

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ.
ПРАКТИКУМ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по аграрному техническому образованию
в качестве учебно-методического пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальности 1-74 06 01
«Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства»*

В четырех частях

Часть 1

Минск
БГАТУ
2023

УДК 629.3(075)

ББК 39.34я7

T65

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *Г. И. Гедроить* (лаб. работы 1–17),
кандидат технических наук, доцент *А. Ф. Безручко* (лаб. работы 10, 11, 14),
кандидат технических наук, доцент *И. И. Бондаренко* (лаб. работы 4, 5, 9),
кандидат технических наук, доцент *Л. Г. Сапун* (лаб. работы 1–3),
кандидат технических наук, доцент *В. Г. Костенич* (лаб. работы 6–8),
кандидат технических наук, доцент *А. В. Захаров* (лаб. работы 1, 3),
кандидат технических наук, доцент *Н. И. Зезетко* (лаб. работы 11, 14, 15),
В. В. Михалков (лаб. работы 12, 13, 16),
С. В. Занемонский (лаб. работы 4, 9, 15),
А. Г. Белевич (лаб. работа 17)

Рецензенты:

кафедра «Тракторы» Белорусского национального технического университета
(доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой *В. П. Бойков*);
кандидат технических наук, заместитель начальника УКЭР-1
ОАО «Минский тракторный завод» *В. Г. Ермаленок*

Тракторы и автомобили. Практикум : учебно-методическое пособие : в 4 ч. /
Т65 Г. И. Гедроить [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – Ч. 1. – 196 с.
ISBN 978-985-25-0197-2.

Предназначено для выполнения лабораторных работ по учебной дисциплине «Тракторы и автомобили». Включает лабораторные работы по изучению конструкции, оценке технического состояния, регулировкам, операциям по сборке и разборке, возможным неисправностям механизмов и систем двигателей, электрооборудования тракторов и автомобилей. К каждой работе даны контрольные вопросы для проверки усвоения изученного материала.

Для студентов учреждений высшего образования. Может быть использовано учащимися учреждений среднего специального образования, преподавателями и слушателями курсов повышения квалификации.

УДК 629.3(075)

ББК 39.34я7

ISBN 978-985-25-0197-2 (ч. 1)

ISBN 978-985-25-0196-5

© БГАТУ, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Лабораторная работа № 1. Изучение конструкции узлов и деталей, основных операций по сборке и разборке кривошипно-шатунного механизма двигателя.....	6
Лабораторная работа № 2. Изучение конструкции узлов и деталей, регулировок, основных операций по сборке и разборке газораспределительного механизма двигателя.....	17
Лабораторная работа № 3. Изучение конструкции узлов и деталей, регулировки, основные операции по обслуживанию, сборке и разборке систем охлаждения двигателя.....	27
Лабораторная работа № 4. Изучение конструкции узлов и деталей, основных операций по обслуживанию системы смазки двигателей.....	34
Лабораторная работа № 5. Изучение конструкции узлов и деталей, основных неисправностей и операций по обслуживанию систем питания дизельных двигателей.....	46
Лабораторная работа № 6. Изучение конструкции узлов и деталей, основных операций по сборке и разборке топливных насосов высокого давления дизелей. Установка ТНВД на двигатель.....	57
Лабораторная работа № 7. Изучение конструкции узлов и деталей всережимного регулятора. Регулировки ТНВД.....	68
Лабораторная работа № 8. Изучение конструкции узлов и деталей, основных регулировок и операций по обслуживанию систем питания карбюраторных двигателей, систем питания на сжиженном и сжатом газе.....	78
Лабораторная работа № 9. Изучение конструкции узлов и деталей, работы аккумуляторных топливных систем дизельных двигателей, систем впрыска бензина.....	92
Лабораторная работа № 10. Изучение конструкции аккумуляторных батарей, возможные неисправности, правила эксплуатации.....	107
Лабораторная работа № 11. Изучение конструкции узлов и деталей, оценка технического состояния и регулировки генераторных установок.....	118

Лабораторная работа № 12. Изучение конструкции узлов и деталей, оценка технического состояния контактных систем зажигания.	
Установка зажигания.....	128
Лабораторная работа № 13. Изучение конструкции узлов и деталей, принцип работы и оценка технического состояния бесконтактных систем зажигания, систем управления двигателями	140
Лабораторная работа № 14. Изучение конструкции узлов и деталей, оценка технического состояния стартеров	148
Лабораторная работа № 15. Изучение конструкции агрегатов и работы систем электрического пуска двигателей, средств облегчения пуска двигателей.....	156
Лабораторная работа № 16. Изучение конструкции агрегатов, оценка технического состояния и регулировки систем освещения и световой сигнализации, контрольно-измерительных приборов	170
Лабораторная работа № 17. Изучение общих схем электрооборудования тракторов и автомобилей, вспомогательного электрического оборудования	184
Список литературы.....	195

ВВЕДЕНИЕ

Конструкции тракторов и автомобилей постоянно совершенствуются. Развитие тракторов и автомобилей идет в направлении повышения их агроэкологических, технико-экономических и эргономических свойств. Современные тракторы характеризуются сложностью конструкции, высокой мощностью. Все шире в конструкции тракторов используют гидропривод, в системах управления – автоматику и электронику, во встроенных системах диагностирования – микропроцессорную технику. Более сложная и технически совершенная техника требует и более квалифицированного технического обслуживания и ремонта.

Специалисты сельского хозяйства должны уметь не только организовать работу техники, но и рационально выбирать режимы работы, обеспечивающие высокую производительность и качество выполняемых работ, экономить энергетические ресурсы и снижать затраты на эксплуатацию техники.

Цель учебно-методического пособия – обеспечить студентов материалами, необходимыми для качественного выполнения лабораторных работ.

Каждая лабораторная работа содержит цель работы, информацию о материальном обеспечении, порядке выполнения, общие сведения по изучаемой теме, содержание отчета и контрольные вопросы.

Выполнение лабораторных работ позволяет закрепить теоретические знания по конструкции двигателей и электрооборудования тракторов и автомобилей, работе их агрегатов, основным регулировкам и неисправностям, что способствует развитию соответствующих компетенций.

Изучение конструкции двигателей и электрооборудования производится на базе современных моделей тракторов «Беларус», автомобилей МАЗ, зарубежных агрегатов, используемых на них.

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, ОСНОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПО СБОРКЕ И РАЗБОРКЕ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучить конструкцию, принцип работы агрегатов и узлов кривошипно-шатунного механизма двигателя, порядок сборки и разборки двигателей, возможные неисправности и способы их устранения.

Материальное обеспечение: двигатели Д-243, -245, -260, детали и узлы механизмов двигателя, методические указания, комплект плакатов, набор инструментов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, конструкцию, принцип работы кривошипно-шатунного механизма двигателя.
2. На рабочих местах произвести частичную разборку и сборку кривошипно-шатунного механизма, изучить порядок затяжки резьбовых соединений деталей двигателя, рекомендуемые усилия.
3. Изучить характерные метки на деталях кривошипно-шатунного механизма, места их нанесения, использование их при сборке кривошипно-шатунного механизма.
4. Проанализировать возможные неисправности двигателя, связанные с кривошипно-шатунным механизмом, определить способы их устранения.
5. Оформить отчет.

Общие сведения

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) двигателя внутреннего сгорания (ДВС) участвует в совершении рабочего цикла двигателя и преобразует возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. Элементы кривошипно-шатунного механизма условно можно разделить на две группы: неподвижные и подвижные.

К неподвижным элементам механизма относятся: блок цилиндров, головка цилиндров, гильзы цилиндров, картер (поддон), которые образуют остов двигателя.

Подвижные элементы механизма: поршни с кольцами и поршневыми пальцами, шатуны с подшипниками, коленчатый вал с маховиком и гасители крутильных колебаний.

Блок цилиндров и головка цилиндров двигателей Д-243, Д-245, Д-260 представляют собой чугунную отливку и являются основными корпусными деталями двигателя. Общий вид двигателя Д-260 представлен на рис. 1.1.

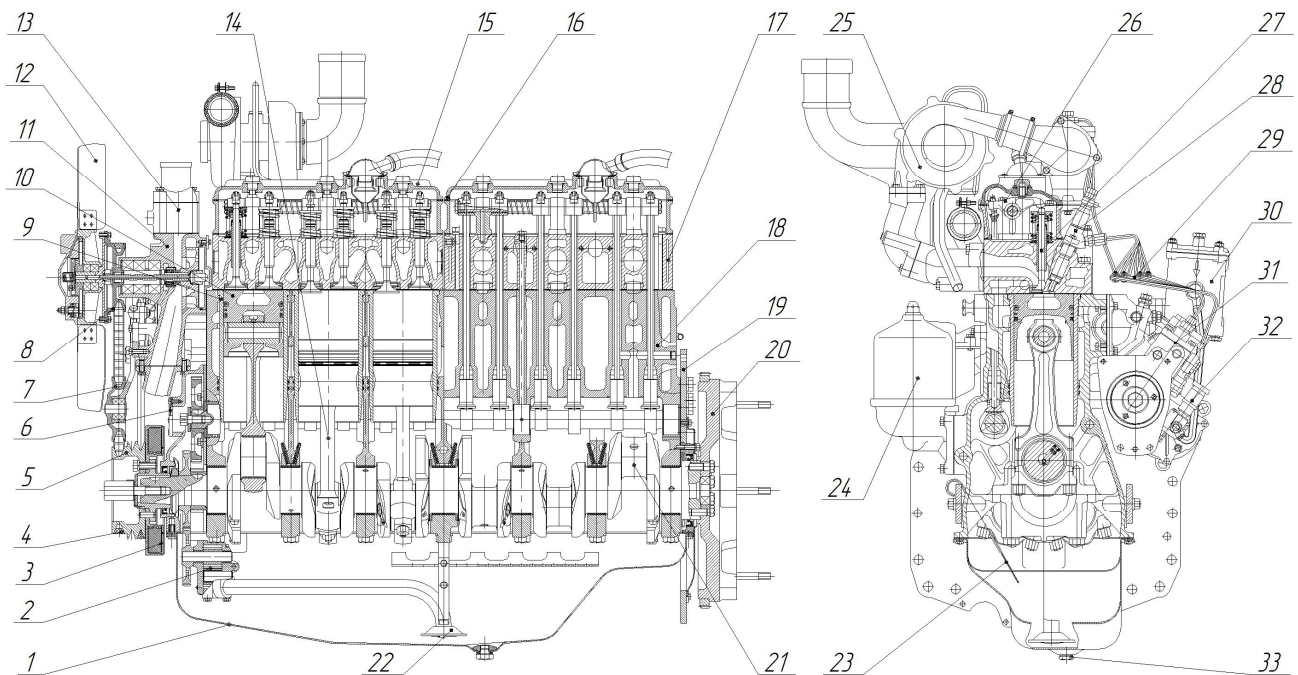


Рис. 1.1. Двигатель Д-260:

- 1 – поддон масляный; 2 – насос масляный; 3 – гаситель крутильных колебаний;
 4 – ремень вентилятора; 5 – шкив коленчатого вала; 6 – крышка шестерен распределения;
 7 – шкив натяжной; 8 – шкив генератора; 9 – гильза цилиндров; 10 – поршень; 11 – насос водяной;
 12 – вентилятор; 13 – корпус термостатов; 14 – шатун; 15 – колпак;
 16 – крышка головки цилиндров; 17 – головка цилиндров; 18 – блок цилиндров; 19 – лист задний;
 20 – маховик; 21 – вал коленчатый; 22 – маслоприемник; 23 – щуп масляный;
 24 – фильтр центробежный масляный; 25 – турбокомпрессор; 26 – коромысло;
 27 – клапан газораспределительного механизма; 28 – форсунка;
 29 – топливопроводы высокого давления; 30 – фильтр тонкой очистки топлива (ФТО);
 31 – насос топливный высокого давления; 32 – насос топливоподкачивающий;
 33 – пробка сливная (моторное масло)

Внутри и снаружи блока цилиндров размещены детали кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, а также систем двигателя. Снизу блок цилиндров закрыт стальным штампованным поддоном с уплотняющей прокладкой, который служит резервуаром для масла. Поддоны могут изготавливаться литыми из чугуна или алюминия.

Конструкция головки цилиндров зависит от способа смесеобразования и типа камеры сгорания. Головку цилиндров крепят к блоку цилиндров болтами, которые затягивают динамометрическим ключом. Сверху на головку цилиндров устанавливают клапанный механизм и крышку, закрывающуюся колпаком.

Для отвода тепла головки имеют полости, в которых циркулирует охлаждающая жидкость. На двигателе Д-260 устанавливают две головки цилиндров (одна головка, крышка и колпак на три цилиндра) с герметизацией газового стыка с помощью одной прокладки. Прокладка изготовлена из безасбестового материала с металлической окантовкой отверстий в зоне камер сгорания, повышающей упругость, прочность и надежность прокладки.

Двигатели Д-262S2 комплектуются прокладками, которые изготовлены из специально профилированных слоев пружинной стали с эластомерным покрытием. Данная прокладка оптимально распределяет усилия прижима. Почти все усилие болтов приходится на участки уплотнения камер сгорания, и лишь небольшая его часть – на уплотнение охлаждающих и масляных каналов.

Гильзы цилиндров вместе с поршнем и головкой цилиндров образуют объем, в котором совершается рабочий цикл двигателя. Внутренние боковые стенки цилиндра одновременно служат направляющими поршня при его возвратно-поступательном движении. Поэтому внутреннюю рабочую поверхность цилиндра – зеркало – тщательно обрабатывают (ее овальность и конусность должны быть не более 0,02 мм), чтобы обеспечить легкость движения поршня и плотное прилегание его к цилиндру.

Конструкция гильзы цилиндров определяется способом охлаждения. В двигателях Д-243, -245, -260 применяют мокрые гильзы, омываемые охлаждающей жидкостью с наружной поверхности. Толщина стенок мокрых гильз составляет 6,0–8,0 мм. Материал – литье из легированных чугунов. Мокрая вставная гильза имеет опорный буртик (рис. 1.2), который опирается на основание цилиндрической выемки в верхней плоскости блока цилиндров 1.

В нижней расточке блока цилиндров выполнены две канавки, в которые закладываются уплотнительные кольца 2. Применение вставных гильз позволяет увеличить срок службы блока цилиндров (в результате замены изношенных гильз), а также упрощает его изготовление.

Поршень служит для восприятия давления газов и подачи его через поршневой палец и шатун на кривошип коленчатого вала. В поршне различают днище, уплотняющую и направляющую части. В днище поршня, изготовленного из алюминиевого сплава, выполнена камера сгорания, которая у двигателей тракторов «Беларус» имеет тороидальную камеру с узкой горловиной.

На боковой наружной поверхности уплотняющей части поршня выполнены канавки, в которые устанавливают поршневые кольца, служащие для предотвращения прорыва газов в картер двигателя и препятствующие проникновению масла из картера двигателя внутрь цилиндров. В поршне двигателя Д-243 выполнены три канавки (две – под компрессионные кольца и одно –

под маслосъемное). В качестве материала для поршневых колец применяют высокопрочный чугун с добавками легирующих компонентов (хрома, никеля, молибдена, вольфрама), повышающими жаропрочность материала колец до 340 °С.

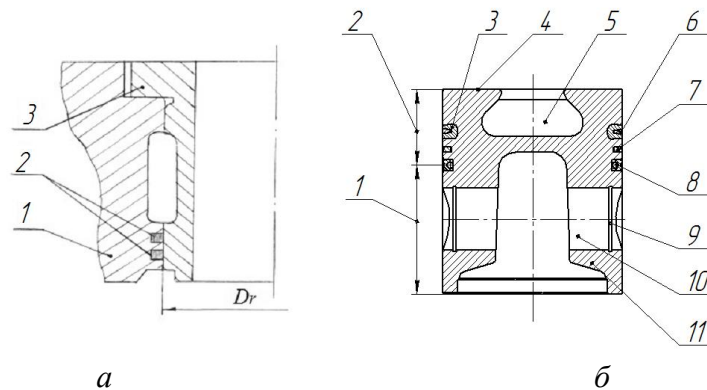


Рис. 1.2. Гильза цилиндров и поршень двигателей Д-243, Д-245, Д-260:

а – схема установки гильзы: 1 – блок цилиндров; 2 – кольца цилиндров уплотнительные; 3 – буртик гильзы цилиндров опорный;

б – схема установки поршневых колец: 1 – часть направляющая (юбка); 2 – часть уплотняющая (головка); 3 – вставка нирезистовая (нирезист – чугун, легированный никелем); 4 – днище; 5 – камера сгорания тороидальная; 6 – кольцо верхнее трапецеидальное компрессионное; 7 – кольцо нижнее конусное компрессионное; 8 – кольцо маслосъемное с расширителем; 9 – канавка под стопорное кольцо; 10 – отверстие для поршневого пальца; 11 – бобышка

Разрез в кольце называют замком. Форма замка может быть прямоугольной, косой и ступенчатой. Величина зазора в замке составляет 0,05–1,10 мм в рабочем состоянии. Угол скоса косого замка – в пределах 30°–45°.

Чтобы кольца свободно пружинили, их устанавливают в канавках поршня по высоте с зазором 0,045–0,230 мм. При установке кольца на поршень замки должны находиться на равных расстояниях один от другого (через 90°–120°), чтобы не образовывался сплошной канал для газов. В двигателе Д-243 применяют верхнее компрессионное кольцо с бочкообразной рабочей поверхностью и два компрессионных конусных кольца.

В зоне контакта маслосъемного кольца и цилиндра должна сохраняться масляная пленка толщиной 0,003–0,012 мм. Для этого в двигателях Д-243, -260 применяют чугунные монолитные кольца коробчатого типа с цилиндрическим пружинным расширителем. Такие кольца характеризуются высокой гибкостью и равномерным распределением давления по высоте кольца. Между рабочими поясками такого кольца имеется канавка для сбора масла, которое отводится через дренажное отверстие в поршне.

В бобышках поршня расточены отверстия под поршневой палец, который служит для шарнирного соединения поршня с шатуном. Поршневой палец

полюй, изготовлен из хромоникелевой стали. Осевое перемещение пальца в бо-
бышках поршня ограничивается стопорными кольцами. Наружная поверхность
пальца подвергается цементации с последующей закалкой и полировкой.

Шатун шарнирно соединяет поршень с коленчатым валом и передает уси-
лие от поршня коленчатому валу в такте расширения и в обратном направлении
при вспомогательных тактах. Шатун выполнен из высококачественной легиро-
ванной ковanej стали, стержень имеет двутавровое сечение. Различают три конст-
руктивных элемента шатуна: верхнюю (поршневую) головку, стержень и
нижнюю (кривошипную) разъемную головку, закрепленную на шатунной шей-
ке коленчатого вала. В верхнюю головку шатуна запрессована биметаллическая
втулка. Рабочая поверхность втулки упрочнена импульсной накаткой. Расточка
нижней головки шатуна под вкладыши производится в сборе с крышкой.
Поэтому менять крышки шатунов не допускается. Шатун и крышка имеют одина-
ковые номера, набитые на их поверхностях. Кроме того, шатуны имеют весовые
группы по массе верхней и нижней головок. Обозначение группы по массе нано-
сится на торцевую поверхность верхней головки шатуна. На двигателе устанавли-
ваются шатуны одной группы.

Шатунные подшипники (вкладыши) скольжения тонкостенные, изготов-
ленные из биметаллической полосы, сталеалюминиевые. Для предотвращения
осевых смещений и проворачивания, на одной из кромок вкладыша отгибается
фиксирующий выступ в специальную пазовую канавку в кривошипной головке
шатуна и крышке. Общая толщина шатунных вкладышей составляет 2,5–3,0 мм
при толщине антифрикционного слоя 0,3–0,7 мм. В качестве антифрикционных
материалов применяют алюминиевые высокооловянистые сплавы. В двигателях
используют вкладыши коренных и шатунных подшипников двух размеров в со-
ответствии с номиналом шеек коленчатого вала. Для ремонта двигателей преду-
смотрены четыре ремонтных размера вкладышей.

Коленчатый вал двигателей (Д-243, -245) изготовлен из высокоуглеро-
дистой легированной стали, имеет пять коренных и четыре шатунные шейки.
Для уменьшения нагрузок на подшипники от сил инерции на первой, четвертой,
пятой и восьмой щеках коленчатого вала установлены съемные противовесы.
Коленчатый вал Д-260 имеет семь коренных и шесть шатунных шеек; съемные
противовесы установлены на первой, шестой, седьмой и двенадцатой щеках.
Коленчатый вал Д-262S2, -263S2 откован совместно с восемью противовесами.
Увеличение количества противовесов на новом валу положительно сказывается
на разгрузке коренных подшипников. Более рациональная форма противовесов и
щеки коленчатого вала позволяет сократить его массу при сохранении прочности.

Рабочие поверхности указанного вала (шатунные и коренные шейки, поверхность под упорные полукольца, поверхности под рабочие кромки манжет) подвергнуты закалке токами высокой частоты (ТВЧ).

Для осевой фиксации коленчатого вала применяют четыре упорных полукольца, которые в двигателях Д-243, -245 устанавливают по торцам пятой коренной шейки. Осевой люфт коленчатого вала двигателей Д-243, -245, -260 составляет 0,050–0,289 мм. Для подвода масла к коренным и шатунным подшипникам, шейки коленчатого вала соединены каналами в щеках.

Впереди и сзади коленчатый вал уплотняется манжетами. На передний конец вала устанавливаются: шестерня привода механизма газораспределения и топливного насоса высокого давления (ТНВД), шестерня привода масляного насоса, шкив привода водяного насоса и генератора. На задний фланец вала крепится маховик, который предназначен для повышения равномерности работы двигателя и вывода поршней из верхних мертвых точек. Маховик представляет собой чугунный диск, на наружную поверхность которого напрессовывают стальной зубчатый венец с целью вращения коленчатого вала электростартером или пусковым двигателем.

Схема кривошипно-шатунного механизма двигателя Д-243 представлена на рис. 1.3.

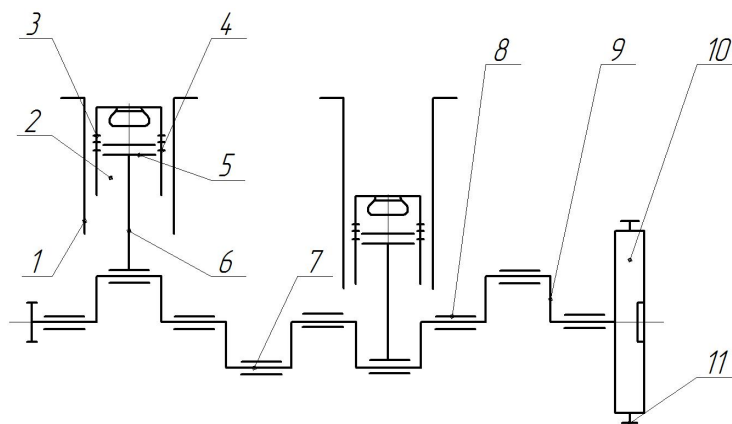


Рис. 1.3. Схема кривошипно-шатунного механизма двигателя Д-243:

- 1 – гильза цилиндров; 2 – поршень; 3 – кольца компрессионные; 4 – кольцо маслосъемное;
5 – палец поршневой; 6 – шатун; 7 – шейка коленчатого вала шатунная;
8 – шейка коленчатого вала коренная; 9 – щека; 10 – маховик; 11 – венец маховика зубчатый

Гаситель крутильных колебаний (демпфер) применяют для гашения колебаний при любой частоте вращения двигателя. В двигателях Д-260 применяется жидкостной демпфер. Он представляет собой стальной герметичный корпус с крышкой, внутри которого с зазором 0,10–0,24 мм размещен инерционный диск. Через отверстие в крышке гаситель заполняют вязкой жидкостью (полиметилсилоксаном).

При вращении коленчатого вала энергия крутильных колебаний переходит в работу сил трения в тонком слое вязкой жидкости, находящейся между внутренними стенками корпуса и свободно расположенным в корпусе инерционным диском, т. е. происходит поглощение и последующее рассеяние энергии крутильных колебаний.

Технические характеристики двигателей, устанавливаемых на тракторах «Беларус», приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Технические характеристики двигателей

Параметр	Модель двигателя					
	Д-243	Д-260.2	Д-260.1S2	Д-262.1S2	Deutz TCD 2013	Caterpillar C9
Базовая модель трактора	Беларус-82.1	Беларус-1223	Беларус-1523.3	Амкодор-5300	Беларус-3022	Беларус-3522
Мощность номинальная, кВт (л. с.)	59,6 (77)	100 (130)	114 (158)	220,6 (300)	261 (354)	268 (364)
Число цилиндров	4	6				
Рабочий объем цилиндров, л	4,75	7,12	7,12	7,98	7,146	8,8
Порядок работы двигателя	1-3-4-2	1-5-3-6-2-4				
Диаметр цилиндров, мм	110				108	112
Ход поршня, мм	125				130	149
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	2200	2100			2200	2100
Максимальное значение крутящего момента, Н·м	305	500	659	1320	1498	1694
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	226	233	208	230	235	243
Степень сжатия	16	15	16	17	18,1	16,1

Технические характеристики двигателей, устанавливаемых на автомобилях МАЗ, приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Технические характеристики автомобилей МАЗ и устанавливаемых на них двигателей

Параметр	Марка автомобиля				
	МАЗ-4371	МАЗ-5340С3	МАЗ-4571N2	МАЗ-555025	МАЗ-6501С9
Тип автомобиля	Бортовой		Самосвал		
Колесная формула	4×2		4×2		6×4
Грузоподъемность, кг	4600	10 730	4200	11 700	19 500
Тип платформы	Прямобортная; тентованная		Прямобортная; без надставных бортов или с ними	П-образная	П-, U-образная или зерновоз
Модель двигателя	WP4.1NQ190	ЯМЗ-53623	Д-245.35Е5 (с системой SCR)	WP7.270Е51	ЯМЗ-653
Экологический стандарт	Евро-5				
Номинальная мощность, кВт (л. с.)	136 (185)	175 (238)	125 (170)	199 (270)	310 (422)
Число и расположение цилиндров	4-рядное	6-рядное	4-рядное	6-рядное	
Рабочий объем цилиндров, л	4,08	6,65	4,75	7,47	11,12
Порядок работы двигателя	1-3-4-2	1-5-3-6-2-4	1-3-4-2	1-5-3-6-2-4	
Диаметр/ход поршня, мм	105/118	105/128	110/125	108/136	123/156
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	2600	2300	2200	2100	1900
Максимальное значение крутящего момента, Н·м	680	1044	680	1160	2000
Минимальный удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	195	195	210	205	190
Степень сжатия	18	17,5	17	18	16,4
Масса, кг	400	640	480	700	970

В зависимости от модели и года выпуска на автомобили и автобусы МАЗ могут быть установлены двигатели белорусского производства Минского моторного завода или зарубежные модели Mercedes-Benz, Deutz, MAN (Германия), Ярославского моторного завода, Тутаевского моторного завода (РФ), Cummins (США), Weichai Power (китайское или совместное белорусско-китайское производство) и др.

Основные операции по разборке и сборке кривошипно-шатунного механизма, основные усилия затяжки узлов и деталей

Двигатель Д-260. Поршни в сборе с шатунами при разборке двигателя вынимаются только вверх. При замене цилиндрико-поршневой группы (ЦПГ) гильза устанавливается в блок цилиндров по двум центрирующим поясам: верхнему и нижнему. В верхнем поясе гильза закрепляется буртиком, в нижнем – уплотняется двумя резиновыми кольцами, размещенными в канавках блока цилиндров.

Гильзы цилиндров по внутреннему диаметру и поршни по наружному диаметру юбки сортируются на три размерные группы (Б, С, М). Обозначение групп наносится на конус гильзы и на днище поршня (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Размерные группы гильз и поршней двигателя

Маркировка группы	Диаметр гильзы, мм	Диаметр юбки поршня, мм
Б	$110^{+0,06}_{+0,04}$	$110^{-0,05}_{-0,07}$
С	$110^{+0,04}_{+0,02}$	$110^{-0,07}_{-0,09}$
М	$110^{+0,02}$	$110^{-0,09}_{-0,11}$

В комплект на один дизель подбираются поршни, шатуны и поршневые пальцы одинаковой весовой группы. Разновес шатунов в комплекте с поршнями не должен превышать 30 г. Размерные группы поршней по массе наносятся на днище поршня.

На нижней разъемной головке шатуна ставятся метки спаренности шатуна с крышкой (на их поверхности набивают одинаковые номера). Менять крышки шатуна не допускается.

Кроме того, шатуны имеют весовые группы по массе верхней и нижней головок. Обозначение группы по массе наносится на торцевой поверхности верхней головки шатуна.

Коренные и шатунные шейки и вкладыши подшипников коленчатого вала изготавливаются двух номинальных размеров (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Размерные группы коленчатого вала двигателя

Обозначение номинала вкладышей	Диаметр шейки вала, мм	
	коренной	шатунной
1Н	$85,25^{-0,085}_{-0,104}$	$73,00^{-0,100}_{-0,119}$
2Н	$85,00^{-0,085}_{-0,104}$	$72,75^{-0,100}_{-0,119}$

Коленчатые валы, шатунные и коренные шейки, изготовленные по размеру второго номинала, имеют на первой щеке дополнительное обозначение: 2К – коренные шейки второго номинала; 2Ш – шатунные шейки второго номинала; 2КШ – коренные и шатунные шейки второго номинала. Головка блока цилиндров двигателя Д-260 и схема затяжки болтов крепления приведены на рис. 1.4.

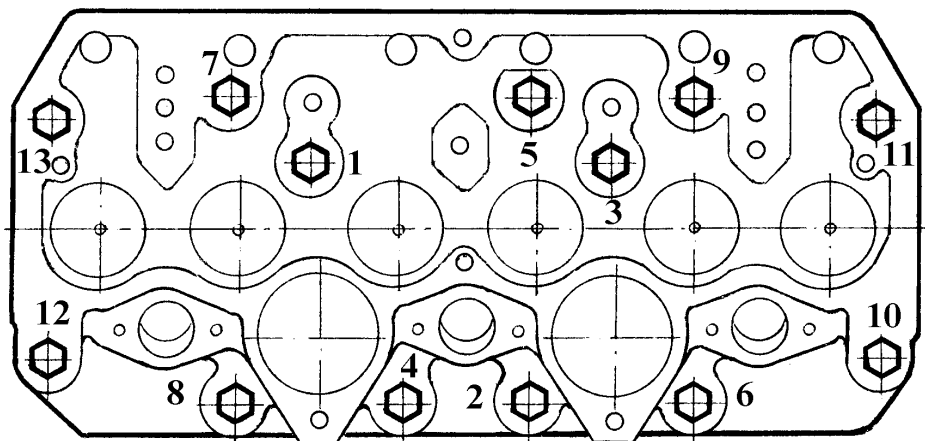


Рис. 1.4. Схема последовательности затяжки болтов крепления головки цилиндров

Момент затяжки резьбовых соединений деталей кривошипно-шатунного механизма приведен в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Момент затяжки резьбовых соединений

Резьбовое соединение	Момент затяжки, Н·м
1. Болты крепления головки цилиндров	270
2. Болты коренных подшипников	220–240
3. Гайки болтов шатунных подшипников	100–120
4. Болты крепления маховика	160–180
5. Болты крепления противовеса	120–140

Основные неисправности двигателей, связанные с КШМ

При эксплуатации КШМ возможно попадание масла в камеру сгорания в результате износа поршневых колец, поршней, гильз цилиндров. Стуки и шумы в двигателе возникают в результате увеличения зазора между сопряженными деталями (шейками коленчатого вала и вкладышами подшипников).

Кроме стука характерными признаками увеличения зазоров между шейками коленчатого вала и вкладышами может быть падение давления в смазочной системе. Если зазор больше допустимого, то вкладыши необходимо

заменить. Предельные значения зазоров между вкладышами и шейками коленчатого вала, а также гильзами цилиндров и поршнями указаны в руководствах по эксплуатации соответствующих двигателей.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения об основных элементах кривошипно-шатунного механизма двигателя (подвижные и неподвижные).
3. Материал, из которого изготовлены блок цилиндров, головка цилиндров, коленчатый вал, поршень и др. (по заданию преподавателя).
4. Перечень основных деталей с элементами резьбовых соединений, подлежащих затяжке.
5. Таблица основных показателей и регулировочных данных кривошипно-шатунных механизмов двигателей (табл. 1.6).

Таблица 1.6

Основные показатели и регулировочные данные КШМ двигателей

Показатели	Д-243	Д-260
1. Число коренных (шатунных) подшипников		
2. Порядок работы цилиндров		
3. Тип гильзы цилиндра		
4. Число колец на поршне: – компрессионных; – маслосъемных		
5. Допустимый зазор, мм: – в шатунных подшипниках; – в коренных подшипниках		
6. Момент затяжки, Н·м: – головки цилиндров; – болтов коренных подшипников; – гаек болтов шатунных подшипников		

Контрольные вопросы и задания

1. Для чего предназначен кривошипно-шатунный механизм?
2. Из каких основных элементов состоит КШМ двигателя?
3. Укажите элементы коленчатого вала, объясните назначение противовесов.
4. Какие детали установлены на переднем и заднем концах коленвала?
5. Для чего предназначены компрессионные и маслосъемные кольца поршня?
6. Укажите основные возможные неисправности кривошипно-шатунного механизма, характерные признаки и способы их устранения.

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, РЕГУЛИРОВОК, ОСНОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПО СБОРКЕ И РАЗБОРКЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучить конструкцию, работу основных узлов и деталей газораспределительного механизма, основные регулировки, возможные неисправности и способы их устранения.

Материальное обеспечение: двигатели Д-243, -245, -260, тракторы «Беларус-1223», «Беларус-1523», «Беларус-3022», узлы и детали газораспределительного механизма, методические указания, комплект плакатов, набор инструментов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, конструкцию газораспределительного механизма двигателя.
2. На рабочих местах определить место установки основных деталей газораспределительного механизма, их взаимное размещение и связь с другими узлами, основные операции по демонтажу (монтажу).
3. Изучить основные регулировки газораспределительного механизма и порядок их выполнения.
4. Проанализировать возможные неисправности газораспределительного механизма и способы их устранения.
5. Оформить отчет.

Общие сведения

Механизм газораспределения предназначен для своевременного впуска в цилиндр свежего заряда и выпуска отработавших газов.

В двигателях тракторов «Беларус» применяется газораспределительный механизм с верхним расположением клапанов. К основным деталям механизма (рис. 2.1) двигателей Д-243, -245, -260 относятся распределительные шестерни 1, 13, 14, 15 и распределительный вал 2, толкатели 3, штанги 4, регулировочные винты с гайками 5, коромысла 7, клапаны 11, тарелки 8 с сухарями, пружины 9 направляющих втулок, уплотнительных манжет.

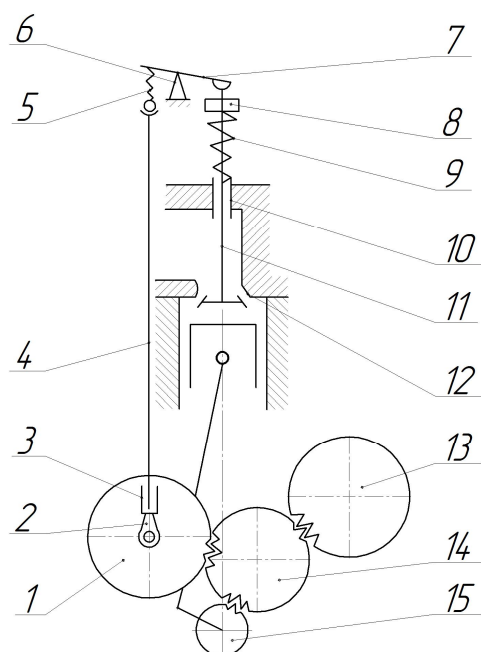


Рис. 2.1. Схема газораспределительного механизма двигателей Д-243, Д-245, Д-260:
 1 – шестерня распределительного вала; 2 – кулачок распределительного вала; 3 – толкатель;
 4 – штанга; 5 – регулировочный винт; 6 – стойка с осью коромысла; 7 – коромысло;
 8 – тарелка пружины клапана; 9 – пружина клапана; 10 – направляющая втулка; 11 – клапан;
 12 – седло (гнездо) клапана; 13 – шестерня привода топливного насоса;
 14 – промежуточная шестерня; 15 – распределительная шестерня коленчатого вала

Через шестерню 15, установленную на носке коленчатого вала, вращение передается к шестерне привода распределительного вала 1. Направление вращения распределительного вала и вала топливного насоса совпадает с направлением вращения коленчатого вала. Поэтому между шестернями этих валов устанавливают дополнительно промежуточную шестерню 14. Распределительный вал (рис. 2.2) служит для управления клапанами с помощью кулачков 1.

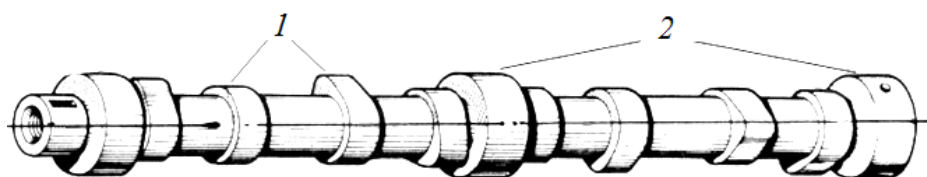


Рис. 2.2. Распределительный вал двигателей Д-243, Д-245:
 1 – кулачки (8 эл.); 2 – опорные шейки (3 эл.)

Каждый кулачок воздействует через привод (толкатель, штангу и т. д.) на один клапан – впускной или выпускной. Кулачки изготовлены с валом как единое целое и расположены на нем в определенном порядке, под разными углами в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Профиль кулачков должен обеспечить работу двигателя с принятыми фазами газораспределения.

В двигателе Д-262S2 примененный профиль выпускного кулачка позволяет снизить содержание окислов азота в отработавших газах за счет уменьшения продолжительности фазы выпуска. Распределительный вал устанавливают в блоке цилиндров в неразъемные подшипники. В качестве подшипников применяют запрессованные в блок цилиндров втулки, залитые антифрикционным сплавом. Распределительные валы изготавливают из углеродистой и легированных сталей (Сталь 45, Сталь 40Х). Опорные шейки, кулачки распределительного вала термически обрабатывают и шлифуют.

При сборке распределительный вал вставляют с торца двигателя, поэтому диаметры опорных шеек последовательно имеют меньшие диаметры.

Толкатели передают движение от кулачков распределительного вала к штангам. Толкатели двигателя Д-262S2 стальные, имеют сферические доньшки с наплавкой специальным чугуном. Кулачки распределительного вала изготовлены с небольшим уклоном, что позволяет толкателям в процессе работы совершать вращательное движение. Штанги толкателей изготовлены из стального прутка. Сферическая часть, входящая внутрь толкателя, и чашка штанги закалены токами высокой частоты. Коромысло клапанов – стальной рычаг с двумя плечами различной длины. В резьбовое отверстие короткого плеча ввернут винт, с помощью которого регулируют зазор между бойком коромысла и стержнем клапана.

Рабочую поверхность бойка шлифуют и термически обрабатывают. В средней части коромысла выполнено отверстие с запрессованной втулкой. Оно необходимо для установки коромысла на оси. В двигателях Д-243, Д-245 ось коромысла полая, установлена в четырех стойках, имеет восемь радиальных отверстий для смазки коромысла. В двигателях Д-260, имеющих две головки цилиндров, предусмотрены две оси, каждая из которых установлена на трех стойках. Стойки крепятся к головке цилиндров шпильками и гайками. Перемещение коромысел вдоль оси ограничивается распорными пружинами.

Впускные и выпускные клапаны воспринимают высокую температуру воспламенения смеси воздуха и топлива, повышенные механические и термические напряжения. При ходе поршня к нижней мертвой точке (НМТ) через открытый впускной клапан в цилиндр поступает заряд воздуха. После закрытия впускного клапана и движения поршня к верхней мертвой точке (ВМТ) происходит сжатие воздуха, при этом температура воздуха резко возрастает.

В конце такта сжатия в цилиндр через форсунку под большим давлением впрыскивается топливо. При впрыскивании топливо мелко распыляется, перемешиваясь с горячим воздухом в цилиндре, и испаряется, образуя топливовоздушную смесь. Воспламенение смеси осуществляется в результате высокого сжатия воздуха до температуры самовоспламенения.

Впрыск топлива, во избежание преждевременной вспышки, начинается только в конце сжатия. После сгорания топливозвоздушной смеси следует процесс расширения и очистки цилиндров от продуктов сгорания через выпускной клапан. Поэтому впускные и выпускные клапаны изготовлены из жаропрочной легированной стали, которая сохраняет механические свойства при высокой температуре и в условиях повышенного трения, обладает антикоррозионными свойствами.

Клапан (рис. 2.3) состоит из головки 2 и стержня 1. Переход от стержня к головке выполняется большим радиусом, увеличивающим жесткость головки и предотвращающим коробление фаски при нагреве клапана. Фаска 3 головки клапана предназначена для плотного закрытия гнезда в головке цилиндров. Угол фасок впускных и выпускных клапанов составляет 45° . Высота цилиндрического пояска 4 составляет 2,0 мм, что позволяет сохранять основной диаметр клапана d_k при ремонтной перешлифовке фаски 3, увеличивает жесткость головки и предохраняет кромки фаски от обгорания. Каждый клапан закрывается под действием двух пружин: наружной и внутренней, которые воздействуют на клапан через тарелку и сухари.

Головки цилиндров имеют вставные седла клапанов, изготовленные из жаропрочного и износостойкого сплава, которые фиксируются за счет натяга при запрессовке. Через седла отводится основная теплота от клапана (60 %–80 %).

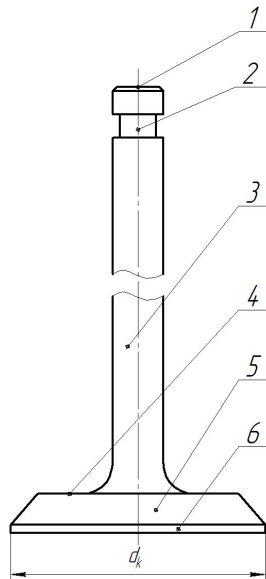


Рис. 2.3. Клапан двигателя Д-243, Д-245, Д-260:

1 – торец клапана; 2 – канавка под сухари; 3 – стержень; 4 – тарелка; 5 – фаска;
6 – цилиндрический поясок

Направляющие втулки обеспечивают осевое перемещение клапанов и посадку в седла без перекосов. Втулки двигателей Д-243 изготавливают спеканием из хромистой или хромоникелевой керамики с последующим сульфидированием

и графитизацией. Направляющие втулки клапанов двигателей Д-262S2, Д-262.1S2 изготовлены из металлокерамики методом порошковой металлургии, что позволяет снизить износ рабочей поверхности.

Уплотнительные манжеты, установленные на направляющие втулки клапанов, исключают попадание масла в цилиндры и выпускной коллектор двигателя через зазоры между стержнями клапанов и направляющими втулок.

При выполнении наибольшей работы в заданном объеме цилиндра его необходимо максимально заполнить воздухом или горючей смесью. Увеличение продолжительности открытия впускного клапана способствует лучшему наполнению цилиндра двигателя. В связи с этим в автотракторных двигателях впускной клапан открывается на 10° – 25° раньше (по углу поворота коленчатого вала), чем поршень достигает ВМТ, а закрывается на 40° – 70° позже прихода в НМТ.

Увеличение периода открытия выпускного клапана обеспечивает лучшую очистку цилиндра от отработавших газов и, следовательно, лучшее наполнение его воздухом или горючей смесью. Выпускной клапан открывается за 50° – 60° до прихода поршня в НМТ, а закрывается через 20° – 40° после ВМТ.

Моменты открытия и закрытия клапанов зависят от профиля кулачков распределительного вала, установки его по отношению к коленчатому валу и зазоров между торцами клапанов и бойками коромысел.

Диаграмма фаз газораспределения – это круговая диаграмма, на которой показаны периоды между моментами (фазами) открытия или закрытия клапанов, выраженные в градусах поворота коленчатого вала (рис. 2.4).

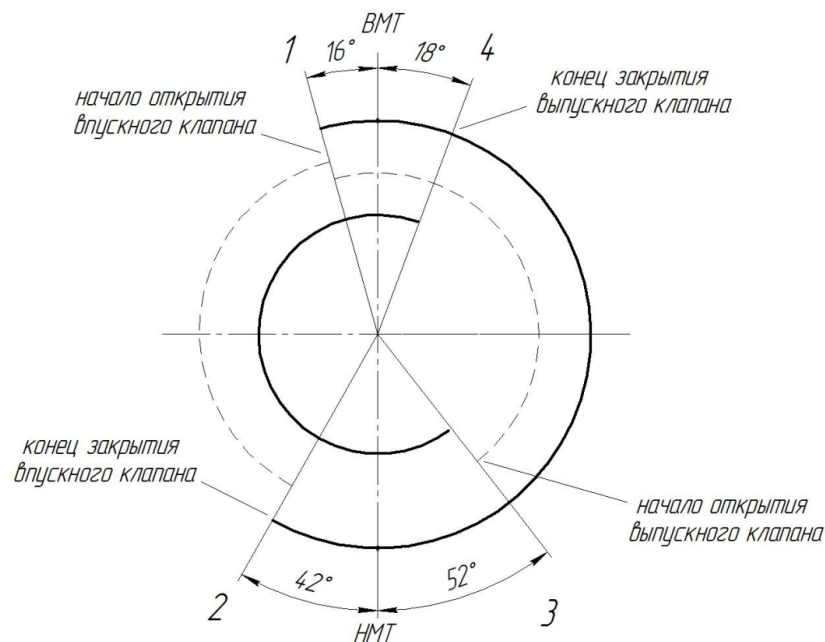


Рис. 2.4. Диаграмма фаз газораспределения двигателей Д-245, Д-260 и их модификаций:

- 1 – начало открытия впускного клапана; 2 – закрытие впускного клапана;
- 3 – открытие выпускного клапана; 4 – закрытие выпускного клапана

Перекрытие клапанов – период, когда впускной и выпускной клапаны открыты одновременно. Значение угла перекрытия для двигателей Д-245, Д-260 составляет 34° . При перекрытии клапанов создаются хорошие условия для очистки цилиндров от отработавших газов, а утечка заряда с отработавшими газами незначительна вследствие небольшого промежутка времени перекрытия и малых проходных сечений в этот период.

Наиболее оптимальную диаграмму газораспределения для каждого двигателя определяют экспериментально. Даже при небольших отклонениях от принятой диаграммы газораспределения значительно снижаются мощностные и экологические показатели двигателя.

Чтобы правильно установить периоды между моментами открытия и закрытия клапанов двигателя, необходимо: промежуточную шестерню 2 установить так, чтобы метка II была против метки I на зубчатом колесе 3 распределительного вала, а метка III приходилась против метки IV распределительной шестерни 1 коленчатого вала (рис. 2.5).

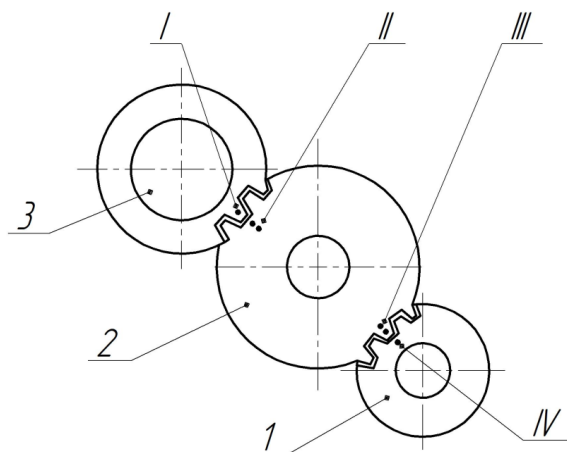


Рис. 2.5. Схема установки механизма газораспределения двигателей Д-243, Д-245, Д-260 и их модификаций:
1 – шестерня коленчатого вала; 2 – промежуточная шестерня;
3 – шестерня распределительного вала

Основные регулировки механизма газораспределения

Проверку и регулировку зазоров между клапанами и коромыслами производят через 500 ч работы после проверки затяжки болтов крепления головок цилиндров, или при необходимости, на непрогретом двигателе (температура воды и масла должна быть не больше 60°C).

Значения зазоров между торцами стержней клапанов и бойками коромысел должны соответствовать значениям, указанным в табл. 2.1.

Зазоры в газораспределительном механизме двигателей, мм

Впускной клапан	Выпускной клапан			
Все двигатели	Д-243	Д-245	Д-260	Д-262S2
$0,25^{+0,05}_{-0,10}$	$0,25^{+0,01}_{-0,05}$	$0,45_{-0,05}$	$0,45_{-0,05}$	$0,65^{+0,05}_{-0,10}$

При появлении стука клапанов регулировку двигателя Д-243 нужно проводить в следующей последовательности:

- снять колпак крышки головки цилиндров и проверить крепление стоек оси коромысел;

- провернуть коленчатый вал до момента перекрытия клапанов в первом цилиндре (впускной клапан первого цилиндра начинает открываться, а выпускной заканчивает закрываться) и отрегулировать зазоры в четвертом, шестом, седьмом и восьмом клапанах, затем повернуть коленчатый вал на один оборот, установив перекрытие в четвертом цилиндре, и отрегулировать зазоры в первом, втором, третьем и пятом клапанах.

Для регулировки зазора отпустить контргайку 3 винта на коромысле регулируемого клапана в соответствии с рис. 2.6. Проворачивая винт 2, установить зазор по щупу 1 между бойком коромысла и торцом стержня клапана.

Последовательность регулировки двигателя Д-260:

- снять колпаки крышек головок цилиндров и проверить затяжку болтов и гаек крепления стоек осей коромысел;

- провернуть коленчатый вал до момента перекрытия клапанов в первом цилиндре (впускной клапан первого цилиндра начинает открываться, а выпускной заканчивает закрываться);

- отрегулировать зазоры в третьем, пятом, седьмом, десятом, одиннадцатом и двенадцатом клапанах (считая от вентилятора), затем провернуть коленчатый вал на один оборот, установив перекрытие в шестом цилиндре, и отрегулировать зазоры в первом, втором, четвертом, шестом, восьмом и девятом клапанах. Для регулировки зазора отпустить контргайку 2 регулировочного винта 1 и, поворачивая винт, установить между торцом коромысла и торцом стержня клапана необходимый зазор по щупу 3. После установки зазора затянуть контргайку и проверить зазор щупом;

- по окончании регулировки зазора в клапанах установить на место колпаки крышек головок цилиндров.

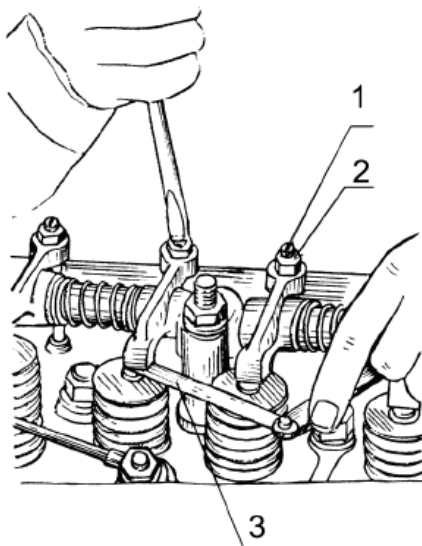


Рис. 2.6. Регулировка зазора в клапанах двигателя Д-260:
1 – регулировочный винт; 2 – контргайка; 3 – щуп

Регулировка зазора в клапанах двигателя DEUTZ TCD 2013 производится в соответствии с табл. 2.2 и рис. 2.7:

- 1 операция – установить 1-й цилиндр на перекрытие, настроить 6-й цилиндр;
- 2 операция – установить 5-й цилиндр на перекрытие, настроить 2-й цилиндр;
- 3 операция – установить 3-й цилиндр на перекрытие, настроить 4-й цилиндр;
- 4 операция – установить 6-й цилиндр на перекрытие, настроить 1-й цилиндр;
- 5 операция – установить 2-й цилиндр на перекрытие, настроить 5-й цилиндр;
- 6 операция – установить 4-й цилиндр на перекрытие, настроить 3-й цилиндр.

Таблица 2.2

Порядок настройки клапанов

Последовательность расположения цилиндров (от маховика)	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
Порядок работы	1 – 5 – 3 – 6 – 2 – 4
Настройка	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ 6 2 4 1 5 3

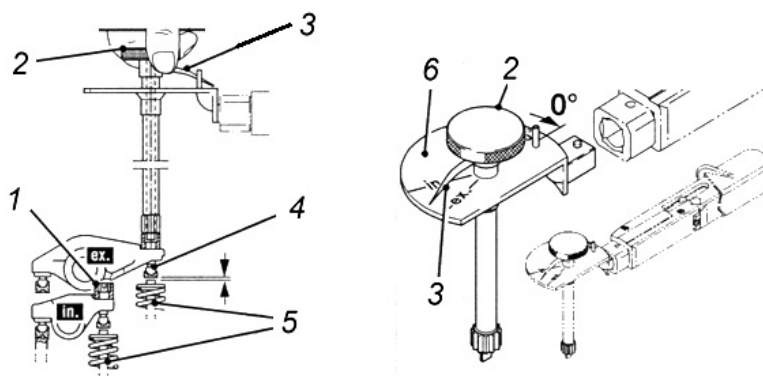


Рис. 2.7. Регулировка зазора в клапанах двигателя DEUTZ TCD 2013

Перекрытие клапанов означает, что выпускные клапаны еще не закрыты, а впускные клапаны начали открываться.

Порядок регулировки зазора в клапанах двигателя:

- снять колпак привода клапанов 5;
- наложить приспособление на крепежные винты и повернуть коленчатый вал до тех пор, пока клапаны не будут пересекаться;
- отрегулировать зазор в клапанах, для чего ослабить все контргайки 1, отвинтить назад регулировочные винты 4 на один поворот против часовой стрелки;
- на настраиваемом клапане подвинтить регулировочный винт 4 по часовой стрелке так, чтобы не было зазора – это значит, что на клапан 5 не должно действовать давление;
- установить стрелку 3 на отвертке 2 на измерительной пластине 6 на значение «0», при этом больше не вращая отвертку;
- удерживать измерительную пластину 6 точно в данном положении и при помощи отвертки 2 повернуть регулировочный винт 4 против часовой стрелки до тех пор, пока стрелка 3 не будет находиться на отметке впускных или выпускных клапанов;
- удерживать положение отвертки 2 точно в данной позиции и прочно затянуть 4 контргайки (20 Н·м) с помощью ключа с внутренним зацеплением;
- установить колпак привода клапанов и затянуть винты с усилием 9 Н·м.

Возможные неисправности газораспределительного механизма

При работе газораспределительного механизма может нарушаться плотность посадки клапанов и увеличиваться осевое смещение распределительного вала. Причины нарушения плотности посадки клапанов в гнезда: изменение зазоров между торцами стержней клапанов и бойками коромысел; заедание стержней клапанов в направляющих втулках; нагар на фасках клапанов и седлах гнезд; потеря упругости или поломка клапанных пружин.

При увеличении зазора между торцами клапанов и бойками коромысел клапан открывается не полностью, что ухудшает очистку цилиндра от отработавших газов и наполнение его свежим зарядом. Это вызывает снижение мощности и экономичности двигателя, возникает стук в клапанном механизме.

При уменьшении зазора клапан садится в седло неплотно, что вызывает утечку газов и обгорание посадочных поверхностей клапана и седла. В результате этих неисправностей увеличивается расход топлива и перегрев двигателя.

В табл. 2.3 приведены операции по устранению нагара фасок клапанов и седел гнезд.

Таблица 2.3

Порядок устранения нагара клапанов

Возможные неисправности	Операции по устранению	Оборудование, материал
Нагар на фасках клапанов, седлах гнезд	1. Снять головку блока цилиндров, отвернуть болты крепления стоек, оси коромысел и демонтировать ось коромысел с пружинами и коромыслами. 2. Рассухарить клапаны, снять тарелки пружин клапана, пружины клапана, с втулки направляющей клапана снять уплотнительную манжету. 3. Произвести притирку клапанов. На фаски клапанов или на фаски гнезд головки цилиндров нанести состав. 4. После притирки клапаны и головку промыть	1. Станок ОПР-1841А или стенд ОР-6687М. 2. Карбида М40 – 10 %. 3. Микрокорунд М20 – 9 %. 4. Электрокорунд зернистый М14 – 87 %. 5. Парафин – 13 %

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения об основных элементах газораспределительного механизма.
3. Перечень основных регулировок механизма газораспределения.
4. Порядок регулировки зазора между клапаном и коромыслом для заданного преподавателем двигателя.
5. Перечень технологических операций по устранению нагара на фасках клапанов и седлах гнезд.

Контрольные вопросы и задания

1. Укажите назначение механизма газораспределения.
2. Из каких основных элементов состоит механизм газораспределения?
3. Как приводится во вращение распределительный вал механизма газораспределения?
4. Из какого материала изготавливаются клапан и его основные элементы?
5. Поясните, что называется диаграммой фаз газораспределения. Укажите значения углов перекрытия клапанов.
6. Приведите последовательность операций при регулировке зазора между клапанами и коромыслом.
7. Назовите величину зазора между бойком коромысла и торцом стержня впускного клапана двигателей Д-243, Д-260.

Лабораторная работа № 3

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, РЕГУЛИРОВКИ, ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ, СБОРКЕ И РАЗБОРКЕ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучить назначение, конструкцию, принцип работы систем охлаждения, порядок основных регулировок, возможные неисправности и способы их устранения.

Материальное обеспечение: двигатели Д-243, Д-245, Д-260, детали и узлы систем охлаждения двигателей, комплект плакатов, методические указания, набор инструментов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, общее устройство системы охлаждения, принцип работы.
2. На рабочих местах определить места установки основных узлов системы охлаждения, их взаимное размещение и связь.
3. Изучить основные регулировки системы охлаждения и порядок их выполнения.
4. Выявить возможные неисправности и способы их устранения.
5. Оформить отчет.

Общие сведения

Средняя температура газов в течение рабочего цикла двигателя составляет $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $900\text{ }^{\circ}\text{C}$. Но не вся теплота, выделяемая при сгорании топлива, преобразуется в полезную работу. Часть теплоты передается деталям двигателя, вследствие чего они нагреваются. Это приводит к уменьшению зазоров в подвижных соединениях, нарушению процессов смесеобразования, преждевременному воспламенению рабочей смеси и, как следствие, уменьшению прочности деталей.

Существует определенное оптимальное температурное состояние двигателя. Температура охлаждающей жидкости в системе охлаждения должна поддерживаться в пределах $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $95\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для этой цели применяют систему охлаждения двигателей.

Система охлаждения – это совокупность устройств, обеспечивающих отвод тепла от нагретых деталей двигателя и поддерживающих температурный режим, требуемый для его нормальной работы.

В зависимости от способа организации теплообмена между элементами двигателя и окружающей средой различают системы с промежуточным теплоносителем – циркуляционные системы жидкостного охлаждения и без промежуточного теплоносителя – системы воздушного охлаждения.

В автотракторных двигателях Д-243, Д-245, Д-260 применяется жидкостная, закрытого типа, с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости система охлаждения.

В качестве охлаждающей жидкости используют жидкости с низкой температурой замерзания. Охлаждающие жидкости двигателей тракторов «Беларус-1221» представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Марки охлаждающих жидкостей двигателей тракторов «Беларус-1221»

Наименование и обозначение жидкости				Объем жидкости, л	Периодичность смены
Основные	Дублирующие	Резервные	Зарубежные		
ОЖ-40 или ОЖ-45 ГОСТ 28084–89	Тосол А40М ТУ6-02-751-86 или ОЖ-65 «Лена» ТУ113-07-02-88	Пресная вода с содержанием антифриза не менее 10 % при температуре окружающего воздуха 0 °С и выше	AL-3-Sorts-735 (Англия) MIL-F-5559 (BS-3150) (США)	33,5 ± 0,5	Один раз в два года

Объем системы охлаждения для тракторов «Беларус-82.1», «Беларус-3022» составляет соответственно 19,5 и 46,0 л.

Система охлаждения двигателя Д-245

Схема системы охлаждения двигателя Д-245 представлена на рис. 3.1. Температура охлаждающей жидкости поддерживается в пределах от 85 °С до 95 °С с принудительной циркуляцией от водяного насоса 6 и вентилятора 4.

