

**П.П. БЕСПАЛЬКО, А.В. БРУСЕНКОВ, А.В. МИЛОВАНОВ**

**ЭЛЕКТРОННЫЕ  
СИСТЕМЫ ВПРЫСКА  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

**П.П. БЕСПАЛЬКО, А.В. БРУСЕНКОВ, А.В. МИЛОВАНОВ**

## **ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ВПРЫСКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Практикум для студентов 3 и 4 курсов  
специальностей 110301, 110304 и 190601  
дневной и заочной форм обучения



УДК 629.33.004  
ББК 0354.044.2я73-5  
Б534

Рецензенты:

Кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник ВИИТиН  
*Г.Н. Ерохин*

Кандидат педагогических наук,  
доцент кафедры «Техника и технологии  
машиностроительных производств» ТГТУ  
*А.И. Попов*

**Беспалько, П.П.**

Б534 Электронные системы впрыска автомобильных двигателей :  
практикум / П.П. Беспалько, А.В. Брусенков, А.В. Милованов. –  
Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 96 с. – 150 экз. –  
ISBN 978-5-8265-0869-5.

Рассмотрен комплекс вопросов, связанных с применением средств  
электроники для управления автомобильными двигателями, а также приве-  
дены конструкции и принципиальные схемы современных систем подачи  
топлива и управления зажиганием.

Предназначен для студентов 3 и 4 курсов дневного и заочного отде-  
лений специальностей 110301, 110304 и 190601, преподавателей, инженер-  
но-технических работников и лиц, интересующихся устройством, техниче-  
ским обслуживанием и диагностикой электрооборудования автомобилей.

УДК 629.33.004

ББК 0354.044.2я73-5

**ISBN 978-5-8265-0869-5** © ГОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет» (ТГТУ), 2009

Учебное издание

БЕСПАЛЬКО Павел Павлович  
БРУСЕНКОВ Алексей Владимирович,  
МИЛОВАНОВ Александр Васильевич

## ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ВПРЫСКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Практикум

Редактор Е.С. Мордасова  
Инженер по компьютерному макетированию Т.Ю. Зотова

Подписано в печать 08.12.09  
Формат 60 × 84/16. 5,58 усл. печ. л. Тираж 150 экз. Заказ № 587

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильная электроника продолжает развиваться под влиянием высокого уровня глобальных компьютерных технологий. В последние годы она быстро и эффективно проникает в функциональные системы управления автомобильных двигателей. Применение электроники обеспечивает повышение точности дозирования топлива по сравнению с карбюраторным принципом смесеобразования, повышение надёжности систем управления двигателем, упрощение обслуживания и разгрузку водителя, получающего необходимую информацию для эффективного управления автомобилем.

Современные адаптивные программы управления двигателем обеспечивают рациональные режимы его работы в соответствии с изменяющимися параметрами внешней среды.

Оснащение автомобильных двигателей средствами автоматического регулирования подачи топлива и воспламенения горючей смеси обеспечивает эффективную и экономичную их работу. Большинство современных автомобилей с бензиновыми двигателями оборудуют системами впрыска топлива с электронным управлением  $\lambda$ -зондом. Оснащение их средствами автоматического регулирования подачи топлива и воспламенения горючей смеси обеспечивает эффективную и экономичную работу автомобилей.

Жёсткие современные и перспективные экологические нормы «Евро-2» и «Евро-3» могут быть обеспечены путём реализации распределённого впрыска топлива. Одновременно с этим сохраняются высокие динамические качества автомобиля, а также снижается расход топлива и выброс вредных веществ.

Наибольшее распространение на автомобилях зарубежного производства (ФРГ, Швеции, Японии, Франции, Италии) получила топливная аппаратура фирмы «Bosch», являющаяся лидером в разработке и производстве электронных систем питания.

Отечественной промышленностью совместно с ведущими зарубежными фирмами «General Motors» (GM), «Bosch», «Siemens» и «Renault» для автомобилей типа «ГАЗ», «ВАЗ» и «Москвич» разработаны микропроцессорные системы управления двигателем (МКСУД), содержащие автоматические системы управления процессами подачи топлива и воспламенения горючей смеси. Подобные системы обеспечивают также управление кондиционером, вентилятором системы охлаждения и эффективной работой автоматической коробки передач.

В процессе эксплуатации автомобилей с электронной системой впрыска топлива возникает необходимость технического обслуживания их собственными силами владельца, для чего требуется соответствующая квалификация. Приведённые в данной книге сведения позволяют правильно организовать эксплуатацию и обслуживание автомобилей с электронными системами впрыска топлива.

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АБС – антиблокировочная система тормозов

АЦП – аналого-цифровой преобразователь

ВМТ – верхняя мёртвая точка

ВТ – впускной трубопровод

ДВС – двигатель внутреннего сгорания

ДД – датчик детонации

ДМРВ – датчик массового расхода воздуха

ДТОЖ – датчик температуры охлаждающей жидкости

ДТВ – датчик температуры воздуха

ДПДЗ – датчик положения дроссельной заслонки

ДПКВ – датчик положения коленчатого вала

ДПРВ – датчик положения распределительного вала

ЕО – ежедневное обслуживание

КВ – коленчатый вал

КП – коробка передач

КМСУД – комплексная микропроцессорная система управления двигателем

МП – микропроцессор

МКСУД – микропроцессорная система управления двигателем

ОГ – отработавшие газы

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство

ПХХ – принудительный холостой ход

ППЗУ – постоянно программируемое запоминающее устройство

РВ – распределительный вал

РВТ – распределённый впрыск топлива

РЦ – рециркуляция  
РХХ – регулятор холостого хода  
СО – окись углерода  
СТОА – станция технического обслуживания автомобилей  
СО<sub>2</sub> – двуокись углерода  
СУПБ – система улавливания паров бензина  
СРОГ – система рециркуляции отработавших газов  
С<sub>m</sub>H<sub>n</sub> – углеводороды  
ТО – техническое обслуживание  
ТО-1 – первое техническое обслуживание  
ТО-2 – второе техническое обслуживание  
ЭБУ – электронный блок управления  
УОЗ – угол опережения зажигания  
УСО – устройство сопряжения с объектом  
ФТО – фильтр очистки топлива  
ХХ – холостой ход  
ЦАП – цифровой аналоговый преобразователь  
ЦПГ – цилиндро-поршневая группа  
ЭБН – электрический бензиновый насос  
ЭПЗУ – электрически программируемое запоминающее устройство  
ЭПХХ – экономайзер принудительного холостого хода  
ЭМФ – электромагнитная форсунка

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМ ВПРЫСКА**

**Меры предосторожности при проведении ТО.** При работе с автомобильными электронными системами необходимо соблюдать требования правильного подключения, демонтажа, сборки, диагностики элементов системы и узлов двигателя. Выполнение этих требований предотвращает возможность внесения дополнительных неисправностей при проведении диагностики и ремонта автомобиля.

Для предотвращения травм или повреждений автомобиля в результате случайного пуска двигателя необходимо отсоединить провод от клеммы «минус» аккумуляторной батареи до проведения обслуживания и присоединить его после завершения ремонтных работ.

Перед обслуживанием топливной аппаратуры необходимо сбросить давление в системе подачи топлива.

Подключение аккумулятора без надёжного соединения клемм аккумулятора не допускается. При работающем двигателе не допускается отключение аккумулятора от бортовой сети автомобиля. Перед проверкой величины напряжения электронных компонентов необходимо убедиться в том, что аккумуляторная батарея полностью заряжена.

При зарядке от внешнего источника аккумулятор должен быть отключен от бортовой сети. Блок управления не допускается подвергать воздействию температуры свыше 80 °С, например, в сушильной камере, печи.

Конструкция соединителей жгута проводов системы управления двигателем предусматривает их подключение только при определённой ориентации. При правильной ориентации подключение выполняется без усилия. Подключение с неправильной ориентацией может привести к выходу из строя соединителя, модуля или другого элемента системы.

Подключение или отключение соединителей блока управления при включённом зажигании не допускается. Перед проведением электросварочных работ следует отсоединить провод аккумулятора и соединители ЭБУ.

Для исключения коррозии контактов при очистке двигателя паром не следует направлять сопло на элементы системы впрыска топлива.

Для исключения ошибок и повреждения исправных узлов не допускается применение контрольно-измерительного оборудования, не указанного в диагностических и технологических картах.

Измерение напряжения необходимо выполнять с помощью вольтметра с номинальным внутренним сопротивлением 10 МОм/В. Провода и их соединения контрольной лампой проверять не следует. Если в технологических картах контроля электрических цепей системы управления предусмотрено применение пробника с контрольной лампочкой, то необходимо использовать лампу небольшой мощности.

Применение ламп большой мощности, например, от фары автомобиля, не допускается. Если конкретный тип пробника не оговаривается, то необходимо путём простейшей проверки лампы убедиться в безопасности её применения.

В этом случае необходимо соединить точный амперметр (цифровой мультиметр с высоким сопротивлением) в цепь лампы/амперметра питание аккумулятора. Если амперметр покажет ток меньше 0,25 А, то применения лампы безопасно. Если амперметр покажет ток больше 0,25 А, применение лампы опасно. Элементы электроники систем управления рассчитаны на очень низкое напряжение и уязвимы для электростатических разрядов. Статический заряд, не превышающий 100 В, может вызвать повреждение отдельных элементов электроники. Для сравнения: человек может даже не почувствовать электростатический разряд 4000 В, получаемый за счёт трения и индукции.

Электронная система зажигания выполнена большой энергоёмкости. Поэтому при работающем двигателе запрещается прикасаться к составным её частям. В этом случае нельзя снимать наконечники с клемм аккумуляторной батареи.

При проверке РХХ нельзя допускать механическое воздействие на шток привода запорной иглы РРХ. Кроме того, запрещается опускать РХХ в растворитель.

Для предотвращения повреждения электростатическим зарядом запрещается касаться контактных штырей соединителей или элементов печатной платы электронного блока управления, снимать металлический корпус ЭБУ, извлекать микросхемы, например, ОЗУ, ППЗУ из ЭБУ. Для предотвращения повреждений ЭБУ при отсоединении провода от аккумуляторной батареи или жгута проводов от ЭБУ, а также при замене предохранителя ЭБУ зажигание должно быть выключено. Кроме того, зажигание также должно быть выключено при отключении или подключении питания повреждённого ЭБУ.

Чтобы при проверке и регулировке системы управления не получить травм и не вывести из строя компоненты электронной системы, необходимо соблюдать меры особой предосторожности. Не допускается работа двигателя при плохо закреплённых проводах на выводах аккумуляторной батареи. Не следует отключать аккумуляторную батарею и разъединять разъём ЭБУ при работающем двигателе.

При зарядке аккумуляторной батареи на автомобиле не следует отсоединять провода от её выводов. Не следует пускать двигатель от постороннего источника тока напряжением более 12 В. Не следует разъединять электрический разъём ЭБУ при включённом зажигании.

Сушку автомобиля в сушильной камере (после покраски) производить в течение не более 20 мин при температуре не выше 80 °С, при воздействии более высоких температур необходимо снять ЭБУ с автомобиля.

Перед проверкой компрессии в цилиндрах двигателя для предотвращения попадания топлива в цилиндры необходимо отсоединить колодки проводов от форсунок. Использование негерметичной форсунки на реальном двигателе приводит к увеличению расхода топлива и повышению выбросов CO и C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>.

Во всех случаях перед измерением внутреннего сопротивления элементов системы необходимо отключать аккумуляторную батарею. Во время работ на электрооборудовании автомобиля следует принимать меры против возникновения дугового разряда. При проведении таких проверок запрещено подключать штекеры проводов измерительных приборов непосредственно к выводам разъёмов. Приборы необходимо строго присоединять к проводам, идущим к соответствующим выводам, сдвинув защитный чехол разъёма. При разъединении и соединении разъёмов во всех случаях проверять состояние их выводов и фиксирующей защёлки, а также наличие резиновой уплотнительной прокладки.

Прежде чем приступать к проверке датчиков и исполнительных органов системы управления следует выполнить: проверку исправности цепи пуска двигателя (аккумуляторной батареи, проводов и их соединений, стартера); проверку герметичности топливных проводов, их соединений и уплотнительных деталей; проверку чистоты и правильности установки топливного фильтра, наличия в баке достаточного количества топлива требуемой марки; проверку шлангов системы вентиляции картера на пережатие и улавливание паров топлива, а также на герметичность; проверку воздушного тракта двигателя, герметичности трубопроводов и уплотнительных деталей (прокладок впускного трубопровода, корпуса дроссельной заслонки и др.), чистоты и правильности установки воздушного фильтра, затяжки хомутов крепления воздухопроводов; проверку регулировки троса привода управления подачей топлива (возврат дроссельной заслонки на упор системы ХХ, полный ход заслонки от упора до упора при нажатии на педаль дросселя); проверку герметичности системы вакуумного усилителя тормозов и исправность его обрат-

ного клапана; проверку исправности двигателя (компрессию, зазоры в механизме привода клапанов, правильность установки фаз газораспределения, целостность прокладки головки цилиндров); проверку исправности свечей зажигания и соответствие их требуемой марке.

*Порядок сбрасывания давления в системе подачи топлива.* Включите нейтральную передачу, затормозите автомобиль стояночным тормозом, отсоедините провода от электрического бензонасоса. Запустите двигатель и дайте ему поработать на режиме ХХ до остановки из-за выработки топлива. Включите стартер на 3 с для стравливания давления в трубопроводах. После этого можно безопасно работать с системой подачи топлива. После стравливания давления и завершения работ присоединить провода к ЭБН.

*Меры безопасности при диагностировании.* При проведении диагностических работ на автомобиле необходимо соблюдать ряд специфических требований. Перед демонтажем любых элементов системы, связанных с ЭБУ, необходимо отсоединить провод «массы» от аккумуляторной батареи. Пуск двигателя без надёжного подключения аккумуляторной батареи не допускается. Отключение аккумуляторной батареи от бортовой сети при работающем двигателе не допускается.

При зарядке аккумуляторная батарея должна быть отключена от бортовой сети. Не разрешается подвергать ЭБУ воздействию температуры выше 85 °С в нерабочем состоянии (например, в сушильной камере). В этом случае ЭБУ необходимо предварительно демонтировать. Также не разрешается подвергать ЭБУ температуре выше 65 °С в рабочем состоянии. Необходимо контролировать надёжность контакта жгутов проводов и поддерживать полную чистоту клемм аккумуляторной батареи.

Конструкция соединителей жгутов проводов системы управления двигателем предусматривает соединение только при определённой их ориентации. Обе части соединителя имеют ориентирующие элементы. При правильной ориентации сочленение выполняется без усилия. Сочленение с неправильной ориентацией может привести к выходу из строя соединителя, модуля или другого элемента системы. Не допускается соединение или разъединение соединителей ЭБУ при включённой системе зажигания.

Перед проведением электросварочных работ необходимо отсоединить провода от аккумуляторной батареи и соединители от ЭБУ. Для исключения коррозии контактов при чистке двигателя паром не следует направлять сопло на элементы системы зажигания моющего аппарата. Для исключения ошибок и повреждения исправных узлов не допускается применение контрольно-измерительного оборудования, не указанного в диагностических картах. При выходе из строя регулятора дополнительного воздуха в комбинации приборов загорается контрольная лампа и нарушается нормальная работа двигателя на холостом ходу. Исправность регулятора ХХ можно проверить, подавая на его обмотки напряжение 12 В. При подаче напряжения на одну пару выводов заслонка должна открыть отверстие регулятора, а при подаче напряжения на другую пару выводов заслонка должна закрыть отверстие. Сопротивление каждой обмотки должно быть в пределах 1014 Ом. Более качественная проверка работы регулятора дополнительного воздуха проводится прибором ДСТ-2М при работающем двигателе.

При работе с электронными системами необходимо соблюдать требования правильного подключения, демонтажа, сборки, диагностики элементов системы и узлов двигателя. Перед демонтажем элементов системы ЭБУ следует снять провод аккумулятора, соединяющий его с «массой». Не допускается пуск двигателя без надёжного подключения аккумулятора. Не допускается отключение аккумулятора от бортовой сети автомобиля при работающем двигателе. Не допускается подвергать ЭБУ воздействию температуры выше 80 °С, например, в сушильной печи.

Если предусмотрено применение пробника с контрольной лампочкой, необходимо использовать лампу небольшой мощности. Применение ламп большой мощности не допускается. Если конкретный тип пробника не оговаривают, то необходимо путём простейшей проверки лампы убедиться в безопасности её применения для контроля цепей системы управления. Для этого необходимо соединить точный амперметр (цифровой мультиметр с высоким сопротивлением) последовательно с лампой пробника и подать на цепь лампы/амперметра питание аккумулятора. Если амперметр покажет ток меньше 0,25 А, то применение лампы опасно.

Измерение напряжения следует выполнять с помощью вольтметра с номинальным внутренним сопротивлением 10 мОм.

Очистить оперативную память ЭБУ, т.е. стереть коды временных неисправностей, можно путём обесточивания системы электроснабжения. Для этого на несколько минут снимают одну из клемм с аккумуляторной батареи. ЭБУ не имеет регулировок, поэтому в эксплуатации не следует без необходимости снимать клемму с аккумулятора. В этом случае ЭБУ, оставшись без питания, многие параметры те-



рует, т.е. оперативная память стирается. ЭБУ необходимо определённое время для прогрева двигателя до рабочей температуры, чтобы восстановить утерянную информацию.

Если при ремонте понадобится обесточить ЭБУ, то следует выполнить эти операции не раньше, чем через 30 с после выключения двигателя.

*Требования по технике безопасности при работе с тестером.* В процессе проведения ТО и ремонта не рекомендуется подключать и отключать тестер при включённом зажигании из-за возможных скачков напряжения, которые могут привести к повреждению тестера или электронной системы автомобиля.

Не допускается работа тестера при повышенном напряжении питания 16,0 – 18,0 В более 0,5 часа. Не допускается изменение полярности источника питания.

*Общие правила безопасной работы.* Категорически запрещается пуск двигателя от внешнего источника питания напряжением свыше 12 В, например, с помощью пускового зарядного устройства с установленным напряжением 16 В или даже 12 В при отключенной аккумуляторной батарее.

Аккумуляторную батарею при работающем двигателе отключать категорически запрещается. Не следует присоединять даже на мгновение батарею или пусковое зарядное устройство в неправильной полярности.

Высоковольтные провода зажигания не следует отсоединять при работающем двигателе или прокрутке стартера. Электронный блок управления и другие узлы системы впрыска не следует присоединять или отсоединять при включённом зажигании.

Разъём основного ЭБУ не следует отсоединять ранее чем через 30 с после выключения зажигания. Полярность включения топливного насоса изменять категорически запрещается. При измерении компрессии необходимо отсоединить катушку зажигания, ЭБУ и ЭБН.

Категорически запрещается проверять электрические цепи на «искру», замыкая их на корпус. Современные системы зажигания создают очень высокое вторичное напряжение с крутыми фронтами импульсов, что может повредить здоровью. При замене электронных узлов проверяйте соответствие типа заменяемой детали. Внешнее сходство не гарантирует одинаковых электрических параметров.

Старайтесь не заправляться топливом на сомнительных АЗС. Использование качественного бензина продлит срок службы форсунок и нейтрализатора. При проведении ремонтных работ не допускайте засорения топливной системы. Нарушение герметичности уплотнительных колец форсунок может привести к пожару. При установке форсунок на двигатель уплотнительные кольца рекомендуется заменять на новые. Для облегчения монтажа колец их следует смазать моторным маслом.

*Лабораторная работа 1*

## **ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ**

*Цель работы:* изучить схемы и работу электронных систем управления двигателями.

*Оборудование:* отдельные узлы и устройства электронных систем управления двигателем, плакаты.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить схемы, устройство и особенности электронных систем управления двигателем.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

### Общие сведения

Электронная система управления двигателем включает набор датчиков и различных устройств для получения и обработки информации, исполнительные механизмы и вспомогательные устройства. Функциональные и электрические схемы их соединений образуют разомкнутые или замкнутые цепи управления автомобильным двигателем.

Современные автоматические системы управления двигателем выполнены адаптивными (самоприспосабливающимися). Такие системы обеспечивают необходимый уровень надёжной работы двигателя в условиях быстрого изменения его характеристик.

Выходные сигналы электронного блока управления (ЭБУ) из-за малой их мощности не могут быть использованы для непосредственного управления зажиганием, электромагнитной форсункой (ЭМФ) и электрическим бензиновым насосом (ЭБН). После прохождения сигналов через выходные каскады усиления они превращаются в электрические сигналы, воздействующие на исполнительные элементы системы питания и зажигания. Замкнутая система обеспечивает более высокую точность поддержания требуемых параметров по сравнению с разомкнутой.

Входными параметрами системы управления являются угол открытия дроссельной заслонки, момент зажигания и состав горючей смеси. Водитель изменяет величину угла открытия дроссельной заслонки. Изменение расхода воздуха сопровождается изменением топливовоздушной смеси и величиной угла опережения зажигания.

Выходной параметр непрерывно измеряется и сравнивается с контрольными параметрами в ЭБУ. Такая система по электрическим цепям получает сигналы действий водителя через датчик расхода воздуха, связанный с педалью управления.

В качестве первичной информации служат сигналы датчиков верхней мертвой точки (ВМТ), положения распределительного вала, углового положения коленчатого вала (КВ) двигателя, датчика массового расхода воздуха (ДМРВ) (или давления во впускном трубопроводе) и детонации.

В схеме регулирования изменяемым параметром является коэффициент избытка воздуха ( $\alpha$ ), определяемый путём измерения концентрации кислорода в отработавших газах (ОГ) с помощью  $\lambda$ -зонда, на выходе которого появляется напряжение, пропорциональное величине  $\alpha$ . При наличии отклонения значения  $\alpha$  от оптимальной величины исполнительный элемент с помощью ЭБУ изменяет продолжительность впрыска. Систему с обратной связью применяют на автомобилях «Святогор» и на экспортных модификациях автомобилей «ВАЗ». В их системах выпуска ОГ устанавливают нейтрализатор и датчик кислорода, обеспечивающие обратную связь.

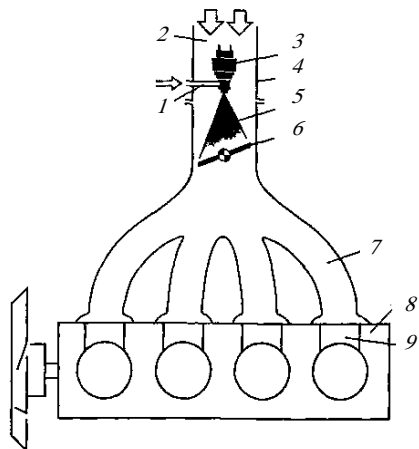
В системе впрыска без обратной связи нейтрализатор ОГ и датчик кислорода не устанавливают. Регулирование концентрации окиси углерода (СО) в ОГ обеспечивает СО-потенциометр. Увеличение (уменьшение) базовой продолжительности дозирования осуществляют в зависимости от режима (прогрева, ускорения) и условий работы двигателя (температуры охлаждающей жидкости и всасываемого воздуха).

В зависимости от числа ЭМФ и схемы их размещения различают системы с центральным или распределённым впрыском топлива. Первая система содержит многие известные недостатки карбюратора, поэтому она получила ограниченное распространение. Наиболее перспективной считают систему с распределённым впрыском топлива.

**Принципиальная схема системы центрального впрыска** (рис. 1) содержит впускной трубопровод 7, воздушный патрубок 2 с размещённой в нём форсункой 3 и трубопровод 1 подачи топлива. При открытии дроссельной заслонки 6 топливо из форсунки 3 поступает в виде факела 5 во впускной трубопровод 7, далее – во впускные каналы 9 и 1.

При центральном впрыске топливо впрыскивается в общий впускной трубопровод (ВТ) одной форсункой, установленной над дроссельной заслонкой. Форсунка снабжена шестью распылителями, обеспечивающими высокий уровень смесеобразования. Центральная форсунка характеризуется низким сопротивлением обмотки электромагнита, равным 45 Ом.

Система центрального впрыска реализована в двигателях ВАЗ-21214 рабочим объёмом 1,7 л, оборудованным контролером ITMS6F. Система обеспечивает выполнение норм «Евро-2».



**Рис. 1. Принципиальная схема системы питания центрального впрыска топлива:**

1 – трубопровод подачи топлива; 2 – воздушный патрубок; 3 – форсунка; 4 – патрубок; 5 – факел; 6 – дроссельная заслонка; 7 – впускной трубопровод; 8 – двигатель; 9 – впускной канал

Распределённый впрыск топлива осуществляется отдельными форсунками во впускные патрубки каждого цилиндра. Форсунки располагают у основания корпуса головки блока цилиндров. Они отличаются относительно высоким сопротивлением обмотки электромагнитов, равным 1216 Ом.

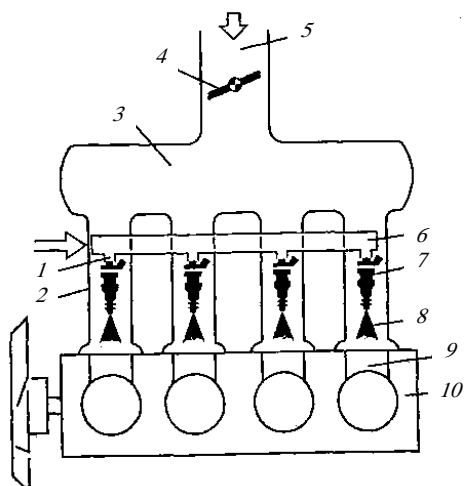
**Система распределённого впрыска** (рис. 2) топлива содержит впускной трубопровод 3 с впускным патрубком 1, топливный трубопровод 6 со штуцером 2 крепления форсунки 7, воздушный патрубок 5 с дроссельной заслонкой 4.

Основными элементами системы распределённого впрыска является расходомер воздуха, сообщённый с воздушным фильтром, ЭБУ и топливные ЭМФ 7, размещённые во впускном патрубке 1.

Система подачи воздуха содержит воздушную заслонку 4, размещённую с образованием дроссельного и задрасельного пространства, датчика температуры воздуха и регулятора холостого хода (РХХ).

Впускной трубопровод 3 сообщён через резиновый шланг с расходомером воздуха ЭБУ, связанным через электрическую цепь с потенциометром, и с датчиком температуры воздуха (ДТВ).

Блок управления использует входные сигналы датчиков воздушного потока и частоты вращения КВ двигателя и по ним вычисляет количество топлива, необходимого для образования оптимального состава горючей смеси.



