



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»

**СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ
(СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ)**

Лабораторный практикум

Минск
БНТУ
2010

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»

**СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ
(СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ)**

Лабораторный практикум
для студентов специальности 1-37 01 01
«Двигатели внутреннего сгорания»

Минск
БНТУ
2010

УДК 621.43.038 (076.5) (075.8)

ББК 31.365.яЛ7

С 40

С о с т а в и т е л и :

В.И. Хатянович, Е.С. Тамкович

Р е ц е н з е н т ы :

В.В. Яцкевич, Л.А. Молибошко

С 40 Системы двигателей внутреннего сгорания (системы питания): лабораторный практикум для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» / сост.: В.И. Хатянович, Е.С. Тамкович. – Минск: БНТУ, 2010. – 65 с.

Лабораторный практикум включает в себя лабораторные работы по дисциплине «Системы двигателей внутреннего сгорания». Для каждой работы приведены цели, общие положения, методика и порядок выполнения работы, содержание отчета и контрольные вопросы.

Приведен справочный материал по техническим параметрам топливной аппаратуры дизелей.

Введение

При составлении настоящего практикума авторы руководствовались программой курса «Системы двигателей внутреннего сгорания» и использовали опыт работы кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» в организации и проведении лабораторных занятий по указанному предмету.

Основными целями лабораторных работ являются усвоение и закрепление знаний по отдельным разделам курса, а также получение практических навыков по проведению испытания топливной аппаратуры, знакомство с оборудованием, приборами и методиками, используемыми при этом, правилами обработки результатов испытаний и регулировки топливной аппаратуры.

Лабораторная работа № 1

Анализ конструкции систем топливоподачи бензиновых двигателей с электронным впрыском

Цель работы: научиться составлять и правильно читать схемы электронных систем топливоподачи; изучить устройство, конструкцию и особенности работы системы топливоподачи.

Общие положения

Развитие систем топливоподачи бензиновых двигателей привело к применению в настоящее время на этих двигателях только систем топливоподачи с электронным впрыском. Системы с электронным впрыском позволяют обеспечить высокие мощностные, экономические и экологические показатели двигателя. Эти системы постоянно совершенствуются и усложняются. Поэтому инженеру необходимо в совершенстве знать, разбираться в принципах работы и в особенностях конструкции систем топливоподачи бензиновых двигателей, применяемых на автомобилях.

Методика и порядок выполнения работы

Перед выполнением работы получить у преподавателя задание по изучению конструкции определенной системы топливоподачи (Mono-Jetronic, KE-Jetronic, LH-Jetronic). С помощью преподавателя подобрать плакаты, схемы, методические пособия и литературу, а также макеты и образцы соответствующих агрегатов изучаемой системы топливоподачи.

Порядок выполнения работы

1. Подготовить таблицу для анализа конструкции системы топливоподачи.

2. По плакатам, схемам или рисункам разобраться в конструкции системы.

3. По методическим пособиям или по другой литературе изучить устройство, принцип работы и особенности конструкции системы и ее агрегатов, датчиков и электронного управления ею.

4. По мере изучения системы заполнить табл. 1.1 анализа конструкции системы.

Таблица 1.1

Анализ конструкции системы

№	Параметры конструкции системы топливоподдачи	Марка автомобиля и двигателя
1	2	3
1	Обозначение системы	
2	Тип впрыска	
3	Применяемый вид впрыска	
4	Способ измерения расхода воздуха	
5	Контур системы топливоподдачи низкого давления	
5а	Способ циркуляции топлива: общая циркуляция через топливный бак, без рециркуляции или система с управлением в зависимости от потребности топлива	
5б	Агрегаты системы, их конструкция, место размещения, привод: – топливный бак; – топливный насос; – фильтр; – регулятор давления топлива, демпфер; – топливная рейка; – форсунка	

1	2	3
6	Наличие контура высокого давления (при непосредственном впрыске топлива в цилиндры)	
6а	Наличие системы управления и рециркуляции испарений топлива	
6б	Наличие топливного модуля, его конструкция	
6в	Агрегаты контура высокого давления, их конструкция, место размещения, привод: – насос высокого давления; – клапан регулирования давления; – форсунка высокого давления	
7	Датчики системы: место установки, их конструкция	

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Таблица анализа конструкции.
3. Схема системы.
4. Заключение о работе.

Контрольные вопросы

1. Как обозначается изученная система?
2. Применяемый в ней вид впрыскивания топлива.
3. Какие датчики используются в ее конструкции?
4. Объясните конструкцию используемого в системе расхода воздуха.
5. Что такое топливный модуль?

Лабораторная работа № 2

Датчики системы топливоподачи бензинового двигателя с электронным впрыском топлива

Цель работы: ознакомиться с основными датчиками, обеспечивающими работу бензинового двигателя с впрыском бензина, их принципом работы и конструктивными особенностями.

Общие положения

Датчики формируют электрические сигналы, несущие информацию о текущих значениях контролируемых параметров работы двигателя. Датчиками электрической системы управления двигателя (ЭСУД) являются следующие.

Датчик положения дроссельной заслонки (ДПЗ). Он может быть *концевого типа* или *потенциометрический*. Датчики концевого типа обеспечивают регистрацию режимов холостого хода и полной нагрузки. Сигнал от датчика позволяет определить промежуточные режимы работы двигателя. Потенциометрические датчики обеспечивают электронный блок управления (ЭБУ) информацией о точном угловом положении дроссельной заслонки, скоростях ее открытия и закрытия. Это необходимо для коррекции состава смеси при ускорении и торможении двигателем.

Датчик положения дроссельной заслонки посылает в ЭБУ сигнал, соответствующий углу поворота дроссельной заслонки. Характеристика потенциометра нелинейная.

Потенциометр расходомера воздуха выполнен по пленочной технологии на керамической подложке. Ползунок скользит по дорожке потенциометра. Контакт состоит из большого числа тонких проволочек, приваренных к рычагу. Отдельная проволочка оказывает небольшое давление на поверхность потенциометра, поэтому износ практически отсутствует.

Наиболее сложную конструкцию имеют потенциометры, используемые в системах центрального впрыскивания Моно-

Jetronic и Mono-Motronic фирмы BOSCH. В этих системах расчет расхода воздуха осуществляется исключительно на основании сигналов об угловом положении дроссельной заслонки и частоте вращения коленчатого вала (КВ). К таким потенциометрам предъявляют жесткие требования по точности, стабильности и надежности. 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 интервале ($20-90^\circ$) углов открытия.

Существуют также *комбинированные* ДПДЗ, сочетающие потенциометр и концевой выключатель.

Датчик положения дроссельной заслонки двигателя ЗМЗ (рис. 2.1) представляет собой двоянный переменный резистор, выполненный на керамической подложке. Датчик состоит из корпуса 1, печатной платы 6 с резисторами $R1-R4$ и подвижных контактов 3, установленных на поворотной площадке 2, снабженной ограничителем 7. Площадка 2 установлена на оси 10 дроссельной заслонки. Датчик снабжен штекерным разъемом 4 с тремя штекерами 5. Датчик установлен на корпусе дроссельной заслонки и механически соединен с ее осью 10. Корпус снабжен фланцем 8 с отверстиями 9 для крепления.

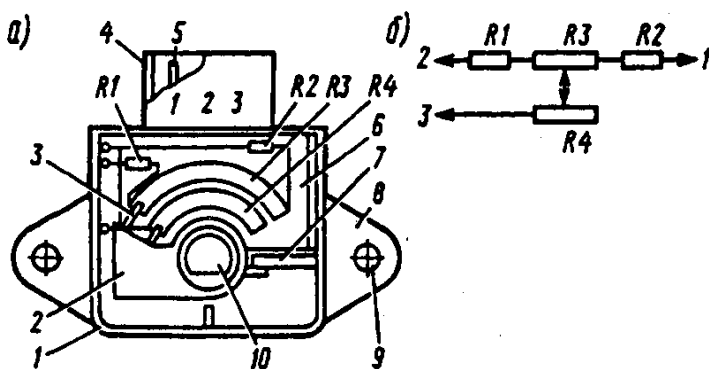


Рис. 2.1. Датчик положения дроссельной заслонки автомобилей семейства ГАЗ

При повороте дроссельной заслонки ее ось передает вращательное движение на ДПДЗ. При этом происходит изменение напряжения выходного сигнала ДПДЗ. ЭБУ воспринимает быстро возрастающее напряжение сигнала ДПДЗ как свидетельство возрастающей потребности в топливе и необходимости увеличить время открытия электромагнитной форсунки (ЭМФ).

При уменьшении частоты вращения датчик положения заслонки благодаря контакту холостого хода действует на устройство, обеспечивающее постоянную частоту режима холостого хода в различных условиях эксплуатации.

Если ЭМФ полностью открыта, то датчик посылает сигнал о полной нагрузке в центральное управляющее устройство, которое запускает механизм обогащения горючей смеси для улучшения характеристик двигателя.

Выключатель дроссельной заслонки соединяет цепь напряжения клапана уменьшения подачи топлива с «массой» автомобиля при закрытой дроссельной заслонке.

Датчик положения дроссельной заслонки не требует никакой регулировки, т.к. контроллер воспринимает холостой ход (т.е. полное закрытие дроссельной заслонки) как нулевую отметку. При возникновении неисправности цепей ДПДЗ через определенное время в память ЭБУ заносит код и включает контрольную лампу, сигнализируя о наличии неполадки.

Датчик абсолютного давления воздуха. Этот прибор содержит корпус 6 (рис. 2.2) с размещенной в ней мембраной 1, снабженной напыленными терморезисторами 2 и нагруженной пружиной 3, размещенной в надмембранной полости 4. Электрическая схема 5 усиления сигнала содержит электрические выводы 8, размещенные в разьеме 7. Полость 10 датчика через штуцер 9 подвода разрежения сообщена с впускным трубопроводом.

Вакуумная камера сообщена с задрроссельным пространством впускного трубопровода (ВТ) гибким трубопроводом.

На контакт с ЭБУ постоянно подают эталонное напряжение 5 В. При изменении давления во ВТ мембрана механически воздействует на пьезоэлемент, который изменяет эталонное напряжение, подаваемое на нагрузочное сопротивление, вызывая изменение напряжения на выходе в ЭБУ.

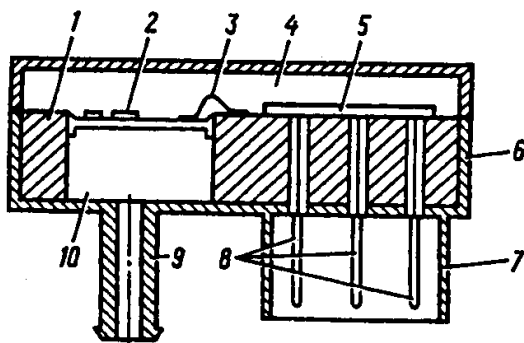


Рис. 2.2. Датчик абсолютного давления воздуха

Абсолютным давлением называется давление, отсчитанное от абсолютного нуля. При неработающем двигателе давление во ВТ равно атмосферному. Датчик сообщает сигнал в виде напряжения ЭБУ. При запуске двигателя давление во ВТ уменьшается (разрежение составляет в среднем 330–380 мбар на режимах холостого хода).

Информация об изменении давления во ВТ необходима ЭБУ для определения количества воздуха, поступающего в двигатель, и корректировки угла опережения по нагрузочной характеристике.

При выходе из строя датчика абсолютного давления или возникновении неисправностей в его цепях двигатель будет продолжать работать, т.к. функции расходомера воздуха выполняет датчик-потенциометр дроссельной заслонки.

Датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ). Для определения температурного состояния двигателя и коррек-

тировки характеристик топливоподачи предназначены датчики температуры охлаждающей жидкости и температуры воздуха.

Датчик (рис. 2.3) представляет собой полупроводниковый терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления, помещенный в металлический корпус. Он содержит корпус 2, электрический разъем 1, термочувствительный элемент 3 и уплотнитель 4. В корпусе размещены полупроводниковый резистор 6 и электрические контакты 5.

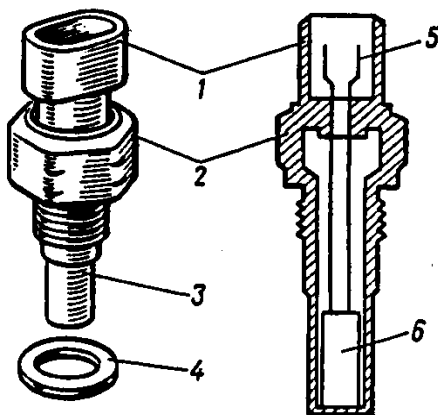


Рис. 2.3. Датчик температуры ОЖ

При возникновении неисправности цепей ДТОЖ ЭБУ включает контрольную лампу CHECK ENGINE, сигнализируя о наличии неисправности. В этом случае ЭБУ заменит сигнал ДТОЖ значением температур, рассчитываемым им по времени работы двигателя.