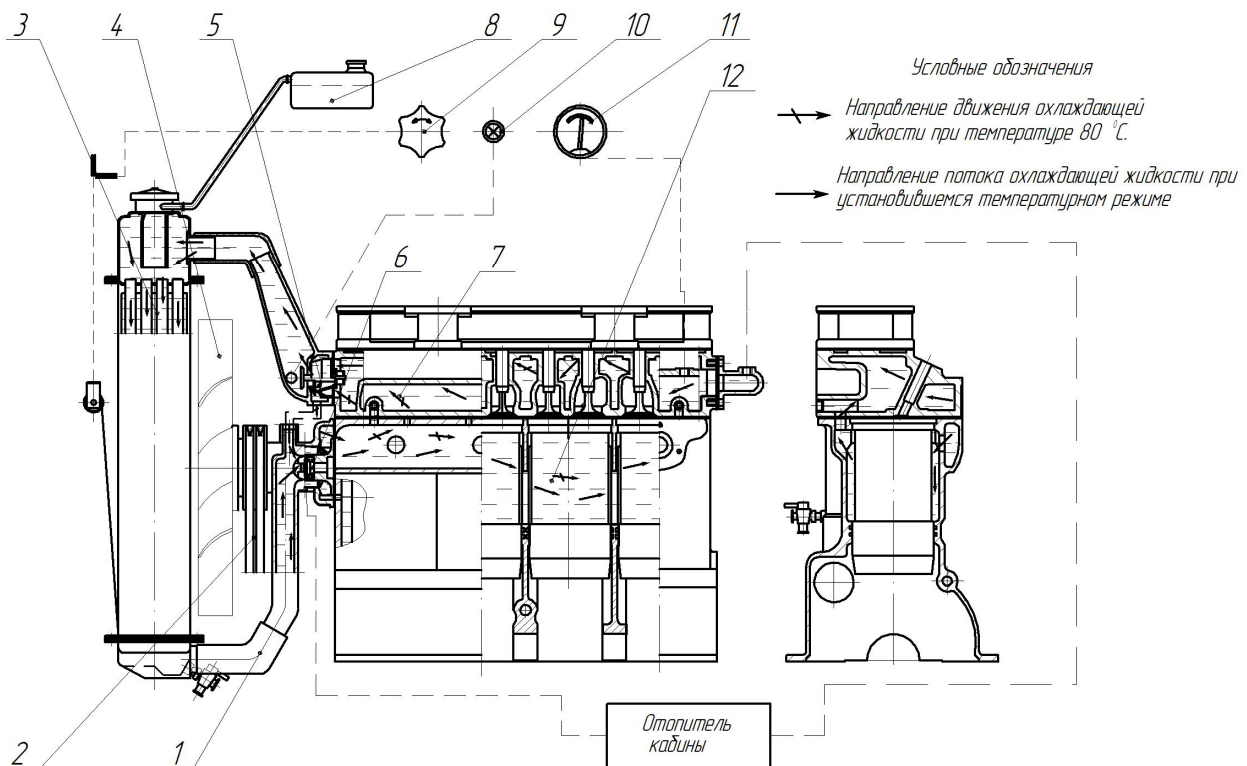


Рис. 3.1. Схема системы охлаждения двигателя Д-245:

- 1 – нижний патрубок радиатора; 2 – ремень привода водяного насоса; 3 – радиатор; 4 – вентилятор; 5 – термостат; 6 – водяной насос; 7 – рубашка охлаждения головки цилиндров; 8 – расширительный бачок; 9 – ручка управления шторкой радиатора; 10 – световой сигнализатор аварийной температуры охлаждающей жидкости; 11 – указатель температуры охлаждающей жидкости; 12 – рубашка охлаждения блока цилиндров

Насос центробежного типа приводится во вращение от коленчатого вала через ременной привод 2.

Система охлаждения состоит из рубашки 12 охлаждения блока цилиндров и рубашки 7 охлаждения головки цилиндров, радиатора 3, вентилятора 4, термостата 5, соединительных патрубков, расширительного бачка 8, светового сигнализатора аварийной температуры охлаждающей жидкости 10, указателя температуры охлаждающей жидкости 11.

Рубашка 12 охлаждения блока цилиндров соединена с рубашкой 7 охлаждения головки цилиндров отверстиями в прокладке между головкой и блоком цилиндров.

Регулирование оптимального теплового режима автоматически поддерживается работой термостатов, а также изменением количества воздуха, проходящего через радиатор системы охлаждения. В зависимости от температурного режима двигателя охлаждающая жидкость может циркулировать по двум путям: по большому замкнутому кругу при открытом клапане термостата

(двигатель – радиатор – прогретый двигатель) или по малому кругу, минуя радиатор (двигатель непрогретый, а клапан термостата закрыт). Направление движения охлаждающей жидкости показано на рис. 3.1.

Клапан-термостат двигателя Д-243 (рис. 3.2) работает следующим образом: при температуре охлаждающей жидкости ниже 70 °С основной клапан 3 термостата закрыт, тем самым перекрывается подача охлаждающей жидкости к радиатору, а перепускной клапан 7 открыт, и охлаждающая жидкость направляется к центробежному насосу; так происходит нагрев двигателя.

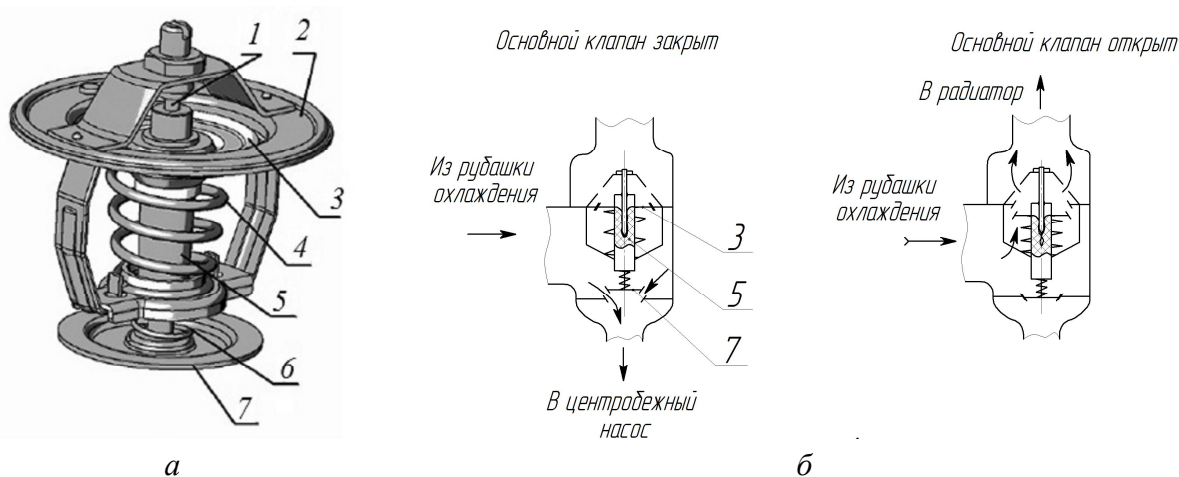


Рис. 3.2. Клапан-термостат двигателя Д-243:

а – общий вид; *б* – схема работы;

1 – поршень; 2 – корпус термостата; 3 – клапан основной; 4 – пружина клапана; 5 – термосиловой датчик; 6 – пружина перепускного клапана; 7 – клапан перепускной

При увеличении температуры охлаждающей жидкости выше 70 °С (температура открытия основного клапана) термосиловой датчик 5, выдавливая иглу и преодолевая сопротивление пружины основного клапана, открывает основной клапан 3, и одновременно происходит закрытие перепускного клапана 7. Тем самым открывается подача охлаждающей жидкости к радиатору и уменьшается подачи жидкости по водоотводной трубке к центробежному насосу. Полное открытие основного клапана 3 и закрытие перепускного клапана 7 происходит при температуре охлаждающей жидкости 85 °С.

Режимы работы вентилятора

Вентилятор имеет два режима работы: автоматический и принудительный. Автоматический режим обеспечивается муфтой вязкостного трения (рис. 3.3), управляемой термочувствительным элементом. Температура охлаждающей жидкости поддерживается в пределах 80 °С–95 °С, гайка 5 стопора 4 завернута до упора.

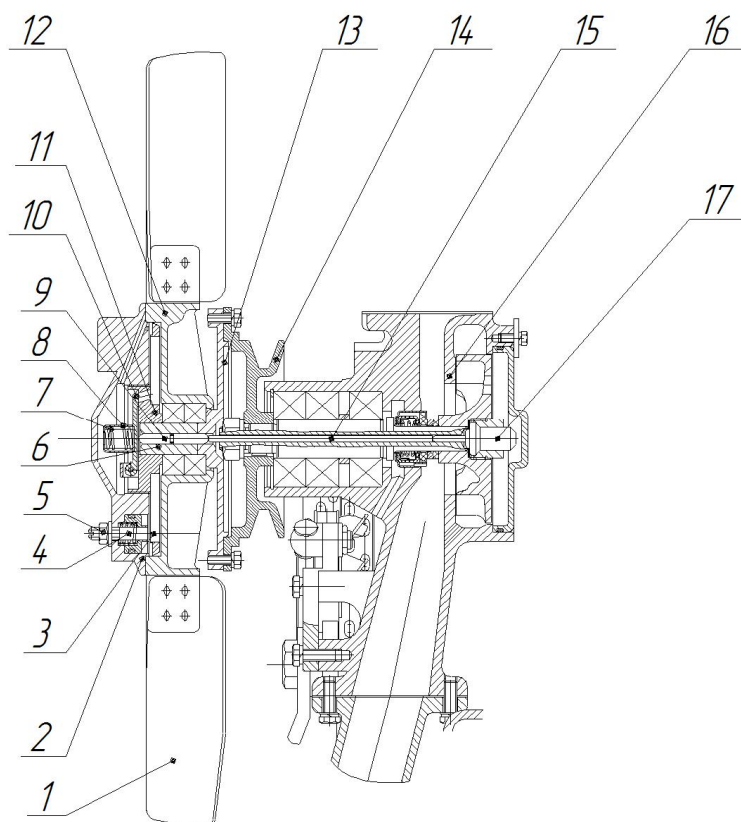


Рис. 3.3. Водяной насос с вязкостной муфтой (вискомуфтой):

- 1 – лопасть вентилятора; 2 – крышка ведомая; 3 – отверстие для стопорения; 4 – стопор;
 5 – гайка стопора; 6 – хвостовик; 7 – пружина возвратная; 8 – обойма; 9 – толкатель;
 10 – клапан; 11 – диск ведущий; 12 – диск ведомый; 13 – вал привода;
 14 – шкив водяного насоса; 15 – шток; 16 – водяной насос; 17 – термостатный датчик

Работа автоматически управляемого вентилятора осуществляется следующим образом. При температуре охлаждающей жидкости ниже $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ возвратная пружина 7 удерживает клапан 10 в закрытом положении, вязкая жидкость перетекает в резервную полость муфты, ведущий 11 и ведомый 12 диски вращаются с зазором между собой, что обеспечивает выключение вентилятора, при этом частота вращения вентилятора должна быть не более 1500 мин^{-1} .

При температуре охлаждающей жидкости выше $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ термочувствительный элемент через шток 15 и толкатель 9, преодолевая усилие возвратной пружины 7, открывает клапан 10. Вязкая жидкость через отверстие в ведущем диске 11 перетекает в рабочую полость, заполняет зазор между ведущим 11 и ведомым 12 дисками, в результате чего происходит сцепление этих дисков и вентилятор включается.

Чтобы перейти на принудительный режим, при котором вентилятор включен постоянно, необходимо гайку 5 стопора отвернуть на 4-5 оборотов (5,0 мм) и повернуть рукой вентилятор до момента утопания стопора в отверстие ведущего диска.

Регулировка натяжения ремня вентилятора двигателя Д-245

Натяжение ремня вентилятора считается оптимальным, если прогиб их на ветви «шкив коленчатого вала – шкив генератора» находится в пределах от 12,0 до 17,0 мм при нажатии на него с усилием 40 Н (рис. 3.4).

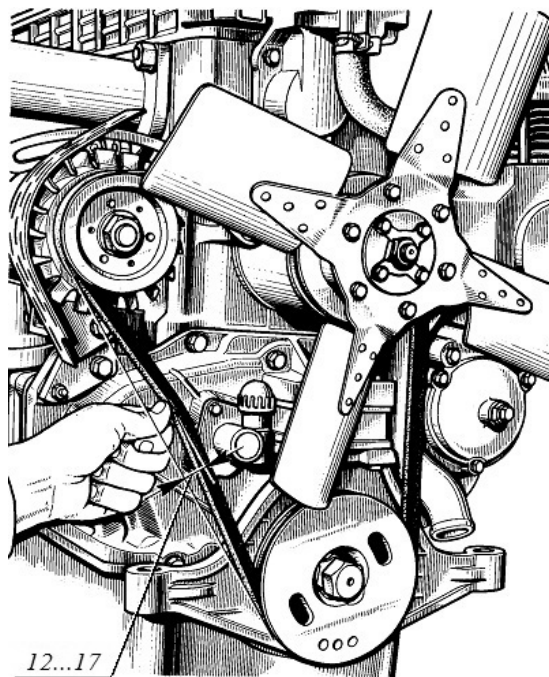


Рис. 3.4. Регулировка натяжения ремня вентилятора двигателя Д-245

Для регулировки натяжения ремня ослабить крепление генератора. Поворотом корпуса генератора отрегулировать натяжение ремня. Затянуть болт крепления планки и гайки болтов крепления генератора.

Промывка системы охлаждения

Промывка системы охлаждения проводится через каждые 2000 ч работы двигателя раствором из 50–60 г кальцинированной соды на 1 л воды.

Порядок проведения промывки системы охлаждения:

- залить в радиатор 2 л керосина и заполнить систему приготовленным раствором;
- запустить двигатель и проработать от 8 до 10 ч, после чего слить раствор и промыть систему охлаждения чистой водой.

Возможные неисправности системы охлаждения

Внешним признаком неисправности системы охлаждения является перегрев двигателя. Причинами перегрева могут быть: недостаточный уровень охлаждающей жидкости в системе; проскальзывание, слабое натяжение или обрыв

ремней привода вентилятора; загрязнение, износ сердцевины радиатора; ослабление затяжки гайки шкива вентилятора; неполное открытие основного клапана термостата; отложение накипи на внутренних поверхностях трубок сердцевины радиатора и рубашки охлаждения двигателя. Температуру охлаждающей жидкости в системе контролируют по дистанционному термометру и световому сигнализатору.

В табл. 3.2 приведены неисправности насоса системы охлаждения.

Таблица 3.2

Возможные причины и указания по устранению неисправностей водяного насоса

Неисправность	Возможные причины	Устранение неисправностей
Течь охлаждающей жидкости	Износ контактирующих поверхностей торцового уплотнения	Заменить сальник и кольцо упорное
	Износ подшипникового узла	Заменить подшипники
Вибрация насоса, повышенный шум	Износ подшипникового узла	Заменить подшипники
Отсутствует циркуляция охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя	Проворачивание крыльчатки на валу насоса	Заменить крыльчатку и (или) вал насоса

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о системе охлаждения двигателей.
3. Назначение и принцип работы: термостата, вентилятора, водяного насоса.
4. Перечень основных регулировок системы охлаждения. Порядок регулировки ремней вентилятора.
5. Перечень основных неисправностей, возникающих при эксплуатации водяного насоса.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначена система охлаждения?
2. Какие охлаждающие жидкости применяются в системе охлаждения ДВС?
3. Из каких основных элементов состоит система охлаждения?
4. С какой целью охлаждающая жидкость циркулирует по малому и большому контуру?
5. Какая рабочая температура охлаждающей жидкости?
6. Чем отличаются автоматический и принудительный режимы работы?

Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, ОСНОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучить назначение, конструкцию, работу систем смазки двигателей, порядок основных регулировок, возможные неисправности и способы их устранения.

Материальное обеспечение: двигатели Д-243, Д-245, Д-260, детали и узлы системы смазки двигателей, комплект плакатов, методические указания, набор инструментов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, общее устройство системы смазки, принцип работы.
2. На рабочих местах определить места установки основных узлов системы смазки.
3. Изучить основные операции по обслуживанию систем смазки в процессе эксплуатации.
4. Проанализировать возможные неисправности и способы их устранения.
5. Оформить отчет.

Общие сведения

Назначение системы смазки ДВС заключается в снижении трения в сопряженных деталях двигателя, охлаждении трущихся деталей и удалении продуктов износа из зоны трения. Кроме того, масло предохраняет детали двигателя от коррозии и улучшает уплотнение компрессионными кольцами внутрицилиндрового пространства.

Исходя из основного назначения систем смазки, они должны обеспечивать надежный подвод масла на всех режимах работы двигателей ко всем трущимся деталям двигателя, работу двигателей и их агрегатов в различных условиях окружающей среды и на всех эксплуатационных режимах, длительную работу масла и малый его расход. Кроме того, они должны быть компактными, простыми и нетрудоемкими в обслуживании, иметь невысокую стоимость.

Так как масло обладает большой вязкостью, а системы маслопроводов сильно разветвлены и оказывают большое сопротивление, то для прокачивания

требуемого количества масла необходимо создание избыточного давления. Для автотракторных двигателей его значение в главной масляной магистрали составляет преимущественно 0,2–0,5 МПа.

Принцип работы системы смазки двигателей внутреннего сгорания

В основу работы комбинированной системы смазки различных двигателей положена одна и та же принципиальная схема (рис. 4.1).

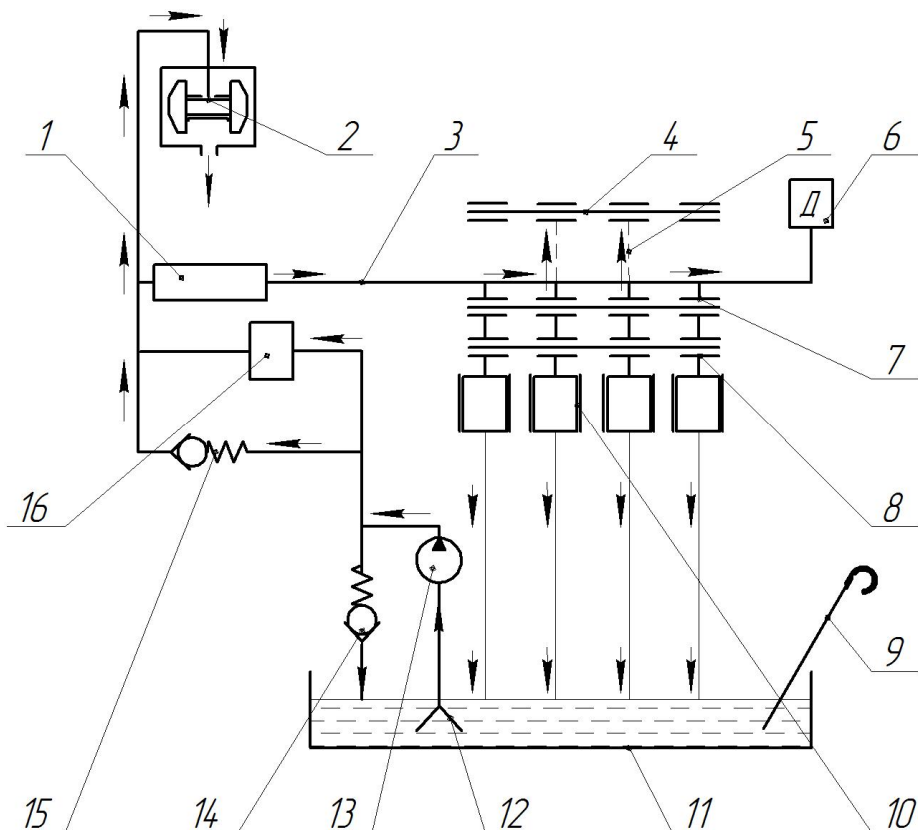


Рис. 4.1. Принципиальная схема системы смазки:

- 1 – масляный радиатор или жидкостно-масляный теплообменник (ЖМТ);
- 2 – подшипниковый узел турбокомпрессора; 3 – главная масляная магистраль; 4 – ось коромысел;
- 5 – пульсирующая смазка; 6 – датчики давления, аварийного давления и температуры масла;
- 7 – втулки распредвала; 8 – коренные и шатунные подшипники;
- 9 – масляный щуп или датчик уровня масла; 10 – цилиндр; 11 – масляный поддон;
- 12 – маслоприемник; 13 – масляный насос; 14 – перепускной клапан;
- 15 – предохранительный клапан; 16 – центробежный или бумажный масляный фильтр

В зависимости от способа подачи масла к трущимся поверхностям различают системы смазки *разбрызгиванием, под давлением и комбинированную*. Для большинства автотракторных двигателей применяют комбинированные системы смазки. В них сочетаются способы подачи масла разбрызгиванием и под давлением.

Под давлением масло подводится к коренным и шатунным подшипникам коленчатого вала, к подшипникам распределительного вала, к осям коромысел и наконечникам штанг, к втулкам распределительных шестерен. В некоторых конструкциях под давлением смазывается сопряжение верхней головки шатуна с поршневым пальцем, а также организуется принудительный впрыск масла на поверхность зеркала цилиндра. Остальные трущиеся детали двигателя смазываются разбрызгиванием.

Системы смазки двигателей ОАО «ММЗ»

Система смазки двигателей, производимых на ОАО «ММЗ», комбинированная, включает в себя устройства для очистки и охлаждения масла. Это уменьшает расход масла и изнашивание деталей двигателя. Некоторые сборочные единицы многих двигателей имеют самостоятельные устройства для смазывания трущихся поверхностей деталей.

Система смазки дизеля Д-260, в соответствии с рис. 4.2, комбинированная: часть деталей смазывается под давлением, часть – разбрызгиванием.

Подшипники коленчатого и распределительного валов, втулки промежуточной шестерни, шатунные подшипники коленчатого вала пневмокомпрессора, механизм привода клапанов и подшипник вала турбокомпрессора смазываются под давлением от масляного насоса. Гильзы, поршни, поршневые пальцы, штанги, толкатели, кулачки распределительного вала и детали топливного насоса смазываются разбрызгиванием.

Система смазки состоит из масляного насоса, масляного фильтра с бумажным фильтрующим элементом, центробежного масляного фильтра, жидкостно-масляного теплообменника.

Масляный насос 14 шестеренчатого типа, односекционный, крепится болтами к блоку цилиндров. Привод масляного насоса осуществляется от шестерни, установленной на коленчатом валу.

В масляном насосе имеется перепускной клапан, отрегулированный на давление 0,70–0,75 МПа. При повышении давления выше указанного масло перепускается из полости нагнетания в полость всасывания. Регулировка производится на стенде с помощью регулировочных шайб.

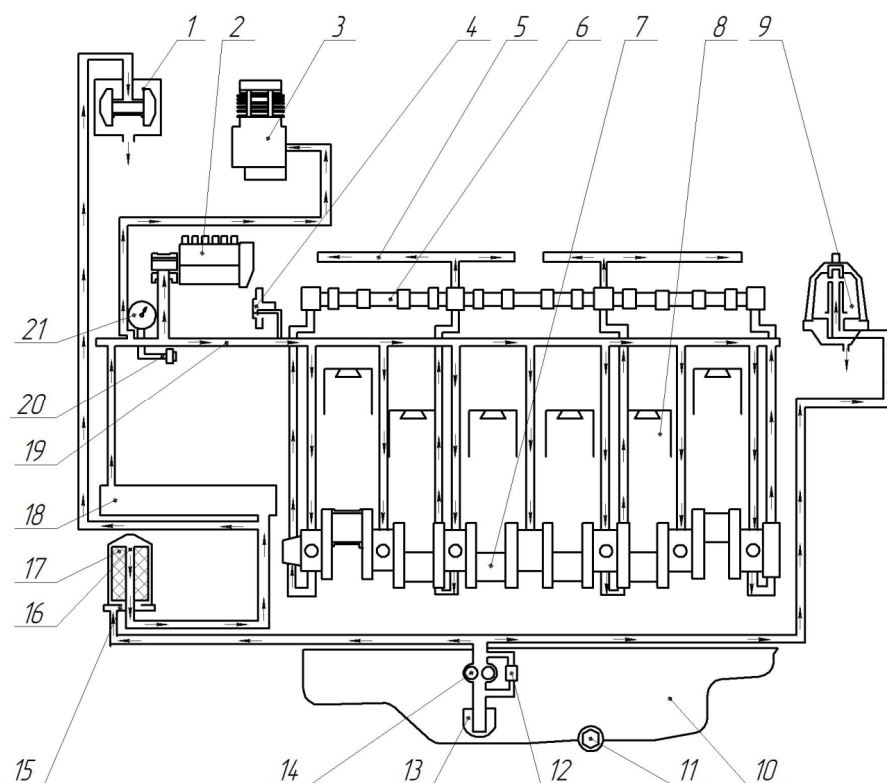


Рис. 4.2. Схема системы смазки дизеля Д-260:

1 – турбокомпрессор; 2 – топливный насос; 3 – компрессор; 4 – шестерня промежуточная; 5 – масляный канал оси коромысел; 6 – распределительный вал; 7 – коленчатый вал; 8 – поршень; 9 – фильтр масляный центробежный; 10 – картер масляный; 11 – пробка; 12 – клапан перепускной; 13 – маслоприемник; 14 – масляный насос; 15 – клапан предохранительный; 16 – клапан перепускной бумажного фильтрующего элемента; 17 – фильтр масляный бумажный; 18 – жидкостно-масляный теплообменник; 19 – главная масляная магистраль; 20 – датчик аварийного давления масла; 21 – манометр

Масляный насос через маслоприемник забирает масло из масляного картера и по каналам в блоке цилиндров подает в полнопоточный масляный фильтр с бумажным фильтрующим элементом, а часть масла – в центробежный масляный фильтр для очистки и последующего слива в картер.

Фильтрующий элемент масляного фильтра имеет перепускной клапан 16. В случае чрезмерного засорения бумажного фильтрующего элемента или при запуске дизеля на холодном масле, когда сопротивление фильтрующего элемента становится выше 0,13–0,17 МПа, перепускной клапан открывается и масло, минуя фильтровальную бумагу, поступает в масляную магистраль. Перепускной клапан нерегулируемый.

В корпусе фильтра встроен предохранительный нерегулируемый клапан 15. Он предназначен для поддержания давления масла в главной масляной магистрали 0,28–0,45 МПа. При давлении масла выше 0,45 МПа открывается

предохранительный клапан и избыточное масло (запас масла) через предохранительный клапан сливается в картер дизеля.

Масло, очищенное в масляном фильтре, поступает в жидкостно-масляный теплообменник 18, встроенный в блок цилиндров дизеля.

Из жидкостно-масляного теплообменника охлажденное масло поступает по каналам в блоке цилиндров в главную масляную магистраль, из которой по каналам в блоке цилиндров масло подается ко всем коренным подшипникам коленчатого вала и опорам распределительного вала. От второго, четвертого и шестого коренных подшипников через форсунки, встроенные в коренных опорах блока цилиндров, масло подается для охлаждения поршней.

От коренных подшипников по каналам в коленчатом валу масло поступает на смазку шатунных подшипников.

От первого коренного подшипника масло по специальным каналам в передней стенке блока поступает к втулке промежуточной шестерни 4 и далее по каналу в крышке распределения на смазку деталей топливного насоса.

Детали клапанного механизма смазываются маслом, поступающим от второй и третьей опор распределительного вала по каналам в блоке и головках цилиндров, сверлениям в третьей и четвертой стойках коромысел во внутреннюю полость оси коромысел и через отверстия к втулкам коромысел, от которых по каналу поступает на регулировочный винт и штангу.

Масло к подшипниковому узлу турбокомпрессора поступает по трубке, подключенной на выходе из масляного фильтра с бумажным фильтрующим элементом.

К пневмокомпрессору масло поступает по маслопроводу, подключенному на выходе из теплообменника. Из компрессора масло сливается в картер дизеля.

Для базовых моделей двигателей Д-243, Д-260 летом рекомендуется масло SAE 15W40 или М-10Г_{2к}, зимой – SAE 5W40 или М-8Г_{2к}. Объемы системы смазки указанных двигателей 12 и 18 л.

Конструкция узлов систем смазки

Масляный насос (рис. 4.3) предназначен для подачи масла под давлением, гарантирующим его проникновение в зазоры между трущимися деталями и сохранение оптимальной величины масляного слоя. У автотракторных двигателей

широко применяются насосы шестеренного типа, т. к. создают достаточное давление.

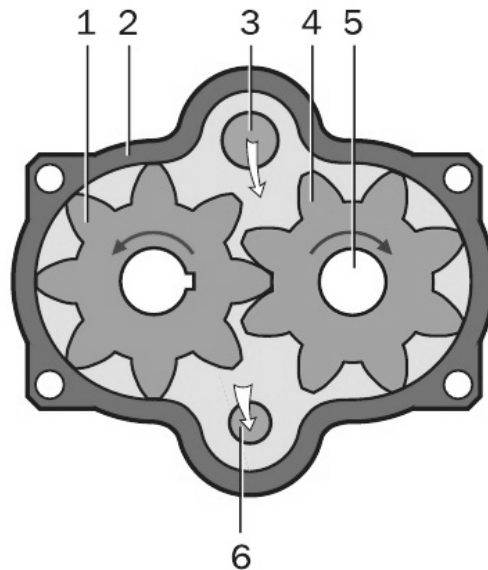


Рис. 4.3. Масляный насос с внешним зацеплением:

1 – ведущая шестерня; 2 – корпус насоса; 3 – всасывающий канал; 4 – ведомая шестерня;
5 – ось; 6 – нагнетательный канал

Масляные насосы, применяемые в системе смазки современных двигателей, бывают трех типов – шестеренные с внешним зацеплением зубьев, с внутренним зацеплением (см. рис. 4.3) и так называемые роторные. Роторные применяются редко.

Работа масляного насоса заключается в следующем: при вращении шестерен со стороны впускного канала зубья шестерен выходят из зацепления, что увеличивает объем полости и вызывает разрежение. Под действием разрежения масло всасывается из картера в насос, заполняет впадины и переносится в полость, где зубья входят в зацепление, что вызывает выдавливание масла. Так как давление, создаваемое насосом, зависит от частоты вращения шестерен и может достигать значительных величин, в корпусе может быть установлен редукционный клапан, который при повышении давления до 0,7–0,8 МПа открывается и сообщает нагнетающую и всасывающую полости.

Предохранительный клапан 15, отмеченный на рис. 4.1, служит для временного автоматического (полного или частичного) отключения масляного фильтра 16 при его засорении.

Чтобы понизить износ сопряженных деталей, необходимо непрерывно очищать масло в процессе работы двигателя с помощью специальных масляных

фильтров. Наиболее распространены на ДВС механические и центробежные фильтры. Различают фильтры предварительной (грубой) и окончательной (тонкой) очистки масла. Фильтры для грубой очистки (ФГО) обычно включаются последовательно с насосом и пропускают весь поток масла, нагнетаемый в магистраль. Фильтры тонкой очистки (ФТО) подключаются параллельно и очищают только часть масла. Масляный ФТО представлен на рис. 4.4.

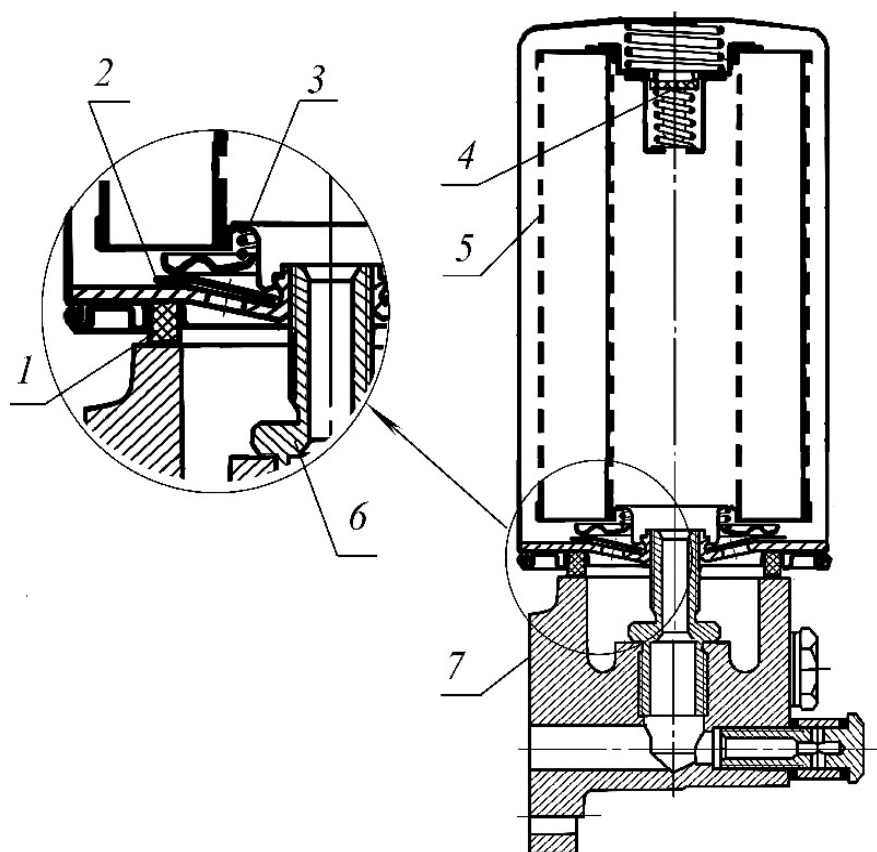


Рис. 4.4. Фильтр масляный двигателя Д-260:
 1 – прокладка фильтра; 2 – клапан противодренажный; 3 – пружина;
 4 – клапан перепускной; 5 – фильтр; 6 – штуцер; 7 – корпус фильтра

В фильтрах со сменными фильтрующими элементами масло всегда проходит снаружи фильтра внутрь и далее в систему. У двигателей Д-260 фильтр меняется вместе с корпусом.

Полнопоточная центрифуга представлена на рис. 4.5.

Ротор центрифуги вращается за счет суммарной энергии двух потоков масла: активного действия струй при поступлении в ротор по щелям *Б* и реактивного действия струй при выходе из ротора через тангенциальные отверстия *А*. Частота вращения ротора около 6000 мин^{-1} .

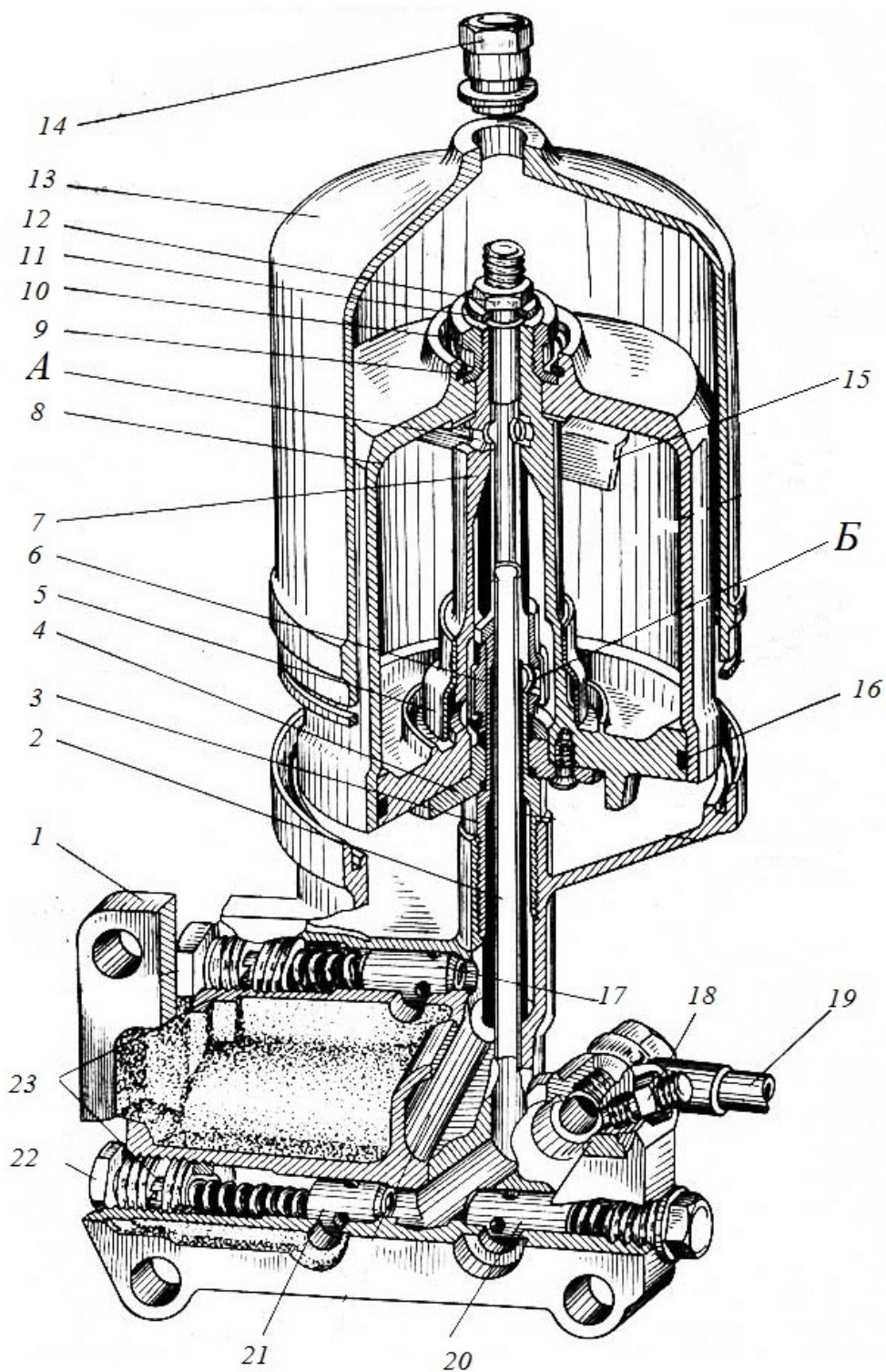


Рис. 4.5. Схема полнопоточной центрифуги дизеля Д-243:

- 1 – корпус фильтра; 2 – трубки; 3 – ось ротора; 4 – крышка ротора; 5 – стакан; 6 – насадок;
 7 – корпус ротора; 8 – стакан ротора; 9 – упорное кольцо; 10 – специальная гайка;
 11 – шайба; 12 – гайка; 13 – колпак фильтра; 14 – гайка; 15 – крыльчатка;
 16 – уплотнительное кольцо; 17 – предохранительный клапан;
 18 – штуцер для присоединения манометра; 19 – маслопровод к радиатору;
 20 – редукционный (радиаторный) клапан; 21 – сливной клапан; 22 – пробка;
 23 – регулировочная пробка

В корпусе центрифуги двигателя типа Д-243 установлены три клапана: сливной, радиаторный и перепускной. Сливной клапан поддерживает давление в главной масляной магистрали, перепускной в роторе. Регулируются винтами. Радиаторный клапан служит для перепуска холодного масла в систему, минуя радиатор.

Масляный радиатор предназначен для поддержания температуры масла в пределах 85 °С–95 °С при работе двигателя с номинальной нагрузкой. Обычно масляный радиатор располагается впереди радиатора системы охлаждения и представляет собой неразборную конструкцию, состоящую из стальных трубок и двух бачков. Во время движения масло охлаждается встречным потоком воздуха примерно на 10 °С–12 °С при полностью открытой шторке.

Водомасляный теплообменник. Масло мощных двигателей (Д-260) подвержено значительному нагреву, поэтому такие моторы оснащаются системами охлаждения масла, в которых тепло от масла отводится потоком охлаждающей жидкости, циркулирующей в системе охлаждения двигателя.

Вентиляция картера служит для непрерывного удаления из внутрикартерного пространства паров жидкого топлива и отработавших газов, а также для охлаждения масла. Вентиляция картера дизельного двигателя проводится через сапун (установленный с внешней стороны корпуса двигателя), который сообщается с атмосферой. Чтобы предотвратить попадание пыли в картер и выбрасывание из него масла, в сапун помещена фильтрующая набивка из проволоки, смоченной маслом.

Обслуживание системы смазки

При обслуживании проверяют качество и уровень масла в картере (при необходимости пополняют его до установленной нормы), очищают фильтры, меняют фильтрующие элементы и отработавшее масло. Кроме того, необходимо периодически смазывать механизмы, имеющие самостоятельные смазывающие устройства: подшипники вала вентилятора и водяного насоса (пластичными консистентными смазками), генератора и приборов системы зажигания. Меняется также масло в масляной ванне воздушного фильтра. Уровень масла в картере двигателя проверяют, когда трактор находится на ровной площадке, через 3–5 мин после остановки двигателя. Качество масла в двигателе оценивают по допустимому содержанию механических примесей и топливных фракций. Степень загрязненности масла может быть определена визуально по цвету и прозрачности масла на маслоизмерительном щупе.

Замена масла в картере дизелей Д-243, Д-245, Д-260 проводится через каждые 250 ч работы. Отработавшее масло сливают только из прогретого дизеля. Для слива масла отворачивают пробку масляного картера. После того, как все масло вытечет из картера, заворачивают пробку на место. Масло в дизель заливают через маслозаливной патрубков до уровня верхней метки на масломере.

Замену масляного фильтра двигателя Д-260 производят одновременно с заменой масла в картере дизеля в следующей последовательности:

- отвернуть фильтр со штуцера б (см. рис. 4.4), используя специальный ключ или другие подручные средства;
- навернуть на штуцер новый фильтр.

При установке фильтра на штуцер смажьте прокладку 1 моторным маслом. После касания прокладкой опорной поверхности корпуса фильтра 7 доверните еще фильтр на 3/4 оборота.

Установку фильтра на корпус производите только усилием рук.

Качество фильтрации в фильтрах центробежной очистки зависит от частоты вращения ротора, которую необходимо контролировать. Контроль заключается в проверке продолжительности свободного вращения (выбега) ротора после остановки двигателя. В течение 30–60 с должен быть слышен легкий шум от вращения ротора. При неудовлетворительной работе фильтра его разбирают, очищают и промывают.

Очистку ротора центробежного масляного фильтра двигателей ОАО «ММЗ» производят также одновременно с заменой масла в картере дизеля. Порядок действий: отвернуть гайку крепления колпака центробежного масляного фильтра и снять его. Проверить наличие балансировочной риски на стакане и корпусе ротора (при отсутствии – нанести риску).

Застопорить ротор от проворачивания, для чего вставить между корпусом фильтра и днищем ротора отвертку или стержень и, вращая ключом гайку крепления стакана ротора, стянуть стакан ротора. Проверить состояние фильтрующей сетки ротора, при необходимости очистить и промыть ее.

С помощью деревянного или пластмассового скребка удалить слой отложений с внутренних стенок стакана ротора. Перед сборкой стакана с корпусом ротора резиновое уплотнительное кольцо смазать моторным маслом.

Совместить балансировочные риски на стакане и корпусе ротора. Гайку крепления стакана заворачивать с небольшим усилием до полной посадки стакана на ротор. После сборки ротор должен легко вращаться без заеданий

от толчка рукой. Установить на место колпак центробежного масляного фильтра и завернуть гайку колпака моментом 35–50 Н·м.

Замена масла в автомобильных двигателях производится через 5–10 тыс. км пробега в зависимости от условий эксплуатации и качества исходного масла.

Основные неисправности систем смазки

Характерные неисправности системы смазки двигателей представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Неисправности системы смазки двигателей

Неисправность	Признак	Причина	Способ устранения
Пониженное давление масла	Показание манометра	Низкий уровень масла	Долить
		Снижение вязкости масла	Масло заменить
		Повышена температура масла (неисправен перепускной клапан)	Клапан промыть, отрегулировать
		Ослабла пружина редукционного клапана	Отрегулировать (заменить)
		Засорился маслоприемник	Промыть сетку
		Износ вкладышей коленвала	Заменить
Отсутствует давление масла	Загорание контрольной лампы, показание манометра	Загрязнен маслоприемник насоса	Промыть
		Низкий уровень масла	Долить
		Заедание редукционного клапана	Промыть
		Неисправен привод масляного насоса	Заменить
		Неисправен манометр	Заменить
Чрезмерное давление масла	Показание манометра	Густое масло, переохлаждение двигателя	Проверить перепускной клапан насоса, закрыть кран радиатора
		Заедание редукционного клапана	Промыть и проверить работу

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о системе смазки двигателей.

3. Перечень точек смазки под давлением двигателя Д-245 (Д-260) (см. схемы систем смазки).
4. Значения давлений в системе смазки одного из двигателей.
5. Перечень основных неисправностей, возникающих при эксплуатации.

Контрольные вопросы и задания

1. Для чего предназначены системы смазки двигателя? Какие есть типы систем смазки?
2. Перечислите узлы и детали двигателя, смазываемые под давлением и разбрызгиванием.
3. Для чего предназначены клапаны системы смазки?
4. Какие фильтры используются в системах смазки? Как они работают?
5. Какие масла и в каком количестве применяют для смазки двигателей Д-243, Д-260?
6. Назовите основные операции по обслуживанию систем смазки.

Лабораторная работа № 5

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, ОСНОВНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И ОПЕРАЦИЙ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы: изучить назначение, конструкцию, работу систем питания дизельных двигателей, порядок основных регулировок, возможные неисправности и способы их устранения.

Материальное обеспечение: двигатели Д-243, Д-245, Д-260, детали и узлы механизмов систем питания дизельных двигателей, стенд для проверки форсунок, комплект плакатов, методические указания, набор инструментов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, общее устройство систем питания дизельных двигателей, принцип работы.
2. На рабочих местах определить места установки основных узлов и агрегатов систем питания дизельных двигателей, основные операции по демонтажу (монтажу).
3. Изучить конструкцию агрегатов систем питания.
4. Оценить техническое состояние форсунки на стенде.
5. Проанализировать возможные неисправности систем питания и способы их устранения.
6. Оформить отчет.

Общие сведения

Система питания предназначена для хранения топлива, очистки топлива и воздуха, подачи топлива и воздуха в необходимом количестве в цилиндры двигателя.

Рабочая смесь образуется внутри камеры сгорания дизеля за очень короткий промежуток времени. Топливо в нее впрыскивают через форсунку под давлением 17,5–22,5 МПа.

Работа системы питания безнаддувного дизельного двигателя

Принципиальная схема системы питания дизельного двигателя представлена на рис. 5.1.

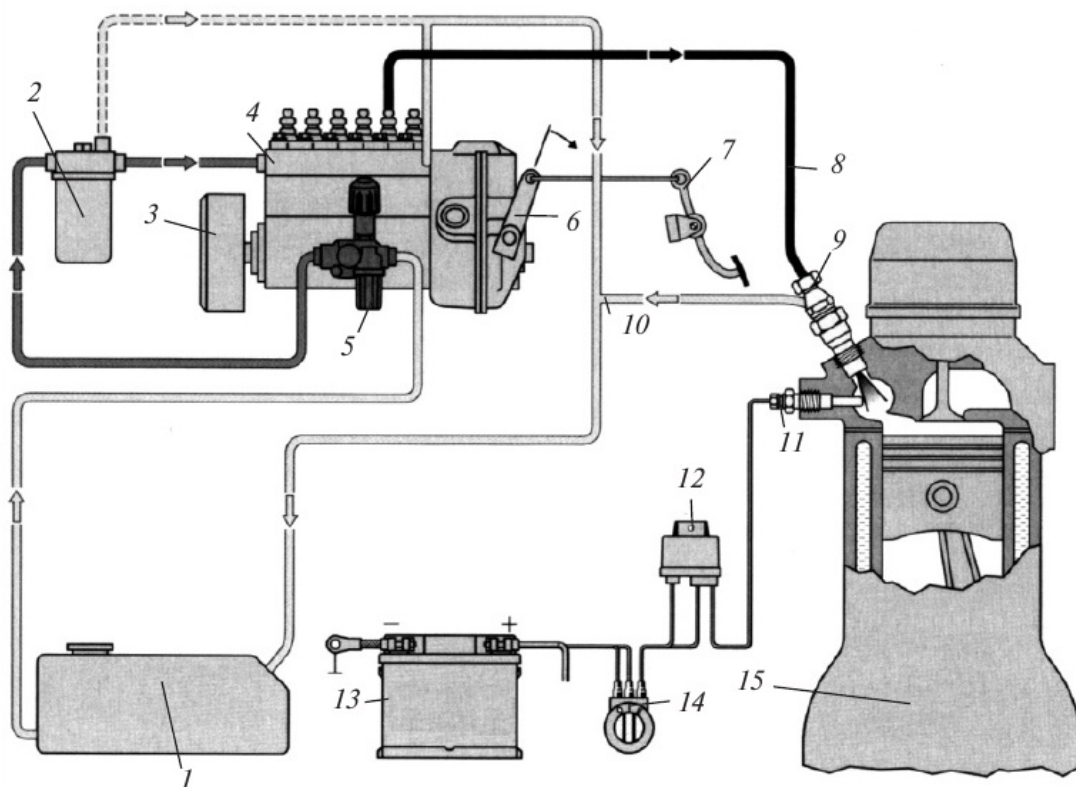


Рис. 5.1. Принципиальная схема системы питания дизельного двигателя:
 1 – топливный бак; 2 – топливный фильтр; 3 – муфта опережения впрыска;
 4 – ТНВД; 5 – топливоподкачивающий насос; 6 – рычаг привода рейки;
 7 – педаль подачи топлива; 8 – топливопровод высокого давления; 9 – форсунка;
 10 – топливопроводы слива топлива; 11 – свеча накаливания;
 12 – реле свечи накаливания; 13 – аккумуляторная батарея;
 14 – выключатель свечей накала и стартера; 15 – двигатель

Система питания дизельного двигателя без турбокомпрессора работает следующим образом. Воздух под действием разрежения, создаваемого при движении поршня в цилиндре из верхней мертвой точки (ВМТ) в нижнюю мертвую точку (НМТ), поступает через моноциклон и воздушный фильтр. Происходит его очистка от частиц пыли. В моноциклоне благодаря завихрению воздуха и изменению направления движения на 180° отделяется до 65 % пыли. Суммарно фильтры очищают воздух от пыли на 99,6 %–99,7 %. После воздушного фильтра по впускному коллектору, через впускной клапан воздух поступает в цилиндр двигателя. Топливо из топливного бака 1, при работе топливоподкачивающего насоса 5 по топливопроводу поступает к топливному фильтру 2. В фильтре происходит очистка топлива от механических примесей и воды, содержащихся в топливе.

После фильтра топливо поступает к ТНВД 4. В ТНВД 4 при движении плунжера секции вверх повышается давление, открывается нагнетательный клапан и топливо поступает в топливопровод. ТНВД осуществляет дозирование

и своевременное распределение топлива к форсункам 9. Форсунка 9 осуществляет впрыск топлива под давлением в камеру сгорания. Впрыск топлива происходит на такте сжатия. Поршень при этом не доходит до ВМТ на расстояние, определяемое углом опережения впрыска (по углу поворота коленвала). Разогретый от сжатия воздух смешивается с топливом в камере сгорания, происходит самовоспламенение смеси и ее горение.

Работа системы питания дизельного двигателя с турбонаддувом

Системы питания с турбонаддувом для различных дизелей имеют некоторые отличия. В качестве примера рассмотрим систему питания базового дизеля Д-260.1 (рис. 5.2).

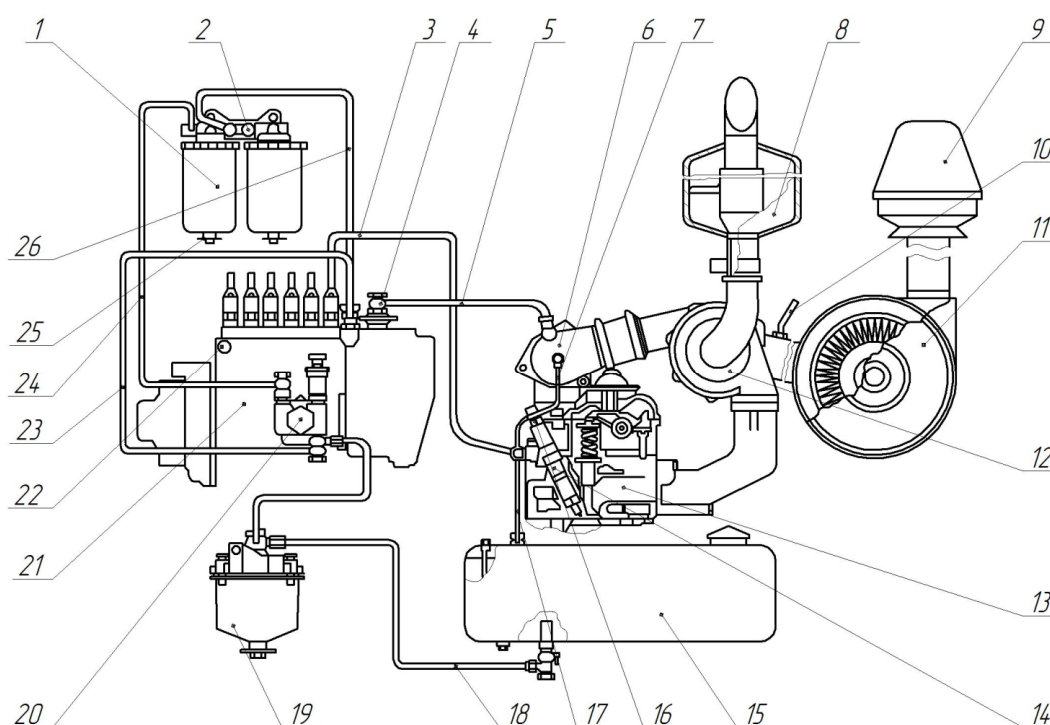


Рис. 5.2. Схема системы питания дизельного двигателя Д-260.1:

- 1 – ФТО топлива; 2 – пробка спуска воздуха из ФТО; 3 – трубка топливная высокого давления;
- 4 – пневмокорректор (противодымный корректор);
- 5 – трубка подвода воздуха от впускного тракта после турбокомпрессора к пневмокорректору;
- 6 – впускной коллектор; 7 – трубка подвода дренажного топлива во впускной коллектор;
- 8 – глушитель; 9 – моноциклон; 10 – электрический датчик засоренности воздухоочистителя;
- 11 – воздухоочиститель; 12 – турбокомпрессор; 13 – головка блока цилиндров (ГБЦ);
- 14 – форсунка; 15 – топливный бак; 16 – топливопровод дренажный; 17 – трубопровод отвода излишков топлива от форсунок в бак; 18 – трубка топливная от топливного бака к фильтру грубой очистки топлива (ФГО); 19 – ФГО; 20 – топливоподкачивающий насос; 21 – ТНВД;
- 22 – пробка спуска воздуха из головки ТНВД;
- 23 – трубка отвода топлива из ТНВД в топливный бак; 24 – трубка отвода топлива от топливоподкачивающего насоса к ФТО; 25 – пробка слива отстоя из ФТО;
- 26 – трубка отвода топлива из ФТО в полость низкого давления ТНВД

Работа системы аналогична рассмотренной, но воздух подается в цилиндры под давлением. Давление создается турбокомпрессором. Давление наддува составляет 0,15–0,20 МПа. Для привода турбокомпрессора используется энергия отработавших газов. Турбокомпрессор увеличивает массу поступающего в цилиндры воздуха. Поэтому увеличивают количество сжигаемого топлива. Это повышает эффективную мощность дизеля на 20 %–50 %, обеспечивается экономия топлива 5 %–20 %.

Из-за сжатия воздуха турбокомпрессором повышается его температура и, соответственно, несколько снижается его количество. Поэтому на ряде моделей тракторов («Беларус-1523», «Беларус-3022» и др.) устанавливают промежуточные охладители наддувочного воздуха (воздушные радиаторы). Их устанавливают перед масляным и водяным радиатором.

Агрегаты системы питания

Турбокомпрессоры. На дизелях Д-245, Д-260.1 и их модификациях установлены турбокомпрессоры различных изготовителей и различных типоразмеров. Конструктивное исполнение турбокомпрессоров примерно одинаковое. Турбокомпрессор (рис. 5.3) состоит из центробежного одноступенчатого компрессора и радиальной центростремительной турбины. Выхлопные газы через выпускной коллектор поступают к крыльчатке турбины 1. Расширяясь, газы вращают крыльчатку компрессора 6, который всасывает воздух (через воздухоочиститель), сжимает его и подает под давлением в цилиндры дизеля.

У более ранних моделей частота вращения вала турбины составляла 40–50 тыс. мин⁻¹, у современных достигает 160 тыс. мин⁻¹. Это требует предельно точной балансировки колес турбокомпрессора и применения гидродинамической смазки подшипникового узла.

Возможно регулирование наддува. Например, путем перепуска части отработавших газов мимо турбинного колеса при повышении давления наддува выше определенного значения, применением двойного наддува (механического компрессора и турбокомпрессора или двух турбокомпрессоров – системы битурбо и твин-турбо), применением турбокомпрессоров с изменяемой геометрией.

Топливные баки. Как правило, их изготавливают из листовой стали методом штамповки с последующей сваркой. Внутри бака ввариваются перегородки, придающие ему необходимую жесткость. Однако в современных тракторах «Беларус» серий 900, 1000, 1200, 1500, 2000, 3000 и зарубежных аналогах все

большее применение находят топливные баки, изготавливаемые из специального полиэтилена и других пластичных материалов.

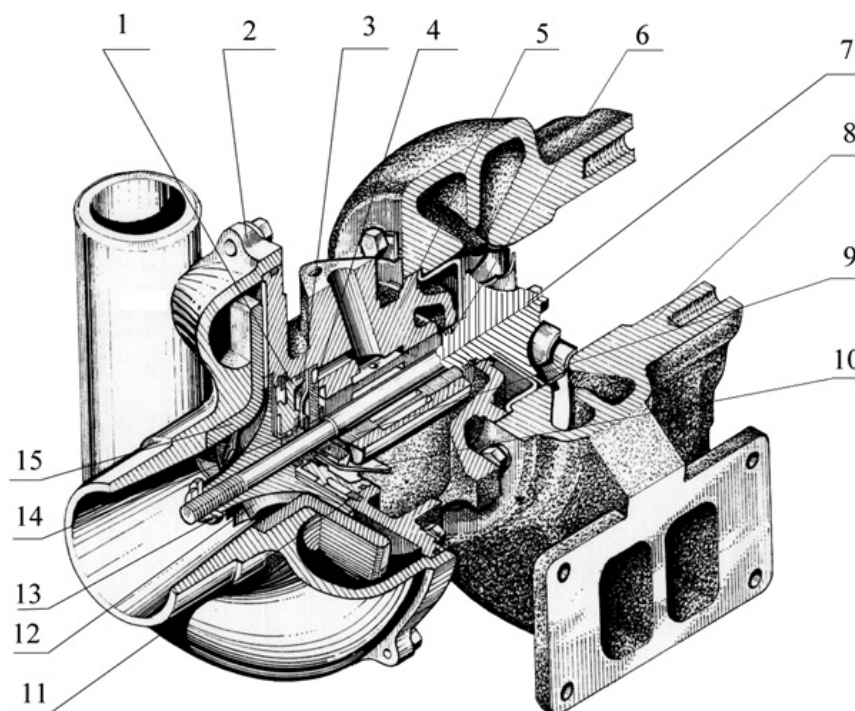


Рис. 5.3. Турбокомпрессор в разрезе:

- 1 – крышка; 2 – корпус компрессора; 3 – втулка распорная; 4 – упорный подшипник;
 5 – корпус подшипников; 6, 14 – уплотнительные кольца; 7 – колесо турбины с валом;
 8 – корпус турбины; 9 – подшипник; 10 – маслоотражатель; 11 – кольцо эксцентриковое;
 12 – колесо компрессора; 13 – гайка; 15 – диффузор

Емкость топливных баков должна обеспечить непрерывную работу двигателя с полной нагрузкой в течение 12–15 ч. Запорным краном бак соединен с системой питания, а через сливной кран удаляют отстой топлива. В горловине бака размещают сетчатый фильтр.

На рис. 5.4 представлен топливный бак трактора «Беларус-892».

Топливные фильтры. На автотракторных двигателях обычно устанавливают два последовательно работающих топливных фильтра грубой и тонкой очистки. На дизелях Д-245, Д-260.1 и их модификациях для грубой очистки топлива используют сетчатый фильтр-отстойник.

Топливо, поступающее от бака по топливопроводу, направляется в кольцевую полость и, пройдя распределитель, попадает на отражатель, которым отбрасывается к стенкам стакана. Основная часть потока топлива, резко изменяя направление, проходит через сетку фильтрующего элемента с отверстиями размером 0,1 мм и отводится из фильтра по топливопроводу. Часть топлива с грубыми механическими примесями и водой направляется под успокоитель в полость отстоя.

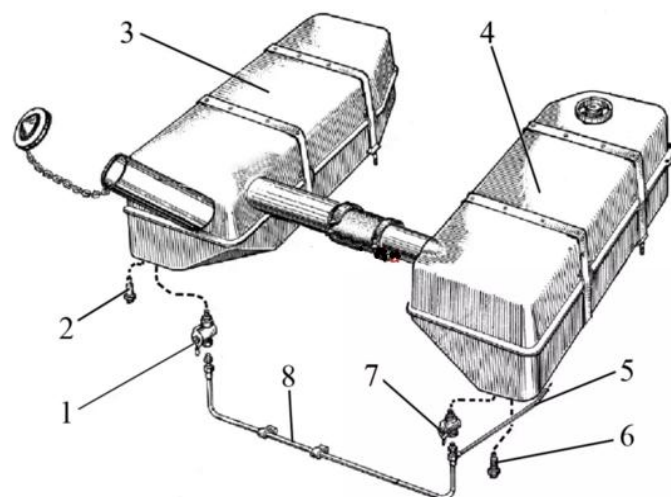


Рис. 5.4. Топливный бак трактора «Беларус-892»:

1, 7 – краны; 2, 6 – сливной штуцер; 3, 4 – баки; 5 – магистраль подачи топлива в двигатель;
8 – топливная магистраль, соединяющая топливные баки

На рис. 5.5 изображена схема фильтра грубой очистки ФГ-1.

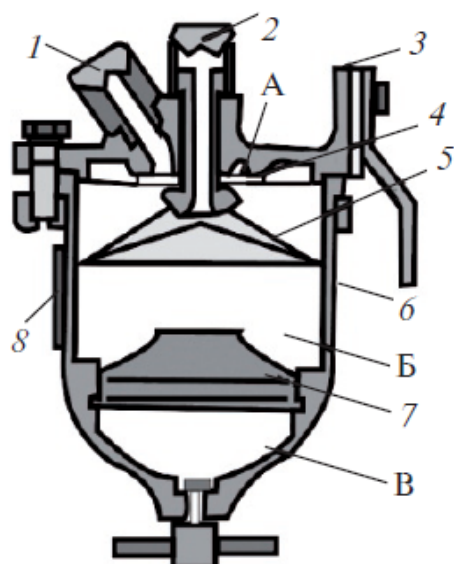


Рис. 5.5. Схема фильтра грубой очистки ФГ-1:

1, 2 – полые болты; 3 – корпус; 4 – распределитель; 5 – фильтрующий элемент; 6 – стакан;
7 – успокоитель; 8 – табличка с инструкцией; А, Б, В – полости фильтра

Фильтр тонкой очистки топлива разборного типа со сменным бумажным фильтрующим элементом применяется на дизелях Д-245, Д-260.1 и их модификациях.