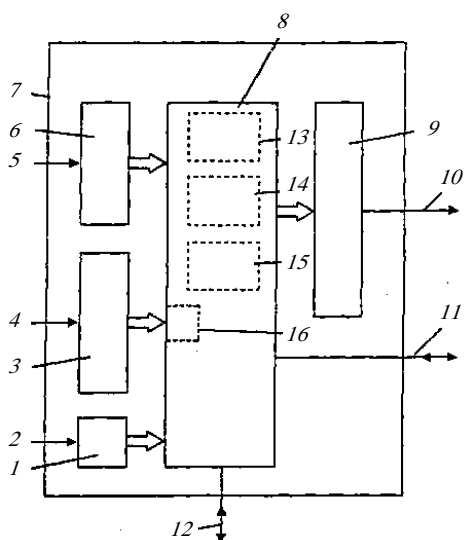
**Рис.2. Принципиальная схема системы питания  
распределительного впрыска топлива:**

- 1 – впускной патрубок; 2 – штуцер крепления форсунки;  
3 – впускной трубопровод; 4 – дроссельная заслонка; 5 – воздушный патрубок;  
6 – впускной трубопровод; 7 – форсунка; 8 – факел;  
9 – впускной канал; 10 – двигатель

Продолжительность впрыска ЭБУ определяет с помощью датчиков частоты вращения КВ и нагрузки двигателя. Электронный блок обеспечивает увеличение или уменьшение продолжительности открытия ЭМФ.

Структурная схема системы управления двигателем с электронной системой управления приведена на рис. 3. Она содержит: ЭБУ 7; микропроцессор 8, снабжённый двухуровневой памятью; оперативно-запоминающее устройство (ОЗУ) 13; постоянно программируемое запоминающее устройство (ППЗУ) 14; электрически программируемое запоминающее устройство (ЭПЗУ) 15; аналого-цифровой блок 16. Исполнительные механизмы через линию диагностики сообщены с процессором 8. Система обеспечивает электронное управление процессами подачи топлива. Микропроцессор 8 снабжён электрическим выводом 12 и линией диагностики 11.

Электронный блок управления 7 представляет собой центральное устройство управления системой впрыска по определённым программам, заложенным в него при изготовлении. ЭБУ содержит корпус, печатную (интегральную схему) плату, с размещёнными на ней микросхемами ОЗУ, однократно ППЗУ и ЭПЗУ, закрытые крышкой с помощью винтов. ОЗУ представляет собой часть памяти, используемой для оперативного хранения измеряемых параметров и промежуточной информации. ППЗУ включает



**Рис. 3. Структурная схема системы управления двигателем:**

- 1 – каскад обработки сигнала детонации; 2 – входной сигнал ДПДЗ;  
3 – аналого-цифровой преобразователь; 4 – аналоговый сигнал;  
5 – сигнал датчика частоты вращения КВ; 6 – входной формирователь импульсов;  
7 – блок управления; 8 – микропроцессор; 9 – выходной каскад;  
10 – выходной сигнал; 11 – линия диагностики; 12 – электрический вывод;  
13 – ОЗУ; 14 – ППЗУ; 15 – ЭПЗУ; 16 – аналого-цифровой блок

общую программу, содержащую последовательность рабочих команд (алгоритмы управления) и различную калибровочную информацию управления впрыском топлива.

ЭБУ обеспечивает выполнение расчётов и команд, управление исполнительными механизмами, а также запоминание предыдущего режима работы двигателя.

Устройство «ввод/вывод» обеспечивает приём информации от датчиков и передачу её на исполнительные устройства. Питание микропроцессора, микросхем ОЗУ, входных формирователей и аналого-цифрового преобразователя (АЦП) активных датчиков (абсолютного давления, расхода воздуха или давления в ВТ, положения дроссельной заслонки) обеспечивает внутренний стабилизатор напряжения с выходным напряжением величиной 5 В. ЭБУ снабжён двумя стабилизаторами, напряжениями 5 и 8 В.

ОЗУ содержит оперативную информацию, характерную для текущего момента времени. Её используют в основном для анализа и временного хранения значений, применяемых в расчётах. ОЗУ представляет энергозависимую память и требует бесперебойного питания для сохранения в ней данных. В случае прекращения подачи питания (отключения аккумуляторной батареи) диагностические коды неисправностей, содержащиеся в ОЗУ, данные расчёта и самообучения стираются.

ЭБУ обеспечивает подачу напряжения величиной 5 В на СО-потенциометр через ускорительный резистор. При повороте винта СО-потенциометра напряжение изменяется от 1 до 4,6 В. ЭБУ считывает сигнал, поступающий от СО-потенциометра, и обеспечивает необходимый состав горючей смеси для получения содержания СО в ОГ, равное 1 %.

Микросхему ЭПЗУ используют для временного хранения кодов-паролей противоугонного устройства автомобиля (иммобилизатора). Коды-пароли, принимаемые иммобилизатором от ЭБУ, сравниваются с хранимыми в нём ЭПЗУ. По результатам опроса разрешается или запрещается пуск двигателя. Память ЭПЗУ является энергонезависимой и может храниться без подачи питания на ЭБУ.

Электронный блок снабжён встроенной системой самодиагностики, определяющей наличие и характер рабочих неисправностей и сигнализирующей о них водителю включением контрольной лампы «Check Engine». ЭБУ снабжён аварийными режимами, обеспечивающими нормальную работу автомобиля при всех неисправностях (кроме крупных). Система встроенной диагностики обеспечивает автоматическое поддержание резервных режимов работы для эксплуатации автомобиля при наличии неисправностей. Для восстановления утерянной информации ЭБУ необходимо определённое время для прогрева двигателя до его рабочей температуры. Если при ремонте понадобится обесточить блок, выполнять эту операцию следует не раньше, чем через 30 с после выключения двигателя.

НПП «ЭЛКАР» выпускает специальные версии ЭБУ 209.3763 и жгута проводов системы для двигателя ЗМЗ-4063.10, позволяющие переключать программу управления зажиганием. Такие ЭБУ и жгут изготавливают на заказ. При включении зажигания ЭБУ включает главное реле и задерживает его выключение на время около 8 с, необходимое для подготовки к следующему включению (завершение вычислений, установка регулятора холостого хода (РХХ) в положение, соответствующее запуску двигателя).

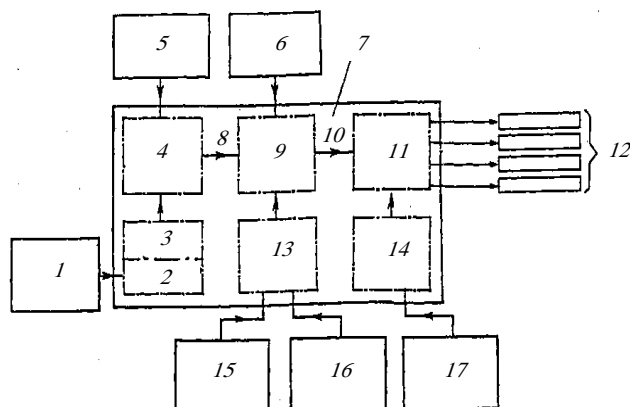
ППЗУ выбирают индивидуально в зависимости от комплектации автомобиля. На различных моделях автомобилей может быть применён один и тот же унифицированный ЭБУ. Поэтому при замене ППЗУ важно установить правильно модель и комплектацию автомобиля. При замене неисправного ЭБУ необходимо оставлять прежнее ППЗУ (если оно исправно).

В период между двумя последовательными разрядами конденсатор с ЭБУ заряжается постоянным током величиной 1 А. Вследствие этого напряжение конденсатора в конце зарядки пропорционально продолжительности зарядки, т.е. обратно пропорционально частоте вращения. После этого конденсатор разряжается постоянным током, причём величина разрядного тока зависит от количества воздуха, засасываемого в единицу времени. Поскольку продолжительность разряда определяет время переключения мультивибратора, в конечном счёте время пропорционально количеству воздуха, засасываемого за один ход поршня.

Упрощённая функциональная схема ЭБУ работой ЭМФ показана на рис. 4. В системе управления топливopодачи ЭБУ 7 вырабатывает прямоугольные импульсы напряжения, необходимые для открытия на определённое время электромагнитных форсунок 12. Выходное напряжение расходомера воздуха 5 поступает на мультивибратор 4, управляющий делением и определяющий ширину прямоугольных импульсов на его выходе.

Система управления содержит последовательно соединённые мультивибратор 4 и умножитель импульсов 9, связанный с датчиком открытия дросселя 6. Импульсный счётчик-делитель 3 сообщён с мультивибратором 4 и умножителем импульсов 9.

Умножитель импульсов 9 предназначен для изменения ширины управляющего импульса в соответствии с требуемой коррекцией. Умножитель импульсов 9 обеспечивает обогащение горючей смеси, необходимое при пуске и прогреве двигателя на холостом ходу и при полной нагрузке. Блок управления получает информацию о пуске двигателя от стартера и температурного датчика системы охлаждения, а информацию о холостом ходе и полной нагрузке – от реле дроссельной заслонки.



**Рис. 4. Функциональная схема системы управления работой электромагнитных форсунок:**

- 1 – датчик частоты вращения КВ; 2 – формирователь импульсов;  
 3 – делитель импульсов частоты вращения КВ; 4 – мультивибратор;  
 5 – расходомер воздуха; 6 – датчик открытия дроссельной заслонки;  
 7 – блок управления; 8, 10 – импульсы цикловой подачи воздуха;  
 9 – умножитель импульса; 11 – усилитель датчика расхода воздуха;  
 12 – ЭМФ; 13 – каскад температурной коррекции;  
 14 – блок питания; 15 – датчик температуры воздуха;  
 16 – датчик температуры охлаждающей воды; 17 – источник питания

В системе топливоподачи блок управления 7 также вырабатывает прямоугольные импульсы напряжения, необходимые для открытия на определённое время электромагнитных впрыскивающих форсунок 12.

Система управления работой двигателя с обратной связью содержит ЭБУ, сообщённый с расходомером воздуха и системой зажигания, РХХ, формирователем паузы и каскадом формирования сигнала запаздывания, сообщённым через электрическую связь входного сигнала нейтрализатора с  $\lambda$ -зондом и управляющим сигналом расходомера воздуха.

Регулятор ХХ сообщён с умножителем импульсов. Формирователь импульсов обеспечивает продолжительность паузы от момента приготовления горючей смеси до момента её подачи и представляет собой продолжительность измерения коэффициента  $b$ , а блок запаздывания 7 осуществляет заполнение выпускной системы ОГ.

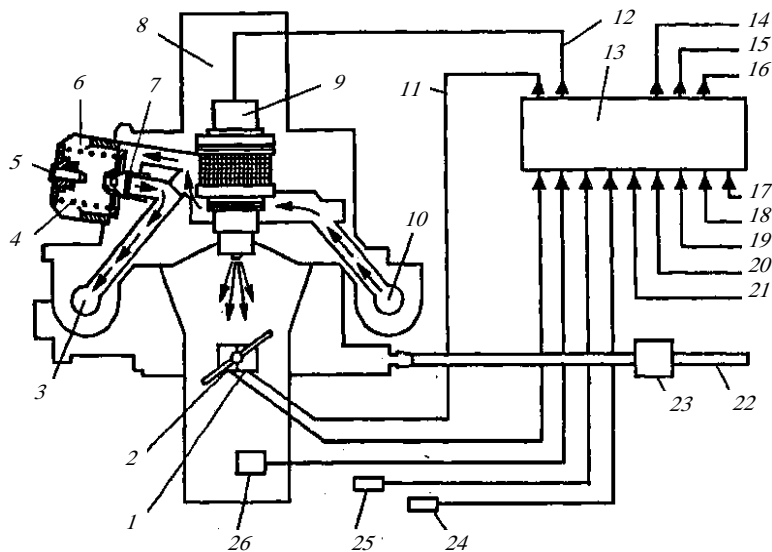
Регулируемым параметром является коэффициент  $a$ , определяемый путём измерения концентрации остаточного кислорода в ОГ с помощью  $\lambda$ -зонда. На выходе  $\lambda$ -зонда напряжение пропорционально  $a$ , величина которого сравнивается с заданным параметром  $a$ , установленным на формирователе эталонного сигнала. При наличии отклонения значения  $a$  от заданного исполнительный сигнал регулятора изменяет продолжительность впрыска с помощью ЭБУ. Регулирование осуществляется с помощью умножителя импульсов 9, содержащего различные корректировочные факторы.

Принципиальная схема системы центрального впрыска (рис. 5) содержит центральный узел топливоподачи 8 с размещёнными в нём каналами подвода 10 и отвода топлива 3 и регулятор подачи топлива 6. Центральный узел системы впрыска содержит топливную форсунку 9, дроссельную заслонку 2 с потенциометром, регулятор холостого хода 1 с шаговым двигателем и электронный блок управления 13.

Впускной трубопровод сообщён через трубопровод системы вентиляции 22 и клапан 23 с топливным баком. Регулятор давления топлива снабжён пружиной 4, регулировочным винтом 5 и клапаном подачи топлива 7. Электронный блок 13 через выходные электрические цепи 11 и 12 соединён с шаговым электродвигателем регулятора холостого хода 1 и электромагнитной форсункой 9, а через выходные цепи 14, 15 и 16 сообщён с контуром подачи топлива, контрольной лампой и системой зажигания.

Электронный блок 13 через входные электрические цепи связан с потенциометром дроссельной заслонки 2, датчиком давления ВТ 26, датчиком температуры охлаждающей жидкости 25 и  $\lambda$ -зондом 24, а через цепи 17, 18, 19 сообщён соответственно с выключателем зажигания, распределителем системы зажигания, датчиками скорости и пройденного пути.

Давление топлива и сечение электромагнитной форсунки 9 являются постоянными величинами. Доза топлива определяется только продолжительностью открытия форсунки 9.



**Рис. 5. Принципиальная схема центрального впрыска топлива:**

1 – регулятор холостого хода; 2 – дроссельная заслонка; 3 – канал отвода топлива; 4 – пружина регулятора давления топлива; 5 – винт регулировки регулятора давления топлива; 6 – регулятор давления топлива; 7 – клапан подачи воздуха; 8 – корпус топливоподачи; 9 – электромагнитная форсунка; 10 – канал подвода топлива; 11 – электрическая цепь шагового двигателя; 12 – электрическая цепь ЭМФ; 13 – электронный блок управления; 14 – электрическая цепь подачи топлива; 15 – электрическая цепь контрольной лампы; 16, 18 – электрическая цепи распределителя зажигания; 17 – электрическая цепь выключателя зажигания; 19 – электрическая цепь датчика скорости; 20 – электрическая цепь частотного датчика пути; 21 – цепь питания; 22 – трубопровод системы вентиляции бака; 23 – возвратный топливный клапан; 24 –  $\lambda$ -зонд; 25 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 26 – датчик давления во ВТ

Датчик температуры воздуха обеспечивает измерение температуры воздуха, поступающего в двигатель. Датчик абсолютного давления воздуха обеспечивает получение информации, позволяющей ЭБУ в совокупности с данными датчика температуры воздуха рассчитать расход воздуха, поступающего в цилиндры двигателя.

Регулирование расхода топлива осуществляют по трём параметрам – углу поворота дроссельной заслонки, частоте вращения КВ и давлению во ВТ.

Электронный блок управления 13 получает сигналы от датчика давления ВТ 26. В зависимости от режима работы двигателя он корректирует состав горючей смеси по электрической цепи датчика распределителя зажигания 18.

Система снабжена регулятором холостого хода, шаговым электродвигателем и устройством контроля распыления топлива, обеспечивающим подвод топлива из бака. Величину угла регулируют в зависимости от частоты вращения КВ двигателя.

Для автомобилей семейства «Волга» ГАЗ-3110 ОАО «ЗМЗ» освоено производство двигателя модели ЗМЗ-4062.10 с двумя верхними распределительными валиками, оборудованного системой впрыска топлива с электронным управлением (рис. 6).

Одна группа датчиков системы впрыска необходима для сбора информации о расходе воздуха, а другая – для синхронизации положения коленчатого и распределительного валов. Датчик фазы размещён в задней части головки блока цилиндров с левой стороны.

Система питания автомобиля «Волга» ГАЗ-3110 содержит ЭБН 22, сообщённый через трубопровод высокого давления 21 с бензиновым баком 20, впускной трубопровод 29, воздушный патрубок 30 и топливный трубопровод с регулятором давления топлива 8.

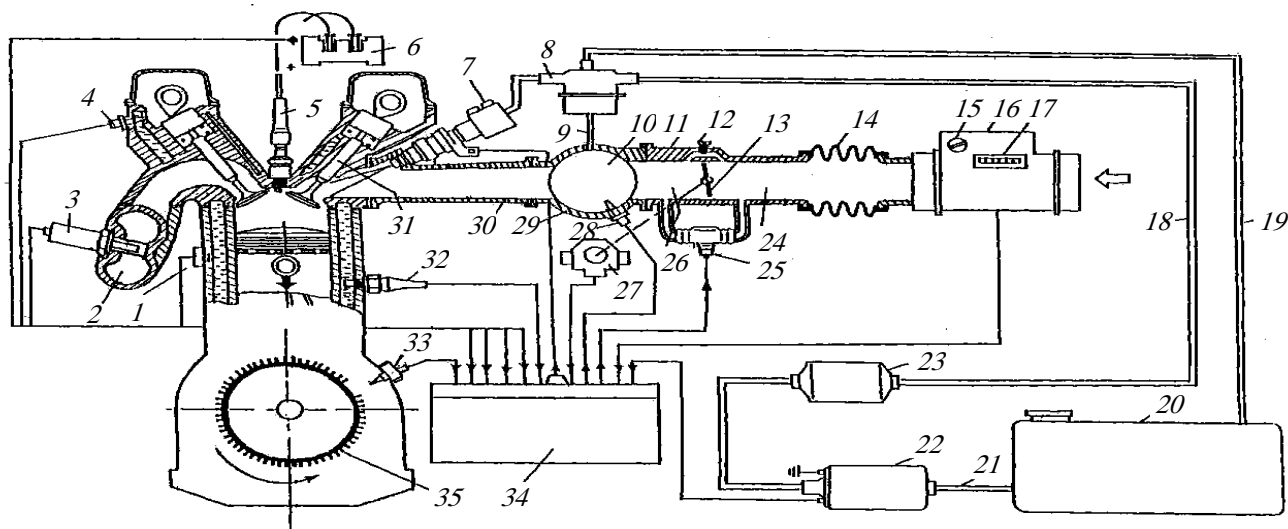
Впускной трубопровод 29 включает дроссельный патрубок 11 с дроссельным 24 и задроссельным 26 пространством и воздушные патрубки 30, отлитые из алюминиевого сплава и соединённые между собой через прокладку пятью шпильками.

Клапан экономайзера принудительного хода (ЭПХХ) представляет дозирующее устройство, расположенное на моторном щите. Воздушные каналы патрубка 30 имеют одинаковую длину, форму и сечение для каждого цилиндра. К фланцу ВТ 29 через прокладку четырьмя болтами крепятся дроссельный патрубок 11, в котором на горизонтальной оси установлена дроссельная (воздушная) заслонка 13.

Корпус дроссельного патрубка снабжён двумя нижними и двумя верхними штуцерами. К нижним штуцерам подключены шланги подвода и отвода охлаждающей жидкости, обеспечивающие подогрев корпуса дросселя. Один из верхних штуцеров служит для подключения трубки вентиляции картера двигателя, а другой – для подключения трубопроводов подачи воздуха. Воздух поступает в уравнительную полость ВТ 10 и равномерно распределяется по отдельным воздушным патрубкам 30.

Регулятор добавочного воздуха через электрическую цепь обеспечивает подачу воздуха независимо от положения дроссельной заслонки. Устройство поддерживает повышенную частоту вращения КВ при прогреве двигателя, избавляя водителя на режимах ХХ от необходимости следить за этим процессом.

Система питания двигателя ЗМЗ-4062.10 включает механические и электрические элементы. Механическая часть включает ЭБН, фильтр очистки топлива с (ФТО), топливную рампу, ЭМФ, регулятор давления топлива, систему улавливания паров бензина (СУПБ) и нейтрализатор ОГ.



**Рис. 6. Принципиальная схема системы питания автомобиля «Волга» ГАЗ-3110:**

1 – датчик детонации; 2 – выпускной трубопровод; 3 – кислородный датчик; 4 – датчик положения распредвала; 5 – свеча зажигания; 6 – катушка зажигания; 7 – форсунка; 8 – регулятор давления топлива; 9 – соединительный трубопровод; 10 – полость ресивера; 11 – дроссельный патрубок; 12 – винт регулировки СО; 13 – дроссельная заслонка; 14 – гофрированный патрубок для гашения колебаний; 15 – потенциометр; 16 – расходомер воздуха; 17 – электрический разъём; 18 – сливной трубопровод; 19 – топливный трубопровод; 20 – бензиновый бак; 21 – трубопровод высокого давления; 22 – ЭБН; 23 – топливный фильтр; 24 – дроссельное пространство; 25 – регулятор ХХ; 26 – задроссельное пространство; 27 – ДПДЗ; 28 – датчик температуры; 29 – воздушный ресивер; 30 – воздушный патрубок; 31 – впускной клапан; 32 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 33 – датчик угловых импульсов; 34 – ЭБУ; 35 – зубчатый венец диска синхронизации

Электрическая часть содержит набор базовых датчиков режимов работы (частоты вращения КВ двигателя и нагрузки) и корректирующих датчиков – температуры: охлаждающей жидкости, скорости движения, массового расхода воздуха и дроссельной заслонки.



На воздушном патрубке двумя болтами закреплён топливный трубопровод с установленными в нём четырьмя ЭМФ 7. Уплотнение ЭМФ в отверстиях топливного трубопровода и воздушного патрубка обеспечивается с помощью резиновых колец круглого сечения.

Концы ЭМФ входят в отверстия воздушного патрубка 30. Форсунки размещены на впускном патрубке с правой стороны под ресивером. Количество ЭМФ в системах распределённого впрыскивания соответствует числу цилиндров двигателя. Уплотнение ЭМФ в отверстиях топливного провода и воздушного патрубка обеспечивается с помощью резиновых колец круглого сечения.

Топливо из бака 20 подаётся ЭБН 22 и под давлением поступает сначала к фильтру тонкой очистки 23, а затем к распределительному трубопроводу. Фильтр 23 устанавливают на передней стенке кабины в подкапотном пространстве.

Система управления двигателем содержит датчик угловых импульсов начала отсчёта 28 и датчик частоты вращения КВ 33, размещённый над зубчатым венцом 35 диска синхронизации, датчик рециркуляции ОГ и РХХ 25, размещённый на дроссельном патрубке 11 ресивера.

Электронный блок 34 снабжён встроенным коммутатором зажигания. ЭБУ работоспособен в диапазоне напряжения бортовой сети 6 – 16 В и защищён от перенапряжения.

ЭМФ размещают сверху каждого впускного клапана двигателя. Калиброванное отверстие ЭМФ закрывается иглой, управляемой с помощью соленоида, плунжер которого втягивается при протекании тока через его обмотку.

Абсолютная величина давления топлива в трубопроводе не зависит от режима работы двигателя. Разность между абсолютным давлением топлива в системе и абсолютным давлением воздуха во ВТ за дроссельной заслонкой поддерживается постоянной, равной 0,3 МПа.

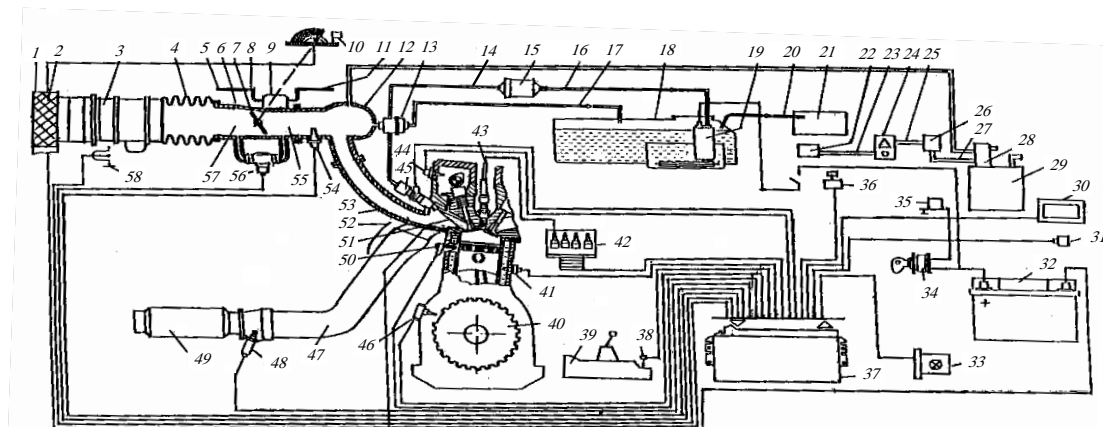
Топливопровод снабжён входным и выходным участками, регулятором давления 8, размещённым на выходном участке и сообщённым через сливной трубопровод 18 с бензиновым баком 20, и четырьмя ЭМФ 7.

Система впрыска топлива обеспечивает подачу необходимого его количества в цилиндры двигателя на всех рабочих режимах. Топливо подают в двигатель с помощью четырёх ЭМФ 7, установленных во ВТ.

Современные автомобили семейства «Самара» оснащены тремя вариантами двигателей ВАЗ-2111, снабжёнными системами распределённого впрыска топлива «GM», «Январь-4» и «Bosch». Первый вариант разработан совместно с фирмой «GM» и предназначен только для экспорта. Автомобиль оснащён нейтрализатором,  $\lambda$ -зондом и предназначен для работы только на неэтилированном бензине. Второй вариант предназначен для внутреннего рынка. Он оснащён системой распределённого впрыска с ЭБУ «Январь-4». Разъёмы взаимозаменяемы с системой «GM». Третий вариант связан с установкой системы впрыска фирмы «Bosch» (ЭМФ и ЭБН). Разработана новая МКСУД, позволившая увеличить мощность двигателя на 5 л.с. Он оснащён новым впускным трубопроводом, ресивером впуска и распределительным валом с более широкими фазами газораспределения. Разработаны два варианта блока: М 1.5.4 (более дешёвый) и перспективный МП 7.0 (более дорогой), обеспечивающий нормы «Евро3». Автомобили имеют внешнее сходство и вариант установки системы впрыскивания можно определить по заводской табличке. Например, в обозначении автомобиля ВАЗ-21083-20-110 цифра 21083 означает базовый двигатель, 2 – 8 – клапанный двигатель с РВТ, 0 – автомобиль с низкой панелью приборов (или 1 – высокой). Вторая единица в хвостике 1 означает, что автомобиль предназначен на экспорт, оснащён нейтрализатором ОГ и системой впрыска «GM». 0 – автомобиль предназначен для внутреннего рынка, система распределённого впрыска топлива (РВТ) – отечественная. Распределённую систему впрыскивания топлива фирмы «Bosch» обозначают цифрой 4 в конце (ВАЗ-2108324). Автомобили «Жигули» ВАЗ-21214, -21074 и -21044 снабжены системой центрального впрыскивания топлива и оснащены двигателем с рабочим объёмом 1,7 л. с ЭБУ ITMS6F. Автомобили «Жигули» ВАЗ-21083, -21093, -21099 оснащены системой распределённого впрыска топлива. Система подачи топлива (рис. 7) автомобилей семейства «ВАЗ» состоит из бензинового бака 18, ЭБН 19, обеспечивающего подачу топлива к ЭМФ 45, фильтра 15 и регулятора давления топлива 13. В системе питания применён ЭБН роликового типа, включаемый через реле. После установки ключа в положение «Зажигание» или «Стартер» после пребывания в положении «Выключено» более 15 с ЭБУ запитывает реле для включения ЭБН.

