С;

2. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 1;

3. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 2;

4. Перевести тумблер вакуумного насоса 13 в верхнее положение;

5. Переключатель частоты вращения коленчатого вала 21 установить в положение 1000;

6. Дождаться момента включения индикатора счетчика циклов 22 (отсчёт завершен)

7. Слить топливо из мерных емкостей (мензурок), повернув рычаг с правой стороны стенда по часовой стрелке до упора, затем перевести рычаг мерных емкостей против часовой стрелки до вертикального положения мензурок;

8. Включить отсчет циклов, нажав кнопку «перезапуск отсчетов» 23;
9. Дождаться момента включения индикатора счетчика циклов 22;
10. Полученные результаты в мерных емкостях 24 занести в журнал наблюдений. Одновременно заносим в таблицу:
 - Частота вращения коленчатого вала.
 - Положение переключателя состава смеси 5.
 - Температура охлаждающей жидкости.
11. Установить переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя в положение 90;
12. Повторить пункты 7–10;
13. Установить тумблер датчика концентрации кислорода в положение «низкая» (богатая смесь);
14. Повторить пункты 7–10;
15. Установить переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя в положение 0;
16. Повторить пункты 7–10;
17. Установить тумблер датчика концентрации кислорода в положение «высокая» (бедная смесь);
18. Повторить пункты 7–10;
19. Установить переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя в положение 90;
20. Повторить пункты 7–10.

Режим работы в закрытом цикле

21. Установить рычаг дроссельной заслонки в положение $\approx 50\%$;
22. Установить тумблер датчика концентрации кислорода в положение «нормальная»;
23. Перевести счетчик циклов 10 в положение 2000;
24. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 1;
25. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 2;
26. Перевести тумблер вакуумного насоса 13 в верхнее положение;
27. Переключатель частоты вращения двигателя 21 перевести в положение 500;
28. Повторить операции из пунктов 7–10;
29. Установить переключатель частоты вращения в положение «1000», «2000», «3000» – последовательно;

30. Повторить пункты 7–10;
31. Установить датчик концентрации кислорода 5 в положение «низкая» (богатая смесь);
32. Повторить пункты 29–30;
33. Установить датчик концентрации кислорода 5 в положение «высокая» (бедная смесь);
34. Повторить пункты 28–30.

Проверка работы двигателя в режиме ускорения

1. Установить переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя 8 в положение 90 °С;
2. Регулятор положения дроссельной заслонки в 10°;
3. Установить тумблер датчика концентрации кислорода в положение «нормальная»;
4. Переключатель частоты вращения коленчатого вала 21 установить в положение 1500;
5. Определить длительность импульсов впрыска в зависимости от ускорения;

Проверка зависимости (кол-ва впрыск.) длительности импульсов впрыска от положения дроссельной заслонки

1. Перевести счетчик циклов 10 в положение 1500;
2. Переключатель частоты вращения коленчатого вала 21 в положение 1500;
3. Рычаг дроссельной заслонки 11 в положение 0°;
4. Слить топливо из мензурок 24;
5. Включить отсчёт циклов, нажав кнопку «перезапуск отсчётов» 23;
6. Дождаться момента включения индикатора счетчика циклов 22;
7. Полученные результаты в мерных ёмкостях 24 заносим в журнал наблюдений;
8. Рычаг дроссельной заслонки 11 в положение 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, 100° последовательно;
9. Повторить операции 4–7;

Зависимость длительности импульсов впрыска от массового расхода воздуха

1. Рычаг дроссельной заслонки *11* в положение 0° ;
2. Произвести измерения;
3. С помощью рычага дроссельной заслонки установить массу воздуха 10 кг;
4. Произвести измерения;
5. С помощью рычага дроссельной заслонки установить массу воздуха 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 кг – соответственно;
6. Произвести измерения;
7. С помощью регулятора производительности вакуумного насоса устанавливаем массу воздуха 75 кг;
8. С помощью рычага дроссельной заслонки установить массу воздуха 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100 кг – последовательно;
9. Произвести измерения;
10. С помощью регулятора производительности вакуумного насоса устанавливаем массу воздуха +/- 110, 120, 130, 140, 150, 160 кг соответственно;
11. Произвести измерения;
12. Установить в блоке ввода неисправностей «обрыв датчика положения дроссельной заслонки» в положение активно;
13. Вращать переключатель вакуумного насоса *13* до включения аварийного клапана;
14. С помощью рычага дроссельной заслонки *11* установить массу воздуха 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150 кг последовательно;
15. Произвести измерения;