Датчик температуры воздуха. Датчик модели 19.3828 полупроводникового типа. Он формирует сигнал ЭБУ для обеспечения коррекции подачи топлива и угла опережения зажигания в зависимости от температуры всасываемого воздуха, косвенно определяемой по температуре ВТ. Датчик размещен в трубопроводе системы охлаждения рядом с блоком цилиндров. Такая конструкция необходима для получения точных

данных о температуре двигателя. В настоящее время от этого датчика работает электровентилятор радиатора.

Датчик измеряет температуру воздуха во ВТ. Он представляет собой металлический корпус, содержащий пластиковый наконечник с термическим резистором. Электронный сигнал, посылаемый в ЭБУ, используют вместе с сигналом абсолютного давления для определения плотности воздуха. Количество воздуха, необходимого для полного сгорания топлива, непосредственно зависит от температуры охлаждающей среды.

Датчик детонации. В основу работы датчика детонации положен принцип пьезоэффекта. При детонации в датчике образуется импульс напряжения, по которому ЭБУ корректирует величину угла опережения зажигания.

Датчик детонации (рис. 2.4) содержит кварцевый пьезоэлемент δ и инерционную массу γ (шайбу). При работе двигателя возникает вибрация его деталей. Инерционная масса датчика воздействует на пьезоэлемент, и в нем возникают электрические сигналы определенной силы и формы. Датчик детонации установлен в зоне 4-го цилиндра на блоке со стороны впускной системы и предназначен для коррекции угла опережения зажигания при обнаружении детонации ЭБУ. Чувствительным элементом датчика является пьезокристаллическая пластинка.

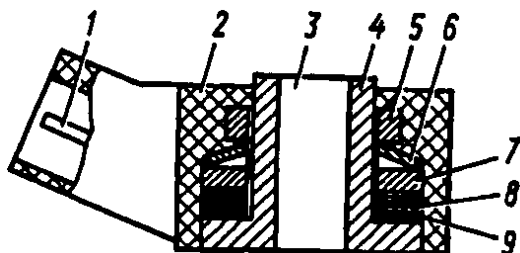


Рис. 2.4. Датчик детонации:

1 – штекер; 2 – изолятор; 3 – канал; 4 – корпус; 5 – гайка; 6, 7 – соответственно упругая и инерционная шайбы; 8 – пьезоэлемент, 9 – контактная пластина

Принцип работы такого датчика заключается в преобразовании вибрации поверхностей двигателя (например, стенки головки цилиндров) в электрический сигнал. Обычно максимальная чувствительность датчика достигается на частотах 6–8 кГц. Наибольшее напряжение на выходе датчика возникает на частотах колебаний, излучаемых конкретной деталью, например, головкой блока, в которую устанавливают датчик, при детонационном сгорании топлива.

Электрические сигналы датчиков передаются в ЭБУ, корректирующий угол опережения зажигания, до прекращения детонации. При выходе из строя датчика или его электрических цепей включается дентальная лампа.

Пьезоэлектрический датчик детонации представляет датчик со встроенным шунтирующим резистором (рис. 2.5, а). Он содержит корпус 11 с резьбовым штуцером 12, пьезоэлемент 2, пружину 1, резистор 7, подвижную опору 8, электрический разъем 6, штуцер 5 с основанием 4, электрические контакты 6 и крышку 9. Датчик снабжен встроенным шунтирующим резистором 3.

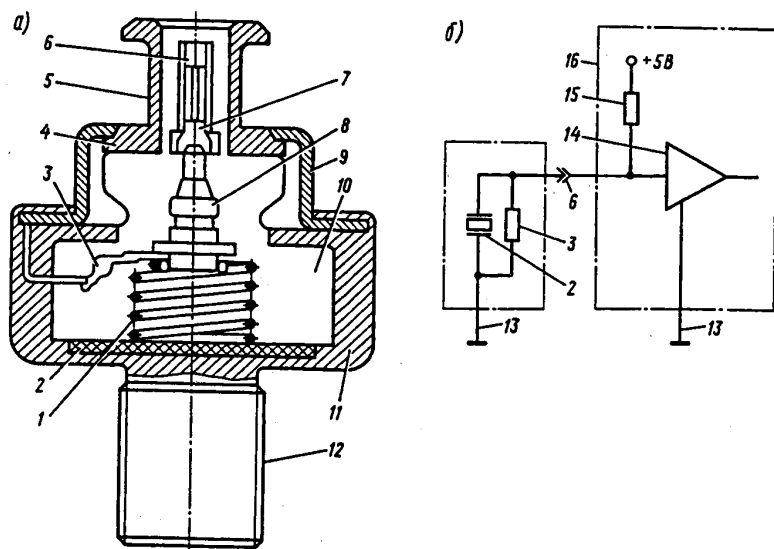


Рис. 2.5. Датчик детонации двигателей ВАЗ:
а – устройство; б – электрическая схема.

В полости 10 датчика размещена подвижная опора 8, нагруженная пружиной 1. Резистор 3 кинематически связан через пружину 1 с пьезоэлементом 2 и электрически с контактом 6.

Пьезоэлектрический кристалл во время вибрации генерирует напряжение через усилитель 14 (рис. 2.5, б), размещенный на электрической плате 16 и сообщенный через электрическую цепь 13 с «массой» автомобиля, а через резистор 15 – с источником питания 5 В. Резонансная частота его характеристики совпадает с частотой детонации. Датчик установлен в верхней части блока цилиндров двигателя и регистрирует даже очень слабую детонацию.

Блок управления обрабатывает полученный сигнал и корректирует угол опережения зажигания для гашения детонации. При обрыве провода, соединяющего датчик детонации с ЭБУ, или при замыкании провода на «массу», источник питания ЭБУ заносит в свою память код неисправности и включает лампу CHECK ENGINE.

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

Датчик Холла. Для измерения угловых перемещений в современных системах применяют бесконтактные датчики, основанные на эффекте Холла. В проводнике с током, помещенном в магнитное поле, вектор напряженности которого перпендикулярен направлению тока, возникает электрическое поле в направлении, перпендикулярном магнитному полю.

Датчик Холла (рис. 2.6, а) содержит тонкую пластину 8, изготовленную из полупроводникового материала (например, кремния) и размещенную в зазоре между электродами 1 и 4

ферромагнитного стержня. Электроды 1 и 7 сообщены с верхней и нижней гранями пластины 8 и вольтметром 6. Проводник 5 питающего напряжения подключен к пластине 8. Между пластиной и электродами магнитного стержня размещают подвижный экран с окнами, открывающими доступ прохождению магнитного поля к пластине 8.

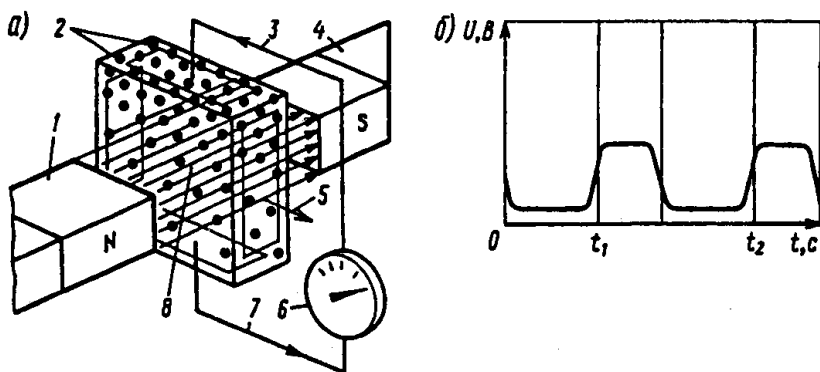


Рис. 2.6. Датчик Холла:
а – принципиальная схема; б – эффект Холла

Эффект Холла является результатом взаимодействия носителей тока (электронов проводимости и дырок) с магнитным полем. В гранях пластины 8 происходит накопление заряда (электронов 2) и возникает электрическое поле, воздействующее на электроны в направлении электродов 7 и 3. Под действием электрического поля носители заряда приобретают направление движения. Напряжение Холла регистрирует вольтметр 6.

При появлении экрана между магнитом и пластиной происходит прерывание магнитного потока. В соответствии с изменением магнитного потока в зоне пластины в выходной цепи возникает (в моменты t_1 , t_2 и т.д.) или исчезает напряжение (рис. 2.6, б).

Датчик частоты вращения коленчатого вала. Наибольшее распространение получили индукционные, основанные на эффекте Холла, датчики. Они могут располагаться как в распре-

делителе зажигания, так и непосредственно в блоке двигателя или картере сцепления. Индукционный датчик (рис. 2.7, а) содержит подвижный замыкатель 4 магнитного потока, постоянные магниты 3, размещенные с образованием воздушного зазора 2, и магнитную катушку 1, соединяющую постоянные магниты 3. Моменты запираания (отсечки) t_3 выходного транзистора и изменение напряжения приведены на рис. 2.7, б.

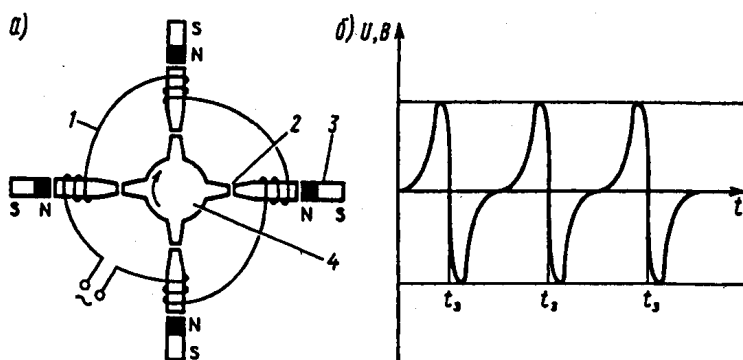


Рис. 2.7. Индукционный датчик:
а – схема устройства; б – форма сигнала

При вращении распределительного вала в обмотках возникает переменное напряжение. На режиме прокрутки выходное напряжение составляет 0,5–1,0 В и увеличивается с ростом частоты вращения КВ. Сигнал напряжения в ЭБУ ограничен уровнем 6–10 В. Моменту запираания выходного транзистора коммутатора соответствует момент перехода через 0, т.е. t_3 .

В микропроцессорных системах зажигания индукционные датчики устанавливают в непосредственной близости от зубьев маховика или специального диска, закрепленного на КВ. Датчики положения КВ двигателя ЗМЗ-4063.10 (рис. 2.8) индуктивного типа предназначены для определения углового положения КВ двигателя, синхронизации работы контроллера с рабочим процессом двигателя, а также для определения частоты вращения КВ.

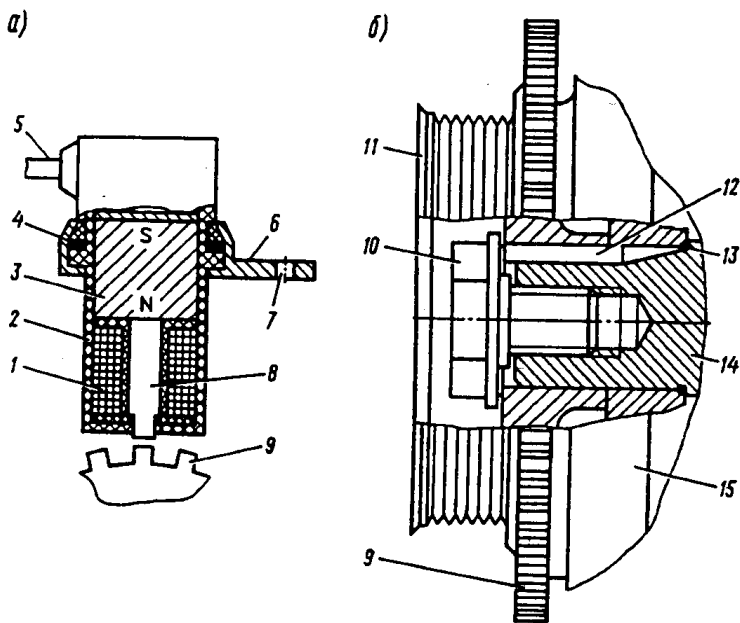


Рис. 2.8. Датчик положения КВ двигателя ЗМЗ:

a – размещение датчика; *б* – венец; 1 – обмотка; 2 – корпус; 3 – магнит; 4 – уплотнители; 5 – провод; 6 – кронштейн крепления; 7 – отверстие крепления; 8 – магнитный сердечник; 9 – диск синхронизации; 10 – стяжной болт; 11 – шкив-демпфер; 12 – шпонка; 13 – резиновое кольцо; 14 – КВ двигателя; 15 – маховик

Датчик содержит индуктивную обмотку 1 катушки (см. рис. 2.8) с постоянным магнитом 3 и сердечником 8, установленным на шкиве КВ двигателя. Принцип действия этого датчика также основан на изменении магнитного потока при прохождении зубьев или впадин диска вблизи сердечника датчика. Изменение магнитного потока индуцирует в обмотке 1 катушки переменное напряжение, частота которого пропорциональна скорости вращения и числу зубьев или выступов в нем.