Фильтр тонкой очистки топлива (рис. 5.6) состоит из корпуса и сменного бумажного фильтрующего элемента. Топливо, подводимое через отверстие, проходя через шторки бумажного фильтрующего элемента, очищается от механических примесей.

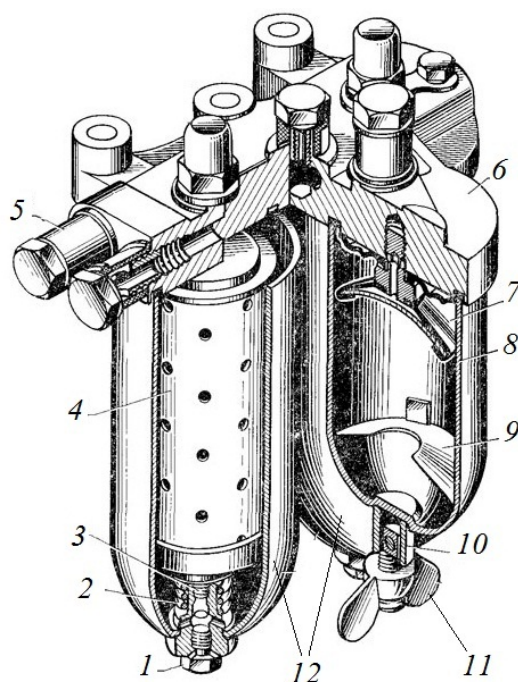


Рис. 5.6. Фильтр тонкой очистки топлива:

- 1 – пробка отверстия для слива отстоя; 2 – пружина; 3 – стержень;
- 4 – фильтрующий элемент тонкой очистки; 5 – предохранительная втулка;
- 6 – корпус фильтра; 7 – фильтрующий элемент грубой очистки;
- 8 – стакан фильтра грубой очистки; 9 – успокоитель; 10 – поджимная втулка;
- 11 – барашковая гайка; 12 – колпаки фильтра тонкой очистки топлива

Топливоподкачивающий насос предназначен для подачи топлива из бака к топливному насосу высокого давления (в дизелях). На большинстве автотракторных дизелей применяют топливopодкачивающий насос *поршневого типа*. Его устанавливают на корпусе ТНВД, т. к. приводится в действие эксцентриком кулачкового вала ТНВД.

Ручной прокачивающий насос установлен на корпусе топливopодкачивающего насоса и служит для удаления воздуха в результате заполнения топливом фильтра тонкой очистки, топливопроводов низкого давления, ТНВД.

Топливные насосы высокого давления служат для подачи точно отмеренных порций топлива, соответствующих нагрузке, в определенный момент времени и под высоким давлением через топливопроводы и форсунки в камеры сгорания. На многих дизелях устанавливают унифицированные ТНВД с отдельной топливной секцией для каждого цилиндра. Кулачковый вал ТНВД приводится во вращение шестернями привода, входящими в зацепление с зубчатым колесом, установленным на коленчатом валу дизеля.

Форсунка предназначена для впрыскивания топлива под давлением в цилиндр дизеля. Она обеспечивает необходимый распыл топлива и ограничивает

начало и конец подачи топлива. На автотракторных дизелях применяют многодырчатые форсунки закрытого типа с гидравлическим управлением и пружинным запиранием иглы различных моделей, отличающихся числом распыливающих отверстий, их диаметром и углом наклона к оси распылителя. Кроме того, форсунки могут отличаться давлением впрыска топлива и механизмом его регулировки. Давление впрыска форсунок безнаддувных дизелей составляет 17,5–18,0 МПа, с наддувом – 21,5–22,5 МПа.

Рассмотрим устройство и работу форсунки закрытого типа (рис. 5.7). Детали форсунки размещены в жестком стальном корпусе, на нижний конец которого навертывают гайку крепления распылителя. В верхнюю часть центрального канала корпуса распылителя входит игла. Корпус распылителя и иглу изготавливают из легированной стали, термически обрабатывают и притирают. Они составляют прецизионную пару и не подлежат разуконплектованию. Выходной канал диаметром 1,2 мм в нижней части корпуса распылителя сообщается с четырьмя или пятью распыливающими отверстиями, расположенными под углом к продольной оси распылителя. Диаметр отверстий 0,30–0,35 мм.

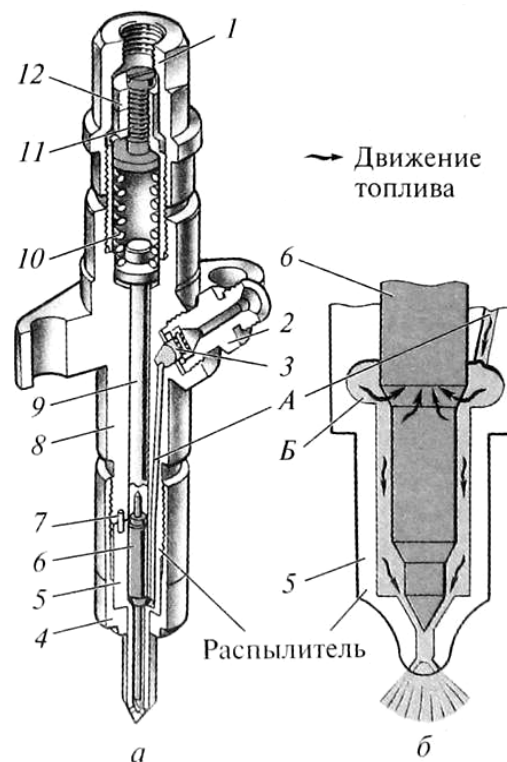


Рис. 5.7. Форсунка:

- а* – устройство; *б* – схема работы; 1 – колпак; 2 – штуцер для топливопровода; 3 – сетчатый фильтр; 4 – гайка распылителя; 5 – корпус распылителя; 6 – игла распылителя; 7 – штифт; 8 – корпус; 9 – штанга; 10 – пружина; 11 – регулировочный винт; 12 – контргайка; А – канал; Б – камера распылителя

Верхний конец иглы торцом упирается в дно гнезда штанги, пружина нижним торцом – в тарелку штанги, а верхним – в тарелку регулировочного винта, который ввернут в стакан, закрепленный на резьбе в корпусе форсунки. Контргайка предотвращает вывинчивание регулировочного винта. Под действием пружины через штангу игла запирающим конусом плотно садится на коническую поверхность седла распылителя. Топливо из насоса поступает по топливопроводу высокого давления через штуцер, фильтр, каналы в кольцевую полость. Как только давление топлива на конические поверхности превысит усилие пружины, игла поднимется на 0,27–0,34 мм и ее запирающий конус откроет доступ топливу через распыливающие отверстия в камеру сгорания.

Как только насос прекратит подачу топлива в форсунку, давление в полости снизится, игла под действием пружины прижмется конусом к корпусу распылителя и закроет его отверстия. Игла открывается под давлением топлива, т. е. управление гидравлическое.

Топливопроводы низкого и высокого давления – это трубки, соединяющие сборочные единицы топливной системы. Топливопроводы низкого давления для двигателей всех типов изготавливают из стальных, латунных или поливинилхлоридных трубок, а топливопроводы высокого давления – из стальной толстостенной цельнотянутой трубки. Топливопроводы высокого давления должны обеспечивать минимальные потери давления из-за периодических расширений топливопроводов в начале подачи и при разгрузке в конце подачи. Для обеспечения идентичности потерь давления по длине топливопроводы всех форсунок должны быть одинаковыми по длине. Чем ближе форсунка к ТНВД, тем больше витков спиральной навивки имеет топливопровод для удобства его компоновки на дизеле. Наконечники топливопроводов надежно присоединяют к штуцерам накидными гайками или полыми болтами с медными или алюминиевыми уплотнительными шайбами.

На тракторах «Беларус» применяют комбинированные *воздухоочистители* с масляной ванной или с бумажными фильтр-патронами (основная и контрольная секции). Выпуск отработавших газов производится через *глушители-искрогасители*.

Проверка и регулировка форсунок на давление начала впрыска и качество распыла

Проверку форсунок двигателей Д-260 производят через каждые 2000 ч работы дизеля. Порядок проверки и регулировки следующий:

1. Снять форсунки с дизеля и проверьте их на стенде. Качество распыла проверить резким нажатием на рычаг стенда. Форсунка считается исправной,

если она распыливает топливо в виде тумана из всех пяти отверстий распылителя, без отдельно вылетающих капель, сплошных струй и сгущений. Начало и конец впрыска должны быть четкими.

2. В случае плохого распыла топлива произвести очистку распылителя от нагара. Сопловые отверстия прочистить с помощью наколки-пенала для очистки сопловых отверстий распылителей форсунок Д-260 или струной диаметром 0,3 мм. Если отверстия не прочищаются, положить распылитель на 10–15 мин в ванночку с бензином, после чего снова прочистить их. Промыть распылитель в чистом бензине, а затем в дизельном топливе. Если промывкой распылитель восстановить не удастся, его надо заменить новым.

3. Для определения давления начала впрыска медленно нажимать на рычаг стенда и наблюдать за стрелкой манометра, определить давление начала подъема иглы форсунки. Давление начала впрыска должно быть 21,6–22,4 МПа. Регулируется с помощью винта, находящегося под колпаком форсунки. Установить форсунки на дизель. Болты крепления форсунок затягивать равномерно в 2-3 приема. Окончательный момент затяжки 20–25 Н·м. После прогрева дизеля произвести дозатяжку болтов крепления форсунки моментом 30–35 Н·м.

Основные неисправности системы питания дизельных двигателей

Наиболее распространены следующие неисправности: двигатель не запускается, не развивает полной мощности и дымит, работает неравномерно или стучит.

Двигатель может не запускаться по следующим причинам: отсутствие топлива в баках; наличие воздуха в топливной системе; засорение трубопроводов или заборника в баке; замерзание воды в трубопроводах, или на сетке заборника; загустение топлива при низких температурах; засорение фильтрующих элементов топливных фильтров; не работает топливный насос низкого давления; затрудненное перемещение рейки топливного насоса высокого давления из-за загустения смазки.

Следует заполнить топливные баки топливом и прокачать систему, устранить негерметичность и удалить воздух, промыть заборник, продуть трубопроводы, отогреть замерзшие трубопроводы и фильтры ветошью, смоченной в горячей воде, заменить засорившиеся фильтрующие элементы, отремонтировать топливный насос низкого давления, прогреть насос высокого давления теплым воздухом или паром.

Если двигатель не развивает полной мощности и дымит, причинами могут быть засорение воздушного фильтра, наличие воздуха в топливной системе, нарушение регулировки угла подачи топлива, засорение форсунок или нарушение их регулировки, неисправность насоса низкого давления или ТНВД.

Эти причины устраняются после очистки воздушного фильтра, прокачки и удаления воздуха из системы, регулировки муфты опережения впрыска, замены или ремонта насосов низкого и высокого давления.

Причинами неравномерной работы двигателя могут быть потеря работоспособности отдельными форсунками (отключение такой форсунки путем ослабления накидной гайки топливопровода не отражается на работе двигателя), неисправности топливного насоса высокого давления или регулятора. Неисправные форсунки следует заменить, а неисправный насос отправить на проверку и регулировку на специальном стенде или в ремонт.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о системе питания дизельных двигателей и ее агрегатах.
3. Перечень основных операций по проверке форсунок. Результат проверки.
4. Перечень основных неисправностей системы питания, возникающих при эксплуатации.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите функции системы питания дизельного двигателя.
2. Назовите основные элементы системы питания дизельного двигателя.
3. Как работает система питания дизельного двигателя?
4. Каким образом осуществляется очистка топлива и воздуха в системе питания?
5. Назовите давление впрыска форсунок.
6. Для чего устанавливают турбокомпрессор? Как он работает?
7. Какие основные неисправности дизелей связаны с системой питания?

Лабораторная работа № 6

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, ОСНОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПО СБОРКЕ И РАЗБОРКЕ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЕЙ. УСТАНОВКА ТНВД НА ДВИГАТЕЛЬ

Цель работы: изучить конструкцию, работу узлов и деталей ТНВД дизелей тракторов и автомобилей, порядок основных регулировок, возможные неисправности и способы их устранения.

Материальное обеспечение: тракторы «Беларус-80/82.1», «Беларус-1221», «Беларус-1523», «Беларус-2103», топливные насосы высокого давления дизелей, методические указания, плакаты.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, конструкцию ТНВД дизелей тракторов и автомобилей.
2. На рабочих местах определить места установки ТНВД, их связь с другими узлами, основные операции по демонтажу (монтажу).
3. Изучить последовательность операций при установке топливных насосов высокого давления на двигатель и порядок их выполнения.
4. Проанализировать возможные неисправности топливных насосов высокого давления и способы их устранения.
6. Оформить отчет.

Общие сведения

Топливный насос высокого давления предназначен для подачи в камеры сгорания цилиндров дизеля в определенные моменты времени дозированных порций топлива под высоким давлением. На двигателях тракторов «Беларус» применяются рядные и распределительные топливные насосы высокого давления.

Наибольшее распространение на двигателях тракторов семейства «Беларус» получили ТНВД рядного типа производства Ногинского завода топливной аппаратуры (ОАО «НЗТА», РФ) серии 4УТНИ, 4УТНМ-Т и 4УТНИ-Т, Ярославского завода дизельной аппаратуры (ОАО «ЯЗДА», РФ) 363.1111005, 772.1111005, 773.1111005 и др. и АО «Моторпал» (Чехия) серии PP4M10P1i, PP6M10P1f.

Устройство и принцип работы рядных ТНВД

Устройство и принцип работы рядных насосов аналогичны. Рассмотрим их на примере ТНВД РР6М10Р1i 3707 «Моторпал» (рис. 6.1), устанавливаемого на тракторах «Беларус-2022.3».

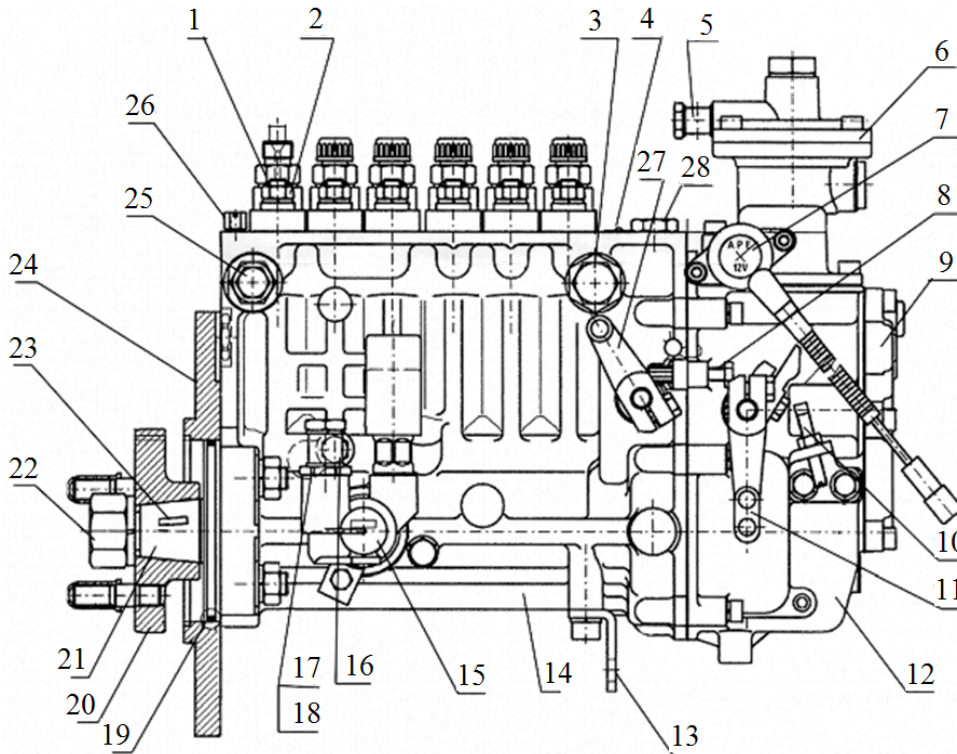


Рис. 6.1. Топливный насос высокого давления РР6М10Р1i 3707 («Моторпал», Чехия):
1 – секция топливного насоса; 2 – гайка крепления секции топливного насоса;
3 – болт штуцера подвода топлива; 4 – табличка; 5 – болт штуцера подвода воздуха;
6 – корректор по наддуву; 7 – пусковой электромагнит;
8 – болт регулировки максимальной частоты вращения; 9 – крышка регулятора;
10 – болт регулировки минимальной частоты вращения; 11 – рычаг управления;
12 – корпус регулятора; 13 – поддерживающий кронштейн; 14 – корпус топливного насоса;
15 – топливоподкачивающий насос; 16 – болт штуцера подвода масла;
17 – болт штуцера подвода топлива к подкачивающему насосу;
18 – болт штуцера отвода топлива от подкачивающего насоса; 19 – кольцо уплотнительное;
20 – полумуфта привода; 21 – кулачковый вал; 22 – гайка крепления полумуфты; 23 – шпонка;
24 – установочный фланец; 25 – перепускной клапан; 26 – пробка спуска воздуха;
27 – рычаг останова; 28 – пробка залива масла

Топливный насос высокого давления представляет собой блочную конструкцию, состоящую из шести насосных секций в корпусе, имеющую кулачковый привод плунжеров и золотниковое дозирование цикловой подачи топлива. Привод кулачкового вала ТНВД осуществляется от коленчатого вала дизеля через шестерни распределения (рис. 6.2).

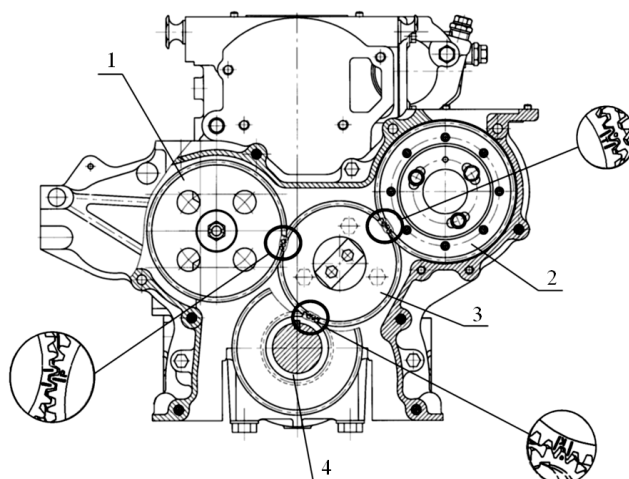


Рис. 6.2. Схема установки шестерен распределения:

1 – шестерня распределительного вала; 2 – шестерня привода топливного насоса;
3 – промежуточная шестерня; 4 – шестерня коленчатого вала

Топливный насос (см. рис. 6.1) объединен в один агрегат с всережимным регулятором 12 и топливоподкачивающим насосом 15 поршневого типа. Регулятор имеет корректор подачи топлива, автоматический пусковой обогатитель и корректор по наддуву 6. Подкачивающий насос 15 установлен на корпусе насоса высокого давления и приводится эксцентриком кулачкового вала.

На топливных насосах высокого давления РР6М10Рi фирмы «Моторпал» установлен пусковой электромагнит 7, обеспечивающий увеличение подачи топлива при пуске двигателя.

Основой каждой насосной секции (рис. 6.3) является плунжерная пара, состоящая из плунжера 9 и втулки 1. Эти детали подбирают селективно друг к другу с зазором 1–2 мкм и в процессе эксплуатации их разукомплектовывать нельзя.

В некоторых ТНВД для разгрузки боковых сил в плунжерных парах используются плунжеры с двумя диаметрально противоположными канавками.

Работа нагнетательной секции насоса состоит из следующих процессов: наполнения, обратного перепуска, подачи топлива, отсечки и перепуска в сливной канал. Наполнение топливом надплунжерной полости 4 в гильзе (рис. 6.3, а) происходит при движении плунжера 9 вниз, когда он открывает впускное отверстие 8. С этого момента топливо начинает поступать в полость над плунжером под давлением, создаваемым подкачивающим насосом.

При перемещении плунжера вверх под действием набегающего кулачка вначале происходит обратный перепуск топлива в подводящий канал через впускное отверстие 8. Как только торцевая кромка плунжера перекрывает впускное отверстие, обратный перепуск топлива прекращается и повышается давление топлива. Под действием возросшего давления топлива нагнетательный клапан 5 открывается (рис. 6.3, б), что соответствует началу подачи топлива.

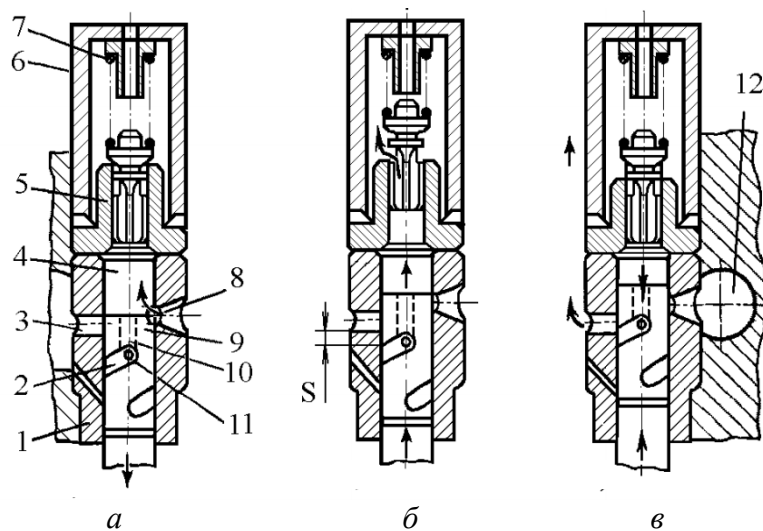


Рис. 6.3. Схема работы нагнетательной секции:

a – наполнение; *б* – начало подачи; *в* – конец подачи;

- 1 – втулка плунжера; 2 – отсечная кромка; 3 – выпускное отверстие;
 4 – надплунжерная полость; 5 – нагнетательный клапан; 6 – штуцер; 7 – пружина;
 8 – впускное отверстие; 9 – плунжер; 10 – вертикальный канал плунжера;
 11 – радиальный канал плунжера; 12 – подводящий канал в корпусе насоса;
S – активный ход плунжера

Подача топлива нагнетательной секцией продолжается до момента, пока отсечная кромка 2 плунжера не откроет перепуск топлива в сливной канал ТНВД через выпускное (отсечное) отверстие 3 в гильзе. Поскольку давление в нем значительно ниже, чем в полости над плунжером, происходит перепуск топлива в сливной канал. При этом давление над плунжером резко падает, нагнетательный клапан быстро закрывается, отсекая топливо и прекращая подачу (рис. 6.3, *в*).

Количество топлива, подаваемого нагнетательной секцией насоса за ход плунжера с момента закрытия впускного отверстия в гильзе до момента открытия выпускного отверстия, называемого активным ходом, определяет *теоретическую подачу* секции. Действительно подаваемое количество топлива – *цикловая подача* – отличается от теоретического, т. к. существуют утечки через зазоры плунжерной пары. Разница между цикловой и теоретической подачами учитывается коэффициентом подачи, который составляет 0,7–0,9.

С изменением нагрузочного и скоростного режимов работы двигателя должно изменяться количество топлива, которое впрыскивается в цилиндр или вытесняется плунжером за время подхода его отсечной кромки к выпускному окну гильзы. Чем позднее открывается отсечное окно, тем большее количество топлива подается в цилиндр.

Таким образом, время подачи, а следовательно, и количество впрыскиваемого топлива находятся в прямой зависимости от расстояния *S* (рис. 6.3, *б*),

называемого *активным ходом плунжера* и соответствующего заданной подаче топлива. Для уменьшения количества топлива передвигают рейку управления плунжерами, поворачивая их в сторону приближения отсечной кромки 2 к выпускному окну 3 гильзы. Тогда при движении плунжера вверх его активный ход S уменьшается и в цилиндр впрыскивается меньше топлива.

Если выдвинуть рейку управления плунжерами до конца, они повернутся в положение совпадения канала 2 плунжера с отсечным окном 3. В этом случае отверстие для слива будет сообщаться с надплунжерной полостью и при перемещении плунжера над ним не будет создаваться давление топлива, следовательно, подача топлива прекратится. Это положение плунжеров относительно гильз при максимальном выдвигании рейки используется для останова двигателя.

Основные характеристики рядных ТНВД приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Основные характеристики рядных ТНВД

Параметр	Марка насоса		
	4УТНИ-Т-1111007	363.1111005	PP4M10P1i 3527
Диаметр плунжера, мм	9	10	10
Полный ход плунжера, мм	9	12	14
Активный ход плунжера, мм	0–2,36	0–2,16	0–1,62
Цикловая подача, мм ³ /цикл	0–150	0–170	0–(126 ± 1,5)
Давление нагнетания, МПа	75–80	45–110	80–100

Устройство ТНВД распределительного типа

Устройство ТНВД *распределительного типа* рассмотрим на примере насоса НД-22/6 (рис. 6.4). Топливный насос НД-22/6 – двухплунжерный насос высокого давления распределительного типа с дозированием топлива изменением конца подачи, с механическим всережимным регулятором, поршневым подкачивающим насосом и насосом ручной прокачки топлива. Насос снабжен автоматической муфтой изменения угла опережения впрыска 15, обеспечивает короткий впрыск топлива, автоматическое увеличение цикловой подачи топлива на пусковых оборотах и заданный запас крутящего момента при перегрузке двигателя.

Корпус насоса отливают из алюминиевого сплава, головки цельные, стальные. На выходе каждого нагнетательного канала в головке установлен штуцер 16 с нагнетательными клапанами 30 двойного действия. В насосах НД-21 используются кулачки вогнутого профиля, в насосах НД-22 – тангенциального.

Плунжер-распределитель приводится во вращение через ведущую шестерню 11 и цилиндрические шестерни 4. Направление вращения вала насоса – правое.

Насос имеет две секции, каждая из которых обеспечивает работу трех цилиндров. В состав секции входит плунжерная пара – плунжер 20 и гильза 19. На плунжер надета регулировочная муфта-дозатор 21. На гильзе 19 в верхней ее части имеются два впускных 18 и три выпускных отверстия, совмещенных с нагнетательными каналами 28. На гильзу сверху устанавливают головку 17, центрируемую штифтом 33 и притягивают стяжной гайкой 34. В головке выполнены три сверления к гнездам, в которые вворачивают штуцеры 16 с нагнетательными клапанами 30. К штуцерам крепятся топливопроводы высокого давления 2.

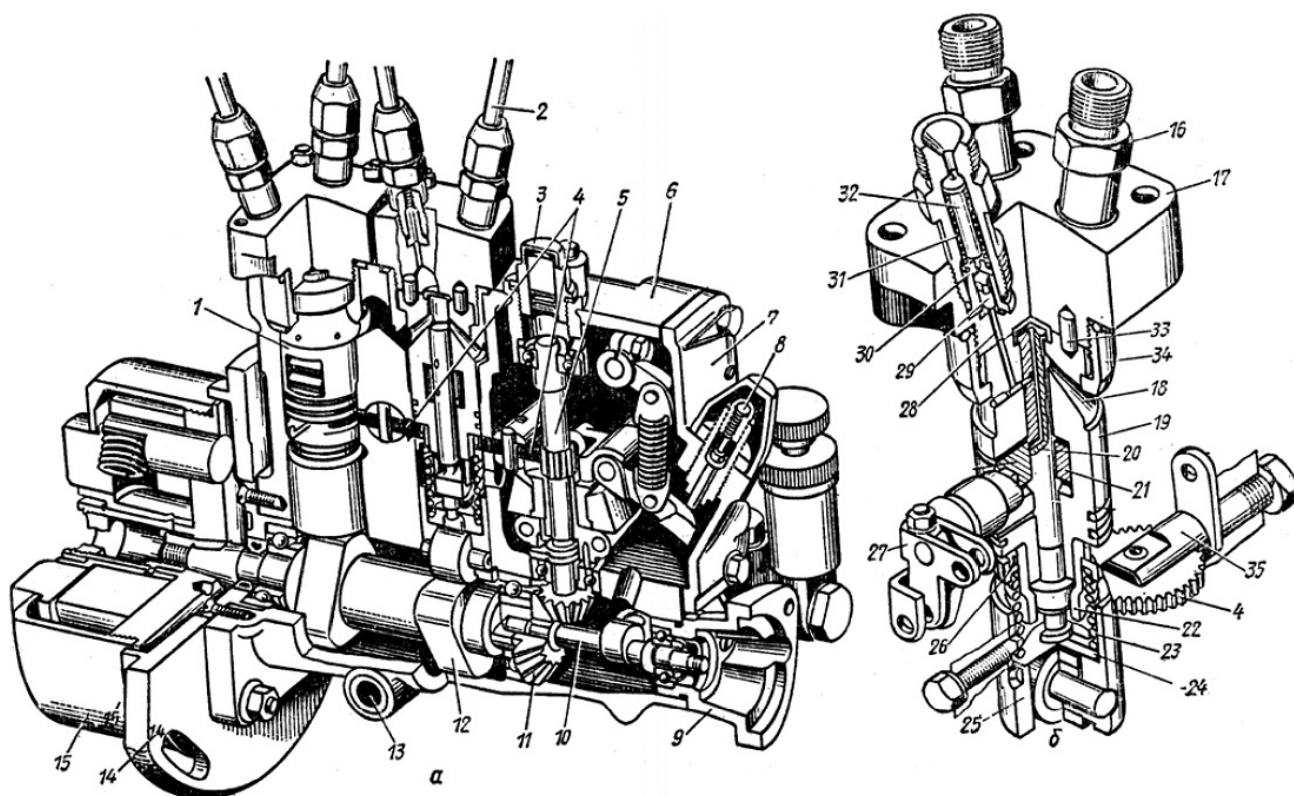


Рис. 6.4. Топливный насос НД-22/6:

а – насос в сборе; *б* – насосная секция;

- 1 – насосная секция; 2 – топливопровод высокого давления; 3 – сапун;
 4 – промежуточная (цилиндрическая) шестерня; 5 – вал регулятора; 6 – корпус регулятора;
 7 – крышка регулятора; 8 – корректор; 9 – корпус привода тахоспидометра;
 10 – вал эксцентрика; 11 – ведущая шестерня конической передачи; 12 – кулачковый вал;
 13 – отверстие для слива масла; 14 – установочный фланец; 15 – муфта опережения впрыска;
 16 – штуцер; 17 – головка; 18 – впускное отверстие; 19 – гильза; 20 – плунжер;
 21 – муфта-дозатор; 22 – зубчатая втулка; 23 – пружина; 24 – нижняя тарелка пружины;
 25 – толкатель; 26 – верхняя тарелка пружины; 27 – привод дозатора;
 28 – нагнетательный канал; 29 – разгрузочный клапан; 30 – нагнетательный клапан;
 31 – пружина нагнетательного клапана; 32 – ограничитель; 33 – установочный штифт;
 34 – стяжная гайка; 35 – кронштейн промежуточной шестерни

Плунжер опускается пружиной 23, а поднимается толкателем 25 при набе- гании на него кулачка 12. Кулачок имеет три выступа и за один оборот кулачко- вого вала трижды поднимает плунжер. Одновременно плунжер через зубчатую втулку 22 и шестерню 4 вращается вокруг своей оси. Шестерня 4 вращается шестерней вала 5 регулятора.

Работа плунжерной пары (рис. 6.5). При движении вниз плунжер открывает впускные отверстия 18, и топливо, находящееся во впускной полости под давлением 0,15 МПа, заполняет надплунжерное пространство (рис. 6.5, а, I).

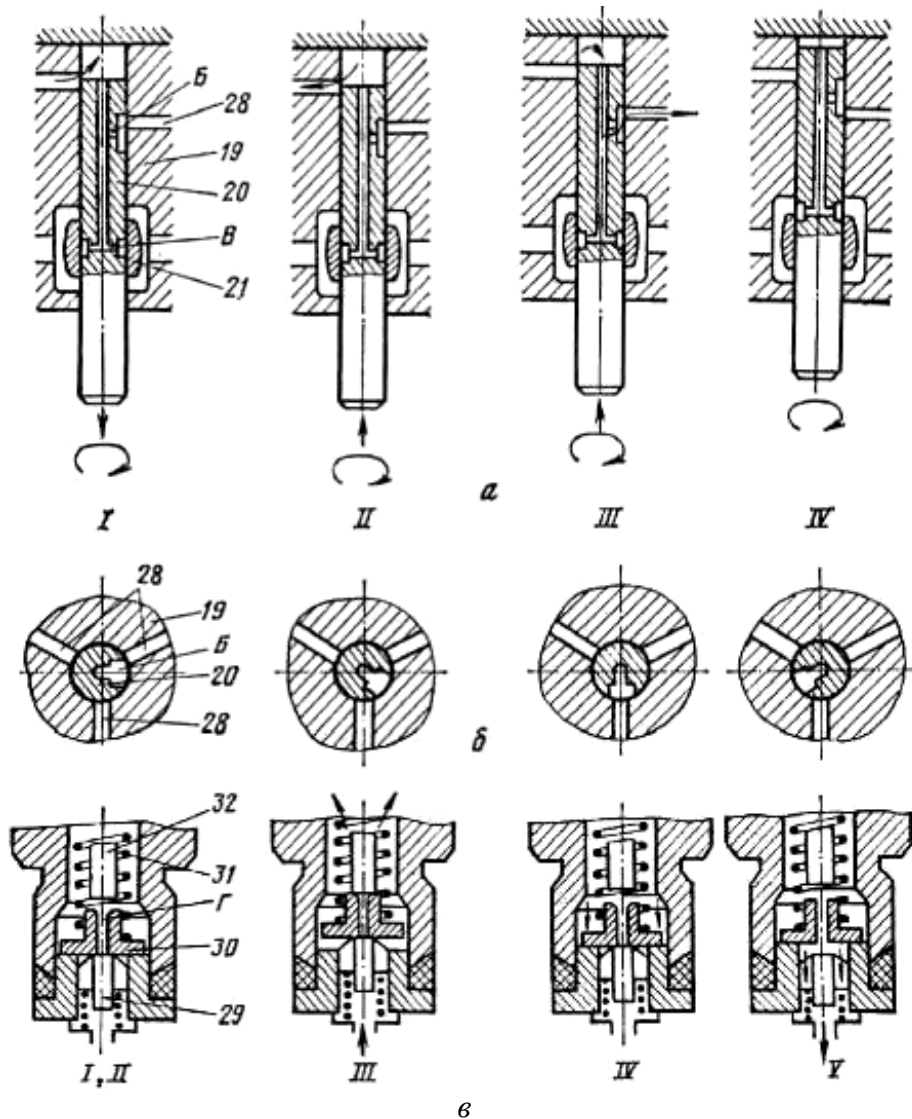


Рис. 6.5. Схема работы плунжерной пары насоса распределительного типа (а и б) и нагнетательного клапана (в) (позиции см. рис. 6.4):

- Б – распределительное сверление плунжера; В – отсечное сверление плунжера;
- Г – калиброванное отверстие разгрузочного клапана; I – заполнение надплунжерного пространства; II – перетекание части топлива во впускной канал; III – рабочий ход плунжера (нагнетание топлива); IV – отсечка подачи топлива – закрытие нагнетательного клапана;
- V – открытие разгрузочного клапана – разгрузка топливопровода высокого давления

При движении плунжера вверх в момент перекрытия им впускного отверстия в надплунжерной полости резко увеличивается давление. В это же время за счет вращения плунжера распределительное сверление подходит к одному из нагнетательных каналов 28 в головке (см. рис. 6.4), и топливо начинает поступать по этому каналу к нагнетательному клапану 30, открывает его и направляется к форсунке.

Топливо будет нагнетаться к форсунке до тех пор, пока отсечное сверление *B* плунжера не выйдет из дозатора 21 (рис. 6.5, *a*, IV). При этом надплунжерная полость соединится с полостью низкого давления вокруг дозатора, давление над плунжером резко упадет, нагнетательный клапан закроется, подача топлива прекратится. При последующем опускании и поднятии плунжер повернется на 120°, и подача топлива произойдет через другой канал головки и нагнетательный клапан к следующей форсунке. Таким образом, за один поворот кулачкового вала топливного насоса трижды происходит подъем и опускание плунжера и полный оборот его вокруг своей оси, в течение которого он обеспечивает подачу к трем цилиндрам. Вторая секция обеспечивает подачу в другие три цилиндра.

Перемещением дозатора регулируют подачу топлива к форсункам. При перемещении его вверх отсечное сверление *B* плунжера позже выйдет за его кромку, поэтому в цилиндры будет подано большее количество топлива. Перемещение дозатора вниз уменьшает подачу.

Проверка и регулировка установочного угла опережения впрыска топлива дизеля Д-260.1

При затрудненном пуске дизеля, дымном выпуске, а также при замене и установке топливного насоса после регулировки на стенде или ремонта обязательно проверьте установочный угол опережения впрыска топлива на дизеле.

Проверка угла для топливных насосов высокого давления РР6М10Р1f-3491/3492 производится в следующей последовательности:

- установите рычаги управления регулятором в положение, соответствующее максимальной подаче топлива;
- отсоедините трубку высокого давления от штуцера первой секции насоса и вместо нее подсоедините моментоскоп (рис. 6.6) (накидная гайка 5 с короткой трубкой 3, к которой с помощью резиновой трубки 2 подсоединена стеклянная 1 с внутренним диаметром 1–2 мм);
- проверните коленчатый вал дизеля ключом по часовой стрелке до появления из стеклянной трубки моментоскопа топлива без пузырьков воздуха;
- удалите часть топлива из стеклянной трубки встряхнув ее;

- проверните коленчатый вал в обратную сторону на 30° – 40° ;
- медленно вращая коленчатый вал дизеля по часовой стрелке, следите за уровнем топлива в трубке, в момент начала подъема топлива прекратите вращение коленчатого вала;
- определите положение указателя установочного штифта 3, закрепленного на крышке распределения 1 (рис. 6.7). Если он находится в диапазоне 21–23 на шкале, нанесенной на демпфере, то установочный угол опережения впрыска топлива установлен правильно.

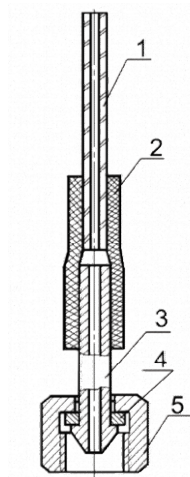


Рис. 6.6. Моментоскоп:

1 – стеклянная трубка; 2 – резиновая переходная трубка;
3 – отрезок трубки высокого давления; 4 – шайба; 5 – гайка



Рис. 6.7. Установка угла опережения впрыска топлива:

1 – крышка распределения; 2 – демпфер; 3 – штифт установочный; 4 – шкив

- Если указатель не находится в указанных пределах, произведите регулировку:
- вращая коленчатый вал, совместите указатель установочного штифта с делением 22 на градуированной шкале демпфера;
 - снимите крышку 3 люка (рис. 6.8);
 - отпустите на 1,0–1,5 оборота три гайки М10 крепления шестерни привода топливного насоса 1 к полумуфте привода 2;

- поверните за гайку 4 валик топливного насоса в одну и другую стороны в пределах пазов, расположенных на торцовой поверхности шестерни привода топливного насоса 1 до заполнения топливом стеклянной трубки моментоскопа;
- установите валик топливного насоса в крайнее (против часовой стрелки) в пределах пазов положение;
- удалите часть топлива из стеклянной трубки;
- медленно поверните валик топливного насоса по часовой стрелке до момента начала подъема топлива в стеклянной трубке, после чего прекратите вращение валика и затяните гайки крепления шестерни привода 1 к полумуфте 2;
- произведите повторную проверку момента начала подачи топлива;
- отсоедините моментоскоп и установите на место трубку высокого давления и крышку люка.

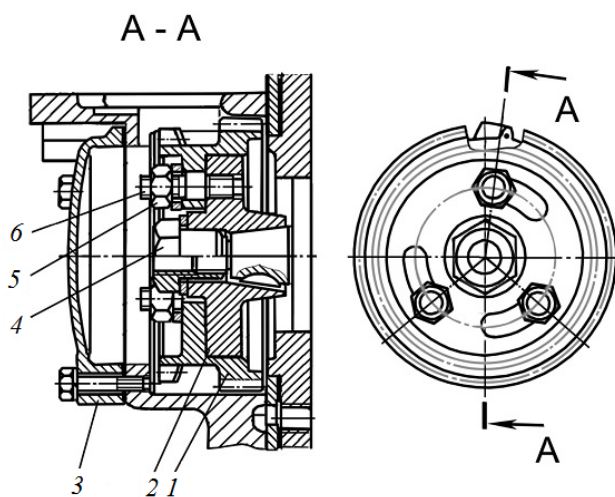


Рис. 6.8. Привод топливного насоса:

- 1 – шестерня привода топливного насоса; 2 – полумуфта привода; 3 – крышка люка;
4 – гайка специальная; 5 – гайка; 6 – шпилька

В дизелях Д-243/245 установка угла опережения впрыска топлива производится при помощи фиксатора, который выворачивается из резьбового отверстия заднего листа и вставляется обратной стороной в то же отверстие до совпадения с отверстием в маховике, что соответствует углу опережения впрыска топлива 20° или 18° до ВМТ для дизелей различных модификаций.

Основные неисправности ТНВД

При эксплуатации тракторов и автомобилей основными признаками неисправности ТНВД являются следующие:

- дизель не запускается или его запуск затруднен;
- дизель не развивает полной мощности, наблюдаются повышенные дымность и расход топлива;

- повышенная жесткость работы дизеля;
- двигатель неустойчиво работает на холостых оборотах;
- двигатель самопроизвольно останавливается или идет вразнос.

Основными причинами неисправности ТНВД являются:

- износ его деталей (плунжерных пар, нагнетательных клапанов и др.) или поломка (пружин возврата плунжеров, нагнетательного клапана и др.);
- нарушение момента впрыска и увеличение неравномерности подачи у многосекционного насоса;
- заклинивание плунжерных пар или рейки ТНВД.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о топливных насосах высокого давления двигателей тракторов и автомобилей.
3. Описание устройства и работы секции рядного ТНВД.
4. Изложение порядка установки ТНВД на один из двигателей (по заданию преподавателя).
5. Таблица возможных неисправностей ТНВД, заполненная на примере одной из моделей двигателя трактора или автомобиля (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Возможные неисправности ТНВД и способы их устранения

Возможные неисправности, внешнее проявление	Способы устранения	Примечание

Контрольные вопросы и задания

1. Расскажите о назначении, общем устройстве и принципе действия рядных ТНВД.
2. Объясните устройство и принцип действия плунжерной пары.
3. Что понимается под полным и активным ходом плунжера?
4. Что понимается под цикловой подачей топлива и как она регулируется?
5. Что понимается под моментом впрыска топлива в цилиндр и моментом начала подачи секции ТНВД?
6. Для чего предназначен нагнетательный клапан? Как он работает?
7. Как производится проверка и регулировка установочного угла опережения впрыска топлива?

Лабораторная работа № 7

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ВСЕРЕЖИМНОГО РЕГУЛЯТОРА. РЕГУЛИРОВКИ ТНВД

Цель работы: изучить конструкцию, работу узлов и деталей всережимного регулятора дизелей тракторов и автомобилей, возможные неисправности и способы их устранения, основные регулировки ТНВД.

Материальное обеспечение: тракторы «Беларус-82.1», «Беларус-1223», «Беларус-1502», «Беларус-1523», «Беларус-2522», всережимные регуляторы ТНВД дизелей перечисленных тракторов, стенд для испытания и регулирования топливной аппаратуры дизельных двигателей КИ-22205-01, методические указания, плакаты, набор инструментов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, конструкцию всережимных регуляторов топливных насосов высокого давления дизелей тракторов и автомобилей.
2. На рабочих местах определить места установки всережимных регуляторов топливных насосов высокого давления, их связь с другими узлами, основные операции по демонтажу (монтажу).
3. Изучить основные регулировки топливных насосов высокого давления и на рабочих местах порядок их выполнения.
4. Проанализировать возможные неисправности всережимных регуляторов топливных насосов высокого давления и способы их устранения.
5. Оформить отчет.

Общие сведения

Всережимный регулятор служит для автоматического поддержания постоянной частоты вращения коленчатого вала дизеля при неизменном положении педали (рычага) управления подачей топлива и изменяющейся нагрузке двигателя. Регулятор также обеспечивает минимальную устойчивую частоту вращения коленчатого вала дизеля и ограничивает максимальную частоту вращения на холостом ходу. Он приводится в действие от кулачкового вала ТНВД.

Устройство и работу всережимного регулятора рядного ТНВД рассмотрим на примере регулятора насоса серии 4УТН (рис. 7.1).

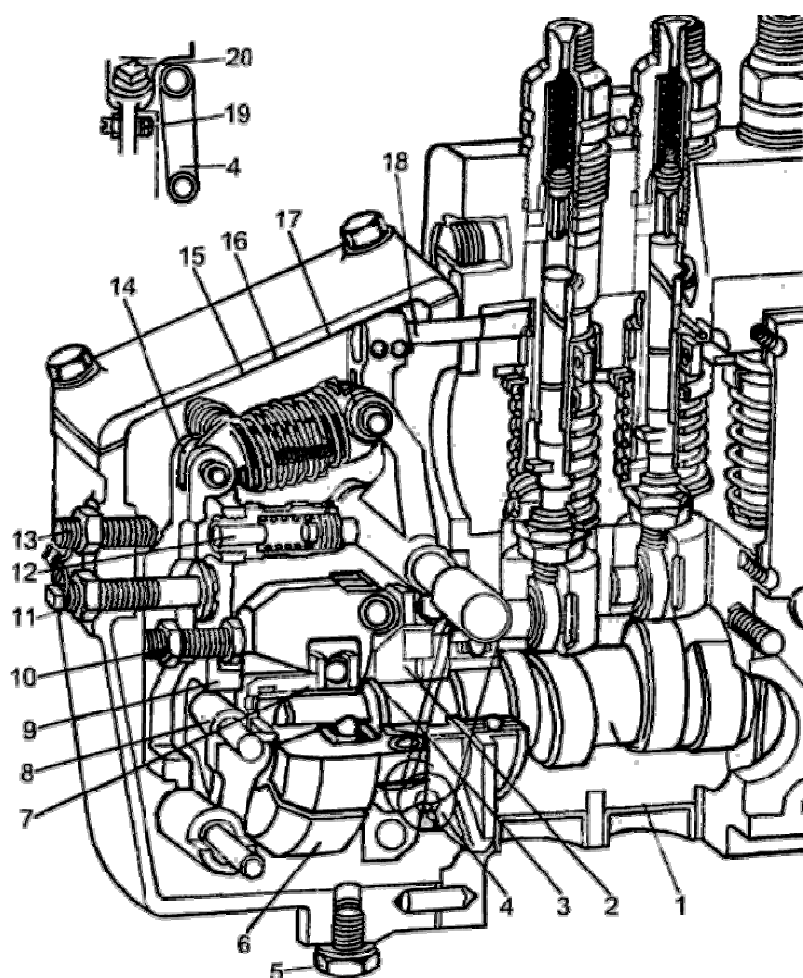


Рис. 7.1. Всережимный регулятор топливного насоса высокого давления 4УТНМ:
 1 – кулачковый вал; 2 – ступица; 3 – резиновые демпферы; 4 – рычаг управления;
 5 – сливная пробка; 6 – груз; 7 – муфта; 8 – упорная пята;
 9 и 14 – промежуточный и основной рычаги; 10 – соединительный болт;
 11 – болт номинальной подачи топлива; 12 – корректор;
 13 – винт прекращения подачи топлива; 15 – пусковая пружина; 16 – пружина регулятора;
 17 – рычаг; 18 – рейка насоса; 19 – винт максимальной частоты вращения холостого хода;
 20 – пробка маслозаливного отверстия

Регулятор имеет четыре груза 6, соединенных осями со ступицей 2, которая свободно сидит на кулачковом валу 1. Вал со ступицей связан через резиновые демпферы 3, уменьшающие неравномерность вращения грузов регулятора. По хвостовику кулачкового вала свободно передвигается муфта 7 регулятора с упорным шарикоподшипником. Через упорную пята 8 муфта взаимодействует с промежуточным рычагом 9 регулятора.

В задней части регулятора на оси установлены основной 14 и промежуточный 9 рычаги. В верхней части промежуточный рычаг соединен тягой с рейкой 18 насоса. В промежуточный рычаг 9 ввернут корректор 12. Промежуточный и основной рычаги связаны болтом 10, который обеспечивает необходимый свободный угловой ход между ними. Основной рычаг 14 соединен через пружину 16

регулятора с рычагом управления 4. В наружный прилив корпуса регулятора ввернут винт 19, который ограничивает натяжение пружины регулятора. В заднюю стенку корпуса регулятора ввернуты болт 11 номинальной подачи топлива (жесткий упор) и винт 13 прекращения подачи топлива.

В регуляторе предусмотрен автоматический обогатитель подачи топлива на пусковой частоте вращения коленчатого вала двигателя. Пружина 15 обогатителя соединяет промежуточный рычаг 9 с рычагом управления 4. Работу все-режимного регулятора рассмотрим на схеме, представленной на рис. 7.2.

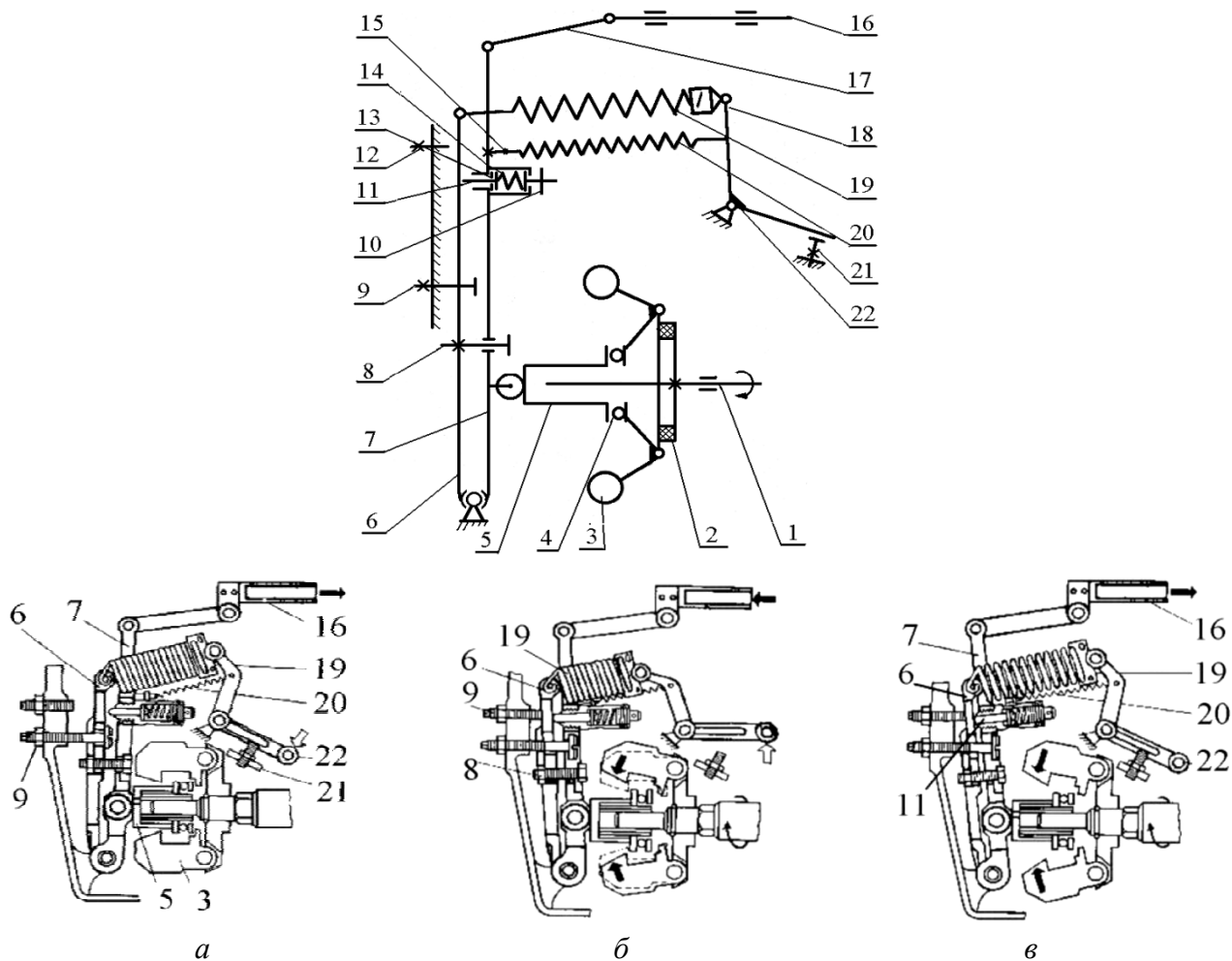


Рис. 7.2. Схема и работа регулятора ТНВД серии 4УТН:

а – при пуске; б – при остановке; в – при перегрузке;

- 1 – вал кулачковый; 2 – демпфер; 3 – груз регулятора; 4 – упорный подшипник;
 5 – муфта грузов регулятора; 6 – основной рычаг; 7 – промежуточный рычаг;
 8 – винт ограничения хода промежуточного рычага; 9 – винт номинальной подачи;
 10 – винт регулировки предварительного натяжения пружины корректора;
 11 – шток корректора; 12 – винт упора; 13 – регулировочная шайба хода штока корректора;
 14 – пружина корректора; 15 – винт регулировки пружины пускового обогатителя;
 16 – рейка ТНВД; 17 – тяга; 18 – серьга пружины; 19 – пружина регулятора;
 20 – пусковая пружина; 21 – винт ограничения максимальной частоты вращения;
 22 – рычаг управления подачей топлива

При пуске двигателя (рис. 7.2, *а*) рычаг 22 управления поворачивают до упора в винт 21. Пружина 19 регулятора перемещает основной рычаг б до упора в головку болта 9, а пружина 20 обогатителя перемещает промежуточный рычаг 7 и соединенную с ним рейку 16 насоса вперед (на рисунке – вправо), обеспечивая увеличение подачи топлива, необходимое для пуска двигателя. После запуска двигателя грузы 3 регулятора под действием центробежной силы расходятся и выступами перемещают муфту 5 назад, а вместе с ней промежуточный рычаг 7 и рейку, уменьшая подачу топлива.

Если рычаг 22 управления подачей топлива повернуть вверх до отказа (рис. 7.2, *б*), то пружина 19 регулятора сначала полностью сожмется и затем, действуя как жесткая тяга, передвинет основной рычаг б назад до упора в винт 12 прекращения подачи топлива. Посредством винта 8 промежуточный рычаг и связанная с ним рейка 16 топливного насоса перемещаются вместе с основным рычагом, подача топлива прекращается и двигатель останавливается.

При максимальной частоте вращения холостого хода рычаг управления регулятора упирается в винт 21. Двигатель, не имея нагрузки, работает с повышенной частотой вращения коленчатого вала. Центробежная сила вращающихся грузов увеличивается и, преодолевая усилие пружин 19 и 20, отклоняет рычаги б и 7 влево, перемещая рейку в сторону уменьшения подачи топлива. В результате этого частота вращения коленчатого вала снижается. В дальнейшем центробежная сила грузов уравнивается усилием пружины 19 регулятора, а рейка насоса находится в определенном промежуточном положении. При этом шток 11 корректора утоплен, а основной б и промежуточный 7 рычаги прижаты один к другому и работают, как одно целое.

Когда двигатель нагружен полностью, частота вращения коленчатого вала снижается, и центробежная сила грузов уменьшается. Под действием пружины регулятора промежуточный и основной рычаги перемещаются вперед до упора основного рычага в головку винта. Если нагрузка постоянная, то устанавливается равновесие между усилием пружины регулятора и центробежной силой грузов, частота вращения коленчатого вала при этом номинальная. При изменении нагрузки равновесие нарушается, и промежуточный рычаг перемещается вместе с рейкой насоса, изменяя подачу топлива.

Если двигатель перегружен (рис. 7.2, *в*), то частота вращения коленчатого вала падает, центробежная сила грузов ослабевает настолько, что пружина 14 корректора, действуя с помощью штока 11 на основной рычаг, перемещает промежуточный рычаг 7 и рейку 16 вперед, дополнительно повышая подачу топлива. При этом крутящий момент двигателя растет и преодолевается перегрузка. Корректор может увеличивать подачу топлива на 15 %–20 % по сравнению с подачей топлива при номинальной нагрузке.

Выше рассмотрена работа регулятора при упоре рычага управления в винт максимальной частоты вращения. Перемещением рычага 22 управления подачи топлива можно изменять степень растяжения пружины 19 регулятора и, следовательно, заданный скоростной режим двигателя. Во время работы трактора при неполной нагрузке целесообразно для экономии топлива выбрать пониженный скоростной режим двигателя.

Устройство и работу всережимного регулятора ТНВД *распределительного типа* рассмотрим на примере регулятора насоса серии НД (рис. 7.3).

Валик 5 регулятора занимает вертикальное положение, приводится во вращение через коническую пару шестерен 28 от кулачкового вала 29 топливного насоса и имеет частоту вращения в два раза большую, чем кулачковый вал.

В нижней части на валике установлена муфта 22 крестовины грузов, которая соединена с валиком спиральной пружины демпфера 24. Она предохраняет механизм регулятора от перегрузок при резких изменениях частоты вращения валика. Грузы 21 шарнирно закреплены в ушках крестовины. Ножки грузов снабжены роликами, которые воздействуют на муфту, сидящую на валике. С другой стороны в муфту упирается двуплечий основной рычаг 20 под действием пружины 10. Ее натяжение можно изменить наружным рычагом 7 управления регулятором. Перемещение наружного рычага 7 управления регулятором ограничено двумя упорными винтами 6 и 8. Двуплечий рычаг соединен системой тяг и рычагов с дозатором 2 секции высокого давления.

В заднюю крышку регулятора ввернут корректор 15, необходимый для увеличения подачи топлива насосом при временных перегрузках. В корпусе корректора находятся шток 18, нагруженный пружиной 17, и регулировочный винт 12 хода штока. Усилие пружины штока регулируют винтом 13. Увеличение подачи топлива при пуске обеспечивается автоматическим обогатителем 4 (пружиной).

Во время работы двигателя валик регулятора вращается вместе с грузиками 21. При установившемся режиме работы двигателя и заданном положении рычага 7 управления центробежная сила грузов 21 уравновешена усилием главной пружины 10, благодаря чему дозатор 2 удерживается в определенном положении, а коленчатый вал двигателя вращается с установленной частотой.

При уменьшении нагрузки частота вращения коленчатого вала двигателя увеличивается. Возрастающая центробежная сила грузов 21 преодолевает усилие пружины 10 и перемещает муфту 22 вверх, а система тяг передвигает дозатор 2 вниз, уменьшая подачу топлива насосом (рис. 7.3, б). Частота вращения коленчатого вала снижается до установленной, а между пружиной регулятора и центробежной силой грузов восстанавливается равновесие.