Определение момента ограничения топливоподачи

1. Установить в блоке ввода неисправностей «обрыв датчика положения дроссельной заслонки» в положение неактивно;
2. Рычаг дроссельной заслонки *11* в положение 50° ;
3. Переключатель частоты вращения коленчатого вала *21* в положение 3500;
4. С помощью рычага дроссельной заслонки *11* закрываем заслонку;
5. Произвести измерения;

Лабораторная работа № 3

ДИАГНОСТИКА ПОДСИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧИ ВОЗДУХА И ЗАЖИГАНИЯ НА БАЗЕ УЧЕБНОГО СТЕНДА НТЦ-15.40.1 «СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ВПРЫСКОМ ТОПЛИВА»

Цель работы

1. Изучить учебный стенд НТЦ-15.40.1 "Система питания двигателем с распределенным впрыском топлива".
2. Изучить особенности функционирования и диагностирования.

Организация рабочего места: техническая документация, учебный стенд НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива», комплект сканирующего тестера «СКАНМАТИК».

Общие сведения

Клапан холостого хода является исполнительным устройством. В системе управления двигателем в режиме холостого хода отвечает за подачу воздуха в обход дроссельной заслонки во впускной коллектор и используется для удержания частоты вращения в режиме холостого хода в пределах, заданных конструктивно (обычно это 700–900 об/мин, коленчатого вала). Регулируемое положение задается электронным блоком управления (ЭБУ) двигателя, который опирается на показания ряда своих датчиков. Когда клапан по команде ЭБУ увеличивает количество проходящего через себя воздуха, он участвует в поддержании или изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя, и таким образом компенсируется нагрузка со стороны навесного оборудования: генераторной установки, гидроусилителя рулевого управления, кондиционера. Также клапан отвечает за прогрев двигателя, увеличивая частоту вращения коленчатого вала холодного двигателя и плавно снижая ее по мере нагрева. Клапан располагается в непосредственной близости от дросселя: обычно он интегрирован в узел дроссельной заслонки,

крепится к ней на винтах или запрессовывается в неё, так как его задача – взять воздух с одной её стороны и запустить с другой. Иногда клапан может быть выполнен в виде отдельного устройства, которое установлено поблизости от дросселя и соединяется с воздушными каналами, обходящими заслонку при помощи гибких шлангов.

Регулятор холостого хода поддерживает заданную частоту вращения коленчатого вала двигателя при закрытой дроссельной заслонке во время пуска, прогрева и при изменении нагрузки во время включения дополнительного оборудования. Он состоит из шагового электродвигателя и соединенного с ним клапана, которые изменяют количество воздуха, поступающего во впускную систему в обход дроссельной заслонки. Логическая работа подсистемы подачи воздуха определяется положением дроссельной заслонки и частотой вращения коленчатого вала и заключается в постоянном следящем действии.

В автомобилях ВАЗ данное устройство называется регулятором холостого хода, в ГАЗ – регулятором добавочного воздуха. Клапан холостого хода выполняет следующую функцию: подает дополнительный воздух во впускной коллектор в обход дроссельной заслонки, чем способствует удержанию холостых оборотов двигателя в пределах, заданных конструкции производителем. Клапаны холостого хода могут быть различны по конструкции и исполнению, в зависимости от типа двигателя и марки автомобиля, но выполняемая ими функция неизменна. Так, например, электромагнитный клапан холостого хода, опираясь на множество показаний датчиков, приводится в работу с помощью электронного блока управления. Внешний вид клапана добавочного воздуха представлен на рис. 3.1.

Подсистема зажигания предназначена для воспламенения рабочей смеси в цилиндрах бензиновых двигателей. Основными требованиями к подсистеме зажигания являются:

1. Обеспечение искры в нужном цилиндре (находящемся в такте сжатия) в соответствии с порядком работы цилиндров.