На переднем конце КВ 14 с помощью стяжного болта 10 закреплен шкив-демпфер 11, и на шпонке 12 закреплен маховик 15 с зубчатым диском синхронизации 9. Герметичность соединения обеспечена с помощью резинового кольца 13.

Диск синхронизации объединен со шкивом привода генератора и представляет собой зубчатое колесо с 58 равноудаленными (через 6°) впадинами. Для создания импульса синхронизации (опорного импульса) удалено два зуба. Вырезанные зубья соответствуют положению КВ, которое является началом отсчета для определения углового положения КВ и реализации момента зажигания.

Отсчет номера зуба на диске синхронизации производится против часовой стрелки от площадки пропуска зубьев. При вращении диска синхронизации вместе с КВ впадины изменяют магнитный поток в магнитопроводе датчика, наводя импульсы напряжения переменного тока в его обмотке.

При выходе из строя датчика положения КВ двигателя, его цепей или зубчатого диска прекращается работа системы зажигания и, соответственно, двигателя.

Датчик положения КВ двигателя ВАЗ (рис. 2.9) содержит корпус 1, фланец 4 крепления с отверстием 2 для крепления, магнитопровод 3 и разъем 5 для подключения кабеля. Сигнал частоты вращения и положения КВ в ЭБУ представляет собой серию повторяющихся электрических импульсов напряжения, генерируемых датчиком при вращении КВ. На базе импульсов опорного сигнала положения КВ двигателя ЭБУ генерирует импульсы управления ЭМФ и системой зажигания.

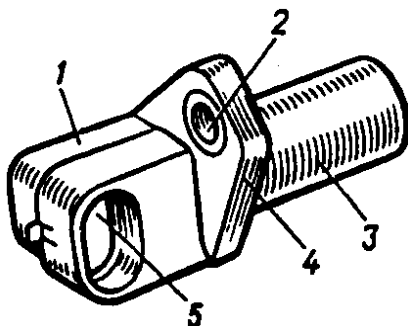


Рис. 2.9. Датчик положения КВ двигателей ВАЗ

Маховик имеет два зубчатых венца. Первый венец предназначен для пуска двигателя стартером. Второй венец содержит 60 равномерно расположенных зубьев, два из которых удалены для определения начальной точки отсчета, информирующей ЭБУ о нахождении поршней 1-го и 4-го цилиндров в верхней мертвой точке (ВМТ). Датчик представляет катушку с сердечником, который является магнитным стержнем.

При вращении маховика датчик считывает зубья венца. В этом случае зубом считается площадка, образованная впадиной или верхним выступом. При вращении маховика зубья венца проходят под датчиком и формируют сигнал для ЭБУ, который по сигналам датчика определяет частоту вращения КВ и выдает импульсы на ЭМФ.

Датчик положения распределительного вала. Он предназначен для определения ВМТ поршня 1-го цилиндра при такте сжатия. Электрическая схема датчика положения распределительного вала фирмы BOSCH двигателя ЗМЗ-4062.10 приведена на рис. 2.10. Устройство содержит датчик 1, электрический разъем 3, сообщенный через электрическую цепь 2 с датчиком 1, резистор 4 сопротивлением 0,5–0,6 кОм, аккумуляторную батарею 5, светодиод 6 АЛ307. Датчик представляет собой электронное устройство, работающее на эффекте Холла.

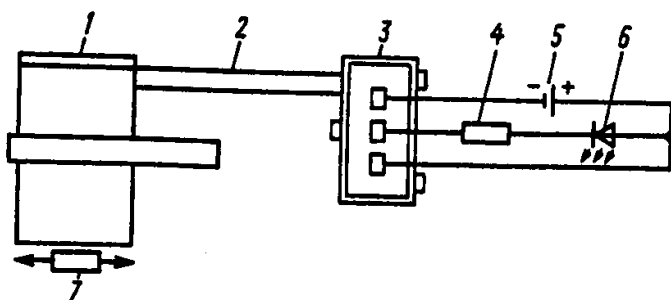


Рис. 2.10. Электрическая схема датчика положения распределительного вала

При нарушениях в работе датчика реализуется режим парно параллельной подачи топлива (каждая ЭМФ срабатывает

один раз за каждый оборот КВ). Датчик формирует сигнал в момент прохождения в магнитном поле датчика отметчика, выполненного в виде отогнутой пластины, установленной на выпускном распределительном вале.

При прохождении мимо торца датчика металлической пластины 7, установленной на распределительном вале, происходит изменение магнитного потока датчика. Это вызывает появление в датчике электрического сигнала, который усиливается и передается к блоку управления. Сигналы датчиков положения распределительного вала, обработанные в блоке управления, позволяют синхронизировать подачу топлива ЭМФ в каждый цилиндр двигателя (только при такте сжатия). Появление сигнала от датчика соответствует началу такта сжатия в первом цилиндре.

Датчик положения распределительного вала автомобилей семейства ВАЗ представляет собой электронное устройство, работающее на эффекте Холла. Он содержит корпус 3 (рис. 2.11), электрод 2 с пазом 1 и электрический разъем 5. Датчик расположен в левой передней части головки цилиндров и закреплен с помощью отверстий 4. В пазу 1 датчика находится обод задающего диска с прорезью. Когда прорезь диска проходит через паз датчика, то он выдает на ЭБУ импульс напряжения, соответствующий положению поршня 1-го цилиндра в ВМТ в конце такта сжатия.

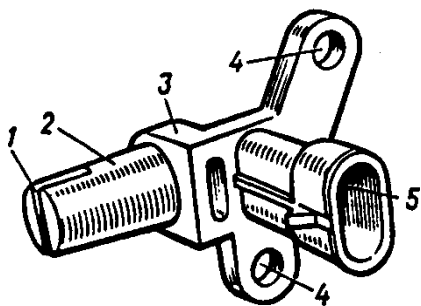


Рис. 2.11. Датчик положения распределительного вала автомобиля «Святогор»

Выходной сигнал датчика поступает на вывод соединителя ЭБУ и используется им для синхронизации впрыскивания топлива с открытием (закрытием) впускных клапанов.

Датчик кислорода. Принцип действия применяемых датчиков различный. 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.

Титановые датчики (используется двуокись титана TiO_2) применяются реже. Датчик кислорода работает обычно в диапазоне температур 350–900 °С.

Прибор содержит корпус 3 (рис. 2.12, а и б), керамический элемент 1, выполненный из специальной керамики (двуокиси циркония). Внутренняя 13 и внешняя 16 поверхности элемента 1 покрыты платиной или ее сплавом и выполняют роль катализатора и токопроводящих элементов. Чувствительный элемент закрыт защитным колпачком 2, снабженным отверстиями для прохода отработавших газов (ОГ). Внешняя поверхность 16 соприкасается с ОГ, а внутренняя 13 – с воздухом, находящимся под постоянным парциальным давлением.

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

Рабочий элемент циркониевого датчика содержит двуокись циркония, которая при высоких температурах приобретает свойство электролита. Датчик становится гальваническим элементом. Закрытый конец его рабочего элемента помещают в приемный трубопровод, а открытый остается снаружи и соприкасается с атмосферой. Если в приемном трубопроводе содержание кислорода меньше по сравнению с окружающей средой, то между внутренней и внешней циркониевыми поверхностями возникает разность потенциалов. Перед пуском двигателя датчик нагревают электрическим током.

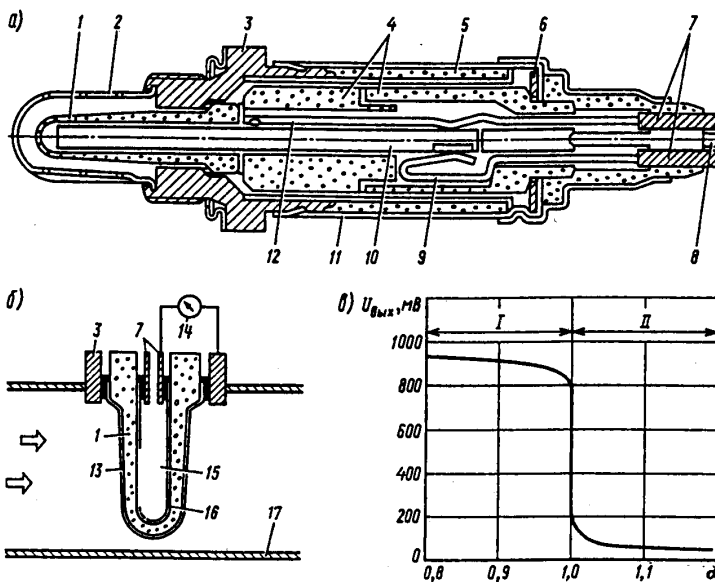


Рис. 2.12. Датчик кислорода:

a – устройство; *б* – схема размещения; *в* – электрический сигнал; 1 – керамический элемент; 2 – защитный колпачок с прорезями; 3 – корпус; 4 – керамический уплотнитель; 5 – керамический изолятор; 6 – уплотнитель; 7 – выводы нагревателя; 8 – вывод сигнала; 9, 12 – контакты нагревательного элемента; 10 – нагревательный элемент; 11 – кожух; 13, 16 – соответственно внутренняя и наружная поверхности; 14 – вольтметр; 15 – полость; 17 – выпускной трубопровод; *l, ll* – соответственно богатая и бедная смеси

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).

Датчик содержит твердый электролит, размещенный между внешней 16 и внутренней 13 поверхностями (электродами). Его размещают в корпусе 3 и кожухе 11 с образованием электрической цепи между внутренним электродом и корпусом. Герметичность датчика обеспечивают с помощью уплотнителя 6.

При нагревании датчика струей ОГ между электродами создается электрический потенциал, величина которого изменя-

ется скачкообразно в зависимости от парциального давления кислорода в струе ОГ. Напряжение на контактах резко падает при содержании в ОГ кислорода более 1 %. Напряжение увеличивается при изменении состава горючей смеси от обедненной до обогащенной.

Особенностью циркониевого датчика является то, что при незначительном изменении состава смеси ($\lambda = 1,02-0,98$) ЭДС на его выходе изменяется скачком от 5 до 1000 мВ.

Аналогичную характеристику имеет датчик кислорода на основе двуокиси титана (TiO_2). При изменении содержания кислорода изменяется внутреннее сопротивление датчика. Генерировать ЭДС датчики на основе TiO_2 не могут.

Внутреннее сопротивление циркониевого датчика тем выше, чем ниже его температура. Поэтому генерирование ЭДС этим датчиком начинается только при прогреве датчика до температуры 300–400 °С.

Размещенный в потоке ОГ λ -зонд имеет такую форму, что внешний электрод омывается ОГ, а внутренний электрод контактирует с внешним воздухом. λ -зонд представляет собой в основном корпус из специальной керамики, внешняя поверхность которого снабжена газопроницаемым платиновым электродом. Керамический материал имеет поры и допускает диффузию кислорода воздуха (твердый электролит). Керамика становится проводящей при высокой температуре. Если содержание кислорода на обоих электродах сильно различается, на электродах возникает электрическое напряжение.

В ЭБУ подаются сигналы датчика кислорода, преобразуемые в команду для регулятора управляющего давления, обогащающего или обедняющего горючую смесь.

По содержанию остатка кислорода в ОГ датчик определяет коэффициент избытка воздуха, информирует ЭБУ и рассчитывает продолжительность открытия ЭМФ, обеспечивая в следующем рабочем цикле близкий к стехиометрическому состав горючей смеси ($\lambda = 0,97-1,03$).

Электромагнитный клапан принудительного холостого хода представляет собой катушку индуктивности с двумя изолированными выводами и с подвижным сердечником. Сердечник снабжен уплотнительными элементами, выполняющими запорные функции. Клапан имеет три штуцера. Один из них служит для сообщения его внутренней полости с атмосферой через миниатюрный фильтр. Два других фильтра электромагнитного клапана соединены с помощью вакуумных шлангов с задроссельным пространством ВТ и с вакуумной камерой пневмомеханического клапана ЭПХХ. В период принудительного холостого хода прогретого двигателя ЭБУ обесточивает электромагнитный клапан, благодаря чему вакуумная камера пневмомеханического клапана экономайзера разобщается с задроссельным пространством и сообщается с атмосферой.

Частота вращения КВ, соответствующая отключению подачи топлива, составляет 1680 мин^{-1} , а возобновлению подачи – 1560 мин^{-1} .

Датчик скорости автомобиля. В качестве чувствительного элемента в датчике скорости применено устройство, в котором используется эффект Холла. Датчик выдает на ЭБУ прямоугольные импульсы напряжения с частотой, пропорциональной скорости вращения ведущих колес.

При вращении ведущих колес датчик вырабатывает импульсы с частотой 6 импульсов на 1 м движения автомобиля. Блок управления рассчитывает скорость автомобиля на базе времени между импульсами.

