

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Тракторы»

АВТОМОБИЛИ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Практикум

для обучающихся по специальности

1-37 01 04 «Многоцелевые гусеничные и колесные машины»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности*

Минск
БНТУ
2021

УДК 629.3.014.02(076.5)

ББК 39.33-04я7

A18

С о с т а в и т е л и:

А. С. Поварехо, П. В. Радченко

Р е ц е н з е н т ы:

зав. кафедрой «Теоретическая механика и теория механизмов и машин»

Белорусского государственного агротехнического университета,

д-р. техн. наук, профессор *А. Н. Орда*;

нач. отдела ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»,

канд. техн. наук, доцент *И. И. Везера*

A18 **Автомобили**, специальные машины и оборудование : практикум для обучающихся по специальности 1-37 01 04 «Многоцелевые гусеничные и колесные машины» / сост.: А. С. Поварехо, П. В. Радченко. – Минск : БНТУ, 2021. – 76 с.

ISBN 978-985-583-352-0.

Практикум содержит 16 лабораторных работ по курсу «Автомобили, специальные машины и оборудование» для студентов специальности 1-37 01 04 «Многоцелевые гусеничные и колесные машины».

Лабораторные работы предусматривают изучение назначения, устройства и работы механизмов и систем двигателей мобильных машин, а также применяемого при их диагностике и обслуживании оборудования.

УДК 629.3.014.02(076.5)

ББК 39.33-04я7

ISBN 978-985-583-352-0

© Белорусский национальный
технический университет, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения лабораторных работ является углубление и закрепление знаний, полученных студентами на лекционных занятиях и в процессе самостоятельной работы по курсу. Изучение устройства, работы и регулировок механизмов и систем двигателей, уход за ними проводится как на действующих машинах: тракторе «Беларус-1522», так и на макетах разрезных тракторов «Т-150», «МТЗ-82», «Беларус-3522», специального тягача «МЗКТ-543», отдельных узлах и агрегатах, их макетах с использованием плакатов и планшетов.

В качестве учебной литературы при выполнении работ используются учебники по устройству автомобилей, тракторов, специальных машин и технологического оборудования, заводские инструкции по устройству и эксплуатации тракторов, гусеничных и колесных специальных машин.

По каждой лабораторной работе оформляется отчет, при этом необходимые схемы и эскизы вычерчиваются студентом самостоятельно. Отчет выполняется в тетради или на отдельных листах бумаги и проверяется преподавателем, который путем собеседования со студентом определяет степень проработки и усвоения им материала и принимает решение о степени и качестве готовности отчета по каждой лабораторной работе.

Перед началом проведения лабораторных работ студенты проходят инструктаж по технике безопасности и правилам противопожарной техники с отметкой о прохождении инструктажа в специальном журнале лаборатории. Инструктаж проводит преподаватель, проводящий лабораторные работы.

Лабораторная работа № 1

ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЕЙ И СПЕЦИАЛЬНЫХ МАШИН

Цель работы: изучить классификацию и общее устройство колесных и гусеничных машин.

Оборудование: трактор «Беларус-1522», макеты разрезных тракторов «Т-150», «МТЗ-82», «Беларус-3522», специального тягача «МЗКТ-543», книги и плакаты по общему устройству автомобилей и специальных колесных и гусеничных машин.

Общие сведения

Мобильная машина – это машина на базе транспортного средства или имеющая возможности для перемещения своим ходом с одного рабочего места на другое.

Автомобили классифицируют:

– *по назначению* – грузовые, пассажирские, грузопассажирские и специальные;

– *по типу движителя* – колесные, гусеничные, полугусеничные и др.;

– *по составу* – одиночные автомобили, автопоезда с прицепом или полуприцепом;

– *по типу двигателя* – с ДВС, электромобили, гибридные машины.

Тракторы по назначению подразделяются на *сельскохозяйственные, промышленные и специальные*.

В общем случае мобильная машина состоит из следующих основных частей:

Двигатель. Предназначен для преобразования тепловой энергии сгорания топлива (двигатель внутреннего сгорания) или электрической энергии (электродвигатель) в механическую энергию.

Трансмиссия. Предназначена для изменения и передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам, для изменения скорости и направления движения машины.

Ходовая часть. Служит для крепления узлов и агрегатов машины, а также для восприятия и передачи усилий между автомобилем и опорной поверхностью. Состоит из несущей системы, подвески и движителя.

Механизмы управления. Предназначены для изменения направления движения автомобиля, его остановки и удержания в неподвижном состоянии. Включают в себя рулевое управление у колесных машин или механизмы поворота у гусеничных, тормозную систему.

Кузов. Предназначен для размещения пассажиров и груза, выполняет аэродинамическую и эстетическую функции.

Дополнительное оборудование. Предназначено для выполнения каких-либо видов работ или улучшения некоторых качеств машины.

Порядок выполнения работы

1. Используя плакаты, изучить общее устройство и компоновку основных частей автомобилей, колесных и гусеничных машин.

2. Изучить на действующих автомобилях, колесных и гусеничных машинах и их макетах размещение основных узлов, агрегатов и их назначение.

Содержание отчета

1. Схемы компоновки одной из моделей колесной и одной из моделей гусеничной машины и их основные технические данные.

2. Краткое описание основных частей приведенных моделей машин и их назначение.

Контрольные вопросы

1. Определение мобильной машины.
2. Классификация автомобилей, тракторов.
4. Какие основные части включают в себя мобильные машины?
5. Назначение основных частей мобильной машины.

Лабораторная работа № 2

ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОРШНЕВЫХ ДВС

Цель работы: изучить назначение, классификацию, общее устройство, принцип работы и основные характеристики поршневых ДВС.

Оборудование: разрезные двигатели СМД-62, Д-240, ПД-10, Д12А-525А, макеты ДВС, плакаты.

Общие сведения

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) предназначен для преобразования тепловой энергии сгорания топлива в механическую энергию.

ДВС классифицируются по рабочему объему, по виду применяемого топлива, по способу смесеобразования, по способу осуществления рабочего цикла, по числу и расположению цилиндров, по способу охлаждения.

ДВС состоит из корпусных деталей, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, систем питания (система питания топливом, система питания воздухом, система выпуска отработавших газов), охлаждения, смазки и запуска, системы зажигания (только для бензиновых ДВС).

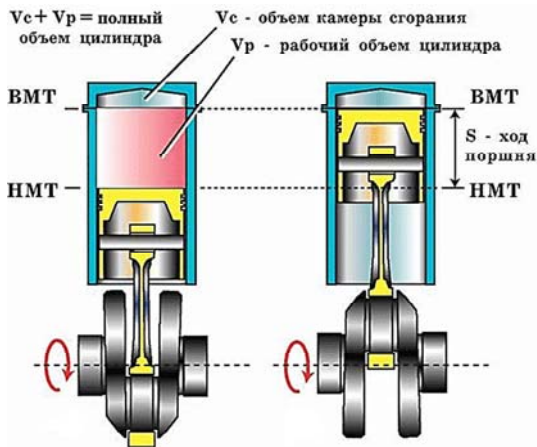


Рис. 2.1. Основные параметры ДВС (НМТ, ВМТ – нижняя и верхняя мертвая точка соответственно)

Основными параметрами ДВС являются:

1. *Число цилиндров.*
2. *Степень сжатия ε* – отношение полного объема цилиндра V_a к объему камеры сгорания V_c ($\varepsilon = V_a / V_c$) V_c .
3. *Диаметр цилиндра – D .*
4. *Ход поршня – S ($S = 2r$, где r радиус кривошипа).*
5. *Рабочий объем цилиндра – V_p ($V_p = \pi D^2 S / 4$).*
6. *Литраж (рабочий объем) двигателя – V_L (сумма рабочих объемов всех его цилиндров, $V_L = V_p i$, где i – число цилиндров).*

Горючая смесь – смесь воздуха и топлива.

Рабочая смесь – смесь горючей смеси в цилиндрах двигателя с остатками отработавших газов.

Основные мощностные и экономические показатели двигателя – индикаторная и эффективная мощности, механический КПД, крутящий момент, удельный и часовой расходы топлива.

Индикаторная мощность определяет потенциальную мощность двигателя и определяется по формуле

$$N_i = \frac{i \cdot V_p \cdot p_i \cdot n}{30 \cdot \tau},$$

где p_i – среднее индикаторное давление;

n – частота вращения коленчатого вала двигателя;

τ – коэффициент тактности двигателя.

Эффективная мощность N_e – это мощность на коленчатом валу, меньше индикаторной мощности на величину потерь на трение и прочее, а также затрат на привод различных систем, обеспечивающих работоспособность двигателя.

Механический КПД есть отношение эффективной мощности к индикаторной мощности:

$$\eta = \frac{N_e}{N_i}.$$

Крутящий момент на коленчатом валу вычисляется по выражению

$$M_k = 3 \cdot 10^4 \cdot \frac{N_e}{\pi n}$$

Удельный расход топлива характеризует экономичность работы двигателя и определяется путем деления общего расхода топлива G_T двигателем за час на его эффективную мощность

$$g_e = 1000 \cdot \frac{G_T}{N_e}, \text{ г/кВт} \cdot \text{ч.}$$

Порядок выполнения работы

1. Используя плакаты, макеты и разрезные ДВС, изучить общее устройство двигателя и назначение его механизмов и систем.
2. На действующих автомобилях, тракторах, специальных машинах изучить размещение ДВС и его взаимосвязь с другими узлами и агрегатами машины.

Содержание отчета

1. Схема устройства рядного ДВС (продольный разрез).
2. Схема устройства двухрядного ДВС (поперечный разрез).

Контрольные вопросы

1. Классификация автотракторных ДВС.
2. Основные геометрические параметры, характеризующие двигатель.
3. Назначение механизмов и систем двигателя.
4. Основные характеристики ДВС.
5. Что такое угол развала двигателя?
6. Что такое индикаторная и эффективная мощность ДВС?
7. В чем физический смысл степени сжатия?
8. Дать определение механического КПД двигателя.

Лабораторная работа № 3

РАБОЧИЕ ЦИКЛЫ ДВС

Цель работы: изучить рабочие циклы двухтактного и четырехтактного двигателей внутреннего сгорания, процессы, протекающие в цилиндрах двигателя, и их характеристики.

Оборудование: разрезные двигатели СМД-62, Д-240, ПД-10, Д12А-525А, макеты ДВС, плакаты.

Общие сведения

Рабочий цикл ДВС – это совокупность периодически повторяющихся последовательных процессов, протекающих в его цилиндрах.

Такт двигателя – процесс протекающий в цилиндре двигателя при перемещении поршня из одной мертвой точки в другую. Один такт соответствует 180° поворота коленчатого вала.

Рабочий цикл четырехтактного ДВС представлен на рис. 3.1.

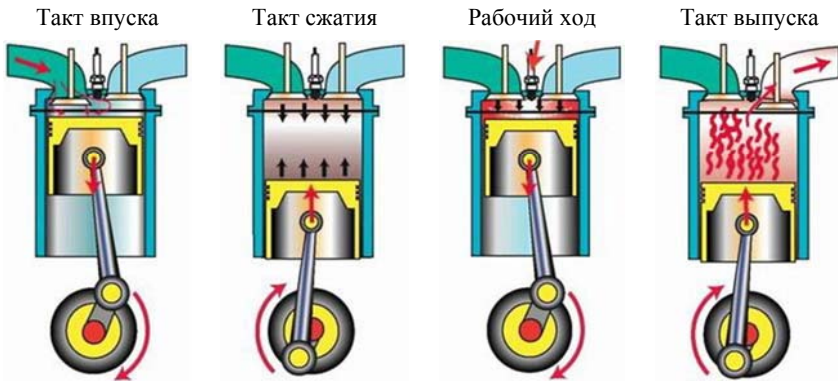


Рис. 3.1. Рабочий цикл четырехтактного ДВС

Характеристики процессов приведены в табл. 3.1.

Рабочий цикл двухтактного ДВС представлен на рис. 3.2.

При работе двухтактного ДВС осуществляется выпуск горячей смеси в кривошипную камеру и сжатие в цилиндре (рис. 3.2, а); воспламенение и последующее сгорание в цилиндре (рис. 3.2, б);

выпуск отработавших газов из цилиндра и продувка горючей смесью из картера (рис. 3.2, в).

Таблица 3.1

Характеристики процессов

Такт	Температура в конце такта, °С		Давление в конце такта, МПа	
	Бензиновые	Дизельные	Бензиновые	Дизельные
Впуск	75..125	40..70	0,07..0,09	0,08..0,09
Сжатие	270..480	450..650	0,9..1,5	3..6
Рабочий ход	900..1200	700..900	0,3..0,4	0,2..0,4
Выпуска	600..900	600..700	0,11..0,12	0,11..0,12

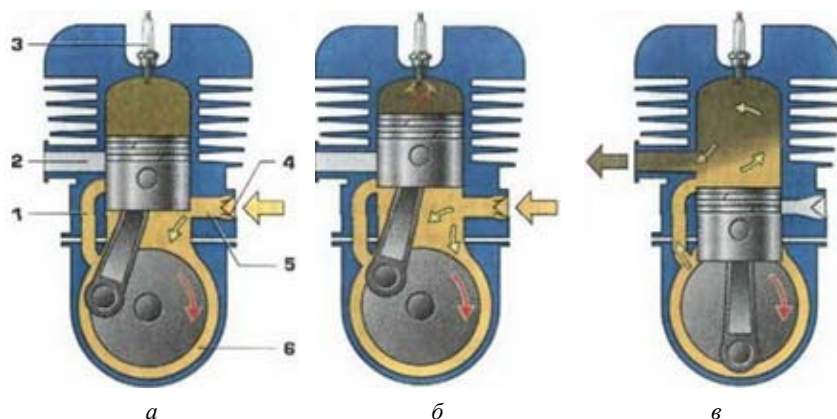


Рис. 3.2. Рабочий цикл двухтактного ДВС:

- 1 – продувочный канал; 2 – выпускной канал; 3 – свеча зажигания;
- 4 – лепестковый клапан во впускном канале; 5 – впускной канал;
- 6 – кривошипная камера

Роторно-поршневой двигатель (двигатель Ванкеля) – роторный двигатель внутреннего сгорания, конструкция которого разработана в 1957 году. Особенность двигателя – применение трехгранного ротора (поршня), имеющего вид треугольника Рело, вращающегося внутри цилиндра специального профиля, поверхность

которого выполнена по эпитрохоиде (возможны и другие формы ротора и цилиндра).

Установленный на валу ротор жестко соединен с зубчатым колесом, которое входит в зацепление с неподвижной шестерней – статором – и в процессе работы обкатывается вокруг него. Каждая из вершин трехгранного ротора совершает движение по эпитрохoidalной поверхности цилиндра, и в результате этого отсекаются переменные объемы камер в цилиндре с помощью трех радиальных уплотнений.

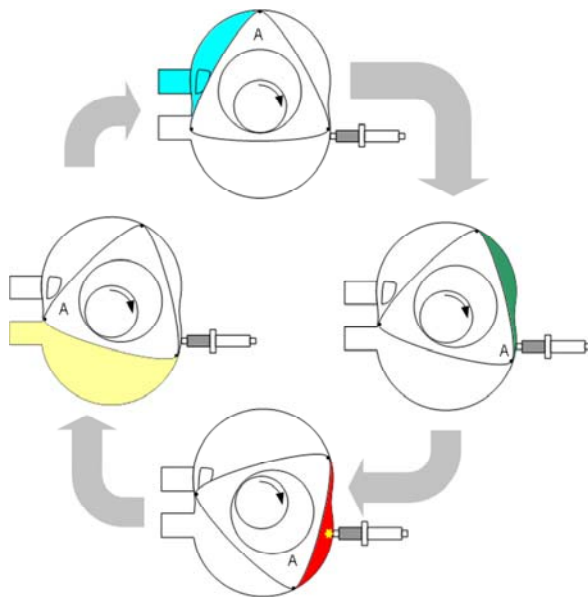


Рис. 3.3. Рабочий цикл роторного ДВС

Порядок выполнения работы

1. На разрезных двигателях, макетах и по плакатам изучить рабочие циклы двухтактного и четырехтактного ДВС.
2. Изучить особенности конструкций основных элементов четырехтактных и двухтактных ДВС.
3. Изучить рабочий цикл и особенности конструкции роторного ДВС.

Содержание отчета

1. Схема и описание рабочего цикла четырехтактного ДВС.
2. Схема и описание рабочего цикла двухтактного ДВС.
3. Схема и описание рабочего цикла роторного ДВС.