2. Своевременность момента зажигания. Искра должна происходить в определенный момент (момент зажигания) в соответствии с оптимальным при текущих условиях работы двигателя углом опережения зажигания, который зависит, прежде всего, от оборотов двигателя и нагрузки на него.

3. Достаточная энергия искры. Количество энергии, необходимой для надежного воспламенения рабочей смеси, зависит от состава, плотности и температуры рабочей смеси.

4. Общим условием для подсистемы зажигания является ее надежность (обеспечение непрерывности искрообразования).



Рис. 3.1. Внешний вид клапана добавочного воздуха

Электронная микропроцессорная подсистема зажигания позволяет обеспечивать постоянной энергией двигатель, работающий на бедной смеси во всем диапазоне режимов их работы. Одной из важных причин предопределивших применение таких систем стал фактор приближения опережения зажигания к порогу начала детонации – чем ближе работа двигателя к этому порогу, тем выше его мощность. Блок управления по сигналам датчиков определяет момент зажигания и выдает управляющие импульсы на модуль зажигания, в котором объединены две катушки зажигания и коммутатор. Микропроцессорная подсистема зажигания может быть использована как автономно, так и совместно с другими подсистемами, образуя систему управления двигателем. На сегодняшний день используются статические системы распределения зажигания с индивидуальными и сдвоенными катушками зажигания, но иногда применяются системы с динамическим распределением зажигания. В микропроцессорных подсистемах зажигания, структурная схема, которой показана на рис. 3.2, для формирования сигнала зажигания применяется аналогово-цифровое преобразование, для обработки сигналов

входных датчиков. Электронные системы зажигания устанавливают момент зажигания посредством электронных расчетов. Подсистема работает по заранее заданной для данного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) программе управления. В микропроцессорной системе имеется электронная память (постоянная и оперативная). Программа управления для конкретной конструкции двигателя определяется экспериментально, в процессе его разработки. На испытательном стенде имитируются все возможные режимы двигателя при всех допустимых условиях его работы. Подсистема позволяет обеспечивать качественное сгорание топливо-воздушной смеси, тем самым повысить экономичность и экологичность ДВС. Для точного расчета момента зажигания блоком управления анализируются следующие условия:

- частота вращения и положение коленчатого вала;
- массовый расход воздуха;
- положение дроссельной заслонки;
- температура охлаждающей жидкости;
- наличие детонации.

Оптимальная величина угла опережения зажигания определяется как сумма составляющих, заложенных в память микропроцессора, по следующим параметрам:

– частота вращения коленчатого вала, в зависимости от которой угол опережения зажигания изменяется от 0 до 35° поворота коленчатого вала;

– нагрузка двигателя, которая определяется при помощи датчика абсолютного давления, установленного во впускном коллекторе. При уменьшении нагрузки осуществляется дополнительное увеличение опережения зажигания в пределах 10–15° поворота коленчатого вала;

– температура охлаждающей жидкости (ОЖ) определяется с помощью терморезисторного датчика. Микропроцессор устанавливает угол опережения зажигания (8–10°) во время пуска и при прогревании двигателя до температуры 40–50 °С;

– температура всасываемого воздуха, которая определяется терморезисторным датчиком, позволяет изменять угол опережения зажигания на 6–8° поворота коленчатого вала.