Методика и порядок выполнения работы

После прочтения общих положений лабораторной работы получить у преподавателя необходимые пособия, литературу, плакаты, схемы, образцы датчиков. Изучить их устройство, принцип работы и особенности их конструкции, места установки на двигателе, а также работу ЭБУ при неисправностях этих датчиков.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схемы отдельных датчиков (по указанию преподавателя).
3. Описание их конструкции и принципа работы.
4. Заключение.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные датчики системы впрыска бензина.
2. Объясните назначение и принцип работы датчика положения дроссельной заслонки.
3. Объясните назначение и принцип работы датчиков давления и температуры воздуха.
4. Объясните назначение и принцип работы датчика детонации.
5. Объясните назначение и принцип работы датчика положения коленчатого вала.
6. Объясните назначение и принцип работы датчика кислорода (λ -зонда).
7. Объясните назначение и принцип работы электромагнитного клапана принудительного холостого хода.

Лабораторная работа № 3

Устройство универсального стенда КИ-22205 для проверки приборов системы питания дизелей

Цель работы: ознакомление и изучение универсального стенда КИ-22205 для испытаний приборов систем питания автомобильных дизелей.

Общие положения

Стенд типа КИ-22205 относится к числу универсальных стендов, предназначенных для проверки, регулировки и ремонта приборов систем питания автотракторных дизелей.

Испытательное оборудование

Стенд КИ-22205 состоит из следующих основных частей: корпуса, привода с механическим вариатором, системы топливоподачи низкого давления, системы топливоподачи высокого давления, электронного блока с фотоэлектрическим датчиком и электрооборудования.

Корпус стенда представляет собой сваренную из уголковой стали раму (рис. 3.1), обшитую стальными штампованными листами. С правой стороны корпуса имеется двухстворчатая дверца 18. На раме установлен стол 4 в виде чугунной плиты, на направляющие которой устанавливается кронштейн с испытываемым топливным насосом высокого давления (ТНВД). К плите привернута передняя панель 5, на которой смонтированы манометр низкого давления 6, вакуумметр 7, штуцеры 16 для присоединения топливопроводов при испытании топливных насосов, место для присоединения шестеренчатого топливоподкачивающего насоса. Количество впрыснутого топлива замеряют мензурками 8, закрепленными зажимами на поворотном мосту и установленными в передний бак стенда. Передний бак смонтирован между двумя боковинами, на которых сверху установлены панель с восемью датчиками 11, панель управления 10 и кронштейн 9 с трубками.

На левой боковине установлен тумблер для подачи напряжения к электрооборудованию стенда и отключения его от электрической сети. На переднем листе смонтированы кнопочные станции: трехэлементная 2 для управления электродвигателем вала привода стенда и двухэлементная 3 для управления электродвигателем стендового насоса высокого давления. Маховик 1 служит для изменения частоты вращения вала привода стенда. На правой панели установлена рукоятка 17 управления краном распределителя, положение которого соответствует следующему: «А» – закрыт, «В» – через фильтр, «С» – минуя фильтр.

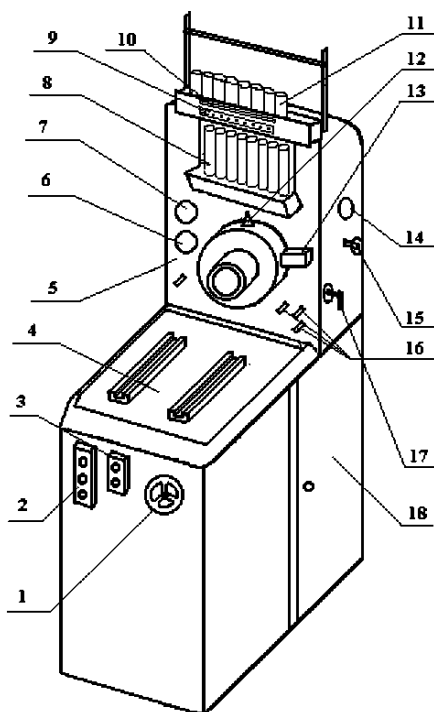


Рис. 3.1. Общий вид стенда КИ-22205:

1 – маховичок; 2, 3 – кнопочные станции; 4 – стол с направляющими; 5 – передняя панель; 6 – манометр низкого давления; 7 – вакуумметр; 8 – мензурки; 9 – кронштейн; 10 – панель управления; 11 – датчики; 12 – зажим; 13 – фотоэлектрический датчик оборотов; 14 – манометр высокого давления; 15 – дроссель; 16 – штуцеры; 17 – кран; 18 – двухстворчатая дверца

Шкаф электрооборудования смонтирован между боковинами за передним баком.

Гидравлическая схема станда представлена на рис. 3.2.

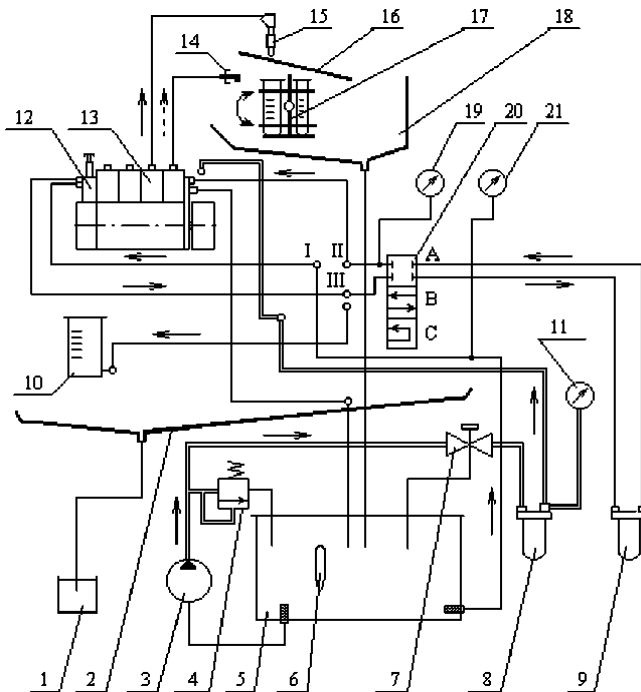


Рис. 3.2. Гидравлическая схема станда КИ-22205:

1 – бачок для грязного топлива; 2 – стол станда; 3 – стеновой насос высокого давления; 4 – предохранительный клапан; 5 – топливный бак; 6 – термометр; 7 – дроссель; 8, 9 – фильтры тонкой очистки; 10 – мерный цилиндр; 11 – манометр высокого давления; 12 – топливный насос низкого давления; 13 – топливный насос высокого давления; 14 – кронштейн с трубами; 15 – эталонные форсунки; 16 – шторка; 17 – поворотный мост с мензурками; 18 – передний бак; 19 – манометр низкого давления; 20 – трехходовой кран; 21 – вакуумметр

Она состоит из систем топливоподачи низкого и высокого давлений. Система низкого давления включает в себя: топливный бак 5, фильтр тонкой очистки 9, манометр низкого давления 19 с диапазоном измерения 0–0,6 МПа, вакуумметр 21

с диапазоном измерения 0–0,1 МПа, распределительный кран 20, мерные мензурки 17, мерный цилиндр 10, передний бак 18, бачок 1 для слива загрязненного топлива и топливопроводы. Фильтр тонкой очистки 9 служит для очистки топлива. Манометр 19 позволяет измерять давление, развиваемое топливоподкачивающим насосом 12 испытываемого ТНВД 13. Для сглаживания пульсаций топлива перед манометром 19 установлен демпфер. Вакуумметр 21 служит для измерения разрежения на входе в топливоподкачивающий насос 12 ТНВД.

Величину подачи топлива испытываемого ТНВД определяют с помощью мензурок, установленных в два ряда. Рабочий объем каждой мензурки первого ряда равен 100 мл (см³). Цена одного деления мензурки составляет 1 мл (см³). Рабочий объем каждой мензурки второго ряда равен 20 мл (см³). Цена одного деления мензурки составляет 0,2 мл (см³). Расположение мензурок в два ряда позволяет собирать топливо при первом замере в мензурки одного ряда, при следующем замере – в мензурки другого ряда, вследствие чего топливо полностью вытекает к моменту следующего замера.

Система высокого давления (рис. 3.2) включает в себя стендовый насос 3 высокого давления роторного типа, предохранительный клапан 4, дроссель 9, фильтр тонкой очистки 8, манометр 11, штатный комплект эталонных форсунок 15 и топливопроводы высокого давления. Стендовый насос 3 служит для создания высокого избыточного давления до 6,3 МПа. Предохранительный клапан 4 служит для перепуска топлива из системы высокого давления в бак при давлении в системе выше 2,5 МПа. Дроссель 8 позволяет плавно изменять количество топлива, подаваемого в головку ТНВД, за счет перепуска его в бак 5 стенда и, тем самым, плавно регулировать давление. Манометр 11 высокого давления показывает давление топлива в головке испытываемого ТНВД. Все топливопроводы высокого давления от ТНВД 3 до выходного штуцера *V* на передней панели стенда выполнены металлическими. От шту-

цера V до головки ТНВД – из резиноктаневого рукава высокого давления. Штатный комплект эталонных форсунок 15 вместе с топливопроводами высокого давления определенной длины обеспечивает требуемое гидравлическое сопротивление подаче топлива из секций испытываемого ТНВД 13 в мензурки 17. Для управления началом и концом замеров цикловой подачи топлива мензурками 17 имеется подвижная шторка 16, кинематически связанная с сердечником соленоида, управляемым электронным блоком стенда.

Кинематическая схема стенда приведена на рис. 3.3.

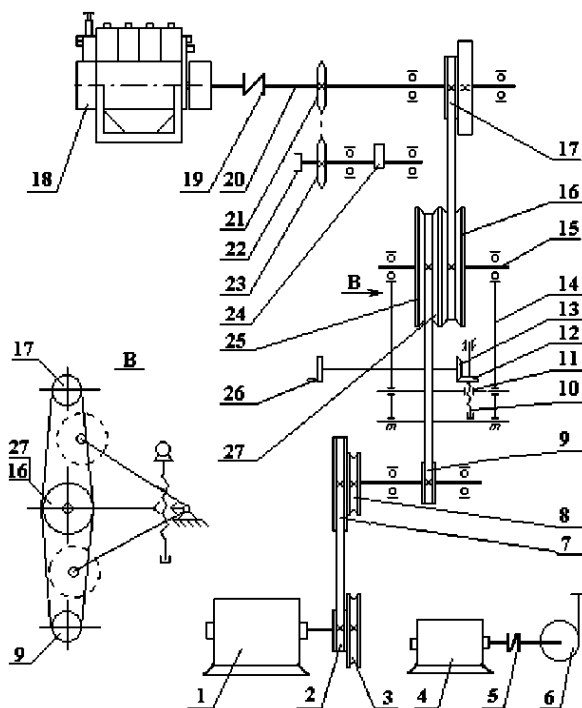


Рис. 3.3. Кинематическая схема стенда КИ-22205:

1, 4 – электродвигатели; 2, 3, 7–9, 16, 17, 25, 27 – шкивы; 5, 19 – соединительные муфты; 6 – стендовый насос; 10 – винт; 11 – гайка; 12, 13 – шестерни; 14 – рамка; 15, 20 – валы; 18 – ТНВД; 21, 23 – звездочки; 22 – муфта привода шестеренчатого подкачивающего насоса; 24 – кулачок привода поршневого подкачивающего насоса; 26 – маховик

Рассмотрим принцип действия механического вариатора. При вращении маховичка 26 коническая шестерня 13 через шестерню 12 вращает винт 10, при этом гайка 11 перемещается и поднимает (или опускает) свободный конец рамки 14. Если рамка 14 поднимется вверх, шкив 27, свободно сидящий на валу 15, перемещается вправо. Диаметр ручья, образуемый правым неподвижным 16 и подвижным 27 шкивами, увеличивается, а диаметр ручья, образуемый левым неподвижным 25 и подвижным 27 шкивами, уменьшается. Частота вращения вала 17 привода возрастает. При опускании рамки вниз шкив 27 перемещается влево, и диаметр правого ручья уменьшается, а левого увеличивается, при этом частота вращения вала 17 привода уменьшается.

Электронный блок станда (рис. 3.4) совместно с датчиками начала впрыска и фотоэлектрическим датчиком служит для измерения и индикации в цифровой форме:

- частоты вращения приводного вала (об/мин);
- угла начала впрыска (град.);
- угла длительности впрыска (град.).

А также он служит для обработки заданного числа циклов впрыска при измерении подачи топлива.

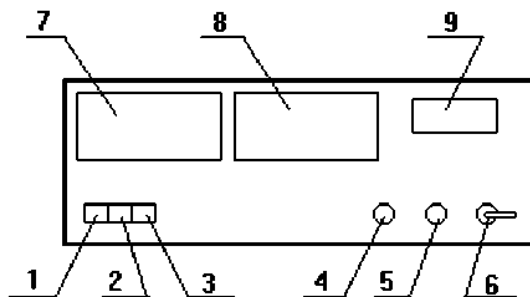


Рис. 3.4. Передняя панель электронного блока:

1 – клавиша «длит»; 2 – клавиша «угол»; 3 – клавиша «подача»; 4 – кнопка «пуск»; 5 – кнопка «стоп»; 6 – выключатель; 7 – электронное табло частоты вращения вала ТНВД; 8 – электронное табло количества циклов и углов; 9 – переключатель набора количества циклов

Конструктивно электронный блок выполнен в виде отдельного прибора, установленного на опорах.