Если в течение 2 с после включения зажигания прокрутка двигателя не начинается, ЭБУ выключает реле и ожидает режима прокрутки. После её начала ЭБУ вновь включает реле, обеспечивая включение ЭБН.

ЭБН 19 подаёт топливо из бензинового бака 18 через топливопровод 16 и топливный фильтр 15 к ЭМФ 45 при постоянном давлении, поддерживаемом регулятором давления 13. Избыток бензина возвращается в топливный бак 18 по обратной линии топливопровода 17. Электрический насос 37 выдаёт команду ЭМФ 45 на впрыскивание топлива в виде факела 51 во всасывающий патрубок 53 и управляет параметрами впрыскивания в зависимости от режима работы двигателя и нагрузки, поддерживая оптимальное соотношение горючей смеси.



**Рис. 7. Принципиальная схема системы питания автомобиля ВАЗ-2110:**

1 – воздушный фильтр; 2 – фильтрующий элемент; 3 – датчик массового расхода воздуха; 4 – шланг; 5 – выходной патрубок; 6 – корпус дроссельной заслонки; 7 – дроссельная заслонка; 8 – штуцер входного патрубка; 9 – полость охлаждающей жидкости; 10 – потенциометрический датчик; 11 – входной патрубок; 12 – всасывающий патрубок; 13 – регулятор давления топлива; 14, 16, 20, 23, 25, 27 – трубопровод; 15 – фильтр тонкой очистки топлива; 17 – обратный трубопровод; 18 – бензиновый бак; 19 – электрический бензиновый насос; 21 – сепаратор; 22 – предохранительный клапан; 24 – гравитационный клапан; 26 – двухходовый клапан; 28 – клапан продувки; 29 – адсорбер; 30 – контрольная лампа; 31 – диагностический разъём; 32 – аккумуляторная батарея; 33 – сигнальная лампа запаса топлива; 34 – замок зажигания; 35 – главное реле; 36 – реле электробензонасоса; 37 – электронный блок; 38 – датчик скорости; 39 – коробка передач; 40 – зубчатый венец; 41 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 42 – модуль зажигания; 43 – свеча зажигания; 44 – датчик положения распределительного вала; 45 – электромагнитная форсунка; 46 – датчик частоты вращения КВ; 47 – выпускной трубопровод; 48 – датчик кислорода; 49 – система нейтрализации ОГ; 50 – датчик детонации; 51 – факел распылителя; 52 – теплоизолирующий экран; 53 – всасывающий патрубок; 54 – датчик температуры воздуха; 55 – задроссельное пространство; 56 – регулятор холостого хода; 57 – додроссельное пространство; 58 – датчик массового расхода воздуха

Воздушный поток через фильтрующий элемент 2 и шланг 4 поступает во всасывающий патрубок 12 из воздушного фильтра 1, корпус дроссельной заслонки 7 и камеру повышенного давления. Количество поступающего воздуха определяется ДМРВ 3 и регулируется дроссельной заслонкой 7 с помощью педали её управления. ЭБУ 37 постоянно контролирует положение дроссельной заслонки и интенсивность её перемещения с помощью потенциометрического датчика 10, смонтированного на конце оси дроссельной заслонки 7.

При прокручивании КВ двигателя со скоростью (менее минимальной) ЭБУ 37 обеспечивает увеличение длительности впрыскивания, обогащая горючую смесь. При этом педаль управления дросселем нажимать не следует. После запуска двигателя параметры впрыска топлива определяют по ДМРВ 3 и датчику температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) 41.

Минимальную частоту вращения КВ на режимах ХХ прогретого двигателя регулируют с помощью РХХ 56 по команде ЭБУ 37. В зависимости от нагрузки кондиционер, обогреватель, антиобледенитель заднего стекла переводят в положение «Вкл» или «Выкл». Количество воздуха, поступающего через перепускной воздухопровод вокруг дроссельной заслонки, регулируют путём срабатывания клапана, приводимого в действие шаговым электродвигателем. Корпус дроссельной заслонки 6 имеет полость охлаждающей жидкости 9 для нагрева перепускного воздухопровода холостого хода. Охлаждающую жидкость подводят через входной патрубок 11, а удаляют через штуцер 8 и выходной патрубок 5 по шлангу.

Электронный блок 37 прекращает управление пневматическим клапаном при поступлении входного сигнала с датчика скорости 38, смонтированного на коробке передач 39.

Система впрыскивания топлива автомобиля ВАЗ-2110 снабжена ЭБУ «Январь-4». В ЭБУ от датчика 46 и зубчатого диска 40 поступает информация о положении и частоте вращения КВ, массовом расходе воздуха, температуре воздуха 54 и охлаждающей жидкости 41, положении дроссельной заслонки 7, содержании кислорода в ОГ (с обратной связью 48), наличии детонации от датчика 50 в двигателе, напряжении в бортовой сети автомобиля, скорости автомобиля, положении распредвала 44, запросе на включение кондиционера.

Электронный блок включает выходные цепи ЭМФ, различные реле путём замыкания их на «массу» через его выходные транзисторы. Единственным исключением является цепь реле 36 ЭБН, на обмотку которого ЭБУ подаёт напряжение +12 В. ЭБУ снабжён встроенной системой диагностики, обеспечивающей распознавание дефектов системы, предупреждая водителя о неисправности через контрольную лампу 30 «Check Engine».

Двигатель ВАЗ-2112 снабжён датчиком фаз, определяющим момент конца такта сжатия в первом цилиндре. Топливо подают ЭМФ 45 по цилиндрам в последовательности, соответствующей порядку зажигания в цилиндрах 13, 42.

Увеличение частоты вращения КВ двигателя связано с изменением положения дроссельной заслонки 7. Для уменьшения скорости вращения КВ воздушную дроссельную заслонку 7 закрывают. ЭБУ 37 прекращает подачу топлива в том случае, если двигатель развивает максимально возможную частоту вращения КВ, а также при достижении автомобилем предельно допустимой скорости.

Замок зажигания 34 сообщён с аккумуляторной батареей 32 и главным реле 35. Система управления содержит адсорбер 29 с клапаном его продувки 28, сообщённым через трубопровод 14 с трубопроводом 12, двухходовой клапан 26, сообщённый через трубопровод 27 с адсорбером 29, и гравитационный клапан 24, сообщённый через трубопровод 23 с предохранительным клапаном 22, датчик 33 и диагностический разъём 31. Сепаратор 21 через трубопровод 20 сообщён с бензиновым баком 18.

Двигатель ВАЗ-2111 с системой распределённого впрыскивания оснащён ЭБУ «М1.5.4», устанавливаемым на автомобилях ВАЗ-21102, -2111, -21083, -21093 и -21099. Двигатель ВАЗ-2112 разработан на базе двигателя 2108 совместно с фирмой «Porsche» и снабжён 16-ю клапанами. Он имеет распределённый впрыск с возможностью коррекции фаз и снабжён двумя распределительными валами и системой рециркуляции (РЦ). Восьмиклапанные двигатели «ВАЗ», снабжённые разными системами, отличаются конструкцией распределительного вала, а также формой и длиной канала ресивера, равной у ВАЗ-2108 – 370 мм, ВАЗ-2110 – 300 мм. Системы впрыска с элементами «Bosch» снабжены верхним полукорпусом воздушного фильтра.

Автомобиль «Святогор» и его модификации оснащены двигателем мод. «Renault F3R». Блок цилиндров двигателя выполнен из чугуна, а головка блока цилиндров – из алюминиевого сплава. Маркировка двигателя мод. F3R272 означает: F – чугунный блок цилиндров; 3 – параллельное расположение клапанов и R – рабочий объём цилиндров 1998 см<sup>3</sup>. Индекс 272 означает модификацию для автомобиля «Москвич-214145».

Система подачи топлива выполнена распределённой и обеспечивает подачу топлива во впускные патрубки. Система зажигания выполнена бесконтактной, с автоматической корректировкой величины угла опережения зажигания по параметрам детонации.

Комплексная система управления двигателем «Fenix-5» разработана фирмой «Сименс» (Siemens), она снабжена ЭБУ Siemens S 113717120 с 55-ю выводами. МКСУД содержит подсистему управления впрыском топлива и углом опережения зажигания. Она включает систему функциональных датчиков и исполнительных устройств. Величину расхода воздуха ЭБУ определяет по частоте вращения КВ, давлению во ВТ и положению дроссельной заслонки.

Исполнительные устройства системы питания содержат ЭБН «Walbro» (Бельгия), регулятор давления топлива «Bosch» или «Weber», электрический клапан механизма регулировки холостого хода «Хитачи» (Hitachi) AESP 20717, дроссельный патрубок «Солекс» (Solex) и четыре ЭМФ «Сименс». ЭБН представляет собой двухступенчатый, роторного типа, неразборный агрегат, который установлен в бензиновом баке. Он обеспечивает подачу топлива под давлением более 284 кПа.

ЭБН подаёт топливо к ЭМФ через фильтр «Purflux EP ЭОС», установленный возле бензинового бака. Воздушный фильтр снабжён фильтрующим элементом «Lautrette» ELP 3606. Рампа ЭМФ представляет собой полую планку с установленными на ней ЭМФ и закреплённую двумя болтами на ВТ. На

рампе ЭМФ с левой стороны двигателя размещён штуцер для контроля величины давления топлива, закрытый резьбовой пробкой.

Система зажигания содержит две катушки «Magnetti Marelli» ВАЕ 801 с сопротивлением первичной обмотки равным 1 Ом, вторичной – 8 кОм. Свечи «Bosch» W7DCO «Чемпион» (Champion) N7YCX.

Справа на двигателе расположены впускной и выпускной трубопроводы, кислородный датчик с нагревательным элементом, размещённый на приёмном трубопроводе, и стартер. На правом брызговике расположены датчик абсолютного давления, диагностический разъём, главный предохранитель и главное реле. Сверху на двигателе в зоне ВТ установлены ЭМФ, датчик положения дроссельной заслонки и температуры воздуха на впуске.

ЭБУ управляет системами выпуска ОГ и обеспечивает контроль испарения топлива. Если сигнал ДТОЖ, датчика температуры поступающего воздуха или от  $\lambda$ -зонда не соответствует оптимальным параметрам, то ЭБУ включает аварийный режим работы. В этом случае ЭБУ использует заранее заданные величины, позволяющие продолжить работу двигателя на неоптимальных режимах. Если ЭБУ запускает аварийный режим, то на панели приборов загорается контрольная лампа и в памяти ЭБУ записывается соответствующий код неисправности.

Частота вращения КВ на режимах холостого хода регулируется с помощью клапана подачи дополнительного воздуха, обходящего дроссельную заслонку. Когда дроссельная заслонка закрывается, то ЭБУ обеспечивает подачу дополнительного количества воздуха, поступающего во ВТ, контролируя частоту вращения системы холостого хода. При полном открытии дроссельной заслонки ЭБУ отключает клапан продувки адсорбера.

Электронная система зажигания двигателей семейства «ВАЗ» (рис. 8) содержит аккумуляторную батарею 1, сообщённую через главное реле 3 и выключатель 5 с ЭБУ 21 и через электрический контакт 11 с модулем зажигания 13. Модуль зажигания 13 обеспечивает формирование высоковольтных импульсов, подаваемых на свечи зажигания. Он включает в себя коммутатор 21 и катушки зажигания 12 и 15. Система зажигания содержит четыре электрические цепи. Напряжение электрической цепи питания 6 поступает с выключателя 5 зажигания на контакт 8 модуля зажигания. Электрическая цепь соединения с массой сообщена с торцом крышки головки цилиндров и контактом 16 модуля зажигания 13.

Система зажигания содержит цепь питания 6, цепь массы 17 и 22, цепи управления цилиндров 1 и 4 и 2 и 3, а также модуль зажигания 13.

Датчик 25 положения КВ двигателя электрической цепью связан с ЭБУ и задающим диском 27 со впадиной 26. Модуль 13 системы зажигания содержит две катушки зажигания 12 и 15, два согласующих устройства 9 и 19 и силовые транзисторы 10 и 18, сообщённые со свечами зажигания 14. Цепь питания обеспечивает подачу напряжения 12 В через предохранитель 29 на 15 А на контакт 11 модуля зажигания 13.

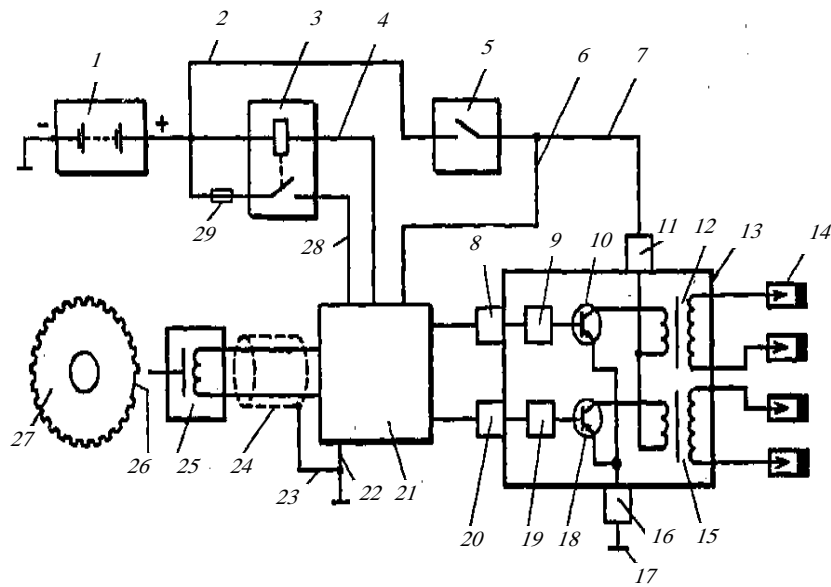
Электрическая цепь массы соединена с массой автомобиля 17 и осуществляется с торца крышки головки цилиндров на контакт 16 модуля зажигания 13.

В системе зажигания применяют метод распределения искры, называемый методом холодной искры. Цилиндры двигателя объединены в пары IV и III. Искрообразование происходит одновременно в двух цилиндрах. В одном цилиндре заканчивается такт сжатия (рабочая искра), а в другом происходит такт выпуска (холостая искра).

Электронный блок 21 управления формирует и подаёт электрический сигнал через цепь управления зажиганием I и IV цилиндров на контакт 8 модуля зажигания.

Полученный сигнал используется для коммутации первичного тока катушки и выдачи высокого напряжения на свечи I и IV цилиндров. ЭБУ 21 формирует и подаёт электрический сигнал через цепь управления зажиганием II и III на контакт 20 модуля зажигания. Этот сигнал используют для коммутации первичного тока катушки и выдачи высокого напряжения на свечи зажигания 23-го цилиндров.

Для правильного управления ЭМФ ЭБУ учитывает различные факторы, влияющие на работу двигателя. ЭБУ регистрирует изменение сопротивления датчиков температуры и в зависимости от величины их сопротивления управляет работой корректирующего устройства, согласовывающего продолжительность впрыскивания с температурой. ЭБУ связан с первым датчиком давления, подающим данные давления во ВТ.



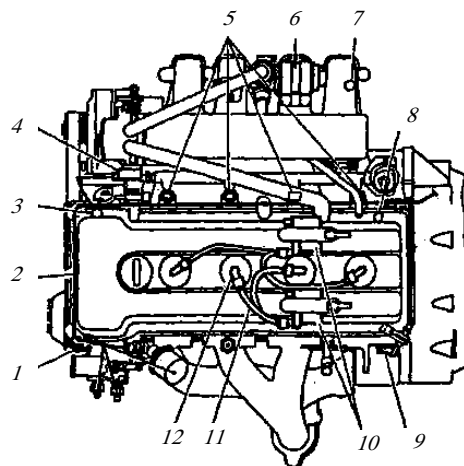
**Рис. 8. Принципиальная схема системы зажигания:**

1 – аккумуляторная батарея; 2, 4, 7 – электрическая цепь;

3 – главное реле зажигания; 5 – выключатель зажигания; 6 – электрическая цепь питания; 8 – контакт; 9, 19 – согласующие звенья; 10, 18 – транзисторы; 11 – электрический контакт; 12, 15 – катушки зажигания; 13 – модуль зажигания; 14 – свеча зажигания; 16, 20 – контакты; 17 – электрическая цепь массы; 21 – блок управления; 22, 23 – электрическая цепь массы; 24 – оболочка; 25 – датчик положения КВ; 26 – площадка; 27 – задающий диск

Второй датчик предназначен для обогащения горючей смеси на режимах полной нагрузки. Для определения количества дополнительного топлива в режиме ускорения существует связь между ЭБУ и датчиком, учитывающим положение дроссельной заслонки ВТ. Датчик прекращает подачу топлива при работе двигателя в режиме холостого хода и включается при открытии дроссельной заслонки на 2°. При открывании дроссельной заслонки с датчика на ЭБУ подаются импульсы, по которым определяется количество дополнительного топлива в режиме ускорения. Система ускорения блокируется при закрытии дроссельной заслонки.

Комплексная система управления двигателем включает подсистему управления впрыском топлива и подсистему управления углом опережения зажигания (УОЗ). Схема расположения элементов системы управления двигателем ЗМЗ-4062.10 приведена на рис. 9. Воздушный фильтр автомобиля семейства «ГАЗ» установлен в передней правой части моторного отсека. Корпус воздушного фильтра расположен на левом лонжероне и через гофрированный патрубок соединён с дроссельным узлом.



**Рис. 9. Расположение элементов системы управления на двигателе:**

1 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 2 – жгут проводов системы управления двигателем; 3 – датчик частоты вращения и синхронизации; 4 – датчик положения дроссельной заслонки; 5 – электромагнитные форсунки; 6 – регулятор холостого хода; 7 – датчик температуры воздуха; 8 – датчик детонации; 9 – датчик фазы; 10 – катушки зажигания; 11 – высоковольтный провод свечи зажигания; 12 – наконечник свечи зажигания

ЭМФ 5 размещают сверху каждого впускного клапана двигателя. Регулятор холостого хода 6 размещён на ресивере впускного тракта и соединён с ним трубками до дроссельной заслонки и после неё. РХХ хода закреплён на впускном трубопроводе с помощью двух болтов. Датчик положения КВ 3 размещён в передней части двигателя с правой стороны. Датчик фазы 9 расположен с левой передней части головки цилиндров и закреплён с помощью отверстий.

Датчик детонации установлен в зоне 4-го цилиндра на блоке со стороны впускной системы и предназначен для коррекции угла опережения зажигания при обнаружении детонации блоком управления.

Воздушный фильтр автомобилей семейства «ВАЗ» расположен с правой стороны на резиновых фиксаторах. Воздушный ресивер впускного тракта в сборе через прокладку пятью шпильками крепят к головке блока цилиндров.

Датчик температуры охлаждающей жидкости полупроводникового типа 1 установлен в потоке охлаждающей жидкости двигателя на отводящем патрубке охлаждающей рубашки в корпусе термостата системы охлаждения. В настоящее время от этого датчика работает электрический вентилятор радиатора. Датчик температуры воздуха 7 размещён на канале четвёртого цилиндра впускного трубопровода. Датчик температуры воздуха установлен на патрубке, соединяющем корпус воздушного фильтра с узлом дроссельной заслонки двигателя F3R.

Датчик положения дроссельной заслонки 4 автомобилей семейства «ГАЗ» установлен на корпусе дроссельного патрубка и приводится в действие осью дроссельной заслонки. Конечные положения дроссельной заслонки соответствуют режиму ХХ и полной нагрузке. Он подключён к жгуту системы управления через трёхконтактный соединитель. Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) резистивного типа. ДПДЗ автомобилей семейства «ВАЗ» установлен сбоку на дроссельном патрубке напротив рычага управления дроссельной заслонкой. ДПДЗ не регулируется.

ЭБУ автомобилей семейства «ГАЗ» расположен под панелью приборов на правой боковине. ЭБУ автомобилей семейства «ВАЗ» расположен под консолью панели приборов (в защищённом от воздействия влаги и высокой температуры месте) и закреплён на кронштейне. ЭБУ автомобиля «Святогор» установлен на правом щите передка около мотора-редуктора стеклоочистителя. Он соединён со жгутом электропроводки через разъём с 55-ю клеммами. ЭБУ использует низкое напряжение сигнала ДПДЗ на режиме холостого хода (в качестве точки отсчёта 0 % открытия дроссельной заслонки).

Датчик массового расхода воздуха расположен на шланге воздушного фильтра. Он установлен на автомобиле между воздушным фильтром и ресивером.

Реле системы управления двигателем и реле ЭБН расположены на кронштейне в правой части щитка передка.

Редукционный клапан ЭБН расположен на топливном трубопроводе в зоне 4-го цилиндра. Датчики системы управления соединены между собой при помощи жгута проводов 2.

Фильтр тонкой очистки топлива расположен на щитке передка. Катушка 10 зажигания через провод высокого напряжения сообщена с системой зажигания двигателя.

Исполнительные устройства в составе четырёх электромагнитных форсунок установлены на впускной трубе. Регулятор ХХ выполнен на базе двухфазного моментного двигателя. Он предназначен для дозирования количества воздуха, поступающего во впускной трубопровод на режимах пуска, прогрева, холостого и принудительного холостого хода двигателя. Регулятор размещён на ресивере впускной системы.

Электрический бензонасос установлен под кузовом автомобиля. Электромагнитные реле питания и реле бензонасоса предназначены для «включения/отключения» исполнительных устройств от бортовой сети по команде ЭБУ. Они установлены в подкапотном пространстве автомобиля.

Свечи типа А17ДВР в количестве 4-х штук ввёрнуты в головку цилиндров по центру камер сгорания. Две двухвыводные катушки зажигания установлены на крышке клапанов.

Система управления двигателем включает в себя также элементы, не использующие энергию электрического тока.

Редукционный клапан служит для поддержания перепада давления в топливной магистрали равным 0,3 МПа.

Система управления двигателем автомобилей «ВАЗ» имеет ряд отличий в размещении некоторых элементов. ЭБУ, колодка диагностики, реле и предохранители системы впрыска располагаются под консолью панели приборов на специальном кронштейне. В результате изменяется порядок снятия и установки ЭБУ. Реле и предохранители расположены за правым экраном консоли, а колодка диагностики – за левым экраном. Там же, под консолью панели приборов на левом экране расположен СО-потенциометр. Со второй половины 1998 г. колодка диагностики расположена под рулевой колонкой, в нижней части панели приборов.

### **Контрольные вопросы**

1. Что включает в себя электронная система управления двигателем?
2. Какие параметры системы управления относятся к входным, а какие выходным?
3. Чем отличается система с обратной связью от системы без обратной связи?
4. Объясните устройство и работу системы центрального впрыска.
5. Объясните устройство и работу системы распределённого впрыска.
6. Расскажите о структурной системе управления двигателем.
7. Расскажите о функциональной системе управления работой электромагнитных форсунок.
8. Расскажите устройство и работу системы питания автомобиля «Волга» ГАЗ-3110.
9. Объясните устройство и работу системы питания автомобиля ВАЗ-2110.

### ***Лабораторная работа 2***

## **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ БЕНЗИНОВЫЙ НАСОС**

*Цель работы:* изучить устройство и работу электрических бензиновых насосов.

*Оборудование:* электрический бензиновый насос в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности электрических бензонасосов.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

### **Общие сведения**

В современных системах впрыска используют только ЭБН, производительность которого в несколько раз превышает потребность двигателей в топливе. Производительность ЭБН на любых режимах составляет 120 л/час. ЭБН может располагаться как вне бака, так и непосредственно может быть погруженным в бензин в баке. Электродвигатель омывается топливом. Опасность взрыва отсутствует, так как отсутствует горючая смесь. ЭБН подаёт топлива больше, чем необходимо двигателю для надёжной работы регулятора давления и обеспечения постоянного слива топлива. Слив топлива необходим для охлаждения элементов системы впрыскивания и удаления возможных загрязнений. По месту расположения ЭБН выполняют погруженными в бензиновый бак или подвесными, размещёнными вне его. Подвесные насосы крепятся под кузовом или в нижней части моторного отсека. Погруженные ЭБН встроены в топливный заборник. Подвесные насосы выполнены в герметичном исполнении и разборке не подлежат.

При номинальном напряжении 12 В насос потребляет при работающем двигателе не более 6,5 А, при неработающем двигателе (продолжительность работы не более 5 с) – 2 А.

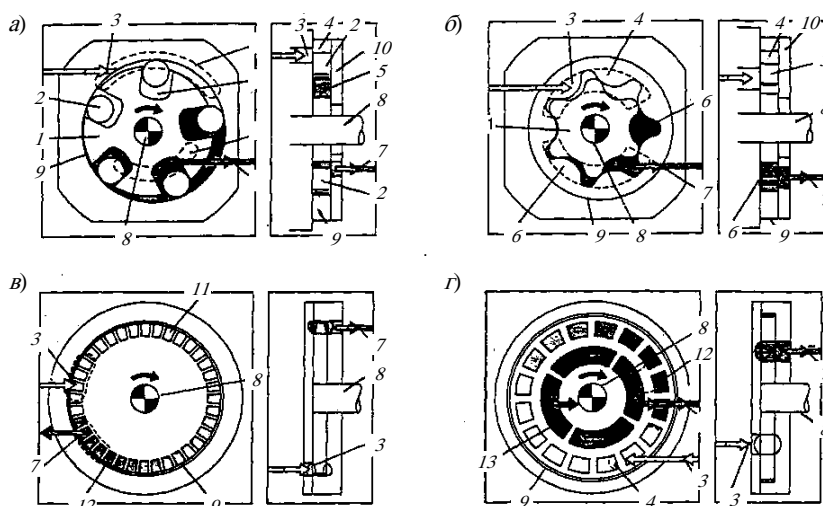
Принципиальная схема нагнетательного узла (насосная секция) современных ЭБН приведена на рис. 10. В корпусе насоса (рис. 10, а) размещён нагнетательный узел, содержащий дисковый ротор 1, размещённый эксцентрично на валу 8 и снабжённый пазами 5 с подвижными цилиндрическими роликами 2, всасывающую 4 и нагнетательную 6 полости, впускной 3 и выпускной 7 каналы и статор 9, закрытый крышкой 10.

При вращении дискового ротора 1 по часовой стрелке происходит увеличение объёма всасывающей полости 4 и создание в ней разрежения, под действием которого она заполняется через входной канал 3. В полости 6 происходит уменьшение объёма и увеличение давления. Из полости 6 топливо поступает в выпускной канал 7 ЭБН.