Контрольные вопросы

1. Что такое рабочий цикл ДВС?
2. Из каких тактов состоит рабочий цикл четырехтактного ДВС?
3. Как осуществляется газораспределение в двухтактном ДВС?
4. В чем заключается отличие рабочего цикла в четырехтактном и двухтактном ДВС?
5. Что такое роторный ДВС, принцип его работы?

Лабораторная работа № 4

КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ

Цель работы: изучить устройство и работу кривошипно-шатунного механизма (КШМ) ДВС.

Оборудование: разрезные двигатели СМД-62, Д-240, ПД-10, Д12А-525А, макеты ДВС, детали КШМ, плакаты, набор инструментов.

Общие сведения

КШМ воспринимает давление газов от сгорания рабочей смеси в цилиндре и преобразует возвратно-поступательное движение поршней во вращательное движение коленчатого вала. КШМ состоит из неподвижных и подвижных деталей. Неподвижные детали – цилиндр (блок цилиндров), головка блока цилиндров или головка отдельного цилиндра, картер, поддон, коренные подшипники, прокладки. Подвижные детали – поршни с компрессионными и масло-съемными кольцами, поршневые пальцы, шатуны, коленчатый вал, шатунные подшипники, маховик, гаситель крутильных колебаний, уравновешивающий механизм.

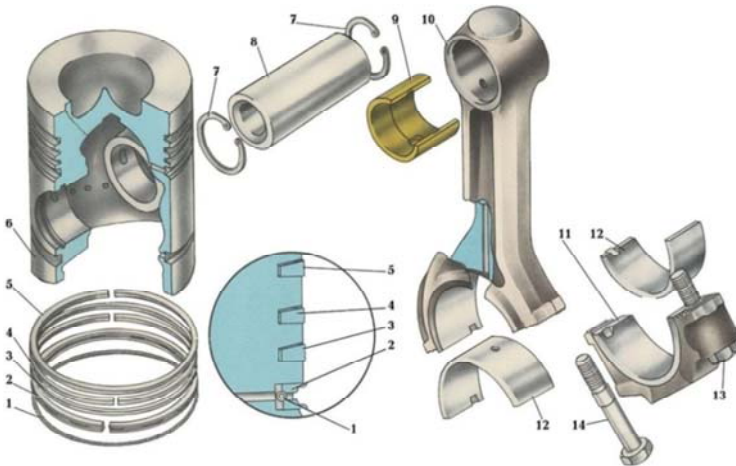


Рис. 4.1. Шатунно-поршневая группа КШМ двигателя:

1 – осевой расширитель маслоотъемного кольца; 2, 3, 4, 5 – компрессионные кольца; 6 – поршень; 7 – стопорное кольцо; 8 – поршневой палец; 9 – втулка; 10 – шатун; 11 – крышка шатуна; 12 – шатунные вкладыши; 13, 14 – винты

Коленчатый вал воспринимает усилие поршней через шатуны и преобразует его во вращательное движение. Кроме того, коленчатый вал служит для центробежной очистки масла и выполняет роль накопителя энергии.

Порядок выполнения работы

1. На разрезных двигателях, отдельных деталях, макетах и по плакатам изучить устройство КШМ.

2. Изучить особенности конструкций основных деталей КШМ четырехтактных ДВС и двухтактных двигателей.



Рис. 4.2. Коленчатый вал ДВС

Содержание отчета

1. Объемный эскиз подвижных деталей КШМ ДВС.
2. Схемы КШМ двухрядных ДВС с углом 90 (с прицепными шатунами) и 180 градусов.

Контрольные вопросы

1. Назначение КШМ.
2. Какие конструктивные особенности имеют детали КШМ четырехтактного и двухтактного двигателя?
3. Основные элементы поршневой группы и коленчатого вала.
4. В чем заключается отличие в установке компрессионных колец в четырехтактном и двухтактном ДВС?
5. Какие особенности имеются в изготовлении коленвала двухтактного ДВС?
6. Что представляют собой коренные и шатунные подшипники четырех- и двухтактных ДВС?
7. Каков характер износа цилиндра по высоте и по окружности?
8. Назначение маховика.
9. Какой принцип работы гасителя крутильных колебаний?
10. Какое назначение имеют полости, выполненные в шатунных шейках коленчатого вала?
11. Почему в некоторых дизельных ДВС разъем нижней головки шатуна делают косым (под углом 45 градусов к оси шатуна)?
14. С какой целью в головке поршня со стороны днища выполняют различной формы углубления?

Лабораторная работа № 5

ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ

Цель работы: изучить назначение, устройство, работу и регулировки газораспределительного механизма (ГРМ).

Оборудование: разрезные двигатели СМД-62, Д-240, ПД-10, Д12А-525А, макеты ДВС, детали ГРМ, плакаты, набор инструментов.

Общие сведения

ГРМ предназначен для своевременного впуска в цилиндр рабочей смеси или воздуха, своевременного выпуска из цилиндра отработанных газов и герметизации цилиндра при тактах сжатие и рабочий ход. Различают ГРМ клапанные и золотниковые. Клапанные ГРМ бывают с верхним и нижним расположением распределительного вала.

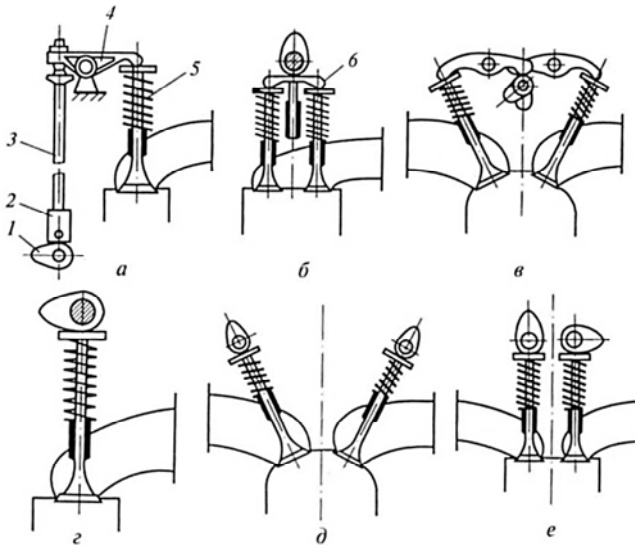


Рис. 5.1. Расположение и число распределительных валов:
a – нижнее расположение одного распределительного вала; *б, в, г* – верхнее расположение одного распределительного вала; *д, е* – верхнее расположение двух распределительных валов; *1* – распределительный вал; *2* – толкатель; *3* – штанга; *4* – коромысло; *5* – клапанный механизм; *6* – траверса

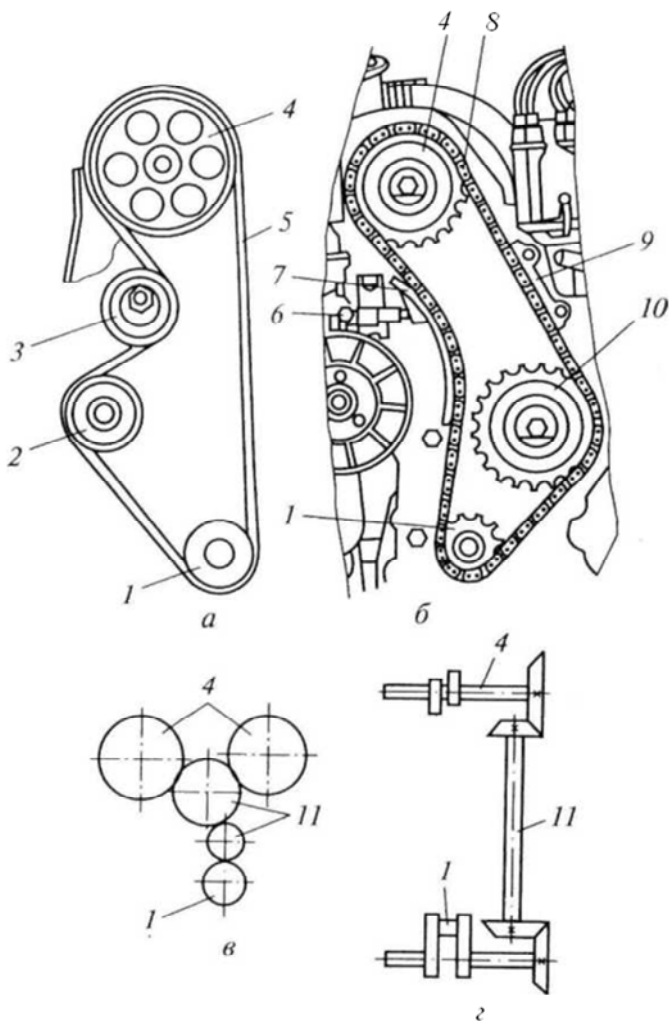


Рис. 5.2. Привод к верхним распределительным валам:
а – ремнем; *б* – цепью; *в* – с помощью шестерен; *г* – с помощью системы промежуточных валов с коническими или винтовыми шестернями;
1 – коленчатый вал; *2* – привод насоса системы охлаждения;
3 – натяжной ролик; *4* – распределительные валы; *5* – приводной ремень;
б – натяжитель цепи; *7* – башмак натяжителя; *8* – цепь;
9 – успокоитель цепи; *10* – шестерня привода масляного насоса;
11 – промежуточные валы

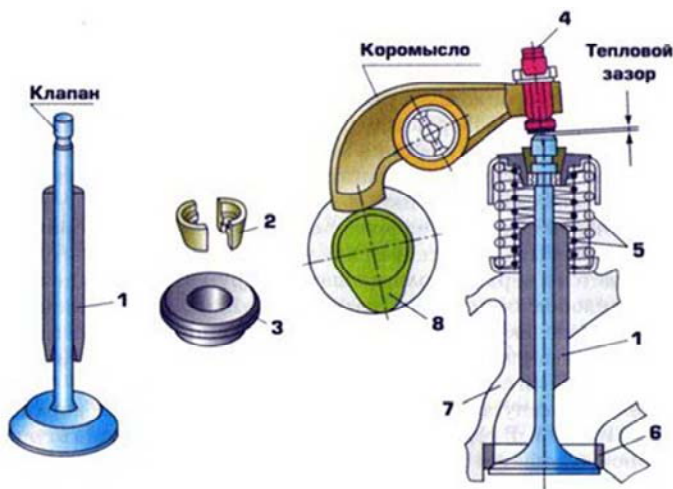


Рис. 5.3. Устройство клапанного РМ:

1 – втулка; 2 – сухарь; 3 – шайба; 4 – регулировочный винт; 5 – пружины;
6 – седло клапана; 7 – головка цилиндров; 8 – кулачок распределительного вала

Для автоматической выборки теплового зазора на всех температурных режимах работы двигателя широко применяют гидравлические толкатели (гидрокомпенсаторы).

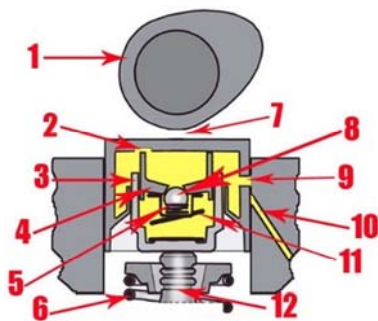


Рис. 5.4. Гидрокомпенсатор:

1 – кулачок распределительного вала; 2 – проточка; 3 – втулка плунжера;
4 – плунжер; 5 – пружина клапана плунжера; 6 – пружина РМ;
7 – зазор между гидрокомпенсатором и кулачком распределительного вала;
8 – клапан; 9 – масляный канал в гидрокомпенсаторе; 10 – масляный канал
в головке блока цилиндров; 11 – пружина плунжера; 12 – клапан РМ

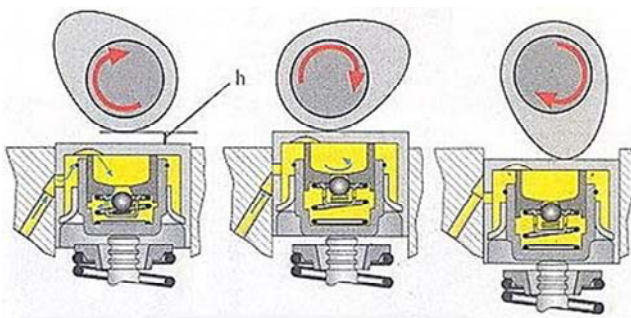


Рис. 5.5. Схема работы гидрокompенсатора

Для обеспечения форсирования ДВС по оборотам применяют десмодромный механизм газораспределения (рис. 5.6). Такой механизм позволяет достичь соответствия между значением проходного сечения клапана и скоростью движения поршня, что обеспечивает эффективное наполнение цилиндра топливоздушной смесью на любых оборотах коленчатого вала.

Десмодромный механизм предотвращает неполное закрытие клапана, которое возникает вследствие высокой частоты вращения коленчатого вала, инерционности самих клапанов и резонанса клапанных пружин. Как правило, на высоких оборотах клапанные пружины не могут предотвратить столкновение клапанов с поршнем при его попадании в ВМТ.



Рис. 5.6. Десмодромный газораспределительный механизм

К недостаткам десмодромного механизма следует отнести высокую стоимость; сложность технического обслуживания; сложную и громоздкую конструкцию; высокий уровень шума; сложность регулировки тепловых зазоров.

Порядок выполнения работы

1. На разрезных двигателях, макетах и по плакатам изучить устройство и работу ГРМ.
2. Изучить порядок регулировки теплового зазора ГРМ.
3. Произвести регулировку теплового зазора ГРМ на двигателе Д-240.

Содержание отчета

1. Схема ГРМ с нижним расположением распределительного вала.
2. Схема ГРМ с верхним расположением распределительного вала.
3. Описание порядка регулировки теплового зазора в ГРМ.
4. Общая диаграмма фаз газораспределения.

Контрольные вопросы

1. Конструкционные различия впускных и выпускных клапанов.
2. Что такое десмодромный механизм газораспределения?
3. Как правильно регулировать тепловой зазор в ГРМ у четырехцилиндрового (шестицилиндрового) двигателя?
4. Для чего применяют гидравлические толкатели клапанов?
5. Устройство ГРМ двухтактного ДВС.
6. Какими конструктивными устройствами обеспечивается поворот толкателя и клапанов вокруг своей оси?
7. Почему клапанные пружины (одного клапана) имеют навивку в разные стороны?
8. Какое конструктивное решение применяется в выпускных клапанах некоторых автомобилей для повышения их охлаждения?
9. Что такое «перекрытие» клапанов и с какой целью оно применяется?
10. Почему при такте «сжатие» впускной клапан закрывается после прохождения поршнем НМТ?
11. Почему при такте «рабочий ход» выпускной клапан открывается раньше, чем поршень придет в НМТ?

Лабораторная работа № 6

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ДВС

Цель работы: изучить назначение, устройство, работу, регулировку узлов и агрегатов системы охлаждения ДВС и уход за ней.

Оборудование: разрезные двигатели СМД-62, Д-240, ПД-10, Д12А-525А, макет трактора «Беларус-3522», макет специального тягача МЗКТ-543, макеты ДВС, плакаты, набор инструментов.

Общие сведения

Система охлаждения ДВС обеспечивает быстрый прогрев двигателя и оптимальный тепловой режим его работы путем регулируемого отвода тепла в окружающую среду. Системы охлаждения делят на воздушные и жидкостные.

Воздушная система охлаждения ДВС включает вентилятор, направляющий аппарат, защитную сетку, направляющий кожух, дефлекторы, заслонки, термостаты, привод вентилятора.

Применение воздушной системы двигателя предусматривает выполнение цилиндров двигателя отдельно друг от друга, с ребристой поверхностью.

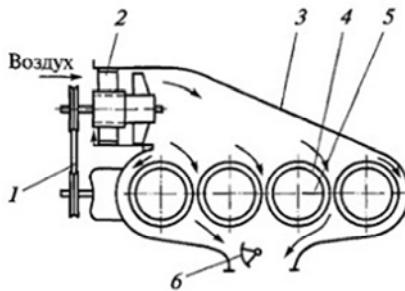


Рис. 6.1. Схема воздушной системы охлаждения ДВС:

1 – привод вентилятора; 2 – вентилятор; 3 – кожух; 4 – ребра цилиндров;
5 – цилиндры; 6 – заслонка с термостатом

В настоящее время наиболее распространена жидкостная система охлаждения.