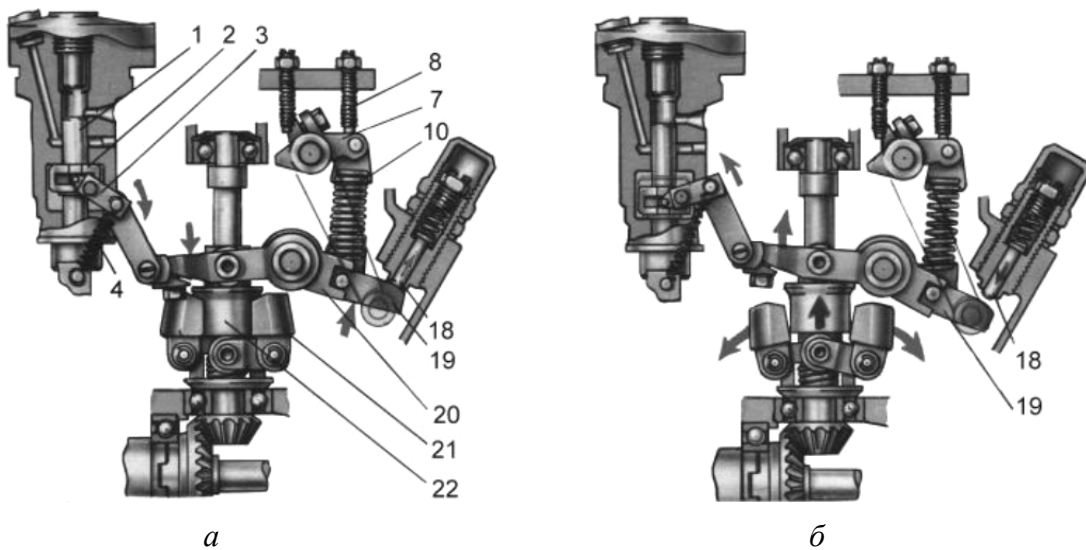
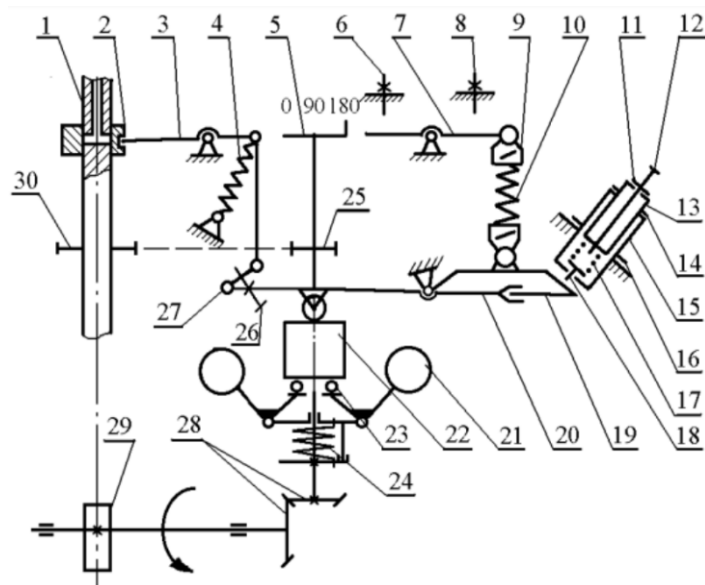


Рис. 7.3. Схема и работа регулятора ТНВД серии НД:

- а* – при перегрузке; *б* – при уменьшении нагрузки; 1 – плунжер; 2 – дозатор; 3 – поводок дозатора; 4 – пружина пускового обогатителя; 5 – валик регулятора с лимбом; 6 – винт «Стоп»; 7 – рычаг управления регулятором; 8 – винт максимальной частоты вращения; 9 – серьга пружины; 10 – пружина регулятора; 11, 14, 16 – контргайки; 12 – регулировочный винт хода штока корректора; 13 – винт регулировки натяжения пружины корректора; 15 – корпус корректора; 17 – пружина корректора; 18 – шток корректора; 19 – рычаг корректора; 20 – основной рычаг; 21 – грузы регулятора; 22 – муфта грузов регулятора; 23 – упорный подшипник; 24 – демпфер; 25 – шестерня валика регулятора; 26 – стяжной болт; 27 – эксцентриковый палец; 28 – шестерни привода валика регулятора; 29 – кулачковый вал; 30 – зубчатая втулка

При полной нагрузке рычаг 7 управления переводят в крайнее положение до упора в винт 8 максимального скоростного режима. Центробежная сила грузов уравновешена главной пружиной, и через систему тяг дозаторы устанавливаются в положение, обеспечивающее требуемую подачу топлива соответственно нагрузке двигателя на данном скоростном режиме.

При перегрузке (рис. 7.3, а) частота вращения коленчатого вала двигателя временно снижается. Центробежная сила грузов 21 уменьшается, под действием главной пружины 10 муфта 22 опускается, а двуплечий рычаг 20 и рычаг 19 корректора перемещаются против хода часовой стрелки. Рычаг 19 через шток 18 сжимает пружину 17 корректора. Это позволяет другому концу двуплечего рычага опуститься ниже и через систему тяг переместить дозатор 2 в сторону увеличения подачи топлива для преодоления кратковременной перегрузки. После преодоления перегрузки частота вращения коленчатого вала двигателя увеличивается, а возросшая центробежная сила грузов 21 преодолевает усилие главной пружины 10. Муфта 22 занимает такое положение, при котором рычаг 19 слегка касается штока 18 корректора.

Основные регулировки ТНВД

Установка положения винта номинальной подачи топлива. Рычаг 22 (см. рис. 7.2) прижмите к винту 21 и удерживайте в таком положении. Не включая привода стенда, сожмите между собой рычаги 6 и 7 до утопания штока 11 и замерьте штангенциркулем вылет рейки 16 насоса (расстояние от торца рейки 16 до привалочной плоскости насоса). Вылет рейки должен быть $24 \pm 0,5$ мм. При несоответствии отрегулируйте винтом 9.

Настройка начала действия регулятора. Началом действия регулятора считается такая частота вращения кулачкового вала насоса, при которой происходит начало отрыва рычага 6 от плоскости головки винта 9. Рычаг 22 установите на упор в винт 21. Постепенно увеличивайте частоту вращения вала стенда. Начало отхода рычага 6 достаточно точно фиксируется попеременным нажатием пальца руки на рычаг 6 в сторону привода насоса. Появление зазора укажет на момент начала действия регулятора. В этот момент зафиксируйте частоту вращения вала. При несовпадении частоты начала действия регулятора с заданной, измените положение винта 21. При вывертывании винта на один оборот, частота начала действия регулятора увеличивается на $10\text{--}20 \text{ мин}^{-1}$. Если винтом 21 отрегулировать не удастся, то измените число рабочих витков пружины 19 регулятора, наворачивая или выворачивая серьгу 18. Изменение числа рабочих витков пружины 19 на один виток изменяет частоту начала действия регулятора на $25\text{--}35 \text{ мин}^{-1}$.

Регулирование номинальной подачи топлива и ее равномерности по секциям. Давление топлива на впуске в ТНВД должно быть в пределах $0,07\text{--}0,12$ МПа. Установите номинальную частоту вращения кулачкового вала насоса,

рычаг 22 поверните до упора в винт 21. В случае несоответствия цикловой подачи табличным значениям, регулирование подачи топлива проводите изменяя положение поворотной втулки плунжера относительно зубчатого сектора, предварительно ослабив затяжку стяжного винта зубчатого сектора. Втулку поворачивают, используя специальные круглые выемки, расположенные на ее буртике.

Допускается изменять подачу топлива всех секций одновременно, действуя винтом 9 в пределах 0,5 оборота. В случае изменения положения винта 9, дополнительно проверьте и, если необходимо, настройте начало действия регулятора.

Допускаемая неравномерность подачи между секциями равна 3 % от значения номинальной цикловой подачи. При проверке насоса на контрольном стенде неравномерность подачи должна быть не более 6 %.

Проверьте неравномерность подачи топлива по секциям при частоте вращения кулачкового вала насоса 300 мин^{-1} . Для этого установите рычаг 22 управления регулятором в такое положение, при котором цикловая подача будет соответствовать $20\text{--}30 \text{ мм}^3/\text{цикл}$. Неравномерность подачи топлива по секциям не должна быть более 30 %. В противном случае отдефектуйте нагнетательный клапан и плунжерную пару или замените их подходящими по группе гидроплотности.

Настройка полного прекращения подачи топлива. При положении рычага 22 управления на упоре в винт 21 проверьте соответствие частоты вращения полного выключения подачи топлива табличному значению. В противном случае замените пружину 19 регулятора и регулировку начните с настройки начала действия регулятора.

Регулировка корректора. Корректор необходимо регулировать до установки его в регулятор. Ход штока (предварительно $1,3^{+0,2} \text{ мм}$) устанавливается шайбами 13, число которых допускается не более 3 штук. Усилие затяжки пружины 14 для насосов двигателей семейства Д-243 равно 85^{+5} Н . Такое усилие должно быть достаточным, чтобы утопить выступающий конец штока 11 заподлицо с торцом корпуса корректора. Усилие затяжки пружины 14 регулируется винтом 10.

Проверку усилия затяжки пружины 14 корректора производите после сборки насоса в процессе его настройки на стенде. Для этого установите частоту вращения максимального крутящего момента, рычаг 22 поверните до упора в винт 21. При этом шток 11 корректора должен выступать на установленную величину. Если шток 11 выступает недостаточно, заверните винт 10, увеличивая затяжку пружины.

Увеличьте частоту вращения кулачкового вала насоса до номинальной. Проверьте положение штока 11, прижимая рычаг 7 к рычагу 6. Отсутствие хода

говорит о полном утопании штока 11. В случае если шток 11 утопает не полностью, снизьте усилие пружины 14, выворачивая винт 10. Проведите проверку цикловой подачи топлива на режиме максимального крутящего момента согласно регулировочным данным. Если подача не соответствует требуемой – отрегулируйте ход корректора шайбами 13. Для увеличения подачи убирайте шайбы 13.

После регулировки корректора проверьте номинальную цикловую подачу. Если она увеличилась, значит, пружина 14 корректора слишком затянута и ее следует ослабить, если уменьшилась – восстановить регулировку винтом 9 номинальной подачи. Вновь проверить регулировку корректора.

Установка винта упора и ограничения выключения подачи. Рычаг 22 установите на упор в винт 21. Постепенно увеличивайте частоту вращения вала привода стенда до полного прекращения подачи топлива из форсунок. Винт 12 при этом должен быть вывернут заподлицо с приливом корпуса. После чего винт 12 вворачивайте, пока он не коснется рычага 6, затем отверните его на один оборот и зафиксируйте контргайкой.

Установите рычаг 22 управления на упор в винт 21 ограничения выключения подачи, и заворачивайте его до начала заметного движения рейки в сторону увеличения подачи. После этого проверьте отсутствие подачи топлива насосом через форсунки на всех скоростных режимах и законтрите винт контргайкой.

Проверка пусковой подачи. Рычаг 22 установите на упор в винт 21. Подача топлива при частоте вращения вала привода насоса 150 мин^{-1} должна составлять не менее $145 \text{ мм}^3/\text{цикл}$. Если подача меньше допустимой, проверьте состояние пусковой пружины 20 (изменение предварительного натяжения которой можно производить винтом 15), легкость перемещения рейки 16, величину ее хода в сторону привода. Возможно ограничение хода рейки вследствие неправильной сборки регулятора, малого зазора между плоскостью рычага 7 и головкой винта 8. Расхождение центров верхних головок рычагов 6 и 7 должно быть в пределах 16,0–16,5 мм, что регулируется винтом 8.

Основные неисправности всережимных регуляторов ТНВД

Неисправность или неправильная настройка всережимного регулятора не обеспечивает регулирование количества подаваемого секциями топлива в соответствии с режимом работы двигателя и действующими на него нагрузками.

При эксплуатации тракторов и автомобилей основными признаками неисправности всережимного регулятора ТНВД являются следующие:

- дизель не запускается или его запуск затруднен;
- дизель дымит и не развивает полной мощности, наблюдается повышенный расход топлива;

- наблюдаются колебания частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- двигатель самопроизвольно останавливается или идет вразнос.

Основные причины неисправности всережимного регулятора:

- износ или поломка его деталей (пружин, тяг, соединений и др.);
- неправильная регулировка всережимного регулятора или ее нарушение.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о всережимных регуляторах ТНВД.
3. Схема всережимного регулятора ТНВД, описание его устройства и работы на различных режимах (по заданию преподавателя).
4. Перечень основных регулировок всережимного регулятора ТНВД. Порядок выполнения одной из регулировок (по заданию преподавателя).
5. Таблица возможных неисправностей всережимного регулятора ТНВД, заполненная на примере одной из моделей двигателя (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Возможные неисправности всережимного регулятора ТНВД и способы их устранения

Возможные неисправности, внешнее проявление	Способы устранения	Примечание

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен, как устроен и работает всережимный регулятор рядного ТНВД?
2. Чем отличаются устройство и принцип действия всережимного регулятора ТНВД распределительного типа от рядного?
3. Как и для чего производится установка положения винта номинальной подачи топлива?
4. Как производится настройка начала действия регулятора?
5. Как производится регулирование номинальной подачи топлива и ее равномерности по секциям?
6. Как производится настройка полного прекращения подачи топлива?
7. Как производится регулировка корректора?

Лабораторная работа № 8

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, ОСНОВНЫХ РЕГУЛИРОВОК И ОПЕРАЦИЙ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ СИСТЕМ ПИТАНИЯ КАРБЮРАТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, СИСТЕМ ПИТАНИЯ НА СЖИЖЕННОМ И СЖАТОМ ГАЗЕ

Цель работы: изучить конструкцию, работу узлов и деталей систем питания карбюраторных двигателей, систем питания на сжиженном и сжатом газе, возможные неисправности и способы их устранения, основные регулировки.

Материальное обеспечение: бензиновые двигатели, карбюраторы, стенды систем питания карбюраторных и газовых двигателей, методические указания, плакаты, набор инструментов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, конструкцию и работу систем питания карбюраторных двигателей, систем питания на сжиженном и сжатом газе.
2. На рабочих местах определить места установки агрегатов систем питания карбюраторных двигателей, систем питания на сжиженном и сжатом газе, их связь с другими узлами, основные операции по демонтажу (монтажу).
3. Изучить основные регулировки систем питания карбюраторных двигателей, систем питания на сжиженном и сжатом газе и порядок их выполнения.
4. Проанализировать возможные неисправности систем питания карбюраторных двигателей, систем питания на сжиженном и сжатом газе и способы их устранения.
5. Оформить отчет.

Общие сведения

Система питания карбюраторного двигателя

Система служит для хранения запаса топлива, очистки топлива и воздуха, приготовления горючей смеси требуемого состава и в необходимом количестве, а также для подачи горючей смеси в цилиндры двигателя и отвода из них отработавших газов.

Система питания карбюраторного двигателя представлена на рис. 8.1.

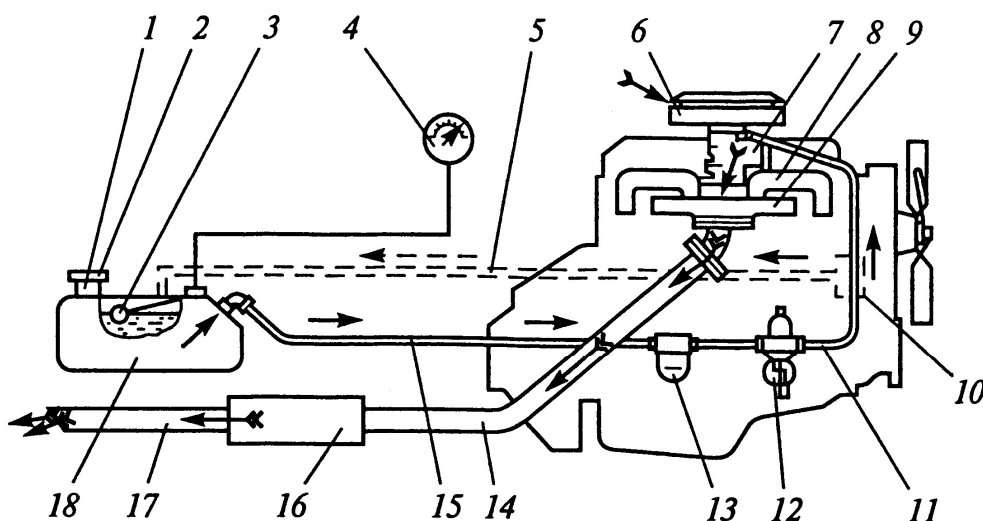


Рис. 8.1. Схема системы питания карбюраторного двигателя:

- 1 – заливная горловина; 2 – крышка; 3 – датчик уровня топлива;
 4 – указатель уровня топлива; 5, 10, 11, 15 – топливопроводы; 6 – воздушный фильтр;
 7 – карбюратор; 8 и 9 – впускной и выпускной коллекторы; 12 – топливный насос;
 13 – топливный фильтр; 14 – приемная труба; 16 – глушитель; 17 – выпускная труба;
 18 – топливный бак

Топливо из бака 18 по трубопроводу 15 под действием разрежения, создаваемого топливным насосом 12, поступает в насос, предварительно пройдя через фильтр 13. Насос нагнетает очищенное топливо в карбюратор 7, где готовится смесь топлива с воздухом. Воздух поступает в карбюратор, пройдя через воздушный фильтр 6. Благодаря разрежению, создаваемому в цилиндрах при тактах впуска, горючая смесь подводится к впускному коллектору 8 и далее поступает в цилиндры двигателя. Отработавшие газы отводятся через выпускной коллектор 9, глушитель 16 и выпускную трубу 17 в окружающую среду.

Топливный бак. На автомобиле устанавливают один или несколько топливных баков. Объем топливного бака должен обеспечивать 400–600 км пробега автомобиля без дозаправки. Топливный бак состоит из двух сварных половинок, выполненных штамповкой из оцинкованной стали. Внутри бака имеются перегородки, придающие жесткость конструкции и препятствующие расплескиванию топлива. В верхней части бака приварена заливная горловина 1, которая закрывается крышкой 2. На верхней стенке бака крепится датчик 3 указателя уровня топлива и топливозаборная трубка с сетчатым фильтром. В днище бака имеется резьбовое отверстие для слива отстоя, которое закрыто пробкой. В крышке заливной горловины бака имеется два клапана – паровой и воздушный.

Паровой клапан при повышении давления в баке открывается и выпускает пар в окружающую среду, воздушный клапан открывается, когда в баке создается разрежение.

Для очистки топлива от механических примесей применяют фильтры грубой и тонкой очистки. Фильтр грубой очистки или фильтр-отстойник (рис. 8.2) очищает топливо от воды и крупных механических примесей.

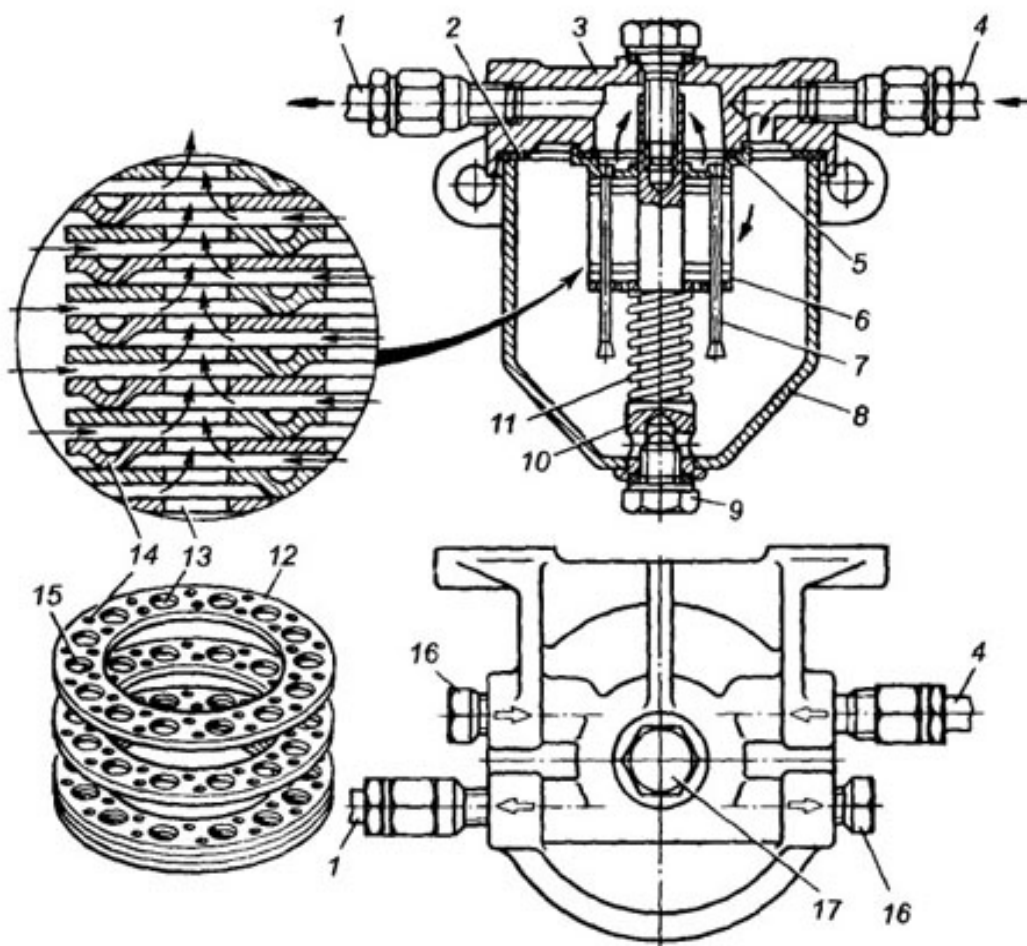


Рис. 8.2. Фильтр-отстойник:

- 1 – топливопровод к топливному насосу; 2 – прокладка; 3 – корпус;
 4 – топливопровод от топливного бака; 5 – прокладка; 6 – фильтрующий элемент; 7 – стойка;
 8 – стакан; 9 – сливная пробка; 10 – стержень фильтрующего элемента; 11 – пружина;
 12 – пластина фильтрующего элемента; 13 – отверстие в пластине для прохода очищенного топлива; 14 – выступы на пластине; 15 – отверстие в пластине для стоек; 16 – заглушка;
 17 – болт крепления корпуса

Фильтр-отстойник состоит из корпуса 3, стакана 8 и фильтрующего элемента 6, который собран из пластин 12 толщиной 0,14 мм. На пластинах имеются отверстия 13 и выступы 14 высотой 0,05 мм. Пакет пластин установлен на стержень 10 и пружинной 11 поджимается к корпусу 3. В собранном состоянии

между пластинами имеются щели, через которые проходит топливо. Крупные механические примеси и вода собираются на дне отстойника и через отверстие пробки 9 в днище периодически удаляются.

Фильтр тонкой очистки. Для очистки топлива от механических примесей применяют фильтры тонкой очистки (рис. 8.3), которые состоят из корпуса 1, стакана 5 и фильтрующего элемента 4 – сетчатого, керамического или бумажного. Фильтрующий элемент удерживается пружиной 6, скобой и винтом 7.

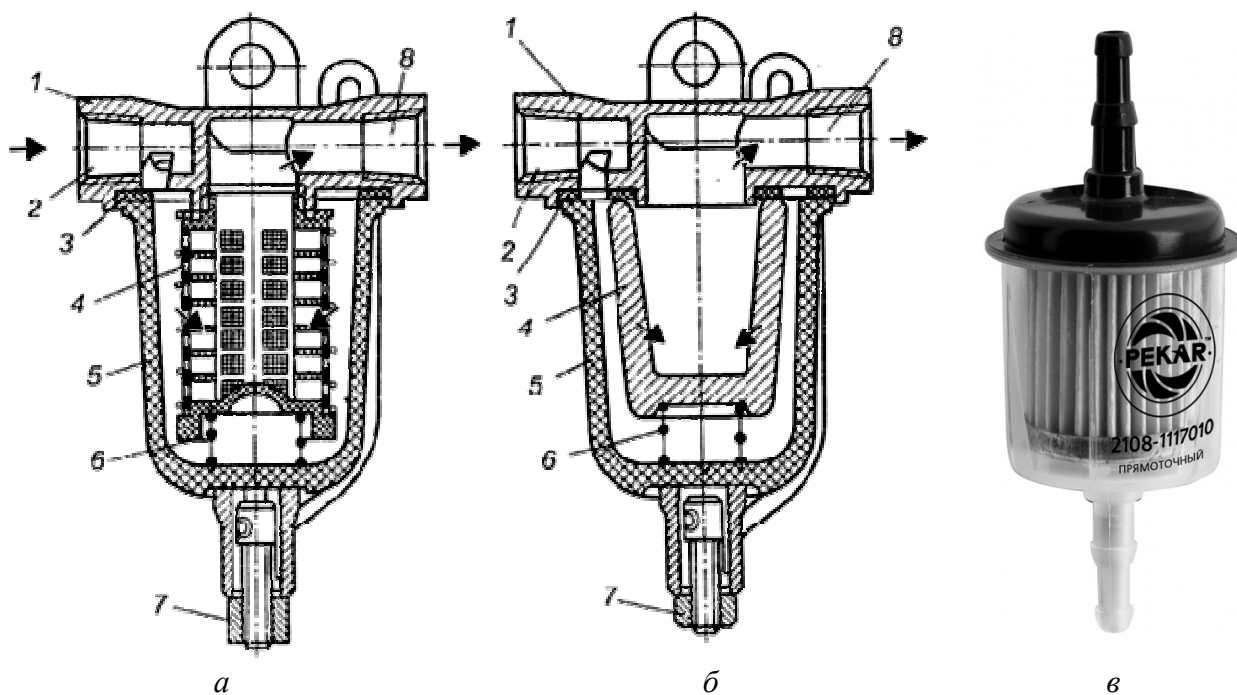


Рис. 8.3. Фильтры тонкой очистки топлива:

а – с сетчатым фильтрующим элементом; *б* – с керамическим фильтрующим элементом; *в* – с бумажным фильтрующим элементом; 1 – корпус; 2 – входное отверстие; 3 – прокладка; 4 – фильтрующий элемент; 5 – стакан; 6 – пружина; 7 – винт; 8 – выходное отверстие

Топливный насос – служит для подачи топлива из бака через фильтры в поплавковую камеру карбюратора. В системе питания карбюраторного двигателя применяются насосы диафрагменного типа с приводом от эксцентрика распределительного вала.

Максимальное давление, создаваемое насосом при закрытом игольчатом клапане поплавковой камеры карбюратора, составляет 20–30 кПа.

Насос (рис. 8.4) состоит из корпуса, в котором крепится коромысло 1 с пружиной, головки с впускными 3 и нагнетательными 4 клапанами с пружинами и крышки. Между корпусом и головкой зажаты края диафрагмы 5. Шток диафрагмы к рычагу привода крепится шарнирно, что позволяет диафрагме работать с переменным ходом.

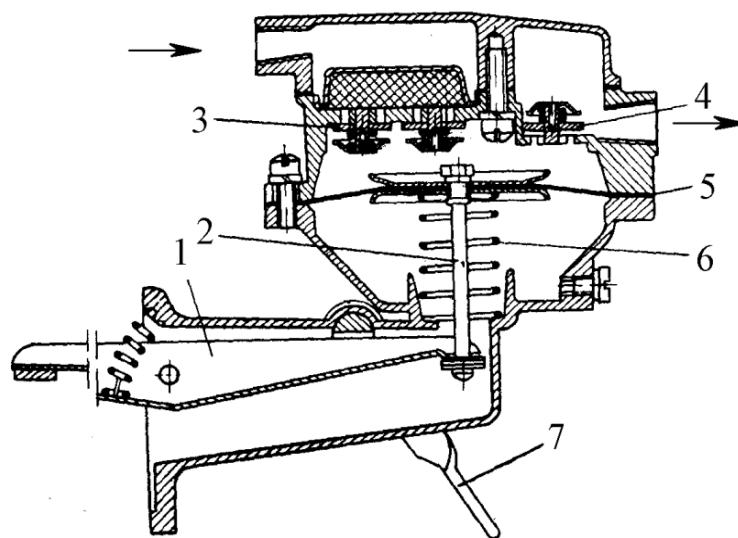


Рис. 8.4. Топливный насос:

1 – коромысло; 2 – шток; 3 – впускной клапан; 4 – нагнетательный клапан;
5 – диафрагма; 6 – пружина; 7 – рычаг ручной подкачки

Когда коромысло опускает диафрагму вниз, в полости над диафрагмой создается разрежение, открывается впускной клапан и полость над диафрагмой заполняется топливом. При сбегании рычага с эксцентрика диафрагма под действием пружины поднимается вверх. Над диафрагмой давление топлива повышается, впускной клапан закрывается, открывается нагнетательный клапан, и топливо поступает через фильтр тонкой очистки в поплавковую камеру карбюратора.

При смене фильтров поплавковую камеру заполняют топливом с помощью устройства для ручной подкачки 7. В случае выхода диафрагмы из строя топливо поступает в нижнюю часть корпуса и вытекает через контрольное отверстие.

Воздушный фильтр. Для очистки воздуха в карбюраторных двигателях применяются инерционно-масляные фильтры или фильтры с сухим сменным фильтрующим элементом.

Инерционно-масляный фильтр (рис. 8.5, а) состоит из корпуса, в нижнюю часть которого заливается масло 2, и фильтрующего элемента 4 из капроновой нити, закрытого металлической сеткой и закрепленного в крышке фильтра.

Воздух в воздушный фильтр поступает через кольцевую щель корпуса. После контакта с маслом воздух резко изменяет направление движения и более крупные частицы пыли, двигаясь по инерции, оседают в масляной ванне. В фильтрующем элементе, смоченном маслом, воздух дополнительно очищается от мельчайших частиц. Уход за фильтром заключается в регулярной смене масла в масляной ванне и промывке фильтрующего элемента.

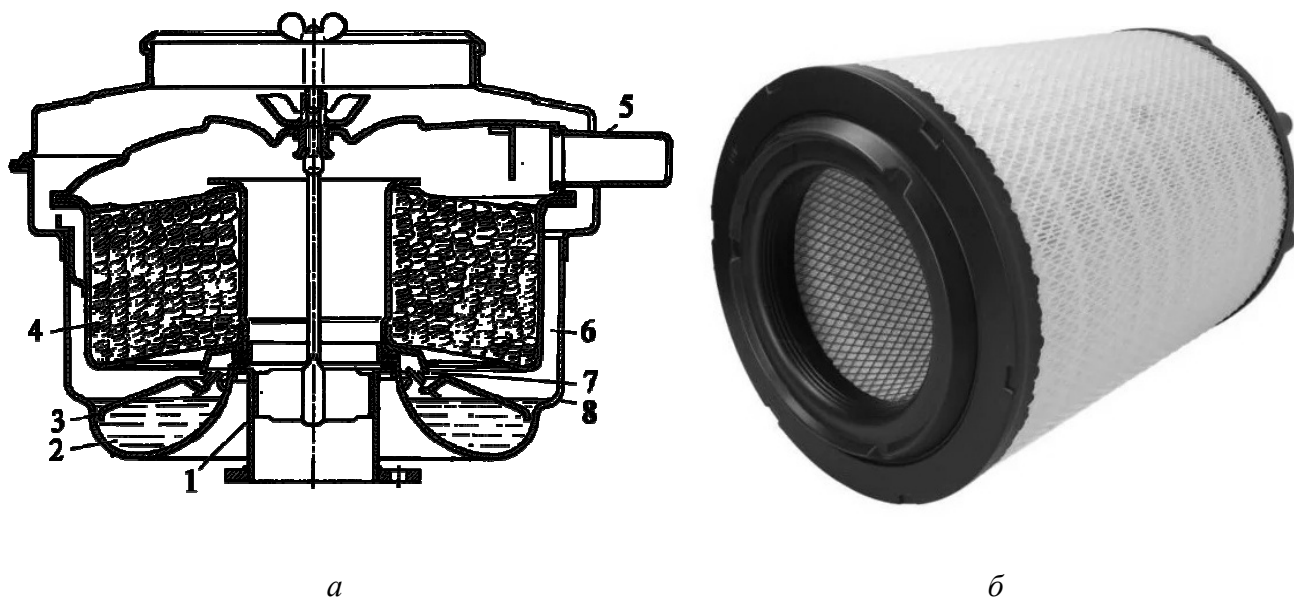


Рис. 8.5. Воздушные фильтры:

а – инерционно-масляный; *б* – сухой сменный фильтрующий элемент; 1 – патрубок; 2 – масло; 3 – отражатель; 4 – фильтрующий элемент; 5 – патрубок; 6 – кольцевая щель; 7 – кольцевое окно; 8 – корпус фильтра

Сухой сменный фильтрующий элемент (рис. 8.5, *б*) представляет собой неразборный гофрированный патрон из специальной бумаги мелкопористой структуры. При прохождении воздуха сквозь поры фильтра на его поверхности остаются практически все частицы пыли. Уход за такими фильтрами заключается в смене фильтрующего элемента через 8–10 тыс. км пробега.

Карбюратор – служит для приготовления путем смешивания топлива и воздуха горючей смеси требуемого состава и в необходимом количестве.

Рассмотрим принцип работы простейшего карбюратора (рис. 8.6). Основными элементами карбюратора являются поплавковая камера 8 с поплавком 2 и игольчатым клапаном 1, топливный жиклер 7, дроссельная заслонка 6, распылитель 4 и диффузор 5. Поплавковая камера через балансирующий канал 3 сообщается с воздушным каналом карбюратора, такую поплавковую камеру называют сбалансированной. С помощью поплавка 2 и игольчатого клапана 1 в поплавковой камере 8 поддерживается постоянный уровень топлива. Для предотвращения самопроизвольного вытекания топлива через распылитель устье распылителя располагают выше уровня топлива в поплавковой камере на 2–3 мм.

Топливный жиклер 7 дозирует топливо, поступающее через распылитель 4 в воздушный канал карбюратора. Дроссельной заслонкой 6 регулируется количество горючей смеси, подаваемой во впускной тракт и цилиндры двигателя.

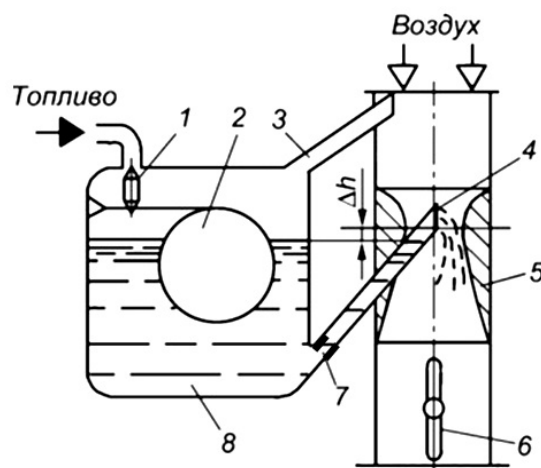


Рис. 8.6. Схема простейшего карбюратора:

1 – игольчатый клапан; 2 – поплавок; 3 – балансировочный канал; 4 – распылитель; 5 – диффузор; 6 – дроссельная заслонка; 7 – жиклер; 8 – поплавковая камера

Воздух из окружающей среды поступает в воздушный канал карбюратора, в диффузоре 5 которого сечение воздушного потока уменьшается, в результате чего повышается его скорость и создается разрежение. Максимального значения разрежение достигает в наиболее узкой части диффузора, где устанавливается сопло распылителя 4. Под действием разрежения в диффузоре топливо из распылителя фонтанирует в воздушный канал, где оно подхватывается воздушным потоком и распыляется. В смесительной камере распыленное топливо частично испаряется и смешивается с воздухом, образуя горючую смесь.

Простейший карбюратор не обеспечивает приготовления горючей смеси требуемого состава на всех режимах работы двигателя, поэтому все карбюраторы снабжены дозирующими системами, предназначенными для устранения недостатков простейшего карбюратора (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Дозирующие системы карбюратора

Режим работы двигателя	Коэффициент избытка воздуха	Работают дозирующие системы
Пуск холодного двигателя	$\alpha = 0,20-0,60$	Главная дозирующая система, система холостого хода и система пуска
Холостой ход	$\alpha = 0,70-0,80$	Система холостого хода
Малые и средние нагрузки	$\alpha = 1,05-1,15$	Главная дозирующая система
Большие нагрузки	$\alpha = 0,80-0,90$	Главная дозирующая система и экономайзер
Резкое увеличение нагрузки	Кратковременное обогащение смеси	Главная дозирующая система, ускорительный насос и экономайзер

Главная дозирующая система карбюратора (рис. 8.7) служит для приготовления горючей смеси при работе двигателя на малых, средних и больших нагрузках, выполнена по принципу пневматического торможения топлива.

Главная дозирующая система имеет устройство, аналогичное простейшему карбюратору, однако помимо главного топливного жиклера 16 она имеет колодец с эмульсионной трубкой 15 и воздушный жиклер 14, через который колодец сообщается с атмосферой или с входным патрубком.

При работе двигателя на средних нагрузках топливо из колодца быстро высасывается и через воздушный жиклер 14 и эмульсионную трубку 15 в канал распылителя подается воздух, который, смешиваясь с топливом, образует эмульсию (смесь пузырьков воздуха с топливом), поступающую в диффузор. У главного топливного жиклера 16 снижается разрежение, в результате чего обедняется приготовляемая горючая смесь и уменьшается расход топлива.

Система холостого хода. На холостом ходу разрежение в диффузоре недостаточно для вытекания топлива из распылителя, поэтому питание двигателя осуществляется при помощи системы холостого хода. К жиклеру холостого хода 7 топливо поступает, пройдя через главный жиклер 16. Затем по каналам 8 и 9 оно попадает в канал 6, смешиваясь с воздухом, подсасываемым через воздушный жиклер 10. Канал 6 заканчивается отверстиями 2, 3 и 4. Отверстие 4 располагается выше кромки дроссельной заслонки, и через него к топливу подмешивается еще некоторое количество воздуха; к выходным отверстиям 3 и 2 поступает эмульсия.

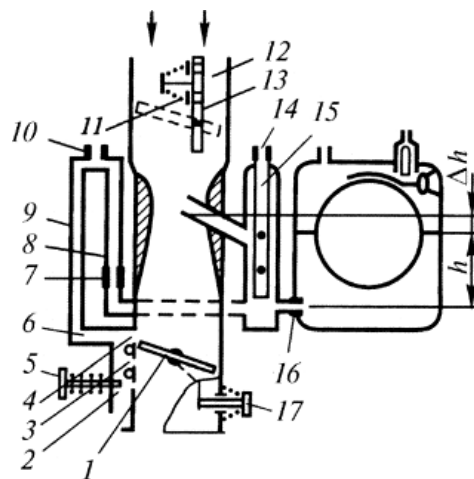


Рис. 8.7. Схема карбюратора:

- 1 – дроссельная заслонка; 2, 3, 4 – отверстия системы холостого хода;
- 5 – винт регулировки качества смеси; 6, 8, 9 – каналы системы холостого хода;
- 7 – топливный жиклер холостого хода; 10 – воздушный жиклер холостого хода;
- 11 – предохранительный клапан; 12 – входной патрубок; 13 – воздушная заслонка;
- 14 – воздушный жиклер; 15 – эмульсионная трубка; 16 – главный топливный жиклер;
- 17 – винт регулировки количества смеси

Винтом 5 регулируют количество эмульсии и, следовательно, состав смеси. Положение дроссельной заслонки 1 (количество смеси) регулируют винтом 17. Подбирая положение винтов 5 и 17, добиваются устойчивой работы двигателя в режиме холостого хода.

Когда заслонка 1 начнет открываться, то отверстие 4 окажется в зоне высоких разрежений, и через него в смесительную камеру также будет поступать эмульсия, чем и обеспечивается плавный переход к работе двигателя при малых нагрузках. При дальнейшем открытии дроссельной заслонки в работу вступает главная дозирующая система.

Система пуска. При пуске двигателя коленчатый вал вращается с малой частотой (50–100 мин⁻¹) и разрежение в диффузоре и каналах системы холостого хода недостаточно для подачи топлива. Пуск холодного двигателя обеспечивается при помощи воздушной заслонки 13, расположенной во входном патрубке 12 карбюратора. Приводы заслонок 13 и 1 связаны между собой, и когда при пуске воздушная заслонка закрывается, то дроссельная приоткрывается и вблизи распылителя создается разрежение, достаточное для подачи топлива. Предохранительный клапан 11 служит для предотвращения переобогащения смеси после пуска.

Экономайзер – служит для обогащения горючей смеси в режиме максимальных нагрузок, обеспечивая соответствующий этим режимам состав смеси.

Ускорительный насос – служит для впрыска дополнительной порции топлива в смесительную камеру при резком открытии дроссельной заслонки.

Система питания двигателя на сжиженном газе

На рис. 8.8 приведена схема системы питания двигателя, работающего на сжиженном газе. Из баллона 7 через расходные вентили 6 или 12, магистральный вентиль 5 и расходные трубки сжиженный газ поступает в испаритель 4, подогреваемый жидкостью из системы охлаждения двигателя. Далее газ в паровой фазе проходит через сетчатый фильтр 3 и двухступенчатый редуктор 2, откуда засасывается в газовый смеситель 15. Пуск и прогрев двигателя осуществляются только на паровой фазе, которую отбирают из баллонов через вентиль 6.

Газовый баллон 7 размещается под грузовой платформой автомобиля. Заполняют его через вентиль 10 до уровня, фиксируемого с помощью контрольного вентиля 9, а текущий запас топлива оценивают по датчику 11 указателя уровня. Баллон оснащен предохранительным клапаном 8, рассчитанным на давление 1,6 МПа.

Магистральный вентиль 5 и контрольные манометры 13 и 14 размещают в кабине водителя на контрольном щитке. Запас жидкого топлива рассчитывают на кратковременную работу двигателя и хранят в бензобаке 1, который используют в случае отказа газовой аппаратуры или для поездки до ближайшей заправочной газовой станции. С этой целью двигатель оснащают однокамерным карбюратором.

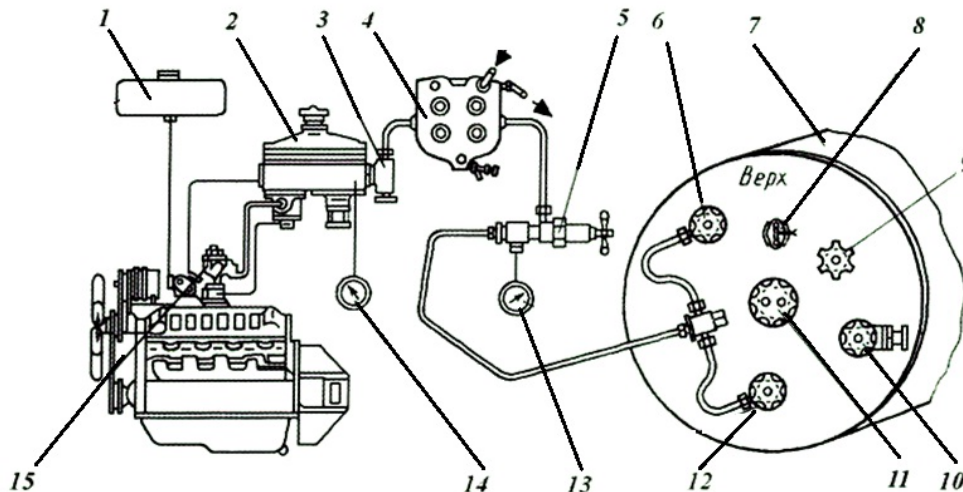


Рис. 8.8. Схема системы питания двигателя, работающего на сжиженном газе:
 1 – бензобак; 2 – редуктор низкого давления; 3 – сетчатый фильтр; 4 – испаритель;
 5 – магистральный вентиль; 6 – вентиль паровой фазы; 7 – газовый баллон;
 8 – предохранительный клапан; 9 – контрольный вентиль; 10 – наполнительный вентиль;
 11 – датчик указателя уровня; 12 – вентиль жидкой фазы; 13 и 14 – манометры; 15 – смеситель

Таким образом, питание газового двигателя бензином может осуществляться с помощью обычного базового карбюратора-смесителя с газовой проставкой или отдельного карбюратора упрощенной конструкции.

Система питания двигателя на сжатом газе

Схема системы питания двигателя, работающего на сжатом газе, приведена на рис. 8.9.

Установка для грузового автомобиля с пятью баллонами, сгруппированными в две секции I и II, размещаемыми обычно под платформой кузова. Каждая секция снабжена соединительной арматурой 2 с трубками 3 и расходным вентилем 4, что позволяет расходовать из них газ по отдельности и одновременно.

Из баллонов 1 по трубкам 3 через расходные вентили 4 газ поступает в подогреватель 6, в который через дозирующую шайбу 8 из приемной трубы 7 поступают горячие отработавшие газы. Далее через магистральный вентиль 9 и фильтр 10 газ проходит в одноступенчатый редуктор 11, где давление его

снижается до 1,2 МПа, и через второй фильтр 12 в двухступенчатый редуктор 13 с понижением давления почти до атмосферного.

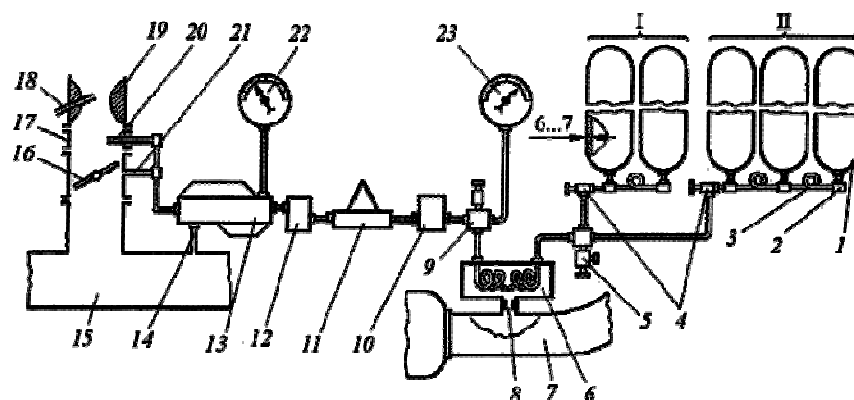


Рис. 8.9. Схема системы питания двигателя, работающего на сжатом газе:
 1 – баллоны; 2 – соединительная арматура; 3 – трубка высокого давления;
 4 – расходные вентили; 5 – заправочный вентиль; 6 – подогреватель; 7 – приемная труба;
 8 – дозирующая шайба; 9 – магистральный вентиль; 10 и 12 – фильтры;
 11 – редуктор высокого давления; 13 – редуктор низкого давления;
 14 – трубка пускового устройства; 15 – впускной трубопровод; 16 – дроссельная заслонка;
 17 – проставка; 18 – распылитель; 19 – диффузор; 20 – газовая форсунка;
 21 – трубка системы холостого хода; 22 и 23 – манометры; I и II – секции

При работающем двигателе газ засасывается в карбюратор-смеситель, причем на режиме холостого хода по трубке 21 он поступает непосредственно в задроссельное пространство и впускной трубопровод 15, который связан трубкой 14 с разгрузочным (пусковым) устройством редуктора.

Система снабжена двумя манометрами: высокого давления 23, включаемого до магистрального вентиль, и низкого 22, фиксирующего давление первой ступени редуктора. По показаниям первого манометра судят о количестве газа в баллонах, а по показаниям второго – о работе редуктора.

Так как автомобильные газобаллонные установки всегда предусматривают возможность питания двигателя и традиционным топливом, то и в рассматриваемой схеме обеспечено питание как газовым топливом, вводимым форсункой 20 в проставку 17, т. е. в зону между диффузором карбюратора и дроссельной заслонкой, так и жидким, вводимым в диффузор распылителем 18. Баллоны наполняются газом через вентиль 5.

Основные регулировки систем питания двигателей

Проверка и регулировка привода управления заслонками карбюратора

Педаля управления дроссельной заслонкой и кнопка ручного управления воздушной заслонкой должны легко перемещаться на всю длину своего хода.

В случае заедания необходимо смазать шарнирные соединения и трущиеся детали привода.

Если воздушная или дроссельная заслонка открываются или закрываются не полностью, то регулируют длину троса соответствующего привода. Для этого ослабляют винт крепления троса в рычаге воздушной или дроссельной заслонки, полностью вдвигают кнопку троса, а затем вытягивают ее на 2–3 мм, поворачивают рычаг до упора в сторону открытия воздушной заслонки или в сторону закрытия дроссельной и снова затягивают винт крепления троса в рычаге.

Регулировка минимальной частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу

Необходимость в регулировке возникает, когда прогретый двигатель глохнет при отпускании педали управления дроссельной заслонкой или, наоборот, работает с повышенной частотой вращения коленчатого вала.

Регулировка минимальной частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу производится в следующей последовательности:

- завернуть до упора винт 5 регулировки качества смеси (см. рис. 8.7), а затем отвернуть его на 1,5–2,0 оборота;
- запустить двигатель и винтом 17 установить устойчивую частоту вращения двигателя на холостом ходу 550–650 мин⁻¹.

Регулировка уровня топлива в поплавковой камере карбюратора

Уровень топлива – расстояние между плоскостью разъема корпуса и крышки поплавковой камеры и поверхностью топлива. Если требуется отрегулировать уровень топлива, изменяют число прокладок под гнездом игольчатого клапана поплавковой камеры или осторожно подгибают действующий на клапан язычок поплавка.

Основные неисправности систем питания двигателей

Характерными неисправностями системы питания карбюраторного двигателя являются: подтекание топлива, переобогащение или переобеднение горючей смеси, прекращение подачи топлива.

Подтекание происходит из-за неплотного присоединения или повреждения топливопроводов, ослабления затяжки штуцеров, повреждения уплотнительных прокладок или топливных баков.

Причинами переобогащения горючей смеси могут быть: нарушение в приводе управления воздушной заслонкой, высокий уровень топлива в поплавковой

камере, засорение воздушного фильтра, разработка топливных жиклеров, засорение воздушных жиклеров, повреждение поплавка, неплотное закрытие клапана экономайзера.

Переобеднение горючей смеси может быть вызвано: засорением топливопроводов и фильтров, подсосом воздуха через неплотности в соединениях, низким уровнем топлива в поплавковой камере, засорением топливных жиклеров.

Основные неисправности газобаллонных автомобилей связаны с нарушением герметичности системы питания и утечкой газа, регулировками и повреждениями в редукторах и дозаторах топлива, неисправностями топливных и газовых клапанов, засорением газового фильтра, нарушениями в электрических цепях и вакуумных магистралях.

Нарушение герметичности происходит: в местах крепления на газовом баллоне клапана, заправочного и расходного вентиля; в местах подсоединения трубопроводов к редуктору высокого давления; в соединениях с газовым клапаном и редуктором низкого давления.

Основные неисправности редуктора высокого давления связаны с разрывом мембраны (диафрагмы), негерметичностью клапана редуцирующего узла и соединений корпусных деталей.

Работоспособность редуктора низкого давления нарушается при повреждениях и разрывах диафрагм, негерметичности клапанов и корпусных деталей, засорении фильтра, каналов и отверстий, отложениях газового конденсата.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о системах питания карбюраторных двигателей, системах питания на сжиженном и сжатом газе.
3. Схема одной из систем карбюратора, описание ее устройства и работы при различных режимах (по заданию преподавателя).
4. Перечень основных регулировок систем питания карбюраторных двигателей, систем питания на сжиженном и сжатом газе. Порядок выполнения одной из регулировок (по заданию преподавателя).
5. Таблица возможных неисправностей системы питания карбюраторного двигателя (системы питания на сжиженном и сжатом газе), заполненная на примере одной из моделей двигателя (табл. 8.2).

Возможные неисправности системы питания карбюраторного двигателя
(системы питания на сжиженном и сжатом газе)

Возможные неисправности, внешнее проявление	Способы устранения	Примечание

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите назначение, общее устройство и принцип действия системы питания карбюраторного двигателя.
2. Как устроены и работают системы питания на сжиженном и сжатом газе?
3. Как устроен и работает простейший карбюратор?
4. Перечислите дозирующие системы, применяемые в карбюраторах.
5. Назовите значение коэффициента избытка воздуха на разных режимах работы карбюратора.
6. Перечислите основные регулировки системы питания карбюраторного двигателя. Как они выполняются?
7. Перечислите основные неисправности системы питания карбюраторного двигателя и системы питания на сжиженном и сжатом газе.

Лабораторная работа № 9

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, РАБОТЫ АККУМУЛЯТОРНЫХ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, СИСТЕМ ВПРЫСКА БЕНЗИНА

Цель работы: изучить назначение, конструкцию, принцип работы, порядок основных регулировок, возможные неисправности и способы их устранения.

Материальное обеспечение: двигатели Д-245S3А и TCD 2013 L064V Deutz, разрезная модель двигателя УАЗ 42164, лабораторные стенды НТЦ-15.40, НТЦ-15.99С, комплект плакатов, методические указания, набор инструментов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, общее устройство систем питания Common Rail, принцип работы.
2. Изучить назначение, общее устройство систем впрыска бензина.
3. На рабочих местах рассмотреть места установки основных узлов и агрегатов систем питания Common Rail, систем впрыска бензина.
4. Изучить порядок удаления воздуха из топливных систем Common Rail.
5. Проанализировать возможные неисправности систем и способы их устранения.
6. Оформить отчет.

Общие сведения

Электронная система управления (ЭСУ) подачей топлива является основной современных дизелей, позволяющей сделать их более мощными, эффективными, бесшумными, экономичными и экологичными. Они находят применение в топливных системах:

- с насос-форсунками;
- индивидуальными топливными насосами (UPS);
- аккумуляторными топливными системами (Common Rail System – CRS).

Современные ЭСУ подачей топлива пришли на смену *механическим центробежным регуляторам ТНВД* и позволяют получить точное и исключительно гибкое управление впрыскиванием топлива.

Системы питания дизельного двигателя с системой Common Rail

Более качественного распыливания топлива и, как следствие, снижения токсичности отработавших газов (ОГ) можно достичь при высоком давлении

впрыска (порядка 135–200 МПа). Однако стандартные системы топливоподачи не могут обеспечить подачу топлива к форсункам под таким давлением, поэтому в настоящее время широкое распространение получили топливные системы Common Rail и другие системы с электронным управлением.

Принцип работы системы Common Rail (рис. 9.1) заключается в следующем. С помощью топливоподкачивающего насоса 4 топливо прокачивается через фильтр 10 с влагоотделителем и подается в аксиально-плунжерный насос 2 высокого давления (ТНВД), который имеет регулятор производительности и подкачивающий насос. От ТНВД топливо под давлением поступает в аккумулятор давления 7, откуда под высоким давлением – на электро- или электро-пьезо-гидравлические форсунки 8. Излишки топлива от форсунок и ТНВД сливаются в топливный бак 12 через сливные топливопроводы.

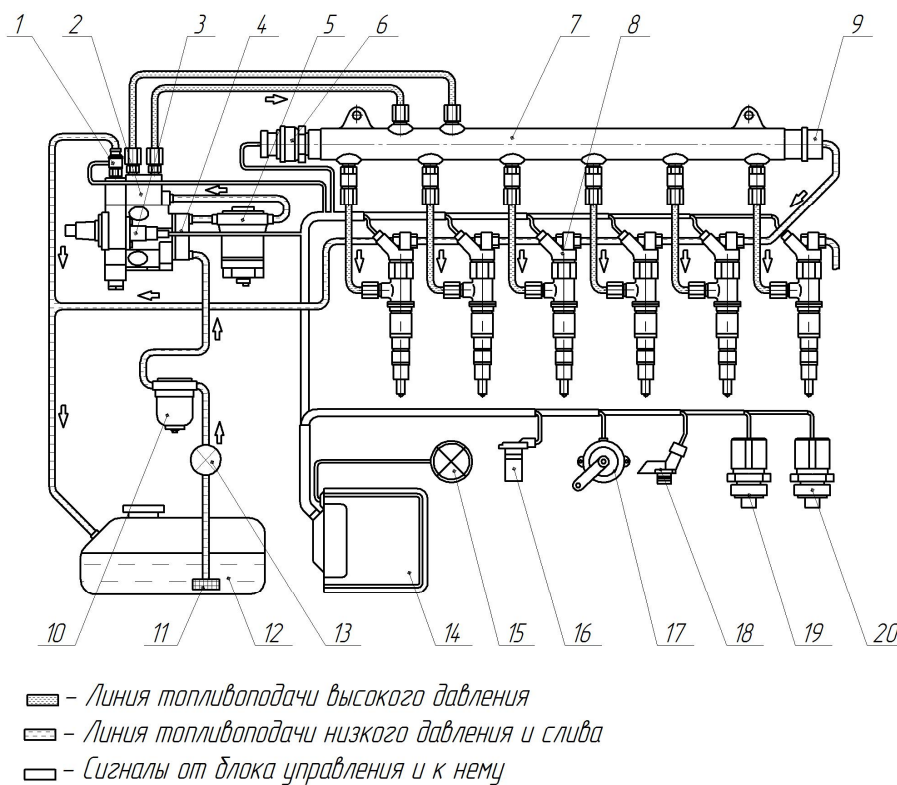


Рис. 9.1. Схема системы питания Common Rail дизелей Deutz:

- 1 – датчик температуры топлива; 2 – ТНВД; 3 – датчик частоты и фазы вращения кулачкового вала ТНВД; 4 – топливоподкачивающий насос низкого давления; 5 – ФГО; 6 – датчик давления топлива в аккумуляторе; 7 – аккумулятор давления Rail; 8 – форсунка; 9 – редукционный клапан; 10 – фильтр грубой очистки топлива (ФГО); 11 – топливозаборник; 12 – топливный бак; 13 – насос ручной подкачки; 14 – электронный блок управления; 15 – датчик, сигнализирующий об исправности топливоподачи в кабине трактора; 16 – датчик частоты вращения коленчатого вала; 17 – датчик положения педали подачи топлива; 18 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 19 – датчик температуры и давления наддувочного воздуха комбинированный; 20 – датчик температуры и давления масла комбинированный

Электронный блок управления (ЭБУ) 14, получая информацию от датчиков, задает выходные параметры, используя заложенную в нем программу, и воздействует на исполнительные механизмы для получения требуемых параметров дизеля. Количество топлива, подаваемого в цилиндры дизеля через форсунки, определяется сигналом ЭБУ в зависимости от режима работы двигателя. По сигналу ЭБУ давление в системе регулируется с помощью регулятора, установленного на корпусе ТНВД.

На холостом ходу оно минимальное, что снижает шум работы ТНВД и форсунок, а при разгоне максимальное – для обеспечения приемистости. Подача воздуха в цилиндры аналогична дизелям с турбонаддувом.

Схема подачи топлива двигателями Д-260.1S3А, Д-260.2S3А и Д-260.4S3А с Common Rail приведена на рис. 9.2. При работе топливо из бака подается топливоподкачивающим насосом 10 через фильтр грубой очистки 9, радиатор блока электронного управления 5 в фильтр тонкой очистки 4 к радиально-плунжерному ТНВД 1 с регулятором давления. ТНВД под высоким давлением подает топливо в аккумулятор топлива (Rail) и далее в форсунки.

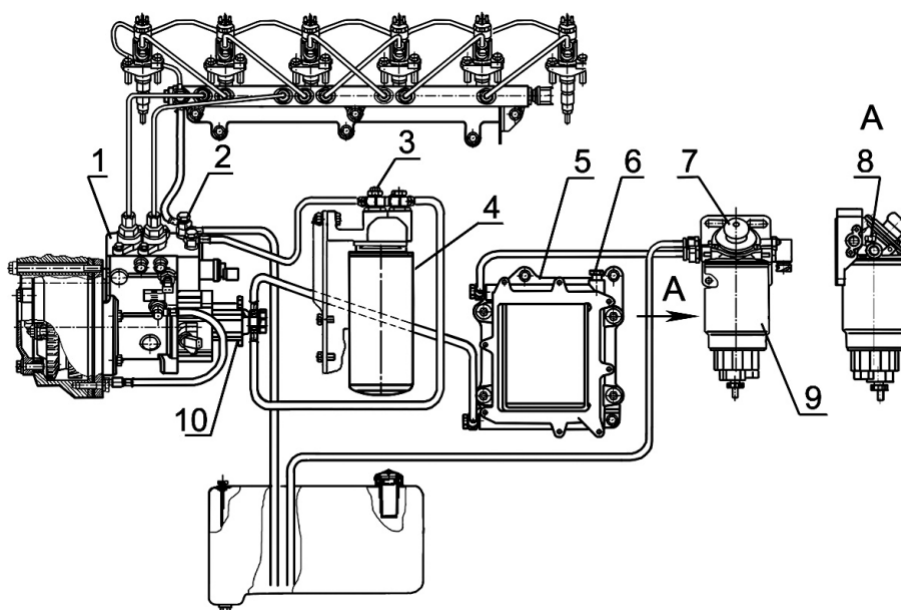


Рис. 9.2. Схема подачи топлива двигателями Д-260.1S3А, Д-260.2S3А, Д-260.4S3А:
 1 – ТНВД; 2 – болт поворотного угольника дренажных топливопроводов; 3 – пробка;
 4 – ФТО топлива; 5 – радиатор блока электронного управления;
 6 – пробка для выпуска воздуха; 7 – ручной подкачивающий насос;
 8 – пробка для выпуска воздуха; 9 – ФГО топлива;
 10 – топливоподкачивающий насос

Аккумулятор топлива (Rail) (рис. 9.3) является объемным накопителем топлива высокого давления. Одновременно аккумулятор сглаживает колебания

давления, которые возникают из-за пульсирующей подачи топлива от ТНВД, а также из-за работы форсунок во время впрыскивания за счет несинхронности импульсов давления доз топлива, поступающих от ТНВД и расходуемых через форсунки.

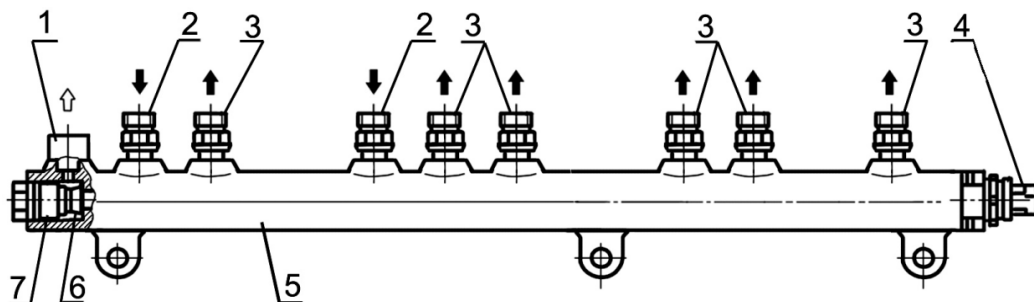


Рис. 9.3. Аккумулятор топлива высокого давления:

- 1 – штуцер обратного слива; 2 – штуцер подводящий; 3 – штуцеры отводящие (выпускные);
 4 – датчик высокого давления топлива; 5 – аккумулятор топлива;
 6 – запорный конус сердечника клапана; 7 – клапан ограничения давления

Аккумулятор 5 имеет форму толстостенной трубы, в торцах которой установлены датчик давления топлива 4 и клапан ограничения давления 7.

Топливо из ТНВД направляется через магистраль высокого давления к отводящим штуцерам 3 аккумулятора. Аккумулятор топлива сообщается с форсунками посредством топливопроводов высокого давления, подсоединенных к отводящим штуцерам аккумулятора.

Объем аккумулятора постоянно наполнен топливом, находящимся под давлением. Величина этого давления поддерживается на постоянном уровне и может регулироваться клапаном 7 в зависимости от параметров работы дизеля.

Клапан ограничения давления поддерживает определенную величину давления в аккумуляторе, выполняя роль редуционного (предохранительного) клапана. Слив топлива происходит через топливопровод, подсоединенный к штуцеру обратного слива 1.