Периодически повторяющееся изменение (пульсация) давления вызывает повышенный шум и вибрацию. При перекачивании нагретого топлива ЭБН может подавать паровую фазу, приводящую к снижению его производительности.

Роликовые насосы способны развивать максимальное давление до 0,6 – 1,0 МПа. Насосная секция шестерённого насоса (рис. 10, б) содержит роликовый диск 1 (малую ведущую шестерню), размещённый на валу 8 и снабжённый впускным каналом 3 и всасывающей полостью 4, нагнетательной полостью 6 и выпускным каналом 7. Малая ведущая шестерня центрируется валом ротора электродвигателя, а вращение от ротора к шестерне передается через муфту.

Шестерённый насос работает аналогично масляному и развивает давление величиной 0,4 МПа. Такие насосы нашли применение в системах распределённого впрыска. Бензин транспортируется во впадинах между зубьями шестерён и выдавливается в выпускной канал 7 во время нахождения зубьев в зацеплении.



**Рис. 10. Принципиальные схемы нагнетательного узла современных электрических насосов:**

а – роликовый насос; б – шестерённый; в – турбинный одноканальный; г – турбинный двухканальный с боковыми клапанами; 1 – дисковый ротор; 2 – ролик; 3 – впускной канал; 4 – всасывающая полость; 5 – паз; 6 – нагнетательная полость; 7 – выпускной канал; 8 – вал; 9 – статор; 10 – крышка; 11 – впускной канал; 12 – нагнетательный канал; 13 – выпускной канал

Насосная секция вихревого (турбинного) одноканального насоса (см. рис. 10, в) содержит впускной канал 3, сообщённый со всасывающей полостью 4, наклонные лопатки 11, образующие крыльчатку, расположенную вдоль пути перемещения топлива, и нагнетательный канал 12. Крыльчатка вращается внутри статора подобно насосу охлаждающей жидкости. Максимальное давление, развиваемое наклонными лопатками, не превышает 0,4 МПа.

Вихревой насос многократно закручивает бензин, который устремляется в нагнетающую магистраль с необходимым повышением давления. Работа сопровождается стабильным потоком и практически происходит без пульсаций давления, поэтому вихревые насосы работают бесшумно. Такие насосы часто используют в качестве насоса или его первой ступени систем распределённого впрыска. Конст-



рукция турбинного насоса проще по сравнению с вытеснительным насосом. Одноступенчатые насосы позволяют получать давление в системе, достигающее 0,3...0,6 МПа. КПД для серийных ЭБН составляют 10...15 %. Насосная секция может быть вихревого или роторного типа.

Для защиты насоса от попадания в него паровых пробок в конструкцию некоторых ЭБН вводят дополнительные стаканы, удерживающие в своем объеме небольшое количество бензина. Стакан через небольшое отверстие сообщён с баком, а также постоянно пополняется топливом из обратного бензопровода. Даже при резких манёврах и малом количестве топлива воздух в насос не попадает.

Двухступенчатый ЭБН с периферийными лопатками ЭБН и турбинным насосом (рис. 10, *г*) содержит корпус *б*, переднюю крышку с входным штуцером *1*, рисковый ротор *2*, предварительную *3* и главную *4* ступени нагнетания, входную топливную полость *5*, заднюю крышку *11* с выходным штуцером *12* и электрическим контактом *10*. В корпусе *б* размещён постоянный магнит *15*, якорь *7* с коллектором *14* и графитовой щёткой *8*. Нагнетательная топливная полость *9* сообщена со штуцером *12*, снабжённым обратным клапаном *13*.

Автомобили семейства «Волга» ГАЗ-3110 оснащены роликовым насосом зарубежного производства («Bosch», «Pirburg») и отечественного производства Старооскольского и Тюменского автоагрегатных заводов. Конструктивно они выполнены полностью взаимозаменяемыми.

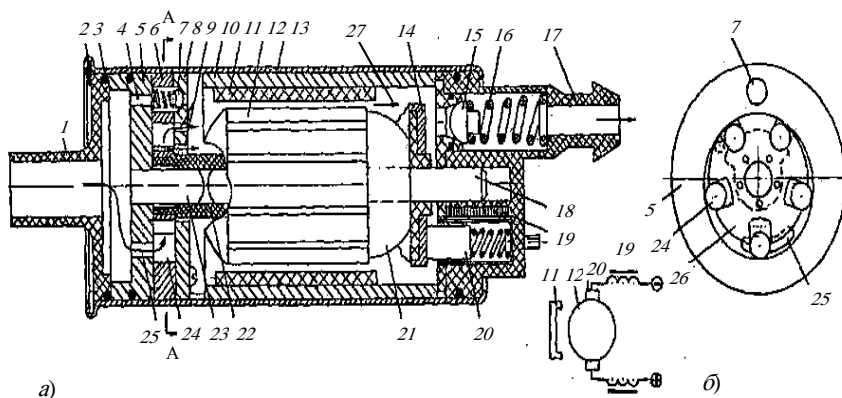
ЭБН, установленный на автомобилях семейства «Волга» ГАЗ-3110 (рис. 11), представляет собой неразборную конструкцию роликового типа с электродвигателем постоянного тока. Электрический бензиновый насос снабжён рабочими органами, выполненными в виде цилиндрических роликов *24*. Характерной особенностью ЭБН является наличие предохранительного *7* и обратного *15* клапанов.

ЭБН содержит цилиндрический корпус *13*, насосную секцию и электродвигатель, размещённые в одном корпусе, переднюю и заднюю крышки с входным *1* и выходным *17* штуцерами, основание *5*, статор *6* и крышку насоса *8*, якорь электродвигателя *12* с обмоткой *21* и электрическим коллектором *14*, шариковые обратный *15* и предохранительный *7* клапаны.

Электродвигатель *12* снабжён электрическим коллектором *14* со щётками *20* и постоянными магнитами *10*, закреплёнными на корпусе *13*. Ротор вращается в подшипниках скольжения и соединён с насосной секцией при помощи муфты *22*.

Насосная секция расположена со стороны входа топлива, а её рабочим элементом служит эксцентрично расположенный дисковый ротор *26* с пятью прорезями с цилиндрическими роликами *24*, выполняющими роль уплотнения между секциями насоса. Якорь электродвигателя *12* охлаждается топливом при останове двигателя и выключенном зажигании.

При вращении ротора *26* металлические ролики *24* под действием центробежной силы отбрасываются к периферии ротора *26* и прижимаются к внутренней поверхности статора *5*. Металлические ролики *24* под действием центробежных сил перекачиваются по эксцентричной нагнетательной полости *27*. Цилиндрические ролики *24* уплотняют зазор между дисковым ротором *26* и статором насоса *6* и обеспечивают подачу топлива в нагнетательную полость *27*.



**Рис. 11. Электрический бензиновый насос автомобилей семейств «Волга» ГАЗ-3110:**

*а* – продольный разрез; *б* – нагнетательный узел; *1, 17* – входной и выходной штуцеры; *2, 3* – стопорное и уплотнительное кольцо; *4* – выходной канал обратного клапана; *5* – основание; *6* – статор; *7, 15* – пре-

дохранительный и обратный клапаны; 8 – крышка нагнетательного узла; 9, 25 – выходной и входной каналы нагнетательного узла; 10 – распределительная втулка; 11 – постоянный магнит; 12 – якорь электродвигателя; 13 – корпус; 14 – коллектор электродвигателя; 16 – пружина; 18 – вал электродвигателя; 19 – фильтр радиопомех; 20 – щётка электродвигателя; 21 – обмотка якоря электродвигателя; 22 – соединительная муфта; 23 – вал; 24 – ролик; 26 – дисковый ротор; 27 – нагнетательная полость

Клапан 15 служит для поддержания давления в топливной магистрали после выключения ЭБН. В противном случае при сливе бензина из магистрали в ней образовались бы воздушные пробки. Предохранительный клапан 7 ограничивает давление топлива выше допустимого.

Бензин поступает во внутреннюю полость насоса через входной штуцер 1 и входной канал 25, выполненный в основании статора 5, поступает в сегментное пространство, расположенное между статором 5 и ротором 26. Бензин из всасывания с входным отверстием 25 перемещается в зону нагнетания с выходным каналом 9. Через канал 9 бензин поступает к якорю 21 ЭБН, обтекает его и охлаждает.

В рабочей камере насоса на валу эксцентрично вращается дисковый ротор, в пазах, которого находятся ролики 24. Захваченное цилиндрическими роликами 24 топливо под давлением выходит через выходной штуцер насоса 17. Якорь электродвигателя 12 вращается в топливе, что исключает необходимость размещения уплотнений опор вала.

Электродвигатель постоянного тока требует обязательного соблюдения полярности, поэтому клеммы для подключения проводки соединены с клеммой «плюс» – с резьбой М4 – и «минус» – с резьбой М5.

ЭБН подсоединён к бортовой сети автомобиля через электромагнитное реле (РБН), представляющее собой катушку с якорем и парой нормально-разомкнутых контактов. Сопротивление обмотки реле составляет 80 Ом. Реле установлено под капотом автомобиля, справа, рядом с главным реле ЭБН. Электрическая цепь ЭБН защищена предохранителем с допустимой силой тока 10 А.

В конструкции ЭБН производства Тюменского автоагрегатного завода отсутствует сетчатый фильтр на входе. ЭБН производства Старооскольского автоагрегатного завода содержит щётки коллектора, расположенные вдоль оси ротора. Рабочий элемент насосной секции представляет дисковый ротор с пятью роликами. Его ось неподвижна, а соединение с валом обеспечивается через муфту электродвигателя.

Нагнетательный узел ЭБН «Pirburg», устанавливаемого на автомобилях семейства «Волга», выполнен в виде шестерён. Шестерённый насос работает аналогично масляному насосу двигателя. На входе размещён фильтрующий сетчатый стаканчик. Бензин является охладителем, обеспечивает смазывание насоса.

В системе питания автомобилей «ВАЗ» применяется ЭБН турбинного типа, двухступенчатый, неразборный. ЭБН содержит корпус, сообщённый через отверстие с топливным заборником, фланец со штуцером 6 и технологическим приливом, жгут проводов с разъёмом, поплавков с осью, потенциометр, сообщённый с колодкой, провода, подводящий 3 и отводящий 4 трубопроводы. Насос скомбинирован с датчиком уровня топлива.

Размещение ЭБН в бензиновом баке снижает возможность образования паровых пробок, так как топливо подаёт под давлением. ЭБН защищён от дорожной пыли, грязи и камней.

Если в течение 3 с после включения зажигания не начинается вращение вала двигателя, ЭБУ выключает реле и ожидает начала прокрутки. После её начала ЭБУ определяет вращение по опорному сигналу датчика положения КВ и вновь включает реле, обеспечивая включение ЭБН.

На автомобилях семейства «ВАЗ» применяют два вида ЭБН, отличающихся датчиком уровня топлива. У датчиков уровня топлива автомобилей «Самара» с низкой и высокой панелью разное сопротивление. Для автомобилей с низкой панелью при пустом баке – 350 Ом, а при полном баке – 610 Ом. С высокой панелью при пустом топливном баке – 250 Ом, а при пустом баке – 20 Ом.

Управляющее реле обеспечивает включение системы питания ЭБН сразу после включения замка зажигания. Если двигатель случайно заглохнет, а замок зажигания находится в положении «Зажигание», питание ЭБН будет немедленно прервано.

Конструкция ЭБН автомобиля «Святогор» представляет собой схему с внутренним зацеплением. В его пластмассовом корпусе установлен постоянный магнит, якорь имеет торцевой коллектор, к которому примыкают две щётки. Якорь через пластмассовую муфту соединён с ротором ЭБН.

В корпусе встроены обратный и перепускной клапаны. ЭБН установлен в топливном баке.

При длительной стоянке автомобиля (более двух недель) рекомендуется иметь в баке не менее 15 л бензина. ЭБН автомобилей «ВАЗ» установлен в топливном баке и подаёт топливо через магистральный топливный фильтр и линию подачи топлива на рампу ЭМФ.

### Контрольные вопросы

1. Общие сведения об электрических бензиновых насосах.
2. Расскажите об устройстве и работе нагнетательного узла современных ЭБН.
3. Объясните устройство и работу ЭБН автомобилей семейства «Волга» ГАЗ-3110.
4. Объясните устройство и работу ЭБН автомобилей семейства ВАЗ-2110.

### Лабораторная работа 3

## РЕГУЛЯТОРЫ ХОЛОСТОГО ХОДА

*Цель работы:* изучить устройство и работу регуляторов холостого хода.

*Оборудование:* регулятор холостого хода в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности регуляторов холостого хода.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

### Общие сведения

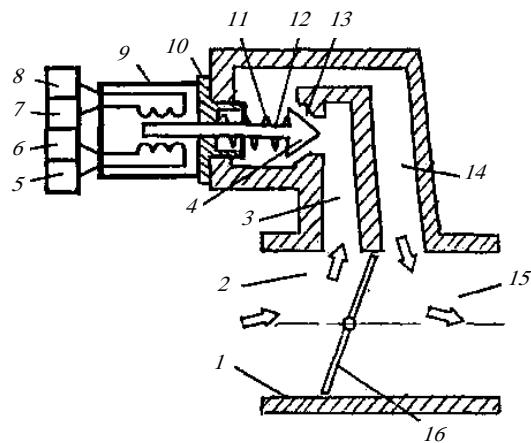
Регулятор ХХ предназначен для подачи дополнительного количества воздуха в цилиндры при полностью закрытой дроссельной заслонке. Он обеспечивает поддержание заданной частоты вращения КВ двигателя на режимах холостого хода, пуска, прогрева и режимах ПХХ. В качестве исполнительного механизма в системах регулирования используются шаговые электродвигатели.

Регулятор ХХ автомобилей семейства «ВАЗ» (рис. 12) содержит шаговый электродвигатель 9, соединённый с подвижной конусной иглой 4. Электродвигатель содержит статор с двумя катушками и шаговый шток 12, размещённый на двух опорах, в которых запрессована втулка с внутренней резьбой, по которой перемещается шток 12.

Конусная игла РХХ, установленная в обходном канале подачи воздуха, на режиме холостого хода выдвигается или убирается шаговым электродвигателем 9, управляемым сигналами ЭБУ.

Регулятор ХХ содержит трубопровод 1 с размещённой в нём воздушной заслонкой 16, дроссельный патрубок с входным 3 и выходным 14 каналами. Он также снабжён клапаном с подпружиненной запорной конусной иглой 4 с шаговым штоком 12 и пружиной 11, размещённой во втулке 10. Шаговый шток перемещается по резьбе с помощью шагового электродвигателя.

Дополнительный воздушный поток из додроссельного пространства 2 по входному каналу 3 через щель 13 и по выходному каналу 14 поступает в задроссельное пространство 15. В корпусе двигателя 9 размещена электрическая катушка, сообщённая с контактами 5 – 8 коллектора двигателя. Регулятор ХХ размещён на ВТ. Он соединён с дроссельным патрубком трубкой, через которую воздух подаётся в него из пространства до дроссельной



**Рис. 12. Регулятор холостого хода автомобилей «ВАЗ»:**

1 – трубопровод; 2 – додрессельное пространство; 3 – входной канал; 4 – игла; 5, 6, 7, 8 – контакты; 9 – электродвигатель; 10 – втулка; 11 – пружина; 12 – шток; 13 – кольцевая щель; 14 – выходной канал; 15 – задроссельное пространство; 16 – дроссельная заслонка

заслонки и, пройдя через регулятор, поступает через другую трубку на выходе из регулятора в ресивер. РДВ обеспечивает подачу воздуха в двигатель в обход дроссельной заслонки, когда она прикрыта.

Для увеличения частоты вращения КВ на режимах холостого хода ЭБУ открывает РХХ, увеличивая подачу воздуха в обход дроссельной заслонки 16. Для понижения частоты вращения КВ блок управления перемещает иглу, уменьшая количество воздуха, подаваемого в обход дроссельной заслонки. При полностью выдвинутом положении до седла, соответствующем нулю шагов, игла перекрывает подачу воздуха в обход дроссельной заслонки.

Необходимая частота вращения КВ при закрытой дроссельной заслонке запрограммирована в ЭБУ. РХХ под управлением ЭБУ обеспечивает увеличение или уменьшение частоты вращения КВ на режимах холостого хода, обеспечивая снижение выброса вредных веществ. Когда дроссельная заслонка закрывается при торможении двигателем, РХХ увеличивает количество воздуха, подаваемого в обход дроссельной заслонки, обеспечивая обеднение горючей смеси.

ЭБУ выдаёт на обмотку якоря электрические импульсы с частотой 100 Гц, возбуждающееся в якоре магнитное поле, которое через магнитопровод воздействует на магниты, заставляя и стакан повернуться на определённый угол (шаг). РДВ подключён к системе управления через трёхконтактный штекер 1.

На клеммы РХХ подаётся импульсный сигнал с неизменной частотой 100 200 Гц и скважностью, изменяемой в зависимости от необходимой степени изменения сечения канала. Изменение скважности управляющего сигнала приводит к изменению силы среднего тока, протекающего по обмоткам электродвигателя, и положения регулирующего элемента.

Регулятор ХХ автомобиля «Волга» ГАЗ-3110 (рис. 13) содержит корпус 9, снабжённый полостью постоянного 25 и переменного 22 объёмов. В полости 25 размещён поворотный стакан 7, закреплённый одним концом в шариковом подшипнике 14, снабжённом стопорным 13 и уплотнительным 15 кольцами. Между постоянным электромагнитом 8 и якорем 10, имеющим электромагнитную обмотку 6, образуется электромагнитное поле. Ось якоря 11 закреплена в подшипниках фланца 5 и магнитопровода 12.

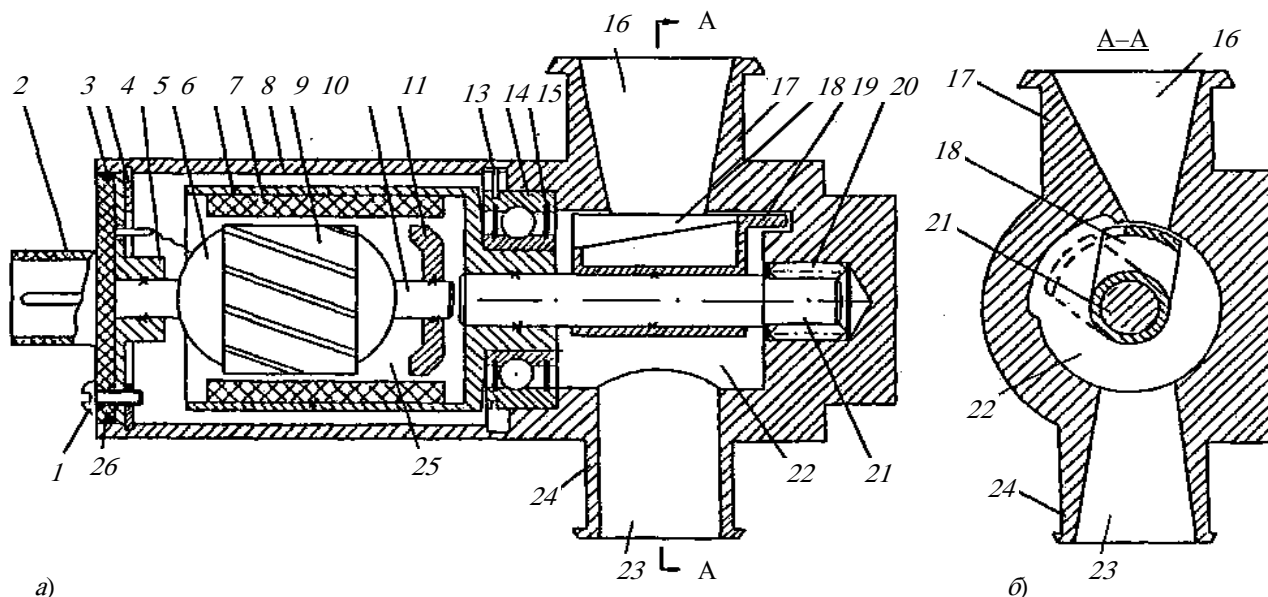
Полость постоянного объёма 25 закрыта крышкой 26 с уплотнителем 3, прикреплённым к стопорной шайбе 4 с помощью винта 1. Во входном канале 16 входного патрубка 17 размещена заслонка 18.

Штекерная колодка 2 через электрические выводы сообщена с обмоткой 6 якоря 10. В полости переменного объёма 22 размещена поворотная заслонка 18, жёстко закреплённая на оси 21 в шариковом 14 и роликовом 20 подшипниках. Ход заслонки 18 ограничен упором 19. Полость 22 через входной канал 16 сообщена с полостью, а через выходной канал 23 в штуцере 24 – с системой впускного тракта.

ЭБУ обрабатывает сигналы датчиков, определяет необходимое положение заслонки 2 и выдаёт на обмотку 6 регулятора электрические импульсы определённой скважности. Электрический ток, проходя по электрическим цепям ПИ обмоток, создает электромагнитное поле, которое взаимодействует с магнитом 7 и заставляет его повернуться на определённый угол (шаг). Одновременно поворачивается и заслонка 2, изменяя проходное сечение регулятора. Регулятор ХХ типа 0 280 140 545 выполнен на базе двухфазного двигателя. Поворот заслонки 2 осуществляется двухмоторным электродвигателем с неподвижными обмотками (якорем) и вращающимся магнитом 7.

Регулятор ХХ автомобиля «Святогор» состоит из механической и электрической частей. Механическая часть содержит корпус с проходным сечением для дополнительного воздуха и шток подпружиненного клапана. После получения сигнала закрытия дроссельной заслонки ЭБУ замыкает соленоид с «массой».

Сопротивление исправного регулятора ХХ между его контактами должно быть 810 Ом. Сердечник воздействует на шток и обеспечивает его перемещение. Клапан при этом отходит от седла и пропускает дополнительный воздух во ВТ.



**Рис. 13. Регулятор холостого хода автомобиля «ЗМЗ»:**

1 – винт; 2 – штекерная колодка; 3 – уплотнительное кольцо; 4 – шайба крепления; 5 – фланец крепления якоря; 6 – обмотка якоря; 7 – поворотный стакан; 8 – магнит; 9 – корпус; 10 – якорь неподвижный; 11 – ось якоря; 12 – магнитопровод; 13 – стопорное кольцо подшипника; 14 – шариковый подшипник; 15 – уплотнение подшипника; 16 – входной канал; 17 – входной патрубок; 18 – поворотная заслонка; 19 – упор; 20 – роликовый подшипник; 21 – вал заслонки; 22 – полость переменного объема; 23 – выходной канал; 24 – выходной патрубок; 25 – полость постоянного объема; 26 – крышка

Дополнительное поступление воздуха из-за негерметичности ВТ сопровождается повышением в нём давления. ЭБУ определяет и выдаёт команду на ограничение поступления дополнительного воздуха путём перемещения штока в сторону уменьшения проходного сечения клапана. Повышение сопротивления на впуске (до дроссельной заслонки) в случае перегнутых воздушных рукавов или засорения воздушного фильтра сопровождается командой на увеличение проходного сечения, по которой клапан занимает новое положение, пропуская большее количество воздуха. Электрический клапан размещён на специальной площадке уравнивательной камеры ВТ. Частота вращения КВ на режимах ХХ составляет 800 – 900 об/мин. Сопротивление электромагнитной катушки составляет  $9,5 \pm 1,0$  Ом, а напряжение – 12 В.

### Контрольные вопросы

1. Назначение регуляторов холостого хода.
2. Устройство и работа регулятора ХХ автомобилей семейства «ГАЗ».
3. Устройство и работа регулятора ХХ автомобилей семейства «ВАЗ».
4. Устройство и работа регулятора ХХ автомобилей семейства «Святогор».

## ДАТЧИКИ МАССОВОГО РАСХОДА ВОЗДУХА

*Цель работы:* изучить устройство и работу датчиков массового расхода воздуха.

*Оборудование:* датчик массового расхода воздуха в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности датчиков массового расхода воздуха.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

### Общие сведения

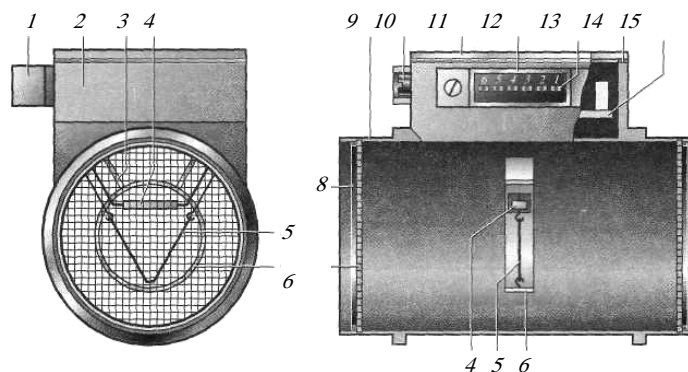
*Расходомер воздуха* предназначен для измерения потребляемого двигателем воздуха. Основным его элементом является ДМРВ, обеспечивающий определение массы воздуха, поступающего в цилиндры двигателя.

В системах впрыска применяют ДМРВ двух типов, отличающиеся по устройству (нагреваемой нитью или пленкой) и характеру выдаваемого сигнала (частотный или аналоговый). В первом случае в зависимости от расхода воздуха изменяется частота сигнала, а во втором – напряжение.

Наиболее распространённым до недавнего времени измерителем расхода воздуха являлся датчик лопастного (флюгерного) типа, применяемого на автомобилях ведущих зарубежных фирм «BMW», «Opel», «Ford», «Nissan», «Toyota».

Устройство расходомера воздуха двигателей семейства «ЗМЗ», снабжённого проволочным датчиком, представлено на рис. 14. Принцип действия этого датчика связан с измерением сопротивления измерительного элемента (платиновая проволока или плёночный резистор) при охлаждении его потоком воздуха, проходящего через сечение расходомера. Температура проволоки датчика, нагретой проходящим по ней током, изменяется в зависимости от скорости воздуха, проходящего через диффузор, за счёт изменения теплоотдачи при вынужденной конвекции.

Датчик двигателя ЗМЗ-4062.10 термоанемометрического типа HLM2- 4.7 0280212014 BOSCH (Германия) или ИВКШ 407282000 (Россия) предназначен для определения количества (массы) воздуха, поступающего в цилиндры двигателя. По массовому расходу воздуха можно судить о мощности, развиваемой двигателем. На корпусе датчика расположен потенциометр с регулировочным винтом, обеспечивающим изменение величины расхода топлива при работе двигателя на режиме холостого хода.