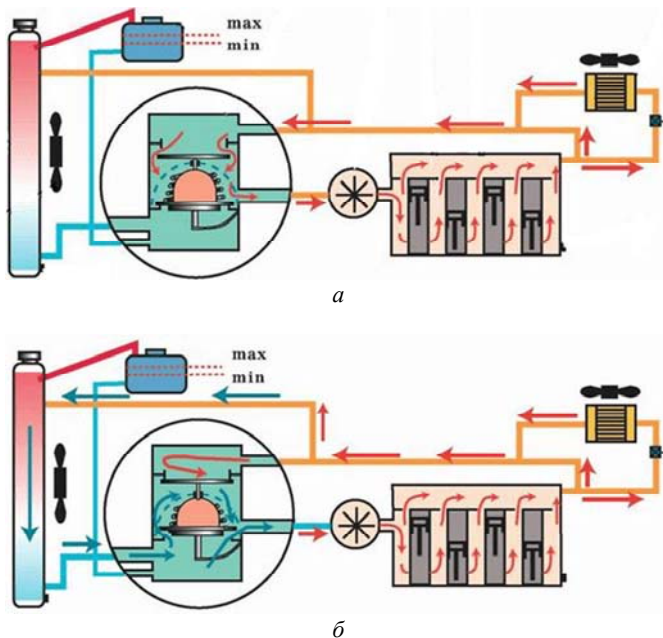


Рис. 6.2. Схема работы закрытой жидкостной системы охлаждения с принудительной циркуляцией:
a – малый круг циркуляции; *б* – большой круг циркуляции

По способу циркуляции теплоносителя жидкостные системы охлаждения бывают с принудительной циркуляцией и термосифонные (редко). По сообщению с окружающей средой системы бывают открытые (редко) и закрытые.

На ДВС обычно применяется закрытая система охлаждения с принудительной циркуляцией теплоносителя. Система включает рубашку охлаждения блока цилиндров и его головки, радиатор, водяной насос, термостат, вентилятор с приводом от коленвала, паровоздушный клапан, установленный в пробке заливной горловины радиатора, сливные краны, термометр, верхний, нижний и перепускной патрубки и жалюзи.

Привод вентилятора бывает механический, электрический и реже гидравлический.

Термостат обеспечивает быстрый прогрев двигателя и поддержание его оптимальной температуры путем регулирования потока

охлаждающей жидкости через радиатор (большой круг системы охлаждения).

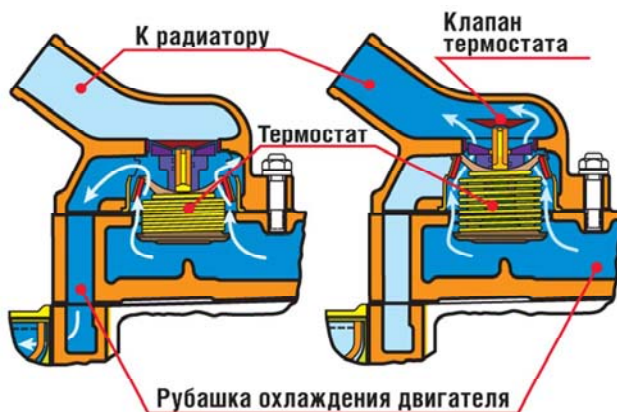


Рис. 6.3. Устройство термостата

На пусковых двигателях ПД-10, ПД-15 применяется термосифонная система охлаждения, которая соединена с рубашкой охлаждения основного двигателя.

Порядок выполнения работы

1. На разрезных двигателях, тракторах, шасси, макетах и по плакатам изучить общее устройство систем воздушного и жидкостного охлаждения ДВС.
2. Изучить устройство отдельных элементов системы охлаждения: насоса, термостата, паровоздушного клапана, радиатора, используя при этом плакаты и макеты системы.
3. Изучить круги циркуляции жидкости при различных температурных состояниях двигателя.
4. Произвести регулировку натяжения ремня привода вентилятора.

Содержание отчета

1. Схемы общего устройства системы воздушного и жидкостного охлаждения ДВС (включая систему охлаждения пускового ДВС).

2. Эскизы: паровоздушный клапан (разрез) и термостат (разрез).
3. Описание порядка регулировки натяжения ремня привода вентилятора, ухода за системой охлаждения и ее возможных неисправностей.

Контрольные вопросы

1. Назначение системы охлаждения ДВС.
2. Преимущества и недостатки воздушной системы охлаждения в сравнении с системой жидкостного охлаждения.
3. Где установлены дефлекторы и какова их роль в охлаждении двигателя?
4. Назначение, устройство и принцип работы паровоздушного клапана.
5. Каким образом при запуске холодного двигателя обеспечивается ускоренный его нагрев?
6. Какими устройствами осуществляется регулировка температурного режима охлаждающей жидкости?
7. Какие наполнители применяют в конструкции термостата?
8. Какую роль играет вентилятор в системе жидкого охлаждения ДВС?
9. Что включает в себя уход за системой жидкостного охлаждения ДВС?
10. Какие неисправности системы жидкостного охлаждения встречаются наиболее часто? Как их устранить?

Лабораторная работа № 7

СИСТЕМА СМАЗКИ ДВС

Цель работы: изучить назначение, устройство, работу системы смазки и уход за ней.

Оборудование: разрезные двигатели СМД-62, Д-240, ПД-10, МЗКТ Д12А-525А, макеты ДВС, макеты, плакаты, набор инструментов.

Общие сведения

Система смазки ДВС предназначена для хранения, очистки, охлаждения и подачи смазочного материала к деталям двигателя с целью снижения трения между деталями двигателя, охлаждения деталей и защиты их от коррозии, удаления продуктов износа из зоны трения. Кроме того, масло улучшает уплотнение компрессионными кольцами внутрицилиндрового пространства.

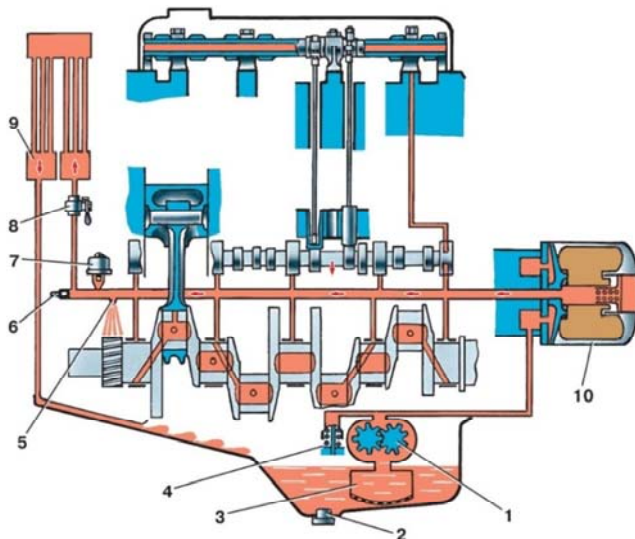


Рис. 7.1. Схема системы смазки ДВС:

- 1 – масляный насос; 2 – пробка сливного отверстия; 3 – маслоприемник;
- 4 – редукционный клапан; 5 – отверстие для смазки распределительных шестерен;
- 6 – датчик аварийного давления масла; 7 – датчик давления масла;
- 8 – кран масляного радиатора; 9 – масляный радиатор;
- 10 – полнопоточный фильтр очистки масла

В автотракторных ДВС применяют комбинированную систему смазки, при которой наиболее нагруженные детали смазываются принудительно под давлением, а остальные – путем разбрызгивания масла.

Комбинированная система смазки ДВС состоит из резервуара для масла (картер или масляный бак), масляного насоса с маслозаборником, масляных фильтров, радиатора, редукционного, перепускного и сливного клапанов, каналов, датчиков давления, температуры и уровня масла в системе.

Для обеспечения циркуляции масла и подачи его к деталям двигателя применяют масляные насосы различных конструкций: шестеренный с внутренним или наружным зацеплением, роторный.

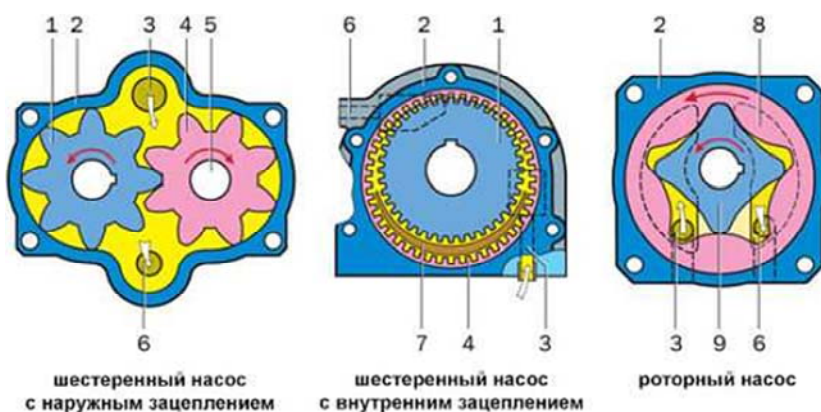


Рис. 7.2. Типы масляных насосов системы смазки ДВС:
1 – ведущая шестерня; 2 – корпус насоса; 3 – всасывающий канал;
4 – ведомая шестерня; 5 – ось; 6 – нагнетательный канал;
7 – разделительный сектор; 8 – ведомый ротор; 9 – ведущий ротор.

Масляные фильтры служат для очистки масла и восстановления его «химической» чистоты за счет пропитывания фильтрующего материала специальными веществами.

Порядок выполнения работы

1. На разрезных двигателях и по плакатам изучить общее устройство и работу системы смазки.

2. Используя плакаты и узлы системы, изучить устройство и работу отдельных элементов системы: центробежного фильтра, масляного насоса и клапанов.

3. Описание ухода за системой смазки и ее неисправностей.

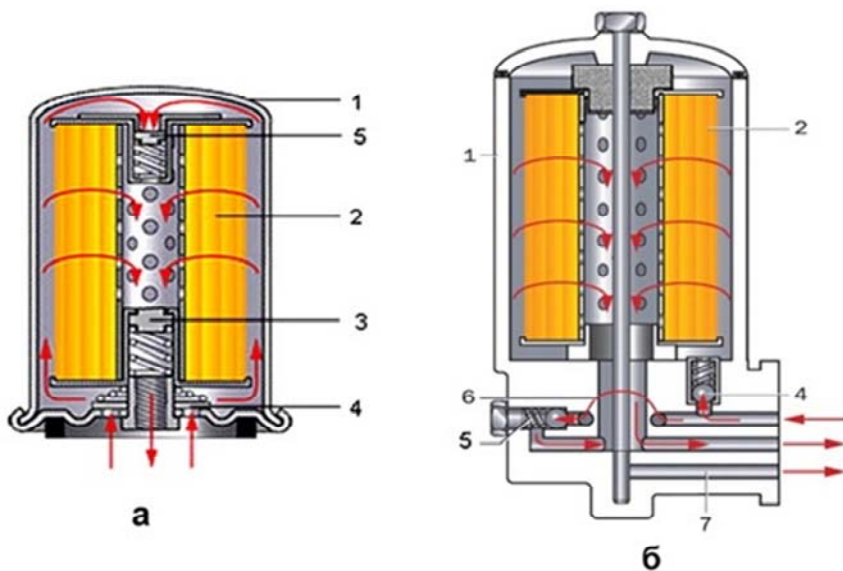


Рис. 7.3. Масляный фильтр:
а – неразборный; *б* – разборный;
1 – корпус; *2* – фильтрующий элемент;
3 – обратный (противосливный) клапан;
4 – противодренажный клапан; *5* – перепускной клапан;
б – направление движения масла при открытом перепускном клапане

Содержание отчета

1. Схемы общего устройства системы смазки ДВС.
2. Эскизы: масляный насос (разрез) и масляный центробежный фильтр (разрез).
3. Описание ухода за системой смазки и ее возможных неисправностей.

Контрольные вопросы

1. Назначение системы смазки ДВС.
2. Перечислить и указать на двигателе все места очистки масла.
3. В чем заключается различие системы смазки с полнопоточной очисткой масла и с неполнопоточной очисткой масла?
4. Каким образом осуществляется привод масляного насоса?
5. Какие детали двигателя смазываются под давлением?
6. Объяснить роль, принцип работы и возможности регулирования рабочих параметров каждого клапана системы.
7. Какими способами может осуществляться охлаждение масла в системе?
8. Что включает в себя уход за системой смазки?
9. Какие приборы контроля имеются в система смазки?

Лабораторная работа № 8

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС ТОПЛИВОМ

Цель работы: изучить назначение, общее устройство и работу системы питания ДВС топливом, а также устройство и работу топливных баков, фильтров и топливоподкачивающих насосов и уход за ними.

Оборудование: макеты тракторов Т-150, колесного тягача «МЗКТ-543», разрезные двигатели, СМД-62, Д-240, Д12А-525А, разрезные узлы, плакаты, макеты устройств.

Общие сведения

Система питания ДВС топливом служит для хранения, транспортировки, очистки и подачи топлива к цилиндрам либо в цилиндры двигателя. При этом система обеспечивает дозированную в соответствии с режимом работы двигателя, своевременную и одинаковую для всех цилиндров подачу топлива.

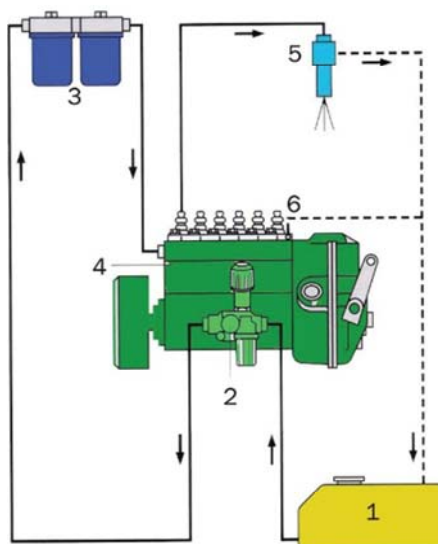


Рис. 8.1. Схема системы питания топливом дизельного двигателя:
1 – топливный бак; 2 – топливоподкачивающий насос; 3 – топливный фильтр;
4 – топливный насос высокого давления; 5 – форсунка

Типовая система питания ДВС топливом состоит из топливных баков, топливозаборников, топливораспределительного крана, фильтров грубой и тонкой очистки, подкачивающих насосов, топливного насоса высокого давления (не все ДВС), форсунок.

Назначение топливного бака – это хранение рабочего запаса топлива и очистка топлива от механических примесей.

Топливоподкачивающие насосы в системе питания топливом предназначены для преодоления топливом гидравлического сопротивления топливных фильтров и для устойчивой подачи топлива в насос высокого давления или к форсункам. На двигателях зачастую устанавливаются два насоса: ручной – для подачи топлива в насос высокого давления при неработающем двигателе и механический – для подачи топлива в насос высокого давления при работающем двигателе.

Фильтры грубой очистки и тонкой очистки задерживают механические примеси с размером частиц 0,05...0,1 мм и 0,001...0,05 мм соответственно.