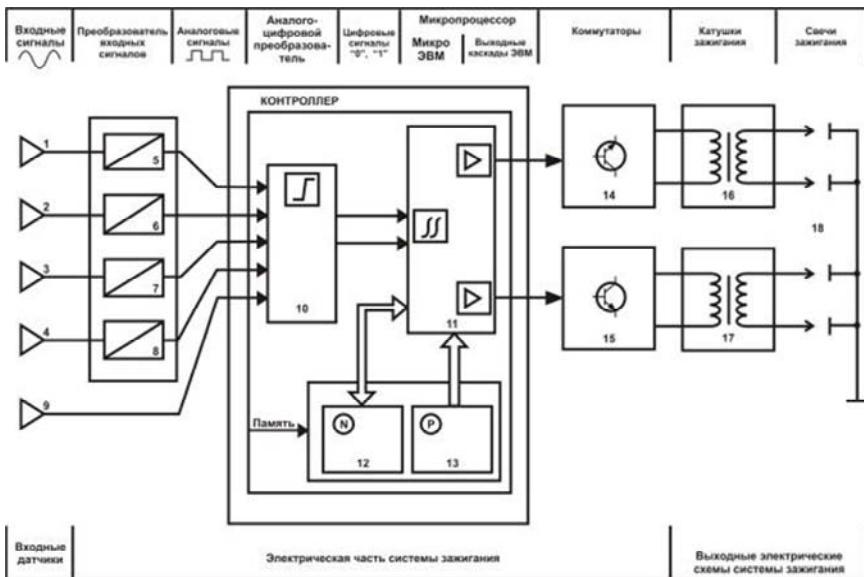


Рис. 3.2. Структурная схема микропроцессорной системы зажигания:

- 1–4 – входные датчики неэлектрических воздействий (акцепторы);
 5–8 – преобразователи неэлектрических величин в аналоговые электрические сигналы; 9 – датчик абсолютного давления (MAP); 10 – АЦП;
 11 – интегральная схема микропроцессора; 12 – оперативная «N»;
 13 – постоянная «P» память ЗУ; 14, 15 – коммутаторы;
 16, 17 – двухвыводные катушки зажигания; 18 – свечи зажигания

В заводских условиях при создании нового двигателя разработчики проводят его лабораторные испытания в полном диапазоне скоростей и нагрузок и для каждой экспериментальной точки подбирается и регистрируется оптимальный угол опережения зажигания. Для каждого сочетания скорости и нагрузки определяется оптимальное значение. Получается набор многочисленных значений угла для момента зажигания, каждое из которых отвечает строго определенной совокупности сигналов от входных датчиков. Графическое изображение такого множества представляет собой трехмерную характеристику зажигания, которая может быть представлена в виде матрицы. Координаты трехмерной характеристики записываются в постоянную память микропроцессора и в дальнейшем служат опорной информацией для определения угла опережения зажигания в реальных условиях эксплуатации двигателя на автомо-

биле. При выборе оптимального опережения для каждого режима работы двигателя принимается во внимание множество факторов, таких как топливная экономичность, запас по детонации, состав отработавших газов, крутящий момент, температура двигателя, поэтому такие графики имеют сложную форму поверхности. На рис. 3.3 показан фрагмент карты угла опережения зажигания в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки двигателя.

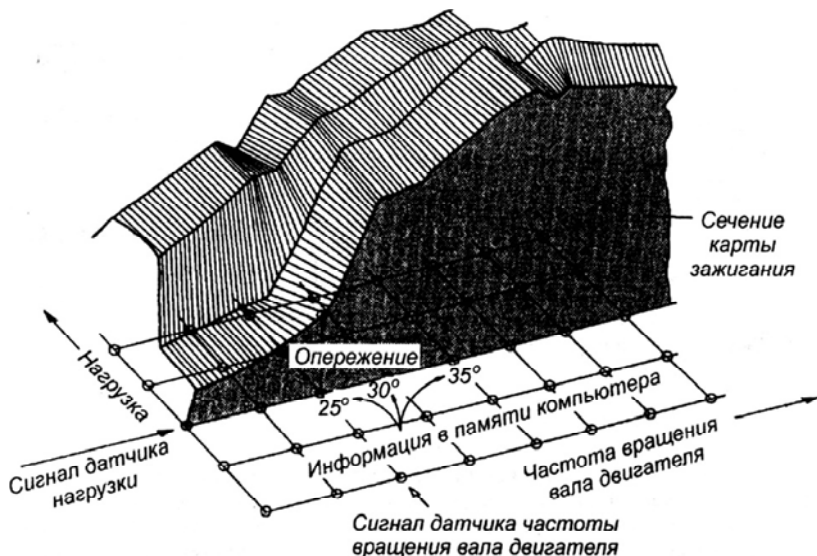


Рис. 3.3. Фрагмент карты угла опережения зажигания

Для построения карты требуется трехмерный график, все точки которого образуют поверхность. Если выбрать любое сочетание частоты вращения и нагрузки, и провести из этой точки перпендикуляр вверх, то на пересечении его с поверхностью мы получим требуемое значение опережения.