Ручной топливоподкачивающий насос (см. рис. 9.2) смонтирован на крышке фильтра грубой очистки топлива.

ТНВД двухсекционный. При установке ТНВД в него необходимо залить 200 см³ масла для смазки.

В аккумуляторных топливных системах (Common Rail) фирмы BOSCH дизелей Д-245S3А, Д-245.5S3А, Д-245.43S3А, Д-260.1S3А, Д-260.2S3А, Д-260.4S3А устанавливаются электрогидравлические форсунки (рис. 9.4).

Топливо подается по магистрали 4 высокого давления через подводящий канал 8 к распылителю форсунки, а также через дроссельное отверстие 6 подачи

топлива – в камеру *10* управляющего клапана. Через дроссельное отверстие отвода топлива, которое может открываться электромагнитным клапаном, камера соединяется с магистралью обратного слива *1*.

При закрытом дроссельном отверстии *6* гидравлическая сила, действующая сверху на поршень управляющего клапана, превышает силу давления топлива снизу на конус иглы распылителя. Вследствие этого игла прижимается к седлу распылителя и плотно закрывает отверстия распылителя. В результате топливо не попадает в камеру сгорания.

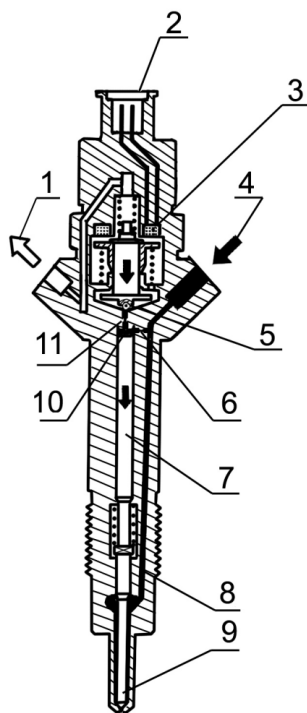


Рис. 9.4. Электрогидравлическая форсунка BOSCH:

- 1* – магистраль обратного слива топлива; *2* – клеммы электрического подсоединения;
- 3* – электромагнитный клапан; *4* – магистраль высокого давления; *5* – шарик клапана;
- 6* – дроссельное отверстие подачи топлива; *7* – поршень, управляющий клапаном;
- 8* – канал подвода топлива к распылителю; *9* – запорная игла распылителя;
- 10* – камера управляющего клапана; *11* – дроссельное отверстие отвода топлива

При срабатывании электромагнитного клапана *3* якорь электромагнита сдвигается вверх, открывая дроссельное отверстие *6*. Соответственно снижаются как давление в камере управляющего клапана, так и гидравлическая сила, действующая на поршень управляющего клапана. Под действием давления топлива на конус игла распылителя отходит от седла, так что топливо через отверстия распылителя попадает в камеру сгорания цилиндра. Управляющая подача – это дополнительное количество топлива, предназначенного для подъема иглы, которое после использования отводится в магистраль обратного слива топлива.

Кроме управляющей подачи существуют утечки топлива через иглу распылителя и направляющую поршня управляющего клапана. Все это топливо отводится в магистраль обратного слива, к которой присоединены все прочие агрегаты системы впрыска, и возвращается в топливный бак. Количество впрыскиваемого топлива пропорционально времени включения электромагнитного клапана и величине давления в аккумуляторе давления и не зависит ни от частоты вращения коленчатого вала двигателя, ни от режима работы ТНВД (впрыскивание, управляемое по времени).

Когда электромагнитный клапан обесточивается, якорь силой пружины запирающего клапана прижимается вниз и шарик клапана 5 запирает дроссельное отверстие. После перекрытия дроссельного отверстия отвода топлива давление в камере управляющего клапана вновь достигает той же величины, что и в аккумуляторе. Это повышенное давление смещает вниз поршень управляющего клапана вместе с иглой распылителя. Когда игла плотно примыкает к седлу распылителя и запирает его отверстия, впрыскивание прекращается.

При высоких давлениях в аккумуляторе 8 (см. рис. 9.1) электромагнит 3 (см. рис. 9.4) не в состоянии поднять запорную иглу 9, поэтому используется принцип гидроусиления, который показан на рис. 9.5.

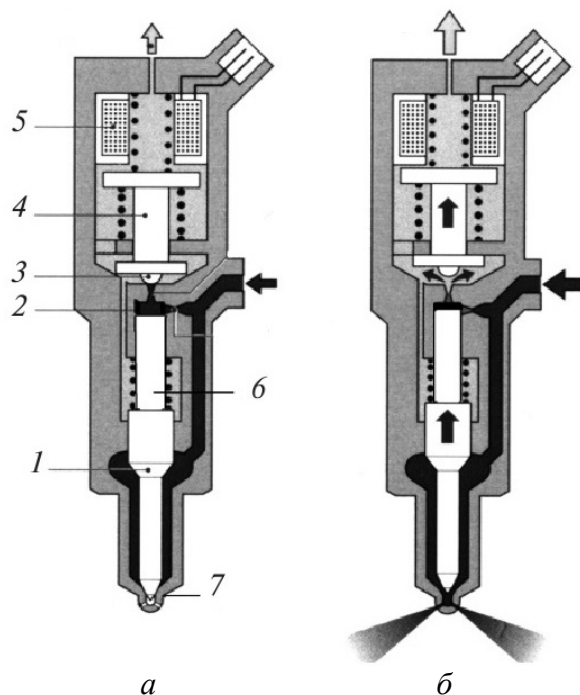


Рис. 9.5. Принцип действия электрогидравлической форсунки фирмы BOSCH с шариковым клапаном:

- а* – форсунка в закрытом состоянии; *б* – форсунка в открытом состоянии;
 1 – игла; 2 – камера управления; 3 – шариковый управляющий клапан; 4 – якорь;
 5 – электромагнит; 6 – поршень управляющего клапана; 7 – распылитель

При создании давления в аккумуляторе оно действует как на конусную поверхность иглы, так и на поршень управляющего клапана (рис. 9.5, а). Поскольку площадь рабочей поверхности поршня на 50 % больше площади конусной поверхности иглы, а на иглу действует прижимная сила пружины, игла распылителя продолжает прижиматься к седлу.

При подаче напряжения от блока управления на электромагнит шток якоря поднимается и открывается шариковый управляющий клапан (рис. 9.5, б). Давление в камере управления падает в результате открытия дроссельного отверстия, и топливо пропускается из зоны над поршнем управляющего клапана в зону слива. Давление на поршень управляющего клапана падает, так как подводящее дроссельное отверстие управляющего клапана имеет меньшее сечение, чем отводящее. Запорная игла при этом под действием высокого давления в кармане распылителя открывается. Количество подаваемого топлива зависит от времени подачи напряжения в электромагнит, а значит, от времени открытия шарикового управляющего клапана.

При прекращении подачи напряжения на электромагнит якорь под действием пружины опускается вниз, при этом шариковый управляющий клапан закрывается, давление в камере управления восстанавливается через специальный жиклер. Под действием давления топлива на поршень управляющего клапана, имеющего диаметр больше диаметра иглы, и воздействием пружины игла закрывается.

Из-за особенностей процесса сгорания, присущих дизельным двигателям с турбонаддувом, для уменьшения шума и снижения выброса оксидов азота, в цилиндры двигателя перед впрыском основной дозы топлива подается небольшая капля топлива (1–2 мм³), которая плавно перетекает в распыление остальной части топлива. Предварительный («пилотный») впрыск позволяет топливу воспламениться быстрее. Давление и температура при этом возрастают медленнее, чем при обычном впрыске, что уменьшает жесткость работы двигателя и его шум с одновременным снижением выбросов оксидов азота.

Одним из путей совершенствования системы Common Rail является увеличение быстродействия открытия форсунки. Минимальное время открытия форсунки для электромагнита с подвижным сердечником составляет 0,5 мс, что не позволяет оперативно изменять подачу топлива. Для более быстрого срабатывания форсунки в настоящее время применяется пьезокерамическая форсунка, которая работает в 4 раза быстрее.

Использование пьезоэлемента кроме быстроты срабатывания обеспечивает большую силу открытия клапана сброса давления над иглой форсунки и высокую точность хода для быстрого сброса давления подачи топлива. Система Common Rail 4-го поколения имеет рабочее давление до 280–300 МПа.

Системы впрыска бензина

Такие системы основаны на впрыскивании бензина во впускной трубопровод, где происходит образование топливовоздушной смеси, или непосредственно в цилиндры двигателя (непосредственный впрыск). В таких системах нет карбюратора, а бензин впрыскивается специальными форсунками (инжекторами), которыми управляет микро-ЭВМ. По сравнению с системами питания карбюраторных двигателей системы с впрыскиванием бензина более сложны и требуют высококвалифицированного обслуживания при эксплуатации. Несмотря на это они имеют и ряд преимуществ: более равномерное распределение смеси по цилиндрам, что повышает экономичность двигателя; отсутствие карбюратора уменьшает сопротивление впуска топливной смеси, в результате чего улучшается наполнение цилиндров и соответственно повышается мощность двигателя; более точное дозирование воздуха и топлива в составе смеси и корректировка этого состава в зависимости от режима работы двигателя; меньшее содержание вредных примесей в отработавших газах.

Используют самые разнообразные конструкции систем впрыска: одноточечные с центральным впрыском, многоточечные с распределенным впрыском, непрерывным или прерывистым впрыском и с непосредственным впрыском.

Автомобильные двигатели оборудуются двумя видами систем впрыска:

- во впускной трубопровод;
- непосредственный впрыск в цилиндры.

Основными преимуществами систем впрыска бензина являются:

- раздельное дозирование воздуха и топлива, в результате чего одной и той же подаче воздуха может соответствовать разная подача бензина;
- точное дозирование топлива на всех эксплуатационных режимах с учетом многих факторов;
- хорошая приспособленность системы к диагностике и объединению с другими системами управления двигателем (например, зажиганием, наддувом и т. п.);
- улучшение экономических, мощностных и экологических показателей двигателя.

Впрыск бензина может быть *центральным* (рис. 9.6, а), когда впрыск реализуется одной форсункой 5, установленной на месте карбюратора, или *распределенным* (рис. 9.6, б), когда форсунки 5 впрыскивают бензин в зону впускных клапанов

каждого цилиндра. Если впрыскивание бензина производится в каждый цилиндр двигателя (рис. 9.б, в), такой впрыск называют *непосредственным*.

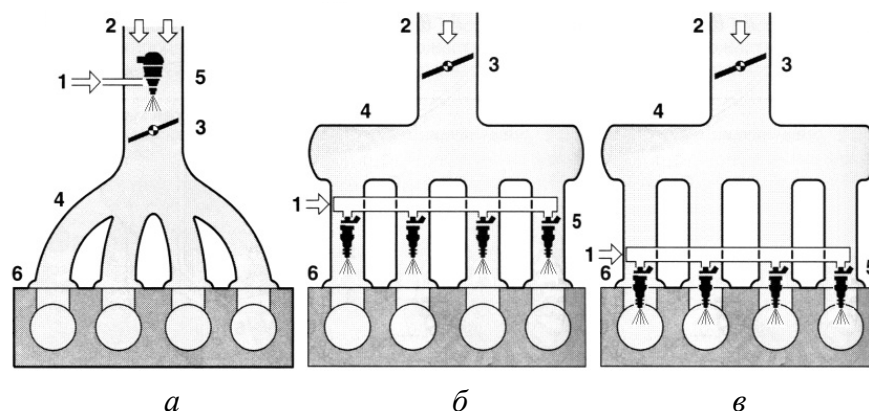


Рис. 9.б. Схемы систем впрыскивания бензина:

a – центральный впрыск; *б* – распределенный впрыск; *в* – непосредственный впрыск;
 1 – подача топлива; 2 – поступление воздуха; 3 – дроссельная заслонка;
 4 – впускной коллектор; 5 – форсунки; 6 – двигатель

К основным преимуществам распределенного впрыскивания относятся:

- короткий путь струи бензина от форсунки до цилиндра, что способствует уменьшению количества топливной пленки и улучшению разгона автомобиля;
- повышение коэффициента наполнения вследствие отсутствия подогрева впускного трубопровода, снижения гидравлического сопротивления впускного тракта из-за отсутствия карбюратора и использования хороших возможностей для применения динамического наддува;
- увеличение степени сжатия на 0,5–1,5 единицы вследствие отсутствия подогрева впускного трубопровода и испарения бензина, главным образом, в цилиндре;
- системы распределенного впрыскивания хорошо сочетаются с системами наддува.

Распределенное впрыскивание уступает карбюраторным по стоимости, сложности устройства и простоте обслуживания при эксплуатации.

По совокупности всех своих свойств системы распределенного впрыскивания получили преимущественное применение на новых ДВС с искровым зажиганием.

Устройство и принцип действия электронной системы распределенного впрыска во впускной трубопровод Motronic

Производительность современных микропроцессоров позволяет осуществлять управление функциями впрыска топлива и зажигания посредством единого электронного блока управления, благодаря чему снижается стоимость

аппаратуры и, кроме того, используется общий источник питания. Реализовать эту рациональную идею стало возможно, так как многие входные сигналы пригодны для регулирования как впрыска, так и зажигания.

Микропроцессор электронного блока управления преобразует поступающую информацию в двоичную систему исчисления, сравнивает ее с хранящимися в памяти матрицами (трехмерными графическими характеристиками) и вырабатывает управляющий сигнал. Для реализации как можно большего числа функций управления требуется разнообразная входная информация. Одна из разновидностей электронной системы управления бензиновым двигателем (СУБД) представлена на рис. 9.7.

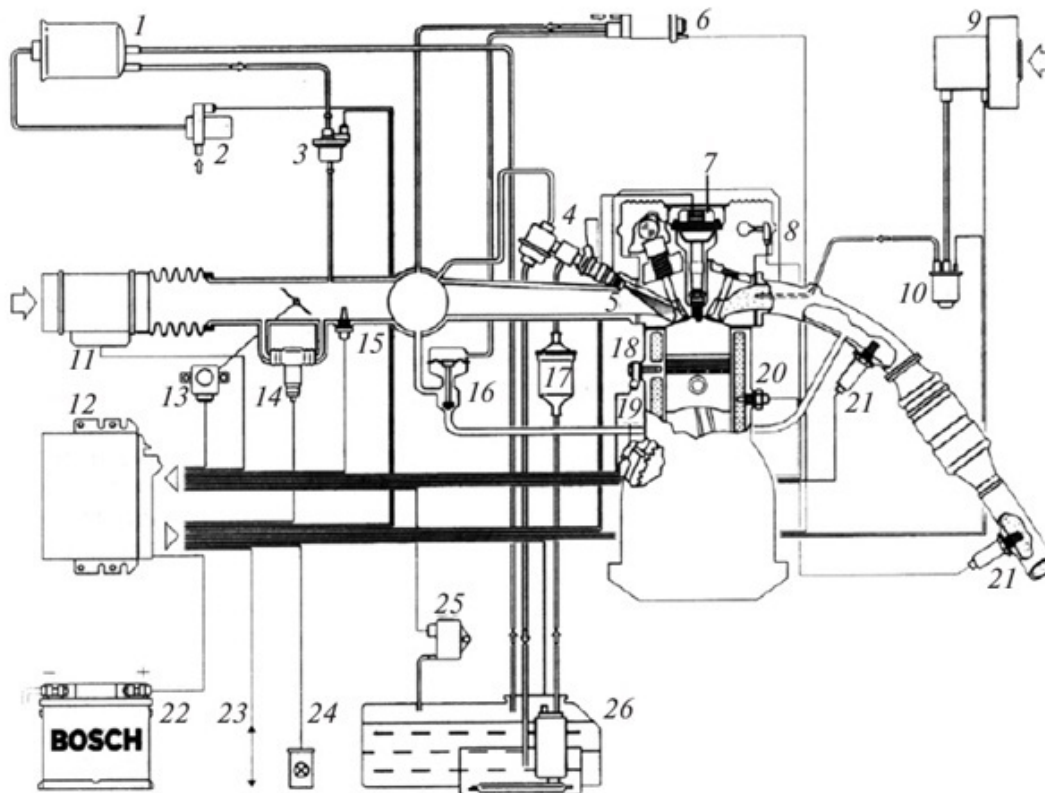


Рис. 9.7. Схема системы Motronic с встроенной системой диагностики:

- 1 – адсорбер; 2 – клапан впуска воздуха; 3 – клапан регенерации продувки;
- 4 – регулятор давления топлива; 5 – форсунка; 6 – регулятор давления;
- 7 – катушка-свеча зажигания; 8 – датчик фазы;
- 9 – вспомогательный воздушный насос для подачи дополнительных порций воздуха;
- 10 – вспомогательный воздушный клапан; 11 – расходомер воздуха; 12 – блок управления;
- 13 – датчик положения дроссельной заслонки; 14 – регулятор холостого хода;
- 15 – датчик температуры воздуха; 16 – клапан системы рециркуляции отработавших газов;
- 17 – топливный фильтр; 18 – датчик детонации;
- 19 – датчик частоты вращения коленчатого вала;
- 20 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 21 – лямбда-зонд (кислородный датчик);
- 22 – аккумуляторная батарея; 23 – диагностический разъем; 24 – диагностическая лампочка;
- 25 – датчик дифференциального давления; 26 – электрический топливный насос в топливном баке

Электронный блок управления получает сигналы от датчиков автомобиля о температуре, скорости, положении педали подачи топлива, частоте вращения коленчатого вала, составе смеси (датчик лямбда-зонда) и т. д., обрабатывает полученные сигналы и выдает команду на электромагнитную форсунку в виде электрического сигнала постоянной величины по напряжению, увеличивая или уменьшая длительность ее открытия. Это в свою очередь приводит к тому, что в цилиндры двигателя подается больше или меньше топлива.

Основным параметром, определяющим дозировку топлива, является объем всасываемого воздуха, измеряемый расходомером воздуха. Топливо из распределительной магистрали поступает к электромагнитным форсункам. Впрыск топлива через форсунки, в зависимости от особенностей системы впрыска, может быть параллельным (топливо впрыскивается одновременно всеми форсунками) и последовательным (топливо впрыскивается по порядку работы двигателя перед тактом впуска аналогично работе системы зажигания).

Момент начала впрыска зависит от нагрузки на двигатель и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Длительность впрыска определяется блоком управления двигателем. Независимо от положения впускных клапанов форсунки впрыскивают топливо за один или два оборота коленчатого вала двигателя (за цикл, за два такта). Если впускной клапан в момент впрыска закрыт, топливо накапливается в пространстве перед клапаном и поступает в цилиндр при следующем его открытии одновременно с воздухом.

Клапан дополнительной подачи воздуха, установленный в воздушном канале, выполненном параллельно дроссельной заслонке, подводит к двигателю добавочный воздух при холодном пуске и прогреве двигателя, что приводит к увеличению частоты вращения коленчатого вала. Для ускорения прогрева используются повышенные обороты холостого хода (более 1000 мин^{-1}).

При запуске холодного двигателя в цилиндры поступает повышенное количество топлива, в то время как дроссельная заслонка прикрыта и воздуха для работы двигателя недостаточно. В этот момент по сигналу блока управления открывается клапан дополнительной подачи воздуха, подающий воздух во впускной трубопровод, минуя дроссельную заслонку, что обеспечивает устойчивую работу двигателя во время прогрева.

Рабочие форсунки системы питания с распределенным впрыском. Принцип работы форсунок (рис. 9.8): сигнал на начало впрыскивания топлива подается от ЭБУ на обмотку 4 катушки электромагнита, размещенную в металлическом корпусе. В корпусе расположен также запирающий элемент (игла) 2 клапана,

поджимаемый к седлу пружиной 7. Когда на обмотку электромагнита от ЭБУ подается электрический импульс прямоугольной формы определенной длительности, игла 2 перемещается вверх, преодолевая сопротивление пружины, и открывает отверстие распылителя. Топливо впрыскивается во впускной коллектор ДВС. После выключения электрического сигнала запирающий элемент под действием пружины возвращается в седло и закрывает отверстие распылителя. Количество впрыскиваемого топлива за цикл при постоянном давлении на входе в форсунку зависит только от длительности управляющего импульса, подаваемого на обмотку 4 катушки.

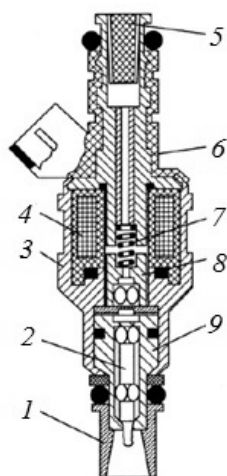


Рис. 9.8. Схема электромагнитной форсунки для бензинового ДВС:
 1 – насадка распылителя; 2 – игла запорного клапана; 3 – корпус форсунки;
 4 – обмотка катушки; 5 – фильтр; 6 – крышка; 7 – пружина; 8 – сердечник;
 9 – корпус распылителя

Топливный насос в сборе (рис. 9.9) состоит из герметично закрытого корпуса, внутри которого установлен насос 3 и электродвигатель 4 привода насоса. Редукционный клапан 2 предохраняет систему от чрезмерного повышения давления, а обратный клапан 5 препятствует стеканию топлива в бак после остановки насоса. Развиваемое давление до 0,7 МПа.

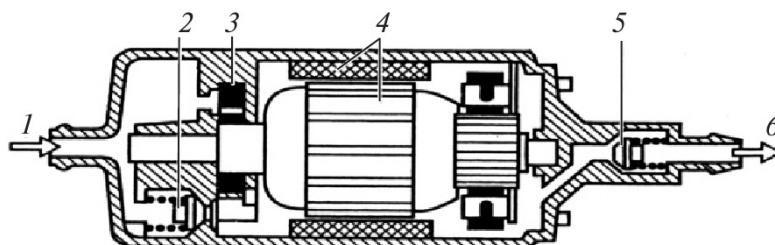


Рис. 9.9. Электрический насос бензиновой системы впрыска топлива:
 1 – вход бензина; 2 – редукционный клапан; 3 – насос; 4 – электродвигатель;
 5 – обратный клапан; 6 – выход бензина

Адсорбер 3 устанавливается для предотвращения выброса скапливающихся в бензобаке паров топлива в атмосферу (рис. 9.10). Эта емкость, заполненная активированным углем, расположена в моторном отсеке. Адсорбер соединен с баком напрямую, а с впускным коллектором через клапан. Клапан открывается после достижения двигателем рабочей температуры и топливо из адсорбера поступает на дожигание.

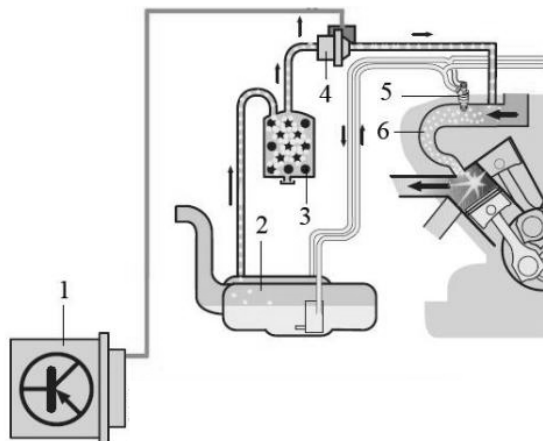


Рис. 9.10. Схема улавливания топливных испарений:

- 1 – блок управления двигателем; 2 – топливный бак;
3 – адсорбер с активированным углем; 4 – электромагнитный клапан продувки адсорбера;
5 – форсунка; 6 – впускной трубопровод

Современные автомобили оборудуются системами с непосредственным впрыском. Имеют меньше электромеханических устройств, значительно больше датчиков. Рабочее давление до 50 МПа.

Заполнение топливной системы Common Rail и ее регулировки

Для заполнения топливной системы Common Rail необходимо удалить из нее воздух (прокачать систему). Для этого, пользуясь рис. 9.2:

– отверните пробку 3, расположенную на болте крепления отводящего штуцера фильтра 4 тонкой очистки топлива, на 2–3 оборота. Прокачайте систему с помощью подкачивающего насоса 7, расположенного на корпусе фильтра 9 грубой очистки топлива, заверните пробку 3 (момент затяжки 7–8 Н·м) при появлении топлива без пузырьков воздуха;

– отверните болт поворотного угольника 2 крепления дренажных топливопроводов на корпусе насоса высокого давления 1 на 2–3 оборота и продолжите прокачку с помощью подкачивающего насоса до появления топлива без пузырьков воздуха. Заверните болт 2 (момент затяжки 3–4 Н·м);

– в случае перехода на «зимний» или «летний» период эксплуатации и связанной с этим переходом полной сменой типа топлива, для ускорения заполнения топливной системы воспользуйтесь всеми имеющимися пробками для выпуска воздуха и произведите поэтапный выпуск воздуха через пробки 3, 6, 8 и болт поворотного угольника 2.

Из других операций по обслуживанию и регулировкам топливных систем Common Rail можно назвать обслуживание воздухоочистителя, замену фильтра грубой и тонкой очистки, слив отстоя из фильтра грубой очистки. Проверку, замену форсунок и их распылителей, синхронизацию углового положения коленчатого вала и кулачкового вала ТНВД следует проводить на специализированных станциях.

Основные неисправности систем питания Common Rail

Первыми признаками, что система Common Rail перестала исправно работать, являются следующие проявления в работе автомобиля:

- понижение мощности двигателя, что особенно заметно при разгоне до максимальной скорости или нагрузке, близкой к предельной;
- существенное ухудшение запуска двигателя на холодную после многочасовой стоянки;
- ощутимый перебой в работе двигателя (значительные вибрации при работе);
- повышенный уровень шума двигателя;
- нехарактерный цвет выхлопного газа (как правило, сизого или черного оттенка);
- полный останов двигателя;
- повышенный расход топлива.

Эти причины связаны с износом подвижных деталей, некачественным топливом, утечками топлива и воздуха, наличием воды в фильтре грубой очистки, выходом из строя элементов электронных систем. Для диагностики последних в руководствах по эксплуатации приведены таблицы блик-кодов. Например, в руководстве по эксплуатации двигателей Д-260.1S3А таких блик-кодов 167.

Основные неисправности систем питания с распределенным впрыском

Неисправности топливной системы могут быть диагностированы по внешним признакам. Такими признаками являются перебои в работе двигателя (затрудненный пуск, неустойчивый холостой ход, снижение мощности) и повышенный расход топлива, шум, запах, цвет дыма. Некоторые внешние признаки и соответствующие им неисправности топливной системы представлены в табл. 9.1.

Неисправности топливной системы с распределенным впрыском

Признаки	Неисправность
Затрудненный пуск двигателя. Двигатель не развивает номинальной мощности	Снижение производительности топливного насоса
Перебои в работе двигателя на всех режимах (пуск, холостой ход, движение). Двигатель не развивает номинальной мощности	Засорение топливного фильтра
Повышенный расход топлива. Двигатель не развивает номинальной мощности. Затрудненный пуск двигателя. Неустойчивый холостой ход	Засорение сливного топливопровода
Повышенный расход топлива. Запах бензина. Подтеки топлива. Двигатель не развивает номинальной мощности. Затрудненный пуск двигателя. Неустойчивый холостой ход	Негерметичность системы

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о системе питания Common Rail.
3. Краткие сведения о системах питания бензиновых двигателей.
4. Назначение и принцип работы топливного аккумулятора.
5. Порядок удаления воздуха из системы Common Rail.
6. Перечень основных неисправностей, возникающих при эксплуатации изученных топливных систем.

Контрольные вопросы и задания

1. Объясните принцип работы системы питания Common Rail.
2. Назовите основные элементы системы питания Common Rail.
3. Назовите основные элементы системы питания с распределенным впрыском бензина.
4. Для чего предназначен регулятор давления ТНВД системы питания Common Rail?
5. Чем отличаются форсунки систем питания Common Rail и распределенного впрыска?
6. Для чего предназначен адсорбер?
7. Какое давление впрыска должно быть в современных дизельных и бензиновых двигателях?

Лабораторная работа № 10

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ, ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ, ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ

Цель работы: изучить устройство и принцип работы аккумуляторных батарей эксплуатируемых на мобильных машинах с ДВС. Получить навыки обслуживания свинцово-кислотных аккумуляторных батарей.

Материальное обеспечение: свинцово-кислотные АКБ различной емкости, нагрузочная вилка, ареометр, стеклянная трубка, зарядное устройство, методические указания, плакаты.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить содержание методических указаний.
2. На имеющихся образцах изучить конструкцию аккумуляторных батарей.
3. Произвести проверку технического состояния аккумуляторных батарей, используя нагрузочную вилку, ареометр, стеклянную трубку.
4. Оформить отчет.

Общие сведения

На мобильных машинах с ДВС аккумуляторная батарея (АКБ) служит источником электрической энергии для пуска двигателя и резервным источником питания в случае, если энергии, вырабатываемой генератором, оказывается недостаточно для электроснабжения машины.

Исходя из условий эксплуатации, наиболее рациональным является применение свинцово-кислотных АКБ, что обусловлено рядом достоинств:

- относительно низкая цена;
- надежность;
- малый саморазряд;
- простота и относительная безопасность в обслуживании.

Устройство и принцип работы

Конструктивно свинцово-кислотная аккумуляторная батарея (рис. 10.1, а) состоит из 3 (6 В) или 6 (12 В) последовательно соединенных аккумуляторов, помещенных в корпус, разделенный перегородками соответственно на 3 или 6

ячеек. В каждую ячейку помещают один аккумулятор (рис. 10.1, б) и наполняют ее электролитом. В качестве электролита используется раствор серной кислоты и дистиллированной воды. Электроды выполнены в виде парных пластин, одна из которых изготовлена из губчатого свинца Pb, а вторая – из диоксида свинца PbO₂.

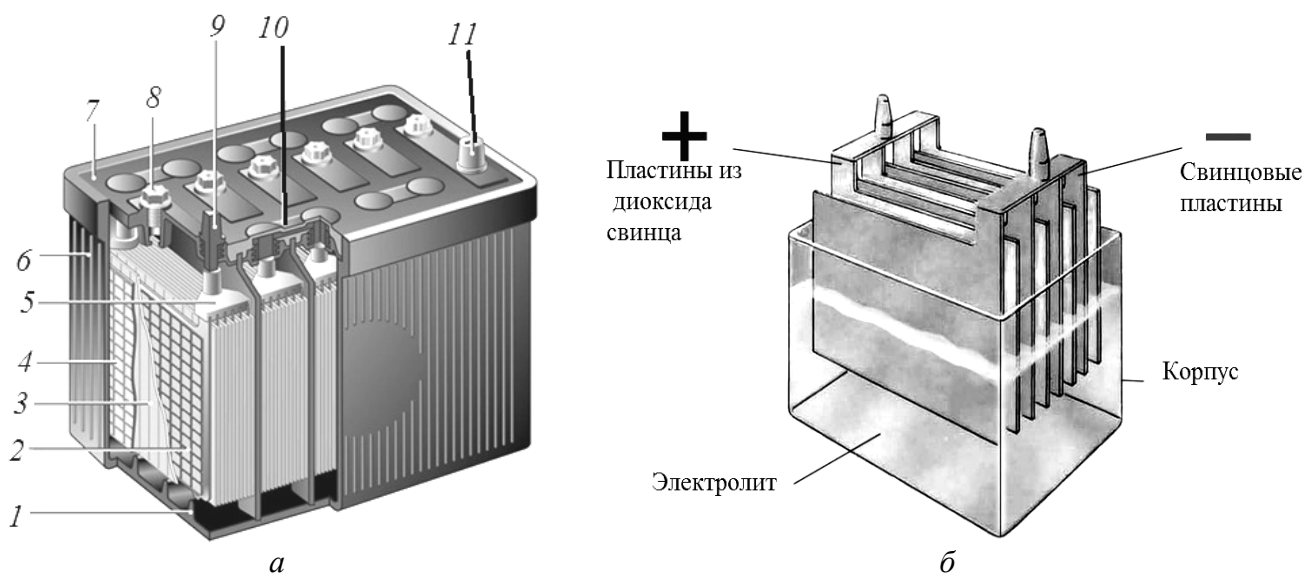


Рис. 10.1. Конструкция свинцово-кислотной АКБ:

a – аккумуляторная батарея; *б* – аккумулятор;

1 – опорные призмы; 2 – пластина положительного электрода; 3 – сепаратор;

4 – пластина отрицательного электрода; 5 – баретка; 6 – корпус; 7 – крышка;

8 – пробка заливного отверстия; 9 – положительная клемма; 10 – перемычка между ячейками;

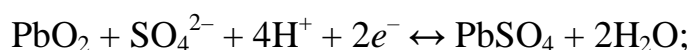
11 – отрицательная клемма

Принцип работы свинцово-кислотных аккумуляторов основан на электрохимических реакциях свинца и диоксида свинца в водном растворе серной кислоты.

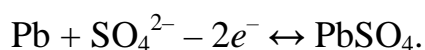
При подключении к электродам аккумулятора внешней нагрузки начинается электрохимическая реакция – происходит взаимодействие материалов анода и катода с электролитом.

Электрохимические реакции (слева направо – при разряде, справа налево – при заряде):

– реакции на аноде:



– реакции на катоде:



При пропускании через электроды аккумулятора зарядного тока в нем протекают обратные реакции (см. формулу справа налево).

При исчерпании сульфата свинца начинается электролиз воды, при этом на аноде выделяется кислород, а на катоде – водород.

Физические процессы, происходящие в аккумуляторе, объясняются свойством электролитического растворения металлов, которое заключается в переходе положительно заряженных ионов металла в раствор. Легкоокисляющиеся металлы (например, свинец) обладают этим свойством в большей степени, чем инертные металлы. При погружении свинцового электрода в раствор электролита от него начнут отделяться положительно заряженные ионы свинца и переходить в раствор, при этом сам электрод заряжается отрицательно.

По мере протекания процесса растет разность потенциалов в паре электролит–электрод, и переход положительных ионов в электролит будет замедляться. При какой-то определенной разности потенциалов электрода и электролита наступит равновесие между силой электролитической упругости растворения свинца, с одной стороны, и силами электростатического поля и осмотического давления – с другой. В результате переход ионов свинца в электролит прекратится.

При погружении электрода, изготовленного из двуокиси свинца, в раствор серной кислоты наблюдается такой же процесс, но результат получается иной. Двуокись свинца в ограниченном количестве переходит в раствор, где при соединении с водой ионизируется на четырехвалентные ионы свинца Pb_4^{+} и одновалентные ионы гидроксила (ОН). Четырехвалентные ионы свинца, осаждаясь на электроде, создают положительный потенциал относительно электролита. Серная кислота образует в воде только ионы HO^{+} и HSO_4^{-} . Таким образом, при разряде аккумулятора расходуется серная кислота и образуется вода, а на обоих электродах – сульфат свинца. При заряде процессы протекают в обратном направлении.

При подключении потребителей в аккумуляторе возникает разрядный ток. При этом ионы сернокислотного остатка SO_4^{2-} соединяются со свинцом электродов и образуют на них сернокислый свинец $PbSO_4$, а ионы водорода соединяются с кислородом, выделяясь на положительной пластине в виде воды. В результате электроды покрываются сернокислым свинцом, а серная кислота растворяется в воде, т. е. при разряде аккумулятора плотность электролита уменьшается. Поэтому по плотности электролита можно судить о степени заряженности аккумуляторной батареи.

При зарядке аккумуляторной батареи протекают обратные электрохимические процессы. Ионы водорода, образующиеся в результате распада воды, взаимодействуют с сернокислым свинцом электродов. Водород, соединяясь с сернистым осадком, образует серную кислоту, а на электродах восстанавливается губчатый свинец. Выделяющийся из воды кислород, соединяется со свинцом положительной пластины, образуя диоксид свинца. В результате этих процессов содержание воды в электролите уменьшается, а содержание кислоты увеличивается, что приводит к повышению плотности электролита.

На данный момент наиболее распространены относительно недорогие свинцово-кислотные АКБ, в пластины электродов которых добавлен металл сурьма (Sb). Они прочнее обычных аккумуляторов, менее чувствительны к глубокому разряду и не чувствительны к перепадам температуры. Недостатки таких АКБ: интенсивное кипение при заряде и интенсивный саморазряд.

Популярны также так называемые «необслуживаемые» АКБ. Определение «необслуживаемые» подразумевает отсутствие необходимости долива воды в период эксплуатации. Это батареи, в которых свинцовые решетки легированы небольшим количеством кальция (около 0,07 %–0,10 % от общего веса электродов). Маркируются символами Ca/Ca, указывающими что обе пластины (и «+», и «-») легированы Ca. Основные достоинства данных батарей: уменьшение саморазряда и снижение потерь воды из электролита при зарядке (здесь процесс электролиза не такой интенсивный). Недостатки: чувствительность к глубокому разряду, высокая цена.

Более дешевые в сравнении с кальциевыми – гибридные АКБ. Здесь одна пластина с добавками кальция, а другая – сурьмы, обозначение «Sb/Ca» или «Ca+». Этот вид имеет достоинства одной и другой технологий. Пластины электродов с положительным зарядом у гибридного аккумулятора производятся из свинца с добавкой сурьмы, с отрицательным – из сплава свинца с кальцием. В результате совмещаются преимущества двух технологий и частично устраняются их недостатки. Положительный электрод из свинцово-сурьмянистого сплава дает устойчивость к глубокому разряду, а отрицательный электрод с кальцием снижает саморазряд и выкипание воды из электролита. Для повышения стойкости электродов к коррозии в свинцово-кальциевый сплав может добавляться серебро, олово.

Самыми усовершенствованными на данный момент считаются свинцово-кислотные АКБ, сделанные по технологии Absorbent Glass Mat (AGM), и конструктивно подобные им Enhanced Flooded Battery (EFB) – в них применены специальные стекловолоконные сепараторы, плотно прижатые к пластинам. В результате этого снижается внутреннее сопротивление батареи.

Основные характеристики АКБ

Основными характеристиками АКБ являются напряжение разряда и емкость. Напряжение разряда АКБ определяется количеством аккумуляторов в батарее и их состоянием. Один исправный, полностью заряженный аккумулятор имеет напряжение на выходе без нагрузки 2,12 В, три последовательно соединенных аккумулятора – 6,36 В, шесть аккумуляторов, соответственно, – 12,72 В.

Номинальная емкость – это количество электричества, выраженное в А·ч, которое может быть получено от батареи при непрерывном разряде током постоянной силы и заданной температуре до практически целесообразного конечного напряжения. Емкость по ГОСТ определяется при непрерывном 20-часовом разряде тока силой 0,05 от регламентированной величины емкости до напряжения 1,75 В на один аккумулятор. При этом температура электролита должна быть в пределах 18 °С–27 °С. Действительная номинальная емкость, без учета средней температуры электролита, вычисляется по формуле $C_p = I_p \cdot T_p$, где I_p – ток разряда, А; T_p – время разряда, ч.

Емкость АКБ зависит от ряда конструктивных и эксплуатационных факторов: размера и числа электродов, их толщины и пористости, конструкции материала сепараторов, плотности и температуры электролита, величины и режимов зарядных и разрядных токов, степени заряженности и износа.

Некоторые производители применяют такие показатели, как пусковой ток (стартерный ток, ток холодного запуска) и пусковая мощность. Пусковой ток – это максимальное значение силы тока для запуска холодного двигателя от стартера. Пусковая мощность – максимальная выходная мощность, которую аккумулятор может выдать при внешней температуре до –18 °С в течение 30 секунд (единый стандарт EN/SAE). Емкость АКБ напрямую связана с пусковым током и пусковой мощностью: чем она больше, тем больший электрический заряд может выдать батарея для одномоментного запуска двигателя. Значение также имеют следующие характеристики:

- коэффициент преобразования энергии – превышение количества энергии при зарядке АКБ над энергией при разряде или, иными словами, затрат энергии на проведение электрохимических процессов при заряде. Обычно это соотношение 1,05–1,10 (105 %–110 %);

- напряжение начала газовыделения – это напряжение аккумулятора, при котором начинается электролиз воды (выделение газов);

- резервная емкость АКБ – время, которое аккумулятор сможет работать без подзарядки при нагрузке в 25 А (обычно не менее 40 минут).

Маркировка АКБ

Маркировка АКБ (рис. 10.2–10.5) необходима при его выборе, она содержит основную информацию о технических характеристиках. На рынке Республики Беларусь присутствуют АКБ, маркированные по четырем основным стандартам: отечественному, европейскому, американскому и азиатскому. Они отличаются как системой подачи, так и описанием отдельных значений.

6СТ-55АПЗ

1 2 3 4

Рис. 10.2. Маркировка АКБ отечественная по ГОСТ 0959–2002:

1 – количество аккумуляторов в АКБ; 2 – назначение АКБ (СТ – стартерная);
3 – емкость АКБ, А·ч; 4 – информация об исполнении АКБ (А – с общей крышкой, П – сепаратор-конверт из полиэтилена, З – залитая и заряженная, М – сепаратор типа мипласт из поливинилхлорида, Э – корпус-моноблок из эбонита;
Т – моноблок из термопластичной пластмассы)

5 55 065 042

1 2 3 4

Рис. 10.3. Маркировка АКБ европейская по EN 60095–1:

1 – диапазон значений емкости 12 В АКБ (5 – от 1 до 99 А·ч; 6 – от 100 до 199 А·ч; 7 – от 200 до 299 А·ч); 2 – емкость АКБ, А·ч; 3 – информация об исполнении АКБ;
4 – ток холодной прокрутки (в данном примере 420 А)

SMF75B24L

1 2 3 4 5

Рис. 10.4. Маркировка АКБ азиатская по стандарту JIS D 5301:

1 – тип АКБ (в данном примере полностью необслуживаемая); 2 – индекс, характеризующий пусковой ток и емкость (чем больше цифра, тем выше эти показатели);
3 – информация о типе клемм, габаритах и т. п.; 4 – длина АКБ, см;
5 – расположение отрицательной клеммы (L – слева, R – справа)

A 34 R 770

1 2 3 4

Рис. 10.5. Маркировка АКБ американская по SAE J537:

1 – тип АКБ (А – автомобильная); 2 – номер размерной группы АКБ (34 – 260×173×205 мм);
3 – полярность (R – обратная полярность, для прямой полярности буквенный индекс отсутствует); 4 – ток холодной прокрутки (в данном примере 770 А)

Эксплуатация и техническое обслуживание АКБ

Наиболее частой причиной снижения срока службы АКБ является глубокий разряд. Для обычных АКБ степень заряженности в период эксплуатации должна быть не ниже 75 %. Причинами глубокого разряда может быть не только сам аккумулятор, но и другие факторы. Наиболее распространенные из них:

- неисправный генератор или его реле-регулятор (неисправность реле может быть также причиной нежелательного перезаряда);
- утечка тока в электросистеме машины;
- продолжительное потребление энергии вспомогательными системами при неработающем двигателе;
- несвоевременное или технически неграмотное ТО;
- частые короткие поездки (генератору недостаточно времени для возмещения израсходованной при пуске емкости);
- установка дополнительного оборудования с большой потребляемой мощностью, не соответствующей мощности генератора;
- установка АКБ малой емкости.

АКБ требуют периодического ТО, включающего:

- контроль уровня электролита;
- очистку вентиляционных отверстий и поверхности батарей;
- проверку надежности крепления самой батареи и ее контактов;
- проверку емкости;
- очистку наконечников проводов и клемм от окислов (производится влажной ветошью или специальными жидкостями).

Уровень электролита проверяют для всех банок аккумуляторов один раз в две недели, при высоких температурах чаще. Проверка (рис. 10.6) производится стеклянной трубкой с внутренним диаметром 3–5 мм и метками по высоте от края 10–15 мм. Трубку опускают до защитной пластины электродов, закрывают верхнее отверстие пальцем и вынимают из заливного отверстия. Высота столбика в трубке укажет его уровень. Он должен быть 10–15 мм, для АКБ емкостью менее 55 А·ч – достаточно 5–10 мм. Если уровень ниже требуемого, доливают дистиллированную воду. В холодный сезон это делают непосредственно перед запуском двигателя (для предотвращения замерзания). Несвоевременная доливка существенно снижает срок службы АКБ. Электролит доливают в аккумулятор только когда достоверно установлено, что понижение уровня произошло вследствие вытекания.

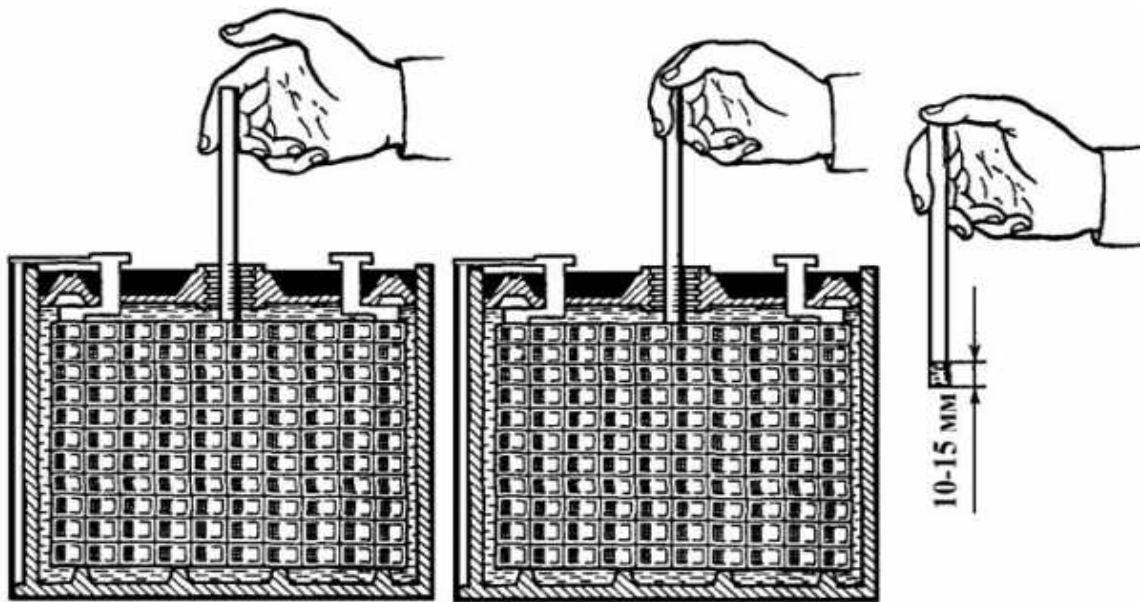


Рис. 10.6. Проверка уровня электролита

Проверка емкости АКБ с достаточной достоверностью может производиться одним из двух методов: измерением плотности электролита и определением падения напряжения при запуске двигателя (или имитацией запуска включением электрической нагрузки). Контроль емкости (степени заряженности) предпочтительно производить по плотности электролита, измеряя ее ареометром (рис. 10.7).



Рис. 10.7. Прибор для измерения плотности электролита (ареометр)

Такой способ позволяет определить состояние каждого аккумулятора отдельно, без подключения нагрузки к АКБ. Для точной оценки необходимо знать первоначальную плотность электролита на новом, заряженном на 100 % емкости аккумуляторе (обычно для Беларуси это $1,27 \text{ г/см}^3$). Перед замером плотности уровень электролита в каждой банке аккумулятора должен быть доведен до требуемого. Для замера сжимают резиновую грушу ареометра и вставляют наконечник в заливное отверстие аккумулятора, постепенно отпускают грушу, и стеклянный цилиндр заполняется электролитом. Ареометр всплывает, при этом он не должен касаться стенок. Плотность электролита считывают по отметке шкалы, расположенной против нижнего края мениска жидкости. Одновременно

замеряют температуру электролита и приводят плотность к температуре 25 °С (табл. 10.1). Уровень заряда определяется по табл. 10.2.

Таблица 10.1

Температурная поправка при измерении плотности электролита

Температура электролита, °С	-15	0	15	30	45
Поправка к показанию ареометра, г/см ³	-0,02	-0,01	0,00	+0,01	+0,02

Таблица 10.2

Уровень заряда в зависимости от плотности электролита

Плотность электролита с учетом температурной поправки, г/см ³	1,27	1,24	1,2	1,15	1
Уровень заряда, %	100	75	50	20	0

Контроль степени заряженности аккумулятора по напряжению выполняют в случаях, когда отсутствует прибор для проверки плотности ее электролита, неизвестна первоначальная плотность электролита заряженной батареи или в конструкции батареи не предусмотрен доступ к электролиту (некоторые «необслуживаемые» АКБ).

Проверку по напряжению проводят аккумуляторными пробниками, имитирующими нагрузку от стартера. Конструктивно пробник – это вольтметр с набором нагрузочных нихромовых резисторов и контактами для подключения к клеммам АКБ. Для проверки работоспособности аккумуляторов включают резистор, соответствующий емкости АКБ. Резистор подбирается таким образом, что при подключении контактов пробника к клеммам АКБ, по цепи течет разрядный ток 100 А для аккумуляторов емкостью 45–65 А·ч, 160 А для аккумуляторов емкостью 70–100 А·ч и 260 А для аккумуляторов емкостью более 110 А·ч. При подключении соответствующей нагрузки показания вольтметра снимают на пятой секунде. Во время замера пробки аккумулятора должны быть закрыты. Уровень заряда определяется по падению напряжения (табл. 10.3).

Таблица 10.3

Уровень заряда в зависимости от падения напряжения

Напряжение под нагрузкой, В	Не менее 10,2	9,6	9	8,4	Менее 7,8
Уровень заряда, %	100	75	50	20	0

Зарядка и хранение

Зарядка АКБ производится только в специально оборудованных для этого помещениях, имеющих приточно-вытяжную вентиляцию, в которых исключена всякая возможность наличия открытого огня или искрообразования.

Зарядка аккумуляторов производится постоянным током силой 0,1 от его емкости. Перед началом зарядки АКБ очищают, откручивают пробки заливных отверстий и соединяют провода зарядного устройства с соответствующими клеммами аккумулятора (**неправильное соединение недопустимо**). Далее включают зарядное устройство и, при необходимости, корректируют зарядный ток. Увеличение силы зарядного тока позволяет сократить время зарядки, но сокращает срок службы батареи. Через некоторое время (зависит от уровня разряда батареи и зарядного тока) начинается обильное газовыделение. С его началом рекомендуется снизить ток зарядки на 50 % от начального и продолжить зарядку до достижения постоянной в течение 2 ч плотности электролита. Во время зарядки необходимо следить за температурой и плотностью электролита. Перезаряд негативно сказывается на долговечности АКБ, особенно чувствительны к этому «необслуживаемые» батареи.

Батареи, снятые с эксплуатации в связи с сезонным бездействием или по иным причинам, хранят в чистом виде, в сухом помещении с положительной температурой (+10 °С—+15 °С). Ежемесячно их подзаряжают для восстановления емкости, потерянной от саморазряда. Полный разряд батареи недопустим и приводит к необратимым процессам: сульфатации пластин и осыпанию активной массы. Впоследствии аккумулятор потеряет емкость, а в некоторых случаях вообще не зарядится.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткое описание конструкции свинцово-кислотных АКБ и электрохимических процессов в них.
3. Основные характеристики АКБ и способы их определения.
4. Правила эксплуатации и обслуживания АКБ.
5. Зарядка свинцово-кислотных АКБ, сезонное хранение.
6. Таблица зависимости уровня заряда от плотности электролита.
7. Результаты проверки технического состояния АКБ.

Контрольные вопросы

1. Из какого материала сделаны электроды свинцово-кислотные АКБ?
2. Какие вещества входят в состав электролита?
3. Что такое электролиз воды?
4. Что такое номинальная емкость аккумулятора?
5. Какие есть достоинства и недостатки гибридных и кальциевых свинцово-кислотных АКБ?
6. Для чего измеряют плотность и уровень электролита?
7. Какие способы определения текущей емкости аккумулятора вы знаете?
8. Что такое аккумуляторный пробник, как им пользоваться?
9. Почему при хранении заряженных АКБ необходимо контролировать уровень их заряда?

Лабораторная работа № 11

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕГУЛИРОВКИ ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Цель работы: изучить устройство и принцип работы генераторных установок, применяемых на мобильных машинах с ДВС. Освоить методы проверки генераторов.

Материальное обеспечение: генераторы, интегральные реле-регуляторы, мультиметр, методические указания, плакаты.

Порядок выполнения работы

1. Изучить содержание методических указаний.
2. Изучить конструкцию на имеющихся образцах генераторов и их агрегатов.
3. Произвести проверку работоспособности одного из образцов генераторов.
4. Оформить отчет.

Общие сведения

Генератор – устройство, преобразующее механическую энергию, получаемую от двигателя, в электрическую. Вместе с регулятором напряжения он называется генераторной установкой.

Генераторы на тракторах и автомобилях являются основным источником электрической энергии, питают все потребители (кроме стартера) и заряжают аккумулятор при работающем двигателе. Привод генераторов осуществляется от шкива на коленчатом валу ременной передачей.

Генераторная установка предназначена для подачи напряжения 14 или 28 В в электрическую сеть трактора или автомобиля, чтобы обеспечить соответствующий заряд 12 или 24 В аккумуляторной батареи. Основными требованиями, предъявляемыми к генераторной установке, являются:

– выходная мощность должна быть достаточной для обеспечения питания всех потребителей электроэнергии, установленных на машине, и достаточной для возмещения разряда аккумуляторной батареи после пуска двигателя, вне зависимости от режимов работы двигателя;

– напряжение в бортовой сети автомобиля, питаемой генератором, должно быть стабильно в широком диапазоне изменения частоты вращения и нагрузок.

В качестве генераторов на современных тракторах и автомобилях применяются синхронные машины переменного тока с электромагнитным возбуждением. Данный тип генераторов обладает рядом преимуществ:

- расширенный диапазон частот вращения, на котором производится генерация;
- меньшая масса при той же отдаваемой мощности;
- обладают свойством самоограничения максимальной силы тока, а встроенный выпрямитель препятствует разряду батареи через его обмотки;
- большой срок службы;
- невысокая трудоемкость технического обслуживания.

Устройство и принцип работы

Принцип действия генератора основан на законе электромагнитной индукции: электрический ток вырабатывается, когда силовые линии движущегося магнитного поля (создается ротором генератора) пересекают витки проволочной катушки (обмотки статора).

Конструкции различных генераторных установок имеют свои специфические особенности. Однако эти особенности не носят принципиального характера, а определяются в основном применяемой элементной базой и конструктивным совершенством установки.

Генераторные установки (рис. 11.1) представляют собой синхронные устройства с самовозбуждением с 12 или 16 полюсами. Обмотки переменного тока укладываются в пазы статора 4, а обмотка возбуждения размещена на роторе 14 между его валом и зубчатыми полюсами.

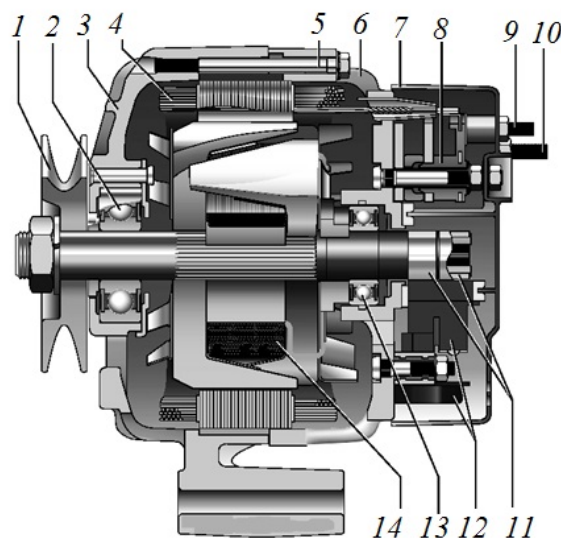


Рис. 11.1. Конструкция генераторной установки:

- 1 – приводной шкив; 2 – передний опорный подшипник; 3 – передняя крышка корпуса;
- 4 – статор; 5 – стяжной винт; 6 – задняя крышка корпуса; 7 – защитная крышка;
- 8 – выпрямитель; 9 – клемма D+; 10 – клемма B+; 11 – контактные кольца;
- 12 – регулятор напряжения со щеткодержателем; 13 – задний опорный подшипник;
- 14 – ротор

Постоянный ток возбуждения, необходимый для питания обмотки возбуждения, подается к вращающемуся ротору через контактные кольца *11* и угольные щетки, размещенные в щеткодержателе *12*.

На рис. 11.2 представлена принципиальная электрическая схема генераторной установки.

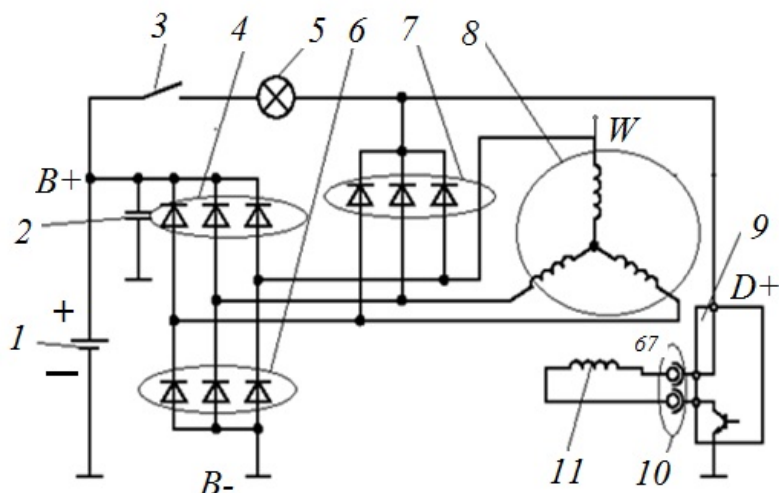


Рис. 11.2. Принципиальная электрическая схема генераторной установки:
1 – аккумуляторная батарея; *2* – помехоподавляющий конденсатор; *3* – ключ зажигания;
4 – положительные диоды силового выпрямителя;
5 – лампа-индикатор исправности генератора;
6 – отрицательные диоды силового выпрямителя; *7* – диоды обмотки возбуждения;
8 – обмотки трех фаз статора; *9* – регулятор напряжения; *10* – щеточный узел;
11 – обмотка возбуждения (ротор); B+ – выход генератора «+»; B- – «масса» генератора;
D+ – питание обмотки возбуждения, опорное напряжение для регулятора напряжения

Ток, генерируемый в обмотках статора, передается по двум направлениям. Большая его часть протекает через положительные диоды *4* выпрямителя (см. рис. 11.1) и далее в систему электрооборудования машины, откуда он возвращается через отрицательные диоды *6*. Меньшая часть генерируемого тока используется как ток возбуждения, протекающий через диоды выпрямителя *7* к клемме D+, регулятор напряжения *9* и контактные кольца *10* в обмотку возбуждения *11*. Подключение обмотки возбуждения через отдельные диоды *7* препятствует протеканию через нее тока разряда аккумуляторной батареи при неработающем двигателе автомобиля.

Клемма D+ соединяется с клеммой аккумуляторной батареи B+ через сигнальную лампу *5* в целях обеспечения предварительного возбуждения генератора. Сила этого тока, потребляемого обмоткой возбуждения, не должна быть слишком большой, чтобы не разряжать аккумуляторную батарею, но и не слишком малой, чтобы генератор мог возбудиться уже на холостых оборотах двигателя. Лампа

мощностью 2–3 Вт обеспечивает прохождение в обмотку возбуждения небольшого тока для возбуждения генератора при низких частотах вращения ротора. После выхода генератора в режим генерации тока, напряжение на клеммах D+ и B+ будет практически одинаковым и лампочка погаснет, сигнализируя таким образом об исправности генераторной установки.

Ротор (рис. 11.3) состоит из стального вала 3 и двух расположенных на нем магнитопроводов с полюсными клювообразными наконечниками 2, образующими 12-полюсный магнит.

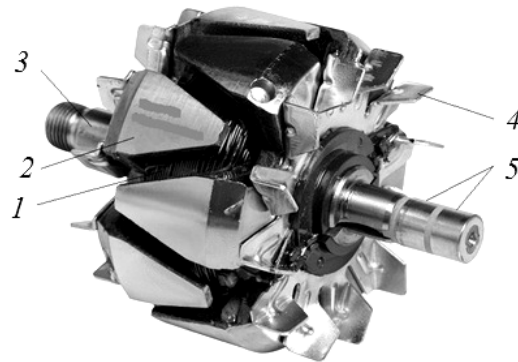


Рис. 11.3. Ротор генератора:

1 – обмотка возбуждения; 2 – полюса ротора; 3 – вал ротора; 4 – вентилятор;
5 – контактные кольца

Между ними находится обмотка возбуждения 1, выводы которой соединены с контактными кольцами 5. Также на вал ротора жестко посажен вентилятор 4, улучшающий охлаждение генератора. Опорами ротора является пара радиальных подшипников.

Статор (рис. 11.4), набранный из пластин электротехнической стали, с внутренней стороны имеет 9 равномерно расположенных зубцов, на которых размещены катушки трехфазной обмотки 2, в которой индуцируется ЭДС.

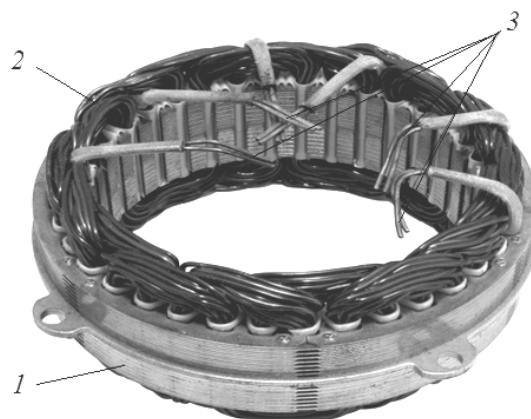


Рис. 11.4. Статор генератора:

1 – магнитопровод; 2 – обмотка; 3 – выводы обмоток

Обмотка статора, как правило, трехфазная. Она состоит из трех отдельных обмоток, называемых обмотками фаз или просто фазами, намотанных по определенной технологии на магнитопровод l . Напряжение и токи в обмотках смещены друг относительно друга на треть периода, т. е. на 120° .