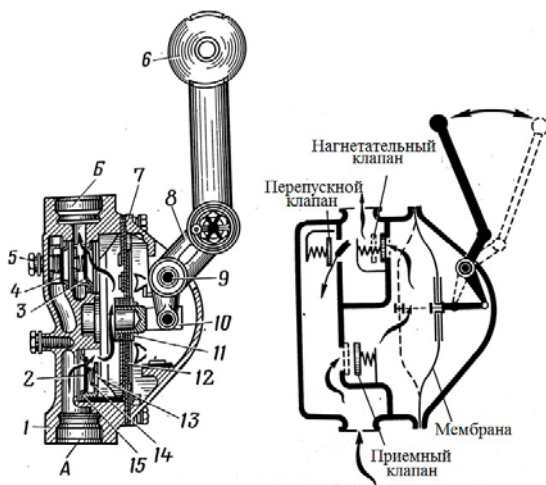


Рис. 8.2. Ручной топливоподкачивающий насос двигателя Д12А-525А:

- 1 – корпус; 2 – приемный клапан; 3 – нагнетательный клапан;
- 4 – перепускной клапан; 5 – болт крепления насоса; 6 – рукоятка; 7 – крышка;
- 8 – рычаг привода насоса; 9 – ось рычага привода; 10 – поводок; 11 – гайка;
- 12 – мембрана; 13 – упор пружины; 14 – пружина; 15 – гнездо клапана;
- А – отверстие для подвода топлива; Б – отверстие для отвода топлива



a



б

Рис. 8.3. Фильтры грубой очистки:
a – фильтр-отстойник; *б* – фильтр грубой очистки

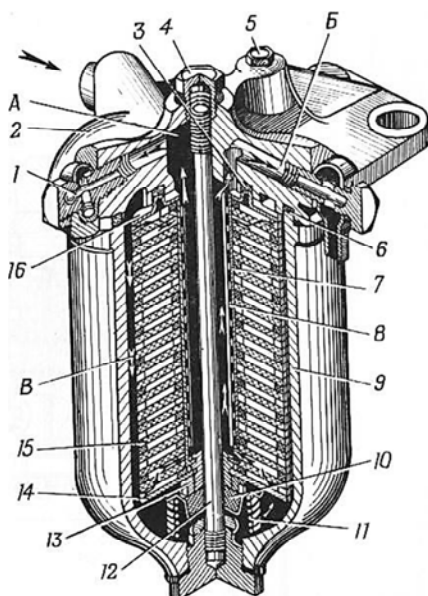


Рис. 8.3. Топливный фильтр тонкой очистки:
 1 – зажим с калиброванным отверстием; 2 – крышка фильтра;
 3 – войлочное кольцо; 4 – гайка стяжного болта; 5 – пробка отверстия для выпуска воздуха; 6 – уплотняющая прокладка; 7 – металлическая сетка фильтра; 8 – шелковый чехол; 9 – корпус фильтра; 10 – сальник; 11 – пружина;
 12 – стяжной болт; 13 – гайка; 14 – нажимная пластина;
 15 – фильтрующий элемент; 16 – уплотняющая пластина;
 А – полость фильтрованного топлива; В – отвод фильтрованного топлива;
 В – полость нефилтрованного топлива

Для работы дизельных ДВС применяется дизельное топливо. Его качество оценивается по воспламеняемости, вязкости, содержанию смол, отсутствию минеральных кислот, щелочей, механических примесей и воды. Топливо в смеси с воздухом образует горючую смесь, которая бывает нормальной, богатой и бедной. Соотношение между количеством воздуха и топлива в смеси оценивается коэффициентом избытка воздуха. Он представляет собой отношение действительного количества воздуха в смеси к теоретически необходимому количеству для его полного сгорания 1 кг топлива.

$$\alpha = \frac{l_{\text{д}}}{l_{\text{р}}}$$

Дизельные ДВС всегда работают на бедной смеси ($\alpha = 1,3 \dots 1,5$). Для получения однородной смеси в дизелях применяются нераздельные и раздельные камеры сгорания.

Порядок выполнения работы

1. На макетах тракторов Т-150, «Беларус-3522», шасси МЗКТ 543, разрезных двигателях СМД-62, Д-240, Д12А-525А и по плакатам изучить общее устройство системы питания ДВС.

2. На действующих машинах и разрезных двигателях, на отдельных узлах и по плакатам изучить установку, устройство и работу топливных баков и фильтров и топливоподкачивающих насосов, а также уход за ними.

3. Произвести неполную разборку-сборку топливных фильтров грубой и тонкой очистки и топливоподкачивающих насосов.

4. Выполнить эскизы устройства топливного бака и топливных фильтров одной из моделей автомобилей или тракторов (по указанию преподавателя).

5. Произвести краткое описание порядка ухода за топливными фильтрами системы питания.

Содержание отчета

1. Схема системы питания дизельного ДВС одной из моделей автомобилей или тракторов (по указанию преподавателя).

2. Эскизы топливного бака и топливных фильтров (разрезы) для одной из моделей автомобилей или тракторов (по указанию преподавателя).
3. Схема топливоподкачивающего насоса.
4. Краткое описание порядка ухода за топливными баками и фильтром грубой и тонкой очистки.

Контрольные вопросы

1. Структурная схема системы питания топливом дизельных ДВС.
2. Основные компоненты системы питания топливом и их назначение.
3. Назначение и устройство фильтров грубой и тонкой очистки топлива.
4. Какие типы фильтрующих элементов применяются в топливных фильтрах, устанавливаемых на ДВС?
5. Чем обусловлена необходимость высокой степени очистки топлива дизельных ДВС?
6. Назначение и устройство топливных баков.
7. Назначение и принцип работы топливоподкачивающих насосов.
8. Какую роль выполняет ручной топливоподкачивающий насос?

Лабораторная работа № 9

ТОПЛИВНЫЕ НАСОСЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС

Цель работы: изучить назначение, устройство, работу и регулировки топливных насосов высокого давления дизельных ДВС и уход за ним.

Оборудование: макеты тракторов Т-150, колесного тягача «МЗКТ-543», разрезные двигатели, СМД-62, Д-240, МЗКТ Д12А-525А, разрезные узлы, плакаты, макеты устройств.

Общие сведения

Одним из основных составляющих системы питания дизельной силовой установки является топливный насос высокого давления (ТНВД), обеспечивающий подачу топлива под высоким давлением в форсунки.

Существует несколько типов дизельных топливных систем, имеющих разные конструктивные особенности, что влияет на устройство ТНВД: рядные; распределительные; магистральные.

Основным рабочим узлом ТНВД различных конструкций является плунжерная пара, обеспечивающая создание давления.

Подача топлива начинается при перекрытии отверстий в гильзе кромкой верхнего торца плунжера во время движения его вверх.

Конец подачи наступает в момент, когда отверстие гильзы начинает открываться отсечной кромкой спирального выреза на плунжере. Подача топлива зависит от относительного расположения плунжера и гильзы. Поворотом плунжера достигается изменение количества подаваемого топлива и, следовательно, мощности двигателя. Плунжеры поворачиваются общей зубчатой рейкой.

Выравнивание количества топлива, подаваемого разными плунжерами одной секции насоса, достигается заводским регулированием за счет поворота гильз вместе с плунжерами. Допускаемая неравномерность подачи плунжерами насоса не должна превышать 10 %.

Особенность ТНВД распределительного типа заключается в том, что в конструкции используется только одна топливная секция, которая обеспечивает подачу топлива на все или несколько форсунок.

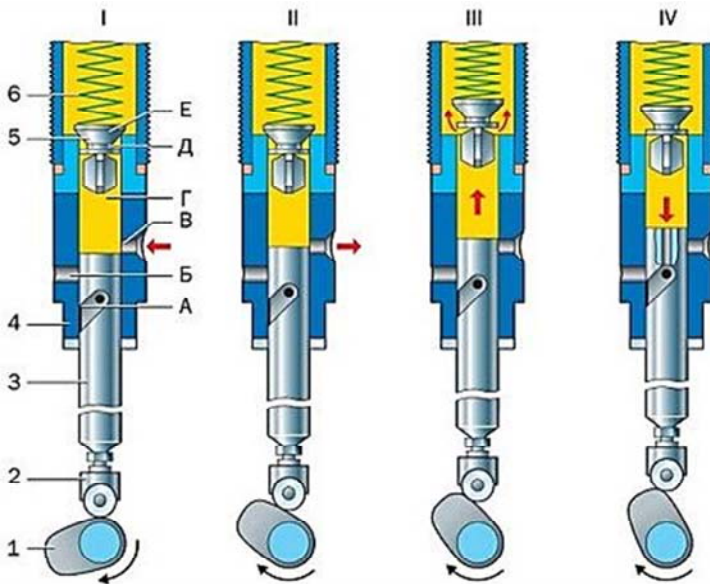


Рис. 9.1. Схема работы плунжерной пары ТНВД:
 I – впуск топлива (наполнение); II – начало движения плунжера вверх;
 III – момент начала нагнетания; IV – момент отсечки подачи;
 А – отсечная кромка; Б – перепускное окно; В – впускное окно;
 Г – надплунжерное пространство; Д – разгрузочный пояс;
 Е – запорная часть клапана;
 1 – кулачок; 2 – толкатель; 3 – плунжер; 4 – втулка плунжера;
 5 – нагнетательный клапан; 6 – пружина клапана

Существует несколько типов распределительных ТНВД, отличающихся между собой по особенностям работы прецизионных пар и их приводом. В целом все насосы этого типа делятся на торцевые, роторные и с внешним приводом (кулачковым). Последний тип из-за низких показателей надежности особого распространения не получил.

Многоплунжерные ТНВД и ТНВД распределительного типа служат для подачи топлива к форсункам в определенный момент времени, в определенном порядке работы цилиндров и под высоким давлением.

Магистральный топливный насос высокого давления используется в аккумуляторной системе впрыска топлива Common Rail, где он выполняет функцию нагнетания топлива в топливную рампу.

Магистральные ТНВД обеспечивают более высокое давление топлива (в современных системах впрыска порядка 180 МПа и более).

Конструктивно магистральный насос может иметь один, два или три плунжера. Привод плунжеров осуществляется с помощью кулачкового вала или кулачковой шайбы. Управление подачей топлива производится с помощью клапана дозирования топлива. В нормальном положении клапан открыт. По сигналу электронного блока управления клапан закрывается на определенную величину, тем самым регулируется количество поступающего в компрессионную камеру топлива.

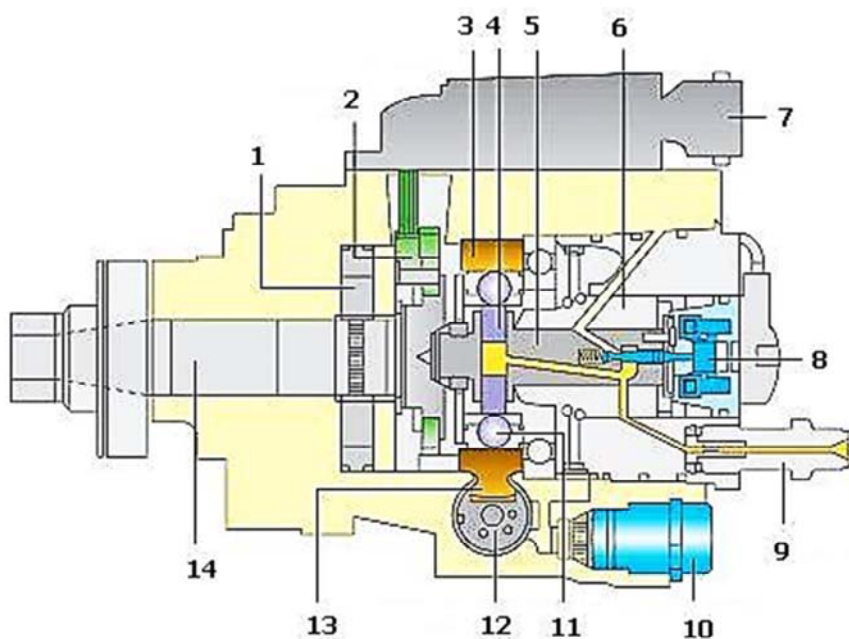


Рис. 9.2. ТНВД роторного типа:

- 1 – лопастной подкачивающий насос; 2 – датчик угла поворота;
- 3 – кулачковая обойма; 4 – плунжер; 5 – вал распределителя;
- 6 – распределительная головка; 7 – блок управления;
- 8 – электромагнитный клапан дозирования топлива;
- 9 – дроссель нагнетательного клапана; 10 – клапан управления опережением впрыска; 11 – ролик; 12 – муфта опережения впрыска;
- 13 – шток привода кулачковой обоймы; 14 – приводной вал

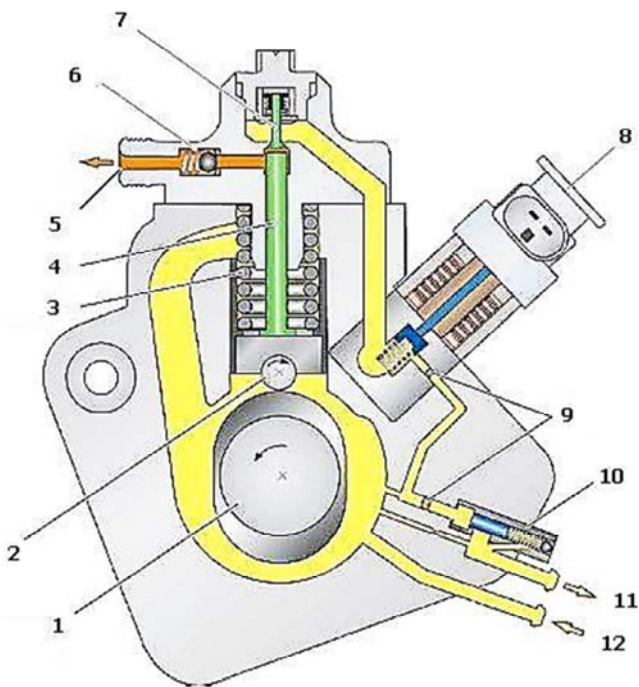


Рис. 9.3. ТНВД магистрального типа:

- 1 – приводной кулачковый вал; 2 – ролик; 3 – плунжерная пружина;
 4 – плунжер; 5 – выход к топливной рампе; 6 – выпускной клапан;
 7 – впускной клапан; 8 – электромагнитный клапан дозирования топлива;
 9 – фильтр тонкой очистки топлива; 10 – перепускной клапан;
 11 – штуцер обратного топливопровода;
 12 – штуцер впускного топливопровода

Некоторые дизельные двигатели с модифицированными ТНВД могут работать на альтернативных топливах.

Многотопливные двигатели могут работать не только на дизельном топливе, но и на бензине, парафиновых углеводородах и керосине. При этом следует учитывать такие свойства топлива, как точка кипения, плотность и вязкость.

Поскольку альтернативные виды топлива обычно имеют низкую точку кипения, топливо должно более быстро и под более высоким давлением циркулировать по топливной магистрали низкого давления ТНВД (используется специальный топливоподкачивающий насос).

При использовании топлива меньшей плотности (например, бензина) величина цикловой подачи топлива при полной нагрузке может быть увеличена с помощью регулируемого упора рейки ТНВД.

Для предотвращения утечек топлива, имеющего низкую вязкость, в плунжерных парах имеются «ловушки» топлива в виде двух кольцевых канавок во втулках. Верхняя канавка соединяется отверстием с топливной магистралью, в которую снова поступает топливо, протекающее в эту канавку через плунжер во время активного хода. Нижняя канавка имеет впускной канал, через который в нее с целью уплотнения под давлением через фильтр поступает масло из системы смазки двигателя. При рабочих частотах вращения давление масла больше, чем давление топлива в магистрали, поэтому в результате обеспечивается надежное уплотнение плунжерной пары. Обратный клапан предотвращает переход топлива в систему смазки двигателя, если имеет место падение давления масла ниже определенного предела на режиме минимальной частоты вращения холостого хода.

Для работы *на спиртовых топливах, метаноле или этаноле* необходимые модификации включают меры:

- установка специальных уплотнений;
- специальная защита поверхностей, находящихся в контакте со спиртовым топливом;
- установка пружин, не подверженных коррозии;
- использование специальных видов смазки.

Для получения эквивалентного количества энергии величина подачи топлива при работе на метаноле должна быть в 2,3 раза больше, а при работе на этаноле в 1,7 раза больше, чем при работе на дизельном топливе. Кроме того, имеет место повышенный износ нагнетательного клапана и седла иглы форсунки, чем при работе на дизельном топливе.

Для работы *на топливах органического происхождения (FAME – Fatty Acid Methyl Ester – топливо животного или растительного происхождения)* ТНВД должны быть модифицированы с внесением подобных изменений, как для спиртовых топлив.

Кроме того, ограничивается процентное отношение органических топлив в дизельном топливе. Например, в соответствии с действующим европейским стандартом максимально допустимая пропорция рапсового масла, которая может быть добавлена к дизельному топли-

ву без модификации ТНВД, составляет 5 %. При больших пропорциях или при плохом качестве применяемого топлива в топливной системе могут иметь место закупоривания или повреждения.

Порядок выполнения работы

1. На разрезных двигателях, тракторах, узлах, макетах и по плакатам изучить установку, устройство, работу и регулировки топливного насоса высокого давления.

Содержание отчета

1. Эскиз секции рядного топливного насоса высокого давления.
2. Эскиз топливного насоса высокого давления распределительного типа.
3. Описание порядка регулировок нужного момента начала подачи топлива, объемного количества подаваемого топлива в цилиндр.
4. Описание работы ТНВД.

Контрольные вопросы

1. Принцип действия многоплунжерного ТНВД.
2. Принцип действия ТНВД распределительного типа.
3. Каким образом можно регулировать ТНВД на одинаковую объемную подачу топлива каждой секцией?
4. Как регулируется момент начала подачи топлива насосом?
5. Какое назначение имеет нагнетательный клапан плунжерной секции насоса и как он работает?
6. В чем заключается уход за системой питания и, в частности, за ТНВД?
7. Какие требования предъявляются к изготовлению и сборке плунжерных пар?
8. Каким образом осуществляется возвратно-поступательное перемещение плунжера?
9. Какие отличительные особенности имеет плунжер ТНВД распределительного типа по отношению к плунжеру многосекционного ТНВД?
10. В чем особенности использования альтернативного топлива?

Лабораторная работа № 10

ФОРСУНКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС

Цель работы: изучить устройство, работу и регулировки форсунок дизельных ДВС и уход за ними.