**Рис. 14. Датчик массового расхода воздуха автомобилей семейства «ЗМЗ»:**

- 1 – воздушный патрубок; 2 – корпус электронного модуля;  
 3 – кронштейн крепления кольца; 4 – термокомпенсационный резистор;  
 5 – чувствительный элемент (платиновая нить); 6 – кольцо;  
 7 – предохранительная сетка; 8 – стопорное кольцо; 9 – корпус;  
 10 – регулировочный винт СО; 11 – крышка; 12 – колодка электронного разъёма; 13 – штекер; 14 – уплотнитель; 15 – электронный модуль

Датчик массового расхода воздуха автомобилей семейства «ГАЗ» (рис. 14) содержит корпус 9 с кольцом 6, поперёк которого расположен чувствительный элемент 5 в виде тонкой платиновой нити диаметром 0,07 – 0,1 мм, имеющей достаточно большой температурный коэффициент сопротивления, и термический компенсационный резистор 4, включённые в мостовую схему электронного модуля 15. Расходомер снабжён шестью штекерными разъёмами для его подключения.

ДМРВ расположен между воздушным фильтром и шлангом ВТ. В корпусе находятся температурные датчики и нагревательный резистор. Проходящий воздушный поток охлаждает один из датчиков, а электронный модуль датчика преобразует эту разность температур датчиков в выходной сигнал для ЭБУ.

Электронная схема модуля поддерживает температуру платиновой нити порядка 150 °С. Во время работы двигателя воздух поступает в цилиндры двигателя, проходит через корпус 9 и кольцо 6, охлаждая платиновую нить. Проходящий воздушный поток охлаждает один из датчиков, а электронный модуль датчика преобразует эту разность температур датчиков в выходной сигнал для ЭБУ.

ЭБУ использует информацию от ДМРВ для определения длительности импульса открытия форсунок. Он преобразует полученную информацию и посылает соответствующий электрический сигнал в центральное управляющее устройство. Электрическая мощность, затрачиваемая на поддержание необходимой температуры нити, является параметром для определения количества воздуха, проходящего через датчик. Температура платиновой нити зависит от температуры проходящего воздуха. Термический компенсационный резистор 4, определяющий температуру проходящего воздуха, вносит соответствующую коррекцию в режим работы электронного модуля.

Выходной сигнал ДМРВ представляет собой величину падения напряжения постоянного тока на прецизионном резисторе, включённом в смежное с нагреваемой нитью плечо измерительного моста. Величина сигнала ДМРВ изменяется в диапазоне 15 В и зависит от количества воздуха, проходящего через датчик.

Сигнал термического анемометрического датчика поступает в ЭБУ, обрабатывается и используется для определения оптимальной длительности электрических импульсов для данного количества воздуха. Для исключения влияния загрязнения платиновой нити в электронном модуле предусмотрена кратковременная подача (1 с) повышенного напряжения на неё для разогрева до 1000 °С. Подобный разогрев осуществляется каждый раз после остановки двигателя. При повышении температуры нити сгорают все попавшие на неё загрязнения.

ЭБУ по часовому расходу воздуха вычисляет величину циклового наполнения цилиндра (мг/цикл) и по ней определяет требуемое количество топлива, впрыскиваемое форсункой.

Электронный модуль снабжён переменным резистором, обеспечивающим проведение регулировочных работ с помощью винта 10 для достижения необходимых концентраций СО в ОГ на режиме холостого хода.

При возникновении неисправностей датчика или его цепей ЭБУ переходит на резервный режим работы по данным, заложенным в его память. Резервный режим определяется величиной разрежения за дросселем и положением дроссельной заслонки и даёт менее точные результаты измерений. Включение контрольной лампы сигнализирует о возникшей неисправности датчика массового расхода ЭБУ. Высокую точность расходомера обеспечивают путём поддержания температуры его измерительного элемента на 70 – 150 °С выше температуры проходящего воздушного потока. Изменение величины сопротивления нити преобразовывается в выходной сигнал, в большинстве случаев – в выходное напряжение, реже – в сигнал импульсной формы с неизменяемой частотой следования импульсов.

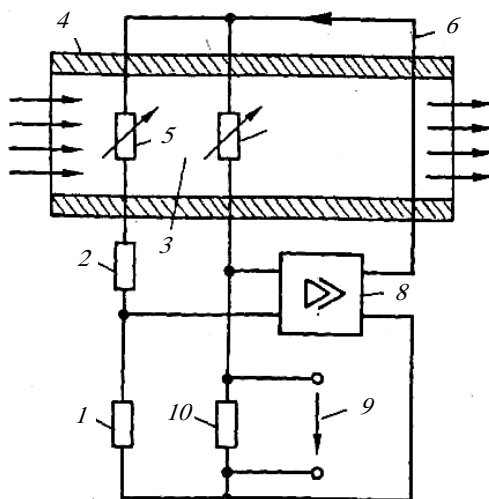
С начала 2002 г. часть автомобилей «Волга» ГАЗ-3110 стали оснащать датчиком пленочного типа 3111.33855, представляющего собой токопроводящую полимерную пленку. Плёночный датчик обеспечивает высокую точность и стабильность измерений. В расходомере отсутствует потенциометр регулировки СО. При наличии нейтрализатора ОГ коррекция СО осуществляется ЭБУ по сигналу с  $\lambda$ -зонда. При отсутствии нейтрализатора коррекция СО осуществляется с помощью диагностического тестера путём изменения и соответствующей записи в память ЭБУ. Плёночный датчик работает в комплекте с ЭБУ «Микас-7.1».

*Электрическая схема датчика расхода воздуха* (рис. 15). Основу датчика составляет мостовая схема, обеспечивающая измерение сопротивления нагреваемого проводника. Постоянный перепад температур равен 150 °С, ток изменяется от 500 до 1500 мА.

Датчик расходомера воздуха содержит корпус 4, в полости 3 которого размещены термический компенсационный резистор 5 и термический резистор 7 (нагреваемый проволочный элемент) с реостатным проводом, прецизионный резистор 10 (измеряемое сопротивление) и усилитель напряжения 8, свя-

занный электрической цепью с прецизионным резистором 10 и термическим резистором 7, а через обратную связь – с термическим компенсационным резистором 5.

Датчик выполнен полностью электронным и не требует корректировки при изменении плотности воздушного потока. Датчик не содержит подвижных частей. Измерения параметров регистрируются непосредственно за изменением воздушной массы потока через 13 мс. Термический резистор 7 обеспечивает регистрацию уровня температуры на 100 °С выше по отношению к воздушному потоку. Например, если воздушный поток имеет температуру 0 °С, то нить проводника будет нагрета до температуры 100 °С. При температуре окружающей среды равной 30 °С цепи управления нагревают провод до той же разницы 100 °С, т.е. до 130 °С.



**Рис. 15. Измерительная схема расходомера воздуха:**

1, 2 – уравнивающие резисторы; 3 – полость; 4 – корпус датчика;

5 – термический компенсационный резистор; 6 – обратная связь; 7 – термический резистор; 8 – усилитель; 9 – измерительный сигнал; 10 – прецизионный резистор

Термический резистор (нагреваемый проволочный элемент) 7 уменьшает сопротивление из-за положительного температурного коэффициента. Ток, протекающий через сопротивление 7, увеличивается больше, чем ток, протекающий через термический компенсационный резистор 5. Подобное положение дисбалансирует мостовую схему. Усилитель обеспечивает увеличение выходного сигнала, который через обратную связь сообщён с термическим компенсационным резистором 5, размещённым в корпусе 4. Воздушный поток 3 увеличивается, восстанавливая сопротивление термического резистора 7 до первоначальной величины и восстанавливая температуру до значения на 100 °С выше температуры впускного воздуха.

Ток обогрева измеряют как величину падения напряжения  $U_m$  на прецизионном резисторе (измеряемое сопротивление) 10. Величина падения напряжения зависит от массы воздуха и используется в качестве выходного сигнала для ЭБУ. Это происходит за 13 мс. Резисторы 1 и 2 обеспечивают уравнивание сопротивления в электрической схеме.

Воздушная масса может изменяться, так как её плотность зависит от температуры воздуха или высоты над уровнем моря. Низковольтные цепи управления используют степень охлаждения, обеспечивая измерение количества воздуха, перемещающегося мимо нагретого провода. Провод нагревается до определённой температуры, разница между которой и температурой поступающего воздуха при включённом зажигании остается постоянной и равной 100 °С.

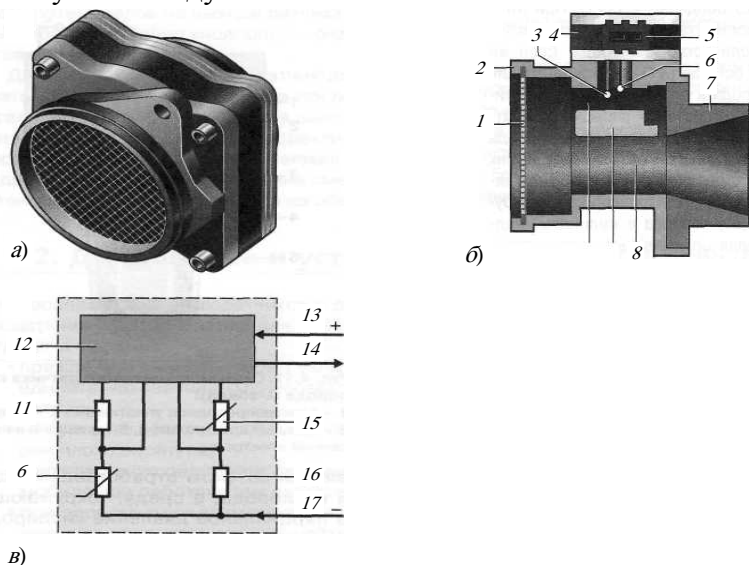
Воздушный поток, проходящий мимо провода, начинает его охлаждать. В цепи управления повышается напряжение, чтобы поддержать установленную разницу температур. Это создаёт сигнал напряжения, регулируемый ЭБУ, чем больше воздушный поток (тем больше охлаждение), тем больше сигнал.

Выходным сигналом ДМРВ является дифференцированный и усиленный сигнал 9 (измеряемое напряжение) с обоих резисторов. Сигнал ДМРВ представляет собой напряжение постоянного тока в диа-



пазоне 15 В, величина которого зависит от количества воздуха, проходящего через датчик. Диагностический прибор ДСТ2М считывает показания датчика расход воздуха (кг/ч). Нормальный расход на режиме ХХ составляет около 89 кг/ч и увеличивается с повышением частоты вращения КВ двигателя.

На двигателях семейства «ВАЗ» применён ДМРВ, приведённый на рис. 16. Датчики фирмы «GM» и отечественные имеют прямоугольную форму, а датчики фирмы «Bosch» – круглую. Ресиверы фирмы «Bosch» – круглые, а «GM» – овальные. Расходомер не имеет подвижных деталей и незначительно воздействует на воздушный поток.



**Рис. 16. Датчик массового расхода воздуха автомобилей семейства «ВАЗ»:**

*а* – внешний вид; *б* – устройство; *в* – электрическая схема;

*1* – решётка стабилизатора; *2* – корпус; *3, 11, 16* – измерительные элементы; *4* – колодка; *5* – разъём; *6, 15* – термические компенсационные элементы; *7* – диффузор; *8* – проточной канал; *9* – опора; *10* – обводный канал; *12* – блок усиления сигнала; *13, 17* – электрические цепи питания; *14* – выходной сигнал

Датчик состоит из корпуса *2*, проточного канала *8* с размещённой на входе решёткой – стабилизатором *1* и диффузора *7*. В обводном канале *10* размещены измерительные *3, 11, 16* и термические компенсационные *6, 15* элементы, а также соединительная колодка *5*. Датчик установлен во впускном тракте между воздушным фильтром и корпусом дроссельной заслонки.

Через сетку из тонких платиновых нитей (измерительные элементы), нагретых электрическим током до 170 °С, проходит весь объём поступающего в цилиндры воздуха. Чем больше поток, тем выше должна быть сила тока для поддержания температуры нитей. Отсутствие регулировочных винтов указывает на то, что данная система управления является адаптивной. Внутренняя электронная схема сконструирована таким образом, что температура измерительной нити остается постоянной, даже если она на 120 °С выше температуры поступающего воздуха. Когда масса воздуха, проходящая через платиновую нить возрастает, её температура падает и ток, обеспечивающий подогрев нити, повышается.

Обобщённая электрическая схема (рис. 16) содержит измерительные элементы *11* и *16*, термические компенсационные резисторы *6* и *15*, блок усиления сигналов *12*, соединённый с контроллером. Датчик массового расхода воздуха выдаёт сигнал: частотный – для ЭБУ «GM» и «Январь-4», аналоговый – для ЭБУ «Bosch» и «Январь-5».

Загрязнение нити может привести к неправильному определению параметров горючей смеси. Функция прокаливания нити включается, когда система отключена. В этом случае происходит нагревание нити до 1000 °С, что позволяет удалить скопившиеся на ней отложения. Контроллер использует информацию от датчика массового расхода воздуха 0280218004 для определения длительности импульса открытия форсунок. В ЭСУД с контроллером М 1.5.4 применяется датчик массового расхода воздуха другой конструкции.

## Контрольные вопросы

1. Каково назначение ДМРВ?
2. Какие типы ДМРВ применяют в системе впрыска?
3. Объясните устройство и работу ДМРВ автомобилей семейства «ГАЗ».
4. Объясните устройство и работу ДМРВ автомобилей семейства «ВАЗ».

## Лабораторная работа 5

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ФОРСУНКИ

*Цель работы:* изучить устройство и работу электромагнитных форсунок.

*Оборудование:* электромагнитная форсунка в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности электромагнитных форсунок.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

### Общие сведения

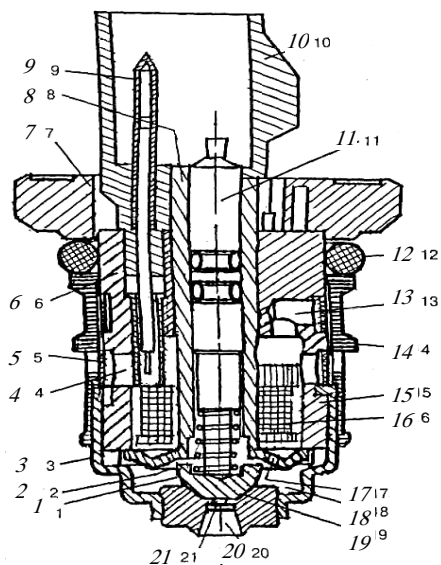
*Электромагнитная форсунка* представляет собой электромагнитный клапан, обеспечивающий дозированную подачу топлива в цилиндр двигателя. Различают форсунки систем центрального и распределённого впрыска топлива. По способу крепления форсунки могут быть вставными или резьбовыми. По назначению в системе впрыска форсунки бывают пусковыми и рабочими. Рабочие форсунки делят на два вида: центральные форсунки для одноточечного импульсного впрыска и рабочие клапанные форсунки для впрыска топлива с распределением по цилиндрам.

ЭМФ двигателя с центральным впрыском (рис. 17) содержит корпус *б*, с размещёнными в нём соленоидом *8* и катушкой (обмоткой) *16* с выводами *9* и изолятором, входной патрубком *10* с входным каналом.

Шариковый клапан *1* нагружен пружиной, размещённой на сердечнике. Для отпирания выходных отверстий *21* (т.е. подъёма запирающего элемента клапана), выходящих в распылительный канал *20*, используется втягивающее усилие соленоида.

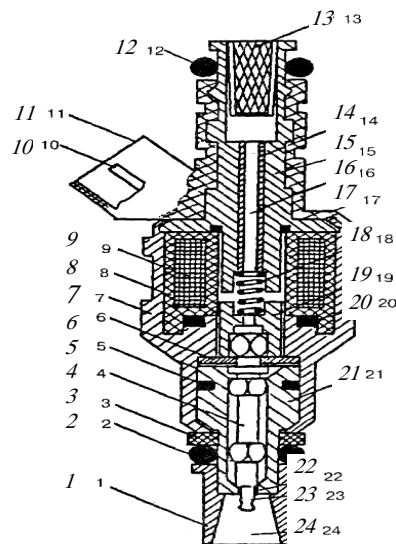
Принципиальная схема топливной форсунки «ГАЗ» приведена на рис. 18. Электромагнитные форсунки обеспечивают дозированную подачу топлива и приводят в действие ЭБУ. Они установлены через уплотнительные кольца и крепятся к топливной рампе скобами. Корпус воздушного фильтра расположен на левом лонжероне и через гофрированный патрубок соединён с дроссельным узлом.

ЭМФ, устанавливаемая на современных двигателях ЗМЗ-4062.10 моделей «Bosch» № 0280150711 (Германия), «DeKa» (Siemens), «Пекар» (Россия), представляет собой клапан со штифтовым запирающим элементом. Она содержит корпус *7*, обмотку электромагнита *9*, сердечник *19*, жёстко соединённый с якорем *4* с иглой *23*, прижимаемой к седлу корпуса клапана *21* с помощью пружины *18*, топливный канал *16*, насадку распылителя *1*, топливный фильтр *13* и электрический разъём *11* с электрическим контактом *10*.



**Рис. 17. Форсунка системы центрального впрыска топлива:**

1 – шариковый клапан; 2 – диафрагма; 3 – кожух;  
4 – впускное отверстие; 5 – топливный фильтр; 6 – корпус;  
7 – крышка; 8 – соленоид; 9 – разъём подключения;  
10 – входной патрубок; 11 – сердечник; 12 – уплотнение;  
13 – выходное отверстие; 14 – защитное кольцо;  
15 – кольцо; 16 – катушка; 17 – отверстие; 18 – полость;  
19 – седло клапана; 20 – разбрызгиватель;  
21 – дозирующие отверстие



**Рис. 18. Электромагнитная форсунка двигателя ЗМЗ-4062.10:**

1 – насадок; 2, 12 – резиновые уплотнительные кольца;  
3 – уплотнительная шайба; 4 – якорь электромагнита;  
5, 20 – уплотнители; 6 – ограничительная шайба; 7 – корпус;  
8 – изолятор; 9 – обмотка электромагнита; 10 – электрический контакт; 11 – электрический разъём; 13 – топливный фильтр;  
14 – топливная трубка; 15 – штуцер; 16 – топливный канал;  
17 – крышка; 18 – пружина; 19 – сердечник; 21 – корпус клапана;  
22 – калиброванный зазор; 23 – запирающий конус; 24 – полость

Проходное сечение сопла форсунки представляет собой калиброванный кольцевой зазор 22, образованный корпусом распылителя и запирающим конусом, размещённым на якоре 4 электромагнита. В корпусе ЭМФ размещён запирающий конус 23 с образованием кольцевого зазора и электрическая обмотка 9, втягивающая якорь 4 с запирающим конусом 23. Обратное движение якоря 4 электромагнита осуществляется при помощи усилия пружины 18.

Топливо поступает в корпус форсунки через штуцер 15, в котором расположен топливный фильтр 13 и топливная трубка 14. Включение обмотки электромагнита 9 осуществляется через электрические контакты 10 электрического разъёма 11, обеспечивая подъём запирающего конуса 23 и открывая выход топлива из форсунки.

ЭМФ в верхней её части при помощи защёлки закреплена на рампе, а через насадку 1 распылителя входит в отверстие ВТ у основания впускных каналов. ЭМФ в отверстиях рампы и ВТ уплотняется резиновыми уплотнительными кольцами. ЭМФ обеспечивает впрыскивание топлива во ВТ перед впускным клапаном цилиндра.

Ход якоря 4 запирающего конуса 23, равный 0,15 мм, ограничен упорной шайбой 6, выполненной из твёрдосплавного материала. Кольцевой зазор равен 0,085 мм. Бензин поступает в топливный фильтр 13 и далее – через систему каналов форсунки – к запирающему конусу 23, удерживаемому в открытом состоянии.

После остановки двигателя якорь 4 обеспечивает перекрытие выходного отверстия и ЭМФ плотно закрывается. ЭМФ открывается при определённом давлении и распыливает топливо путём перемещения запорного конуса 23 в корпусе клапана. Она открывается автоматически при превышении давления открытия, равного 0,30 МПа.

Подача топлива строго синхронизирована с положением поршня в цилиндре двигателя. Величина подаваемого в двигатель топлива определяется длительностью электрического импульса, поступающего от ЭБУ на обмотку ЭМФ.

Калиброванное отверстие ЭМФ закрывается иглой, управляемой с помощью соленоида, плунжер которого втягивается при протекании тока через его обмотку. После прекращения электрического импульса игла под действием пружины вновь опускается и закрывает отверстие, прекращая подачу топлива.

Чем меньше продолжительность срабатывания ЭМФ и отпускания её электромагнита, тем меньше продолжительность погрешности при дозировании топлива и тем шире могут быть диапазоны использования длительностей управляющих импульсов.

Максимальная продолжительность открытого состояния ЭМФ на максимальном режиме её работы составляет 3,0 мс. Конструкция ЭМФ обеспечивает минимальное время открытого состояния клапана, равное не менее 2 мс.

Чтобы ЭМФ не потеряли управляемости при минимальных цикловых подачах, минимальная продолжительность управляющих импульсов  $qb_{\min}$  должна быть равна или больше времени срабатывания. Она имеет конечное время открытого и закрытого состояния клапана. Обычно минимальная длительность подачи топлива не может быть меньше 1,5 мс. За время 20 мс должны сработать все четыре ЭМФ цилиндра. Реальная пауза должна быть не менее 2 мс.

ЭМФ срабатывает один раз за полный цикл ДВС. Регулирование цикловой подачи осуществляется путём изменения времени открытого состояния клапана. Это достигается за счёт управления продолжительностью импульсов тока, поступающих на обмотку ЭМФ.

Продолжительность открытого состояния клапана должна быть равной длительности импульса, поступающего на обмотку электромагнита. В эксплуатации клапан открывается не одновременно с началом поступления тока, а с некоторым запаздыванием, обусловленным рядом электрических и механических факторов.

После прекращения электрического импульса пружина возвращает сердечник в исходное положение, а вместе с ним и запорную иглу канала. Подача топлива прекращается. Клапан ЭМФ должен быть герметичным. При необходимости повышения герметичности ЭМФ можно проверить, подав в неё давление воздуха 0,3 МПа, а насадку распылителя ЭМФ опустить в керосин.

При кратковременной подаче напряжения 12 В на выводы исправной ЭМФ должен быть слышен отчётливый щелчок. Сопротивление обмотки ЭМФ должно быть 15,5 – 16,0 Ом. ЭМФ впрыскивания открываются электрическими импульсами от ЭБУ. Форсунка впрыскивания состоит из корпуса и иглы распылителя с надетым на неё якорем электромагнита.

Важнейшей характеристикой форсунки является её быстродействие, определяемое жёсткостью возвратной пружины, массой запирающего элемента и конструкцией электромагнитной системы. Кроме того, быстродействие зависит от индуктивности обмотки, т.е., в конечном счёте, – от числа её витков. Быстродействующие ЭМФ имеют малое сопротивление обмотки – не более 4 Ом. Наибольшее распространение получили ЭМФ, выполненные по конической схеме или с плоским якорем.

В первом случае уплотняется поверхность клапана, обычно коническая, а распыливающее отверстие представляет собой кольцевую щель, образованную цапфой клапана и его седлом.

Во втором случае типично использование плоского клапана с распылителем-пластиной с одним или несколькими калиброванными отверстиями.

ЭМФ установлены на специальных кронштейнах. Её положение в кронштейне компенсируется резиновыми деталями. Достигаемая таким образом теплоизоляция устраняет парообразование и способствует хорошему пуску горячего двигателя. Благодаря резиновому кронштейну, ЭМФ защищена от сильной вибрации.

ЭМФ закреплены на рампе с помощью пружинных фиксаторов. Герметичность верхнего и нижнего концов ЭМФ обеспечивают с помощью уплотнительных колец, которые при ремонте двигателя всегда необходимо заменять новыми.

Существуют разные способы электрического подключения ЭМФ к оконечным (усилительным) ступеням ЭБУ. Причина заключается в том, что для ускорения открытия ЭМФ в первый момент на её обмотку подаётся ток большей силы (для преодоления силы инерции иглы ЭМФ и силы сопротивления пружины), чем для удержания ЭМФ в открытом состоянии (пружина сжата). Диаграмма изменения электрических параметров (тока и напряжения) позволяет установить продолжительность срабатывания электромагнитной форсунки и основной её характеристики – «время–сечение».

Время от момента приложения напряжения к обмотке электромагнита до момента начала движения якоря называется временем начала движения. На перелет якоря из положения, соответствующего закрытому клапану, в открытое положение требуется определённое время, называемое временем перелета якоря.

До окончания импульса тока якорь находится в притянутом состоянии, клапан ЭМФ открыт. После выключения тока в обмотке электрического магнита, магнитный поток в сердечнике электромагнита исчезает также не мгновенно. Усилие, притягивающее якорь к сердечнику электромагнита, не сразу достигает значения, при котором начинается обратный перелет якоря.

Время, в течение которого величина усилия уменьшается от максимального значения до величины, равной усилию, действующему на якорь со стороны запорной пружины, названо временем зависания. В сумме со временем обратного перелета якоря – это время отпускания электромагнита.

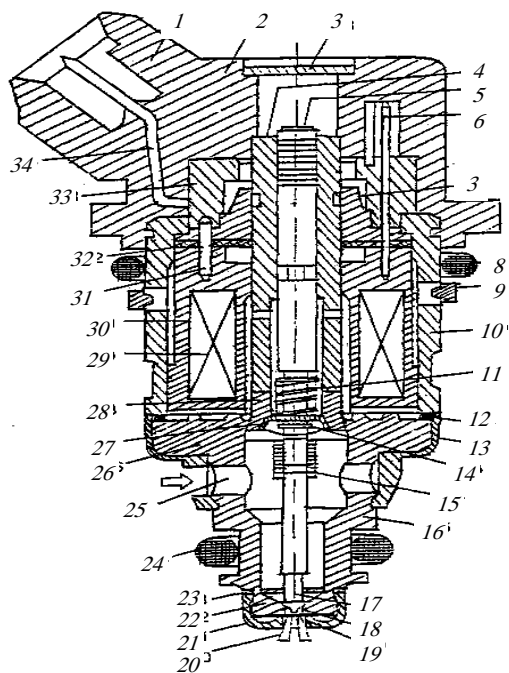
Между импульсами, формируемыми на выходе устройства, должна быть пауза, во время которой электронная схема возвращается в исходное состояние (так называемое время восстановления схемы). Продолжительность этой паузы может колебаться от 3 до 10 % от величины периода.

Время открытия и закрытия ЭМФ находится в диапазоне от 1 до 1,5 мс. Чтобы обеспечить хорошее распыление топлива с малыми потерями на конденсацию, нужно уменьшить площадь контакта струи топлива со стенками ВТ. Угол впрыска топлива и расстояние от ЭМФ до впускного клапана у каждого двигателя свои.

ЭМФ автомобилей семейства «ВАЗ» различных производителей взаимозаменяемы по посадочным местам, но лучше устанавливать их комплектом, так как распылители топлива разные.

ЭМФ автомобиля «Святогор» представлены на рис. 19. Электрическая цепь ЭМФ включает разъём 1 с электрическими контактами 34 и обмотку 29, размещённую в сердечнике 30, электрические кабели 6 и 31 и фильтр радиопомех 15, размещённый на якоре 5. В штуцере 4 корпуса находится электрическая обмотка 29 и подпружиненный якорь 5, выполненный как единое целое с запирающим конусом 17. Опорная пластина 27 ограничивает ход якоря 5.