Фазовые обмотки могут соединяться в «звезду» или «треугольник» (рис. 11.5, *а*, *б*). Ток в обмотках при соединении в «треугольник» значительно меньше, чем у «звезды». Поэтому в генераторах большой мощности довольно часто применяют соединение в «треугольник», т. к. при меньших токах обмотки можно наматывать более тонким проводом, что технологичнее. По технологическим причинам, более тонкий провод применяют и при соединении типа «звезда». В этом случае обмотку выполняют из двух параллельных обмоток, каждая из которых соединена в «звезду».

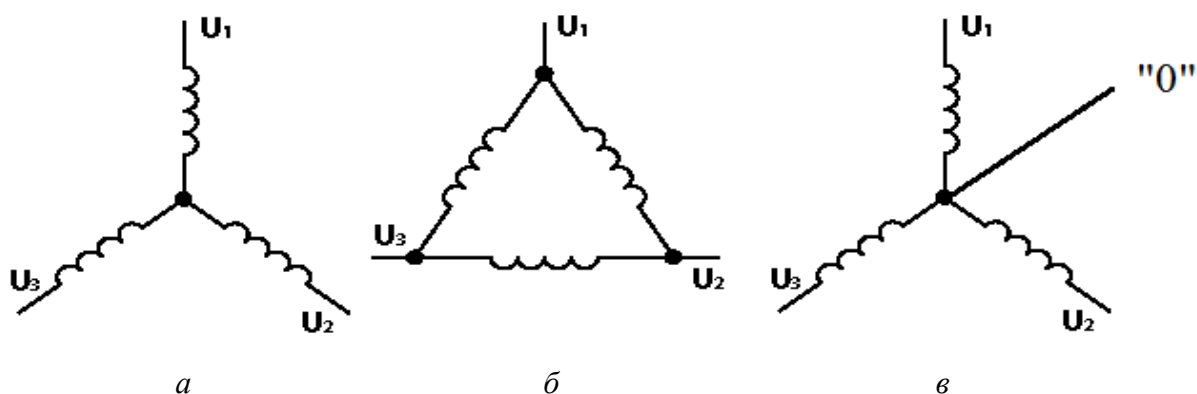


Рис. 11.5. Соединение обмоток статора:
а – «звезда»; *б* – «треугольник»; *в* – «треугольник» с нулевым проводом

В некоторых генераторных установках соединение «треугольник» делают с нулевым проводом (рис. 11.5, *в*), такая схема позволяет несколько увеличить выходную мощность, а также используется, когда среди потребителей энергии есть устройства чувствительные к колебаниям напряжения.

Переменное магнитное поле наводится не только в катушках, но и в магнитопроводе статора, это приводит к возникновению в нем паразитных вихревых токов, которые ведут к потере мощности и нагревают статор. Для уменьшения проявления этого эффекта магнитопровод изготавливают из набора стальных пластин.

Выпрямительный блок (рис. 11.6) нужен для преобразования вырабатываемого в статоре переменного напряжения в постоянное. Он состоит из двух алюминиевых теплоотводящих пластин δ , η , в которые запрессованы диоды

прямой и обратной полярности. Диоды прямой полярности запрессованы в пластину 9, а диоды обратной полярности в – пластину 8.

Пластины объединены в целую конструкцию через изолятор 7. Пластина 9 соединена с «массой» через корпус генератора, пластина 8 имеет контакт 2 для подключения сигнальной лампы.

Плюсовая пластина имеет также контакт 1 для присоединения выводов обмоток статора к клемме 3, через которую подается напряжение к потребителям.

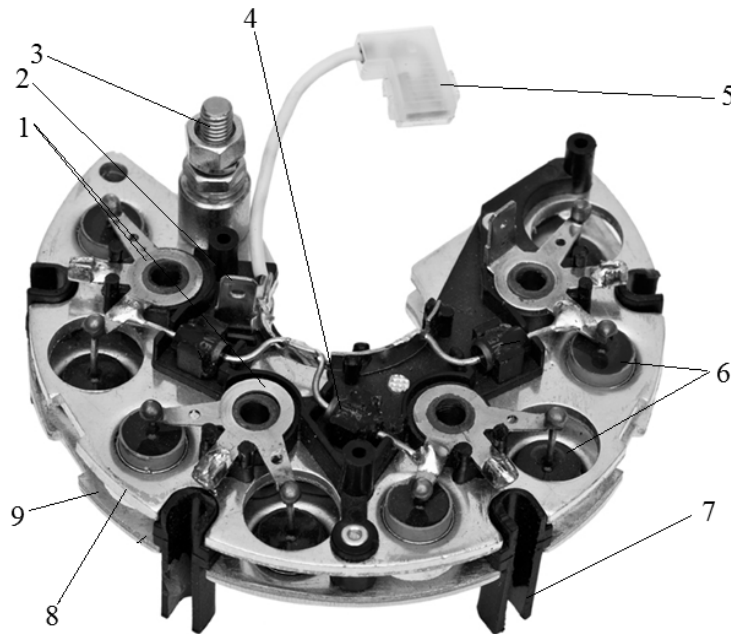


Рис. 11.6. Выпрямительный блок:

- 1 – крепление обмоток статора; 2 – клемма подключения сигнальной лампы;
- 3 – положительная клемма подключения потребителей; 4 – диод выпрямителя;
- 5 – клемма подключения регулятора; 6 – силовые диоды; 7 – изолятор;
- 8 – положительный теплоотвод; 9 – отрицательный теплоотвод

Принцип действия выпрямителя основан на свойстве диодов пропускать электрический ток только в одном направлении. Положительные полуволны пропускаются силовыми диодами на теплоотвод 8 с положительным потенциалом (соединен с потребителями), а отрицательные – на теплоотвод 9 (соединен с массой). Графически преобразование напряжения показано на рис. 11.7, где U_p – напряжение на фазах, U_G – напряжение на выпрямителе, U_{Geff} – эффективное напряжение на выходе выпрямителя.

Некоторые производители в целях защиты электронных узлов автомобиля от всплесков напряжения вместо диодов силового моста применяют стабилитроны (диоды Зенера). До наступления пробоя через стабилитрон протекают

незначительные токи утечки, а его сопротивление весьма высоко. При наступлении пробоя ток через стабилитрон резко возрастает, а его дифференциальное сопротивление падает. Поэтому в режиме пробоя напряжение на стабилитроне поддерживается с заданной точностью. Стабилитрон ограничивает максимальное напряжение до уровня, который безопасен для генератора и регулятора. В генераторах на 14 В напряжение срабатывания выпрямителя со стабилитронами составляет 25–30 В.

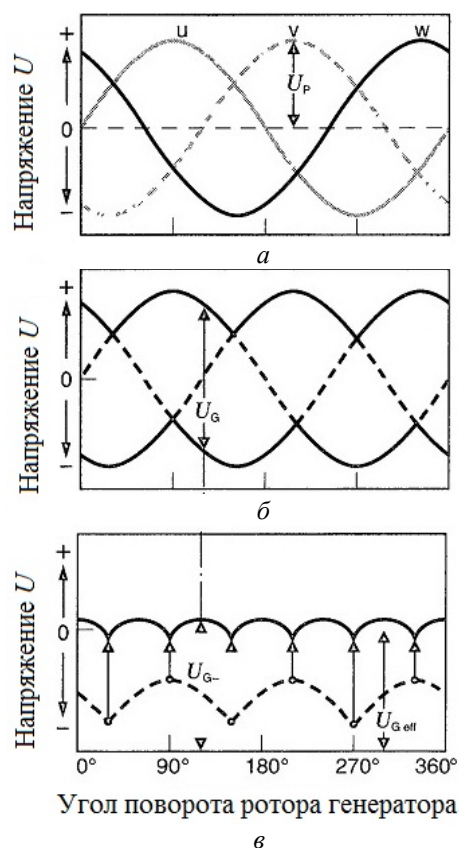


Рис. 11.7. Выпрямление трехфазного тока:

a – напряжение на фазах *u*, *v*, *w*; *б* – напряжение, образованное огибающими положительными и отрицательными полуволнами; *в* – выпрямленное напряжение

Регулятор напряжения предназначен для стабилизации напряжения при изменении частоты вращения якоря генератора и изменении нагрузки создаваемой потребителями электроэнергии. Он регулирует ток, подаваемый на обмотку возбуждения.

Ранее применялись вибрационные регуляторы, а затем контактно-транзисторные. Эти два типа регуляторов в настоящее время полностью вытеснены электронными. Электронные компоненты такого регулятора расположены в неразборном корпусе, поэтому произвести его ремонт или регулировки невозможно. При выявлении неисправности он подлежит замене.

Клеммы подключения генераторной установки предназначены для ее подключения в общую цепь питания и диагностики (см. рис. 11.2). Маркировка клемм указывается на защитной крышке 7 (см. рис. 11.1). У разных марок генераторов они имеют различные обозначения:

- клемма В+ может обозначаться символами: «+», В, 30, ВАТ;
- клемма В- может обозначаться символами: «-», D-, 31, М, Е, GRD;
- клемма D+ может обозначаться символами: D, 61, L, WL, IND;
- клемма 67 (соединение обмотки возбуждения с регулятором): Ш, DF, F, EXC, E, FLD;
- вывод фазы для подключения тахометра: ~, W, R, СТА;
- вывод нулевой точки обмотки статора (на схеме не показан): 0, МР.

Основные неисправности и способы их определения

При отсутствии субъективно определяемых признаков неисправности генератора, его проверка начинается с замера напряжения на клеммах аккумулятора, после запуска двигателя напряжение должно увеличиться.

Основными причинами выхода из строя генератора является неправильное натяжение приводного ремня или установка дополнительных потребителей, потребляемая мощность которых, совместно с другими агрегатами, превышает мощность генераторной установки. Наиболее распространенные неисправности, их причины и способы устранения приведены в табл. 11.1.

Таблица 11.1

Основные неисправности генераторов

Неисправность	Признаки	Причины	Способ устранения
Генератор не работает	После запуска двигателя напряжение на клеммах аккумулятора не увеличивается, горит сигнальная лампа	Обрыв приводного ремня	Замена ремня
		Поврежден один или несколько из следующих агрегатов: статор, якорь, регулятор, выпрямитель. Щетки не обеспечивают контакт с кольцами	Замена поврежденного агрегата
Генератор не выдает заявленную мощность	Моргает сигнальная лампа генератора. Слышно «свист» в подкапотном пространстве, при включении электрической нагрузки	Износ приводного ремня и шкивов	Замена изношенных деталей
		Не отрегулировано натяжение приводного ремня	Регулировка натяжения ремня
Повышенный уровень шума генератора	При вращении рукой шкива (натяжение приводного ремня ослабленно) ощущается неравномерность сопротивления повороту	Чрезмерное натяжение приводного ремня	Замена подшипников

При эксплуатации генераторных установок требуется периодический контроль *натяжения приводного ремня*, его рекомендуется проверять при всех видах ТО. Натяжение ремня влияет не только на срок службы ремня, но и на срок службы генератора. Если ремень натянут чрезмерно, перегружаются и выходят из строя опорные подшипники якоря. При слабом натяжении ремня он «буксует» на шкивах, при этом перегревается, растягивается и «пилит» шкивы. Поскольку привод генераторов (даже однотипных) на разных двигателях может отличаться, регулировку натяжения приводного ремня следует проводить в соответствии с инструкцией по эксплуатации двигателей.

При *диагностике угольных щеток* проверяют их подвижность в направляющих, целостность прижимных пружин, контакт с кольцами на оси якоря.

Проверка статора и обмотки возбуждения первоначально производится их внешним осмотром. Местные потемнения изоляционного лака на проводах свидетельствуют о перегрузке генератора по току и возможных замыканиях или обрывах обмоток.

Для точного определения обрывов или замыканий измеряют сопротивление каждой отдельной обмотки и сопротивление между обмотками и магнитопроводом. Сопротивление у всех обмоток должно быть одинаковым (0,2–0,3 Ом). Сопротивление между обмоткой и магнитопроводом – бесконечность. Целостность обмотки возбуждения проверяется аналогично, ее сопротивление 2–5 Ом.

Проверка выпрямителя заключается в проверке его диодов и производится мультиметром с функцией «проверка диодов». Щупами мультиметра касаются теплоотвода и контакта диода, к которому припаяна перемычка (провод). Если диод исправен, прибор должен показывать ноль, далее щупы меняют местами – прибор покажет падение напряжения. Падение напряжения у исправных однотипных диодов должно быть одинаковым (с небольшими отклонениями).

Выпрямители, собранные на стабилитронах, проверяются аналогично проверке диодных выпрямителей. Однако для полной проверки стабилитронов необходимо проверить также их напряжение пробоя.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схема генератора.
3. Краткое описание принципа работы генератора.
4. Назначение основных узлов генератора.

5. Результаты проверки работоспособности генератора с отметками на схеме точек измерений при проверке выпрямителя, статора и обмотки возбуждения.
6. Перечень основных неисправностей генераторов и их причин.

Контрольные вопросы

1. Где находится обмотка возбуждения?
2. Какие функции выполняет обмотка возбуждения?
3. Какие существуют виды соединения фаз в статоре?
4. Как работает выпрямитель?
5. Какие функции выполняет регулятор?
6. Почему требуется постоянная регулировка тока возбуждения?
7. На что и как влияет натяжение приводного ремня?
8. Какие есть основные причины выхода из строя генератора?
9. Где находятся и как маркируются клеммы подключения генератора?

Лабораторная работа № 12

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНТАКТНЫХ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ. УСТАНОВКА ЗАЖИГАНИЯ

Цель работы: изучить конструкцию, работу узлов и деталей контактных систем зажигания, порядок основных регулировок, возможные неисправности и способы их устранения.

Материальное обеспечение: разрезные агрегаты (катушки зажигания, транзисторные коммутаторы, прерыватели-распределители, свечи, дополнительные резисторы, комплект плакатов, методические указания, стенд КИ-968 с установленными системами зажигания), набор плоских щупов 0,05–1,10 мм (для проверки зазора между электродами свечей), набор инструментов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, конструкцию контактных систем зажигания.
2. На рабочих местах определить места установки основных узлов системы зажигания, их взаимное размещение и связь с другими узлами, основные операции по демонтажу (монтажу).
3. Определить на узлах системы зажигания маркировку, расшифровать обозначение.
4. Изучить основные регулировки, технологию установки угла опережения зажигания на рабочих местах и порядок их выполнения.
5. На стенде КИ-968 (по указанию преподавателя) провести сравнительные испытания контактной и контактно-транзисторной систем зажигания или испытания прерывателя распределителя.
6. Проанализировать возможные неисправности контактных систем зажигания и способы их устранения.
7. Оформить отчет.

Общие сведения

Воспламенение рабочей смеси в камере сгорания бензинового двигателя осуществляется высоковольтным *искровым разрядом*, возникающим между электродами свечи зажигания, которая ввернута в резьбовое отверстие головки блока цилиндров.

Система зажигания предназначена для создания импульсов высокого напряжения и распределения их по свечам цилиндров для воспламенения топливовоздушной смеси в цилиндрах бензинового двигателя. Топливовоздушная смесь воспламеняется в камере сгорания двигателя посредством электрического разряда между электродами свечи зажигания, установленной в головке цилиндров.

Источником высокого напряжения служит индукционная катушка (катушка зажигания). Катушка зажигания (рис. 12.1) по принципу действия является повышающим трансформатором. Она потребляет ток низкого напряжения от АКБ или генератора и преобразует его в ток высокого напряжения (более 12 кВ).

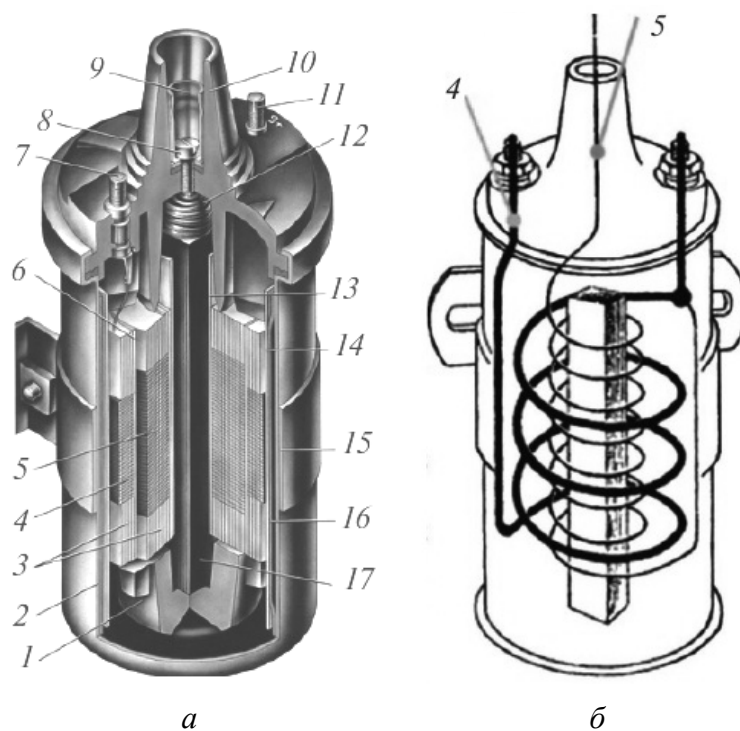


Рис. 12.1. Катушка зажигания:

- а* – конструкция; *б* – схема; 1 – изолятор; 2 – корпус; 3 – изоляционная бумага; 4 – первичная обмотка; 5 – вторичная обмотка; 6 – изоляция между обмотками; 7 – клемма вывода первичной обмотки; 8 – контактный винт; 9 – центральная клемма; 10 – крышка; 11 – клемма вывода первичной и вторичной обмотки; 12 – пружина центральной клеммы; 13 – каркас вторичной обмотки; 14 – наружная изоляция первичной обмотки; 15 – скоба крепления катушки; 16 – наружный магнитопровод; 17 – сердечник

К системам зажигания предъявляются следующие *требования*:

- должны обеспечивать надежный пуск холодного двигателя;
- воспламенять обедненную рабочую смесь ($\alpha = 1,1-1,2$) для обеспечения экономичной работы двигателя;

- обеспечивать малую токсичность отработавших газов;
- не создавать помех радиоприему, телевизионному сигналу, системам связи в автомобиле и в других объектах, то есть обеспечивать экранирование;
- обеспечивать на современных быстроходных многоцилиндровых двигателях бесперебойное искрообразование с большой частотой (десятки тысяч искр в минуту);
- надежно работать в течение всего срока службы при минимальном уходе.

Момент зажигания рабочей смеси должен выбираться таким образом, чтобы максимальное давление в цилиндре двигателя имело место сразу же после прохода поршнем верхней мертвой точки. Угол между положением кривошипа коленчатого вала в момент начала искрообразования и соответствующей верхней мертвой точкой называется *углом опережения зажигания*.

Угол опережения зажигания, при котором двигатель развивает максимальную мощность, называется *оптимальным*.

При *раннем зажигании* максимальное давление в цилиндре создается до прихода поршня в верхнюю мертвую точку. В результате поршень и весь кривошипно-шатунный механизм воспринимают сильные встречные удары, что приводит к потере мощности, снижению экономичности, перегреву двигателя и к возникновению детонации с характерными металлическими стуками и форсированным износом деталей двигателя (иногда даже к поломкам деталей двигателя).

При *позднем зажигании* смесь горит в такте расширения и даже в процессе выпуска. Давление газов в цилиндре не достигает своей максимальной величины, мощность и экономичность двигателя снижаются. Происходит повышение температуры и токсичности выхлопных газов. Двигатель перегревается. Перегреваются также узлы и детали системы выпуска отработавших газов.

С увеличением частоты вращения коленчатый вал проходит большой угловой путь за время горения смеси. Следовательно, с повышением частоты вращения угол опережения зажигания нужно увеличивать. При непрерывно изменяющейся частоте вращения коленчатого вала угол опережения зажигания автоматически корректируется *центробежным регулятором прерывателя-распределителя* (рис. 12.2).

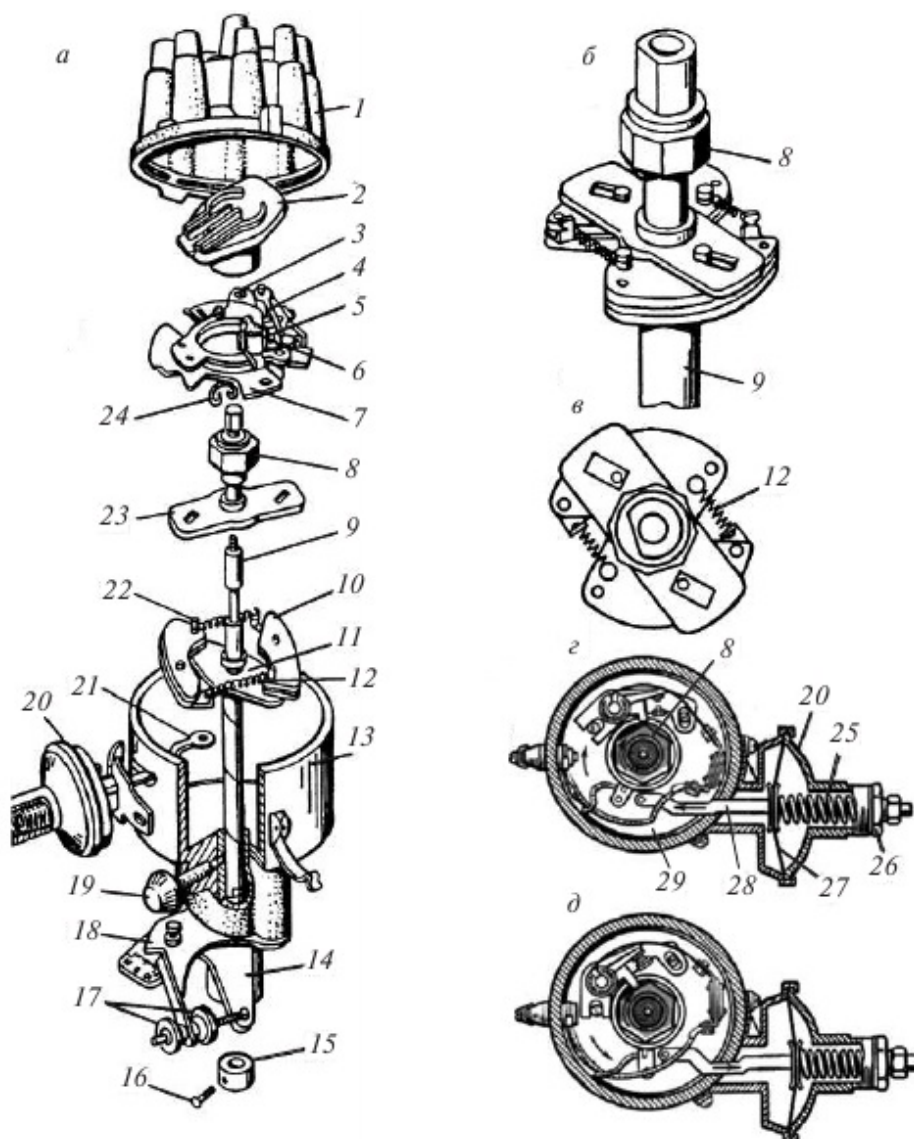


Рис. 12.2. Прерыватель-распределитель:

- a* – компоненты прерывателя-распределителя; *б* – центробежный регулятор;
в – схема работы центробежного регулятора;
г – положение мембраны вакуумного регулятора при позднем зажигании;
д – положение мембраны вакуумного регулятора при раннем зажигании;
1 – крышка; 2 – токоразносная пластина (ротор);
3 – пластина неподвижного контакта; 4 – рычажок; 5 – контакты; 6 – пружина;
7 – неподвижный диск; 8 – кулачок; 9 – вал; 10 – грузик; 11 – пластина грузиков;
12 – пружина; 13 – корпус; 14, 18 – нижняя и верхняя пластины октан-корректора;
15 – втулка; 16 – штифт; 17 – гайки; 19 – масленка; 20 – вакуумный регулятор; 21 – тяга;
22 – ось грузика; 23 – пластина; 24 – стопорное кольцо; 25 – пружина;
26 – подвод разрежения; 27 – мембрана; 28 – тяга; 29 – подвижный диск

С уменьшением нагрузки (при прикрытии дроссельной заслонки) при постоянной частоте вращения наполнение цилиндров свежей смесью ухудшается, а процентное содержание остаточных газов в рабочей смеси увеличивается. Поэтому такая смесь горит медленнее, что требует увеличения угла

опережения зажигания. Автоматическое изменение угла опережения зажигания при изменении нагрузки осуществляет *вакуумный регулятор угла опережения зажигания* (см. рис. 12.2).

При переходе на топливо, имеющее другое октановое число, а также при окончательной регулировке и установке угла опережения зажигания на машине, угол опережения зажигания изменяют вручную с помощью *октан-корректора*. При этом ориентируются на метки, нанесенные на неподвижной шкале, а корпус прерывателя-распределителя поворачивают относительно этой шкалы.

Классическая контактная система зажигания

Во время пуска двигателя стартером напряжение на АКБ и в бортовой сети снижается. Поэтому для обеспечения надежного запуска первичная обмотка катушки зажигания рассчитывается на напряжение 7–8 В. Чтобы при работе двигателя первичная обмотка катушки зажигания получала расчетное напряжение, необходимое для ее нормальной работы (а при работе двигателя напряжение в бортовой сети составляет 13–14 В), последовательно первичной обмотке катушки зажигания при работающем двигателе включается *дополнительный резистор*, который во время пуска закорачивается контактами тягового реле или посредством дополнительного реле стартера.

Зазор между контактами прерывателя у большинства моделей прерывателей-распределителей составляет 0,35–0,45 мм. Регулировка этого зазора может производиться как непосредственно с помощью щупа, так и по углу замкнутого состояния контактов. В последнем случае для выполнения такой регулировки необходимо простейшее угловое приспособление и контрольная лампа.

Зазор между электродами свечей (рис. 12.3) в контактной системе зажигания находится в пределах 0,5–0,8 мм, величина зазора указывается в инструкции по эксплуатации транспортного средства.

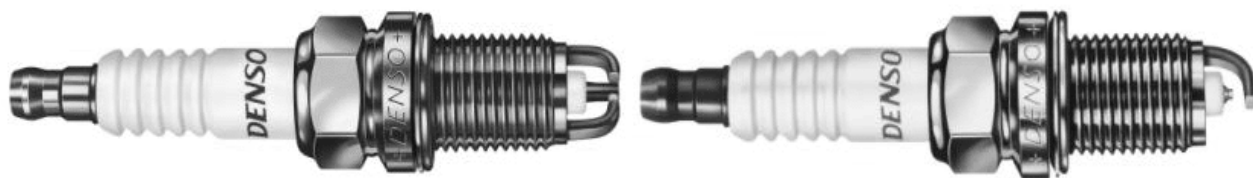


Рис. 12.3. Свечи зажигания

Основными элементами контактной системы зажигания (рис. 12.4) являются: аккумуляторная батарея *GB*, выключатель зажигания *S1*, выключатель добавочного резистора *S2*, добавочный резистор *R_д*, катушка зажигания *L*, прерывательный механизм *I*, распределитель *5*, конденсатор и свечи зажигания *FV*.

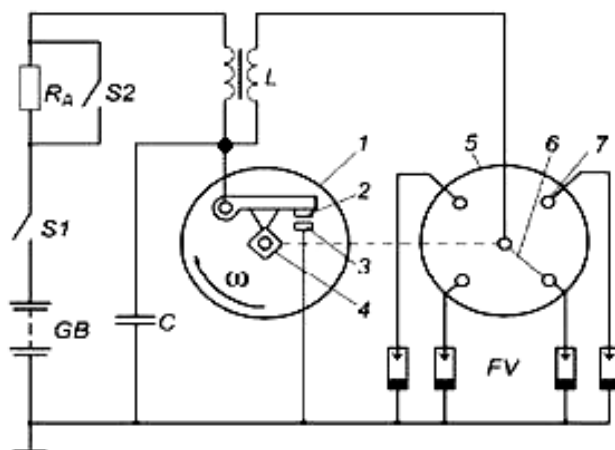


Рис. 12.4. Схема контактной системы зажигания:

1 – прерыватель; 2, 3 – подвижный и неподвижный контакты прерывателя; 4 – кулачок; 5 – распределитель; 6 – бегунок; 7 – неподвижный электрод

При вращении вала распределителя 5, связанного зубчатой передачей с коленчатым валом двигателя, кулачком 4 попеременно замыкаются и размыкаются контакты 2 и 3 прерывателя 1.

Неподвижный контакт 3 прерывателя соединен с массой, подвижный контакт 2 закреплен на конце подвижного рычажка с подушечкой из текстолита. Контакты 2, 3 находятся в замкнутом состоянии под действием пружины, если подушечка рычажка не касается кулачка. Когда подушечка попадает на грань кулачка, рычажок, преодолевая противодействие пружины, поворачивается вокруг оси, закрепленной на подвижной пластине прерывательного механизма, и контакты размыкаются.

При включенном выключателе зажигания и замкнутых контактах прерывателя по цепи первичной обмотки катушки зажигания протекает ток, сила которого растет, что приводит к созданию магнитного поля.

В момент размыкания контактов ток в первичной обмотке и созданное им магнитное поле исчезают. Во вторичной обмотке катушки зажигания индуцируется ЭДС, тем большая, чем выше скорость исчезновения магнитного поля. Конденсатор C в момент размыкания контактов заряжается, что исключает искрение между контактами. Далее следует разряд конденсатора, что способствует ускорению исчезновения магнитного поля в первичной обмотке катушки зажигания и росту напряжения во вторичной обмотке.

Контакты S_2 замыкаются при положении ключа зажигания, соответствующего пуску двигателя, и блокируют добавочный резистор R_d . В этот момент из-за больших токов пуска происходит значительное падение напряжения в сети из-за потерь в аккумуляторе. После запуска ток в катушку зажигания идет через

добавочный резистор R_d . В результате в первичной обмотке катушки зажигания рабочее напряжение составляет 7–8 В на всех режимах.

В момент размыкания контактов токопроводящая пластина ротора распределителя проходит около бокового электрода крышки распределителя, соединенного высоковольтным проводом со свечой зажигания того цилиндра, в котором заканчивается процесс сжатия топливовоздушной смеси. Высокое вторичное напряжение, подаваемое на свечу зажигания, инициирует появление между ее электродами искрового разряда.

Кулачок прерывателя и ротор распределителя установлены на одном валу. Частота вращения вала кулачка и ротора распределителя в два раза меньше частоты вращения коленчатого вала четырехтактного двигателя. Это связано с тем, что топливовоздушную смесь в каждом из цилиндров необходимо воспламенять только 1 раз за два оборота коленчатого вала. Число граней кулачка и боковых электродов в крышке распределителя равно числу цилиндров двигателя. Высокое напряжение к свечам зажигания подводится в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Контактно-транзисторная система зажигания

Такая система зажигания применяется на автомобиле ЗИЛ-431410 и др.

Контактно-транзисторная система зажигания (КТСЗ) состоит: из аккумуляторной батареи и генератора; катушки зажигания; прерывателя и распределителя, предназначенных соответственно для прерывания тока низкого напряжения и распределения тока высокого напряжения по свечам, а также для регулировки момента зажигания; свечей зажигания (зазор между электродами 0,85–1,20 мм); проводов высокого и низкого напряжения; дополнительного резистора, предназначенного для регулировки тока в цепи низкого напряжения ($R = 1–1,5$ Ом); конденсатора, служащего для поглощения токов самоиндукции первичной обмотки катушки зажигания и уменьшения искрения между контактами прерывателя ($C = 0,17–0,35$ мкФ); выключателя зажигания (в замке зажигания); подавительных резисторов, предназначенных для уменьшения уровня радиопомех (в наконечниках свечей и на центральном электроде распределителя).

При такой системе ток в первичной обмотке катушки зажигания коммутируется транзистором, а контакты прерывателя прерывают только ток управления транзистором (ток базы транзистора). Величина этого тока значительно меньше (примерно в 10 раз) величины тока, проходящего через контакты в обычной контактной системе зажигания.

Контактно-транзисторная система (рис. 12.5) развивает более высокое напряжение, благодаря чему повышается надежность работы двигателя и облегчается его запуск. Так как ток, протекающий через контакты прерывателя, относительно небольшой, то уменьшается по сравнению с контактной системой зажигания износ контактов, а следовательно, повышаются надежность и ресурс работы прерывателя.

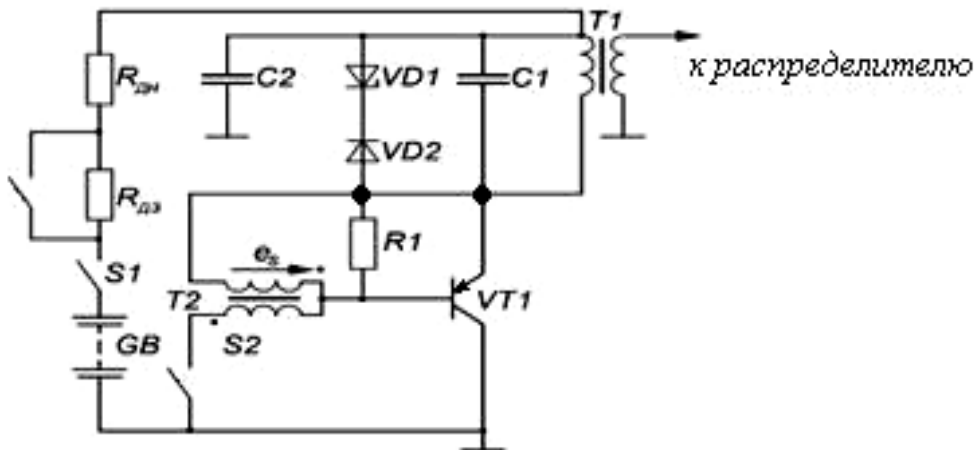


Рис. 12.5. Схема КТСЗ с транзисторным коммутатором

Увеличенный зазор между электродами свечей дает возможность работать на обедненной рабочей смеси, за счет чего снижается токсичность выхлопа и сокращается средний эксплуатационный расход топлива, а также облегчается запуск двигателя, особенно холодного.

Первичная обмотка катушки зажигания включается в цепь эмиттер–коллектор мощного транзистора VT1. Управление транзистором осуществляется контактным прерывателем S₂, включенным в базу транзистора. При размыкании контактов S₂ ток в цепи низкого напряжения исчезает. Дальнейший процесс аналогичен рассмотренному выше.

Импульсный трансформатор T₂ ускоряет закрытие транзистора VT1, что способствует росту напряжения во вторичной обмотке катушки. Конденсаторы C₂, C₁, стабилитрон VD1, диод VD2, резистор R1 обеспечивает стабилизацию работы VT1, защиту от высоких импульсов напряжений. Перечисленные элементы размещены в одном устройстве – транзисторном коммутаторе.

Дополнительное сопротивление R_{дн}, R_{дз} (или блок дополнительных резисторов) ограничивает ток в катушке зажигания. Катушка зажигания выполняется *маслонаполненной*, что позволяет улучшить охлаждение, сделать тоньше изоляцию, уменьшить размеры катушки.

Транзисторный коммутатор *устанавливается в кабине водителя*, так как диапазон его рабочих температур находится в пределах от -40°C до $+65^{\circ}\text{C}$.

Проверка и установка момента зажигания

Перед установкой зажигания снимают с двигателя прерыватель-распределитель и его привод, проверяют состояние контактов прерывателя и зазор между ними, при необходимости зачищают контакты, регулируют зазор. Установку зажигания ведут в следующем порядке (ЗИЛ-4317) (рис. 12.6):

1. Устанавливают поршень первого цилиндра в ВМТ конца такта сжатия, совмещая метку на шкиве коленчатого вала с меткой ВМТ на указателе.

2. На двигателе ЗИЛ-4317 прорезь 3 на валике привода распределителя располагают параллельно риску 5 на верхнем фланце 6 корпуса привода и со смещением в сторону передней части двигателя. После установки привода распределителя на свое место прорезь на его валике должна быть параллельной оси, соединяющей отверстия в верхнем фланце.

3. Проворачивают коленчатый вал двигателя до тех пор, когда метка на шкиве коленчатого вала совпадает с делением на указателе.

4. Устанавливают ротор распределителя напротив электрода, соединяемого со свечей первого цилиндра.

5. Включают зажигание и осторожно поворачивают корпус распределителя сначала по часовой, а затем против часовой стрелки до начала размыкания контактов прерывателя.

6. Соединяют проводами высокого напряжения электроды крышки распределителя, начиная с первого в соответствии с порядком работы двигателя.

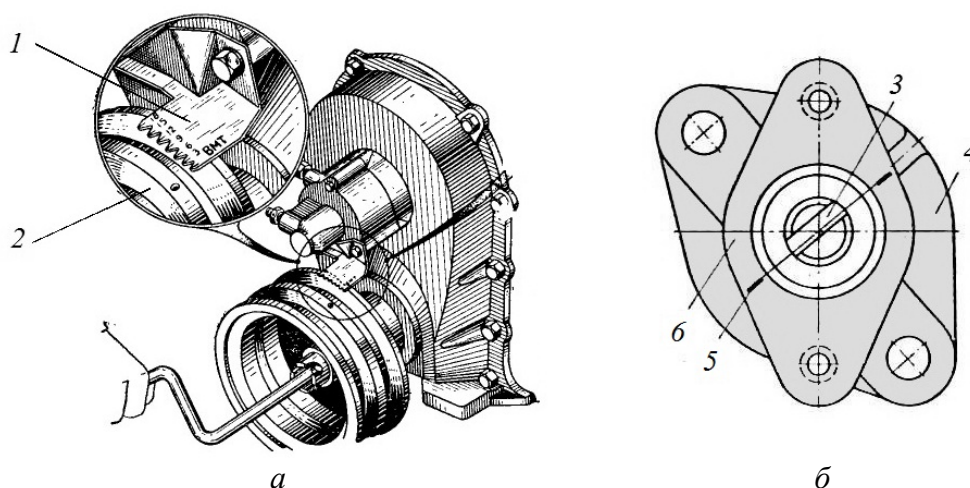


Рис. 12.6. Установочные метки ВМТ (а) и момента зажигания (б) двигателя ЗИЛ-4317:
1 – указатель установки зажигания; 2 – шкив коленчатого вала; 3 – прорезь на валике привода распределителя; 4 – нижний фланец; 5 – риска; 6 – верхний фланец

Окончательно момент зажигания проверяют при движении на ровном участке дороги с прогретым до температуры 85 °С–90 °С двигателем. Автомобиль разгоняют резким нажатием на педаль управления дросселем с начальной скоростью 6–8 м/с для грузовых автомобилей и 8–11 м/с (30–40 км/ч) для легковых. Появление сильных и резких детонационных стуков свидетельствует о раннем зажигании. Полное отсутствие детонации с плохой приемистостью (пониженной мощностью) и перегревом двигателя – признаки позднего зажигания. При этом установку зажигания корректируют поворотом корпуса прерывателя-распределителя с помощью гаек октан-корректора.

Основные неисправности контактной системы зажигания

Наличие неисправностей в системе зажигания определяется следующими основными *признаками*:

- двигатель не запускается или глохнет сразу после пуска;
- двигатель запускается с трудом;
- двигатель неустойчиво работает на холостом ходу;
- при езде автомобиль дергается;
- снижена мощность и экономичность двигателя.

Эти признаки обусловлены состоянием *следующих элементов*:

- в цепях высокого напряжения: контактов распределителя, контактов на катушке зажигания, наконечников свечей, контактов свечи;
- в цепях низкого напряжения: контактов прерывателя, замка зажигания, зазора в прерывателе, низковольтной проводки, конденсатора.

Оптимальная величина зазора между контактами прерывателя 0,34–0,45 мм.

Причины снижения мощности и экономичности:

- неточная установка угла опережения зажигания;
- заедание грузиков или поломка пружин центробежного регулятора;
- повреждение диафрагмы или соединительной трубки вакуумного регулятора.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о контактной системе зажигания.
3. Схема системы зажигания (по заданию преподавателя).
4. Перечень основных действий при установке угла опережения зажигания.
5. Таблицы с результатами испытаний (табл. 12.1, 12.2).

Таблица 12.1

Сравнительные испытания контактной и контактно-транзисторной систем зажигания на стенде КИ-968

Частота вращения распределителя, мин ⁻¹	Ток в первичной цепи, А		Максимальный зазор в разряднике, пробиваемый высоким напряжением, В	
	контактной системы зажигания	контактно-транзисторной системы зажигания	контактной системы зажигания	контактно-транзисторной системы зажигания
0				
50				
1000				
1500				
2500				

Таблица 12.2

Результаты испытаний прерывателя-распределителя, установленного на стенде КИ-968

Регулируемая (проверяемая) величина	Приборы	Данные проверки	Должно быть	Заключение
Угол замкнутого состояния контактов прерывателя в градусах и соответствующий ему зазор контактов прерывателя в мм				
Чередование искрообразования, град				
Регулирование опережения зажигания центробежным автоматом в интервале ... мин ⁻¹ , град				
Регулирование опережения зажигания вакуумным автоматом в интервале разрядений ... мм рт. ст./град				
Максимальная частота вращения бесперебойного искрообразования, мин ⁻¹				
Оценка исправности прерывателя-распределителя				

Контрольные вопросы и задания

1. Какие бывают системы зажигания? Перечислите их преимущества и недостатки.
2. Опишите принцип действия контактной системы зажигания и назначение ее элементов.
3. Опишите конструкцию и работу контактно-транзисторной системы зажигания.

4. Для чего необходимы транзисторный коммутатор и прерыватель контактно-транзисторной системы зажигания?
5. Каким образом изменяется угол опережения зажигания при увеличении частоты вращения коленчатого вала и нагрузки двигателя?
6. Назовите элементы цепей тока низкого и высокого напряжения в системах зажигания.
7. Опишите конструкцию и работу свечей зажигания. Как они маркируются?
8. Как устроена катушка зажигания и от каких факторов зависит величина максимального вторичного напряжения?
9. Опишите конструкцию и принцип действия прерывателя-распределителя.
10. Перечислите основные неисправности систем зажигания.

Лабораторная работа № 13

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, ПРИНЦИП РАБОТЫ, ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БЕСКОНТАКТНЫХ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ

Цель работы: изучить конструкцию, работу узлов и деталей бесконтактных систем зажигания, порядок основных регулировок, возможные неисправности и способы их устранения.

Материальное обеспечение: разрезные агрегаты (катушки зажигания, датчик-распределитель, свечи), методические указания, комплект плакатов, макеты, набор плоских щупов 0,05–1,20 мм (для проверки зазора между электродами свечей), набор инструментов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, конструкцию бесконтактных систем зажигания.
2. На рабочих местах определить места установки основных узлов системы зажигания, их взаимное размещение и связь с другими узлами, основные операции по демонтажу (монтажу).
3. Определить на деталях системы зажигания маркировки, расшифровать обозначения.
4. Проанализировать возможные неисправности бесконтактных систем зажигания и способы их устранения.
5. Оформить отчет.

Общие сведения

Назначение системы зажигания – обеспечение в нужный момент искры зажигания достаточной энергии для воспламенения рабочей смеси. Чем точнее выполняется этот процесс, тем выше мощность и эффективность двигателя. Правильно установленный угол опережения зажигания позволяет повысить мощность двигателя, снизить расход топлива и выбросы вредных веществ.

Источником высокого напряжения служит индукционная катушка (катушка зажигания). *Катушка зажигания* по принципу действия является повышающим трансформатором. Она потребляет ток низкого напряжения от АКБ или генератора и преобразует его в ток высокого напряжения (до 26–30 кВ).

Датчик-распределитель служит для подачи электрических импульсов в моменты зажигания рабочей смеси и распределения тока высокого напряжения по свечам цилиндров. Выполняется в виде однофазного генератора синусоидального переменного тока (генератор импульсов) и обычного распределителя. Широкое распространение в качестве генератора импульсов получили датчики Холла.

Транзисторный коммутатор предназначен для усиления сигнала генератора импульсов и коммутации тока первичной обмотки катушки зажигания. Обычно транзисторный коммутатор бесконтактной транзисторной системы зажигания содержит 3 (реже 4) каскада усиления (у контактно-транзисторных систем, как правило, один каскад усиления).

Система зажигания также включает в себя: *дополнительный резистор* (или блок дополнительных сопротивлений); *выключатель зажигания*; *свечи зажигания* (зазоры между электродами свечей составляют 0,85–1,30 мм); *фильтры подавления радиопомех* в низковольтной цепи; *провода высокого и низкого напряжения*.

На отдельных видах систем применяют *аварийный вибратор*, обеспечивающий временную работу двигателя (не более 30 ч) при выходе из строя транзисторного коммутатора или датчика-распределителя.

Классическая бесконтактная система зажигания

Бесконтактная система зажигания является конструктивным продолжением контактно-транзисторной системы зажигания. В данной системе зажигания контактный прерыватель заменен бесконтактным датчиком. Бесконтактная система зажигания стандартно устанавливается на ряде моделей отечественных автомобилей, а также может устанавливаться самостоятельно вместо контактной системы зажигания.

Применение бесконтактной системы зажигания позволяет повысить мощность двигателя, снизить расход топлива и выбросы вредных веществ за счет более высокого напряжения разряда (до 30 кВ) и, соответственно, более качественного сгорания топливно-воздушной смеси.

Отличительной особенностью бесконтактной системы зажигания (рис. 13.1) является наличие датчика импульсов и транзисторного коммутатора. Датчик импульсов конструктивно объединен в узел с распределителем и называется датчик-распределитель.

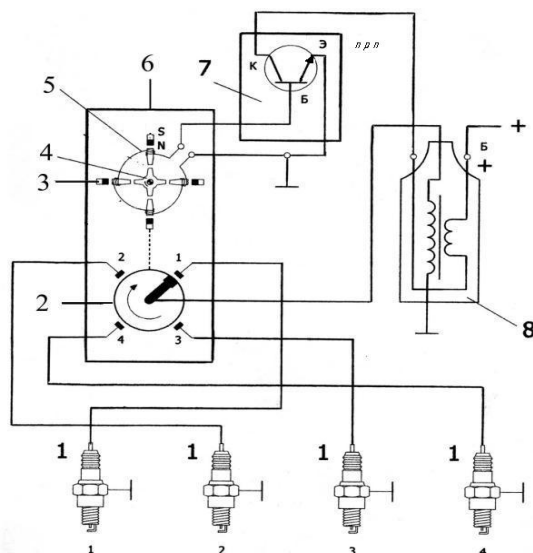


Рис. 13.1. Схема бесконтактной системы зажигания с индуктивным датчиком:
 1 – свечи зажигания; 2 – распределитель; 3 – постоянный магнит; 4 – ротор;
 5 – индуктивная обмотка (катушка) датчика импульсов; 6 – датчик-распределитель;
 7 – коммутатор; 8 – катушка зажигания

При положительном импульсе датчика 5 ток управления Б–Э открывает транзистор и замыкается цепь низкого напряжения («+», АКБ, К–Э, масса). При отрицательном импульсе транзистор закрывается, исчезает ток в первичной обмотке, наводится высокое напряжение во вторичной обмотке. Распределитель 2 передает высокое напряжение на свечи в соответствии с порядком работы цилиндров.

Принцип работы бесконтактной системы зажигания

На рис. 13.2 кратко поясняется принцип работы системы зажигания.

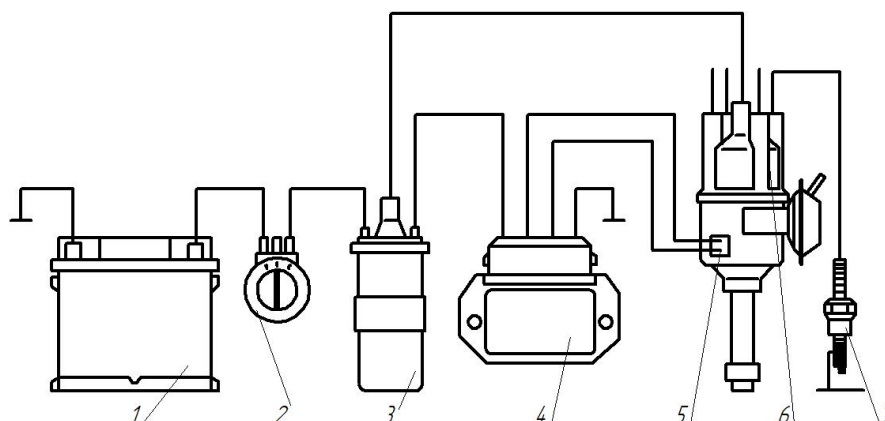


Рис. 13.2. Компоненты бесконтактной системы зажигания:
 1 – аккумуляторная батарея; 2 – выключатель зажигания и стартера; 3 – катушка зажигания;
 4 – коммутатор; 5 – датчик Холла; 6 – распределитель; 7 – свеча зажигания

При включении зажигания 2 подается напряжение питания на первичную обмотку катушки зажигания 3. Как только коммутатор 4 получит сигнал с датчика

Холла 5, ток первичной обмотки прерывается. Клемма катушки зажигания 3 посредством коммутатора 4 соединяется с массой. Во вторичной обмотке индуцируется высокое напряжение более 30 кВ.

Вторичное напряжение системы зажигания через клемму катушки зажигания 3 передается на распределитель и далее на соответствующий цилиндр и свечу зажигания.

Коммутатор определяет частоту вращения коленчатого вала (сигналы датчика) и на ее основании управляет временем накопления тока первичной обмотки катушки зажигания (длительностью открытого состояния выходного транзистора системы зажигания) и его величиной. В соответствии с частотой вращения и напряжением аккумуляторной батареи, незадолго до появления искры зажигания устанавливается заданное значение первичного тока, то есть при увеличении частоты вращения длительность протекания тока увеличивается так же, как при уменьшении напряжения аккумуляторной батареи.

При включенном зажигании и неработающем двигателе (отсутствие сигнала датчика) через некоторое время (как правило, через одну секунду) отключается ток первичной обмотки катушки зажигания. Как только блок управления получит сигнал датчика (например, при запуске), он снова переходит в рабочее состояние.

В микропроцессорной системе для формирования сигнала зажигания применяется аналого-цифровое преобразование – обработка информации в цифровом виде с последующим обратным цифроаналоговым преобразованием, при котором формируется не только угол опережения зажигания, но и время накопления магнитной энергии в катушке зажигания.

Компонентный состав современной системы зажигания показан на рис. 13.3.

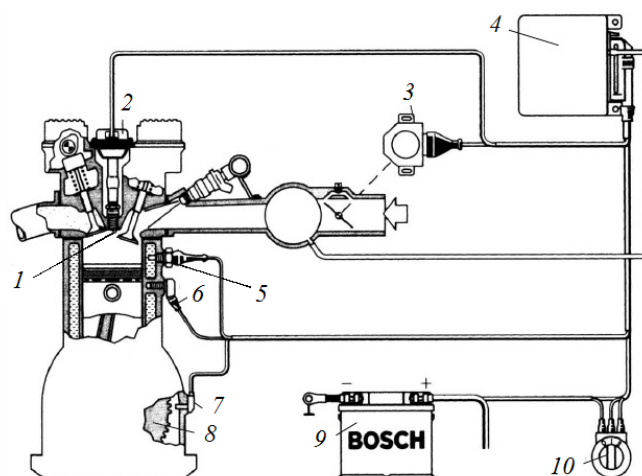


Рис. 13.3. Микропроцессорная система зажигания BOSCH:

1 – свеча зажигания; 2 – катушка зажигания; 3 – датчик положения дроссельной заслонки; 4 – блок управления; 5 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 6 – датчик детонации; 7 – индуктивный датчик; 8 – зубчатый диск; 9 – аккумуляторная батарея; 10 – замок зажигания

В отличие от электронной, микропроцессорная система зажигания работает по заранее заданной для данного ДВС программе управления, которая при необходимости может быть скорректирована в процессе эксплуатации. Поэтому в вычислителе микропроцессорной системы зажигания имеется электронная память (постоянная и оперативная). Применение электронных систем зажигания позволило создать систему постоянной энергии для двигателей, работающих на бедной смеси во всем диапазоне режимов их работы. Одним из важных факторов, предопределивших применение таких систем, стал фактор приближения опережения зажигания к порогу начала детонации – чем ближе работа двигателя к этому порогу, тем выше его мощность.

В современных электронных и микропроцессорных системах зажигания широко используются выходные каскады с индивидуальными катушками зажигания для каждой свечи в отдельности (рис. 13.4).

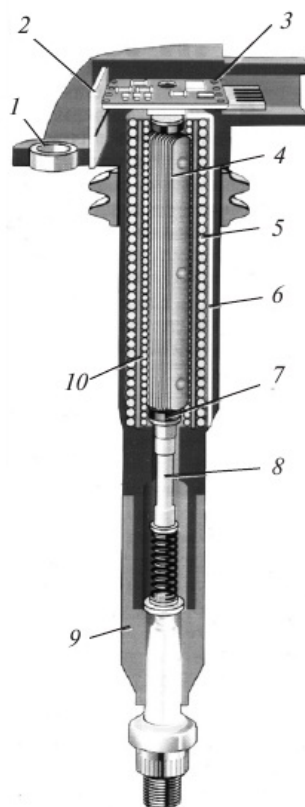


Рис. 13.4. Индивидуальная катушка зажигания:

- 1 – втулка болта крепления; 2 – радиатор выходного каскада; 3 – электронный блок;
- 4 – сердечник катушки зажигания; 5 – первичная обмотка; 6 – замыкающий магнитопровод;
- 7 – демпфирующая шайба; 8 – помехогасящий резистор; 9 – силиконовый изолятор;
- 10 – вторичная обмотка

На индивидуальную катушку зажигания могут устанавливаться силовые транзисторы. Это делается для разгрузки контроллера от множества выходных каскадов.

Электронная система зажигания обычно комбинируется с системой электронного управления впрыском топлива (система Motronic), устройством контроля детонации двигателя и т. д., что дает возможность использовать датчики и/или сигналы от других узлов автомобиля в более чем одной системе управления.

Для всех свечей систем зажигания важной характеристикой является калильное число.

Калильное число – величина, пропорциональная среднему индикаторному давлению, при котором во время испытания свечи на специальной моторной установке в цилиндре двигателя начинает появляться калильное зажигание.

Ряды калильных чисел по ГОСТ и по нормам BOSCH приведены в табл. 13.1.

Таблица 13.1

Ряды калильных чисел по ГОСТ и по нормам BOSCH

ГОСТ	8	11	14	17	20	23	26
BOSCH	–	9	8	7	6	5	4

←
горячие

→
холодные

Горячие свечи имеют малые калильные числа, а холодные – большие (по ГОСТ).

Примеры маркировки свечей зажигания: А17ДВ-10; АК20; А11Н; М8Т, где А – диаметр и шаг метрической резьбы на корпусе 14×1,25 мм;

М – резьба на корпусе – 18×1,5 мм;

К – коническая опорная поверхность;

17, 20, 11, 8 – калильные числа из приведенного в таблице ряда калильных чисел;

Д – длина резьбовой части корпуса – 19 мм;

Н – длина резьбовой части корпуса – 11 мм (если длина резьбовой части корпуса 12 мм, то буквенное обозначение не ставится);

В – выступание теплового конуса изолятора за торец корпуса (если оно имеется);

Т – герметизация соединения «изолятор – центральный электрод» термоцементом (применение других герметиков не обозначается);

10 – порядковый номер разработки.

На свечу также наносятся год и месяц выпуска, ГОСТ, по которому она изготовлена; указывается завод-изготовитель (чаще всего в виде товарного знака)

и может быть указано исполнение (Т – тропический климат, У – умеренный, ХЛ – холодный, Э – экспортное).

Основные преимущества бесконтактной системы зажигания:

- отсутствие износа и технического обслуживания;
- постоянный момент воспламенения;
- отсутствие износа контактов и, как следствие, возможность увеличения частоты вращения;
- регулирование накопления энергии и ограничение первичного тока;
- более высокое вторичное напряжение системы зажигания;
- отключение постоянного тока.

Широкое применение получили электронные системы для функционального управления двигателем, трансмиссией, ходовой частью, рулевым управлением, тормозной системой. Также электронные системы управления применяются для значительного улучшения эксплуатационных свойств мобильных машин:

- снижения токсичности ОГ (NO_x , CO, CH, твердые частицы);
- снижения уровня шума;
- повышения топливной экономичности за счет более точного дозирования топлива при высоком давлении впрыска и автоматическом регулировании угла опережения впрыска топлива (УОВТ);
- повышения безопасности движения и комфортности за счет автоматического переключения передач, применения антиблокировочных (АБС) и противобуксовочных (ПБС) систем и систем круиз-контроля, систем регулирования подвески и контроля давления в шинах;
- облегчения условий труда операторов;
- улучшения управляемости и устойчивости;
- упрощения операций технического обслуживания.

Основные неисправности бесконтактной системы зажигания

Наличие неисправностей в системе зажигания определяется следующими основными признаками:

- двигатель не запускается или глохнет сразу после пуска;
- двигатель запускается с трудом;
- двигатель неустойчиво работает на холостом ходу;
- при езде автомобиль двигается с рывками;
- снижена мощность и экономичность двигателя.

Эти признаки обусловлены неисправностями следующих элементов:

- в цепях высокого напряжения – контакты в распределителе, контакты на катушке зажигания, наконечники свечей, сами свечи;
- в цепях низкого напряжения – замок зажигания, провода низкого напряжения.

Причины снижения мощности и экономичности:

- неточная установка угла опережения зажигания;
- заедание грузиков или поломка пружин центробежного регулятора;
- повреждение диафрагмы или соединительной трубки вакуумного регулятора.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о бесконтактных системах зажигания.
3. Схема системы зажигания (по заданию преподавателя).
4. Таблица возможных неисправностей бесконтактной системы зажигания и способов их устранения (табл. 13.2).

Таблица 13.2

Возможные неисправности систем зажигания и способы их устранения

Возможные неисправности, внешнее проявление	Способы устранения	Примечание

Контрольные вопросы и задания

1. Какие преимущества у бесконтактной системы зажигания?
2. Опишите принцип действия бесконтактной системы зажигания и назначение ее аппаратов.
3. Опишите конструкцию и работу бесконтактной системы зажигания.
4. Для чего необходимы датчик-распределитель, коммутатор бесконтактной системы зажигания?
5. Опишите конструкцию и принцип действия датчика-распределителя.
6. Как образуется ток высокого напряжения в бесконтактных системах зажигания?
7. Какой зазор должен быть установлен в свечах зажигания?

Лабораторная работа № 14

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ, ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТАРТЕРОВ

Цель работы: изучить конструкцию электрических стартеров, применяемых на мобильных машинах с ДВС, возможные неисправности и способы их определения.

Материальное обеспечение: стартеры, тяговые реле, обгонные муфты, мультиметр, методические указания, плакаты.

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию стартеров и их узлов.
2. Произвести проверку работоспособности одного из образцов стартера, выявить неисправности.
3. Оформить отчет.

Общие сведения

Стартер является одним из агрегатов системы пуска ДВС. Включается в электрическую цепь по схеме на рис. 14.1. Предназначен для дистанционного запуска ДВС.

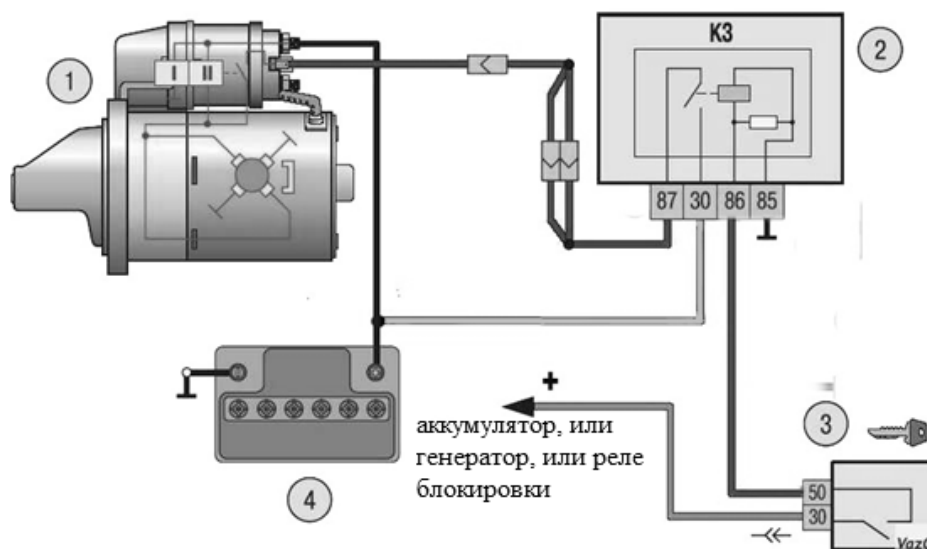


Рис. 14.1. Схема включения стартера в электрическую цепь:
1 – стартер; 2 – реле; 3 – ключ зажигания; 4 – аккумуляторная батарея

Устройство и принцип работы

Стартер (рис. 14.2) представляет собой электродвигатель 4 постоянного тока, с механизмами 10 привода и тягового реле 5.

Электродвигатель служит для вращения коленчатого вала двигателя с пусковой частотой 60–100 мин⁻¹ для бензиновых двигателей и 80–200 мин⁻¹ для дизельных.

Источником электрической энергии для питания стартера является аккумуляторная батарея.

Тяговое реле обеспечивает перемещение рычага 11 механизма привода и контактного диска 6.