Оборудование: макеты тракторов Т-150, колесного тягача «МЗКТ-543», разрезные двигатели, СМД-62, Д-240, Д12А-525А, разрезные узлы, плакаты, макеты устройств.

Общие сведения

Форсунки предназначены для впрыска топлива в камеру сгорания под определенным давлением и распыления его по всему объему камеры сгорания. В зависимости от конструкции распылителей форсунки подразделяются на штифтовые и бесштифтовые.

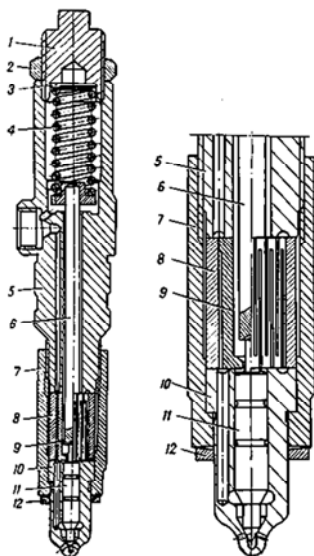


Рис. 10.1. Форсунка двигателя Д12А-525А:

- 1 – регулировочный болт; 2 – контргайка; 3 – опорная шайба; 4 – пружина;
5 – корпус форсунки; 6 – штанга; 7 – гайка распылителя; 8 – наружная втулка щелевого фильтра; 9 – внутренняя втулка щелевого фильтра; 10 – распылитель;
11 – игла распылителя; 12 – уплотнительное кольцо

По конструкции форсунки подразделяют на механические, электрогидравлические, пьезофорсунки и насос-форсунки.

Механическая форсунка применяется совместно с многоплунжерными ТНВД и ТНВД распределительного типа.

Затяжка пружины 4 форсунки обеспечивает давление начала подачи топлива 21...22 МПа. Фильтр представляет собой две стальные втулки 8 и 9, входящие одна в другую с зазором 0,02...0,04 мм.

Топливо, подаваемое насосом по каналу в корпусе 5 форсунки поступает к торцу щелевого фильтра, фильтруется между втулками 8 и 9 и поступает к распылителю 10 по канавкам, выходящим на нижний торец фильтра и далее по каналам в корпусе распылителя под большой конус иглы. По достижении необходимого давления топлива игла 11 приподнимается и топливо через семь отверстий в распылителе 10 диаметром 0,25 м поступает в камеру сгорания. Когда топливо перестает поступать от ТНВД под действием пружины 4 игла садится на свое место резко прекращая подачу топлива.

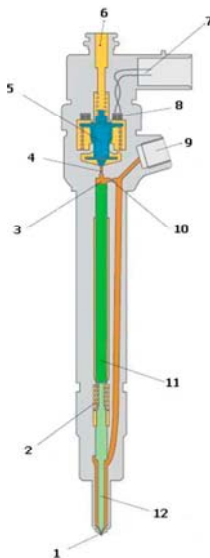


Рис. 10.2. Электрогидравлическая форсунка:

- 1 – сопло форсунки; 2 – пружина; 3 – камера управления; 4 – сливной дроссель;
- 5 – якорь электромагнита; 6 – сливной канал; 7 – электрический разъем;
- 8 – обмотка возбуждения; 9 – штуцер подвода топлива;
- 10 – впускной дроссель; 11 – поршень; 12 – игла форсунки

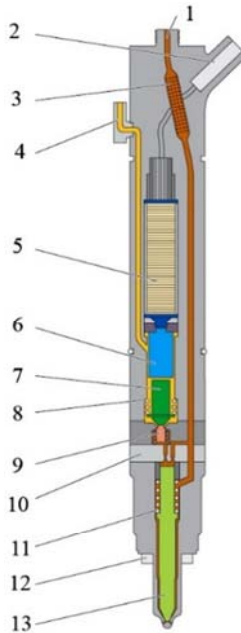


Рис. 10.3. Пьезофорсунка:

- 1 – нагнетательный клапан; 2 – электрический разъем; 3 – сетчатый фильтр;
 4 – сливной клапан; 5 – пьезоэлемент; 6 – поршень толкателя; 7 – поршень клапана;
 8 – пружина клапана; 9 – переключающий клапан; 10 – блок дросселей;
 11 – пружина иглы; 12 – уплотнение; 13 – игла форсунки

Электрогидравлическая форсунка устанавливается на дизельные двигатели с системой впрыска Common Rail. В конструкцию данного типа форсунки входит камера управления, электромагнитный клапан, сливной и впускной дроссели.

Принцип работы данной форсунки – использование давления топлива. В исходном положении форсунки электромагнитный клапан обесточен и закрыт, игла форсунки прижимается к седлу давлением топлива на поршень в камере управления. По сигналу электронного блока управления срабатывает электромагнитный клапан и открывается сливной дроссель. Топливо из камеры управления через дроссель вытекает в сливную магистраль. При неизменном давлении топлива на иглу (за счет дросселя) и уменьшаемом давлении на поршень осуществляется поднятие иглы и впрыск топлива.

Пьезофорсунка устанавливается на дизельные двигатели с системой Common Rail. Время срабатывания пьезоэлемента в 4 раза меньше, чем электромагнитного клапана, что дает возможность использовать многократный впрыск за один цикл при сохранении точной дозировки топлива. Конструкция пьезофорсунки включает пьезоэлемент, толкатель, переключатель клапана и иглу.

Работа данного типа форсунки основана на гидравлическом принципе, так же, как и в электродинамической форсунке.

Система впрыска насос-форсунками является современной системой впрыска топлива дизельных двигателей. В ней объединены функции создания высокого давления и впрыска топлива.

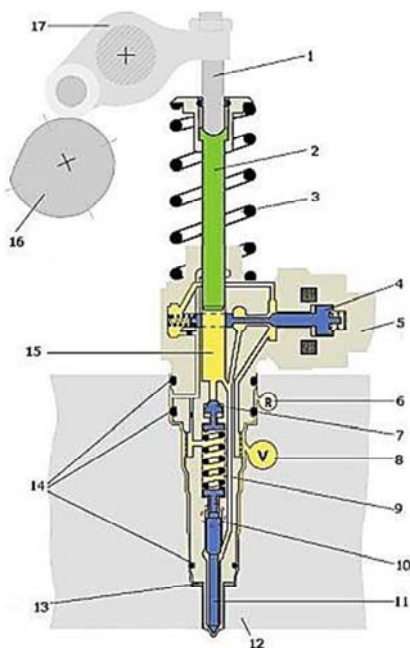


Рис. 10.4. Насос-форсунка:

- 1 – винт с шаровой головкой; 2 – плунжер; 3 – плунжерная пружина;
- 4 – игла электромагнитного клапана; 5 – электромагнитный клапан;
- 6 – сливная топливная магистраль; 7 – обратный клапан;
- 8 – питающая топливная магистраль; 9 – пружина распылителя;
- 10 – запорный поршень; 11 – игла распыления; 12 – головка блока цилиндров;
- 13 – термозащитная прокладка; 14 – уплотнительные кольца;
- 15 – камера высокого давления; 16 – приводной кулачок; 17 – коромысло

Применение насос-форсунок позволяет повысить мощность двигателя, снизить расход топлива, выбросы вредных веществ, а также уровень шума.

Привод насос-форсунки осуществляется от распределительного вала, на котором имеются соответствующие кулачки. Конструкция насос-форсунки включает плунжер, клапан управления, запорный поршень, обратный клапан и иглу распылителя.

Поступательное движение плунжера осуществляется от кулачков распределительного вала, возвратное – за счет плунжерной пружины. Клапан управления (электромагнитный или пьезоэлектрический) предназначен для управления впрыском топлива. Основным конструктивным элементом клапана является игла клапана. Пружина форсунки обеспечивает посадку иглы распылителя на седло. Усилие пружины при необходимости поддерживается давлением топлива. Данная функция реализуется с помощью запорного поршня и обратного клапана. Игла распылителя предназначена для обеспечения непосредственного впрыска топлива в камеру сгорания.

Управление насос-форсунками осуществляет система управления двигателем. Для эффективного образования топливно-воздушной смеси в процессе впрыска топлива предусмотрены фазы: *предварительный впрыск* – обеспечивает плавность сгорания смеси при основном впрыске; *основной впрыск* – обеспечивает качественное смесеобразование на различных режимах работы двигателя; *дополнительный впрыск* – для регенерации сажевого фильтра.

Работа насос-форсунки осуществляется следующим образом. При перемещении плунжера вниз и закрытии клапана происходит отсечка топлива и рост давления. При достижении давления 13 МПа игла распылителя, преодолевая усилие пружины, поднимается и происходит предварительный впрыск топлива (один или два). Предварительный впрыск топлива прекращается при открытии клапана. Топливо переливается в питающую магистраль.

Основной впрыск производится при дальнейшем движении плунжера вниз. Клапан снова закрывается и при достижении определенного давления игла распылителя, преодолевая усилие пружины и давление топлива, поднимается, и происходит основной впрыск топлива. При максимальном давлении 220 МПа впрыскивается наибольшее количество топлива, тем самым обеспечивается максимальная мощность двигателя. Основной впрыск топлива завершается при открытии клапана.

Дополнительный впрыск выполняется при дальнейшем движении плунжера вниз и аналогично основному впрыску производится один или два дополнительных впрыска топлива.

Порядок выполнения работы

1. На разрезных двигателях, тракторах, узлах, макетах и по плакатам изучить установку, устройство, работу и регулировки форсунок.
2. Произвести неполную разборку-сборку форсунок обоих типов: безштифтовой и штифтовой.

Содержание отчета

1. Эскизы штифтовой механической форсунки и распылителя бесштифтовой механической форсунки.
2. Эскиз пьезофорсунки.
3. Описание порядка регулировок механических форсунок.

Контрольные вопросы

1. Назначение и типы форсунок.
2. Каким образом можно регулировать давление начала впрыска топлива в камеру сгорания?
3. В чем заключается уход за системой питания и, в частности, за форсунками?
4. Каким образом и куда отводится из корпуса форсунки просочившееся через прецизионную пару топливо?

Лабораторная работа № 11

СИСТЕМА ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВС

Цель работы: изучить устройство, работу и регулировки системы питания карбюраторных двигателей и, в частности, карбюраторов и уход за ними.

Оборудование: макеты карбюраторов, плакаты и набор инструментов.

Общие сведения

Особенностью системы питания топливом бензинового двигателя является приготовление горючей смеси вне цилиндра или внутри цилиндра двигателя с последующим принудительным воспламенением рабочей смеси от электрической искры.

Схема системы питания бензинового и дизельного двигателя практически одинаковы.

Для приготовления горючей (рабочей) смеси могут применяться карбюратор или электромагнитные форсунки.

Назначение карбюратора – приготовление рабочей смеси, т. е. смешивание топлива с воздухом. Для обеспечения необходимого состава горючей смеси на различных режимах работы ДВС карбюраторы имеют следующие основные устройства: главную дозирующую систему, систему холостого хода, систему пуска, экономайзер, ускорительный насос.

По количеству и месту установки форсунок различают центральный впрыск топлива (одна форсунка в начале впускного коллектора), распределенный впрыск (по одной форсунке на каждый цилиндр в зоне впускных клапанов) и непосредственный впрыск (по одной форсунке на каждый цилиндр с подачей топлива непосредственно в камеру сгорания).

Обычный инжекторный двигатель, который использует коллекторную систему смесеобразования, предполагает подачу в цилиндры рабочей смеси (рис. 11.1). Смешивание воздуха и топлива происходит во впускном коллекторе, где устанавливаются форсунки, управляемые электроникой.

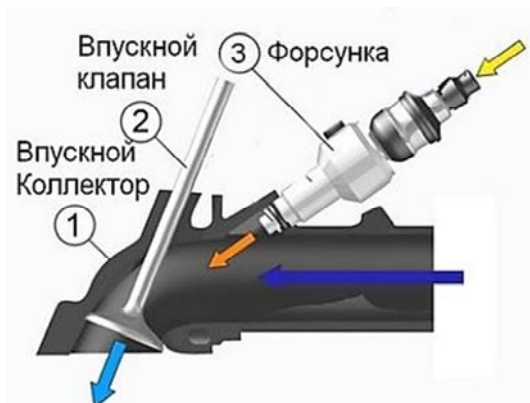


Рис. 11.1. Распределенный впрыск топлива

При непосредственном впрыске форсунка направлена непосредственно в камеру сгорания. Соответственно, через впускные клапаны подается только воздух, а процесс смесеобразования происходит непосредственно в цилиндрах (рис. 11.2).

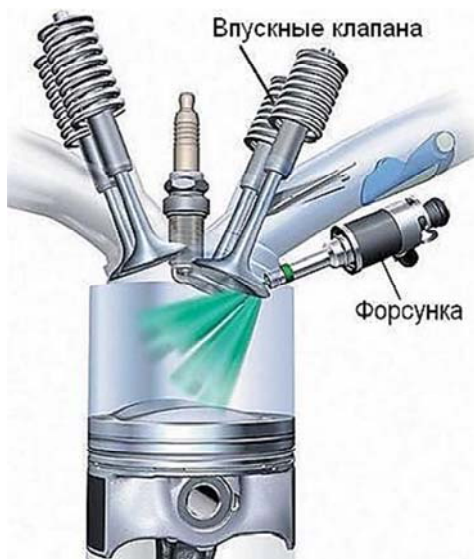


Рис. 11.2. Непосредственный впрыск топлива

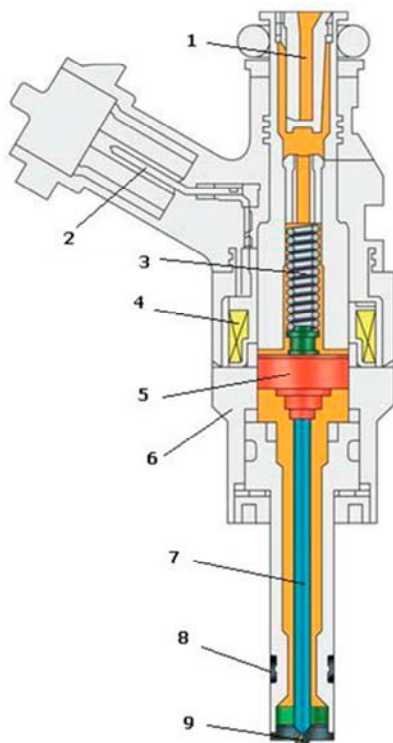


Рис. 11.3. Электромагнитная форсунка системы впрыска топлива бензинового ДВС:

- 1 – сетчатый фильтр; 2 – электрический разъем; 3 – пружина;
 4 – обмотка возбуждения; 5 – якорь электромагнита; 6 – корпус форсунки;
 7 – игла форсунки; 8 – тефлоновое уплотнение; 9 – сопло форсунки

Электромагнитная форсунка устанавливается на бензиновые двигатели и состоит из электромагнитного клапана с иглой и сопла.

Прямой впрыск бензина по принципу очень схож с дизелем. В конструкции такой системы питания имеется дополнительный насос, после которого бензин уже под давлением поступает на форсунки, установленные в головке блока цилиндров с распылителями, находящимися в камере сгорания.

Топливоподкачивающий насос из бака по магистрали низкого давления подает бензин на топливный насос высокого давления, который по конструкции представляет собою регулируемый по по-

даче одноплунжерный насос высокого давления. При этом бензин проходит через фильтр тонкой очистки топлива, где удаляются крупные примеси. Далее топливо под давлением от 3 до 11 МПа по магистралям высокого давления поступает в рампу, которая распределяется по его форсункам (рис. 11.4).

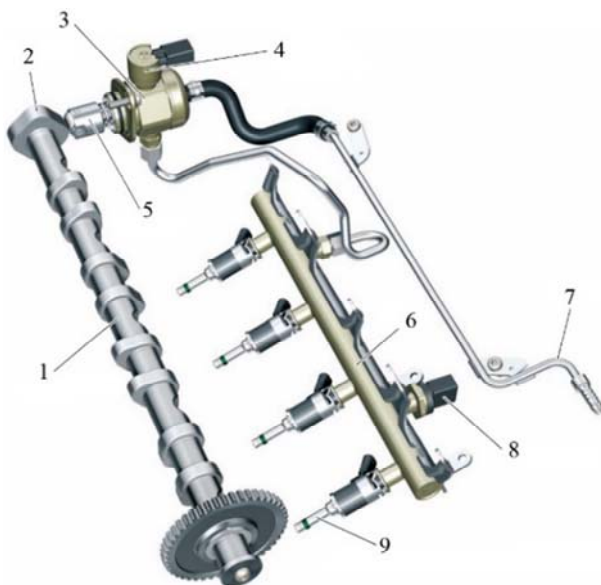


Рис. 11.4. Основные детали системы питания:

- 1 – распределительный вал; 2 – четырехгранный кулачок;
- 3 – топливный насос высокого давления;
- 4 – регулировочный клапан давления топлива; 5 – роликовый толкатель;
- 6 – рампа; 7 – от топливного бака; 8 – датчик давления топлива;
- 9 – электромагнитная форсунка впрыска топлива

Работа форсунок контролируется электронным блоком управления, который получает сигналы множества датчиков двигателя.