Если основание карты разбить на интервалы по скоростям и нагрузкам, и построить на этих интервалах сетку, то для узлов этой сетки можно найти соответствующие значения опережения и записать их, например, в память компьютера. Практически для удовлетворительного управления зажиганием необходимо хранить в памяти от 1000 до 4000 таких значений.

Карта дополняется режимами работы двигателя при частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу для ее поддержания, а также на максимальной частоте вращения для ее ограничения. Затем программируется режим полных нагрузок таким образом, чтобы угол опережения зажигания был рядом с границей начала детонации, но не переходил ее. Данные угла опережения зажигания микропроцессором выбираются из карты зажигания.

Карта зажигания представляет собой сложную поверхность (рис. 3.4.).

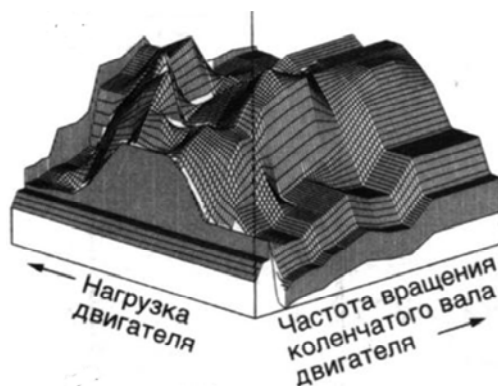


Рис. 3.4. Зависимость угла опережения зажигания от нагрузки и частоты вращения коленчатого вала двигателя микропроцессорной подсистемы зажигания

Для корректировки угла опережения зажигания используются данные о нагрузке, частоте вращения коленчатого вала и детонации двигателя. В качестве основных датчиков нагрузки двигателя используются: датчик расхода воздуха или датчик давления во впускном коллекторе, на основании данных датчика угла поворота и частоты вращения коленчатого вала определяется частота вращения двигателя, а третий параметр определяется на основании данных датчика детонации.

Модуль зажигания по сигналам блока управления выдает импульсы высокого напряжения на свечи зажигания. Причем включаются сразу две свечи: 1 и 4 или 2 и 3 цилиндров. Искрообразование происходит одновременно в цилиндре, находящемся в конце такта сжатия (рабочая искра), и в цилиндре, где происходит конец такта выпуска (холостая искра).

Осциллограммы синхронизации положения коленчатого вала и импульсов зажигания представлены на рис. 3.5.

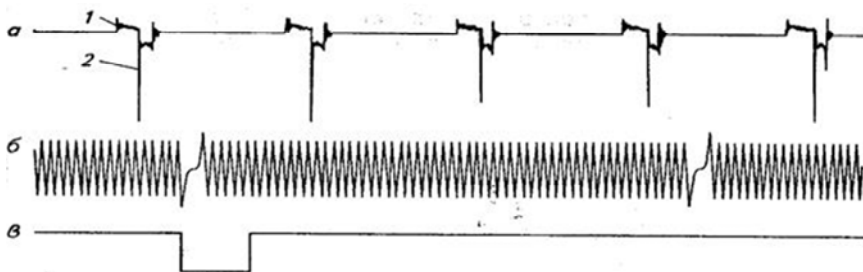


Рис. 3.5. Синхронизация импульса зажигания, (а) положения коленчатого (б) и распределительного (в) валов

Модуль зажигания закреплен на блоке цилиндров двигателя с той стороны, где находятся свечи зажигания. Система зажигания не имеет каких-либо подвижных деталей, и поэтому не требует обслуживания и регулировок в эксплуатации.