Электрические контакты 1 ЭМФ расположены в крышке форсунки 2. Управление работой ЭМФ производит ЭБУ путём подключения и отключения цепей их обмоток за очень короткий промежуток времени (34 мс) на режимах холостого хода. Топливо через канал 25 подводится под давлением 0,3 МПа в среднюю часть корпуса.



**Рис 19. Электромагнитная форсунка двигателя F3R-272 автомобиля «Святогор»:**

1 – электрический разъём; 2 – крышка; 3 – заглушка; 4 – штуцер; 5 – якорь; 6, 31 – электрический кабель; 7, 30 – сердечник; 8, 24 – уплотнительное кольцо; 9 – технологическая заглушка; 10 – корпус; 11 – пружина; 12, 23, 32 – уплотнительные кольца; 13 – обечайка; 14 – ограничительный буртик; 15 – фильтр радиопомех; 16 – штуцер; 17 – запирающий конус; 18 – жиклер; 19 – калиброванное отверстие; 20 – топливный факел; 21 – распылитель; 22 – седло; 25 – канал подачи топлива; 26 – основание; 27 – опорная пластина; 28 – вкладыш; 29 – обмотка электромагнита; 30 – сердечник; 33 – вставка; 34 – электрический контакт

Топливную рампу крепят со стороны ВТ через резиновое кольцо 24. В торце рейки установлены регулятор давления и два штуцера. Через штуцер, расположенный ближе к ЭМФ четвёртого цилиндра, в рампу подаётся топливо от ЭБН, а через штуцер, находящийся ближе к регулятору давления, излишки топлива сливаются в бак. Напряжение питания электрической цепи составляет 12 В. Сопротивление её обмотки составляет  $14,5 \pm 1,0$  Ом.

ЭБУ открывает управляющим сигналом ЭМФ, при этом топливо проходит через клапан и направляющую пластину, обеспечивающую распыление топлива. Направляющая пластина имеет отверстия, которые направляют топливо, образуя конический факел. Факел топлива направлен на впускной клапан. До попадания топлива в камеру сгорания происходит его испарение и перемешивание с воздухом. Автомобили семейства ВАЗ-2111, -2112 оснащены форсунками «Bosch» (Германия), «GM» (США).

### Контрольные вопросы

1. Назначение электромагнитной форсунки.
2. Как подразделяются форсунки в системе впрыска по назначению и по способу крепления?
3. Объясните устройство и работу ЭМФ автомобилей семейства «ГАЗ».
4. Объясните устройство и работу ЭМФ автомобилей семейства «ВАЗ».
5. Объясните устройство и работу ЭМФ автомобилей семейства «Святогор».

*Лабораторная работа 6*

### ДАТЧИКИ ДЕТОНАЦИИ

*Цель работы:* изучить устройство и работу датчиков детонации.

*Оборудование:* датчики детонации в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

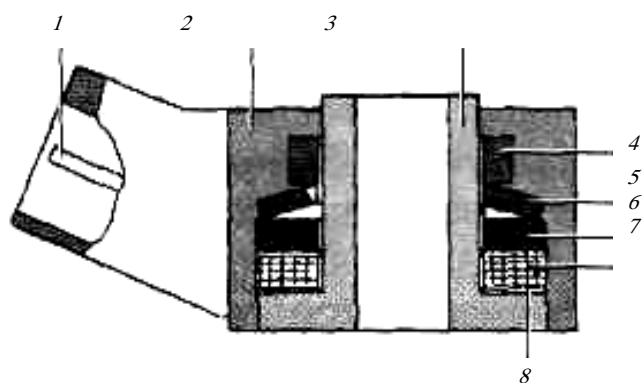
1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности электромагнитных форсунок.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

### Общие сведения

*Датчик детонации* обеспечивает коррекцию величины угла опережения зажигания по параметрам сигнала обнаруженной детонации. В зависимости от параметров электронной схемы усиления и преобразования ДД выполняются резонансными или широкополосными. В резонансных датчиках амплитуда выходного напряжения резко возрастает и превышает пороговый уровень на одной (резонансной) частоте детонации. В широкополосных датчиках амплитуда выходного напряжения превышает пороговый уровень в диапазоне частот детонации.

Датчик детонации GT-305 (рис. 20) широкополосного типа установлен справа на блоке цилиндров двигателя у четвёртого цилиндра со стороны впускного трубопровода и подключается к электрическому жгуту системы управления посредством двухконтактного соединителя. Датчик детонации 0261231 046 (фирмы Bosch) или GT-305 (отечественного производства) полностью взаимозаменяемы. Обычно максимальная чувствительность датчика достигается на частотах 58 кГц.

Датчик детонации состоит из кварцевого пьезоэлемента 7, инерционной массы 6, упругой шайбы 5, контактной пластины 8, штекера 1, изолятора 2 и корпуса 3. При детонационном горении рабочей смеси в цилиндре образуются ударные волны, вызывающие вибрацию стенок блока, которые передаются на корпус датчика. При возникновении вибрации инерционная масса воздействует на кварцевые пьезоэлементы с соответствующей частотой и усилением. На их обкладках в результате пьезоэффекта появляется переменный электрический заряд. Этот заряд снимается с помощью вывода, соединённого с контактами соединительной вилки и воспринимается ЭБУ, воздействующим на угол опережения зажигания. Уменьшение УОЗ с учётом сигнала ДД позволяет ЭБУ обеспечивать работу двигателя без детонации или с минимальной её интенсивностью.



**Рис. 20. Датчик детонации GT-305:**

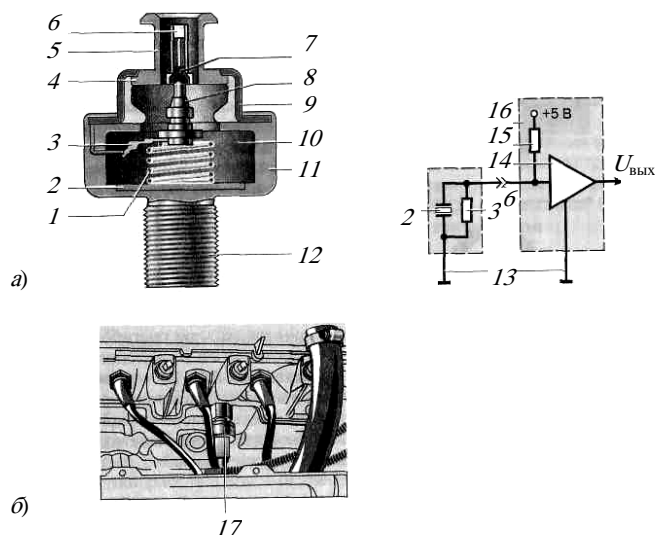
1 – штекер; 2 – изолятор; 3 – корпус; 4 – гайка; 5 – упругая шайба; 6 – инерционная масса; 7 – пьезоэлемент; 8 – контактная пластина

Управление углом опережения зажигания для гашения детонации производится индивидуально по цилиндрам следующим образом: определяется, в каком цилиндре происходит детонация, уменьшается угол опережения зажигания только для этого цилиндра или для любой комбинации цилиндров.

Датчик детонации 12.3855, устанавливаемый на части автомобилей ВАЗ, – резонансного типа, вворачивается в верхнюю часть блока цилиндров. Он содержит (рис. 21, а) корпус с резьбовым штуцером 12, пьезоэлемент 2, пружину 1, резистор 7, подвижную опору 8, электрический разъём 6, штуцер 5 с основанием 4, электрические контакты 6 и крышку 9. Датчик снабжён встроенным шунтирующим резистором 3. В полости 10 датчика размещена подвижная опора 8, нагруженная пружиной 1. Резистор 7 кинематически связан через пружину 1 с пьезоэлементом 2 и электрически с контактом 6. Пьезоэлектрический кристалл во время вибрации генерирует напряжение через усилитель 14 (рис. 21, б), размещённый на электрической плате 16 и сообщённый через электрическую цепь 13 с «массой» автомобиля, а через резистор 15 – с источником питания 5В.

При исправном состоянии всей цепи на выходе датчика действует постоянное напряжение +2,5 В, получаемое в результате работы делителя из резисторов R1 и R2. Сигнал детонации изменяется в обе стороны от этого уровня (в диапазоне 0 – 5В). Пьезоэлемент не пропускает постоянного тока, поэтому диагностика цепи датчика затруднена. В случае обрыва в цепи датчика напряжение на входе в ЭБУ становится равным +5 В, а в случае короткого замыкания равно нулю. ЭБУ диагностирует состояние этой цепи до пуска двигателя при включении зажигания. Резонансная частота его характеристики совпадает с частотой детонации двигателя. ДД определяет даже очень слабую детонацию. При возникновении детонации датчик генерирует сигнал напряжения переменного тока, который поступает в ЭБУ.

ЭБУ обрабатывает этот сигнал и корректирует угол опережения зажигания для гашения обнаруженной детонации. При обрыве провода, соединяющего датчик детонации с ЭБУ, или при замыкании провода на



### **Рис. 21. Датчик детонации 12.3855:**

*a* – устройство; *б* – размещение датчика (*17*) на двигателях автомобилей «ВАЗ»;  
*1* – пружина; *2* – пьезоэлемент; *3* – шунтирующий резистор; *4* – основание;  
*5* – штуцер; *6* – разъем; *7* – резистор; *8* – подвижная опора; *9* – крышка;  
*10* – полость; *11* – корпус; *12* – резьбовой штуцер; *13* – соединение с «массой»;  
*14* – усилитель; *15* – резистор; *16* – электрическая плата

«массу» или источник питания ЭБУ заносит в свою память код неисправности и включает лампу «Check Engine», сигнализируя о неполадке, и переходит на аварийный режим работы с безопасными углами опережения зажигания.

В случае обнаружения неисправности ЭБУ существенно (на 10 – 15 °С) снижает углы опережения зажигания на большинстве режимов работы двигателя для гарантированного недопущения детонации. Мощностные и экономические характеристики автомобиля при этом ухудшаются, но заметно снижается риск повреждения двигателя.

При неисправности цепи ДД заносится определённый её код. Необходимо помнить, что этот код указывает на неисправность цепи, поэтому правильным является устранение неисправности проводки.

Выпуск датчиков детонации 18.3855 для автомобилей семейства «ГАЗ» и «ВАЗ» освоен на Калужском заводе «Автоприбор».

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение датчика детонации.
2. Объясните устройство и работу ДД автомобилей семейства «ВАЗ».
3. Объясните устройство и работу ДД автомобилей семейства «ГАЗ».

*Лабораторная работа 7*

## **ДАТЧИКИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА**

*Цель работы:* изучить устройство и работу датчиков частоты вращения и положения коленчатого вала.

*Оборудование:* датчики частоты вращения и положения коленчатого вала в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности датчиков частоты вращения и положения коленчатого вала.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

### **Общие сведения**

*Датчик частоты вращения и положения КВ* (ДПКВ) предназначен для определения углового положения и частоты вращения КВ двигателя, синхронизации работы ЭБУ и двигателя.

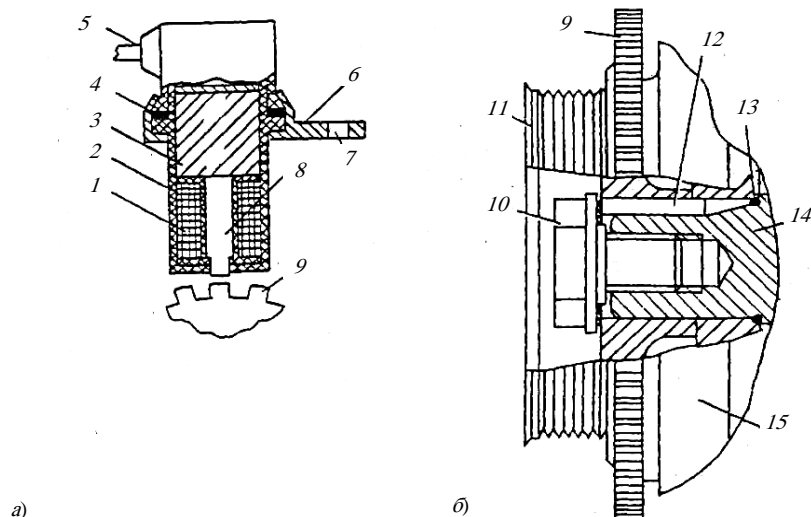
Наибольшее распространение получили индукционные, основанные на эффекте Холла и оптические датчики. Датчик положения КВ двигателя ЗМЗ-4063.10 (рис. 22) индукционного типа производства ОАО «Автоэлектроника» г. Калуга 23.3847 или «Bosch» 026121013. ДПКВ установлен в передней части двигателя с правой стороны в приливе передней крышки цепи и работает совместно с зубчатым диском синхронизации, установленным на шкиве коленчатого вала. Датчик имеет гибкий провод, за-



канчивающийся трёхконтактной вилкой. Он содержит индуктивную катушку 1 с постоянным магнитом 3 и сердечником 8.

Принцип действия этого датчика также основан на изменении величины магнитного потока при прохождении зубьев или впадин диска вблизи сердечника датчика. Изменение магнитного потока индуцирует в обмотке катушки 1 переменное напряжение, частота которого пропорциональна скорости вращения и числу зубьев или выступов в нём.

На переднем конце КВ 14 с помощью стяжного болта 10 установлен шкив-демпфер и на шпонке 12 закреплён маховик 15 с диском синхронизации 9, представляющим собой зубчатое колесо с 58-ю равноудалёнными (через 6°) впадинами. Номер зуба на диске синхронизации отсчитывается против часовой стрелки от места пропуска двух зубьев. Герметичность соединения обеспечена с помощью резинового кольца 13.



**Рис. 22. Датчик положения КВ двигателя «ЗМЗ»:**

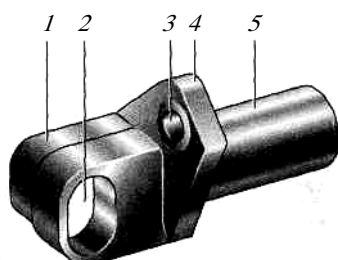
*а* – размещение датчика; *б* – венец ;

1 – обмотка датчика; 2 – корпус; 3 – магнит; 4 – уплотнитель; 5 – провод;  
 6 – кронштейн крепления; 7 – отверстие крепления; 8 – магнитный провод;  
 9 – диск синхронизации; 10 – стяжной болт; 11 – шкиф-демпфер; 12 – шпонка;  
 13 – резиновое уплотнение; 14 – КВ двигателя; 15 – опора;

При вращении диска синхронизации изменяется магнитный поток в магнитопроводе датчика, формируя импульсы напряжения переменного тока в его обмотке. ЭБУ по количеству и частоте следования импульсов рассчитывает длительность импульсов управления форсунками и зажиганием. На режиме прокрутки величина выходного напряжения составляет 0,5 – 1,0 В и увеличивается с ростом частоты вращения КВ. Величина сигнала напряжения в ЭБУ ограничена на уровне 610 В.

ДПКВ имеет сопротивление обмотки катушки 89 – 900 Ом. Зазор между датчиком и вершиной зуба диска синхронизации составляет 0,5 – 1,0 мм.

Датчик положения коленчатого вала 191.3847 (Россия) или DRG 130 (Германия) автомобилей семейства ВАЗ-2110 (рис. 23) индуктивного типа. Датчик установлен на крышке масляного насоса напротив задающего диска, объединённого со шкивом привода генератора. При вращении коленчатого вала под датчиком поочередно проходят зубья и впадины задающего диска. При шаге в 6° на диске помещается 60 зубьев, но два зуба срезаны для создания импульса синхронизации, необходимого для согласования работы контроллера с ВМТ поршней 1 и 4 цилиндров. Установочный зазор между сердечником датчика и зубом задающего диска должен быть в пределах  $(1 \pm 0,2)$  мм.



**Рис. 23. Датчик положения коленчатого вала (ВАЗ-2110, -2111, -2112):**

1 – корпус; 2 – разъём; 3 – отверстие для крепления;  
4 – фланец крепления; 5 – магнитопровод

**Контрольные вопросы**

1. Назначение датчика частоты вращения и положения коленчатого вала.
2. Объясните устройство и работу ДПКВ автомобилей семейства «ВАЗ».
3. Объясните устройство и работу ДПКВ автомобилей семейства «ГАЗ».
4. Объясните принцип действия индуктивности датчика.

*Лабораторная работа 8*

**ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА**

*Цель работы:* изучить устройство и работу датчиков положения распределительного вала.

*Оборудование:* датчики положения распределительного вала в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности датчиков положения распределительного вала.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

**Общие сведения**

*Датчик положения распределительного вала (ДПРВ)* предназначен для определения ВМТ поршня первого цилиндра при такте сжатия. ДПРВ представляет собой полупроводниковый прибор, принцип действия которого основан на эффекте Холла.

ДПРВ двигателя ЗМЗ-4062.10 содержит датчик, электрический разъём, сообщённый с ним через электрическую цепь, резистор сопротивлением 0,5 – 0,6 кОм и светодиод 6АЛ307.

Датчик положения распределительного вала установлен в приливе головки блока цилиндров у четвёртого цилиндра со стороны выпускного трубопровода. ДПРВ запитывается бортовым напряжением автомобиля и подключён к жгуту системы управления посредством трёхконтактного соединителя. Датчик формирует сигнал в момент прохождения в магнитном поле датчика отметчика, выполненного в виде отогнутой пластины, установленной на выпускном РВ. Положение отметчика относительно датчика должно строго соответствовать правильной ориентации КВ. Зазор между отметчиком и датчиком должен находиться в диапазоне 0,5 – 1,5 мм.

Датчик положения распределительного вала автомобилей семейства «ВАЗ» (рис. 24) содержит корпус, электрод с пазом и электрический разъём. Ротор размещён на распределительном вале. На половину окружности ротора нанесено металлическое покрытие – реперный экран, направленный к датчику. Он установлен на левой стороне головки цилиндров, напротив шторки, выполненной в виде полукруга в 180°. Шторка закреплена на торце распределительного вала. При нахождении сегментной шторки в воздушном зазоре датчика последний выдаёт на ЭБУ сигнал напряжением 12 В.



**Рис. 24. Общий вид датчика положения распределительного вала**

Если импульс датчика равен 12 В, то первый цилиндр находится в начале фазы впуска. Если напряжение равно 0 В, то в начале фазы впуска находится четвёртый цилиндр. Через 180° поворота КВ в положении ВМТ находятся поршни двух других цилиндров. При этом, если импульс, поступающий на ЭБУ равен 12 В, в начале фазы впуска находится второй цилиндр, если импульс равен 0 В – третий цилиндр. Сигналы, принимаемые ЭБУ для определения такта впуска и искрообразования, приведены в табл. 1.

### 1. Величина напряжения датчика распределительного вала

Цилиндры, поршни которых находятся в ВМТ	Напряжение сигнала датчика положения распредвала, В	Номер цилиндра, находящегося в начале такта впуска
1 и 4	12 В	1
	0 В	4
2 и 3	12 В	2
	0 В	3

При выходе из строя датчика порядкового номера цилиндров система питания продолжает работать по режиму распределённого впрыскивания по цилиндрам 1, 3, 4, 2, заложенному в программу ЭБУ двигателя.

### Контрольные вопросы

1. Назначение датчика положения распределительного вала.
2. Объясните устройство и работу ДПРВ автомобилей семейства «ВАЗ».
3. Объясните устройство и работу ДПРВ автомобилей семейства «ГАЗ».
4. Что будет, если выйдет из строя ДПРВ?

*Лабораторная работа 9*

### ДАТЧИКИ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА (λ-ЗОНД)

*Цель работы:* изучить устройство и работу датчиков концентрации кислорода.

*Оборудование:* датчики концентрации кислорода в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности датчиков концентрации кислорода.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

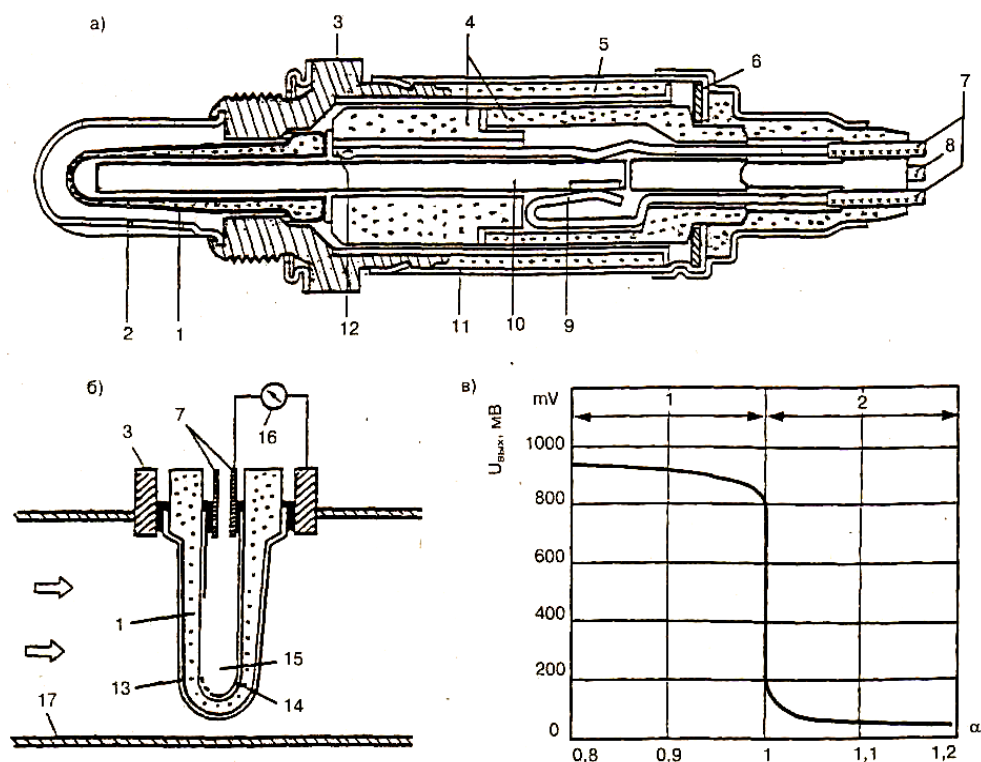
## Общие сведения

Датчик концентрации кислорода ( $\lambda$ -зонд) предназначен для определения концентрации кислорода в ОГ, состав которых зависит от состава горючей смеси. Различают электрохимические и резистивные кислородные датчики. Первый тип датчиков работает по принципу элемента, вырабатывающего электрический ток. Второй работает как резистор, изменяя свое сопротивление от условий работы среды, в которой он находится.

Электрохимический датчик содержит корпус 3 (рис. 25) из нержавеющей стали, наконечник 1, выполненный из специальной керамики  $ZrO_2$  (двуокиси циркония). Внутренняя 13 и внешняя 14 поверхности наконечника 1 покрыты платиной или её сплавом, выполняющими роль катализатора и токопроводящих элементов. Чувствительный элемент датчика представляет собой керамический цилиндр, изготовленный из двуокиси циркония ( $ZrO_2$ ), и покрыт слоем пористой платины. Чувствительный элемент помещен в корпус из нержавеющей стали, который имеет отверстие, позволяющее ОГ контактировать с внешней поверхностью чувствительного элемента. Датчик имеет встроенный электрический подогреватель, обеспечивающий его нагрев до рабочей температуры независимо от температуры ОГ.

Датчик генерирует напряжение, изменяющееся в диапазоне 50 – 900 мВ. Это выходное напряжение зависит от наличия или отсутствия кислорода в ОГ и от температуры чувствительного элемента датчика.

Чувствительный элемент закрыт защитным колпачком 2 с отверстиями для прохода ОГ. Внешняя поверхность 14 соприкасается с ОГ, а внутренняя 13 – с воздухом, находящимся под постоянным парциальным давлением. Соединение наконечника и корпуса выполнено полностью герметичным во избежание попадания ОГ во внутреннюю полость датчика, сообщающуюся с атмосферой.



**Рис. 25. Схема кислородного датчика и схема его проверки:**

- a* – конструкция датчика; *б* – размещение датчика; *в* – диаграмма электрического сигнала; 1 – керамический элемент; 2 – защитный колпачок с прорезями; 3 – корпус; 4 – керамический уплотнитель; 5 – керамический изолятор; 6 – уплотнитель; 7 – вывод нагревателя; 8 – вывод сигнала; 9, 12 – контакты нагревательного элемента; 10 – нагревательный элемент; 11 – кожух; 13 – внутренний платиновый электрод; 14 – наружный платиновый электрод; 15 – полость; 16 – измерительный прибор; 17 – выпускной трубопровод;

В полости 15 элемента 1 размещены керамический уплотнитель 4, нагревательный элемент 10 с контактами 9 и 12 и выводами нагревательного элемента 7, подключёнными к ЭБУ. Датчики без нагре-

вателя могут иметь один или два провода, а со встроенным электрическим нагревателем – три или четыре провода. Провода светлых тонов относятся к нагревателю, а тёмных к сигнальному проводу. В датчике используется свойство диоксида циркония создавать разность электрических потенциалов (напряжение) при разной концентрации кислорода (в ОГ и окружающем воздухе).

Принципы действия применяемых датчиков кислорода различны. Циркониевый датчик (керамический элемент на основе двуокиси циркония  $ZrO_2$ , покрытый платиной) представляет собой гальванический источник тока, изменяющий напряжение в зависимости от температуры и наличия кислорода в окружающей среде. Циркониевые датчики являются наиболее распространёнными.

Титановые датчики (используется двуокись титана  $TiO_2$ ) применяются реже и представляют собой резисторы, сопротивление которых изменяется в зависимости от температуры и наличия кислорода в окружающей среде.

Датчик кислорода работает обычно в диапазоне температур 350 – 900 °С. Поэтому элементы датчика изготовлены из жаростойких материалов. Выходящие провода имеют термостойкую изоляцию. Эффективная работа датчика возможна при температуре не ниже 300 – 350 °С. Для быстрого прогрева после пуска двигателя датчик снабжён электрическим нагревательным элементом, представляющим собой керамический стержень со спиралью накаливания внутри. Перед пуском двигателя датчик нагревается электрическим током.

Кислород, содержащийся в ОГ, реагирует с датчиком, создавая разность потенциалов на его выходе. Она изменяется от 0,1 В (высокое содержание кислорода – бедная смесь) до 0,9 В (малое содержание кислорода – богатая смесь). Особенностью циркониевого датчика является то, что при незначительном изменении состава смеси ( $a = 1,02...0,98$ ) ЭДС на его выходе изменяется скачком от 5 до 1000 мВ. Генерировать ЭДС датчики на основе  $TiO_2$  не могут.