При подаче топлива больше необходимого количества или при превышении давления в рампе срабатывают или перепускной, или предохранительный клапаны соответственно, и часть топлива сбрасывается в бак.

Непосредственный впрыск топлива позволяет использовать различные типы смесеобразования в соответствии с условиями работы

двигателя. При этом система управляет не только подачей топлива, но и режимом подачи воздуха в цилиндры.

Основным недостатком прямого впрыска является то, что в топливном насосе высокого давления, а также в форсунках используются прецизионные пары и наличие сторонних примесей, серы и воды способно вывести ТНВД и форсунки из строя. Кроме того, бензин обладает слабыми смазывающими свойствами. Поэтому износ прецизионных пар выше, чем у того же дизельного мотора.

Компания Orbital разработала опытный образец форсунки, которая помимо топлива впрыскивает в цилиндры еще и сжатый воздух, подающийся от дополнительного компрессора, что улучшает воспламеняемость и сгорание смеси.

Порядок выполнения работы

1. Используя макеты и плакаты, изучить устройство, работу и регулировки карбюраторов и форсунок бензиновых ДВС.
2. Изучить устройство системы непосредственного впрыска топлива.
3. Изучить типы смесеобразования в бензиновых ДВС.

Содержание отчета

1. Эскиз электромагнитной форсунки.
2. Принципиальная схема топливной системы бензинового ДВС с непосредственным впрыском топлива.

Контрольные вопросы

1. Назначение и принцип работы карбюратора.
2. Назначение и принцип работы электромагнитной форсунки.
3. Какие способы смесеобразования применяются в бензиновых ДВС?
4. Какие марки бензинов применяются для карбюраторных ДВС?
5. Что такое детонационная стойкость бензина и каким показателем она оценивается?
6. Каково весовое соотношение бензина и воздуха в нормальной горючей смеси?

Лабораторная работа № 12

РЕГУЛЯТОРЫ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАЛА ДВС

Цель работы: изучить устройство, работу и регулировки регулятора частоты вращения коленчатого вала ДВС.

Оборудование: разрезные двигатели, СМД-62, Д-240, МЗКТ Д12А-525А, разрезные узлы, макеты регуляторов всережимного и однорежимного, плакаты, набор инструментов.

Общие сведения

Регуляторы служат для поддержания заданного водителем постоянного числа оборотов коленчатого вала двигателя при различных нагрузках на двигатель путем автоматического изменения положения рейки топливного насоса или величины открытия дроссельной заслонки у карбюраторных ДВС.

У дизельных двигателей регуляторы устанавливаются на насосе высокого давления и приводятся в действие от кулачкового вала. Его работа основана на использовании центробежных сил. Если при заданном положении педали управления подачи топлива и возникновении дополнительного сопротивления движению (на подъеме, грунты со слабой несущей способностью и пр.) частота вращения коленчатого вала двигателя уменьшается, то регулятор воспринимает снижение частоты вращения коленчатого вала и автоматически увеличивает подачу топлива насосом высокого давления, благодаря чему скорость мобильной машины восстанавливается до заданного значения. Аналогичным образом регулятор уменьшает подачу топлива при уменьшении нагрузки на двигатель и увеличении угловой скорости коленчатого вала.

Таким образом, регулятор автоматически обеспечивает заданный скоростной режим при отклонениях от него в пределах до 10 %.

В настоящее время используются двухрежимные и всережимные регуляторы частоты вращения коленчатого вала. Двухрежимный регулятор поддерживает определенную частоту вращения коленчатого вала на режимах минимальной и максимальной частоты вращения коленчатого вала. Всережимный регулятор поддерживает необходимую частоту вращения на всех режимах работы двигателя.

Применяют регуляторы с различными принципами работы: механические, пневматические, гидравлические и комбинированные. Для автомобильных двигателей наиболее широко применяют механические центробежные и реже пневматические регуляторы.

В двухрежимных регуляторах механизм регулятора связан с рейкой насоса высокого давления при помощи дифференциального рычага, соединенного также и с тягой педали подачи топлива. Основными элементами двухрежимного центробежного регулятора являются большие 4 и малые 3 грузы (рис. 12.1).

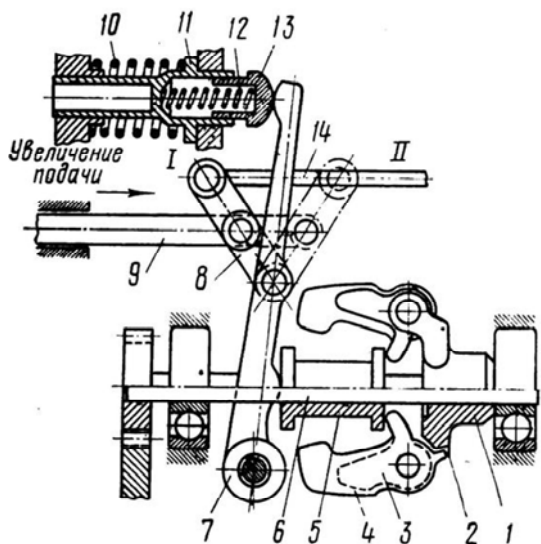


Рис. 12.1. Схема двухрежимного регулятора

Грузы посажены на пальцы крестовины 1 и упираются лапками в скользящую муфту 5, свободно установленную на вращающемся валу 6 регулятора, связанном зубчатой передачей с валом топливного насоса. С противоположной стороны в скользящую муфту под действием пружины 12, помещенной в стакане 13 и втулке 11, упирается основной (вилчатый) рычаг 7 регулятора. Этот рычаг соединен при помощи двуплечего рычага 8 с рейкой 9 топливного насоса высокого давления и тягой 14 педали подачи топлива. Пружина 10, установленная на втулке 11, упирается в неподвижную стенку корпуса регулятора. Грузы с пружинами 10 и 12 образуют

две последовательно действующие системы регулирования, в которых используется общий рычажный механизм.

Массы грузов и затяжку пружины 12 подбирают так, чтобы действующие на муфту составляющие центробежной силы грузов и силы пружины оказались равными при минимальной частоте вращения коленчатого вала. Педаль подачи топлива на холостом ходу полностью отпущена и двуплечий рычаг находится в положении I. При самопроизвольном уменьшении частоты вращения коленчатого вала двигателя центробежная сила грузов уменьшается и пружина 12, отклоняя вильчатый рычаг, перемещает рейку топливного насоса в сторону увеличения подачи топлива. В случае самопроизвольного повышения частоты вращения коленчатого вала двигателя центробежная сила грузов увеличивается и муфта 5, отклоняя вильчатый рычаг и сжимая при этом пружину 12, перемещает рейку насоса в сторону уменьшения подачи топлива.

Массу грузов и затяжку пружины 10 подбирают так, чтобы равновесие системы обеспечивалось при максимальной частоте вращения коленчатого вала, допустимой для данного двигателя. Педаль подачи топлива при этом полностью нажата, и двуплечий рычаг находится в положении II. При этом большие грузы регулятора раздвигаются до упоров 2 и не изменяют своего положения, сжимая пружину 12 вильчатым рычагом настолько, что стакан 13 вдвигается до упора в торец втулки 11 и с дальнейшим увеличением частоты вращения коленчатого вала центробежная сила грузов увеличивается и происходит сжатие пружины 10, рейка насоса высокого давления перемещается в сторону уменьшения подачи топлива. Таким образом ограничивается максимальная частота вращения.

Скоростная характеристика дизельного двигателя с двухрежимным регулятором представлена на рис. 12.2. Кривые 1, 2 и 3 соответствуют различным положениям педали подачи топлива. Участок $n_1...n_2$ регулируется системой минимальной, а участок $n_3...n_4$ системой максимальной частоты вращения регулятора. В диапазоне между этими участками режим работы двигателя управляется только педалью подачи топлива без регулятора.

Центробежный регулятор всережимного типа также представляет собой систему, состоящую из вращающихся грузов, пружины и основного рычага, связанного с рейкой топливного насоса высокого давления, управляющей цикловой подачей топлива (рис. 12.3).

Особенность регулятора этого типа заключается в отсутствии непосредственной связи рейки топливного насоса с педалью акселератора.

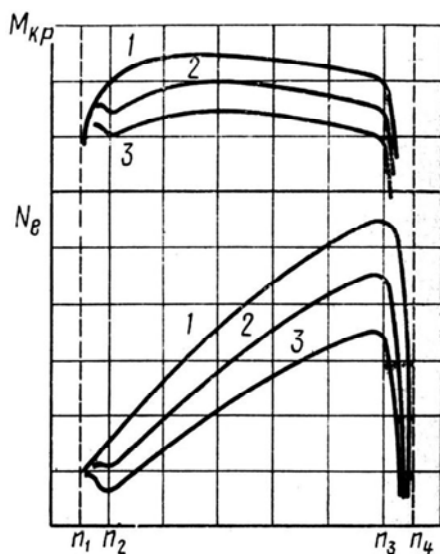


Рис. 12.2. Скоростная характеристика двигателя с двухрежимным регулятором

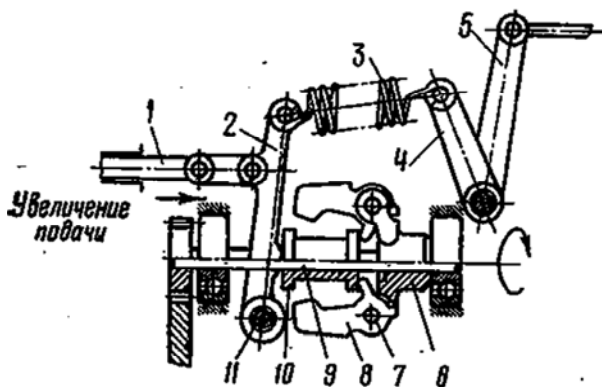


Рис. 12.3. Схема всережимного центробежного регулятора:
 1 – топливный насос; 2 – вильчатый рычаг; 3 – пружина; 4, 5 – рычаги;
 6 – крестовина; 7 – пальцы; 8 – качающиеся грузы; 9 – вращающийся вал;
 10 – подвижная муфта; 11 – ось

На вращающемся валу 9 регулятора, который при помощи шестерен связан с кулачковым валом топливного насоса, закреплена крестовина 6. В проушинах крестовины на пальцах 7 установлены качающиеся грузы 8 с лапками, которые упираются в подвижную муфту 10, надетую на вал регулятора. С другой стороны, в муфту упирается основной вильчатый рычаг 2, установленный на оси 11 и соединенный с пружиной 3 и рейкой 1 топливного насоса высокого давления. Другой конец пружины соединен с рычагом 4, жестко связанным общей осью с рычагом 5 управления регулятором, который размещен с наружной стороны корпуса регулятора.

При повышении частоты вращения коленчатого вала двигателя и связанного с ним вала регулятора при уменьшении нагрузки, центробежная сила грузов увеличивается, заставляя их раздвинуться и переместить подвижную муфту, вильчатый рычаг и связанную с ним рейку топливного насоса в сторону уменьшения подачи топлива. В случае понижения частоты вращения, происходящем при увеличении нагрузки дизеля, центробежная сила грузов уменьшается и пружина, воздействуя на вильчатый рычаг, перемещает рейку топливного насоса в сторону увеличения подачи топлива. Регулировку осуществляют, изменяя натяжение пружины 3, причем для повышения частоты вращения коленвала необходимо увеличить натяжение пружины.

Каждому положению рычага управления регулятором соответствует определенная ветвь кривой – A_1B_1 , A_2B_2 и т. д. скоростной характеристики (рис. 12.4). Из приведенных характеристик видно, что при постоянном положении рычага управления регулятором частота вращения мало зависит от изменения мощности в широких пределах. Однако степень неравномерности увеличивается при уменьшении регулируемой частоты вращения и становится значительной (40...70 %) при минимальной частоте вращения на холостом ходу. Это обуславливается постоянной жесткостью пружины и значительным уменьшением центробежной силы грузов при уменьшении частоты вращения вала регулятора.

Для обеспечения работы двигателя при кратковременных перегрузках регуляторы частоты вращения могут содержать корректирующее устройство, которое увеличивает подачу топлива за счет дополнительного перемещения рейки топливного насоса.

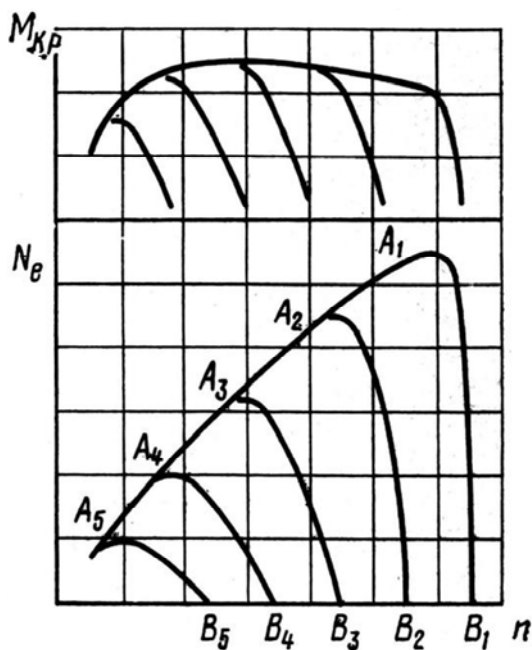


Рис. 12.4. Скоростная характеристика двигателя с всережимным регулятором

Например, на рис. 12.5 представлен всережимный регулятор топливного насоса УТН-5.

Дополнительно к основному рычагу 6 установлен промежуточный рычаг 5, к которому через муфту и ролик передается усилие от грузов 9.

Промежуточный рычаг свободно сидит в нижней части корпуса регулятора на оси, а верхним концом с помощью тяги связан с рейкой 1 топливного насоса. Кроме того, промежуточный рычаг соединяется пружиной 4 обогатителя с рычагом управления 11.

На промежуточном рычаге 5 устанавливается корректор подачи топлива 8, состоящий из корпуса, штока, пружины и регулировочного винта.

Кроме промежуточного рычага на оси также свободно сидит основной рычаг 6. Верхним концом основной рычаг с помощью пружины регулятора и серьги соединен с рычагом управления 11.

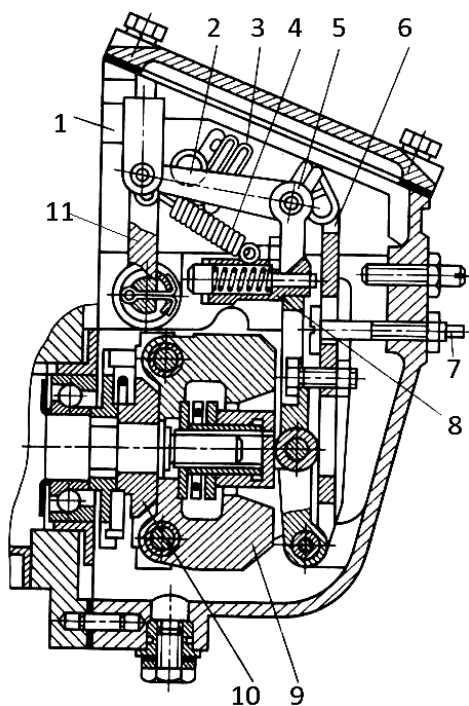


Рис. 12.5. Всережимный регулятор топливного насоса УТН-5:
 1 – рейка топливных насосов; 2 – шток; 3 – пружина регулятора;
 4 – пружина обогатителя; 5 – промежуточный рычаг; 6 – основной рычаг;
 7 – упор; 8 – корректор; 9 – грузы; 10 – траверса; 11 – рычаг управления

Перемещение основного рычага в сторону топливного насоса (в сторону увеличения подачи топлива) ограничивается головкой винта 7 номинала, ввернутого в корпус регулятора, а промежуточного – головкой болта, ввернутого в основной рычаг. Перемещение рычагов в противоположную сторону ограничивается винтом-упором.