Выполнение работы

Подготовка стенда НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива» к работе

1. Ознакомиться с устройством стенда НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива»;
2. Включить вилку питания 1 в сеть;
3. Тумблер компрессора 3 перевести в нижнее положение;
4. Выключатель вакуумного насоса 13 перевести в положение Вниз;
5. Регулятор производительности вакуумного насоса повернуть против часовой стрелки до упора;
6. Тумблер датчика концентрации кислорода 5 включить положением Вверх (нормальная концентрация);
7. Ключ замка зажигания 6 перевести в положение 0;
8. Переключатель передач 7 в нейтральное положение «N»;
9. Переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости 8 установить в положение 0;

10. Переключатель датчика уровня топлива 9 установить в положение 100 % (полный бак);
11. Все тумблеры блока ввода неисправностей 14, 15, 16, 17, 18, 19 установить в нижнее положение.
12. Тумблер включения счетчиков циклов 20 перевести в нижнее положение (выключено);
13. Слить топливо из мерных емкостей (мензурок) повернув рычаг с правой стороны стенда по часовой стрелке до упора;
14. Тумблеры автоматического выключателя 2 перевести в положение 1 (вверх) при этом должны засветиться световые индикаторы красного цвета 12;
15. Подключить диагностический (сканирующий) прибор «СКАН-МАТИК», с одной стороны кабель с OBD-разъемом к OBD-разъёму 32 стенда, а другой разъем к соответствующему USB-порту ПК;
16. Загружаем программу СКАНМАТИК на рабочем столе ПК;
17. Выбрать в появившемся меню марку автомобиля – ВАЗ, а затем двигатель Январь 7.2 E2.

Проверка работы подсистемы зажигания системы управления двигателем

Определение зависимости угла опережения зажигания от температуры ОЖ.

1. Установить переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя 8 в положение 0°C;
2. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 1;
3. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 2;
4. Перевести тумблер вакуумного насоса 13 в верхнее положение;
5. Переключатель частоты вращения коленчатого вала 21 установить в положение 1000;
6. Определить значение угла опережения зажигания и занести в журнал наблюдений;
7. Устанавливая переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя последовательно в положение до «90» с равномерным шагом определить значение угла опережения зажигания и занести в журнал наблюдений;

8. Перевести тумблер вакуумного насоса 13 в нижнее положение;
9. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 0;

Определение зависимости угла опережения зажигания от степени открытия дроссельной заслонки

1. Установить переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя 8 в положение 75;
2. Рычаг дроссельной заслонки 11 в положение 0°;
3. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 1;
4. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 2;
5. Переключатель частоты вращения коленчатого вала 21 установить в положение 1000;
6. Определить значение угла опережения зажигания и занести в журнал наблюдений;
7. Устанавливая рычаг дроссельной заслонки 11 двигателя последовательно в положение до 100 с равномерным шагом определить значение угла опережения зажигания и занести в журнал наблюдений;
8. Рычаг дроссельной заслонки 11 в положение 0°;
9. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 0;

Определение зависимости угла опережения зажигания от массового расхода воздуха

1. Установить переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя 8 в положение 75;
2. Рычаг дроссельной заслонки 11 в положение 0°;
3. Перевести тумблер вакуумного насоса 13 в верхнее положение;
4. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 1;
5. Перевести ключ замка зажигания 6 в положение 2;
6. Переключатель частоты вращения коленчатого вала 21 установить в положение 1000;
7. Определить значение угла опережения зажигания и занести в журнал наблюдений;
8. Устанавливая рычаг дроссельной заслонки 11 двигателя последовательно в положение до 100 с равномерным шагом определить значение угла опережения зажигания и занести в журнал наблюдений;

9. Рычаг дроссельной заслонки *11* в положение 0° ;
10. Перевести тумблер вакуумного насоса *13* в верхнее положение;
11. Перевести ключ замка зажигания *б* в положение 0 ;

**Проверка работы подсистемы регулирования
подачи воздуха в режиме холостого хода
системы управления двигателем**

***Определение зависимости положения шагового
двигателя регулятора холостого хода от степени
открытия дроссельной заслонки***

12. Установить переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя *8* в положение *75*;
13. Рычаг дроссельной заслонки *11* в положение 0° ;
14. Перевести ключ замка зажигания *б* в положение *1*;
15. Перевести ключ замка зажигания *б* в положение *2*;
16. Переключатель частоты вращения коленчатого вала *21* установить в положение *1000*;
17. Определить значение положения шагового двигателя регулятора холостого хода и занести в журнал наблюдений;
18. Устанавливая рычаг дроссельной заслонки *11* двигателя, последовательно в положение до *100* с равномерным шагом определить положения шагового двигателя регулятора холостого хода и занести в журнал наблюдений;
19. Рычаг дроссельной заслонки *11* в положение 0° ;
20. Перевести ключ замка зажигания *б* в положение 0 ;