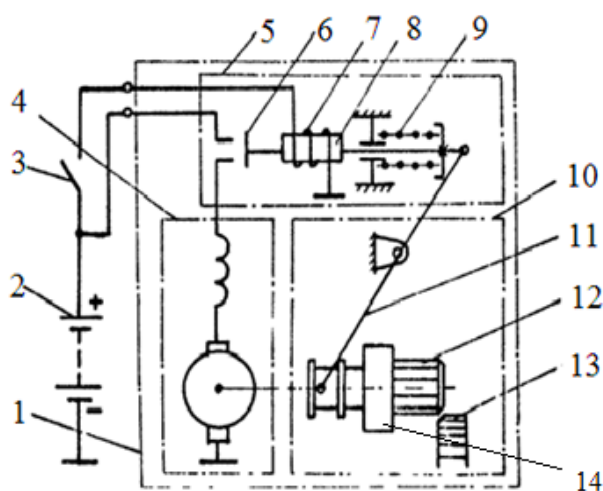


Рис. 14.2. Схема стартера:

- 1 – стартер; 2 – аккумулятор; 3 – выключатель стартера; 4 – электродвигатель; 5 – тяговое реле;
6 – контактный диск; 7 – обмотка тягового реле; 8 – якорек; 9 – возвратная пружина;
10 – механизм привода; 11 – рычаг; 12 – ведущая шестерня;
13 – венец маховика; 14 – обгонная муфта

Механизм 10 привода позволяет передать вращение от вала якоря электродвигателя на венец 13 маховика и предотвращает передачу вращения от маховика на вал якоря после пуска двигателя.

При пуске двигателя выключателем 3 замыкается цепь управления, и по обмотке 7 тягового реле будет проходить ток, создавая магнитное поле. Магнитное поле, воздействуя на стальной якорек 8, втянет его внутрь обмотки. При этом рычаг 11 введет шестерню 12 в зацепление с венцом 13 маховика.

В момент зацепления шестерни 12 с венцом контактный диск 6 тягового реле подключит электродвигатель 4 стартера к аккумуляторной батарее 2. Якорь электродвигателя будет вращаться, что обеспечит вращение маховика и соединенного с ним коленчатого вала.

После пуска ДВС выключателем 3 размыкают цепь обмотки 7 тягового реле, под воздействием возвратной пружины 9 якорек 8 возвращается в исходное положение. При этом контактный диск 6 отключает электродвигатель стартера от аккумуляторной батареи 2, а шестерня 12 выходит из зацепления с венцом 13 маховика.

Для обеспечения вращения коленчатого вала с пусковой частотой зубчатая пара – шестерня 12, венец 13 маховика – должна иметь передаточное отношение от 10 до 20, которое определяется в зависимости от многих факторов (тип и мощность двигателя, размер маховика и т. д.).

Крутящий момент должен передаваться только от вала стартера к маховику (период пуска). Как только ДВС начал работать, механизм привода должен автоматически исключить передачу момента от маховика к валу электродвигателя во избежание повреждения якоря (выброс проводов обмотки из пазов). В стартере это осуществляется с помощью обгонной муфты 14.

Электродвигатель стартера. В стартерах применяют электродвигатели постоянного тока с последовательным или смешанным возбуждением, мощностью 0,8–1,5 кВт для бензиновых двигателей и более 2 кВт для дизельных.

Электродвигатель развивает возрастающий крутящий момент при увеличении нагрузки на якорь, что обеспечивает вращение коленчатого вала во время пуска. Вследствие большого сечения и малой длины проводников обмотки якоря и обмотки возбуждения электродвигатель стартера обладает очень малым сопротивлением. Поэтому в момент включения стартера сила тока достигает 250–850 А, в зависимости от действующей на данный момент нагрузки. По мере снижения нагрузки сила тока снижается до 35–130 А. Магнитный поток зависит от силы тока, потребляемого двигателем. Поэтому крутящий момент будет пропорционален силе тока в цепи стартера. Большие пусковые токи являются причиной быстрого нагрева электродвигателя. Поэтому если ДВС не запустился в течении 5–20 с, рекомендуется выключить стартер и выдержать время для его охлаждения. В стартерах большой мощности для предотвращения перегрева используются термовыключатели, встраиваемые в щетки электродвигателя.

В настоящее время в стартерах применяют электродвигатели, якорь которых вращается с более высокой скоростью, но развивает меньший крутящий момент. Для достижения требуемых для пуска ДВС частоты вращения и крутящего момента, между валом якоря и обгонной муфтой ставят дополнительный шестеренный редуктор (поз. 10, 18–20, рис. 14.3). Несмотря на наличие дополнительной зубчатой передачи, такие стартеры имеют значительно меньшие габариты и массу в сравнении с традиционными. Современные технологии производства ферритов также позволили заменить ими обмотки возбуждения, т. е. возбуждение осуществляется от постоянных магнитов 22, вместо обмоток.

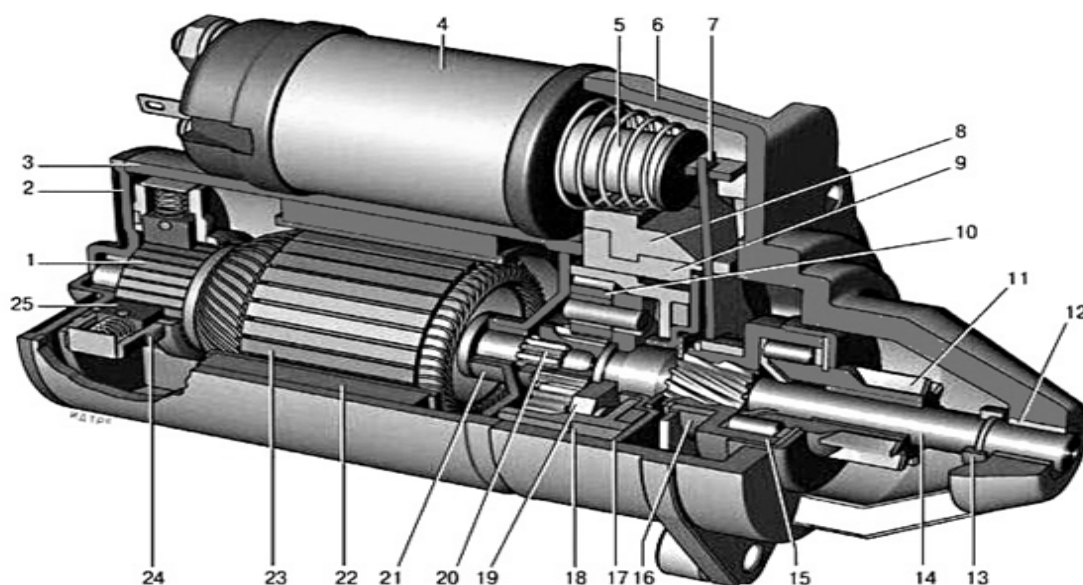


Рис. 14.3. Общий вид стартера с редуктором:

- 1 – коллектор; 2 – задняя крышка; 3 – корпус статора; 4 – тяговое реле; 5 – якорь реле; 6 – крышка со стороны привода; 7 – рычаг; 8 – кронштейн рычага; 9 – уплотнительная прокладка; 10 – планетарная шестерня; 11 – шестерня привода; 12 – опорный подшипник якоря; 13 – ограничительное кольцо; 14 – вал привода; 15 – обгонная муфта; 16 – поводковое кольцо; 17 – опоры вала привода с вкладышем; 18 – шестерня с внутренним зацеплением; 19 – водило; 20 – центральная шестерня; 21 – опора вала якоря; 22 – постоянный магнит; 23 – якорь; 24 – щеткодержатель; 25 – щетка

Обгонная муфта. В стартерах, в зависимости от их мощности, используют три вида обгонных муфт: роликовая, многодисковая и храповая.

Роликовые муфты (рис. 14.4) используют в стартерах малой и средней мощности.

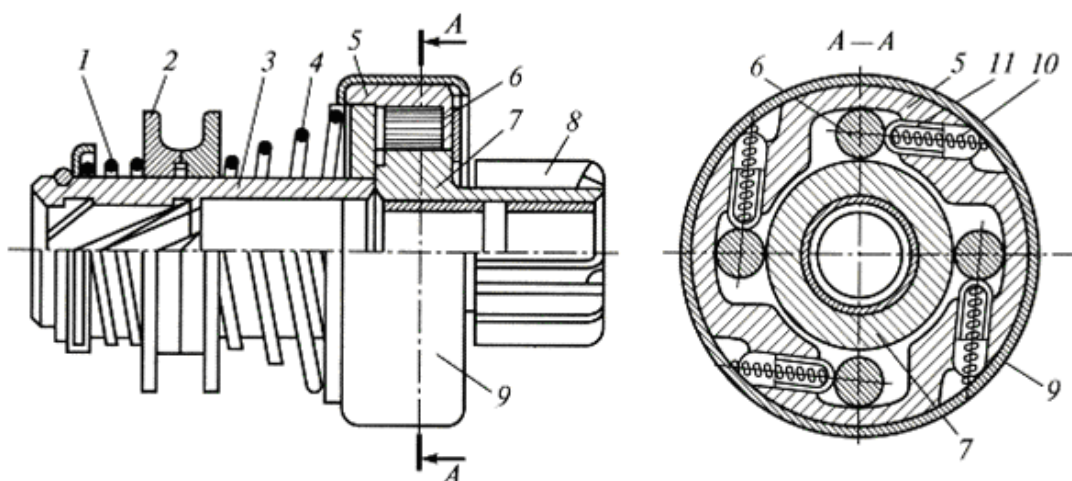


Рис. 14.4. Роликовая муфта:

- 1, 4 – пружины ограничительная и буферная соответственно; 2 – поводковая муфта; 3 – шлицевая втулка; 5 – обойма; 6 – ролик; 7 – ступица; 8 – шестерня; 9 – муфта свободного хода; 10 – пружина плунжера; 11 – ролик

Ролики 6 с помощью пружин 10 отжимаются в клиновой паз между наружной обоймой 5 и ступицей 7. Когда двигатель стартера начинает работать, крутящий момент усиливает эффект заклинивания роликов и этот момент передается на ступицу 7 с шестерней 8. Стартер вращает маховик. Когда крутящий момент меняет свой знак на противоположный (двигатель завелся), ролики выкатываются из клинового паза и шестерня 8 со ступицей 7 начинают вращаться свободно.

Обгонные муфты с храповым механизмом (рис. 14.5) используют в стартерах большой мощности. Муфта соединена с валом якоря и перемещается от воздействия механизма привода в осевом направлении (операция зацепления). Механизм привода воздействует на корпус 5, который жестко соединен с втулкой отвода 1.

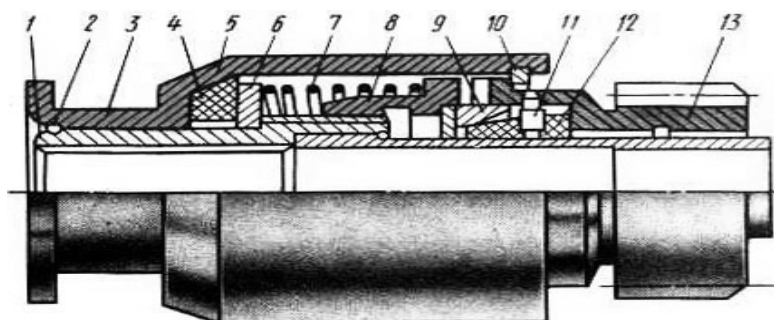


Рис. 14.5. Обгонные муфты с храповым механизмом:

1 – направляющая втулка; 2, 10 – замковые кольца; 3 – втулка отвода; 4 – резиновое кольцо; 5 – корпус; 6 – шайба; 7 – пружина; 8 – ведущая полумуфта; 9 – конусное кольцо; 11 – штифт; 12 – сухарь; 13 – шестерня с ведомой полумуфтой

Втулка 1 соединена с валом электродвигателя шлицами. Наружная поверхность втулки отвода 3 также имеет спиральные шлицы, которые обеспечивают передачу крутящего момента к полумуфте 8. Полумуфта 8 передает крутящий момент к шестерне с ведомой полумуфтой 13 через зубья пилообразной формы. После начала работы двигателя шестерня с ведомой полумуфтой 13, вращаясь в обратную сторону относительно вала якоря, завинчивает полумуфту 8 и прерывает передачу усилия. Конусное кольцо 9 при этом сдвигается назад и удерживается в разъединяющем положении сухарями 12, за счет их центробежной силы. После остановки двигателя центробежное усилие от сухарей исчезает, и пружина 7 снова переводит полумуфты в зацепление (подготовка к следующему запуску).

Многодисковую обгонную муфту (рис. 14.6) также используют в стартерах большой мощности.

Ведущий элемент 3 с наружными дисками соединен с якорем стартера через ведущий фланец 6. Вал 1 и шестерня стартера жестко соединены друг с другом. Внутренне диски размещены в направляющей внутренней муфты 4, которая может перемещаться в радиальном направлении по спиральным

шлицам 5 ведущего вала. В условиях отсутствия нагрузки диски сжимаются пружиной 2 с небольшой силой, что позволяет передавать через муфту только незначительный крутящий момент. При увеличении нагрузки внутренняя муфта 4 перемещается спиральными шлицами 5 в направлении нажимной пружины 2, сжимая ее и обеспечивая одновременно этим более сильное сжатие дисков. После запуска двигателя вал 1 и шестерня стартера, вращаясь в обратную относительно вала якоря сторону, снимают с пакета дисков осевую нагрузку, сжимающую их. Передача крутящего момента от стартера к маховику прекращается.

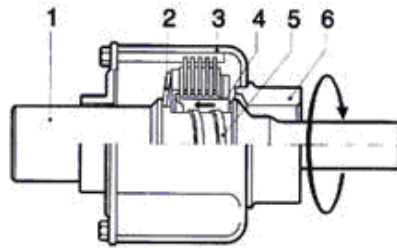


Рис. 14.6. Многодисковая обгонная муфта:

- 1 – ведущий вал (соединен с шестерней стартера); 2 – нажимная пружина;
 3 – ведущий элемент с наружными дисками; 4 – внутренняя муфта с внутренними дисками;
 5 – спиральные шлицы; 6 – ведущий фланец (связан с якорем электродвигателя стартера)

Тяговое реле состоит из корпуса, якоря, втягивающей и удерживающей обмоток, контактной пластины и контактных болтов, сделанных из меди или ее сплавов (рис. 14.7, а).

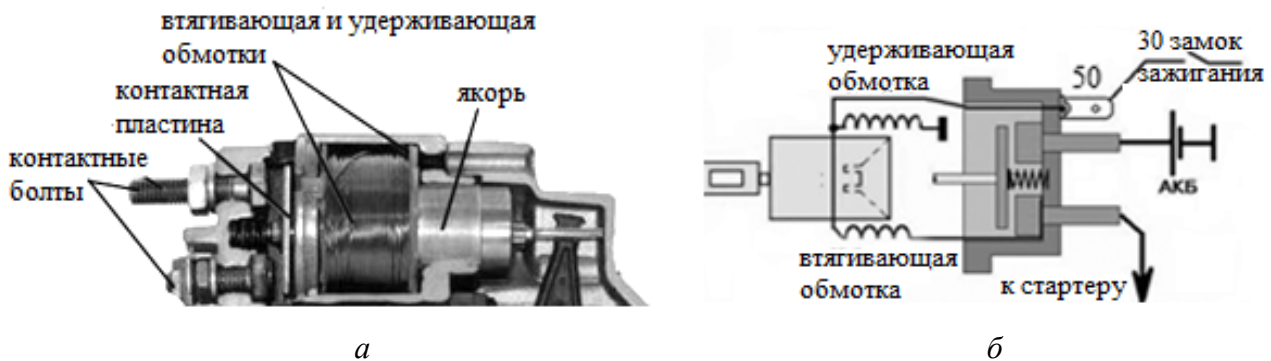


Рис. 14.7. Тяговое реле стартера:
 а – конструкция; б – электрическая схема

Для перемещения механизма привода стартера контактной пластины, реле потребляет ток порядка 30 А. Когда якорь полностью втянут (воздушный зазор между контактными пластиной и болтами равен нулю), для его удержания в этом положении требуется значительно меньшая интенсивность магнитного потока, т. е. меньший ток в обмотках (около 8 А). Для уменьшения нагрева обмотки ее делят на две части – втягивающую и удерживающую (рис. 14.7, б).

Эти обмотки подключены параллельно, при одновременном включении их магнитные поля складываются. Начало обмоток подключено к контакту 50 тягового реле. Конец втягивающей обмотки подключен через якорь стартера, а конец удерживающей – непосредственно к массе.

Когда на контакт 50 тягового реле подается напряжение (ключ в положении «пуск»), якорь втягивается в корпус магнитной силой, создаваемой втягивающей и удерживающей обмотками. Это движение толкает шестерню посредством рычага привода вперед и вводит в зацепление с маховиком. Когда якорь реле почти полностью втянется внутрь, контактное кольцо электрически соединит контактные болты и подаст ток в электродвигатель стартера. Такая последовательность соединений предотвращает вращение стартера до зацепления шестерни стартера с зубчатым венцом маховика. Поскольку теперь два конца втягивающей обмотки подключены к плюсу, ток течет только в удерживающей обмотке. При отпускании ключа (переход из режима «пуск» в режим «электропитание включено») подача тока на обмотки реле прекращается и якорь под действием пружины возвращается в исходное положение, отключая питание электродвигателя и выводя шестерню из зацепления с маховиком.

Обслуживание и замена стартеров. Их основные неисправности

Стартер – это агрегат, не требующий какого-либо периодического обслуживания, за исключением осмотра на наличие повреждений от случайных внешних факторов. Его ремонт или замена производятся при выявлении его неисправностей (табл. 14.1). При замене стартера нет необходимости выбирать стартер той же модели. Например, если вышел из строя стартер СТ-142М.3708 (устанавливается на двигатели Д-243, Д-245, Д181Т и их модификации), его можно заменить стартерами следующих моделей: 2402.3708-01, 9142780, AZJ-3385, AZJ-3124, 74.3708, 6441.3708, 121.3778. Основные характеристики при подборе стартера для замены:

- соответствие фланцев крепления стартера резьбовым отверстиям на двигателе;
- мощность;
- идентичность приводной шестерни по модулю и количеству зубьев нового и вышедшего из строя стартеров;
- напряжение;
- габариты.

При неисправном стартере затруднен или невозможен пуск двигателя.

Неисправности стартера

Неисправность	Признаки	Причины	Способ устранения
Стартер срабатывает, но маховик не вращается	Слышны перемещение механизма привода и работа электродвигателя, маховик не вращается	Обгонная муфта, износ шестерни и венца маховика, редуктор	Замена поврежденной детали
Стартер не работает	В режиме «пуск» стартер не производит никаких звуков	Цепи питания, тяговое реле	Проверить: аккумулятор и его клеммы, реле включения, целостность цепи к клемме 50 на стартере
	В режиме «пуск» слышен один щелчок, но электродвигатель не вращается	Опоры якоря, щеточный узел, электродвигатель, контактная пластина	Замена или восстановление поврежденной детали
	В режиме «пуск» слышны постоянные короткие щелчки, маховик и электродвигатель не вращаются	Аккумулятор, контакты силовой цепи	Проверить уровень заряда аккумулятора и клеммы на нем, крепление стартера

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схема стартера.
3. Краткое описание работы стартера.
4. Назначение основных узлов стартера.
5. Краткое описание работы тягового реле и обгонной муфты.
6. Перечень основных неисправностей стартеров и способов их устранения.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите основные узлы стартера, укажите их назначение.
2. Из какого материала делают контактные болты и контактную пластину?
3. Какой тип электродвигателя используют в стартерах?
4. Почему необходимо разъединить стартер и двигатель после запуска последнего?
5. В чем преимущества редукторных стартеров?
6. Почему ограничено время включения стартера?
7. Какую функцию выполняют щетки в электродвигателе?
8. Почему при износе опор якоря стартер не работает?
9. Какие токи потребляют стартеры при пуске? От чего они зависят?
10. Почему втягивающее реле имеет две обмотки?

Лабораторная работа № 15

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ АГРЕГАТОВ И РАБОТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ, СРЕДСТВ ОБЛЕГЧЕНИЯ ПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы: изучить конструкцию, работу узлов и деталей систем электрического пуска, средств облегчения пуска двигателей тракторов и автомобилей, порядок основных регулировок, возможные неисправности и способы их устранения.

Материальное обеспечение: трактор «Беларус-1523», узлы электрооборудования трактора «Беларус-3022», комплект плакатов и методические указания, набор инструментов и приборов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, конструкцию систем электрического пуска, средств облегчения пуска двигателей тракторов и автомобилей.
2. На рабочих местах определить места установки основных узлов систем электрического пуска (аккумуляторов, стартеров, коммутирующего оборудования), их взаимное размещение и связь с другими узлами, основные операции по демонтажу (монтажу).
3. Изучить основные операции по обслуживанию и регулировке систем электрического пуска, средств облегчения пуска двигателей и порядок их выполнения.
4. Проанализировать возможные неисправности системы электрического пуска двигателей и способы их устранения.
5. Оформить отчет.

Общие сведения

Для пуска автомобильных и тракторных двигателей используют системы электростартерного пуска. Они надежны в работе, обеспечивают дистанционное управление и возможность автоматизации процесса пуска двигателей с помощью электротехнических устройств.

Структурные схемы систем управления электростартерного пуска автомобильных и тракторных двигателей отличаются между собой незначительно. В системах управления стартером предусмотрены электромагнитные тяговые реле, дополнительные реле и реле блокировки, обеспечивающие дистанционное включение, автоматическое отключение стартера от аккумуляторной батареи после пуска двигателя и предотвращение включения стартера при работающем двигателе.

Устройства для облегчения пуска, воздействуя на отдельные системы двигателя, температурное состояние его деталей и эксплуатационных материалов, снижают моменты сопротивления вращению коленчатого вала, улучшают условия образования и воспламенения топливовоздушных смесей.

Электрические схемы системы пуска двигателей

На тракторах «Беларус» применена смешанная система электроснабжения и пуска, из которой можно выделить системы с двумя уровнями напряжения:

- система пуска напряжением 24 В и бортовая сеть напряжением 12 В;
- система пуска и бортовая сеть напряжением 12 В.

Запуск двигателя тракторов «Беларус» серий 900/1000/1200/1500/3000/3500 осуществляется электрическим стартером напряжением 24 В (рис. 15.1). Включение стартера дистанционное, с помощью электромагнитного реле и выключателя стартера. Для облегчения пуска двигателя при низких температурах используются дистанционно управляемые свечи накаливания в головке блока цилиндров двигателя (ГБЦ).

Выключатель стартера и приборов *SA9* имеет четыре положения: 0 – выключено; 1 – включены приборы и панель приборов; 2 – включен стартер (нефиксированное положение); 3 – включен радиоприемник.

Одним из основных элементов в данной системе является выключатель аккумуляторных батарей *QS1*. С помощью выключателя аккумуляторные батареи соединены последовательно («плюс» одной АКБ – с «минусом» другой). При этом напряжение на клемме 30 стартера равно 24 В на протяжении всего периода работы трактора, а для электроснабжения бортовой сети, рассчитанной на номинальное напряжение 12 В, напряжение подается от первого аккумулятора *GB1*, используя дополнительную клемму того же выключателя (*QS1*). При разомкнутом выключателе силовая цепь и бортовая сеть отключены.

Зарядка первой батареи *GB1* и энергоснабжение всей бортовой сети происходит от генератора *G1* с номинальным напряжением 14 В, а для зарядки второй (дополнительной) батареи *GB2*, подключенной последовательно, используется преобразователь напряжения *UZ1*.

Преобразователь напряжения *UZ1* является электронным устройством, предназначенным для зарядки второго аккумулятора *GB2* путем преобразования и регулирования зарядного напряжения, его работа основана на принципе трансформации.

Напряжение, поступающее с генератора на клемму -Б2 преобразователя (13,2–15,2 В), преобразуется в выходное напряжение на клемме +Б2

(26–29 В, относительно минусовой цепи трактора). Если замерить напряжение непосредственно на клеммах второй АКБ *GB2* или между клеммами -Б2 и +Б2, то получим разность выходного и входного напряжений преобразователя, равную 13,5–14,5 В.

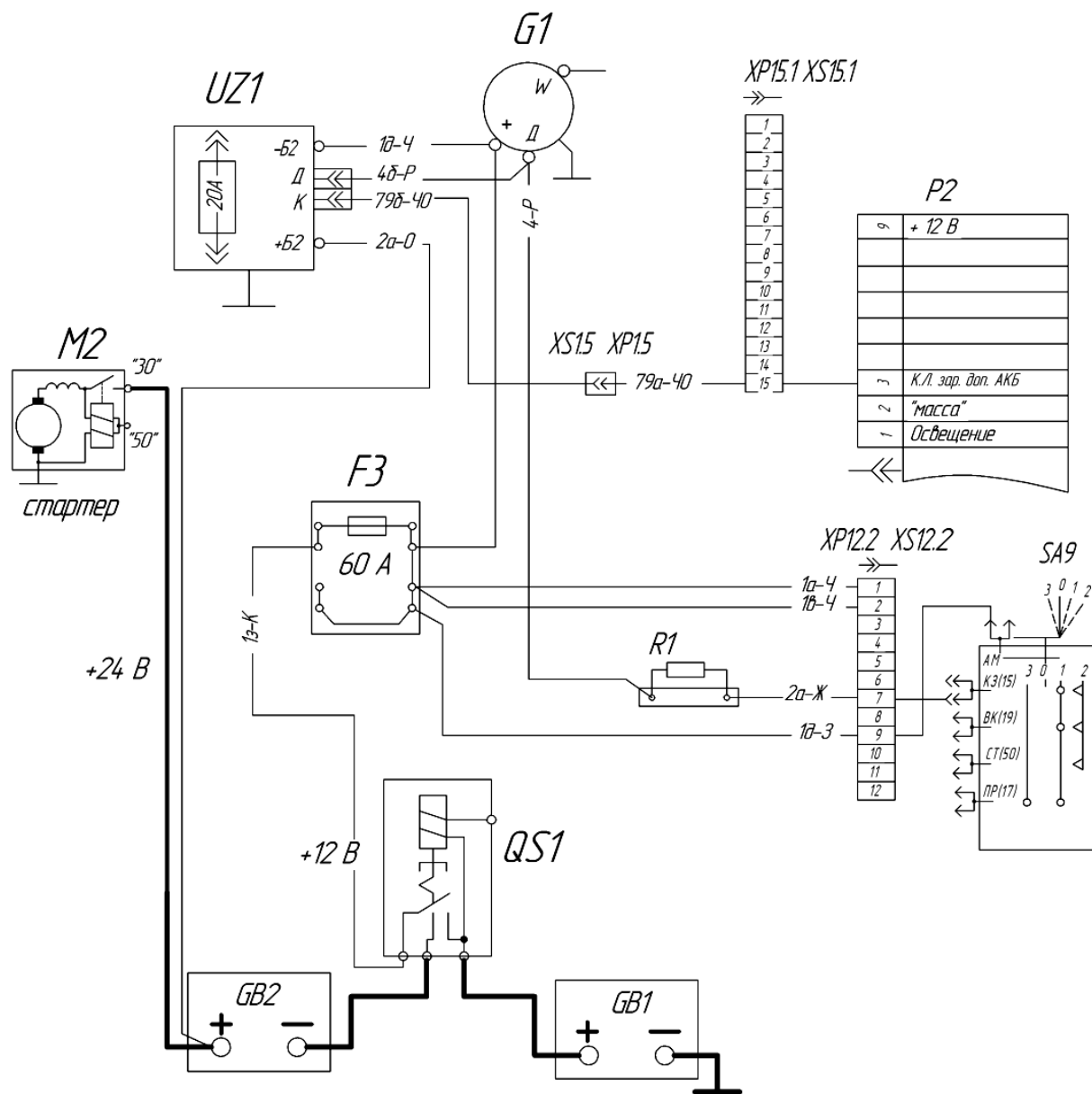


Рис. 15.1. Электрическая схема системы пуска тракторов «Беларус» напряжением 24 В: *GB1*, *GB2* – аккумуляторные батареи (12 В, 120 А·ч); *QS1* – выключатель АКБ с ручным или дистанционным управлением; *M2* – стартер; *G1* – генератор 14 В; *UZ1* – преобразователь напряжения; *F3* – блок предохранителей; *R1* – сопротивление дополнительное; *P2* – комбинация приборов; *SA9* – выключатель приборов и стартера

При этом зарядный ток второй АКБ, обеспечиваемый преобразователем (в цепи +Б2) при входном и выходном напряжении 13,6 В, составляет не менее

10 А (потребляемый ток преобразователем составляет величину примерно в два раза большую), постепенно понижаясь до минимально потребляемого батареей по мере ее зарядки. Время зарядки второго аккумулятора зависит от степени его разрядки. Стабильная работа преобразователя зависит от наличия хорошей минусовой цепи на корпусе преобразователя.

Пуск двигателя тракторов «Беларус» серий 300/400/600/800, некоторых моделей серий 1000/1200 осуществляется электрическим стартером, питаемым напряжением 12 В от двух аккумуляторов (рис. 15.2). Схема электрического пуска напряжением 12 В в настоящее время становится основной из-за перехода на стартеры со встроенным редуктором.

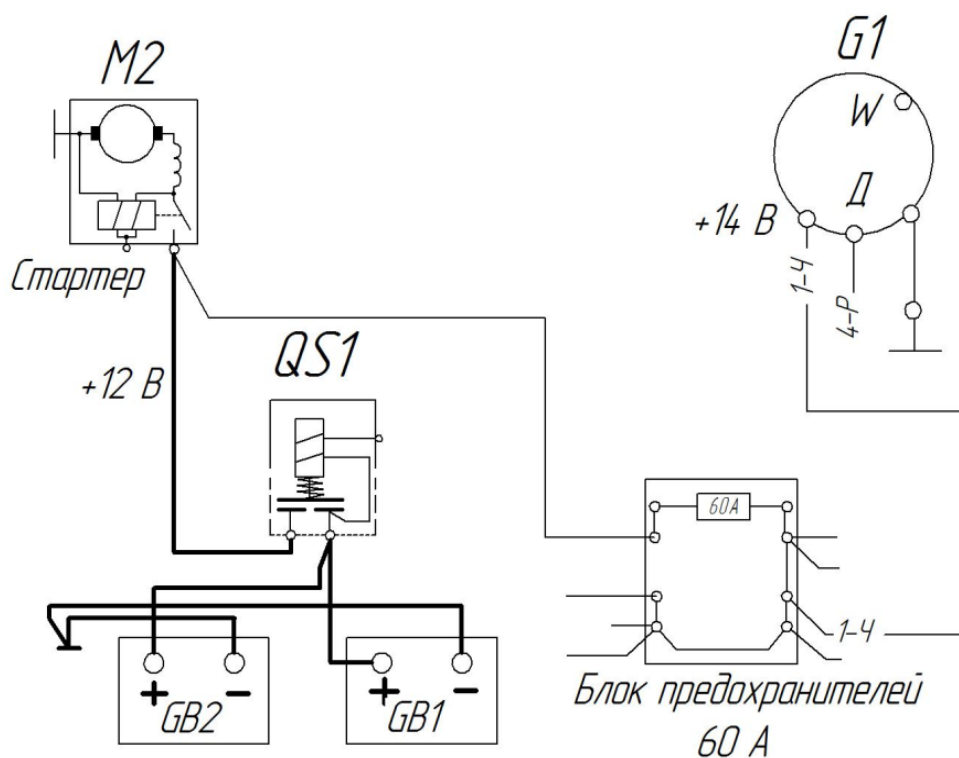


Рис. 15.2. Электрическая схема системы пуска тракторов «Беларус» напряжением 12 В: GB1, GB2 – аккумуляторные батареи (12 В); QS1 – выключатель АКБ дистанционный; M2 – стартер; G1 – генератор 14 В

В данной схеме две АКБ (напряжением 12 В каждая) соединены параллельно («плюс» одной АКБ соединяется с «плюсом» другой, а «минус» – с «минусом»): напряжение, подаваемое в бортовую сеть и на стартер, остается неизменным (12 В), а емкость аккумуляторов суммируется. Для надежной и бесперебойной работы системы пуска рекомендуется использовать АКБ одинаковой емкости.

Характеристики систем пуска тракторов «Беларус» представлены в табл. 15.1.

Технические характеристики систем пуска тракторов «Беларус»

Параметр	Модель трактора							
	451; 651	80.1; 82.1	920; 950; 1025	1221	1025; 1221	1523; 2022	3022	3522
Двигатель	LDW2204	Д-243	Д-245.2	Д-260.2	С3.6	Д-260.1	BF06M1013FC	QSL8.9 (С9)
Напряжение питания бортовой сети, В	12							
Система пуска двигателя	Электростартерная							
Напряжение пуска, В	12		24	24	12	24		
Количество АКБ, шт.	1	2						
Емкость АКБ, А·ч	88		90	120	90	125	120	125
Мощность стартера, Вт	2,5	4,2	4,6	5,5	4,0	5,5	6,0	7,5
Средства облегчения пуска	СН*				СН, ЭПВ**	СН	СН, ЭПВ	

* Свечи накаливания.

** Электрический подогреватель воздуха во впускном коллекторе.

Бортовая сеть и система электростартерного пуска автомобилей МАЗ имеют напряжение 24 В и в остальном принципиально не отличаются от системы электрооборудования тракторов «Беларус».

На современных автомобилях используется электронный кодовый ключ с чипом, отключающим электронное противоугонное устройство (иммобилайзер), запуск с кнопки, дистанционный автозапуск для прогрева двигателя и салона в холодное время года, система «старт-стоп» и другие опции.

Система «старт-стоп» Система «старт-стоп» выполняет функции автоматического управления остановкой и пуском двигателя, обеспечивая дополнительную экономию топлива за счет сокращения длительности работы двигателя в режиме холостого хода при остановке автомобиля и при медленном его движении с установленным в нейтральном положении рычагом коробки передач.

Система «старт-стоп» (рис. 15.3) выключает зажигание и отключает подачу топлива, останавливая двигатель, при скорости движения автомобиля менее 5 км/ч, при нейтральной передаче. Для продолжения движения водитель

нажимает на педаль управления дроссельной заслонкой. При этом автоматически осуществляется пуск двигателя.

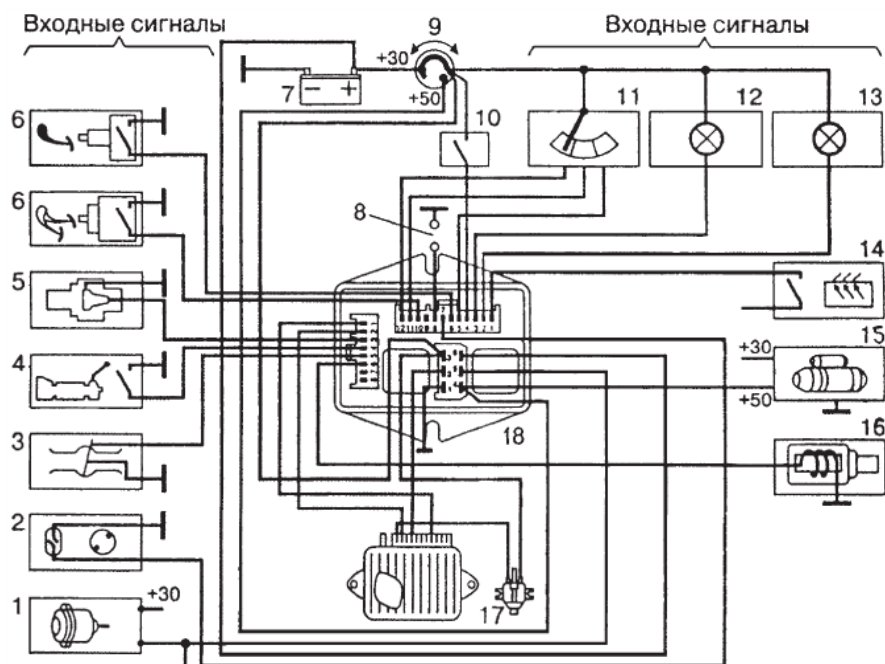


Рис. 15.3. Схема системы «старт-стоп»:

- 1 – генератор; 2 – датчик тахометра; 3 – датчик положения дроссельной заслонки;
 4 – датчик нейтрального положения коробки передач;
 5 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 6 – датчик положения педали сцепления;
 7 – аккумуляторная батарея; 8 – контрольные точки; 9 – выключатель зажигания;
 10 – переключатель работы системы; 11 – эконометр; 12 – контрольная лампа;
 13 – контрольная лампа остановки двигателя;
 14 – цепь электроснабжения системы обогрева ветрового стекла; 15 – стартер;
 16 – выключатель подачи топлива; 17 – катушка зажигания; 18 – блок управления

Функционирование системы обеспечивают датчики температуры охлаждающей жидкости, положения дроссельной заслонки, рычага переключения передач и скорости движения автомобиля.

К недостаткам системы «старт-стоп» относятся увеличение числа включений стартера и повышенное потребление энергии от АКБ.

Устройства для облегчения пуска двигателей

Устройства для облегчения пуска делятся на действующие в предпусковой период и непосредственно в процессе пуска двигателя.

К устройствам, действующим в предпусковой период, относятся индивидуальные подогреватели, обеспечивающие прогрев двигателя и его агрегатов, подогрев электролита аккумуляторной батареи, топлива, моторного масла и др. Предпусковой подогрев обеспечивает не только повышение частоты вращения

коленчатого вала двигателя при прокручивании его электростартером и улучшение условий воспламенения топливовоздушной смеси, но и снижает степень изнашивания деталей двигателя, уменьшает выбросы токсичных веществ.

Подогреватели топлива, термоизоляция топливопроводов способствуют предотвращению забивания топливных фильтров, в результате парафинизации топлива при низких температурах. Подогреватель топлива устанавливают для подогрева топлива перед его поступлением в топливный фильтр грубой очистки.

Устройства для облегчения пуска, действующие непосредственно в процессе пуска, обеспечивают воспламенение топлива в цилиндрах (свечи накаливания), подогрев впускного воздуха (электрические подогреватели воздуха во впускном коллекторе, электрофакельные подогреватели – ЭФП) или интенсифицируют процесс воспламенения топливовоздушной смеси (легковоспламеняющиеся пусковые жидкости).

Для облегчения пуска двигателей тракторов «Беларус» с двигателями Минского моторного завода используются свечи накаливания с дистанционным управлением, устанавливаемые в ГБЦ. На моделях с двигателями Caterpillar C3.6, Caterpillar C9, Cummins QSL8.9-C360 (США), Deutz BF06M1013FC, Deutz TCD 2013 (Германия) и другими кроме свеч накаливания также используется электрический подогреватель воздуха во впускном коллекторе.

На автомобилях МАЗ для облегчения пуска применяются свечи накаливания, подогрев воздуха во впускном коллекторе, а на автомобилях с двигателями ЯМЗ – также ЭФП, индивидуальные предпусковые подогреватели охлаждающей жидкости и моторного масла (ПЖБ-30 и их аналоги).

Свечи накаливания

Для обеспечения надежного запуска дизельного двигателя в его конструкции предусмотрена система предварительного разогрева с использованием свечей накаливания. Свечи накаливания разогревают воздух в зоне впрыска топлива до температуры 850 °С–1000 °С за 3-4 с, что позволяет значительно улучшить условия запуска и после запуска в течение нескольких минут подогреть поступающий воздух при прогреве охлаждающей жидкости. Свечи накаливания подразделяются на штифтовые с нагреваемой металлической спиралью (односпиральные и двухспиральные) и керамические.

В штифтовой свече (рис. 15.4) штифт накаливания герметично запрессовывается в корпус 5, обеспечивая хорошее газовое уплотнение.

Штифт состоит из термостойкого стержня 4 накаливания, внутри которого в уплотненном наполнителе 9 из порошка оксида магния находится спиральная нить накаливания. При работе свечи накаливания она нагревается до температуры 850 °С и работает в течение времени от 4 с до 2 мин

в зависимости от типа свечи и температуры двигателя. Подаваемое топливо при этом нагревается до оптимальной температуры горения.

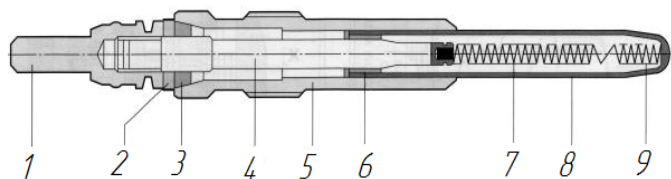


Рис. 15.4. Штифтовая свеча накаливания:

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

Продолжительность периода подогрева регулируется блоком управления свечи накаливания, который контролирует температуру двигателя через температурный датчик охлаждающей жидкости и изменяет время подогрева.

Наиболее распространенными являются штифтовые двухспиральные свечи накаливания. Особенность таких свечей заключается в нагревательной спирали – первая спираль служит для нагрева наконечника свечи, вторая служит для регулирования температуры нагревательной спирали.

Основными элементами керамической свечи накаливания (рис. 15.5) являются контакт, корпус свечи и нагревательный стержень, выполненный из керамики. Нагревательный стержень состоит из изолирующего защитного керамического слоя и внутреннего керамического нагревательного элемента, заменяющего собой нагревательную и регулировочную спираль обычных металлических свечей накаливания.

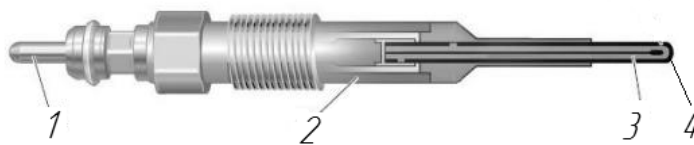


Рис. 15.5. Керамическая свеча накаливания:

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

Для регенерации сажевого фильтра может применяться промежуточное накаливание. В настоящее время отдельные производители в свечи накаливания вставляют датчики давления для корректировки процесса сгорания.

На тракторах «Беларус» с двигателями, соответствующими экологическому классу Stage II и выше, в качестве средств облегчения запуска используются свечи накаливания.

Электрическая схема системы облегчения пуска тракторов «Беларус» серий 900/1000/1200/1500/3000/3500 представлена на рис 15.6.

Блок свечей накаливания *KT1* (электронный блок) является одним из основных элементов в данной системе. Как видно из схемы, блок непосредственно управляет электромагнитным реле *K1* и контрольной лампой в блоке контрольных ламп *HG1*. В его функции входит:

- управление режимом работы свечей накаливания;
- подача информации механизатору в виде сигналов контрольной лампы на щитке приборов;
- контроль работоспособности системы и отслеживание аварийных ситуаций.

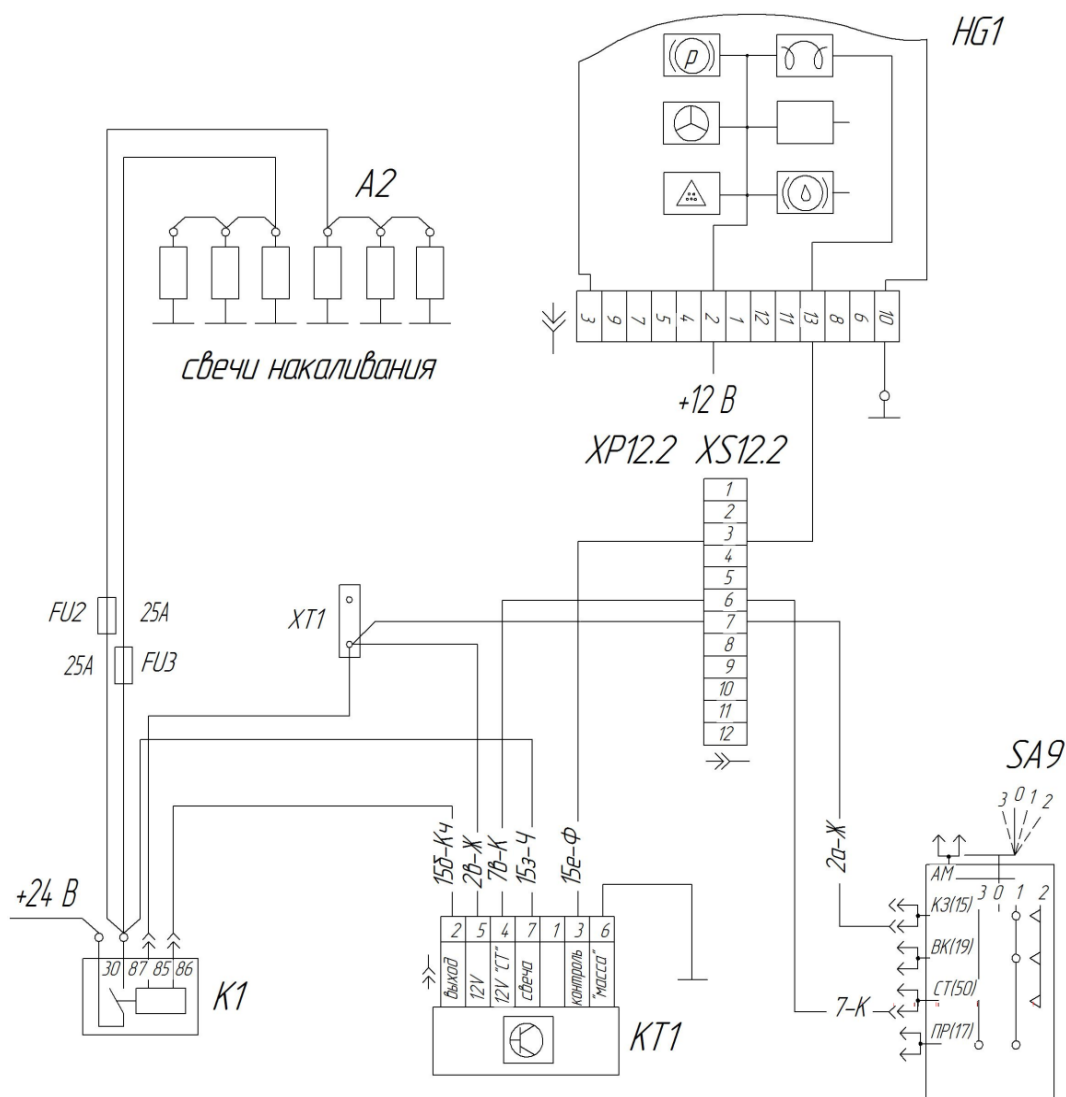


Рис. 15.6. Электрическая схема системы облегчения пуска (свечей накаливания) тракторов «Беларус»:

A2 – свеча накаливания (23 В); *K1* – реле свечей накаливания;
KT1 – модуль управления свечами накаливания (МУСН); *HG1* – блок контрольных ламп;
SA9 – выключатель приборов и стартера; *FU3* – предохранитель 25 А

Электромагнитное реле *K1* – силовое реле, предназначенное для коммутации силовой цепи свечей накаливания. Номинальное напряжение обмотки реле 12 В и имеет полярность. Через контакты реле подключаются свечи на 23 В. Электронный блок управляет электромагнитным реле, которое, в свою очередь, коммутирует силовую цепь свечей накаливания. Электронный блок работает автоматически по одному из заданных режимов. Однако определенная функция по выбору режима отведена механизатору, который оценивает ситуацию исходя из температурного состояния двигателя (окружающей среды).

В данную схему входит предохранитель *FU3* на 25 А. Основная функция данных предохранителей – защита от короткого замыкания в силовой цепи.

Свечи накаливания *A2* – штифтовые свечи, устанавливаемые в головку цилиндров дизеля. Применяемые свечи представляют собой конструкцию третьего поколения. Их основные преимущества:

- быстрый разогрев до рабочей температуры – за 7–9 с;
- уменьшение потребляемого тока по мере разогрева в 3 раза;
- самоограничение максимальной температуры свечи, что позволяет применять ее для сопровождения прогрева дизеля после запуска без дополнительных устройств.

Основные характеристики свечей накаливания тракторов «Беларус»:

- номинальное напряжение – 23 или 11 В для двигателей с системой электропуска напряжением 24 или 12 В соответственно;
- максимальный ток свечи в момент включения – 12,5 А;
- суммарное время работы свечи за один цикл – до 240 с;
- сопротивление – 2,5 Ом.

Возможны следующие режимы работы системы:

1. Запуск двигателя без включения свечей накаливания; данный режим запуска рекомендуется при окружающей температуре выше +5 °С. Достигается путем перевода ключа выключателя стартера и приборов *SA9* из положения 1 (включены приборы) в положение 2 (запуск) менее чем за 2 с. В этом случае свечи накаливания не включаются (контрольная лампа не загорается).

2. Запуск двигателя с включением свечей накаливания. Достигается задержкой ключа выключателя стартера и приборов в положении 1 на 2 с, до включения на щитке приборов контрольной лампы средств облегчения запуска, что сигнализирует о включении свечей накаливания. При запуске дизеля (поступлении напряжения 12 В с замка зажигания) контрольная лампа выключается,

однако свечи накаливания остаются включенными еще 3 мин при работающем двигателе (штатный режим).

3. Аварийные режимы отслеживаются электронным модулем, информация выдается в виде периодического включения контрольной лампы.

Предпусковые подогреватели

Наибольшее распространение получили электрические нагреватели сопротивлений, которые изготавливают из проводников с высоким удельным электросопротивлением. Проводниками тока электронагревателей являются сплавы железа, никеля, хрома, алюминия, марганца, меди или графита, выдерживающие высокие температуры.

Проводники нагревателей выполняют в виде проволоки или ленты, свитых в спираль, и помещают в изоляционный материал, который должен обладать термостойкостью, иметь хорошую теплопроводность и не поглощать влагу. В качестве изоляционных материалов обычно применяют порошки оксида магния.

Высокой надежностью и электробезопасностью обладает герметически закрытый трубчатый электронагреватель (ТЭН). ТЭН состоит из мягкой металлической оболочки, в которой помещена спираль, свитая из нихромовой проволоки. ТЭНы могут применяться для прогрева масла в картере двигателя, охлаждающей жидкости, дизельного топлива и электролита АКБ.

Электрические подогреватели воздуха во впускном коллекторе двигателей тракторов «Беларус» представлены на рис. 15.7.

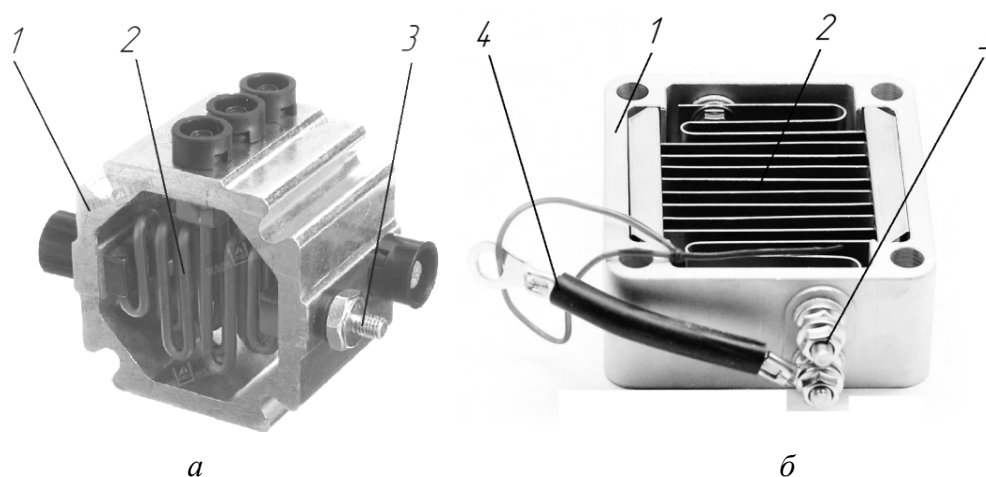


Рис. 15.7. Электрические подогреватели воздуха во впускном коллекторе:
а – двигателя Detz BF06M1013FC («Беларус-3022.ДЦ1»);
б – двигателя Cummins QSL8.9-C360 («Беларус-3522»);
1 – корпус; 2 – нагревательный элемент (ТЭН); 3 – штифт-клемма;
4 – провод с клеммным наконечником

На двигателях, оборудованных устройством подогрева впуска воздуха, не разрешается использовать жидкости для облегчения пуска двигателя (спиртосодержащие жидкости, аэрозольный эфир) ни при каких обстоятельствах, т. к. это может привести к повреждению двигателя и травмам. Пусковые жидкости сильно воспламеняемые и ядовитые. При неправильном использовании и хранении могут привести к несчастному случаю.

Оценка технического состояния свечей накаливания

Основными причинами выхода из строя свечей накаливания обычно являются механические повреждения, вызванные перегревом, или замыкание нагревательной спирали.

Для диагностики замыкания необходимо использовать мультиметр и замерить сопротивление между корпусом свечи и клеммой подключения. В случае, если сопротивление ниже регламентированного уровня, свечи рекомендуется заменить. На некоторых автомобилях для диагностики работоспособности свечей накаливания можно использовать автосканер, подключаемый через диагностический разъем *OBD II*.

Не рекомендуется проверять работоспособность свечей, подключая их напрямую к аккумулятору и оценивая их работу по цвету раскалившегося наконечника, т. к. при прямом подключении работу свечи не контролирует блок управления. Без контроля силы тока спираль накаливания может перегреться раньше, чем стержень накалится и начнет светиться. Свечи накаливания могут выйти из строя при использовании некачественного дизельного топлива или разбавлении его бензином: температура сгорания смеси может превысить допустимую температуру, из-за чего оплавится кончик свечи.

Подбор оригинальных свечей накаливания или их аналогов следует осуществлять по их маркировке, *QR*-коду, с помощью каталогов, *VIN*-номера, руководства по технической эксплуатации трактора или автомобиля и оригинального номера запчасти (*OE*- или *OEM*-номера).

Неисправности системы электропуска

Возможные неисправности системы электропуска, их внешнее проявление, причины, а также способы устранения этих неисправностей представлены в табл. 15.2.

Возможные неисправности системы электропуска и способы их устранения

Неисправность, внешнее проявление, причина	Метод устранения неисправности
АКБ имеет низкую степень заряда	
Низкий уровень регулируемого напряжения	Установить переключатель посезонной регулировки в положение «зима» или заменить регулятор напряжения генератора
Увеличено переходное сопротивление между клеммами аккумуляторной батареи и наконечниками проводов вследствие ослабления и окисления	Зачистить клеммы соединений, затянуть и смазать неконтактные части техническим вазелином. Подтянуть крепление выключателя «массы» и перемычки «массы»
АКБ «кипит» и требует частой доливки дистиллированной воды	
Высокий уровень регулируемого напряжения	Установить переключатель посезонной регулировки в положение «лето» или заменить регулятор напряжения генератора
При включении стартера не проворачивается коленчатый вал дизеля или вращается очень медленно	
Слабая затяжка клемм аккумуляторной батареи или окисление наконечников проводов	Зачистить наконечники и затянуть клеммы
АКБ разрядилась ниже допустимого предела	Зарядить или заменить АКБ
Загрязнились коллектор и щетки	Очистить коллектор и щетки
Плохой контакт щеток с коллектором	Снять стартер с дизеля, зачистить коллектор, устранить зависание щеток или заменить их, если они изношены
Подгорели контакты реле стартера	Зачистить контакты реле стартера
Нарушена регулировка тягового реле стартера	Отрегулировать реле
Сработало блокирующее устройство запуска дизеля или неисправен его выключатель	Установить рычаги коробки передач в нейтральное положение, проверить исправность выключателя. Если необходимо, отрегулировать положение выключателя с помощью регулировочных шайб
После запуска дизеля стартер остается во включенном состоянии	
Приварился силовой диск к контактным болтам реле стартера	Остановить дизель, отключить батарею выключателем «массы» и зачистить контакты тягового реле
Шестерня привода не выходит из зацепления с венцом маховика вследствие поломки пружины рычага отводки	Заменить возвратную пружину рычага отводки

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о системах электрического пуска двигателей тракторов и автомобилей, параметрах базовых моделей.
3. Электрическая схема системы пуска двигателя на 12 или 24 В (по указанию преподавателя).
4. Перечень основных средств облегчения пуска двигателей тракторов и автомобилей, описание принципа их работы.
5. Перечень основных неисправностей системы электропуска, способов их устранения, неисправностей и операций диагностики свечей накаливания.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите преимущества электростартерного пуска двигателей.
2. Из каких основных элементов состоит система электропуска ДВС?
3. Перечислите преимущества и недостатки системы «старт-стоп».
4. Назовите основные неисправности систем пуска двигателей.
5. Какое напряжение в системе электропуска тракторов «Беларус», автомобилей МАЗ?
6. Как изменяется напряжение и емкость АКБ при их параллельном или последовательном соединении?
7. Какие устройства для облегчения пуска двигателей используются на тракторах «Беларус» и автомобилях МАЗ?

Лабораторная работа № 16

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ АГРЕГАТОВ, ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕГУЛИРОВКИ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ И СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ, КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Цель работы: изучить основные типы систем освещения, световую сигнализацию, контрольно-измерительные приборы тракторов и автомобилей.

Материальное обеспечение: системы освещения тракторов «Беларус», оптические элементы, выключатели, переключатели, реле, лампочки, приборы для измерения температуры и давления, спидометры, стеклоочистители, сигналы, указатели тока, напряжения и уровня топлива, методические указания. Стенд учебный лабораторный «Система освещения и световой сигнализации автомобиля».

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, конструкцию систем освещения и световой сигнализации, контрольно-измерительных приборов.
2. На рабочих местах определить места установки основных узлов системы освещения и контрольно-измерительных приборов, их взаимное размещение и связь с другими элементами трактора или автомобиля, основные операции по демонтажу (монтажу) фар головного освещения.
3. Определить на деталях системы освещения и световой сигнализации места маркировки, расшифровать обозначения.
4. На учебном стенде изучить работу системы освещения и световой сигнализации.
5. Проанализировать возможные неисправности контрольно-измерительных приборов и способы их устранения.
6. Оформить отчет.

Общие сведения

Безопасность автомобилей при движении по дорогам и тракторов при выполнении технологических операций, особенно в темное время суток, во многом зависит от состояния систем освещения и световой сигнализации. Приборы этих систем предназначены для обеспечения качественной работы в различных

условиях эксплуатации, для освещения дороги, передачи информации о габаритных размерах автомобиля и трактора и техническом состоянии их отдельных систем, предполагаемом и совершаемом маневрах, для освещения номерного знака, кабины, контрольно-измерительных приборов, подкапотного пространства, багажника и т. д.

Автотракторные световые приборы должны обеспечивать хорошую видимость и необходимую информативность в широком диапазоне расстояний и в различных погодных условиях, не вызывая ослепления водителей встречного транспорта в темное время суток.

Согласно Правилам ЕЭК ООН и Правилам дорожного движения Республики Беларусь все современные тракторы и автомобили должны иметь следующие светосигнальные приборы: фонари указателей поворотов оранжевого света; сигналы торможения красного света; габаритные огни передние – белого света и задние – красного света; фонарь освещения номерного знака; световозвращатели (катафоты): задние – красного света, боковые (для транспортных средств длиной более 6 м) – оранжевого света, передние (для прицепов) – белого света; опознавательный знак автопоезда – три фонаря оранжевого света, установленные над кабиной в линию или треугольником; проблесковый маяк желтого цвета для крупногабаритных тракторов «Беларус-3022ДЦ/3522».

Система освещения

Система внешнего головного освещения должна обеспечивать достаточную видимость дороги без ослепления водителей встречных транспортных средств. По способу решения этой задачи различают европейскую и американскую системы светораспределения. Обе эти системы работают в двух режимах: ближний и дальний свет. В американских и европейских фарах (рис. 16.1) нить дальнего света расположена в фокусе параболического отражателя и вместе с рассеивателем, при правильной регулировке положения, обеспечивает хорошую освещенность прямолинейной дороги далее 100 м. На перпендикулярном экране световые пятна обоих типов имеют форму эллипсов с горизонтальной большой осью, а у прямоугольных фар – форму овала.

Нить ближнего света европейских фар смещена вперед от фокуса отражателя и защищена снизу экраном специальной формы. Поэтому световой поток направлен в верхнюю часть отражателя, который вместе с экраном и рассеивателем

отсекает четкой теневой границей верхнюю часть эллиптических световых пятен. Нить ближнего освещения американских фар не имеет экрана, смещена вверх и влево от фокуса и вместе с отражателем и рассеивателем обеспечивает смещение эллиптических световых пятен вниз и вправо.

Усеченные световые пятна европейских фар, обуславливающие их преимущества на ровных дорогах, превращаются в их недостаток при вертикальных и угловых колебаниях светового пучка. Перегрузка задних осей автомобиля относительно передней оси или разрегулировка положения оптических элементов европейских фар опасны на дорогах всех типов.

Системы головного освещения отличаются также по количеству и форме световых элементов. На грузовых автомобилях и тракторах применяется в основном двухфарная система с круглыми оптическими элементами, на легковых автомобилях могут быть установлены и системы: двухфарная с прямоугольными или четырехфарная с круглыми оптическими элементами.