Датчик автомобиля «Святогор» размещён на приёмной трубе. По содержанию кислорода в ОГ датчик информирует ЭБУ о составе горючей смеси. Анализируя информацию от кислородного и других датчиков, ЭБУ нормализует состав смеси за счёт изменения времени открытия ЭМФ. Разъём жгута снабжён контактами «А», «В», «С» и «Д». Исправный датчик имеет напряжение 0,1 – 0,9 В при частоте вращения КВ равной 2500 об/мин.

### Контрольные вопросы

1. Назначение датчика концентрации кислорода.
2. Объясните устройство и принцип действия кислородного датчика.
3. В каких системах впрыска автомобилей используются кислородные датчики?
4. Почему нельзя использовать этилированный бензин на автомобилях с датчиком кислорода?
5. Чем отличается принцип работы чувствительных элементов циркониевого от титанового датчиков?

*Лабораторная работа 10*

## ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ И ВПУСКНОГО ТРУБОПРОВОДА

*Цель работы:* изучить устройство и работу датчиков температуры охлаждающей жидкости и впускных трубопроводов.

*Оборудование:* датчики температуры охлаждающей жидкости и впускного трубопровода в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности датчиков температуры охлаждающей жидкости и впускного трубопровода.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

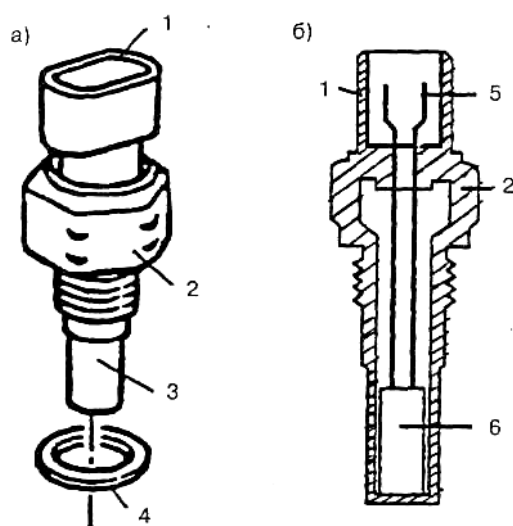
## Общие сведения

*Датчик температуры охлаждающей жидкости* предназначен для определения температурного состояния двигателя и обеспечения необходимой корректировки параметров топливоподачи и зажигания. Датчик представляет собой залитую компаундом полупроводниковую микросхему (К1019ЕП1), выходное напряжение которой линейно зависит от температуры. На автомобилях «ГАЗ» этот датчик установлен в корпусе термостата, на автомобилях «ВАЗ» датчик температуры охлаждающей жидкости установлен на патрубке отвода охлаждающей жидкости из головки блока цилиндров, а датчик температуры воздуха – на корпусе воздушного фильтра. На всех автомобилях, оснащённых микропроцессорной системой зажигания, установлены одинаковые датчики температуры.

Термический резистор, расположенный внутри датчика, имеет отрицательный температурный коэффициент сопротивления, т.е. при нагреве его сопротивление уменьшается. Высокая температура вызывает низкое сопротивление (70 Ом при 130 °С) датчика, а низкая температура охлаждающей жидкости – высокое сопротивление (100 кОм при –40 °С).

ЭБУ подаёт на ДТОЖ стабилизированное напряжение питания 5 В через резистор с постоянным сопротивлением, находящимся внутри ЭБУ.

Температуру охлаждающей жидкости контроллер рассчитывает по падению напряжения на ДТОЖ. Падение напряжения относительно высокое на холодном двигателе и низкое при прогревом. Температура охлаждающей жидкости влияет на большинство характеристик управления.



**Рис. 26. Датчик температуры двигателя:**

*а* – внешний вид датчика; *б* – разрез датчика;

*1* – резьём; *2* – корпус; *3* – термочувствительный элемент; *4* – уплотнитель;

*5* – электрические контакты; *6* – резистор

Датчик температуры (рис. 26) содержит корпус *2*, электрический разъём *1*, термочувствительный элемент *3* и уплотнитель *4*. В корпусе *3* размещены полупроводниковый резистор *6* и электрические контакты *5*.

При возникновении неисправности цепей ДТОЖ, ЭБУ через определённое время заносит в свою память её код, включает лампу автомобиля «Check Engine», сигнализируя о наличии неисправности. В этом случае ЭБУ заменит сигнал ДТОЖ значением температуры, рассчитываемым им по времени работы двигателя. Замещающие значения хранятся в памяти ЭБУ.

Падение напряжения на выводах датчика при питании его постоянным током 1,5 мА численно равно (мВ) температуре охлаждающей жидкости (К), умноженной на 10.

Датчик автомобиля «Святогор» установлен с правой стороны в корпусе водораспределителя, который крепится к торцевой части головки блока цилиндров со стороны маховика. Значения сопротивления между контактами датчика в зависимости от температурного режима приведены в табл. 2.

## 2. Значение сопротивлений датчика

Параметр	Температура, °С			
	20	40	80	90
Сопротивление, Ом	3060 – 4045	1315 – 1660	300 – 370	210 – 270

*Датчик температуры впускного трубопровода* предназначен для коррекции регулировки системы топливоподачи и зажигания в зависимости от температуры поступающего воздуха. Он полупроводникового типа, формирует сигнал ЭБУ для обеспечения коррекции подачи топлива и угла опережения зажигания в зависимости от температуры воздуха, косвенно определяемой по температуре ВТ.

ДТОЖ и датчики температуры всасываемого воздуха используют один и тот же тип термического резистора. Такие датчики отличаются только конструкцией корпуса. Датчики ДТОЖ и ДТВ подключены к ЭБУ с помощью двухконтактных соединителей.

Датчик измеряет температуру воздуха во ВТ. Он представляет собой металлический корпус, содержащий пластиковый наконечник с термическим резистором. Электронный сигнал, посылаемый в ЭБУ, используется вместе с сигналом величины абсолютного давления для определения плотности воздуха.

Датчик температуры воздуха автомобиля «Святогор» установлен на рукаве, соединяющем корпус воздушного фильтра и узел дроссельной заслонки. Он измеряет температуру воздуха, поступающего в двигатель. Плотность воздуха зависит от температуры. Чем выше температура, тем меньше плотность. Получая информацию от датчиков температуры воздуха, положения дроссельной заслонки и абсолютного давления, ЭБУ рассчитывает точное количество воздуха, поступающего в двигатель. Напряжение питания датчика составляет 5 В. Значения сопротивления между контактами исправного датчика в зависимости от температурного режима приведены в табл. 3.

## 3. Значения сопротивлений датчика

Параметр	Температура, °С		
	0	20	40
Сопротивление, Ом	7470 – 11970	3060 – 4045	1315 – 1600

### Контрольные вопросы

1. Каково назначение датчика температуры охлаждающей жидкости?
2. Объясните устройство и принцип действия ДТОЖ.
3. Каково назначение датчика температуры впускного трубопровода?
4. Объясните устройство и принцип действия датчика температуры впускного трубопровода.

*Лабораторная работа 11*

## ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ ДРОССЕЛЬНОЙ ЗАСЛОНКИ

*Цель работы:* изучить устройство и работу датчиков положения дроссельной заслонки.

*Оборудование:* датчики положения дроссельной заслонки в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности датчиков положения дроссельной заслонки.

2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

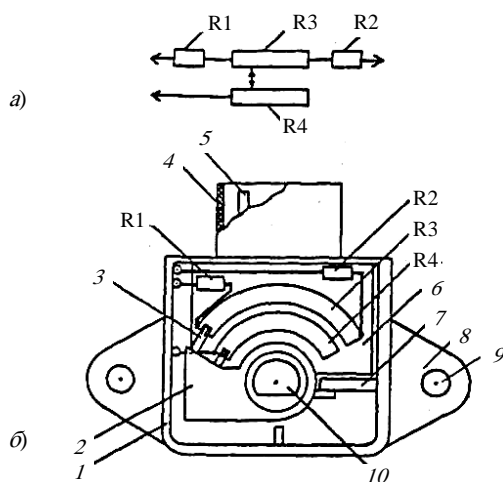
### Общие сведения

Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) выполнен в виде концевого или потенциометрического элемента. Датчики концевого типа обеспечивают регистрацию режимов холостого хода и полной нагрузки. Сигнал позволяет определить промежуточные режимы работы двигателя. Потенциометрические датчики обеспечивают ЭБУ информацией точного углового положения дроссельной заслонки, скорости её открытия и закрытия. Это необходимо для коррекции состава смеси при ускорении и торможении двигателем, особенно для систем, использующих косвенные методы определения расхода воздуха.

Наиболее сложную конструкцию имеют потенциометры, используемые в системах центрального впрыскивания «Mono-Jetronic» и «Mono-Motronic» фирмы «Bosch». В этих системах расчёт расхода воздуха осуществляется исключительно на основании сигналов об угловом положении дроссельной заслонки и частоты вращения КВ. К таким потенциометрам предъявляют жесткие требования точности, стабильности и надёжности. Потенциометр содержит две резистивные дорожки. Одна дорожка используется при малых (до 20°) углах открытия, что повышает точность измерения углового положения заслонки на наиболее важных и часто употребляемых режимах движения. Вторая дорожка используется в оставшемся

(20 – 90°) интервале углов открытия. Существуют также комбинированные датчики дроссельной заслонки, сочетающие потенциометр и концевой выключатель.

Датчик положения дроссельной заслонки патрубка ЗМЗ отечественного производства и фирмы «Bosch» мод. 280122001 резистивного типа (рис. 27). Он представляет собой сдвоенный переменный резистор, выполненный на керамической подложке. Датчик состоит из корпуса 1,



**Рис. 27. Датчик положения дроссельной заслонки автомобилей семейства «ГАЗ»:**

*а* – электрическая схема датчика; *б* – разрез датчика;

1 – корпус; 2 – поворотная площадка; 3 – подвижный контакт;

4 – штекерный разъём; 5 – штекер; 6 – печатная плата; 7 – упор; 8 – фланец;

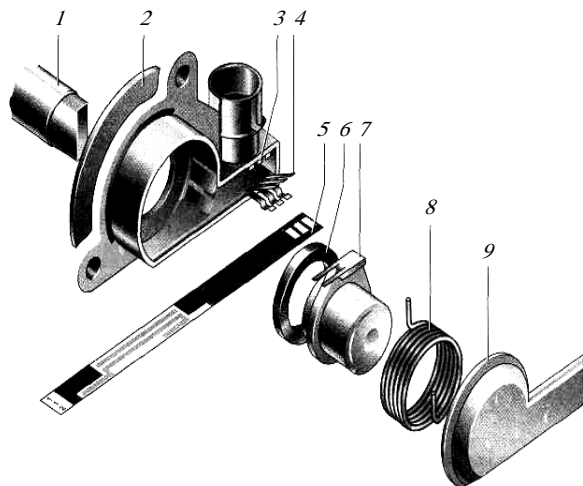
9 – отверстие; 10 – ось дроссельной заслонки; R1, R2, R3, R4 – сопротивления

печатной платы 6 с резисторами R1, R2, R3, R4 и подвижных контактов 3, установленных на поворотной площадке 2, снабжённой ограничителем 7. Площадка 2 установлена на оси 10 дроссельной заслонки. ДПДЗ снабжён уплотнительным резиновым кольцом, предохраняющим чувствительную его часть от попадания различных загрязнений. Датчик снабжён соединительным трёхконтактным разъёмом 4 с тремя контактами 5. Датчик установлен на корпусе 1 узла дроссельной заслонки и механически соединён с осью 8 дроссельной заслонки 10. Корпус снабжён фланцем 8 с отверстиями 9 для крепления. Положение дроссельной заслонки 10 определяет величина падения напряжения на переменном резисторе датчика, которая поступает в ЭБУ для обработки.



ДПДЗ обеспечивает изменение базового напряжения, равного 5 В в зависимости от величины угла поворота дроссельной заслонки. ЭБУ измеряет выходное напряжение датчика в диапазоне 0 – 5. При закрытом положении дроссельной заслонки выходное напряжение равно 0,26 – 0,68 В, а при полностью открытом – 3,97 – 5,69 В.

ДПДЗ автомобилей семейства «ВАЗ» (рис. 28) представляет собой резистор потенциометрического типа, один из выводов которого соединён с опорным напряжением 5В ЭБУ, а второй – с массой ЭБУ. С третьего вывода потенциометра ползунка выходной сигнал датчика подаётся к контроллеру. Установлен сбоку на дроссельном патрубке и связан с осью дроссельной заслонки.



**Рис. 28. Датчик положения дроссельной заслонки:**

- 1 – ось дроссельной заслонки; 2 – корпус; 3 – контакты разъёма;  
4 – прижимная пружина; 5 – резистивная пластина; 6 – сальник;  
7 – контакты ползунка; 8 – возвратная пружина; 9 – крышка

При закрытой дроссельной заслонке выходной сигнал датчика должен быть в пределах 0,3 – 0,7 В. Когда дроссельная заслонка открывается (при нажатии на педаль газа), напряжение на выходе датчика начинает расти и при полностью открытой дроссельной заслонке составляет 4,05 – 4,75 В.

В зависимости от нагрузки регулирующая система на основе информации, полученной от отдельных датчиков, формирует управляющие импульсы ЭМФ. Во время торможения двигателем ЭБУ может прервать подачу топлива. Это вызывает прекращение выброса сгоревших углеводородов и приводит к значительной экономии топлива. ЭБУ должно получать сигналы, соответствующие положению заслонки (контакт холостого хода), а также частоте вращения (датчик частоты вращения и положения КВ). Для этого в корпусе заслонки укреплен выключатель, информирующий о минимально открытом положении заслонки.

При уменьшении частоты вращения датчик положения заслонки, благодаря контакту холостого хода, действует на устройство, обеспечивающее постоянную частоту режима холостого хода в различных условиях эксплуатации. Поломка или ослабление крепления ДПДЗ могут вызвать нестабильность холостого хода, так как контроллер не будет получать сигнал о перемещении дроссельной заслонки.

При возникновении неисправности цепей ДПДЗ контроллер через определённое время заносит в свою память код неисправности и включает контрольную лампу «Check Engine», сигнализируя о наличии неполадки. Если это происходит, контроллер замещает сигнал ДПДЗ значением положения дроссельной заслонки, засчитываемым им по частоте вращения КВ и массовому расходу воздуха.

### Контрольные вопросы

1. Каково назначение датчика положения дроссельной заслонки?
2. Объясните устройство и принцип действия ДПДЗ.
3. Объясните устройство и принцип действия ДПДЗ автомобилей семейства «ГАЗ».
4. Расскажите устройство и принцип действия ДПДЗ автомобилей семейства «ВАЗ».

## СО-ПОТЕНЦИОМЕТР. ДАТЧИК АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ

*Цель работы.* изучить устройство и работу СО-потенциометров и датчиков абсолютного давления.

*Оборудование.* СО-потенциометры и датчики абсолютного давления в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

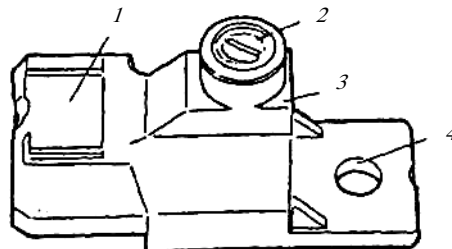
1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности СО-потенциометров и датчиков абсолютного давления
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

## Общие сведения

*СО-потенциометр.* В системе впрыска без обратной связи не устанавливают нейтрализатор и датчик кислорода. Для регулировки концентрации СО в ОГ служит СО-потенциометр. В этой системе имеется также устройство улавливания паров бензина. Возможен вариант системы впрыска и без СО-потенциометра. В этом случае содержание СО регулируют с помощью диагностического прибора.

СО-потенциометр представляет собой регулируемый резистор, используемый для проведения небольших изменений уровня СО и СmНп на режиме холостого хода. Он может быть встроен в расходомер воздуха «ГАЗ» или расположен отдельно.

СО-потенциометр (рис. 29) содержит корпус 1 с отверстием 4 для его крепления, переменный многооборотный резистор, кинематически связанный с регулировочным винтом 2, размещённым в приливе 3. Потенциометр подаёт в ЭБУ сигнал напряжения, используемый для регулировки состава горючей смеси на холостом ходу.



**Рис. 29. СО-потенциометр:**

1 – корпус; 2 – винт; 3 – прилив; 4 – отверстие

СО-потенциометр расположен в моторном отсеке и размещён на передней стенке коробки воздухопритока. Измерительный резистор закрыт винтом 2. После первичной регулировки положения СО-потенциометра на заводе-изготовителе регулировочный винт 2 пломбируют.

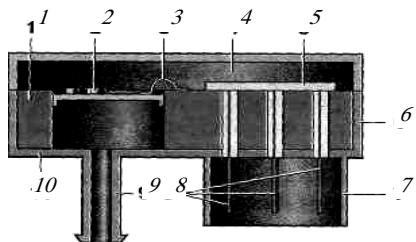
СО-потенциометр подобен винту качества смеси в карбюраторе. Когда СО-потенциометр отрегулирован по нижнему пределу, горючая смесь будет обогащённой и содержание СО в ОГ будет более 1 %. Если же СО-потенциометр отрегулирован по верхнему пределу (примерно 4,6 В по прибору ДСТ2М), горючая смесь будет обедненной и содержание СО в ОГ будет ниже 1 %.

При неисправности цепи СО-потенциометра ЭБУ через определённое время заносит в память код неисправности и включает контрольную лампу, сигнализируя о неисправности.

В период эксплуатации регулировка содержания СО должна проводиться только на СТОА. Работы проводят на работающем двигателе с помощью газоанализатора.

В основе работы датчика абсолютного давления лежит тензорезистивный эффект: изменение сопротивления проводника в результате его деформации. Датчик абсолютного давления 45.3829 (рис. 30) устанавливается на автомобилях ГАЗ-2752 и измеряет разность между атмосферным давлением и давлением во впускном трубопроводе. Датчик размещён под капотом на щитке передка, справа и соединён шлангом с впускным трубопроводом двигателя. В корпусе 6 датчика размещена мембрана 1, снабжённая напылёнными тензорезисторами 2 и нагруженной пружиной 3 в надмембранной полости 4. Рези-

сторы 2 выполнены по мостовой схеме. Электрическая схема 5 усиления сигнала содержит электрические выводы, размещённые в разъёме 7. Полость датчика 10 через штуцер 9 подвода разряжения сообщается с впускным трубопроводом. При изменении давления во ВТ, мембрана механически воздействует на пьезоэлемент, изменяющий величину эталонного напряжения, подаваемого на нагрузочное сопротивление, вызывая изменение напряжения на входе в ЭБУ.



**Рис. 30. Датчик абсолютного давления воздуха:**

1 – мембрана; 2 – терморезисторы; 3 – пружина; 4 – надмембранная полость;  
5 – схема усиления; 6 – корпус; 7 – разъём; 8 – выводы;  
9 – штуцер; 10 – рабочая полость датчика

Абсолютное давление обозначает величину давления, отсчитанную от абсолютного нуля. При неработающем двигателе величина давления во ВТ равна атмосферному. Датчик сообщает ЭБУ сигнал в виде напряжения. При запуске двигателя давление во ВТ уменьшается (величина разрежения составляет в среднем 330 – 380 мм рт. ст. на режимах ХХ). По измеренной величине давления ЭБУ вычисляет количество воздуха, поступающего в цилиндры. При выходе из строя датчика абсолютного давления или возникновения неисправностей в его цепях, двигатель будет продолжать работу и заводиться, так как функции расходомера воздуха при этом выполняет датчик положения дроссельной заслонки.

В автомобилях ВАЗ-2110 и -2111 датчик абсолютного давления установлен на усилителе правого брызговика и соединён шлангом с впускным трубопроводом двигателя. По конструкции и принципу действия он аналогичен датчику абсолютного давления автомобиля ГАЗ-2752. В МПСЗ автомобилей ВАЗ-21083 и -21093 датчик абсолютного давления встроен в контроллер.

### Контрольные вопросы

1. Каково назначение СО-потенциометра? Где он размещён на автомобиле?
2. Объясните устройство и принцип действия СО-потенциометра.
3. Объясните устройство и принцип действия датчика абсолютного давления.
4. Как отреагирует двигатель при выходе из строя датчика абсолютного давления?

### Лабораторная работа 13

#### ДАТЧИКИ СКОРОСТИ АВТОМОБИЛЯ. ДАТЧИКИ ФАЗ

*Цель работы:* изучить устройство и работу датчиков скорости автомобиля и датчиков фаз.

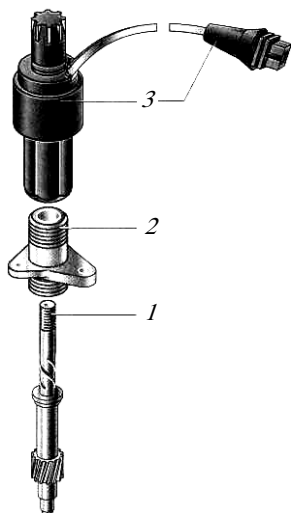
*Оборудование:* датчики скорости автомобиля и датчики фаз в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности датчиков скорости автомобиля и датчиков фаз.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

#### Общие сведения

Автомобили ВАЗ-2110, -2111, -2112, ИЖ-2126, ГАЗ-3110 оснащены электронными спидометрами. Принцип действия электронных спидометров 45.3802 автомобилей семейства ВАЗ-2110 и 56.3802 автомобилей ГАЗ-3110 основан на измерении частоты импульсов от датчика скорости, расположенного на коробке передач (рис. 31). На выходе датчика при движении автомобиля появляются прямоугольные импульсы, нижний уровень которых должен быть не более 1 В, а верхний уровень – не менее 5 В. В соответствии с международными стандартами датчик вырабатывает 6000 прямо угловых импульсов за 1 км пути.

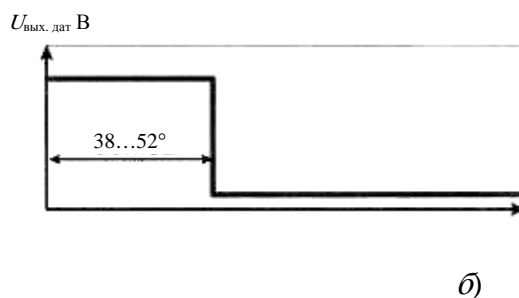
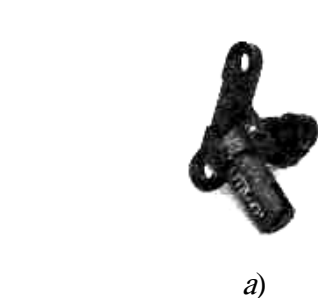


**Рис. 31. Датчик скорости:**  
1 – привод спидометра;  
2 – корпус привода;  
3 – датчик

Эти импульсы преобразуются электронной схемой спидометра в электрический ток, измеряемый магнитоэлектрическим прибором, причём величина тока зависит от числа поступающих импульсов в единицу времени, т.е. будет пропорциональна скорости движения автомобиля. Кроме того, электронная схема путём «подсчёта» поступающих импульсов обеспечивает работу шагового электродвигателя, который вращает барабанчики счётчиков пройденного пути: итогового и круглосуточного. Показания суточного счётчика могут быть сброшены на стоянке при нажатии кнопки на комбинации приборов.

Датчик фаз 21.3847 или 2112-3706040 (Россия) или 10456124 (Германия) (рис. 32) устанавливается на автомобили ВАЗ-21103, -21113 и -2112 с 16-клапанным двигателем 2112 – 10 с распределённым последовательным (фазированным) впрыском топлива. Датчик размещён с левой передней стороны головки блока цилиндров. Принцип его действия основан на эффекте Холла. В пазу датчика находится обод стального задающего диска с прорезью. Когда прорезь диска проходит через паз датчика, он выдаёт на контроллер отрицательный импульс напряжения, соответствующий положению поршня первого цилиндра в ВМТ в конце такта сжатия. Сигнал датчика используется контроллером для синхронизации впрыска топлива с положением (открытием или закрытием) впускных клапанов. При неисправностях в электрических цепях или собственно датчика контроллер обеспечивает переход системы в режим попарного (нефазированного) впрыска топлива.

Датчик фаз 21.3847 или 2112-3706040 (Россия) или 10456124 (Германия) (рис. 32) устанавливается на автомобили ВАЗ-21103, -21113 и -2112 с 16-клапанным двигателем 2112 – 10 с распределённым последовательным (фазированным) впрыском топлива. Датчик размещён с левой передней стороны головки блока цилиндров. Принцип его действия основан на эффекте Холла. В пазу датчика находится обод стального задающего диска с прорезью. Когда прорезь диска проходит через паз датчика, он выдаёт на контроллер отрицательный импульс напряжения, соответствующий положению поршня первого цилиндра в ВМТ в конце такта сжатия. Сигнал датчика используется контроллером для синхронизации впрыска топлива с положением (открытием или закрытием) впускных клапанов. При неисправностях в электрических цепях или собственно датчика контроллер обеспечивает переход системы в режим попарного (нефазированного) впрыска топлива.



**Рис. 32. Датчик фаз:**  
а – внешний вид; б – форма выходного сигнала

### Контрольные вопросы

1. Объясните устройство и принцип действия датчика скорости автомобиля.
2. Объясните устройство и принцип действия датчика фаз.
3. В каком месте на автомобиле установлены данные датчики?
4. Расскажите принцип действия датчика на основе эффекта Холла.

## ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ВПРЫСКА ТОПЛИВА: ТОПЛИВНЫЙ ФИЛЬТР, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ТРУБОПРОВОД, РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ

*Цель работы.* изучить устройство и работу элементов системы впрыска топлива.

*Оборудование.* элементы системы впрыска топлива в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу элементов системы впрыска топлива.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

### Общие сведения

*Топливный фильтр.* Принципиальная схема фильтра тонкой очистки топлива содержит металлический корпус, переднюю крышку с входным штуцером, заднюю крышку со штуцером. Фильтрующий элемент бумажный и размещён на стержне. Он снабжён встроенной тканевой сеткой. Фильтр установлен под капотом автомобиля «Волга» ГАЗ-3110 в моторном отсеке слева по ходу движения автомобиля. Фильтр тонкой очистки топлива 450.950.601 предназначен для очистки топлива от механических примесей крупнее 25 – 30 мкм и предназначен для защиты от загрязнения ЭБН. Фильтр установлен в моторном отсеке автомобиля. Он может быть расположен под днищем автомобиля, возле или внутри бака или внутри моторного отсека.

Топливный фильтр встроен в подающую магистраль между ЭБН и рампой форсунок. На автомобилях семейства «ВАЗ» он установлен под полом кузова за топливным баком.

Во время монтажа фильтра следует обратить особое внимание на стрелку, помещённую на его корпусе. Такое обозначение обеспечивает правильную установку топливного фильтра, так как указывает направление потока топлива.

Фильтрующий элемент выполнен из пористой бумаги, обеспечивающей задержку частиц свыше 10 мкм. Тканевая сетка задерживает кусочки бумаги, оторвавшиеся в процессе эксплуатации от фильтрующего элемента. Опорная пластина фиксирует фильтрующий элемент в корпусе. Срок эксплуатации составляет 3080 тыс. км.