***Определение зависимости положения шагового
двигателя регулятора холостого хода от массового
расхода воздуха***

21. Установить переключатель датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя *8* в положение *75*;
22. Рычаг дроссельной заслонки *11* в положение 0° ;
23. Перевести тумблер вакуумного насоса *13* в верхнее положение;
24. Перевести ключ замка зажигания *б* в положение *1*;

25. Перевести ключ замка зажигания *б* в положение *2*;
26. Переключатель частоты вращения коленчатого вала *21* установить в положение *1000*;
27. Определить значение положения шагового двигателя, регулятора холостого хода и занести в журнал наблюдений;
28. Устанавливая рычаг дроссельной заслонки *11* двигателя, последовательно в положение до *100* с равномерным шагом определить значение положения шагового двигателя, регулятора холостого хода и занести в журнал наблюдений;
29. Рычаг дроссельной заслонки *11* в положение 0° ;
30. Перевести тумблер вакуумного насоса *13* в верхнее положение;
31. Перевести ключ замка зажигания *б* в положение *0*;

Таблица 3.1

Журнал наблюдений

№ п\п	Положение переключ. датчика ОЖ двигателя, °С	Положение переключ. дроссельной заслонки, °	Частота вращения коленчатого вала, мин-1	Угол опережения зажигания, °	Массовый расход воздуха, кг/ч	АЦП датчика кислорода	Разряжение во впускном коллекторе, кПа

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савич, Е. Л. Техническая эксплуатация автомобилей : учебное пособие. В 3 ч. / Е. Л. Савич. – Минск : Новое Знание; М. : ИНФРА-М, 2015. – Ч 2. Методы и средства диагностики и технического обслуживания автомобилей – 364 с.; ил. – (Высшее образование).

2. Электронные системы управления автомобилем: лабораторный 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, 2011. – Ч. 2: Диагностирование датчиков и исполнительных механизмов электронных систем управления – 106 с. Ч. 3: Диагностирование электронных блоков управления автомобильных систем. – Минск : БНТУ, 2012. – 63 с.

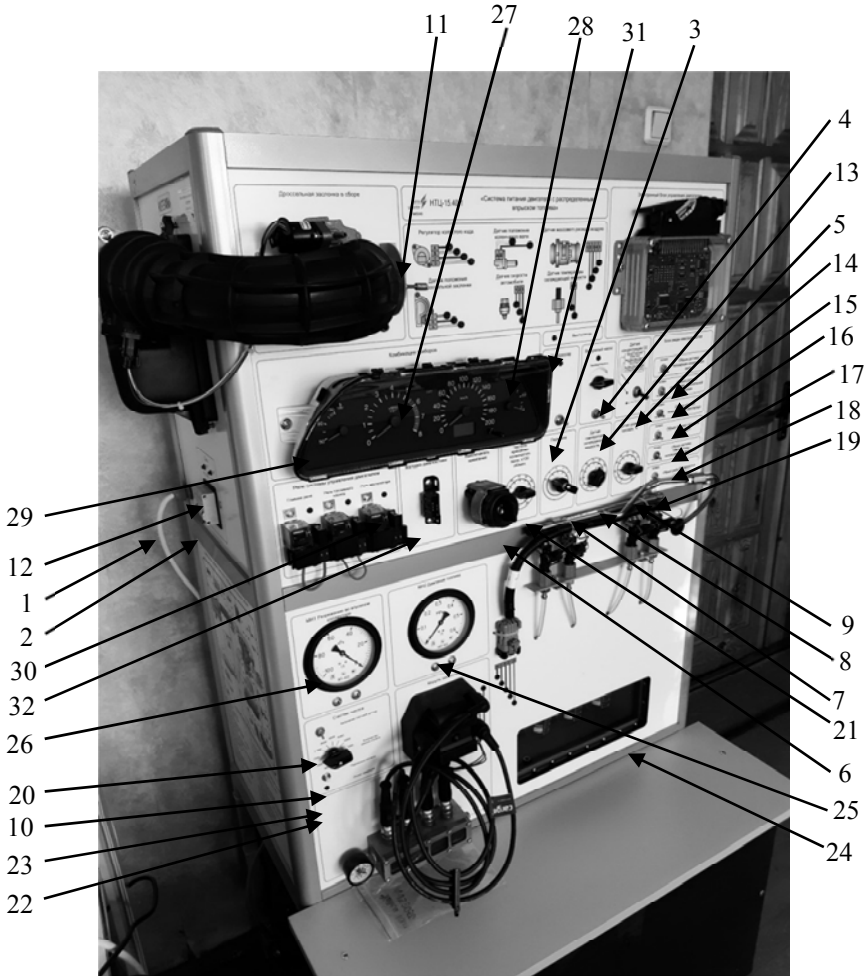
3. Электронные системы управления автомобилем : лабораторный практикум для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» и 1-37 01 07 «Автосервис» : в 3 ч. / сост.: А. С. Гурский, Е. Л. Савич. – Минск: БНТУ, 2019. – Ч. 1: Силовые установки. – 47 с.