Усилие грузов 9 уравнивается усилием пружины 3 регулятора топливного насоса, и рычаг 6 касается головки болта номинала, упираясь в нее при мгновенном увеличении нагрузки и отрываясь при уменьшении нагрузки. Подача топлива изменяется соответственно колебаниям рычага 6. Шток корректора утоплен, пружина корректора сжата, основной и промежуточный рычаги регулятора прижаты один к другому и работают как один рычаг.

При перегрузке дизеля, когда под влиянием внешней нагрузки частота вращения его вала и вала насоса снижается, центробежная сила грузов 9 регулятора уменьшается и пружина 3 поворачивает основной рычаг влево по рисунку до упора в головку винта 7.

Шток корректора 8 упирается в рычаг и перемещает промежуточный рычаг 5 и соединенную с ним рейку 1 топливного насоса в сторону увеличения подачи топлива, что обеспечивает увеличение крутящего момента дизеля и преодоление перегрузки. Степень корректирования подачи топлива при временной перегрузке зависит от того, насколько выступает шток из корпуса корректора и каково усилие затяжки пружины корректора.

Регуляторы, принцип работы которых описан выше, применяются на большинстве рядных ТНВД.

Порядок выполнения работы

Используя двигатели, макеты регуляторов и плакаты, изучить устройство, работу и регулировки одно- и всережимного регуляторов.

Содержание отчета

1. Схема всережимного регулятора. Краткое описание его устройства.
2. Описание принципа работы всережимного регулятора.

Контрольные вопросы

1. Назначение и общее устройство всережимного регулятора.
2. Назначение одно- и двухрежимного регуляторов.
3. Принцип работы всережимного регулятора.
4. Что является характерной особенностью всережимного регулятора?
5. Назначение и принцип работы корректирующих устройств регулятора.

Лабораторная работа № 13

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВОЗДУХОМ

Цель работы: изучить общее устройство, работу системы подачи воздуха ДВС и уход за ней.

Оборудование: макеты тракторов Т-150, колесного тягача «МЗКТ-543», разрезные двигатели, СМД-62, Д-240, МЗКТ Д12А-525А, разрезные узлы, плакаты, макеты устройств.

Общие сведения

Система питания двигателя воздухом служит для забора воздуха из окружающей среды, его очистки и подачи к цилиндрам двигателя.

Система питания двигателя воздухом в общем случае состоит из воздухозаборника, воздухоочистителя и впускного коллектора.

Воздухозаборник обеспечивает забор воздуха из окружающей среды и его первичную очистку.

Воздухоочистители служат для очистки воздуха, засасываемого двигателем от пыли и других механических примесей.

Воздухоочистители по способу очистки воздуха подразделяют на фильтрующие, инерционные, инерционно-центробежные и комбинированные.

Впускной коллектор служит для распределения и подачи воздуха к цилиндрам двигателя.

Воздухоочиститель двигателя Д12А-525А (рис. 13.1) комбинированный, двухступенчатый, соединен с впускными коллекторами двигателя. В первой ступени воздухоочистителя происходит грубая очистка воздуха от пыли, во второй ступени – окончательная очистка.

Первая ступень воздухоочистителя (циклоны) инерционного типа обеспечивает вращательное движение воздушного потока и изменение его направления для отделения крупных частиц пыли от засасываемого воздуха; вторая ступень воздухоочистителя состоит из трех плоских кассет \mathcal{Z} , заполненных тонкой стальной проволокой-канителью с различной плотностью набивки, смоченной маслом, на которую осаждаются более мелкие частицы пыли. Кассеты закрываются крышкой, которая прижимается к корпусу воздухоочистителя откидывающимися болтами с гайками.

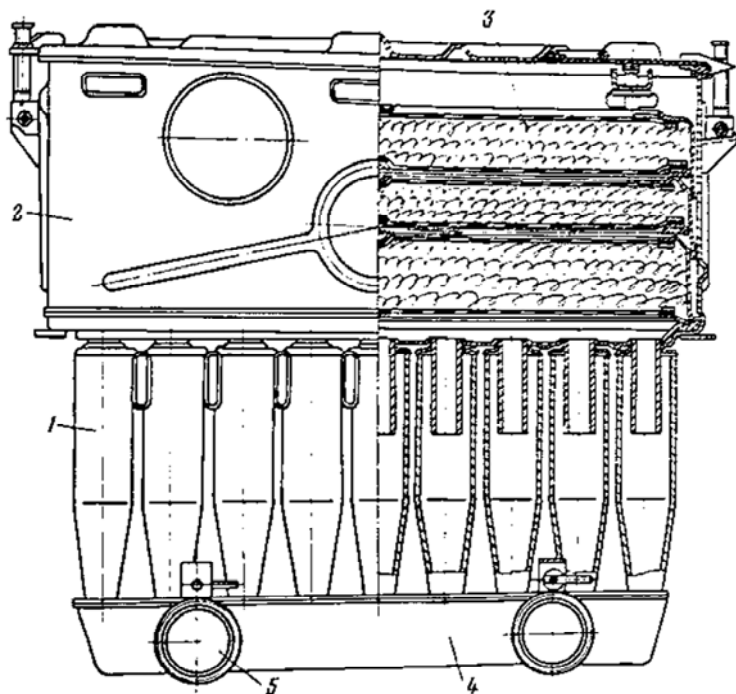


Рис. 13.1. Воздухоочиститель двигателя Д12А-525А:
 1 – трубка-циклон первой ступени воздухоочистителя;
 2 – корпус воздухоочистителя; 3 – кассеты второй ступени
 воздухоочистителя; 4 – пылесборник; 5 – патрубок

Для нормальной работы первой ступени воздухоочистителя необходимо, чтобы поверхность циклона была чистой, без следов масла и топлива.

В пылесборник 4 вварены два патрубка 5, через которые пыль отсасывается в выпускные трубы, чем обеспечивается самоочистка воздухоочистителя.

В клапанах, установленных на выпускных трубах, расположены заслонки отключения воздухоочистителя от диффузоров при использовании отработавших газов для специальных работ. Нормальное положение заслонок при работе – «открыто». Для контроля положения заслонки на корпусе клапана нанесены метки «О» (открыто) и «З» (закрыто).

Порядок выполнения работы

1. На тракторах Т-150, «Беларус-3522», разрезных двигателях СМД-62, Д-240, Д12А-525А и по плакатам изучить общее устройство системы питания воздухом ДВС.

2. На разрезных двигателях СМД-62 и Д-240 и по плакатам изучить устройство и работу различных типов воздухоочистителей.

Содержание отчета

1. Схема системы питания воздухом ДВС.
2. Эскиз воздухоочистителя циклонного типа.
3. Эскиз воздухозаборника и воздухоочистителя двигателя Д-240.

Контрольные вопросы

1. Структурная схема системы питания воздухом ДВС.
2. Что собой представляет циклонный воздухоочиститель?
3. Каким образом происходит очистка воздуха в воздухозаборнике?
4. Что способствует эжекционному выбросу пыли из циклона воздухоочистителя?
5. В чем суть масляно-инерционной очистки воздуха?
6. В чем суть инерционно-центробежной очистки воздуха и где она применяется?
7. Объясните дальнейший путь воздуха, прошедшего воздухоочиститель.

Лабораторная работа № 14

СИСТЕМА ВЫПУСКА ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВС

Цель работы: изучить устройство и работу системы отвода отработанных газов, а также устройство и работу механизма, обеспечивающего турбонаддув в двигателе.

Оборудование: макеты тракторов Т-150, колесного тягача «МЗКТ-543», разрезные двигатели, СМД-62, Д-240, МЗКТ Д12А-525А, разрезные узлы, плакаты, макеты устройств.

Общие сведения

Система выпуска отработавших газов служит для отвода отработавших газов от цилиндров двигателя, искро-, пламе- и шумогашения, снижения токсичности отработавших газов и выброса их в окружающую среду. Система включает выпускной коллектор, катализатор, глушитель (несколько) и выхлопную трубу.

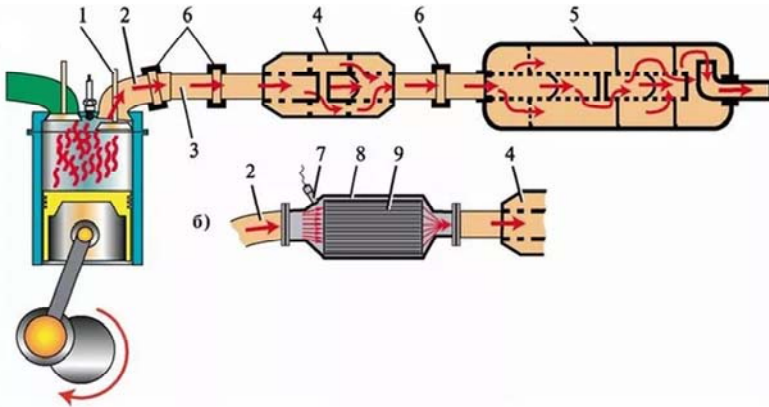


Рис. 14.1. Схема системы выпуска отработавших газов:

- 1 – выпускной клапан; 2 – выпускной трубопровод; 3 – приемная труба;
- 4 – резонатор; 5 – основной глушитель; 6 – фланец; 7 – лямбда-зонд;
- 8 – катализатор; 9 – керамическая основа катализатора

Глушитель служит для уменьшения шумности, искро- и пламягашения. Работа глушителя основана на изменении направления движения отработавших газов и многократном отражении звуковых

волн или их поглощением специальными материалами (прямоточный глушитель).

Нейтрализатор вредных веществ (катализатор) размещается как можно ближе к двигателю. В корпусе нейтрализатора находится фильтр из керамической основы на которую наносится активный каталитический элемент, который состоит из благородных металлов.

В фильтре предусмотрено множество продольных каналов, через которые проходят отработавшие газы, при этом происходит их нейтрализация, и токсичность выхлопа снижается в разы. После катализатора выхлопные газы состоят из CO_2 , азота и водяного пара.

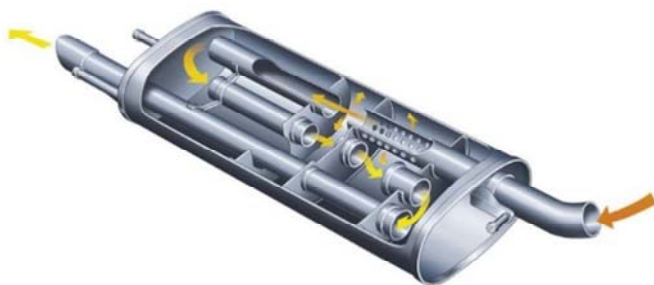


Рис. 14.2. Глушитель

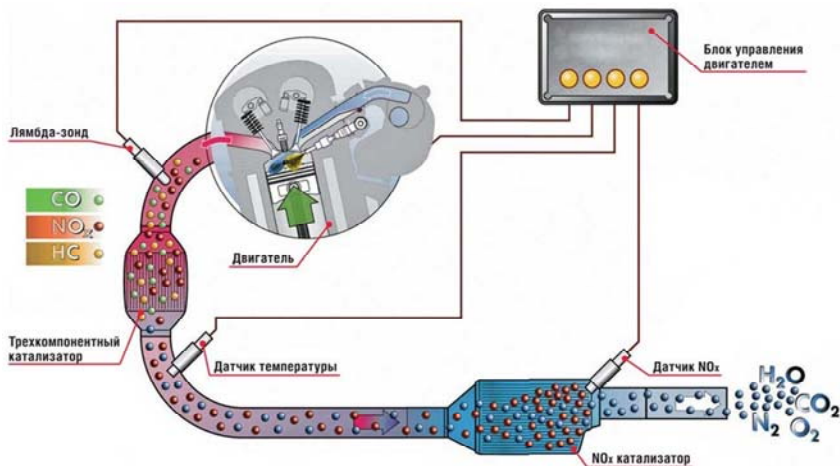


Рис. 14.3. Система выпуска отработавших газов с двумя катализаторами

Порядок выполнения работы

1. На тракторах, разрезных двигателях и по плакатам изучить устройство и работу системы выпуска отработавших газов.
2. Изучить принцип работы и устройство катализатора.
3. Назначение и работа лямбда-зонда.

Содержание отчета

1. Эскиз системы удаления отработавших газов.

Контрольные вопросы

1. Назначение и принцип действия глушителя.
2. Почему в глушителях тракторных ДВС устанавливаются искрогаситель?
3. Почему выхлопная труба на тракторах, некоторых специальных автомобилях устанавливается впереди кабины и направлена вверх?
4. Назначение и устройство эжектора.

Лабораторная работа № 15

СИСТЕМЫ НАДУВА ВОЗДУХА В ДВС

Цель работы: изучить назначение, классификацию, устройство и работу систем наддува воздуха в цилиндры ДВС.

Оборудование: макеты тракторов Т-150, колесного тягача «МЗКТ-543», разрезные двигатели, СМД-62, Д-240, МЗКТ Д12А-525А, разрезные узлы, плакаты, макеты устройств.

Общие сведения

Система наддува воздуха в ДВС служит для увеличения мощности двигателя за счет подачи большего весового количества воздуха и обеспечения сгорания большего весового количества топлива.

По способу создания избыточного давления воздуха во впускном коллекторе различают следующие виды наддува: активный наддув (изменяемая геометрия впускного коллектора), механический наддув, турбонадув и комбинированный наддув.

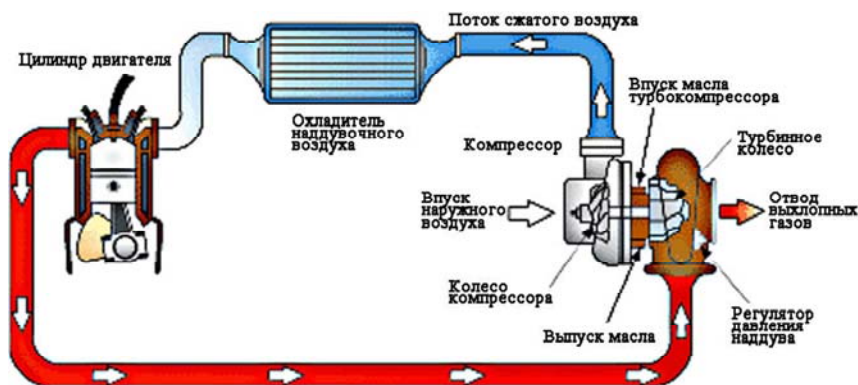


Рис. 15.1. Схема турбонадува воздуха в ДВС

Наибольшее распространение получил турбонадув. К его плюсам следует отнести низкую потерю мощности ДВС, а к минусам – задержку увеличения мощности двигателя при резком нажатии на педаль газа (турбояма) и резкое увеличение давления наддува после преодоления турбоямы (турбоподхват). Кроме того, воздух в турбо-

компрессоре сильно нагревается и для его дальнейшего использования необходимо дополнительное охлаждение.

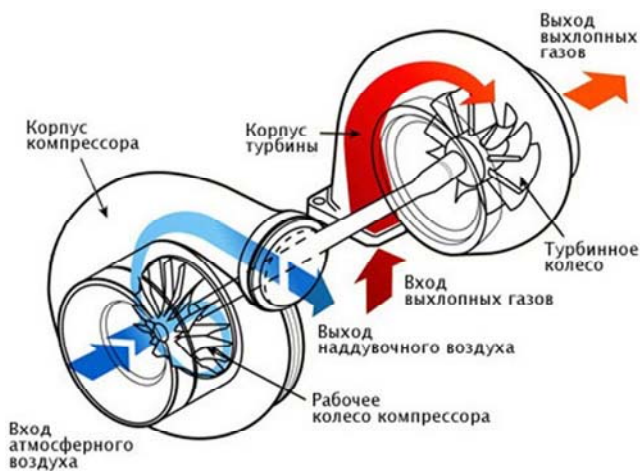


Рис. 15.2. Устройство и схема работы турбонаддува

В настоящее время большинство турбокомпрессоров имеют механизм изменения геометрии турбины.

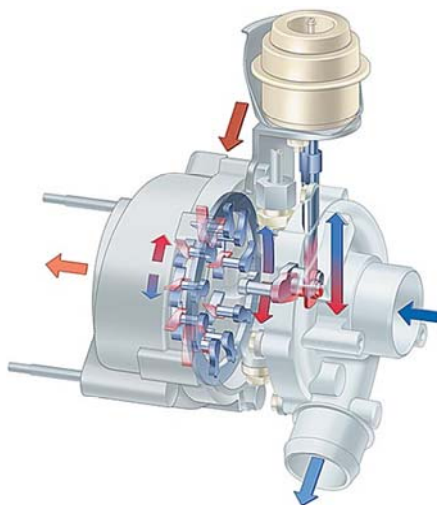


Рис. 15.3. Система изменения геометрии турбокомпрессора

Дополнительное кольцо с управляемыми направляющими лопатками позволяет управлять потоком выхлопных газов, уменьшая на низких оборотах поперечное сечение турбины, что увеличивает скорость газов, поступающих на колесо, повышая ее мощность. На высоких же оборотах лопасти полностью открывают вход газам, увеличивая пропускную способность турбины.