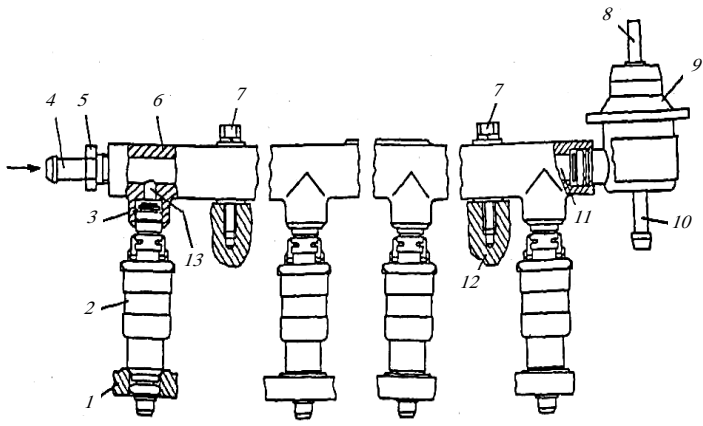
Фильтр грубой очистки топлива автомобилей семейства «ГАЗ» снабжён сеткой и предназначен для очистки бензина от механических примесей крупнее 160 мкм.

*Распределительный топливный трубопровод* (рампа) предназначен для подачи топлива к отдельным ЭМФ (рис. 33). Он содержит корпус 6 с приливами 3, центральный канал 11 с входным и выходным участками, штуцер подачи топлива 4 с шестигранником 5, сообщённым с входным участком, и ЭБУ, регулятор давления топлива 9, подключённый к выходному участку канала 11 и сообщённый через штуцер 8 с ресивером, а через штуцер 10 с топливным баком.

Топливный трубопровод автомобиля «Волга» ГАЗ-3110 отлит из алюминиевого сплава и закреплён на ВТ 1 в месте крепления 12 с помощью двух болтов 7. Во ВТ установлены четыре ЭМФ 2, сообщённые через топливный канал 13 с центральным 11. ЭМФ соединены между собой параллельно.

Форсунки закреплены на рампе с помощью пружинных фиксаторов. Герметичность верхнего и нижнего концов ЭМФ обеспечивается с помощью уплотнительных колец, которые при ремонте двигателя необходимо заменять новыми.

Распределительный трубопровод дополнительно выполняет функции накопителя. Его объём достаточен для накопления топлива, впрыскиваемого за рабочий цикл двигателя и исключаяющего колебания давления. ЭМФ, соединённые с распределительным трубопроводом, находятся под одинаковым давлением.

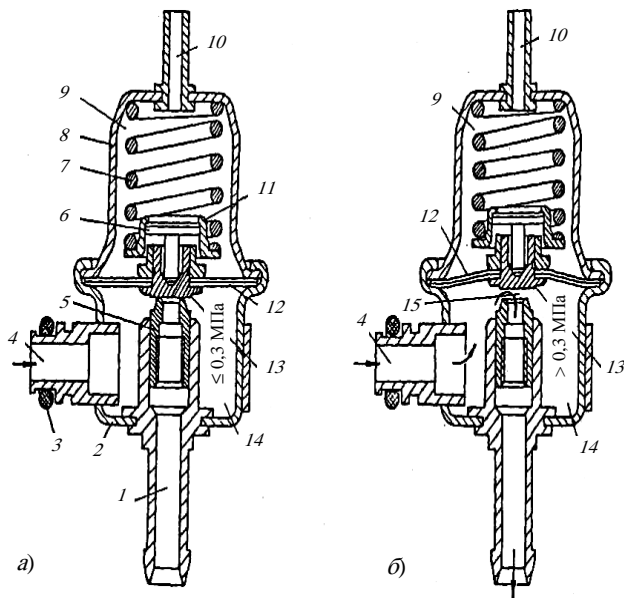


**Рис. 33. Топливный трубопровод:**

1 – впускной трубопровод; 2 – форсунка; 3 – прилив; 4 – штуцер; 5 – шестигранник;  
 6 – корпус; 7 – болт; 8 – канал; 9 – регулятор; 10 – канал сброса топлива;  
 11 – центральный канал; 12 – место крепления; 13 – соединительный канал

Регулятор давления топлива (рис. 34) двигателей семейства «ЗМЗ» представляет собой мембранный предохранительный клапан. На двигателях ЗМЗ-4062.10 установлен регулятор РР 60.00.000, «Пегас» или 0280160258 фирмы «Bosch». Он предназначен для поддержания постоянного перепада давления между давлением воздуха во ВТ и давлением топлива. На диафрагму регулятора с одной стороны действует давление топлива, а с другой – давление пружины регулятора и давление (разрежение) во впускной трубе.

Регулятор содержит корпус 2 и крышку 8, с размещённой между ними гибкой мембраной 12 и образующей топливную 14 и вакуумную 9 полости. Топливная полость сообщена через штуцер 4 с трубопроводом и через штуцер 1 обратного слива – с топливным баком. Клапан перепада давления выполнен в виде седла 5 и подвижного жёсткого центра 13, нагруженного тарельчатой пружиной 7 и размещённого с образованием топливного зазора 15. Вакуумная полость 9 содержит упор 6 пружины 7, размещённый на тарелке 11 жёсткого центра, и сообщена через штуцер 10 и резиновую трубку с воздушным ресивером. Вакуумная полость соединена вакуумным шлангом с ресивером задрессельного пространства впускного трубопровода. Регулятор давления топлива установлен на рампе в конце топливопровода.



**Рис. 34. Регулятор давления топлива автомобилей ЗМЗ:**

**Рис. 34. Регулятор давления топлива автомобилей «ЗМЗ»:**

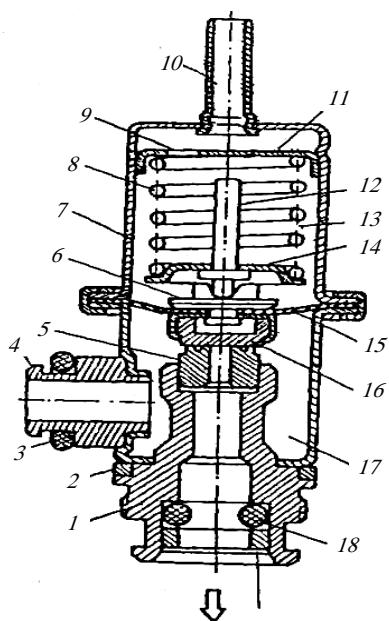
а – выключенное состояние; б – включённое состояние;

1 – штуцер; 2 – корпус; 3 – уплотнительное кольцо; 4 – входной штуцер;  
 5 – седло; 6 – упор; 7 – пружина; 8 – крышка; 9 – вакуумная полость; 10 – штуцер; 11 – тарелка; 12 – мембрана; 13 – жёсткий центр; 14 – топливная полость; 15 – зазор

Принципиальная схема регулятора давления топлива «ВАЗ» приведена на рис. 35. Регулятор давления топлива двигателей семейства «ВАЗ» состоит из металлического корпуса 1, разделённого на две полости мембраной 15 с жёстким центром 6, нагруженной пружиной 8.

На работающем двигателе регулятор поддерживает давление в рампе ЭМФ в пределах 284-325 Па. Если давление топлива превысит установленную величину, то открывается клапан 16 и излишек топлива через канал седла 5 поступает в топливный бак. Топливопровод соединяет ВТ двигателя с вакуумной полостью 13, снабжённой пружиной. Такая конструкция обеспечивает постоянный перепад между абсолютным давлением во ВТ и давлением топлива в трубопроводе. Количество подаваемого топлива не зависит от его абсолютного давления.

На мембрану 15 регулятора с одной стороны действует давление топлива, а с другой – давление (разрежение) со стороны ВТ. При уменьшении давления во ВТ (дроссельная заслонка закрыта) клапан регулятора 16, расположенный на седле 5, открывается при меньшем давлении топлива, перепуская избыточное топливо по сливной магистрали обратно в бак.



**Рис. 35. Регулятор давления топлива автомобилей «ВАЗ»:**

1 – корпус; 2, 3, 18 – уплотнители; 4, 19 – штуцер; 5 – седло;  
 6 – жёсткий центр; 7 – крышка; 8 – пружина; 9 – отверстие; 10 – патрубок;  
 11 – ограничительная шайба; 12 – шток; 13 – полость; 14 – опорная шайба;  
 15 – мембрана; 16 – клапан; 17 – подмембранная полость

Топливо к регулятору поступает через штуцер 4 (слева), а через штуцер 19 его соединяют с магистралью слива от распределителя топлива. Герметичность соединений обеспечивают уплотнителями 18, 2 и 3. В полости 13 крышки 7 между ограничительной 11 и опорной 14 шайбами размещена на штоке 12 пружина 8. Подмембранная полость 17 сообщена с топливным баком, а надмембранная полость через выходные отверстия 9 и размещённые в ограничительной шайбе 11 и патрубок 10 – с ВТ. В нижней части он подключается через трубопровод для слива бензина в бак. Если при пуске двигателя ЭБН создаёт давление, то мембрана регулятора прогибается вниз. Вместе с мембраной опускается вниз и уплотнитель клапана 16, поскольку он поджат сверху пружиной. Через небольшой промежуток времени корпус клапана упирается в жёсткий ограничитель и процесс регулирования возобновляется. Масса топлива, поступающего из распределителя, складывается из потока, проходящего через датчик, и потока, который проходит через регулируемую щель и может сливаться обратно в топливный бак через открытый клапан. При остановке двигателя ЭБН выключается. Давление в топливной магистрали снижается.

## Контрольные вопросы

1. Объясните устройство топливного фильтра автомобиля. Где он установлен?
2. Объясните устройство топливного трубопровода (рампа).
3. Объясните устройство и принцип действия регулятора давления топлива автомобилей семейства «ВАЗ».
4. Объясните устройство и принцип действия регулятора давления топлива автомобилей семейства «ГАЗ».
5. Для чего предназначен регулятор давления топлива? Где он расположен на автомобиле?

## Лабораторная работа 15

### ЭЛЕМЕНТЫ ПОДСИСТЕМЫ ПОДАЧИ ВОЗДУХА: ВОЗДУШНЫЙ ФИЛЬТР, ДРОССЕЛЬНЫЙ ПАТРУБОК, ВОЗДУШНЫЙ РЕСИВЕР

*Цель работы.* изучить устройство и работу элементов подсистемы подачи воздуха.

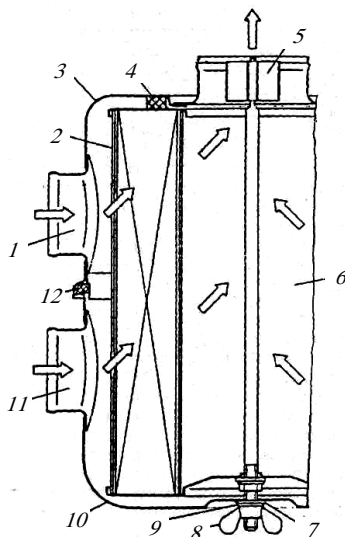
*Оборудование.* элементы подсистемы подачи воздуха в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности элементов подсистемы подачи воздуха.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

### Общие сведения

*Воздушный фильтр* сухого типа (рис. 36) со сменным фильтрующим элементом 2 из пористого картона содержит корпуса верхней 3 и нижней 10 частей, верхнего 1 и нижнего 11 входных патрубков.



**Рис. 36. Воздушный фильтр двигателя ЗМЗ – 4062.10:**

- 1 – верхний патрубок; 2, 4 – прокладки; 3 – верхний корпус;  
5 – пластина; 6 – полость; 7, 12 – уплотнитель; 8 – гайка; 9 – шайба;  
10 – нижний корпус; 11 – нижний входной патрубок

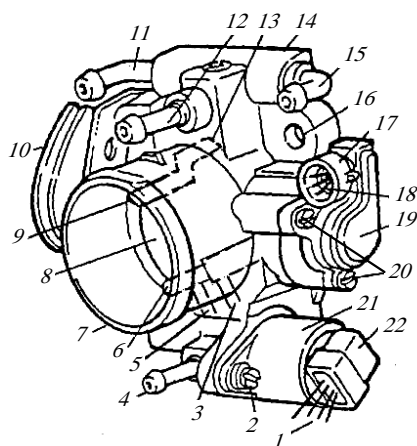
Фильтрующий элемент – бумажный, с большой площадью фильтрующей поверхности. Фильтры имеют разъемный круглый или прямоугольный корпус. Узел крепления содержит стержень с размещенными на нём пластиной 5, уплотнителем 7, шайбой 9 и гайкой-барашком 8. При монтаже воздушно-



го фильтра – во избежание поступления в ВТ неочищенного воздуха – очень важно правильно установить прокладки 12 и 4.

Фильтрующий элемент автомобиля «Святогор» представляет собой неразборную конструкцию. Периодичность замены – каждые 10 тыс. км, а при сильном загрязнении (грунтовые дороги, крупные города) и раньше. Воздушный фильтр установлен в передней части подкапотного пространства и закреплён на резиновых опорах. Наружный воздух поступает через патрубок забора воздуха, расположенный внизу, – под корпусом воздушного фильтра. Затем воздух проходит через фильтрующий элемент воздушного фильтра, датчик массового расхода воздуха, шланг впускной трубы и дроссельный патрубок. При замене фильтрующего элемента необходимо отвернуть болты крепления и приподнять крышку воздушного фильтра вместе с датчиком массового расхода воздуха и шлангом впускной трубы.

*Дроссельный патрубок* обеспечивает дозирование воздуха, поступающего во ВТ (рис. 37). Он содержит датчик положения дроссельной заслонки 19 с электрическим разъёмом 17 с электрическими выводами 18 и РХХ 21 с электрическим разъёмом 22 и выводами 1. Датчик положения дроссельной заслонки 19 закреплён на корпусе с помощью винтов 20.



**Рис. 37. Дроссельный патрубок:**

- 1 – выводы; 2 – винт; 3 – канал; 4 – штуцер; 5 – канал; 6 – обходной канал; 7 – патрубок; 8 – заслонка; 9 – входное отверстие; 10 – привод; 11 – входной патрубок; 12 – штуцер; 13 – выходное отверстие; 14 – корпус; 15 – выходной патрубок; 16 – отверстие; 17, 22 – разъёмы; 18 – выводы; 19 – датчик; 20 – винты; 21 – РХХ

В проточной части дроссельного патрубка 7 перед дроссельной заслонкой 8 и за ней размещены входное 9 и выходное 13 отверстия подачи воздуха, штуцер отбора разрежения 4, необходимый для работы системы вентиляции картера, и штуцер адсорбера системы улавливания паров бензина. Если последняя не применяется, то штуцер для продувки адсорбера заглушён резиновой пробкой.

Корпус 14 подогревается жидкостью системы охлаждения, протекающей через входной 11 и выходной 15 патрубки, размещённые в нижней его части. В корпус 14 по штуцеру 12 поступают ОГ системы рециркуляции. Дроссельный патрубок через отверстия 16 закреплён на корпусе ресивера.

Привод 10 системы управления связан с осью дроссельной заслонки. Подача воздуха в двигатель регулируется с помощью дроссельной заслонки, соединённой с педалью акселератора.

Воздушный поток проходит по обходному 6 и соединительному 5 каналу, сечение которого изменяют при помощи регулировочного винта, и выходит по каналу 3. Самопроизвольное изменение положения винта сопровождается изменением количества воздуха, поступающего во ВТ. Крепление РХХ осуществляют при помощи винтов 2.

Второй винт с контргайкой позволяет установить положение заслонки, исключаяющей её контакт с корпусом. Этим винтом нельзя регулировать частоту вращения КВ на режимах холостого хода.

Дроссельный патрубок в сборе имеет в своём составе датчик положения дроссельной заслонки и регулятор холостого хода. В проточной части дроссельного патрубка (за дроссельной заслонкой) находятся отверстия отбора разрежения, необходимые для работы системы вентиляции картера на холостом ходу 2

и адсорбера системы улавливания паров бензина (если он есть на автомобиле). При отсутствии на автомобиле системы улавливания паров бензина штуцер продувки адсорбера закрывают резиновой заглушкой.

*Воздушный ресивер* представляет собой ёмкость определённого объёма, объём которой подбирают экспериментально. Воздушный патрубок имеет одинаковую длину, форму и сечение для каждого цилиндра. Подбор ресивера обеспечивает настройку впускной системы на получение некоторого давления перед впускными клапанами, обеспечивающего улучшение наполнения двигателя. Он предназначен для подачи одинакового количества воздуха в каждый цилиндр двигателя.

### **Контрольные вопросы**

1. Объясните устройство воздушного фильтра автомобиля. Где он расположен на автомобиле?
2. Объясните устройство и принцип действия дроссельного патрубка. Для чего он предназначен?
3. Для каких целей служит воздушный ресивер в автомобиле?

### **Лабораторная работа 16**

## **КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ: ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ, МОДУЛЬ ЗАЖИГАНИЯ, ЛАМПА ДИАГНОСТИКИ**

*Цель работы:* изучить устройство и работу элементов комплексной системы управления двигателем.

*Оборудование:* элементы комплексной системы управления двигателем в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности элементов комплексной системы управления двигателем.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

### **Общие сведения**

*Электронный блок управления* изготовлен на базе микропроцессора 5A880C509 фирмы SIEMENS, имеет объём ОЗУ – 3,25 Кбайт и памяти ПЗУ – 128 Кбайт. ЭБУ имеет возможность подключения к внешнему диагностическому или компьютерному устройству через диагностический разъём (колодку).

Диагностическая цепь содержит ЭБУ (источник информации), лампу диагностики, разъём для подключения диагностической аппаратуры и лампы диагностики, провода от контакта разъёма ЭБУ и лампы диагностики. Она обеспечивает связь ЭБУ с внешними устройствами, позволяющими проанализировать работу системы управления ДВС, техническое состояние ЭБУ, электрические разъёмы и лампу диагностики. Для проверки сопротивления обесточенной электрической цепи необходимо отсоединить один из её концов, так как электрический ток может пойти в обход по другим участкам схемы.

ЭБУ обеспечивает включение/выключение главного реле, через которое напряжение питания от аккумуляторной батареи поступает на элементы системы, кроме ЭБН и модуля зажигания. ЭБУ включает главное реле при включении зажигания. При выключении зажигания ЭБУ задерживает выключение главного реле на время 8 с, необходимое для подготовки к следующему включению (завершение вычислений, установка РХХ в положение, соответствующее запуску двигателя).

*Модуль зажигания* содержит две катушки зажигания и два мощных транзисторных вентиля для коммутации первичных обмоток катушек зажигания. Каждая катушка подключена к двум свечам зажигания, при порядке работы двигателя 1–4–2–3. ЭБУ управляет модулем, подавая сигналы по цепям управления зажигания 1–4–2–3. Искрообразование происходит одновременно в двух цилиндрах, в од-

ном из которых такт сжатия, а в другом – такт выпуска. Воспламенение происходит в цилиндре, в котором такт сжатия.

Применяемая конструкция системы зажигания позволяет значительно повысить энергию искрообразования для надёжного воспламенения горючей смеси в цилиндрах двигателя. Напряжение на высоковольтном выводе катушки достигает 40 тыс. В. Однако при этом возникают помехи из-за импульсных сильноточных разрядов. Их можно уменьшить благодаря применению помехоподавляющих резисторов в высоковольтной цепи. В целях уменьшения помехоизлучения эти резисторы должны находиться как можно ближе к источнику помех – свече зажигания. В системе зажигания применяют высоковольтные провода с распределённым сопротивлением около 2 кОм/м, а также наконечники свечей со встроенным резистором 5 кОм.

Для получения высокого напряжения и бесконтактного его распределения по свечам отдельных цилиндров двигателя в системе управления применяют две двухвыводные катушки зажигания. Выводы вторичной обмотки каждой катушки подключены к свечам пары цилиндров так, что в то время, когда в одном из них осуществляется такт сжатия, в другом – такт выпуска. В момент зажигания на обеих свечах образуется искра. В системе управления применяются две катушки зажигания мод. 3012.3705 («Волга») отечественного производства. Одна из них обслуживает 1-й и 4-й цилиндры, вторая – 2-й и 3-й цилиндры. Время подключённого состояния обмотки катушки для накапливания энергии задает ЭБУ. Подключение в систему управления катушек зажигания с другими параметрами может привести к повреждению ЭБУ или ухудшению искрообразования.

В случае неисправности любого элемента модуля зажигания необходимо заменять весь узел в сборе.

В системе зажигания двигателя F3R также две катушки зажигания. Искрообразование происходит также одновременно в двух цилиндрах. Контакты разъёма помечены цифрами 1, 2 и 3. Между контактами 1, 2 и 3 сопротивление должно быть равным 1,0 Ом.

*Лампа диагностики «Check Engine»* предназначена для информирования водителя о состоянии системы управления. На автомобилях ВАЗ-2110 она находится в комбинации приборов, а на автомобилях ВАЗ-2108, -2109 расположена на панели приборов. На автомобилях ВАЗ-2108, -2109, имеющих комбинацию приборов с бортовой системой контроля, лампа «Check Engine» находится в комбинации приборов.

В рабочем режиме лампа «Check Engine» при включении зажигания и неработающем двигателе вспыхивает на 0,6 с и гаснет, если система бортовой диагностики не определила неисправности в электрических цепях системы управления. Если лампа диагностики не гаснет после включения зажигания или гаснет при работающем двигателе, то необходимо провести техническое обслуживание системы и двигателя в возможно короткий срок.

При появлении неисправности или сбоя система ЭБУ заносит в своё ОЗУ цифровой код, соответствующий этой неисправности.

В режиме считывания кодов неисправностей лампа диагностики отображает номера неисправностей, зафиксированных и сохранённых в памяти ЭБУ системой бортовой диагностики. Включение лампы «Check Engine» сигнализирует водителю о неисправности двигателя и необходимости проведения технического обслуживания в возможно короткий срок.

Включение лампы не означает, что двигатель необходимо заглушить, а свидетельствует о необходимости установления причины включения лампы в возможно короткий срок.

В случае обнаружения неисправностей, лампа включается в течение одной минуты после её обнаружения и горит в течение времени присутствия хотя бы одной неисправности.

Если обнаруженная неисправность после её регистрации исчезает, контрольная лампа продолжает гореть в течение двух часов после этого, а затем гаснет.

При очистке (удалении) кодов неисправностей из памяти контроллера путём отключения питания от аккумуляторной батареи или по команде диагностического прибора ДСТ-2М контрольная лампа гаснет. Для связи с ЭБУ служит колодка диагностики. Она обеспечивает автоматизированный контроль работоспособности системы управления в заводских условиях. Она расположена в салоне автомобиля под консолью панели приборов с левой стороны. В диагностическую колодку выведены каналы, с помощью которых осуществляется обмен информацией между блоком управления и подключённым диаг-

ностическим устройством (по каналу «Клиния») или запрос на реализацию функции самодиагностики («Линия»).

### Контрольные вопросы

1. Какое назначение имеет ЭБУ?
2. Объясните устройство и принцип действия модуля зажигания. Для чего он предназначен?
3. Для чего предназначена лампа диагностики «Check Engine»? Где она расположена в автомобиле? Кто управляет включением лампы?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дентон, Т. Автомобильная электроника / Т. Дентон ; пер. с англ. В.М. Александрова. – НТ Пресс, 2008. – 576 с.
2. Литвиненко, В.В. Автомобильные датчики, реле и переключатели : краткий справочник / В.В. Литвиненко, А.П. Майструк. – М. : ООО «Книжное издательство "За рулём"», 2006. – 176 с.
3. Литвиненко, В.В. Электрооборудование автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112 / В.В. Литвиненко. – М. : ООО «Книжное издательство "За рулём"», 2007. – 168 с.
4. Косарев, С.Н. Системы управления двигателем ВАЗ-2111 (1,5 л 8 кл.) с распределённым впрыском топлива под нормы токсичности ЕВРО – 2 (контроллеры М1.5.4N и Январь – 5.1) автомобилей ВАЗ-21083, -21093, -21099, -21102, -2111, -21122, -2114, -2115 / С.Н. Косарев. – М. : АСТ: Астрель: Люкс, 2005. – 183 с.
5. Медведько, Ю.М. Диагностика и ремонт легкового автомобиля: практическое руководство / Ю.М. Медведько. – М. : АСТ ; СПб. : Сова, 2006. – 254 с.
6. Системы впрыска легковых автомобилей: эксплуатация, диагностика, техническое обслуживание и ремонт / В.И. Ерохов. – М. : Астрель : АСТ : Транзиткнига, 2006. – 158 с.
7. Электронное управление автомобильными двигателями / Г.П. Покровский, Е.А. Белов, С.Г. Драгомиров и др. ; под общ. ред. Г.П. Покровского. – М. : Машиностроение, 1994. – 336 с.
8. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей : учебник для вузов / В.Е. Ютт. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Горячая линия – Телеком, 2006. – 440 с.

### СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	4
БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО ООБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМ ВПРЫСКА .....	5
Лабораторная работа 1. ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ .....	11
Лабораторная работа 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ БЕНЗИНОВЫЙ НАСОС .....	33
Лабораторная работа 3. РЕГУЛЯТОРЫ ХОЛОСТОГО ХОДА .....	39
Лабораторная работа 4. ДАТЧИКИ МАССОВОГО РАСХОДА ВОЗДУХА .....	44
Лабораторная работа 5. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ФОРСУНКИ .....	51
Лабораторная работа 6. ДАТЧИКИ ДЕТОНАЦИИ .....	58
Лабораторная работа 7. ДАТЧИКИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА .....	61
Лабораторная работа 8. ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА .....	64
Лабораторная работа 9. ДАТЧИКИ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА ( $\lambda$ -ЗОНД) .....	66

Лабораторная работа 10. ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ И ВПУСКНОГО ТРУБОПРОВОДА .....	69
Лабораторная работа 11. ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ ДРОССЕЛЬНОЙ ЗАСЛОНКИ .....	72
Лабораторная работа 12. СО-ПОТЕНЦИОМЕТР. ДАТЧИК АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ .....	76
Лабораторная работа 13. ДАТЧИКИ СКОРОСТИ АВТОМОБИЛЯ. ДАТЧИКИ ФАЗ .....	79
Лабораторная работа 14. ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ВПРЫСКА ТОПЛИВА: ТОПЛИВНЫЙ ФИЛЬТР, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ТРУБОПРОВОД, РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ .....	81
Лабораторная работа 15. ЭЛЕМЕНТЫ ПОДСИСТЕМЫ ПОДАЧИ ВОЗДУХА: ВОЗДУШНЫЙ ФИЛЬТР, ДРОССЕЛЬНЫЙ ПАТРУБОК, ВОЗДУШНЫЙ РЕСИВЕР .....	86
Лабораторная работа 16. КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ: ЭЛЕК- ТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ, МОДУЛЬ ЗАЖИГАНИЯ, ЛАМПА ДИАГНОСТИКИ .....	89
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	93