4. Volkswagen Technical Site. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://volkswagen.msk.ru> <http://vwts.info>

5. Буйкус, К. В., Гурский, А. С. и др. Современные технологии эксплуатации и технического обслуживания автомобилей и автобусов. – Минск : Экоперспектива, 2016. – С. 345–350.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Общий вид стенда НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива»



Функциональное назначение органов управления и индикации

Позиция на рис. 1	Функциональное назначение
1	Вилка питания
2	Тумблер QF1 автоматического выключателя
3	Тумблер компрессора
4	Регулятор производительности вакуумного насоса
5	Тумблер датчика концентрации кислорода
6	Замок зажигания
7	Переключатель передач
8	Переключатель датчика температуры ОЖ
9	Переключатель датчика уровня топлива
10	Переключатель счетчика циклов
11	Регулятор датчика положения дроссельной заслонки
12	Индикаторы включения сети
13	Выключатель вакуумного насоса
14	Тумблер имитирующий обрыв датчика положения коленчатого вала
15	Тумблер имитирующий обрыв датчика положения дроссельной заслонки
16	Тумблер имитирующий обрыв датчика концентрации кислорода
17	Тумблер имитирующий обрыв датчика скорости автомобиля
18	Тумблер имитирующий обрыв датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя
19	Тумблер имитирующий неисправность реле бензонасоса
20	Тумблер включения счетчиков циклов
21	Переключатель частоты вращения коленчатого вала
22	Индикатор счетчика циклов «отсчет завершен»
23	Кнопка счетчика циклов «перезапуск отсчета»
24	Мерные емкости (мензурки)
25	Манометр «давление топлива»
26	Вакууметр «разряжение во впускном коллекторе»
27	Тахометр
28	Датчик уровня топлива
29	Датчик уровня температуры охлаждающей жидкости
30	Индикатор реле вентилятора
31	Индикатор вентилятора
32	OBD-разъём стенда

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1. Компьютерная диагностика электронной системы управления бензиновым двигателем с использованием сканирующего тестера «СКАНМАТИК» на базе учебного стенда НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива»	3
Лабораторная работа № 2. Диагностирование электронной подсистемы подачи топлива на базе учебного стенда НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателя с распределенным впрыском топлива».....	15
Лабораторная работа № 3. Диагностика подсистем регулирования подачи воздуха и зажигания на базе учебного стенда НТЦ-15.40.1 «Система питания двигателем с распределенным впрыском топлива»	32
Библиографический список.....	44
Приложение	45

Учебное издание

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

Лабораторный практикум
для студентов специальностей 1-37 01 06
«Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)»
и 1-37 01 07 «Автосервис»

В 3 частях

Часть 1

СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ

Составители:

ГУРСКИЙ Александр Станиславович
САВИЧ Евгений Леонидович

Редактор *А. С. Кириллова*

Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 23.10.2019. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,18. Тираж 100. Заказ 884.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.