Для исключения избытка давления в выпускном коллекторе и чрезмерно высокой скорости вращения ротора на высоких оборотах двигателя в турбонагнетателе устанавливают перепускной клапан.

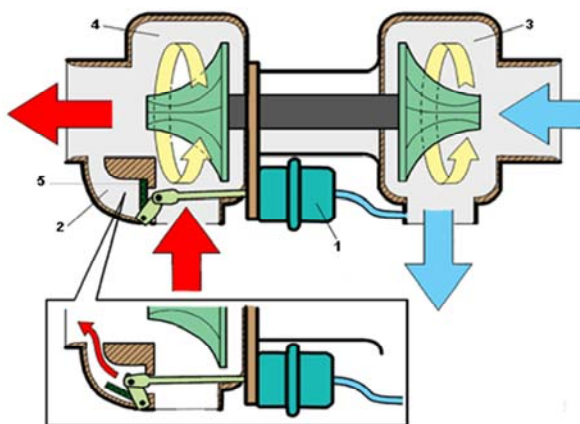


Рис. 15.4. Схема работы турбонагнетателя с перепускным клапаном:
1 – регулятор давления; 2 – перепускная трубка; 3 – компрессор;
4 – турбина; 5 – перепускной клапан

При повышении давления наддува открывается перепускной клапан. Отработавшие газы движутся по перепускному каналу, минуя турбину, и частота вращения компрессора снижается.

Механические нагнетатели (компрессоры) приводятся в действие механической энергией вырабатываемой двигателем.

Различают несколько типов механических нагнетателей:

- центробежные, наиболее похожие на турбонаддув, поскольку воздух засасывается центробежной крыльчаткой;
- нагнетатели типа «Рутс» (Roots), в котором воздух нагнетается двумя роторами, как в маслососе;
- винтовые нагнетатели (Lysholm), по принципу похожие на Roots, но вместо двух роторов с лопастями применены винтовые роторы.

Преимущества механических нагнетателей – прямая связь с оборотами двигателя и мгновенный отклик на нажатие педали газа; отличная тяга на низких оборотах.

К недостаткам механических нагнетателей относят весьма существенное снижение мощности ДВС (до 20 %).

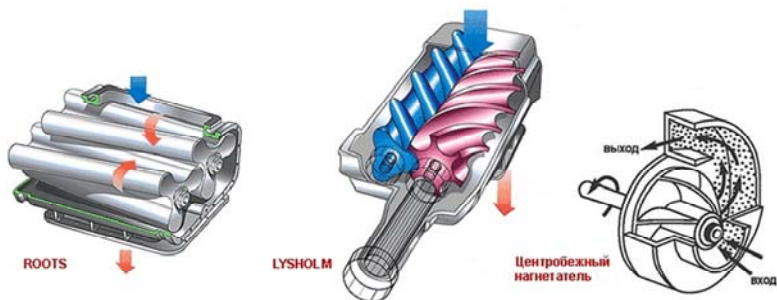


Рис. 15.5. Типы механических нагнетателей

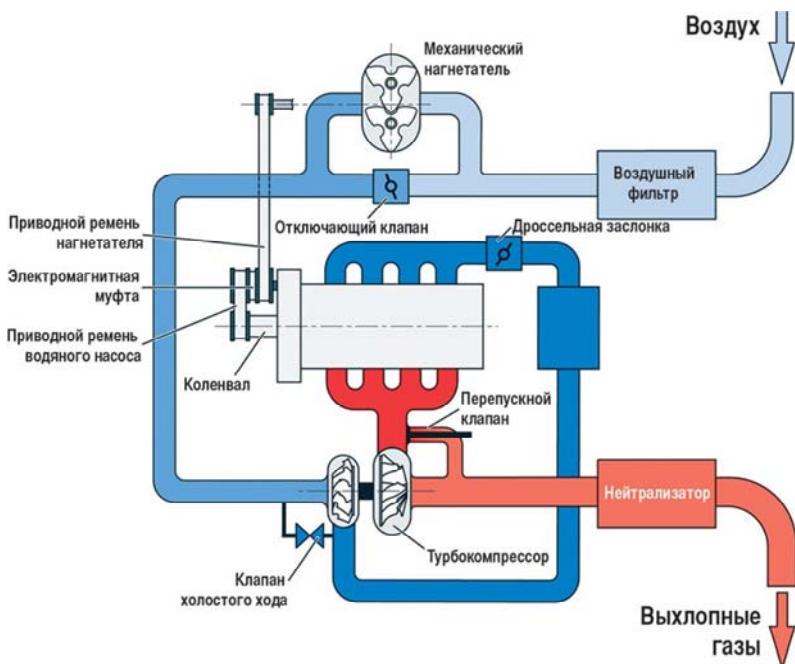


Рис. 15.6. Схема комбинированной системы наддува воздуха в ДВС

На сегодняшний день существует «электрический наддув» (электрокомпрессор), когда приводом компрессора служит электродвигатель. Как правило такие нагнетатели устанавливаются не автономно, а в паре с турбонагнетателем.

Порядок выполнения работы

1. На тракторах, колесных шасси, разрезных двигателях и по плакатам изучить устройство и работу системы наддува воздуха в ДВС.
2. Изучить принцип работы и устройство турбонагнетателя.

Содержание отчета

1. Эскиз комбинированной системы наддува воздуха в ДВС.
2. Эскиз турбонагнетателя.

Контрольные вопросы

1. Назначение и принцип действия системы наддува воздуха в цилиндры двигателя.
2. Устройство и работа турбонагнетателя и его систем.
3. Система смазки турбонагнетателя.
4. В чем различие характеристик турбонагнетателя и механического нагнетателя?

Лабораторная работа № 16

СИСТЕМА ЗАПУСКА ДВС

Цель работы: изучить способы запуска ДВС, средства, облегчающие запуск ДВС, их классификацию и принцип работы.

Оборудование: макеты тракторов Т-150, колесного тягача «МЗКТ-543», разрезные двигатели, СМД-62, Д-240, МЗКТ Д12А-525А, разрезные узлы, плакаты, макеты устройств.

Общие сведения

Система запуска ДВС служит для обеспечения надежного и быстрого запуска двигателя. Запуск двигателя – это принудительное проворачивание его коленчатого вала с определенной частотой, называемой частотой запуска ДВС.

Различают следующие способы запуска ДВС: электростартером, сжатым воздухом, дополнительным (пусковым) двигателем, с букасира, мускульной силой человека.

Для облегчения запуска ДВС, особенно в условиях низких температур, применяют:

1. Средства, облегчающие проворачивание коленчатого вала: декомпрессор, предпусковой подогреватель двигателя.

2. Средства, облегчающие воспламенение рабочей смеси в цилиндрах двигателя: легковоспламеняющиеся жидкости, электрофакельный подогреватель воздуха во впускном коллекторе, свечи накаливания.

По принципу работы все предпусковые подогреватели двигателей (как бензиновых, так и дизельных) делят на две основные группы: автономные (в качестве источника энергии используют топливо автомобиля) и электрические (подключаются к электросети 220 вольт).

Автономные предпусковые подогреватели двигателя наиболее функциональны, так как не зависят от подключения к внешним источникам энергии. Наиболее известными производителями этих изделий являются немецкие фирмы «Webasto» и «Eberspacher (Hydronic)», российские фирмы «Бинар» и «Теплостар»; а также китайская «Belief».

Автономный подогрев состоит из топливного насоса; запальной свечи или штифта накаливания (из вольфрама или кобальта); испа-

рительной горелки; камеры сгорания; теплообменника; мотора нагнетателя; патрубков входа и выхода охлаждающей жидкости; блока управления.

Подогреватель устанавливается в подкапотном пространстве и встраивается в топливную и охлаждающую системы автомобиля.

Схема работы автономного предпускового подогревателя представлена на рис. 16.1.

При включении устройства (кнопкой, сигналом от таймера, блока дистанционного управления или модуля GSM) воздушно-топливная смесь поступает в камеру сгорания и поджигается запальной свечой (или штيفтом накаливания). При сгорании смеси теплообменник нагревается, что приводит к нагреванию охлаждающей жидкости. Насос прокачивает охлаждающую жидкость через двигатель и радиатор штатной системы отопления салона. При температуре жидкости около 60 °С блок автоматики включает вентилятор салона.

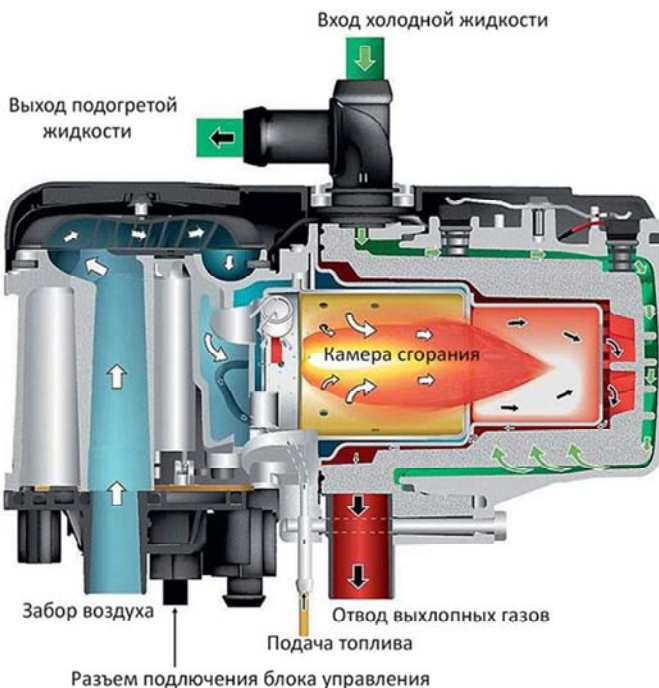


Рис. 16.1. Автономный предпусковой подогреватель

Электрические подогреватели делятся на пассивные, у которых циркуляция жидкости осуществляется самотеком (подогретая поднимается вверх, а холодная опускается вниз), и с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости с помощью водяного насоса.

В первом случае это электронагревательный элемент, устанавливаемый в блоке цилиндров двигателя (рис. 16.2, *а*).

Во втором – нагревательный элемент с насосом встраивается в систему охлаждения двигателя (рис. 16.2, *б*).



Рис. 16.2. Электрические предпусковые подогреватели

Для обеспечения надежного запуска дизельного двигателя в его конструкции предусмотрена система предварительного разогрева с использованием свечей накаливания. Они разогревают воздух в зоне впрыска топлива до температуры 850...1000 °С за 3...4 с, что позволяет значительно улучшить условия запуска и после запуска в течении нескольких минут подогревать поступающий воздух при прогреве охлаждающей жидкости до 75 °С.

Свечи накаливания подразделяются на штифтовые с нагреваемой спиралью и керамические.

В штифтовой свече штифт накаливания герметично запрессовывается в корпус, обеспечивая хорошее газовое уплотнение. Штифт состоит из термостойкого стержня накаливания, внутри которого находится спиральная нить накаливания.

В керамической свече накаливания нагревательный стержень состоит из изолирующего защитного керамического слоя и внутреннего керамического нагревательного элемента, заменяющего собой нагревательную и регулировочную спираль обычных металлических свечей накаливания.

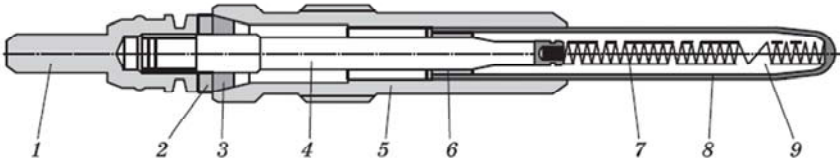


Рис. 16.3. Штифтовая свеча накала:

- 1 – штекер подачи электрического напряжения; 2 – изолирующая шайба;
 3 – двойное уплотнение; 4 – стержень; 5 – корпус;
 6 – уплотнение защитной оболочки; 7 – нагревательная спираль;
 8 – трубка накаливания; 9 – наполнитель

Керамические свечи накаливания в течение 2 с достигают температуры примерно 1000 °С, что обеспечивает такой же быстрый пуск двигателя, как у бензинового ДВС, без присущей дизельным двигателям «раскачки».

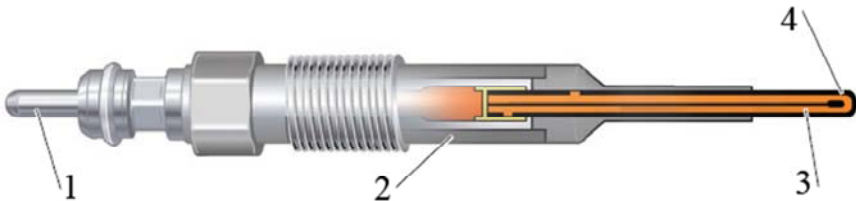


Рис. 16.4. Керамическая свеча накаливания:

- 1 – соединительный контакт; 2 – корпус свечи;
 3 – керамический нагревательный элемент;
 4 – защитный керамический слой

Основными преимуществами керамических свечей накаливания являются лучшая работа в условиях холодного пуска за счет более высокой температуры предварительного и последующего накаливания при тех же напряжениях, меньшая токсичность отработавших газов благодаря более высокой температуре накаливания и больший срок службы.

В настоящее время отдельные производители в свечи накаливания вставляют датчики давления для корректировки процесса сгорания.

Порядок выполнения работы

1. На тракторах, разрезных двигателях и по плакатам изучить устройство и работу системы запуска двигателя и ее частей.
2. Изучить принцип работы и устройство предпускового подогревателя.
3. Изучить принцип работы и устройство свечей накаливания.

Содержание отчета

1. Схема предпускового подогревателя ДВС.

Контрольные вопросы

1. Назначение системы запуска ДВС.
2. Способы запуска ДВС.
3. Средства, облегчающие запуск двигателя.
4. Назначение и устройство свечей накаливания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров, В. А. Автотранспортные средства : учебное пособие / В. А. Александров, Н. Р. Шоль. – СПб. : Лань П, 2016. – 336 с.
2. Конструкции многоцелевых гусеничных и колесных машин : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. И. Гладов [и др.]; под ред. Г. И. Гладова. – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.
3. Основы конструкции современного автомобиля : учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. М. Иванов [и др.] – М. : ООО «Издательство «За рулем», 2012. – 336 с.: ил.
4. Тракторы и автомобили : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / В. М. Шарипов [и др.]; под общ. ред. В. М. Шарипова. – М. : Издательский дом «Спектр», 2010. – 351 с.: ил.
5. Бескаравайный, М. И. Устройство автомобиля просто и понятно для всех / М. И. Бескаравайный. – М.: Эксмо, 2008. – 64 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1. Общее устройство автомобилей и специальных машин.....	4
Лабораторная работа № 2. Общее устройство, принцип работы и основные параметры поршневых ДВС.....	6
Лабораторная работа № 3. Рабочие циклы ДВС.....	9
Лабораторная работа № 4. Кривошипно-шатунный механизм.....	13
Лабораторная работа № 5. Газораспределительный механизм.....	16
Лабораторная работа № 6. Система охлаждения ДВС.....	21
Лабораторная работа № 7. Система смазки ДВС.....	25
Лабораторная работа № 8. Система питания дизельных ДВС топливом.....	29
Лабораторная работа № 9. Топливные насосы высокого давления дизельных ДВС.....	34
Лабораторная работа № 10. Форсунки дизельных ДВС.....	40
Лабораторная работа № 11. Система питания бензиновых ДВС.....	46
Лабораторная работа № 12. Регуляторы частоты вращения коленвала ДВС.....	51
Лабораторная работа № 13. Система питания двигателя воздухом.....	59
Лабораторная работа № 14. Система выпуска отработавших газов ДВС.....	62
Лабораторная работа № 15. Системы наддува воздуха в ДВС.....	65
Лабораторная работа № 16. Система запуска ДВС.....	70
Литература.....	75

Учебное издание

АВТОМОБИЛИ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Практикум

для обучающихся по специальности

1-37 01 04 «Многоцелевые гусеничные и колесные машины»

Составители:

ПОВАРЕХО Александр Сергеевич

РАДЧЕНКО Павел Викторович

Редактор *Е. В. Герасименко*

Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 08.10.2021. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 4,48. Уч.-изд. л. 3,50. Тираж 100. Заказ 1009.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.