На передней панели электронного блока имеются клавиши включения следующих режимов измерения:

– «длит» 1 – для измерения угла длительности цикловой подачи топлива;

– «угол» 2 – для измерения угла начала цикловой подачи топлива;

– «подача» 3 – для измерения числа циклов.

Для отображения информации имеются электронные табло 7 и 8 – частоты вращения приводного вала стенда и количества циклов и углов соответственно. Кроме того, имеются органы управления: переключатель набора количества циклов 9, кнопки «стоп» 5 и «пуск» 4. Для включения электронного блока в сеть имеется тумблер 6.

На задней панели электронного блока установлен винт для подключения заземления. На боковой стенке блока имеется штекерный разъем для подключения многожильного кабеля от стенда.

Следует помнить, что включать электронный блок необходимо после включения стенда, а выключать – первым.

Содержание отчета

В отчете о лабораторной работе кратко дать описание стенда, привести основные схемы. Разобраться с устройством стенда непосредственно в лаборатории топливной аппаратуры. Знать принципы работы клиноременного вариатора, изменений основных параметров топливоподачи топливной аппаратуры (ТА) дизелей на стенде.

Контрольные вопросы

1. Для испытания каких типов ТНВД предназначен стенд КИ-22205?

2. Какие элементы входят в систему низкого давления стенда?

Лабораторная работа № 4

Исследование регуляторной характеристики ТНВД

Цель работы: ознакомиться с методикой снятия регуляторной характеристики ТНВД на безмоторном стенде, снять ее и построить для конкретного насоса, дать заключение о соответствии регулировочных параметров ТНВД техническим условиям.

Общие положения

При испытании ТНВД снимают различные характеристики: скоростные, характеристики по подаче, регуляторные. Регуляторная характеристика (рис. 4.1) показывает зависимость таких основных показателей насоса, как часового расхода топлива G_t , цикловой подачи $g_{ц}$ и степени неравномерности δ , от частоты вращения при совместной работе с регулятором, при положении рычага подачи топлива насоса на упоре.

Эта характеристика позволяет оценить правильность регулировки ТНВД и настройки регулятора по соответствующим параметрам.

Регуляторные характеристики, как правило, снимают при экспериментальных исследованиях топливной аппаратуры при ее доводке, заводских стендовых испытаниях дизелей и при проведении полевых испытаниях тракторов.

На исправном двигателе правильное протекание регуляторной характеристики ТНВД обеспечивает оптимальные мощностные и экономические показатели дизеля.

Методика и порядок выполнения работы

Снятие регуляторной характеристики проводят при испытании ТНВД на безмоторном стенде типа КИ 22205 (см. лаб. раб. № 3). При испытании насоса в подготовленный журнал испытаний (табл. 4.1) заносят результаты замеров со следующей точностью:

- частота вращения вала насоса $\pm 1 \text{ мин}^{-1}$;
- число циклов ± 1 цикл (при испытании число циклов обычно устанавливают равным частоте вращения насоса);
- минутная производительность секции насоса $\pm 0,5 \text{ мл}$.

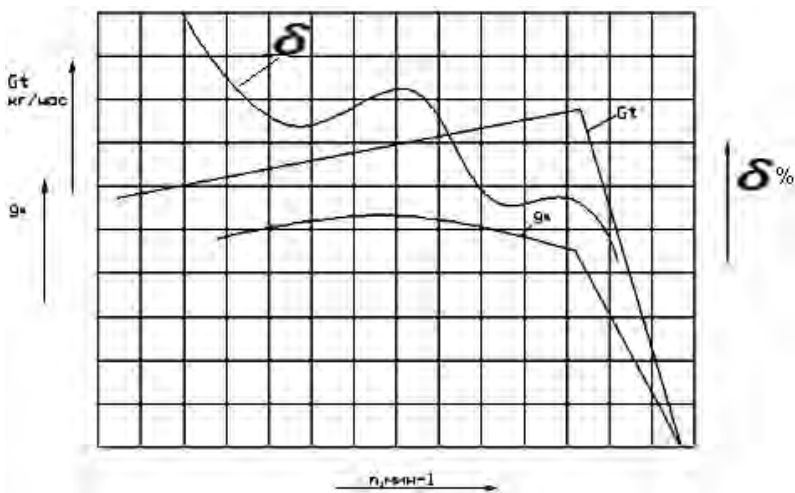


Рис. 4.1. Регуляторная характеристика ТНВД

Работу выполняют в следующем порядке:

1. Запускают стенд и устанавливают рычаг ТНВД в максимальное положение на упор.
2. По выданным преподавателем параметрам испытуемого ТНВД устанавливают частоту вращения приводимого вала стенда на 100 мин^{-1} ниже частоты вращения, соответствующей максимальной цикловой подаче насоса.
3. Затем последовательно увеличивают частоту вращения на 100 мин^{-1} до частоты вращения, соответствующей номинальной, и также проводят замеры.
4. Для более точного определения характера протекания регуляторной характеристики далее испытания насоса ведут при увеличении частоты вращения на 10 мин^{-1} (не менее 3-х точек) до частоты вращения, соответствующей максимальной частоте вращения холостого хода.

5. По окончании испытания ТНВД данные результатов записывают в журнал испытаний. Подсчитывают значения средней подачи по секциям насоса $q_{\text{ср}}$, средней цикловой подачи топлива по секциям насоса $q_{\text{ц}}$ и степени неравномерности подачи топлива по секциям насоса δ .

$$q_{\text{ср}} = \sum q/i, \text{ мл};$$

$$q_{\text{ц}} = q_{\text{ср}}/K, \text{ мл/цикл};$$

$$G_{\text{T}} = 60q_{\text{ср}} \cdot i\rho_{\text{T}} / 1000, \text{ кг/ч};$$

$$\delta = \frac{q_{\text{max}} - q_{\text{min}}}{q_{\text{ср}}} \cdot 100 \%,$$

где i – число секций насоса;

K – число циклов.

После определения основных параметров насоса их записывают в журнал испытаний и делают заключения о соответствии основных параметров ТНВД техническим условиям.

Таблица 4.1

Журнал испытаний

Частота вращения n , мин ⁻¹	Число циклов, K	Минутная подача по секциям насоса, мл				Средняя минутная подача, мл	Цикловая подача, мл/цикл	Степень неравномерности подачи по секциям, %	Часовой расход топлива, кг/ч
		I	II	III	IV				

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткая методика и порядок выполнения работы.
3. Журнал испытаний.
4. Регуляторная характеристика.
5. Заключение о работе.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под регуляторной характеристикой ТНВД?
2. Методика и порядок снятия регуляторной характеристики.
3. Что понимается под цикловой подачей насосной секции ТНВД?
4. Покажите на регуляторной характеристике корректурную и регуляторную ветвь.

Лабораторная работа № 5

Проверка и регулировка форсунок дизелей

Цель работы: освоить методику выполнения проверки и регулировки форсунок дизельных двигателей и приобрести практические навыки выполнения такой проверки и регулировки; провести проверку (испытания) и регулировку форсунок нескольких типов.

Общие положения

Надежность работы автотракторных форсунок определяется их техническим состоянием и правильной регулировкой.

В процессе эксплуатации и ремонта дизелей очень часто приходится производить контроль технического состояния и регулировку форсунок.

Проверка и регулировка форсунок осуществляется как в полевых условиях, так и в условиях специальных мастерских по техническому обслуживанию и ремонту топливной аппаратуры.

В полевых условиях с помощью специальных приспособлений (максиметра или эталонной форсунки) можно проверить форсунку только на давление начала впрыска и качество распыливания топлива.

Ниже приведены схемы основных типов отечественных и зарубежных форсунок.

Штифтовые:

– ФШ-6 (рис. 5.1);

– BOSCH (Pintle type NP-DN) (рис. 5.2).

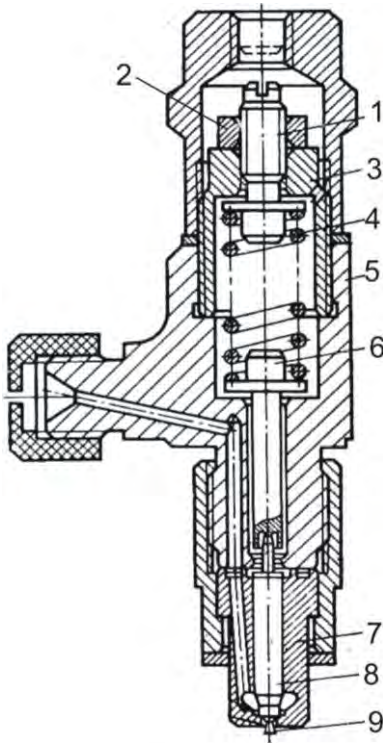


Рис. 5.1. Штифтовая форсунка ФШ-6:
 1 – регулирующий винт; 2 – контргайка;
 3 – гайка пружины; 4 – пружина;
 5 – корпус форсунки; 6 – штанга; 7 – распылитель; 8 – дифференциальная игла;
 9 – штифт иглы

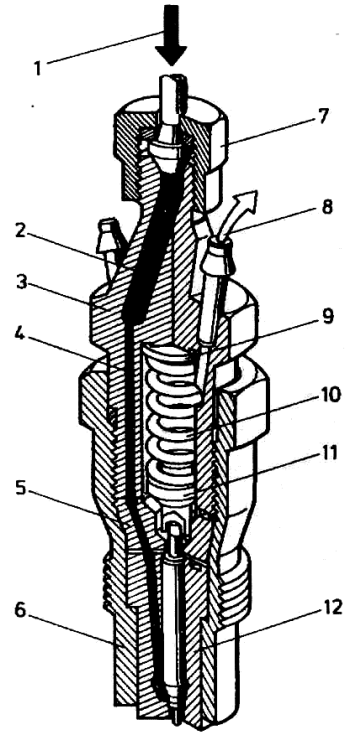


Рис. 5.2. Штифтовая форсунка фирмы BOSCH типа NP-DN:
 1 – подача топлива; 2 – фильтр; 3 – корпус форсунки; 4 – топливный канал;
 5 – прокладка; 6 – гайка распылителя;
 7 – гайка крепления топливопровода;
 8 – слив топлива; 9 – регулировочные шайбы; 10 – пружина; 11 – штанга;
 12 – распылитель

Многодырчатые (с запорной иглой):

- ФД-22 (рис. 5.3);
- 33.11010 КамАЗ (рис. 5.4).

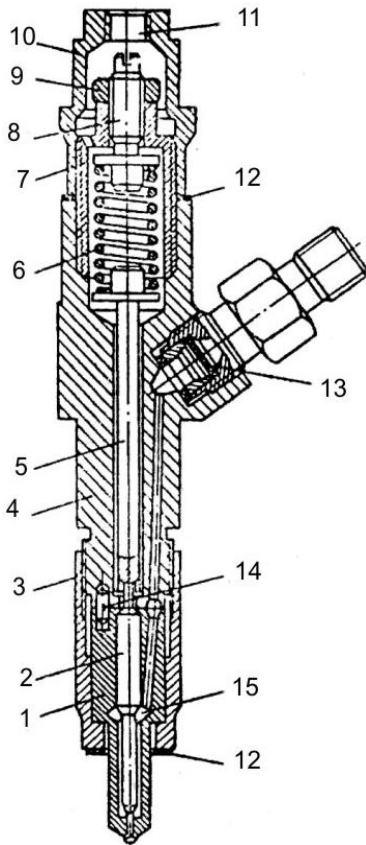


Рис. 5.3. Форсунка ФД-22:
 1 – корпус распылителя; 2 – запорная игла; 3 – гайка распылителя; 4 – корпус форсунки; 5 – штанга; 6 – пружина; 7 – стакан пружины; 8 – регулировочный винт; 9 – контргайка; 10 – колпак; 11 – отверстие для слива топлива; 12 – прокладка; 13 – топливная камера (карман форсунки); 14 – фильтр; 15 – штифт

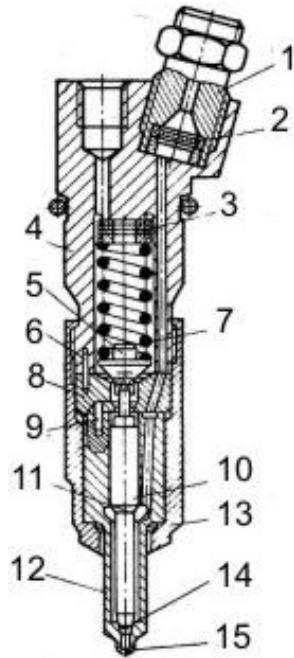


Рис. 5.4. Форсунка КамАЗ 33.11010:
 1 – штуцер; 2 – сетчатый фильтр; 3 – регулировочные шайбы; 4 – корпус форсунки; 5 – штанга; 6, 9 – фиксирующие штифты; 7 – пружина; 8 – прокладка; 10 – игла; 11 – дифференциальный поясок иглы; 12 – распылитель; 13 – гайка распылителя; 14 – запорный конус иглы; 15 – сопловые отверстия

Параметры указанных и некоторых других форсунок приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Основные показатели и регулировочные данные форсунок

Параметры	Модель форсунки					
	ФШ-6	ФД-22	6Т2	1112о10-Б2 ЯМЗ-236	33.11010 КамАЗ	BOSCH NP-DN
1	2	3	4	5	6	7
Завод-изготовитель*	ХТЗ	НЗТА	АМЗ	ЯЗТА	ЯЗТА	BOSCH
Марка дизеля	СМД-17К СМД-18К	СМД-60 Д-240	Д-21 Д-144	ЯМЗ-236 ЯМЗ-238	ЯМЗ-740 ЯМЗ-741	Легковых автомобилей Audi, Opel, Volkswagen и др.
Тип форсунки	Штифтовая	Многодырчатая	Многодырчатая	Многодырчатая	Многодырчатая	Штифтовая
Кол-во сопловых отверстий распылителя, шт	1	4	3	4	4	1
Давление начала впрыскивания, МПа	15 ^{+0,25}	17,5 ^{+0,5}	17 ^{+0,5}	17,5 ^{+0,5}	19,5 ^{+0,5}	11,5–15,8
Верхний контрольный предел давления при проверке гидроплотности, МПа	30	26	26	30	30	–
Нижний предел снижения давления при проверке гидроплотности, МПа	28–23	23–21	23–21	28–23	28–23	–
Время снижения давления при проверке гидроплотности, с	10–38	7–20	7–20	10–38	17–45	–

Проверку и регулировку форсунок проводят на приборе КИ-3333 (рис. 5.5).

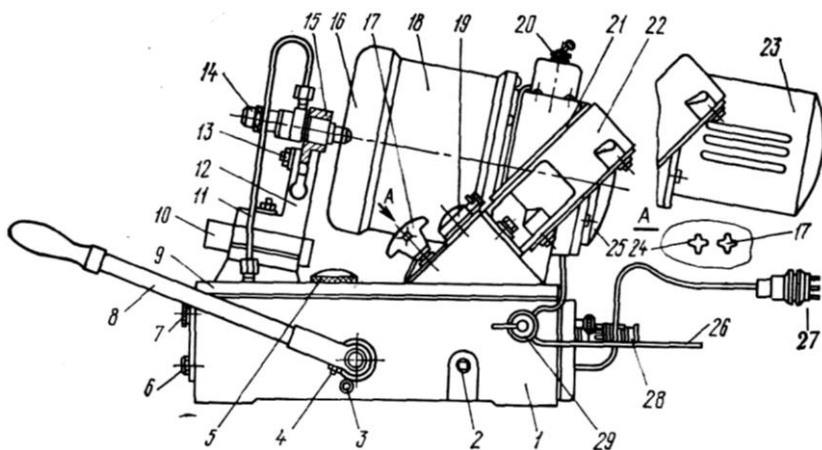


Рис. 5.5. Прибор КИ-3333 для испытания и регулировки форсунок:
 1 – корпус прибора; 2 – винт для выпуска воздуха из ТНВД; 3 – винт крепления эксцентрика привода плунжера насоса; 4 – зажим крепления рукоятки; 5 – крышка горловины топливного бака; 6 – пробка сливного отверстия; 7 – указатель уровня топлива; 8 – рукоятка насоса; 9 – крышка корпуса; 10 – установочная плита крепления кронштейна; 11 – топливопровод высокого давления; 12 – кронштейн; 13 – зажим; 14 – испытываемая форсунка; 15 – кран подачи воздуха в турбинку; 16 – подсветка факела; 17 – кран для отключения манометра; 18 – камера впрыскивания; 19 – секундомер; 20 – выключатель электрического тока; 21 – манометр; 22 – корпус манометра; 23 – вариант исполнения прибора с электродвигателем; 24 – кран для отключения насоса; 25 – крышка воздушной турбины; 26 – сменная вставка; 27 – вилка для подключения прибора к электрической сети; 28 – шланг для подвода воздуха; 29 – штепсельный разъем

Методика проведения проверки, испытаний и регулировки дизельных топливных форсунок

При техническом обслуживании и ремонте дизельных топливных форсунок проверяют и регулируют следующие параметры в такой последовательности:

- 1) давление начала впрыскивания топлива;
- 2) герметичность форсунки по запорному конусу;

- 3) гидравлическую плотность;
- 4) качество распыливания топлива.

При неудовлетворительных значениях параметров форсунки регулируют или ремонтируют.

Рассмотрим методы проверки и способы регулировки указанных параметров.

*Проверка давления начала впрыскивания топлива
(начала подъема иглы форсунки)*

Форсунку устанавливают на прибор КИ-3333 или другой стенд. На приборе с ручным приводом, перемещая рычаг, нагнетают топливо в форсунку, одновременно наблюдая за стрелкой манометра. Давление определяют по показаниям манометра в момент начала выхода струи топлива из распылителя форсунки. Фактически это соответствует максимальному отклонению стрелки по шкале манометра. Скорость перемещения рычага должна быть такой, чтобы не было заброса стрелки.

По ГОСТ 10579–88 давление начала впрыскивания топлива ($P_{\text{нач. впр}}$) должно быть установлено с допуском не более 4 % в сторону увеличения от номинального значения. Регулируют давление, заворачивая или вывертывая регулировочный винт пружины форсунки или изменяя толщину регулировочных прокладок (для форсунок дизелей КамАЗ).

Для регулировки давления начала впрыскивания форсунок ФД-22 и ФШ-6 необходимо (см. рис. 5.1 и 5.3):

- 1) отвернуть колпак 11;
- 2) ослабить контргайку 10;
- 3) поворотом регулировочного винта 9 отрегулировать давление;

- 4) после регулировки затянуть контргайку и навернуть колпак.

Для регулировки давления начала впрыскивания форсунок КамАЗ и BOSCH необходимо (см. рис. 5.4):

- 1) отвернуть гайку распылителя 13;
- 2) вынуть распылитель 12, проставку 8, штангу 5, пружину 7;

3) изменением толщины и количества регулировочных шайб $З$ отрегулировать давление. При увеличении общей толщины регулировочных шайб (увеличение сжатия пружины) давление повышается, при уменьшении – понижается. Изменение толщины шайб на 0,05 мм приводит к изменению давления начала подъема иглы на 0,3–0,35 МПа (для форсунок КамАЗ);

4) собрать в обратном порядке форсунку и затянуть гайку распылителя 13 .

При сборке гайки затягиваются динамометрическим ключом определенным моментом, указанным в технической документации на каждую форсунку.

Давление начала впрыскивания топлива форсунками автотракторных дизелей при их регулировке приведено в табл. 5.1.

Проверка герметичности распылителя

Герметичность проверяют созданием в распылителе, закрепленном в форсунке или приспособлении, давления топлива на 1–1,5 МПа (10–15 кгс/см²) меньше давления начала впрыскивания (см. табл. 5.1). При этом в течение 15 с топливо не должно проходить через соединения запирающих конусов иглы и корпуса распылителя при визуальном наблюдении за поверхностью торца распылителя; допускается лишь ее увлажнение.

Проверка гидравлической плотности распылителя

Для проверки гидравлической плотности распылителя форсунку закрепляют на приборе КИ-3333 и завинчивают ее регулировочный винт (или подкладывают регулировочные шайбы для форсунок дизеля КамАЗ) так, чтобы давление впрыска при быстром нагнетании топлива (40–80 подач в минуту) было на 5–7 МПа выше верхнего контрольного предела давления, с которого начинают определять гидроплотность (табл. 5.1). Плавным нажатием на рукоятку насоса прибора увеличивают давление (без впрыска топлива) на 2,5–3 МПа выше верхнего контрольного предела давления и прекращают нагнетание. По

секундомеру замечают время падения давления от верхнего контрольного предела до нижнего предела снижения давления при проверке гидроплотности и сравнивают полученные значения с допускаемыми (табл. 5.1). Минимальная плотность характеризует максимальный зазор между иглой и корпусом распылителя в направляющей (цилиндрической) части иглы и корпуса. Минимальный зазор в этой части распылителя должен создавать возможность плавного перемещения иглы в корпусе распылителя (без прихватывания).

Проверка качества распыливания топлива

Этот показатель характеризуют следующие данные:

- мелкость распыливания;
- равномерность распределения частиц по поперечному сечению струи топлива (факелу распыленного топлива);
- угол рассеивания струи (факела) топлива (для штифтовых распылителей);
- звучность впрыскивания топлива;
- дробящее впрыскивание.

Мелкость частиц распыленного топлива и равномерность их распределения по поперечному сечению струи определяют визуально во время впрыскивания топлива форсункой с периодичностью 60–80 впрыскиваний в минуту на приборе с ручным приводом. В факеле распыленного топлива не должны наблюдаться отдельные вылетающие капли и сплошные струйки, факел должен быть туманообразным. Для штифтовых распылителей допускается видимость стержня струи топлива.

Проверку угла рассеивания струи (факела) топлива штифтовых распылителей проводят, впрыскивая топливо на лист чистой бумаги. При этом ось форсунки должна быть перпендикулярна листу. По диаметру отпечатка и расстоянию от листа до отверстия распылителя определяют угол распыла. Центр отпечатка (ось следа конуса распыла) должен располагаться на продолжении оси форсунки.

Характерный звук, сопровождающий впрыскивание, служит признаком нормальной работы распылителя.

Дробящее впрыскивание оценивается подвижностью иглы и техническим состоянием распылителя. Оно характеризуется автоколебаниями иглы и часто повторяющимися короткими впрыскиваниями топлива при медленном его нагнетании в распылитель, что соответствует неустановившемуся режиму работы форсунки. Наиболее подходящая для такой проверки – аккумуляторная установка.

При недостаточной подвижности иглы (вследствие, например, повышенной силы трения в направляющей части) затягиваются начало и конец впрыскивания, увеличивается доля топлива, подаваемого при пониженном давлении, ухудшается качество распыливания. Для таких распылителей характерно «глухое» впрыскивание без звука и отсутствие дробящего впрыскивания.

При неудовлетворительном качестве распыливания топлива распылитель форсунки необходимо очистить и промыть от лаковых отложений. Отверстия распылителя многосопловой форсунки прочищают специальной стальной проволокой малого диаметра.

После прочистки распылители промывают в бензине и дизельном топливе. После промывки игла, смоченная дизельным топливом и выдвинутая на треть длины из корпуса распылителя, наклоненного на 45° от вертикали, должна опускаться под действием собственного веса.

При невозможности восстановления качества распыливания распылители заменяют.

Содержание отчета

1. Эскизные чертежи форсунок: ФШ-6, ФД-22, 33.11010 (КамАЗ) с описанием их элементов.
2. Упрощенную схему прибора для испытания форсунок (КИ-3333) с описанием работы.

3. Перечень контролируемых и регулируемых параметров форсунок.
4. Заполненный протокол испытаний форсунок (см. табл. 5.2).
5. Выводы о пригодности проверенных форсунок.

Таблица 5.2

Протокол испытаний дизельных топливных форсунок

Фор-сунка (марка, номер п/п)	$P_{\text{нач. впр.}}$ МПа			Качество распыливания			Подтека-ние при проверке на герметичность (есть/нет)	Время падения давления при проверке на гидроплотность, с
	до регу-ли-ров-ки	номи-наль-ное (по ТУ)	после регу-ли-ров-ки	Мел-кость рас-пы-лива-ния	Угол распы-лива-ния	Звук при распы-лива-нии		

Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию существующих видов форсунок.
2. За счет чего осуществляется подъем иглы форсунки?
3. Как регулируется давление впрыска форсунок типа ФШ-6, ФД-22?
4. Как регулируется давление впрыска форсунок типа Кам-АЗ 33.11010?
5. Как проверить форсунку на герметичность по запорному конусу?
6. Как проверить форсунку на гидравлическую плотность?
7. Как оценивается качество распыливания топлива?
8. Как проверить угол распыливания штифтовой форсунки?

Лабораторная работа № 6

Проверка углового расположения отверстий многодырчатого распылителя

Цель работы: изучить устройство установки для проверки углового расположения отверстий многодырчатых распылителей, освоить методику проверки.

Общие положения

При производстве форсунок и в ходе эксплуатации дизелей при проверке параметров многодырчатых форсунок осуществляют и контроль углового расположения распыливающих отверстий распылителя. Отклонение от ТУ углового расположения распыливающих струй распылителя форсунки при работе дизеля может влиять на его мощность, экономичность и дымность выхлопа.

Значительное отклонение распыливающих струй многодырчатого распылителя при проверке форсунок в эксплуатации указывает на существенное закоксовывание отверстий распылителя, что приводит к ухудшению процесса смесеобразования и сгорания в соответствующем цилиндре. Коксование распылителей в процессе эксплуатации объясняется неблагоприятными условиями, возникающими при работе дизеля (ухудшение охлаждения распылителя, изменение параметров распылителя, неправильная эксплуатация двигателя и т.д.). Очистка распыливающих отверстий производится механическим путем с помощью соответствующих стальных иголок, ультразвуком или гидроабразивной струей.

Методика и порядок выполнения работы

Проверка углового расположения распыливающих струй распылителя осуществляют на специальном стенде с прозрачной сферой. Стенд (рис. 6.1) состоит из рамы, на которой

смонтирован бак для рабочей жидкости, с установленной на ней станиной для крепления испытуемого распылителя 10 и сферы 9 с горизонтальным и вертикальным лимбами, электродвигателя 7 для привода шестеренчатого насоса 2, фильтра грубой очистки 3 и тонкой очистки топлива дизеля Д-243(ММЗ), перепускного клапана 4, дросселя 6 для регулировки давления проливки и манометра 7.

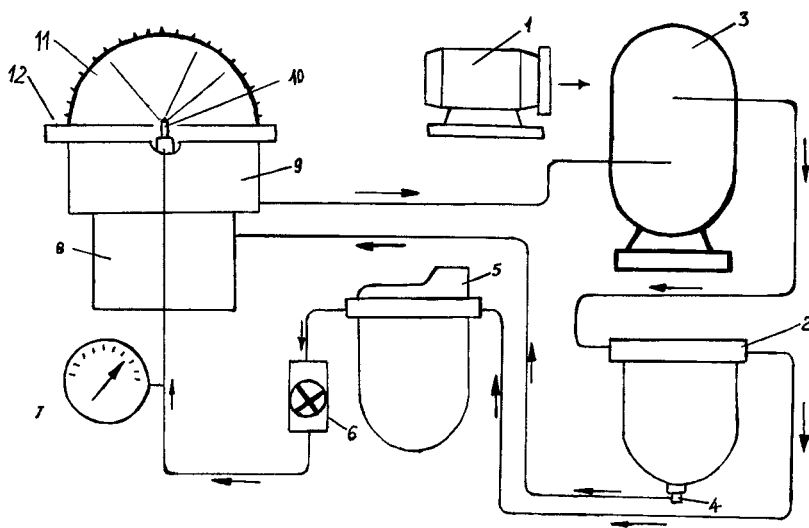


Рис. 6.1. Схема стенда

Рабочая жидкость (по ТУ веретенное масло $\nu = 16 \text{ мм}^2/\text{с}$ при $+50 \text{ }^\circ\text{C}$) из бака 8 подается шестеренчатым насосом 2 в фильтр грубой очистки топлива 3, откуда часть жидкости через перепускной клапан 4 сливается в бак. Поступающая из фильтра грубой очистки жидкость окончательно фильтруется в фильтре тонкой очистки и поступает к дросселю 6, которым устанавливается давление проливки по манометру 7 и затем к корпусу форсунки, на котором крепиться испытуемый распылитель.

Истекающие из распылителя струи жидкости попадают на сферу и стекают по ней на дно станины, а затем через отводные отверстия в бак. Для определения пространственного положения

истекающих струй устанавливают вертикальный лимб на точку соприкосновения струи со сферой и определяют по нему вертикальный угол распыливания φ ; угол распыливания в плане α определяют с помощью горизонтального лимба. Цена деления шкал лимбов составляет 1° . Точность измерения пространственного расположения струи по лимбам стенда составляет $\pm 0,5^\circ$.

Порядок выполнения работы

1. Снять сферу с вертикальным лимбом.
2. Установить и закрепить испытуемый распылитель на корпусе форсунки.
3. Поставить на место сферу, включить стенд и дать прогреться жидкости до необходимой температуры $\pm 20^\circ\text{C}$.
4. С помощью дросселя установить давление 0,015–0,02 МПа по манометру стенда.
5. Для определения пространственного положения истекающих струй распылителя устанавливают вертикальный лимб на точку соприкосновения струи со сферой и определяют по нему вертикальный угол распыливания φ ; угол распыливания α определяют с помощью горизонтального лимба.
6. Затем, таким же образом определяют углы α и β других отверстий распылителя и данные заносят в журнал испытаний (табл. 6.1).
7. Полученные результаты испытаний сравнивают с данными по ТУ и делают соответствующие заключения.

Таблица 6.1

Журнал результатов испытаний

Дизель, форсунка	Распыливающих отверстий							
	№ 1		№ 2		№ 3		№ 4	
	φ_1	α_1	φ_2	α_2	φ_3	α_3	φ_4	α_4
Д-243 ФД-22								

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткое описание стенда.
3. Методика и порядок выполнения работы.
4. Журнал результатов испытания распылителей.
5. Заключение о работе.

Контрольные вопросы

1. Необходимость проверки углового расположения распыливающих струй многодырчатых распылителей дизельных форсунок.
2. Каким требованиям должен удовлетворять стенд для проверки углов распыливания распылителей форсунок?
3. Каковы причины коксования распылителей и к чему это может привести?

Лабораторная работа № 7

Установка топливного насоса на двигатель

Цель работы: изучить порядок установки насоса на двигатель и регулировки угла опережения впрыска топлива на двигателе.

Оборудование и инструменты, необходимые для выполнения работы

1. Двигатель Д-243.
2. Топливный насос высокого давления УТН-5.
3. Приспособление «мениск».
4. Набор ключей.

Общие положения

В условиях эксплуатации дизелей иногда приходится производить установку топливного насоса на двигатель, например, после проверки и регулировки насоса или при замене вышедшего из строя насоса. Значения установочного угла опережения впрыска топлива для разных типов дизелей приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Установочный угол опережения впрыска топлива дизелей

Машина	Двигатель	Топливный насос	Угол подачи топлива до ВМТ поршня при установке топливного насоса по «мениску», градусы
КамАЗ-5220	ЯМЗ-740	ЯЗТА-8V	28–30
МТЗ-80	Д-243	УТН-5	26–28
МТЗ-82	Д-260	УТНМ	24–26
КрАЗ	ЯМЗ-238	ТВНД-238	20–22

Установка топливного насоса на двигателе складывается из следующих операций: установка насоса на место и крепление его на блок-картер, присоединение трубопроводов низкого и высокого давления, заполнение системы топливом и удаление из нее воздуха, соединение кулачкового вала насоса с шестерней привода. Наиболее ответственной является последняя операция: соединение кулачкового вала насоса с шестерней привода. При выполнении этой операции должен быть установлен правильный угол опережения впрыска топлива, указанный в техническом паспорте для данного двигателя.

Методика и порядок выполнения работы

1. Подготовить двигатель. Очистить от грязи и остатков старой прокладки место под насос на картере шестерен. Снять крышку люка, имеющуюся на крышке картера шестерен, и шлицевую шайбу с шестерни привода топливного насоса.

Провернуть коленчатый вал в такое положение, при котором в первом цилиндре (считая от носка вала) заканчивается такт сжатия и поршень не доходит до ВМТ на величину указанного в инструкции угла опережения впрыска топлива.

Для этого вывернуть из картера маховика установочную шпильку (рис. 7.1) и, повернув ее, вставить в резьбовое отверстие гладким концом и слегка прижимать ее рукой к ободу маховика. Правильное положение вала получится тогда, когда установочная шпилька войдет в отверстие маховика и оба клапана первого цилиндра (впускной и выпускной) будут закрыты.

2. Подготовить топливный насос. Для этого снять защитные колпачки и заглушки со штуцеров насоса. Очистить установочную плиту насоса ветошью и одеть на нее прокладку.

3. Установить насос на место. Для этого ввести установочный фланец насоса в отверстие шестерни привода и посадочное место картера шестерен. Закрепить насос с помощью болтов, присоединить трубопроводы низкого и высокого давления и привод рычага управления.

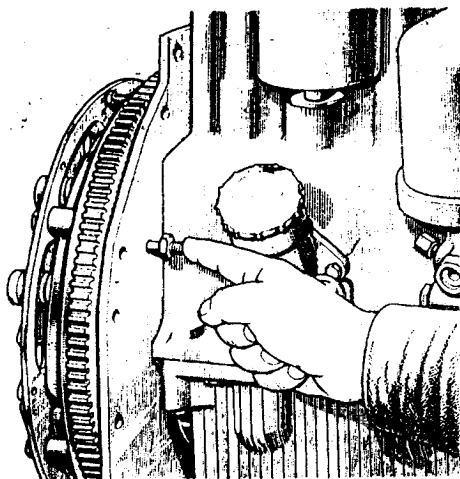


Рис. 7.1. Установка фиксатора в отверстие заднего листа и маховика

Поставить рычаг управления насосом в положение максимальной подачи, т.е. на упор. Залить, если необходимо, дизельное масло в картер насоса и регулятор.

4. Удалить воздух из системы питания и заполнить ее топливом. Для этого насосом ручной подкачки подкачивать топливо, периодически открывая и закрывая вентиль фильтра тонкой очистки. При истечении из сливной трубки фильтра струи топлива без пузырьков, закрыть вентиль. Вывернуть пробку корпуса насоса и прокачивать топливо ручным насосом до прекращения выхода пузырьков воздуха из насоса и затем ввернуть пробку.

5. Отсоединить трубку высокого давления от штуцера первой секции насоса и вместо нее подсоединить приспособление моментоскоп (рис. 7.2).

6. Провернуть коленчатый вал дизеля ключом до появления из стеклянной трубки струи топлива без пузырьков воздуха.

7. Удалить часть топлива из стеклянной трубки и, медленно вращая коленчатый вал дизеля по часовой стрелке, следить за

уровнем топлива в трубке; в момент начала подъема топлива прекратить вращение коленчатого вала.

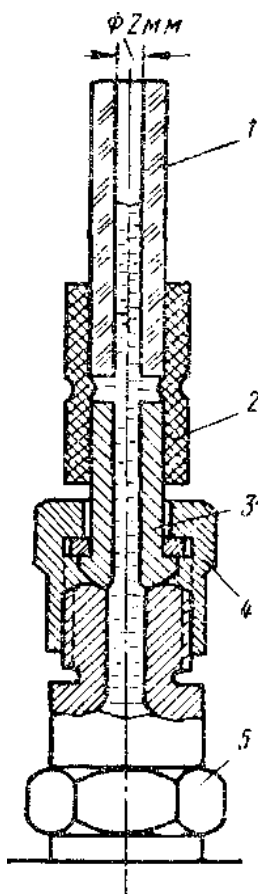


Рис. 7.2. Приспособление моментоскоп:
1 – стеклянная трубка; 2 – резиновая трубка;
3 – наконечник нагнетательной трубки; 4 – накидная гайка; 5 – штуцер

8. Снова вставить шпильку гладким концом в то же отверстие до упора в маховик, при этом она должна попасть в отверстие в маховике.

При несовпадении установочной шпильки с отверстием в маховике произвести регулировку, изменив положение шлицевого фланца относительно шестерни привода топливного насоса, для чего проделать следующее:

- вывернуть два болта крепления планки *б*, снять планку (рис. 7.3);
- совместить шпильку с отверстием в маховике, проворачивая в ту или другую сторону коленчатый вал;
- при помощи ключа провернуть за гайку валик топливного насоса и шлицевой фланец по ходу часовой стрелки до момента начала подъема топлива в стеклянной трубке;
- в совпавшие отверстия в шлицевом фланце и шестерне привода вернуть два болта, предварительно установив планку (в случае несовпадения осей отверстий по радиусу повернуть на пол-оборота валик топливного насоса со шлицевым фланцем).

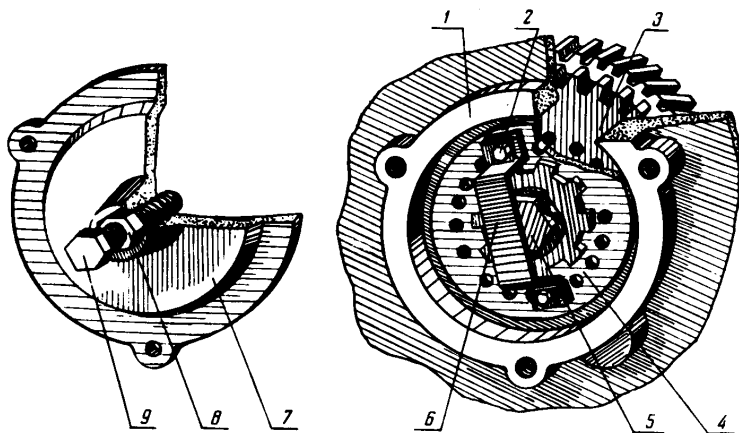


Рис. 7.3. Регулировка угла подачи топлива на дизеле:

1 – крышка распределителя; 2 – болт; 3 – шестерня привода топливного насоса; 4 – шлицевой фланец; 5 – гайка валика топливного насоса; 6 – планка; 7 – крышка люка; 8 – контргайка; 9 – регулировочный болт

После закрепления шлицевого фланца проверить еще раз момент начала подачи топлива.

Установить на место трубку высокого давления и завернуть в отверстие заднего листа установочную шпильку.

Установить крышку люка и отрегулировать осевой зазор шестерни привода топливного насоса. При регулировке осевого зазора регулировочный болт в крышке люка завернуть до упора в планку, а затем отвернуть на $1/3$ – $1/2$ оборота и закрепить контргайкой.

Во избежание нарушения момента начала подачи топлива топливным насосом при снятии его с дизеля нельзя отворачивать болты крепления планки и шлицевого фланца к шестерне привода.

Совмещение шлицев втулки топливного насоса и шлицевого фланца при установке насоса на дизель обеспечивается проворотом коленчатого вала дизеля или кулачкового вала насоса.

9. Регулировка угла опережения впрыска всего насоса на двигателе. Если в результате испытания двигателя нужно увеличить или уменьшить угол опережения впрыска всего насоса, то для выполнения этой операции необходимо: снять крышку люка картера шестерен и наметить (для памяти) мелом отверстия шлицевой шайбы, в которых находились болты, и вывернуть их при помощи гаечного ключа, повернуть вал насоса настолько, чтобы совпали соседние отверстия шайбы и шестерни. Если в этом положении установить болты, то угол опережения впрыска изменится на 3° по углу поворота коленчатого вала. Причем, если болты перенесены в сторону вращения шестерни, иногда помеченную знаком «+», то угол опережения увеличится; в обратном направлении – уменьшится.

Если угол опережения нужно изменить на большую величину, болты переносятся соответственно на два или три отверстия.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схема установки топливного насоса на двигатель.

3. Порядок установки топливного насоса на двигатель.
4. Порядок удаления воздуха из системы питания.
5. Регулировка угла опережения впрыска насоса на двигателе.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях производится установка топливного насоса на двигатель?
2. Как удаляется воздух из системы питания дизеля?
3. Расскажите порядок установки топливного насоса на двигатель.
4. Объясните порядок регулировки угла опережения впрыска ТНВД на двигателе.

Лабораторная работа № 8

Исследование влияния эксплуатационных факторов на угол опережения впрыска топлива

Цель работы: ознакомиться с методикой определения угла опережения впрыска топлива с помощью стробоскопического устройства стенда; исследовать влияние таких эксплуатационных параметров, как частота вращения кулачкового вала насоса и давление начала впрыска форсунки на угол опережения впрыска топлива.

Общие сведения

Под углом опережения впрыска топлива понимается угол поворота коленчатого вала двигателя от начала подачи топлива в цилиндр до момента прихода поршня в ВМТ.

Угол опережения впрыска топлива $\alpha_{впр}$ оказывает большое влияние на мощностные, экономические и экологические показатели дизеля. Несвоевременный впрыск (подача) топлива вызывает снижение мощности и экономичности и сопровождается заметным дымлением и перегревом или повышением жесткости работы двигателя. У каждого типа двигателя устанавливается оптимальный, одинаковый для всех цилиндров, угол $\alpha_{впр}$. (табл. 8.1). Значение оптимального угла $\alpha_{впр}$ определяется типом смесеобразования, номинальной частотой вращения дизеля, диаметром плунжера топливного насоса, диаметром и длиной трубопровода высокого давления, давлением начала впрыска форсунки и другими факторами.

Таблица 8.1

№ опыта	Частота вращения кул. вала насоса, мин ⁻¹	Секции насоса				Среднее знач. угла опережения впрыска, град. ПКВ
		I	II	III	IV	

Методика и порядок выполнения работы

При проверке угла $\alpha_{\text{впр}}$ непосредственно на работающем двигателе пользуются специальным переносным стробоскопом. В случае проверки угла $\alpha_{\text{впр}}$ на безмоторном стенде пользуются стробоскопическим устройством, которым оборудован стенд. Принципиальная схема стробоскопического устройства стенда диагностики топливной аппаратуры (СДТА) приведена на рис. 8.1. Под воздействием струи топлива на подвижной контакт датчика (находится под форсункой) происходит замыкание контакта Д соответствующей секции. При включенном тумблере этой секции конденсатор C_2 положительной обкладкой подключается к сетке лампы L_2 и отпирает ее. При этом конденсатор C_4 разряжается на первичную обмотку трансформатора Тр-2 через лампу L_2 , а во вторичной обмотке трансформатора индуцируется положительный импульс, который проходит через конденсатор C_5 и поджигает лампу-вспышку L_1 . В это время накопительный конденсатор C_3 разряжается на импульсную лампу L_1 , вызывая световую вспышку лампы. После окончания впрыска контакты датчика размыкаются, тиратрон L_2 запирается, и схема приходит в исходное положение. Поскольку впрыски, а следовательно, и вспышки следуют часто друг за другом, отдельные вспышки лампы кажутся непрерывным светящимся потоком, а прорезь вращающегося диска кажется неподвижной. Таким образом, вспышки импульсной лампы указывают угловое положение, которое занимает кулачковый вал в момент начала впрыска топлива. На диске, жестко закрепленном на валу привода, имеется восемь радиальных прорезей. Они расположены так, что в момент начала впрыска топлива одна из них находится против окошка, прорезанного в неподвижном диске. Часто повторяющиеся вспышки импульсной лампы, возникающие при каждом впрыске топлива, освещают подвижный диск с внутренней стороны стенда. При наблюдении за вращающимся диском со стороны насоса кажется, что световая линия, образованная пучком света, идущим от импульсной лампы че-

рез прорезь, неподвижна. Положение светящейся линии относительно шкалы неподвижного лимба стэнда указывает величину угла начала впрыска топлива.

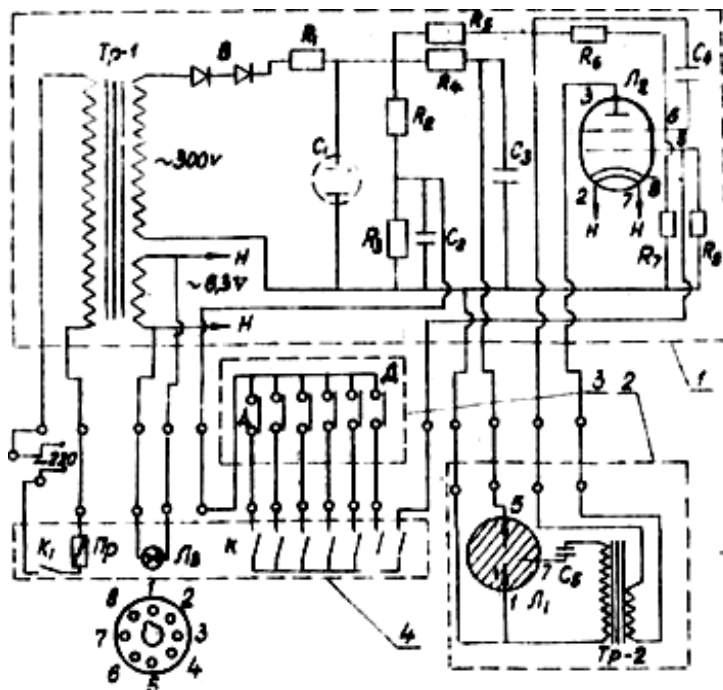


Рис. 8.1. Электрическая схема стробоскопа стэнда:

1 – командоаппарат; 2 – стробоскоп; 3 – панель датчиков; 4 – панель управления; Л₁ – импульсная лампа; Л₂ – тиратрон; Л₃ – контрольная лампа; R₁, R₂ – сопротивление; C₁, C₂ – конденсаторы; П_р – предохранитель; К – тумблер; Д – датчик; Тр-1 – трансформатор силовой; Тр-2 – трансформатор импульсный

Исследование влияния частоты вращения кулачкового вала насоса на угол опережения

1. Заготовить журнал для занесения результатов опытов (см. табл. 8.1).
2. Диск 6 (рис. 8.1) Установить и закрепить с помощью трех винтов так, чтобы нулевая линия находилась строго против риски, нанесенной на передней панели стэнда над диском.

3. Запустить стенд. Для этого сначала включить кнопку «сеть», а затем кнопку «правое вращение» – включение привода стенда.

4. По тахометру стенда маховичком вариатора установить номинальную частоту вращения кулачкового вала испытуемого топливного насоса (см. табл. 8.1).

5. Рычаг регулятора (управления подачей) топливного насоса закрепить на упоре (максимальная частота вращения).

6. Включить стробоскопическое устройство (тумблер «сеть»). После прогрева аппаратуры (1–2 мин) включить тумблер «лампа», а затем поочередно включить тумблеры отдельных секций насоса. Результаты наблюдений внести в журнал испытаний. При необходимости произвести регулировку угла опережения впрыска секций насоса.

7. Аналогичные изменения угла опережения впрыска секций насоса (еще 4 попытки) произвести путем последовательного снижения частоты вращения кулачкового вала на 100 мин^{-1} .

Исследование влияния давления начала впрыска форсунки на угол опережения впрыска топлива

1. Заготовить журнал для занесения результатов опытов (см. табл. 8.2).

2. Из табл. 8.2 определить номинальное значение давления начала впрыска форсунки для данного типа двигателя (насоса).

3. Снять со стенда форсунку 1-й секции и установить ее на специальное приспособление для разборки. Снять с форсунки колпак.

4. Установить форсунку на стенд для регулировки форсунок.

5. Произвести проверку давления начала впрыска форсунки и, при необходимости, с помощью регулировочного болта отрегулировать ее на номинальное значение давления начала впрыска. После этого установить форсунку на стенд СДТА.

6. Определить угол опережения впрыска 1-й секции насоса на номинальной частоте вращения при номинальном значении давления начала впрыска.

7. Затем последовательно определить угол опережения впрыска 1-й струи при значениях давления начала впрыска ниже оптимального (4 опыта, снижая его каждый раз на 0,2 МПа).

Таблица 8.2

№ опыта	Давление начала впрыска форсунки, МПа	Значение угла опережения впрыска топлива первой секции, град. ПКВ

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткая методика и порядок выполнения работы.
3. Журналы испытаний.
4. Диаграммы зависимостей $Q_{\text{впр}} = f(n)$, $Q_{\text{впр}} = f(p_{\text{ф}})$.
5. Краткое заключение (вывод) по работе.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под углом опережения впрыска топлива?
2. От каких параметров (конструктивных и эксплуатационных) зависит величина оптимального для двигателя угла опережения для впрыска топлива?
3. Как определяется угол опережения впрыска топлива по секциям ТНВД с помощью стробоскопического стенда СДТА?
4. Объясните зависимость изменения угла опережения впрыска топлива от частоты вращения кулачкового вала насоса и давления начала впрыска форсунки.

Литература

1. Савич, Е.А. Топливная аппаратура легковых автомобилей. Бензин / Е.Л. Савич. – Минск: Автостиль, 2002.
2. Системы управления бензиновыми двигателями: пер. с нем. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005.
3. Конструирование и производство топливной аппаратуры тракторных дизелей / В.Г. Кислов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1971.
4. Тракторные дизели: справочник / Б.А. Взоров [и др.]; под ред. Б.А. Взорова. – М.: Машиностроение, 1975.
5. Топливная аппаратура тракторных и комбайновых дизелей: справочник / В.Г. Кислов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1981.
6. Файнлейб, Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: справочник / Б.Н. Файнлейб. – 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1990.
7. Системы управления дизельными двигателями: пер. с нем. – М.: ЗАО КЖН «За рулем», 2004.
8. Дизели Д-243, Д-245 и их модификации: руководство по эксплуатации 243-0000100РЭ / Минский моторный завод. – Минск: ОГК, 2006.

Содержание

Введение	3
Лабораторная работа № 1	
Анализ конструкции систем топливоподачи бензиновых двигателей с электронным впрыском	4
Лабораторная работа № 2	
Датчики системы топливоподачи бензинового двигателя с электронным впрыском топлива	7
Лабораторная работа № 3	
Устройство универсального стенда КИ-22205 для проверки приборов системы питания дизелей	26
Лабораторная работа № 4	
Исследование регуляторной характеристики ТНВД	33
Лабораторная работа № 5	
Проверка и регулировка форсунок дизелей	37
Лабораторная работа № 6	
Проверка углового расположения отверстий многодырчатого распылителя	47
Лабораторная работа № 7	
Установка топливного насоса на двигатель	51
Лабораторная работа № 8	
Исследование влияния эксплуатационных факторов на угол опережения впрыска топлива	58
Литература	63

Учебное издание

СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ
(СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ)

Лабораторный практикум
для студентов специальности 1-37 01 01
«Двигатели внутреннего сгорания»

Составители:
ХАТЯНОВИЧ Валерий Иванович
ТАМКОВИЧ Егор Сергеевич

Редактор Т.А. Подолякова
Компьютерная верстка Д.К. Измайлович

Подписано в печать 17.12.2010.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,78. Уч.-изд. л. 2,95. Тираж 200. Заказ 1235.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.