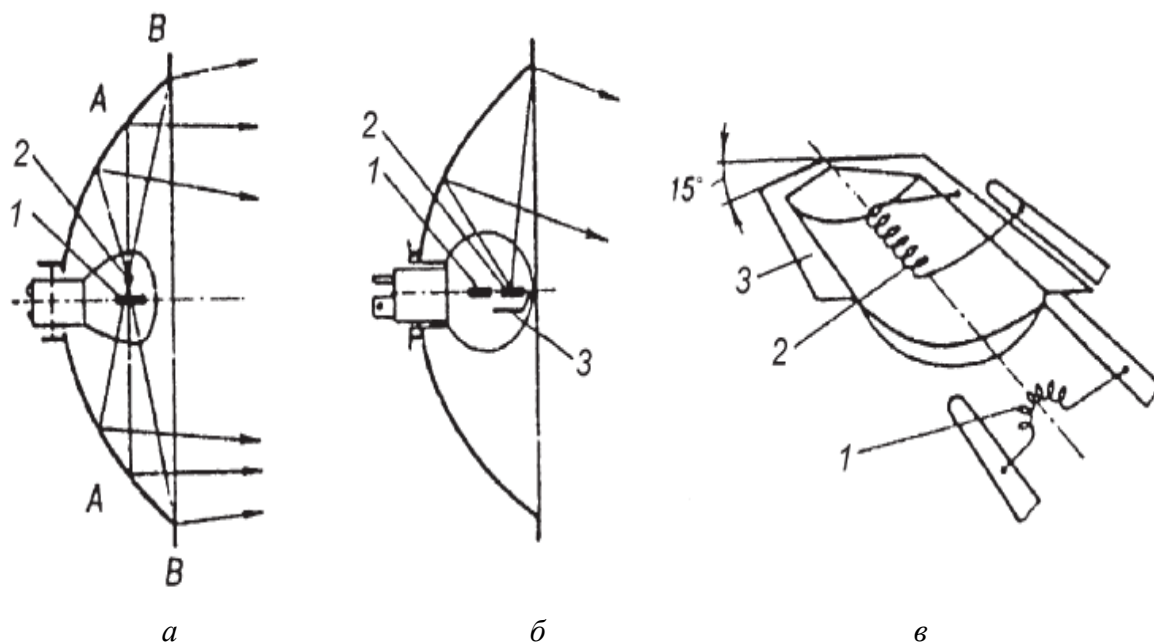


Рис. 16.1. Автомобильные фары с различными системами распределения ближнего света: а – американская система светораспределения; б – европейская система светораспределения; в – схема установки экрана для освещения правой обочины; 1 – нить дальнего света; 2 – нить ближнего света; 3 – экран

Фара – сложный световой прибор, основные элементы которого: отражатель, рассеиватель, лампочки, механизм регулировки направления света (рис. 16.2).

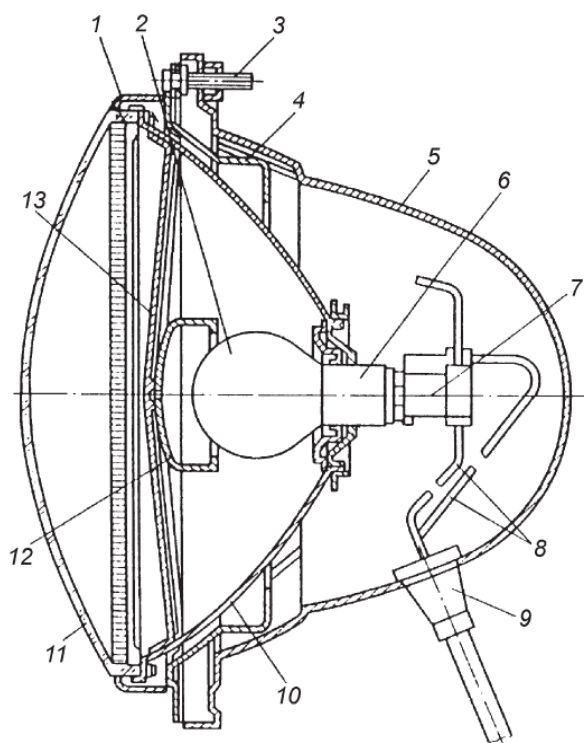


Рис. 16.2. Автомобильная фара:

1 – внутренний ободок; 2 – лампа; 3 – регулировочный винт; 4 – опорное кольцо; 5 – корпус;
 6 – цоколь лампы; 7 – соединительная колодка; 8 – провода; 9 – держатель проводов;
 10 – отражатель; 11 – рассеиватель; 12 – экран; 13 – держатель экрана

Отражатель собирает световой поток, испускаемый лампой, и концентрирует его в пределах малого телесного угла, что позволяет получать большую силу света.

Отражатель полуразборного оптического элемента изготавливают из стальной полированной ленты, а отражатель лампы-фары – из стекла. Внутренняя поверхность отражателя покрыта лаком, а поверх его наносят тонкий слой алюминия. Алюминиевая поверхность отражает до 90 % падающего на него света.

Рассеиватель предназначен для перераспределения светового пучка, исходящего от отражателя, и приведения его в соответствие с требованиями на светораспределение. Соответствующее светораспределение обеспечивается за счет призм и линз на внутренней поверхности рассеивателя.

В качестве источника света в традиционных автомобильных и тракторных световых приборах используют электрические лампы накаливания.

Лампочки фар головного освещения изготавливаются для определенной конструкции оптического элемента, этим обеспечивается точность расположения нитей накала в фокусе и надежное соединение с контактной колодкой.

Блок-фара. Объединяет в одном корпусе все или часть передних световых приборов и имеет общий или составной рассеиватель. При наличии общего

рассеивателя упрощается его очистка. Недостатком блок-фар является невозможность их унификации для различных автомобилей. Правая и левая блок-фары одного автомобиля невзаимозаменяемы. Каждая блок-фара (рис. 16.3) включает фару головного освещения с лампой 2, габаритный огонь с лампой 3 и указатель поворота с лампой 8.

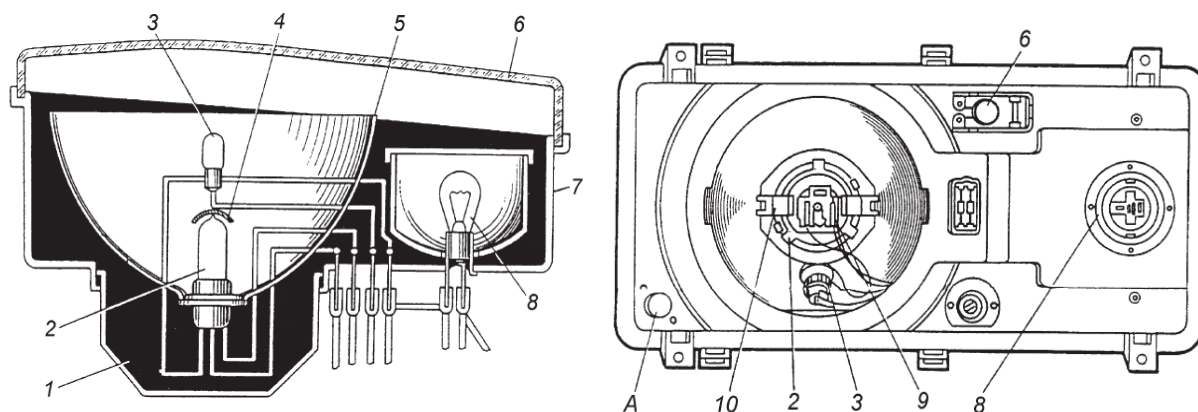


Рис. 16.3. Блок-фара:

- 1 – кожух; 2 – лампа фары; 3 – лампа габаритного огня; 4 – экран;
 5 – отражатель; 6 – рассеиватель; 7 – корпус; 8 – лампа указателя поворота;
 9 – штекерная колодка; 10 – пружинный фиксатор;
 А, Б – винты регулирования света фар в горизонтальном и вертикальном направлениях

Рассеиватель 6 приклеен к пластмассовому корпусу 7, закрытому сзади пластмассовым кожухом 1. Внутри корпуса установлен отражатель 5. Провода от ламп 2 и 3 подведены к колодке 9, которая удерживается пружинным фиксатором 10.

На тракторах, комбайнах и других сельскохозяйственных машинах устанавливают фары заднего освещения, которые используются при проведении ночных работ. Задние фары имеют широкий световой пучок, ровно освещающий большую площадь без ярких пятен в центре. При транспортных работах задним освещением пользоваться нельзя.

На автомобилях для заднего освещения устанавливают белые фонари, которые включаются вместе с задней передачей.

Противотуманные фары (рис. 16.4) предназначены для освещения дороги впереди транспортного средства и обозначения габаритов при движении в условиях малой прозрачности атмосферы (туман, дождь, пурга). Они отличаются от фар головного освещения широким рассеянием светового пучка в горизонтальной плоскости и более четкой верхней световой границей. Широкое рассеяние светового пучка противотуманных фар в горизонтальной плоскости обеспечивает удовлетворительную видимость дороги и придорожной полосы на расстоянии 15–20 м, что позволяет двигаться в атмосфере малой прозрачности со скоростью 20–30 км/ч.

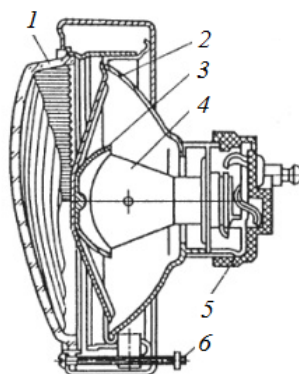


Рис. 16.4. Устройство противотуманной фары:

1 – рассеиватель; 2 – отражатель; 3 – экран; 4 – лампа; 5 – патрон; 6 – регулировочный винт

Рассеиватели противотуманных фар для создания большего светового контраста часто изготавливают из стекла желтого цвета.

Противотуманные фары устанавливаются ниже фар головного освещения, но не менее 250 мм от опорной поверхности.

Лампы систем освещения

Вольфрамовые нити накала газонаполненных ламп (рис. 16.5, а) помещают в стеклянную колбу, заполненную инертными газами. Наличие инертных газов позволяет повысить температуру нити накала и создать достаточное световое излучение.

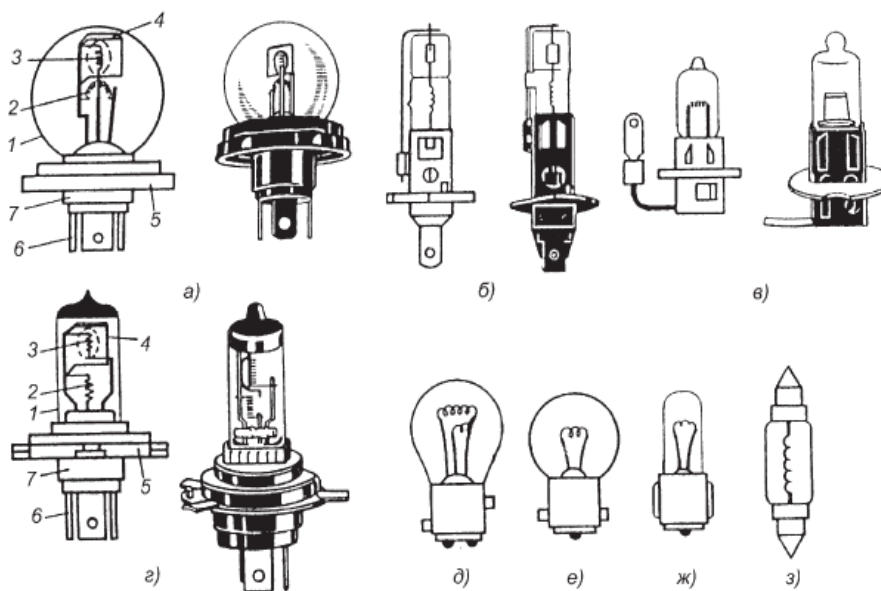


Рис. 16.5. Автомобильные лампы накаливания:

а – лампы фар головного освещения с европейской асимметричной системой светораспределения; б – галогенная категория Н1; в – галогенная категория Н3; г – галогенная категория Н4; д – двухнитевая штифтовая; е – однонитевая штифтовая; ж – пальчиковая; з – софитовая; 1 – колба; 2 – нить дальнего света; 3 – нить ближнего света; 4 – экран; 5 – фокусирующий фланец; 6 – выводы; 7 – цоколь

Особенностью галогенных ламп (рис. 16.5, б, в, г) является то, что колбу из кварцевого стекла заполняют смесью паров галогена (бром, йод) и инертного газа. Достоинство этих ламп определяется повышенной яркостью, частичным самовосстановлением нити, небольшими размерами, отсутствием осаждения вольфрама на внутренних стенках колбы, что обеспечивает постоянный световой поток в течение всего срока службы.

Маркировка ламп несет определенную информацию об их характеристиках. Например, марка А12-45-40 означает: автомобильная лампа, расчетное напряжение лампы 12 В, мощность, потребляемая соответственно нитями дальнего и ближнего света, 45 и 40 Вт.

Светодиоды применяются в щитках приборов на передней панели, в отдельных узлах для подсветки кнопок и ручек управления вместо миниатюрных ламп накаливания. Прогрессивные технологии и применение новых материалов позволили создать светодиоды с высокой световой отдачей, которые обеспечивают силу света, достаточную для изготовления световых приборов, хорошо видимых даже при ярком солнечном свете.

Светодиоды обладают значительно большей надежностью. Их срок службы превышает срок службы автомобиля. На автомобилях находят применение также такие источники света, как ксеноновые лампы, спектр излучения которых близок к солнечному свету. Светоизлучение ксеноновой лампы обеспечивает дуговой разряд между электродами, которые расположены в колбе, заполненной инертным газом.

Однако, чтобы ионизировать инертный газ, необходимо обеспечить пробой междуэлектродного промежутка начальным импульсом напряжения 20 кВ. Кроме того, рабочий режим лампы обеспечивается при подаче на электроды переменного тока напряжением 330 В и частотой 300 Гц.

Реле включения ближнего и дальнего света необходимы для уменьшения силы тока, проходящего через контакты переключателя. При изменении положения переключателя малые токи подаются к электромагнитной катушке соответствующего реле, которая, притягивая контактную планку, проводит ток к лампам.

Световые приборы наружного освещения и световой сигнализации

На автомобиле установлено большое число светосигнальных приборов (табл. 16.1) при ограниченном пространстве для их размещения. Автомобиль имеет габаритные огни, сигналы торможения, указатели поворота, стояночные огни и световозвращатели.

Международная система обозначения световых приборов

Световой прибор	Знак международного утверждения
Фары головного освещения	
Габаритные огни	
Указатели поворота	
Сигналы торможения	
Светоотражатели	
Задние противотуманные огни	

Форма, размеры и расположение светосигнальных приборов должны отвечать установленным нормам и соответствовать внешнему виду модели автомобиля.

Габаритные огни. Два передних и два задних габаритных огня сигнализируют о наличии и примерной ширине транспортного средства. Габаритные огни должны работать в постоянном режиме.

Стояночные огни в отличие от габаритных расходуют меньше электроэнергии.

Устанавливают либо два огня спереди и два огня сзади, либо по одному огню с каждой стороны.

Указатели поворота. Каждый автомобиль должен иметь два передних и два задних указателя поворота.

Аварийная сигнализация – включение всех установленных на автомобиле указателей поворота в проблесковом режиме.

Два задних сигнала торможения автомобиля сигнализируют о замедлении движения или остановке автомобиля.

Фонарь освещения заднего номерного знака. Установка фонаря обязательна. Число устройств должно быть достаточным для освещения места расположения номерного знака.

Фонарь заднего хода. Установка обязательна на автомобилях. Число – один или два на всех транспортных средствах.

Опознавательные знаки. В автопоездах используются опознавательные знаки. При наличии прицепа три рядом расположенных огня оранжевого цвета устанавливаются на крыше кабины тягача или трактора.

Внутреннее освещение имеют кабина водителя грузового автомобиля, салон легкового автомобиля или автобуса, подкапотное пространство, багажное отделение, вещевой ящик.

Контрольно-измерительные приборы

Контрольно-измерительные приборы (КИП) помогают водителю следить за состоянием и работой механизмов, систем и агрегатов машин. По характеру передаваемой информации КИП можно разделить на указывающие и сигнализирующие.

Указывающие устройства показывают приближенное значение изменяемого параметра. *Сигнализирующие* – сигнализируют звуком, или световым сигналом о состоянии контролируемой среды.

КИП состоят из датчика, установленного в контролируемой среде, и соединенного с ним указателя или сигнализатора, помещенного в кабине водителя. Датчик преобразует изменения измеряемого параметра (давление, температура, частота вращения и др.) в пропорциональный ему электрический сигнал, который по проводам передается к указателю. Стрелка указателя поворачивается на соответствующий току угол. Электрический сигнал от датчика сигнализатора, при определенном состоянии контролируемой среды, замыкает контакты цепи контрольной лампы или звукового сигнала.

Все контрольно-измерительные приборы, кроме указателя тока (амперметра) или напряжения (вольтметра), предназначены для измерения неэлектрических величин: температуры (охлаждающей жидкости, стенки цилиндра двигателя воздушного охлаждения, масла); давления (масла, воздуха); уровня топлива в баке; частоты вращения (коленчатого вала, ВОМ); поступательной скорости, пройденного пути. Поэтому они состоят из трех взаимосвязанных элементов: датчика, приемника и указателя.

Датчики КИП преобразуют неэлектрические физические величины (давление, температуру, уровень и т. п.) объекта контроля в пропорциональные электрические физические величины (сопротивление, ЭДС, МДС, импульсы напряжения).

Приемники КИП (указатели), соединенные проводами с датчиками, измеряют электрические величины и преобразуют их в поворот стрелок, световой индикаторный столбик (указывающие приборы) или снабжают водителя звуковым или световым сигналом (сигнализирующие приборы).

По назначению КИП делятся на термометры, измерители давления, измерители зарядного режима АКБ (амперметры, вольтметры), измерители скорости трактора и автомобиля (спидометры) и пройденного пути (одометры), измерители частоты вращения коленчатого вала двигателя (тахометры).

По конструкции КИП могут изготавливаться как автономные изделия (рис. 16.6) или в виде комбинации приборов (рис. 16.7). Комбинации приборов повышают информативность, обеспечивают компактность установки и упрощают монтаж за счет применения печатного и гибкого монтажа.



Рис. 16.6. Автономный указатель уровня топлива в баке

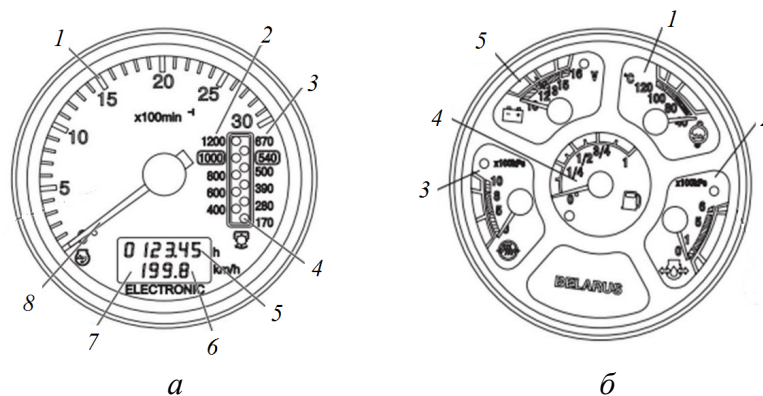


Рис. 16.7. Комбинация приборов трактора «Беларус-82.1»:

- a* – тахоспидометр: 1 – шкала частоты вращения коленчатого вала дизеля от 0 до 3500 мин⁻¹,
 2, 3 – частоты вращения двухскоростного независимого ВОМ, 4 – светодиодная шкала,
 5 – цифровой счетчик общего времени работы дизеля от 0 до 9999 моточасов,
б – цифровой указатель скорости движения машины от 0 до 50 км/ч, 7 – счетчик моточасов,
 8 – стрелочный указатель;

- б* – комбинация приборов: 1 – температура охлаждающей жидкости с сигнальной лампой аварийного значения, 2 – давление масла в двигателе с сигнальной лампой аварийного значения,
 3 – давление воздуха в пневмосистеме, 4 – уровень топлива в баке,
 5 – напряжение в электросети

Контроль температуры смазывающих и охлаждающих жидкостей производится с помощью терморезисторов с магнитоэлектрическими указателями (рис. 16.8). Сопротивление терморезисторов (термисторов) при повышении температуры понижается. Происходящие при этом изменения тока приводят к изменению магнитного потока, воздействующего на постоянный магнит стрелки. Стрелка, таким образом, занимает положение, соответствующее температурному состоянию контролируемой среды.

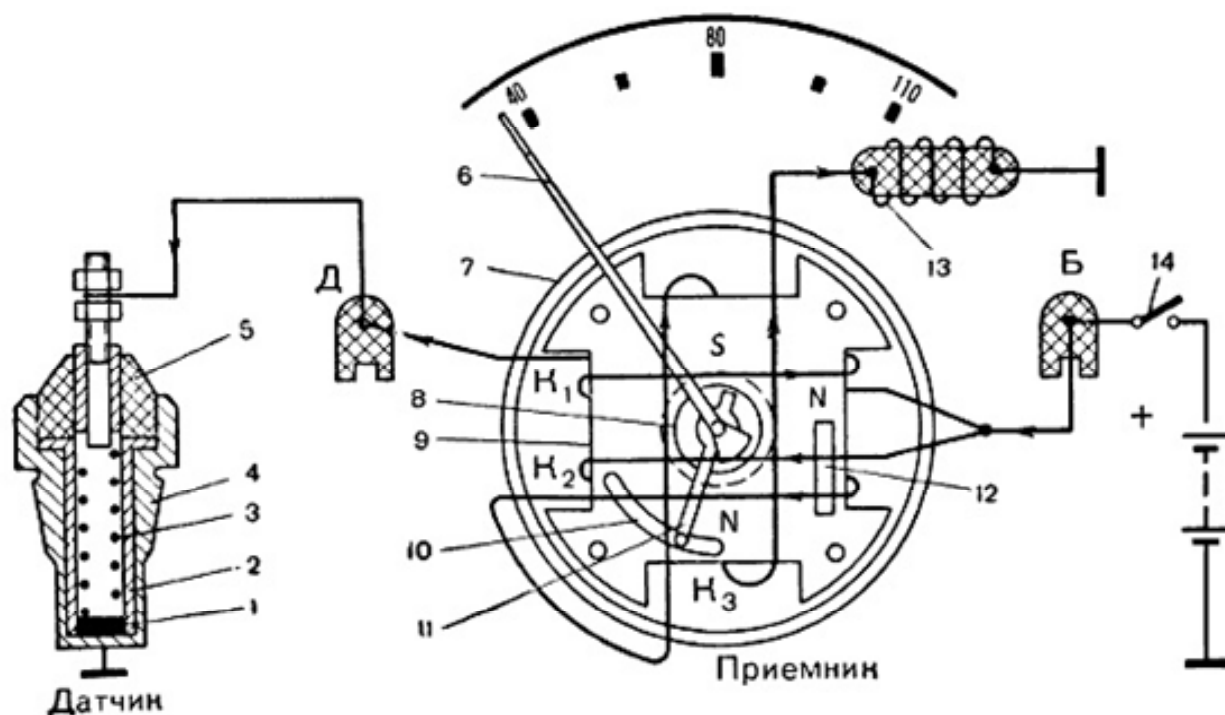


Рис. 16.8. Схема магнитоэлектрического указателя температуры охлаждающей жидкости двигателя:

- 1 – термистор; 2 – бумажный патрон; 3 – пружина; 4 – корпус; 5 – изолятор; 6 – стрелка;
 7 – стальной экран; 8 и 12 – постоянные магниты; 9 – колодка; 10 – прорезь;
 11 – ограничитель угла поворота стрелки; 13 – сопротивление температурной компенсации;
 14 – выключатель зажигания; Б и Д – клеммы; К1, К2 и К3 – катушки

Сигнализаторы аварийной температуры охлаждающей жидкости предупреждают о недопустимом повышении температуры в системе охлаждения. Сигнализатор состоит из датчика, установленного в верхнем бачке радиатора и контрольной лампы. При достижении предельной температуры биметаллическая пластина датчика деформируется, замыкает контакты и включает сигнальную лампу. У двигателей с воздушным охлаждением аналогичная система контроля температуры, но датчик установлен в поддоне или выходной магистрали смазочной системы.

Указатели давления масла и воздуха. Указатель давления состоит из реостатного датчика и логометрического магнитоэлектрического указателя. Давление измеряемой среды воспринимается гофрированной мембраной датчика. Перемещаясь, она воздействует на реостат.

Датчик сигнализаторов аварийного давления также мембранного типа, но мембрана воздействует не на реостат, а на размыкающие контакты. При рабочем давлении контакты разомкнуты, если давление повышено или понижено – контакты замыкаются и лампа горит.

Указатели уровня топлива подразделяются на электромагнитные и магнитоэлектрические. Большинство современных машин с ДВС снабжены магнитоэлектрическими указателями. Точность показаний всех указателей мала, поэтому шкала прибора градуирована в долях.

Датчики приборов электромагнитной и магнитоэлектрической систем имеют одинаковую конструкцию, состоящую из поплавка, который в зависимости от уровня топлива перемещает ползун реостата. Во избежание взрыва топливовоздушной смеси в баке из-за образования искры между ползуном и обмоткой реостата, обмотка соединена с массой.

Спидометры с механическим приводом распространены на легковых и грузовых автомобилях небольшой и средней грузоподъемности. В данной конструкции вращение передается от червячного редуктора, установленного на вторичном валу коробки передач, гибким валом к постоянному магниту и редуктору счетного устройства спидометра. С изменением частоты вращения магнита (скорости автомобиля) изменяется момент взаимодействия магнитных полей вращающегося магнита и катушки, жестко соединенной с указывающей стрелкой спидометра. Стрелка указателя скорости, таким образом, поворачивается пропорционально скорости транспортного средства.

Регулировка фар головного освещения трактора «Беларус-80/82»

Регулировка направления света передних фар – важная операция, требующая тщательного выполнения, поскольку от нее зависят освещение дороги и безопасность движения. Регулировку фар выполняют, установив трактор на ровной площадке в достаточно затемненном помещении перед матовым экраном, на котором должны быть отчетливо видны световые пятна от фар. Экран размещают, как показано на рис. 16.9.

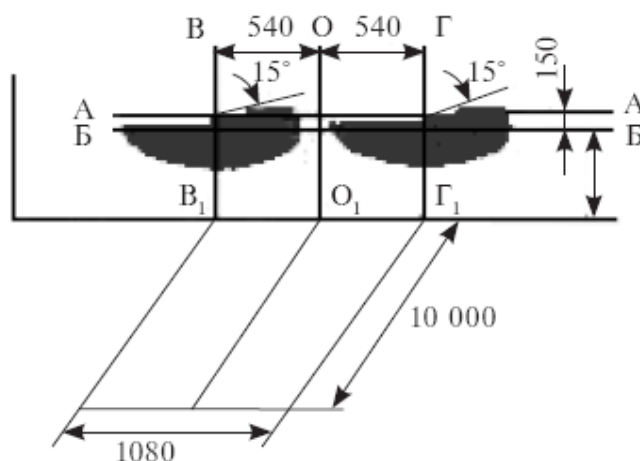


Рис. 16.9. Экран регулировки света передних фар трактора «Беларус-80/82»

Линию А–А расположения центров фар наносят на экран на расстоянии h , равном высоте расположения центра фар над уровнем пола. Трактор устанавливают так, чтобы расстояние от его фар до экрана составляло 10 м. При этом продольная плоскость симметрии трактора должна пересекаться с экраном по линии О–О₁.

Ослабляют крепление фар, включают свет и, действуя переключателем, убеждаются в том, что дальний и ближний свет обеих фар загорается одновременно. Включают ближний свет и, закрыв одну из фар, другую устанавливают так, чтобы световое пятно на экране было расположено, как показано на рисунке.

Таким же образом регулируют вторую фару, следя за тем, чтобы верхние края обоих световых пятен находились на одной высоте.

Основные неисправности систем освещения, световой сигнализации и КИП

В процессе эксплуатации возможны следующие основные неисправности:

- отсутствует свечение отдельных ламп;
- слабый (тусклый) свет;
- быстрое перегорание ламп;
- мигание света и др.

В электрических цепях и приборах возможны следующие основные неисправности:

- полное короткое замыкание;
- обрыв цепи;
- нарушение контакта или повышенное сопротивление на соединительных приборах (на арматуре);
- межвитковые замыкания в обмотках катушек аппаратов бортовой электрической цепи и в обмотках приборов.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о системах и световой сигнализации.
3. Перечень основных элементов фары головного освещения.
4. Перечень видов источников света фар головного освещения и световой сигнализации.
5. Схема и описание порядка регулировки фар трактора «Беларус-80/82».
6. Перечень основных неисправностей систем освещения и световой сигнализации.

Контрольные вопросы и задания

1. Укажите назначение и требования к системам освещения и световой сигнализации.
2. Какие типы систем головного освещения вам известны? Укажите их достоинства и недостатки.
3. Какие устройства и приборы входят в систему освещения, какое их назначение?
4. Назовите основные элементы системы световой сигнализации.
5. Какую функцию выполняют дополнительные электромагнитные реле включения?
6. Какие лампы применяются в системе освещения и световой сигнализации?
7. Какие параметры указаны в маркировке лампы?
8. Какие типы указателей температуры вам известны? Какие из них и почему устанавливают на тракторах и автомобилях?
9. На каких принципах основана работа датчиков температуры?
10. Как работает и для чего нужен тахометр?

Лабораторная работа № 17

ИЗУЧЕНИЕ ОБЩИХ СХЕМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Цель работы: изучить схемы электрооборудования и вспомогательное электрическое оборудование тракторов и автомобилей.

Материальное обеспечение: тракторы «Беларус-1223», «Беларус-1523», «Беларус-2103», узлы вспомогательного электрического оборудования тракторов и автомобилей, плакаты по принципиальным схемам электрооборудования, методические указания, цифровые мультиметры.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить назначение, конструкцию электрооборудования и вспомогательного электрического оборудования тракторов и автомобилей.
2. Используя плакаты, ознакомиться с общей схемой электрооборудования изучаемого трактора.
3. На рабочих местах определить места установки основных узлов электрооборудования и вспомогательного электрического оборудования, их взаимное размещение и связь с другими узлами, основные операции по демонтажу (монтажу).
4. Изучить назначение и схему включения реле звукового сигнала, системы очистки ветрового стекла, кондиционирования воздуха и отопления кабины трактора и автомобиля.
5. Освоить использование цифровых мультиметров и проведение простейших измерений.
6. Оформить отчет.

Общие сведения

Автотракторное электрооборудование предназначено для предпускового обогрева и пуска двигателя, зажигания горючей смеси в двигателях, освещения, звуковой и световой сигнализации, контроля за работой систем и механизмов, обеспечения максимальных удобств для водителей, механизаторов и пассажиров автомобилей.

Для тракторов установлены два типа схем: принципиальная и соединений (монтажная). Принципиальная схема дает представление о способе включения различных электропотребителей к источникам тока, принципе действия потребителей в системе электрооборудования и их взаимодействии между собой, позволяет проследить пути тока в электрических цепях, облегчает поиск неисправностей. Схема соединений показывает фактическое расположение потребителей электроэнергии на тракторе, облегчает монтаж и ремонт электрооборудования.

На принципиальных схемах можно выделить контуры и системы электропитания (источники тока), пуска, освещения, световой и звуковой сигнализации, информации и контроля технического состояния агрегатов, системы электронного управления, вспомогательного оборудования, коммутации, защитных устройств, проводов. При использовании бензиновых и газовых двигателей применяется система зажигания.

Вспомогательным электрооборудованием называют группу вспомогательных приборов и аппаратов, обеспечивающих отопление и вентиляцию кабины и кузова, очистку стекол кабины и фар, звуковую сигнализацию, радиоприем и другие вспомогательные функции.

Электроприводом называется электромеханическая система, состоящая из электродвигателя (или нескольких электродвигателей), передаточного механизма к рабочей машине и всей аппаратуры для управления электродвигателем.

В настоящее время на грузовых автомобилях устанавливается минимум 3–4 электродвигателя, а на легковых – 5–8 и более.

Для электропривода принято различать три основных режима работы: продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный.

Звуковые сигналы

Звуковые сигналы предназначены для обеспечения безопасности движения автомобиля в транспортном потоке. Их используют для оповещения пешеходов и водителей других транспортных средств о наличии и приближении автомобиля или трактора. Звуковые сигналы включаются в противоугонные системы автомобилей.

Звуковые сигналы могут быть:

- по характеру звучания: шумовые и тональные;
- устройству: рупорные и безрупорные;
- роду тока: сигналы постоянного и переменного тока;
- принципу действия: электрические вибрационные и электропневматические.

Электропитание звуковых сигналов постоянного тока осуществляется от бортовой сети электрооборудования.

На тракторы и автомобили устанавливают комплект звуковых сигналов: один низкого тона; один или два высокого тона. В зависимости от силы потребляемого тока звуковые сигналы в комплекте включают параллельно или последовательно. Безрупорные сигналы, которые потребляют токи меньшей силы, чем рупорные, включаются непосредственно механической кнопкой (рис. 17.1) или электромеханическими выключателями иной конструкции. Сила тока, потребляемая рупорными сигналами, превышает допустимые значения для электромеханических выключателей звуковых сигналов. Для включения сигналов в этом случае применяют промежуточные реле (реле сигналов). При такой схеме через электромеханический выключатель протекает небольшой силы ток, потребляемый обмоткой промежуточного реле. Цепь электроснабжения звуковых сигналов защищается предохранителями.

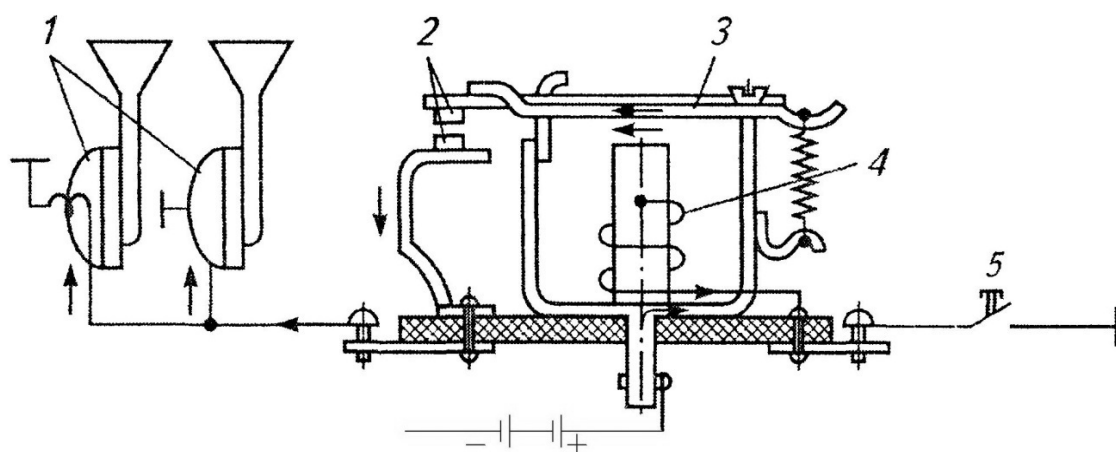


Рис. 17.1. Схема включения реле звукового сигнала:

1 – сигнал; 2 – контакты; 3 – якорь; 4 – обмотка реле; 5 – кнопка включения сигнала

Автомобили МАЗ-64227 и МАЗ-54322 имеют два звуковых сигнала: пневматический с электроклапаном и электрический. Пневматический сигнал устанавливается на крыше кабины. Комплект электрических сигналов состоит из двух сигналов низкого и высокого тона. Для установки в кабине предусмотрено также шумовое реле – зуммер, сигнализирующее о снижении давления воздуха в контурах тормозной системы и засоренности воздушного и масляного фильтров.

Схема включения звуковых приборов автомобилей МАЗ показана на рис. 17.2. Электрический сигнал включается рычагом, расположенным слева на подрулевом переключателе-рукоятке управления указателями поворота. При подъеме рукоятки вверх соединяют с массой обмотку реле включения сигналов, контакты которого замыкают цепь электроснабжения электрического звукового сигнала.

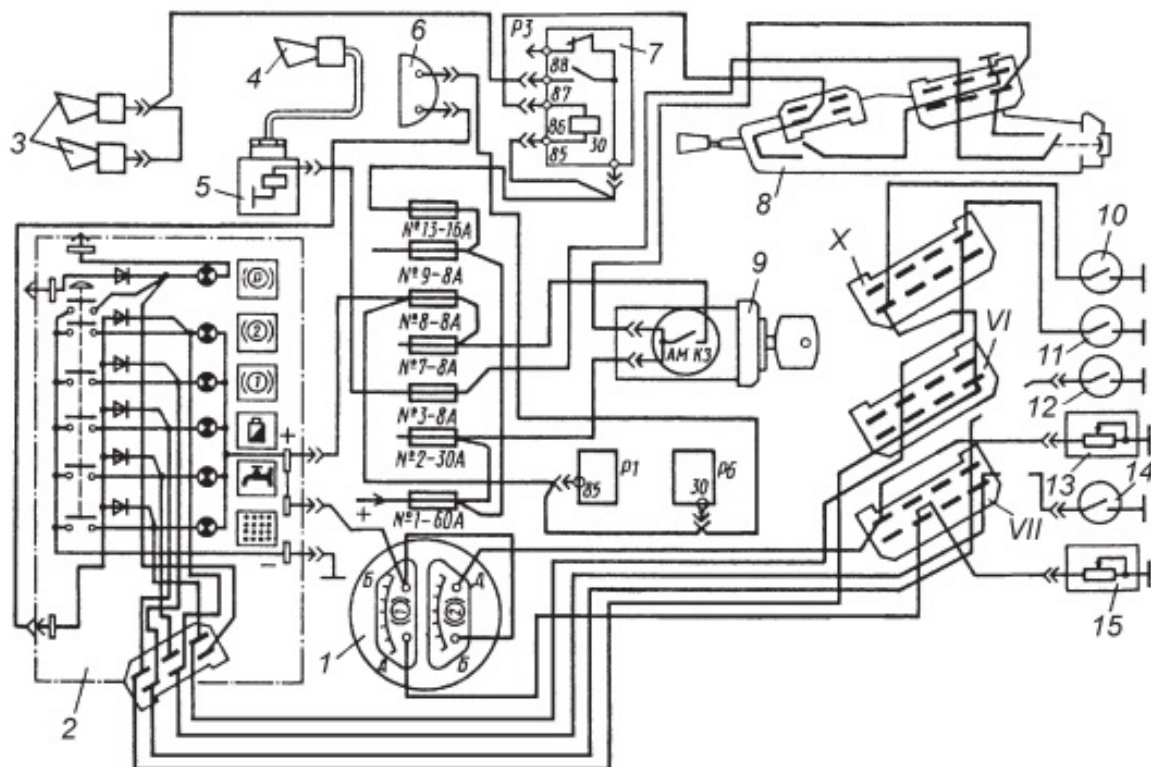


Рис. 17.2. Схема звуковых приборов и КИП грузового автомобиля МАЗ:
 1 – указатель давления; 2 – блок контрольных ламп; 3 – электрические сигналы;
 4 – пневматический сигнал; 5 – электропневмоклапан; 6 – зуммер;
 7 – реле включения сигналов; 8 – подрулевой переключатель;
 9 – выключатель приборов и стартера;
 10 – датчик контрольной лампы засоренности масляного фильтра;
 11 – датчик контрольной лампы засоренности воздушного фильтра;
 12 – датчик аварийного давления в переднем контуре тормозной системы;
 13 – датчик указателя давления в заднем контуре тормозной системы;
 14 – датчик аварийного давления в заднем контуре тормозной системы;
 15 – датчик указателя давления в переднем контуре тормозной системы;
 VI, VII, X – штекерные соединители

Пневматический сигнал 4 управляется кнопкой, расположенной справа на подрулевом переключателе 8. Этой кнопкой включается электропневмоклапан, который открывает доступ сжатого воздуха в звуковой сигнал, имеющий два рупора высокой и низкой частоты. При подаче воздуха вибраторы сигнала издают громкий мелодичный звук.

Стеклоочистители

Стеклоочиститель предназначен для очистки ветрового стекла кабины трактора от атмосферных осадков и грязи. В комплект стеклоочистителя входят электродвигатель, редуктор, кривошипно-рычажный механизм, щетки и переключатель. Зоны очистки ветрового стекла представлены на рис. 17.3.

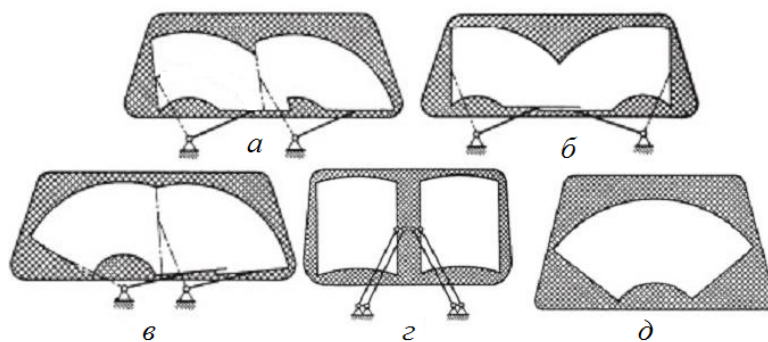


Рис. 17.3. Зоны очистки ветрового стекла:

a и *б* – соответственно при параллельном и встречном движении щеток;
в – при параллельном движении щеток с разными углами поворота;
г – при использовании пантографа; *д* – при движении одной щетки

Электродвигатель привода стеклоочистителя (рис. 17.4) может быть с параллельным, смешанным возбуждением и с возбуждением от постоянных магнитов. Якорь *б* электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов вращается в подшипниках *7* из порошкового материала. Постоянные магниты *4* закреплены на корпусе *3* с помощью стальных плоских пружин *5*. Щетки *2* прижаты к коллектору *1* пружинами.

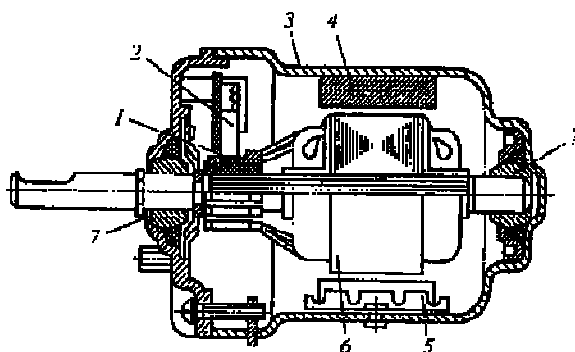


Рис. 17.4. Электродвигатель с возбуждением от постоянных магнитов:

1 – коллектор; *2* – щетки; *3* – корпус; *4* – постоянные магниты;
5 – стальные плоские пружины; *6* – якорь; *7* – подшипники

Электродвигатель с механизмом передачи и преобразования вида движения и схемой управления образуют систему электропривода. Часто электродвигатель объединен с механизмом передачи (моторедуктор) или с исполнительным устройством. На тракторах электропривод используют также для привода водяных насосов и вентиляторов отопителей и предпусковых подогревателей, стеклоомывателей и других механизмов. Электропривод обеспечивает большую безопасность движения, производительность трактора и комфортабельность работы механизатора.

В мотор-редукторах стеклоочистителей удлиненный вал заканчивается червячным редуктором. Червячное колесо приводит в действие кривошипно-шатунный механизм, преобразующий вращательное движение вала электродвигателя

и колеса в качательное движение выходного вала червячного редуктора, связанного с рычагом щетки.

Электропривод антенн

В системах электропривода антенн (рис. 17.5) применяют двухполюсный реверсивный электродвигатель 22 с последовательным электромагнитным возбуждением.

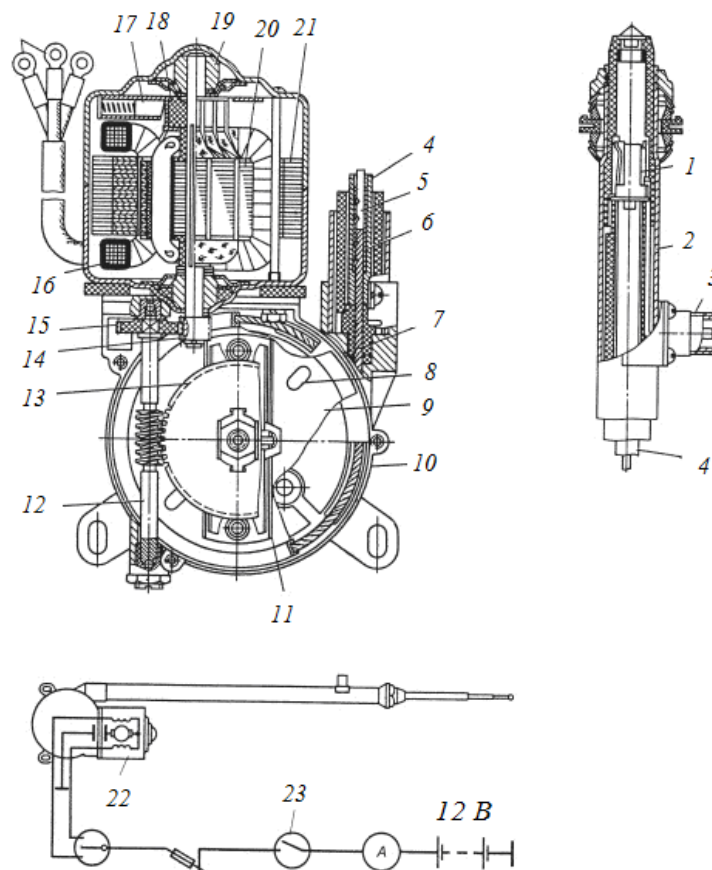


Рис. 17.5. Электропривод антенны и схема его подключения:

- 1 – контакт; 2 – экранирующая труба; 3 – зажим антенны; 4 – средний штырь;
 5 – верхний штырь; 6 – соединительная трубка; 7 – пластмассовый торсион; 8 – упор;
 9 – ведущий диск; 10 – корпус; 11 – ведущая пластина; 12 – червяк; 13 – червячное колесо;
 14 – ведущее зубчатое колесо; 15 – ведомое зубчатое колесо;
 16 – обмотка возбуждения электродвигателя; 17 – щетка; 18 – коллектор; 19 – подшипник якоря;
 20 – якорь; 21 – статор; 22 – электродвигатель; 23 – выключатель зажигания

Для обеспечения одного направления вращения электродвигателя при подъеме или опускании антенны переключателем, к источнику электроснабжения подключается только одна из двух катушек обмотки возбуждения 16. При включении в электрическую цепь якоря второй катушки изменяется направление магнитного потока в магнитопроводе при том же направлении тока в проводниках обмотки якоря, поэтому якорь будет вращаться в другую сторону.

Коммутационная и защитная аппаратура тракторов и автомобилей

К ней относятся выключатели, переключатели, реле, контакторы, электромагниты, предохранители (блоки предохранителей), соединительные панели, разъемные соединения, вилки и розетки.

Выключатели предназначены для включения приборов освещения, световой сигнализации, тормозных сигналов (стоп-сигналов), звуковых сигналов, двигателей отопителей и вентиляторов, электростартера, контрольно-измерительных приборов, отключения от массы аккумуляторной батареи и т. д.

По конструктивным признакам выделяют выключатели кнопочные, клавишные, поворотные, перекидные, рычажные, электромагнитные, гидравлические, поворотные со съемной рукояткой. Номинальное напряжение выключателей 12 и 24 В. Переключатели отличаются от выключателей большим числом положений при переключении (от 2 до 16).

Стеклоомыватели

Система очистки ветрового стекла (рис. 17.6) имеет в своем составе стеклоочиститель с мотор-редуктором, стеклоомыватель, бачок 6 для жидкости, мотор-насос 8 с электроприводом и жиклеры с сопловыми отверстиями 2. Мотор-насос и жиклеры связаны между собой резиновыми шлангами или пластмассовыми трубками. Бачок стеклоомывателя ветрового стекла объемом 1,5–2,0 л устанавливается под капотом. В стеклоомывателях фар требуется больший объем омывающей жидкости (5–7 л). Объем бачка должен обеспечивать многократное пользование стеклоомывателем.

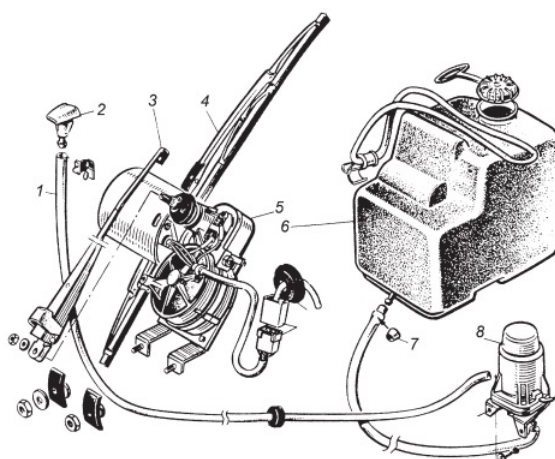


Рис. 17.6. Система очистки ветрового стекла, имеющая стеклоочиститель и стеклоомыватель:
1 – шланг жиклера; 2 – жиклер; 3 – рычаг; 4 – щетка; 5 – мотор-редуктор ветрового стекла;
6 – бачок; 7 – фильтр; 8 – мотор-насос

Трехщеточный, двухскоростной электродвигатель мотор-редуктора 5 через червячный редуктор и систему рычагов обеспечивает касательное движение

щеток 4 стеклоочистителя. В полость мотор-редуктора закладывается пластичный смазочный материал, рассчитанный на использование в течение всего срока службы автомобиля. Закрывается мотор-редуктор крышкой, которая одновременно является кронштейном для крепления мотор-редуктора на автомобиле.

Мотор-насос 8 состоит из электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов и шестеренчатого насоса. На валу якоря электродвигателя установлено ведущее зубчатое колесо насоса. Мотор-насос 8 с крышкой прикреплен к кронштейну, который одновременно является кронштейном крепления моторнасоса на автомобиле. Режим работы электродвигателя мотор-насоса кратковременный.

Система кондиционирования воздуха и отопления кабины

Система кондиционирования воздуха и отопления кабины предназначена для создания и поддержания нормального микроклимата в кабине трактора. Система кондиционирования воздуха состоит из двух контуров – охлаждения и отопления.

Схема кондиционирования воздуха и отопления кабины трактора «Беларус-3022» показана на рис. 17.7.

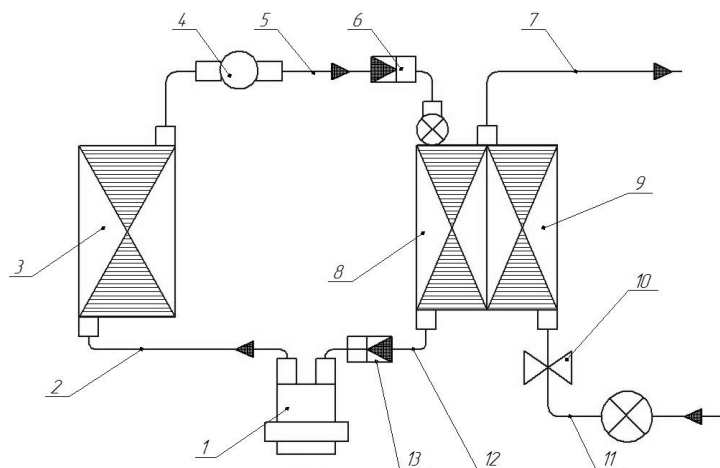


Рис. 17.7. Схема кондиционирования воздуха и отопления кабины трактора «Беларус-3022»:

- 1 – компрессор; 2, 5, 12 – шланг; 3 – конденсатор; 4 – фильтр-осушитель;
- 6 – быстроразъемное соединение на шлангах между кабиной и фильтром-осушителем;
- 7 – шланг к системе охлаждения двигателя;
- 8 – испаритель (охлаждающая секция моноблока радиатора);
- 9 – отопительная секция моноблока радиатора; 10 – кран отопителя;
- 11 – шланг от системы охлаждения двигателя;
- 13 – быстроразъемное соединение на шлангах между кабиной и компрессором

Контур охлаждения включает в себя компрессор 1, конденсатор 3, фильтр-осушитель 4 с датчиком давления, моноблок испарителя и радиатора отопителя (охлаждителя-отопителя), вентилятор охладителя-отопителя, соединительные шланги с комплектом быстроразъемных соединений, электрические кабели, воздушные фильтры, регулятор холодного воздуха и выключатель

вентилятора. Контур отопления дополнен шлангами, соединенными с системой охлаждения двигателя трактора и запорным краном (краном отопителя) 10.

В соответствии с рис. 17.8 система кондиционирования воздуха имеет следующие основные элементы: компрессор с электромагнитной муфтой 4 расположен слева от двигателя, конденсатор 3 находится перед радиатором, фильтр-осушитель 1 расположен на рамке конденсатора, датчик давления 2 установлен на фильтре-осушителе, охладитель-отопитель находится под крышкой над панелью вентиляционного отсека, регулятор холодного воздуха и выключатель вентилятора расположены на панели верхнего отсека, сервисные клапаны установлены на фитингах возле компрессора и фильтра-осушителя.

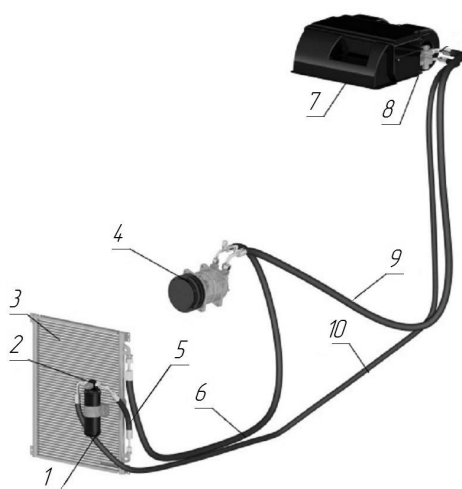


Рис. 17.8. Система кондиционирования воздуха и отопления кабины трактора «Беларус-3022»:

- 1 – фильтр-осушитель (ресивер); 2 – датчик давления; 3 – конденсатор;
- 4 – компрессор с электромагнитной муфтой в сборе; 5 – хладопровод «конденсатор – ресивер»;
- 6 – хладопровод «компрессор – конденсатор»; 7 – испарительно-отопительный блок;
- 8 – терморегулирующий вентиль; 9 – хладопровод «испаритель – компрессор»;
- 10 – хладопровод «ресивер – испаритель»

Климатическая установка начинает функционировать в режиме кондиционирования при работающем двигателе, когда в соответствии с рис. 17.9 выключателем 2 установлены желаемые обороты вентилятора, а выключатель 2 установлен в начало шкалы голубого цвета.

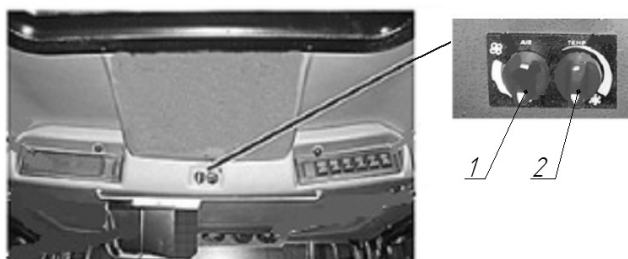


Рис. 17.9. Место установки в кабине пульта управления кондиционером трактора «Беларус-3022»:

- 1 – переключатель регулировки расхода воздуха;
- 2 – выключатель кондиционера и регулировка хладопроизводительности

С помощью переключателя 1 можно изменять расход воздуха посредством изменения скорости работы вентилятора. С помощью переключателя 2 можно изменить температуру выходящего из дефлекторов холодного и осушенного воздуха в режиме кондиционирования.

При этом через цепь управления подается напряжение на электромагнитную муфту компрессора 4 (см. рис. 17.8). Муфта включается и передает вращение от шкива коленчатого вала двигателя на вал компрессора. Компрессор прокачивает хладагент через элементы системы кондиционирования. При этом хладагент поглощает тепло от проходящего через охладитель-отопитель воздуха и отдает тепло в окружающую среду через конденсатор 3.

Система кондиционирования может автоматически поддерживать заданную температуру, которая устанавливается поворотом выключателя 2 (см. рис. 17.9), управляющего термостатом. При повороте по часовой стрелке температура понижается, против часовой стрелки – повышается. Защита от критических режимов обеспечивается датчиком давления 2 и термостатом (см. рис. 17.8). Датчик давления отключает систему при чрезмерном (более $2,6 \pm 0,2$ МПа) или недостаточном (менее $0,21 \pm 0,03$ МПа) давлении. Термостат отключает систему при чрезмерном понижении температуры охладительной секции моноблока радиатора. Производительность системы регулируется оборотами вентилятора и термостатом. Компрессор 4 при этом может работать как постоянно, так и циклически.

Общие неисправности электрооборудования тракторов и автомобилей, подходы к их устранению

Перед тем как приступить к работам по устранению неисправностей какого-либо из электрических контуров, внимательно изучите электрическую схему, чтобы четко представить себе функциональное назначение этого электрического контура. Сужение круга поиска неисправности обычно производится за счет постепенного выявления и исключения нормально функционирующих компонентов того же контура. При одновременной неработоспособности сразу нескольких электрических элементов наиболее вероятной причиной отказа является перегорание соответствующего предохранителя или отсутствие «массы» (разные электрические элементы во многих случаях могут замыкаться на один предохранитель или на единую клемму «массы»).

Отказы электрооборудования тракторов и автомобилей зачастую объясняются простейшими причинами, такими как коррозия клемм, выход из строя предохранителя, сгорание плавкой вставки или дефект реле переключения. Необходимо произвести визуальную проверку состояния всех предохранителей, проводки и электрических разъемов контура перед тем, как приступать к более конкретной проверке неисправности его компонентов.

В случае применения для поиска неисправности диагностических приборов тщательно и в соответствии с прилагаемой электрической схемой определите, в какие точки контура и в какой последовательности следует подсоединять прибор с целью наиболее эффективного выявления дефекта. В число основных диагностических приборов входят тестер (цифровой мультиметр) электрических цепей, вольтметр (может также использоваться контрольная лампа 12 В (мощностью порядка 21 Вт) с комплектом соединительных проводов), индикатор проводимости отрезка контура (пробник), включающий лампочку, собственный источник питания и комплект соединительных проводов.

Диагностика неисправностей электрических цепей невозможна без представления о том, что ток поступает ко всем электрическим элементам от АКБ по проводам через выключатели, реле, предохранители, плавкие вставки, а затем возвращается в АКБ через «массу» трактора.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Перечень основных групп электрооборудования тракторов и автомобилей, элементов вспомогательного оборудования.
3. Перечень основных элементов схемы включения реле звукового сигнала и описание принципа работы выключателя звукового сигнала.
4. Список основных зон очистки ветрового стекла. Порядок работы электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов.
5. Список основных рабочих элементов системы кондиционирования воздуха и отопления кабины трактора «Беларус-3022».
6. Общий порядок при оценке технического состояния электрических цепей.

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете группы вспомогательного электрооборудования тракторов и автомобилей?
2. Каким образом осуществляется включение реле звукового сигнала?
3. С какой целью в электроприводе антенны установлены катушки обмотки возбуждения?
4. Каким образом осуществляется подача омывающей жидкости в системе очистки ветрового стекла?
5. Какие функции выполняет система кондиционирования воздуха и отопления кабины трактора «Беларус-3022»?
6. Как устроена схема кондиционирования воздуха и отопления кабины трактора «Беларус-3022»?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конструкция тракторов и автомобилей : пособие / сост.: И. Н. Шило [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2012. – 816 с.
2. Карташевич, А. Н. Тракторы и автомобили. Конструкция : учебное пособие / А. Н. Карташевич, О. В. Понталев, А. В. Гордеенко. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА–М, 2013. – 312 с.
3. Богатырев, А. В. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский, М. Л. Насоновский. – 3-е изд., стер. – М. : ИНФРА-М, 2015. – 655 с.
4. Болотов, А. К. Конструкция тракторов и автомобилей : учебное пособие / А. К. Болотов, А. А. Лопарев, В. И. Судницин. – М. : КолосС, 2008. – 352 с.
5. Конструкция автомобиля. Электрооборудование. Системы диагностики / под ред. А. Л. Карунина. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 478 с.
6. Устройство тракторов : учебник / А. Н. Карташевич [и др.]. – Минск : РИПО, 2020. – 463 с.
7. Системный выбор энергетических параметров колесных тракторов : справочник / А. И. Бобровник [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2011. – 104 с.
8. Савич, Е. Л. Легковые автомобили : пособие / Е. Л. Савич. – Минск : Новое знание, 2009. – 337 с.
9. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту тракторов «БЕЛАРУС» серий 500, 800, 900 / А. А. Пуховой [и др.]. – М. : Машиностроение, 2007. – 440 с.
10. Тракторы и автомобили [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / сост.: Ю. Д. Карпиевич, Г. И. Гедроить, Ю. М. Жуковский. – Электронные данные (241 697 451 байт). – Минск : БГАТУ, 2014.
11. БЕЛАРУС 3522.5 : 3522.5-0000010РЭ : руководство по эксплуатации. – Минск, 2011. – 337 с.
12. БЕЛАРУС 1221Т.2/1221.2/122113.2/1221.3/1221.4 : 1221-0000010БРЭ : руководство по эксплуатации. – Минск, 2019. – 388 с.
13. БЕЛАРУС 1025.2/1025.3/1025.4 : 1025.2-0000010РЭ : руководство по эксплуатации. – Минск, 2019. – 351 с.
14. Дизель Д-260.1 и его модификации : 260-0000100РЭ : руководство по эксплуатации. – Минск, 2009. – 76 с.
15. БЕЛАРУС 3222/3522 : 3522-0000010 РЭ : руководство по эксплуатации. – Минск, 2010. – 376 с.

Учебное издание

**Гедроить Геннадий Иванович,
Безручко Александр Фомич,
Бондаренко Ирина Иосифовна и др.**

ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ. ПРАКТИКУМ

В четырех частях

Часть 1

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск *Г. И. Гедроить*
Редактор *Д. О. Михеева*
Корректор *Д. О. Михеева*
Компьютерная верстка *Д. А. Пекарского*
Дизайн обложки *А. А. Покало*

Подписано в печать 15.03.2023. Формат 60×84¹/₈.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 22,78. Уч.-изд. л. 8,91. Тираж 99 экз. Заказ 6.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск.