

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра "Тракторы, автомобили
и энергетические установки"**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

К лабораторной работе №13

ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

(Для студентов ИМиТС)

Курс: ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ

**Раздел: КОНСТРУКЦИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО
СГОРАНИЯ ТРАКТОРОВ И ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

КАЗАНЬ – 2020

УДК 629. 3+629.33
ББК 22.317

Составители: К.А.Хафизов, профессор кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки»;
Р.Н.Хафизов, доцент кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки»;
А.А.Нурмиев, ст. преподаватель кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки»;
С.А. Сеницкий, доцент кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки».

Рецензенты: профессор кафедры автомобильных двигателей и сервиса КГТУ-КАИ, д.т.н. Абдуллин А.Л.;
профессор кафедры эксплуатации и ремонта машин КазГАУ, д.т.н. И.Г.Галиев.

Печатается по решению методической комиссии ИМ и ТС (протокол № 7 от 29.03.2020 г), кафедры тракторы, автомобили и энергетические установки (протокол № 6 от 6.02.2020 г.).

Общее устройство системы питания дизельных двигателей: Учебно - методическое пособие для выполнения лабораторных и самостоятельных работ студентами очного и заочного обучения направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» и 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» / К.А.Хафизов, Р.Н.Хафизов, А.А.Нурмиев, С.А.Сеницкий. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – 48 с.

Учебно - методическое пособие для выполнения лабораторных и самостоятельных работ студентами очного и заочного обучения направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» и 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», способствует формированию общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Содержат сведения для выполнения лабораторных работ по конструкции двигателей автомобилей и тракторов, а также задания для самостоятельной работы.

УДК 629. 3+629.33
ББК 22.317

© Казанский государственный аграрный университет, 2020 г.
© К.А.Хафизов, Р.Н.Хафизов, А.А.Нурмиев, С.А. Сеницкий.

СОДЕРЖАНИЕ

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	4
2. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	5
2.1 Схемы топливных систем.	6
2.2 Типы топливных насосов высокого давления.....	8
2.3 Типы форсунок.....	16
2.4 Типы регуляторов	17
2.5 Типы топливopодкачивающих помп	18
2.6 Типы топливных фильтров	19
3 НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ	20
3.1 Подкачивающие насосы	20
3.2 Форсунки	20
3.3 Топливные фильтры	23
3.4 Нагнетательные трубопроводы	26
4 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ Д-260.....	27
5 СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ COMMON RAIL ДИЗЕЛЕЙ Д-260.1S3A, Д-260.2S3A, Д-260.4S3A	32
6 СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ-740.50	36

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Тема: Общее устройство системы питания дизельных двигателей.

Цель работы: Изучить устройство работу топливных фильтров, подкачивающих помп, воздухоочистителей, впускной и выпускной системы, глушителей, турбокомпрессоров, топливных баков, форсунок.

Оборудование: Разрезы указанных узлов системы питания, стенд с форсунками, разрезы двигателей КАМАЗ-740.50, СМД-31, А-41, А-01М стенд с системой питания двигателя Д-240, плакаты, альбомы по системе питания двигателей КАМАЗ, ММЗ.

Порядок изучения: Пользуясь методическим пособием, плакатами, стендами системы питания дизеля Д-240 изучить устройство его узлов для подачи воздуха и топлива, кроме насоса высокого давления с регулятором. Разобраться с устройством подкачивающей помпы. Как ограничивается давление создаваемое в трубках низкого давления. Разобраться - за счет чего поддерживается стабильное давление в головке ТН высокого давления. Усвоить работу фильтра грубой очистки. На всех двигателях используются ФГ подобной конструкции, но различной пропускной способности. Найти устройство, в фильтре тонкой очистки, для выпуска воздуха из системы, с помощью подкачивающей помпы ручной прокачки. Воздухоочиститель трехступенчатый - разобрать, как осуществляется очистка воздуха на различных ступенях. Рассмотреть - откуда из бака осуществляется забор топлива, найти - указатель уровня топлива. Пользуясь методическим пособием, разобрать с устройством системы питания дизелей СМД. Усвоить особенности устройства некоторых узлов. Например, как работает кран для промывки ФТ при работающем двигателе. Рассмотреть на разрезах устройство турбокомпрессоров. Обратить внимание на способ уплотнения втулки подшипника. На ряде ФТ используют автоматические клапаны отвода

воздуха из системы. (СМД-18Н, КАМАЗ и т.д.) Разобраться куда отводится избыточное топливо из топливного насоса и дренажное топливо из форсунок.

Разобраться с особенностями воздухоочистителей дизелей СМД и КАМАЗ. Какие типы предочистителей используются. Особое внимание уделять устройству и работе форсунок - многодырчатых и штифтовых. Усвоить, что каждый двигатель имеет форсунку со своим обозначением на корпусе форсунки и на распылителе, что распылители отличаются числом отверстий, и углы их подогнаны под камеру сгорания двигателя. Подбор форсунок, их обозначения даны на стенда - рассмотреть и усвоить.

Контрольные вопросы:

1. Как устроена крышка топливного бака, назначение фильтрующего элемента и отверстия в этой крышке.
2. Устройство и работа фильтров грубой очистки топлива.
3. Как осуществляется тонкая очистка топлива с помощью фильтров 2ФТ-3. Способ промывки фильтров. Прокачка топливной системы от воздуха.
4. Назначение, устройство и работа подкачивающих помп.
5. Устройство и работа инерционно - масляных, циклонных, бумажных воздухоочистителей.
6. Устройство и работа турбокомпрессоров ТКР-11Н-1 двигателя СМД-60, СМД-62. Охлаждение и смазка турбокомпрессоров.
7. Устройство и работа глушителей. Установка в них эжекторного устройства.
6. Когда используются штифтовые и когда многодырчатые форсунки.

Самостоятельная работа. Задание приведено в рабочей тетради.

2 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

2.1 Схемы топливных систем

В современных АТД применяются системы с механическим способом распыливания топлив, в которых топливо дробится на капли вследствие турбулизации струи при течении ее в сопловом аппарате распылителя и при взаимодействии развивающихся струй с сжатым перемещающимся в цилиндре дизеля воздухом.

Ведутся также исследовательские работы по распыливанию, осуществляемому с помощью гидравлического удара, электрогидравлического эффекта и ультразвука. Пневматическое распыливание с помощью сжатого воздуха, получаемого от постороннего источника или из цилиндра дизеля, использовалось в начальный период развития дизелей и на высокооборотных транспортных двигателях не нашло применения вследствие сложности конструкции (необходимо для получения сжатого воздуха вводить в систему компрессор). Кроме того, при распыливании топлива по схеме, применяемой в компрессорных дизелях, не обеспечиваются требуемые мощностные и экономические показатели современных быстроходных дизелей.

Возможны два типа механических систем: отдельные, в которых насос высокого давления и форсунка соединены нагнетательным трубопроводом (рис. 1), и топливные с насос - форсунками, в которых насос высокого давления и форсунка объединены в одном агрегате.

Системы с насос - форсунками вследствие малых объемов полостей сжатия и отсутствия колебательных процессов в нагнетательном тракте могут обеспечить практически неограниченный уровень давлений впрыскивания и высокую цикличность работы дизеля. Недостатками этих систем являются необходимость введения в конструкцию двигателя приводного кулачкового вала, а также сложность конструкции и регулировки механизма, синхронизирующего работу отдельных насос - форсунок. Эти системы получают все большее применение в АТД, особенно зарубежных, хотя в связи с необходимостью повышения давлений впрыскивания топлива интерес в последние годы к ним повысился и в России. В топливную систему входят вспомогательные узлы: подкачивающие помпы, регуляторы и различного рода корректоры топливоподачи. В системах отдельного типа топливоподкачивающий насос устанавливается на насосе высокого давления и получает привод от кулачкового вала насоса. В некоторых системах в связи с необходимостью увеличения давления топлива, питающего насос, а также в связи с использованием подкачивающей помпы в качестве чувствительного элемента измерителя частоты вращения регулятора или автоматической муфты опережения впрыскивания применяются две помпы. Одна из них (часто с приводом от двигателя) устанавливается между фильтром грубой и тонкой

очистки топлива; вторая (с приводом от вала насоса) включается после фильтра тонкой очистки топлива. Регулятор в системах раздельного типа устанавливается обычно на насосе и получает привод от его кулачкового вала.

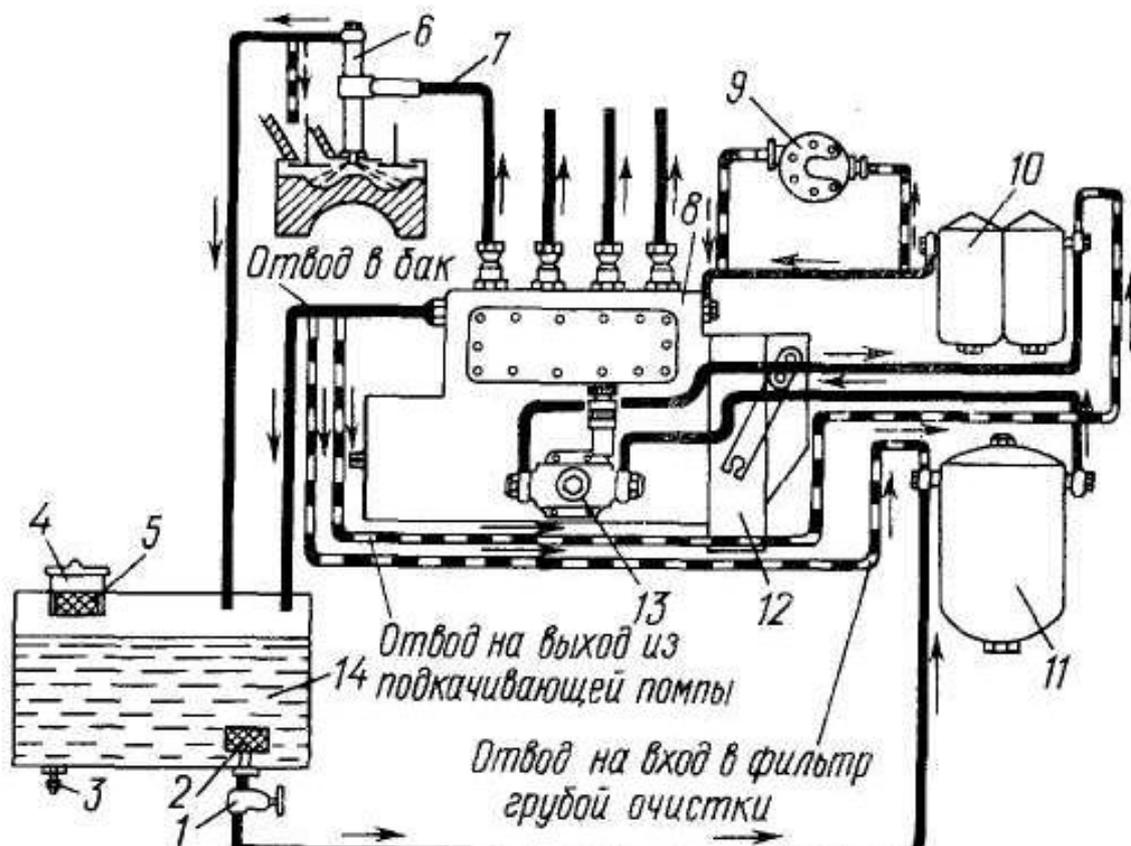


Рисунок 1 – Схема топливной системы раздельного типа: 1 — кран; 2 — приемный фильтр; 3 — сливной кран; 4 — заливная горловина; 5 — фильтр заливной горловины; 6 — форсунка; 7 — нагнетательный трубопровод; 8 — насос высокого давления; 9 — дополнительная подкачивающая помпа; 10 — фильтр тонкой очистки топлива; 11 — фильтр грубой очистки топлива; 12 — регулятор; 13 — подкачивающая помпа; 14 — топливный бак

Основным условием, обеспечивающим длительную работоспособность прецизионных элементов ТА, является исключение из топлива абразивных частиц, воды и других загрязнителей. Поэтому в топливную систему АТД входит многоступенчатая система очистки топлива. В связи с применением топлив утяжеленного фракционного состава для более надежного пуска двигателя при отрицательных температурах наружного воздуха в систему топливоподдачи стали включать подогреватели топлива, в основном электрические.

В системах раздельного типа возможны два типа схем циркуляции топлива: тупиковая и проточная. При тупиковой схеме топливо поступает в насос высокого давления в количестве, равном его производительности, в этом случае отвода топлива из насоса не имеется, при проточной — избыток топлива отводится от насоса на выход из подкачивающей помпы к фильтру грубой очистки или непосредственно в топливный бак. Преимуществом

тупиковой схемы является малый расход топлива через фильтры, что повышает срок их службы и качество фильтрации топлива, а также возможность применения подкачивающей помпы меньшей производительности. Однако в этой схеме не происходит удаления воздуха из питающей и отсечной полостей насоса и охлаждения насоса вследствие циркуляции через него топлива. Это может приводить к нестабильности процесса топливоподачи, поэтому тупиковая схема не получила широкого распространения в АТД.

При перепуске топлива на выход из подкачивающей помпы количество протекающего через фильтр грубой очистки топлива примерно равно количеству топлива, подаваемого насосом высокого давления, а при перепуске в топливный бак через элементы системы циркулирует большее количество топлива. В отечественных системах кратность циркуляции топлива через насос и фильтры колеблется в пределах 1,0—3,0. Если в системе исключается перегрев топлива (температура на входе в насос не превышает 70 °С), то целесообразная степень циркуляции топлива через фильтр грубой очистки составляет около 1,0, а через насос и фильтры тонкой очистки — около 1,3—1,5, что обеспечивает надежное удаление воздуха из системы.

С целью сокращения трудоемкости работ по обслуживанию топливных систем осуществляется автоматическое смазывание насоса маслом или топливом. Подаваемое в корпус насоса масло или топливо отводится в баки. При смазывании маслом полость питания насоса отделена от внутренних полостей корпуса насоса, а при смазывании топливом корпус насоса отделен от картера дизеля. В системе имеются трубопроводы, отводящие топливо из дренажных полостей форсунок в топливный бак; в ряде моделей дизелей это топливо отводится во всасывающий коллектор. Отвод топлива из питающей и отсечной полостей насоса производится обычно через редукционные клапаны, обеспечивающие перед над плунжерным пространством необходимый уровень давления топлива.

2.2 Типы топливных насосов высокого давления.

По количеству плунжеров различают два типа насосов: *многоплунжерные*, в которых на каждый цилиндр приходится один нагнетающий плунжер; *распределительного типа*, в которых один или несколько одновременно работающих плунжеров обслуживают все или группу цилиндров дизеля, для чего увеличивается цикличность работы плунжеров и вводится распределитель топлива.

Многоплунжерные насосы могут выполняться рядными, V-образными и барабанного типа. Преимущественное распространение нашли рядные насосы. Насосы барабанного типа, в которых нагнетающие секции расположены по окружности, а привод плунжеров осуществляется от косо́й шайбы или торцевого кулачкового профиля, не нашли широкого распространения. Конструкция V-образных насосов несколько сложнее, а

стоимость изготовления больше стоимости изготовления рядных насосов. Их основным преимуществом является меньшая длина.

В АТД применяются рядные многоплунжерные насосы, выполняемые в основном по двум конструктивным схемам. В 1930—1950-е гг. были разработаны и применяются до сих пор насосы, в которых узлы плунжерных и клапанных пар устанавливаются в алюминиевом (чугунном) корпусе. В них равномерность чередования углов начала подачи топлива регулируется винтовыми парами, изменяющими высоту толкателей, а равномерность подач топлива — специальными втулками, связанными с рейкой насоса и разворачивающими плунжеры относительно окон втулок. Для регулировки корпуса имеется боковой люк вдоль всего корпуса, что снижает его жесткость 1.

В 1960-е гг. в связи с необходимостью повышения давлений нагнетания топлива вначале ведущими зарубежными фирмами, а позднее и в СССР были разработаны конструкции насосов с жестким цельным корпусом, получившие условное название «компакт». В насосах этого типа применяются вставные блочные нагнетающие секции с фланцем. Равномерность подач топлива регулируется поворотом фланца с корпусом секции, а равномерность чередования углов начала подач топлива — изменением высоты толкателя с помощью подбора толщины регулировочных шайб или других деталей секции.

Насосы распределительного типа имеют две принципиальные схемы. Согласно первой схеме плунжер совмещает в себе функции нагнетающего элемента и распределителя, периодически сообщаящего над плунжерное пространство насоса с форсунками цилиндров дизеля в соответствии с порядком их работы (рис. 2, а). Во второй схеме (рис. 2, б) распределитель выполнен в виде отдельного элемента, привод которого кинематически связан с приводным валом насоса. Распределитель чаще выполняется в виде цилиндрического вращающегося золотника.

Распределительные насосы принято делить на две основные группы: плунжерные (чаще одноплунжерные) и роторные. Плунжерные насосы реализуют первый (рис. 2, а) и третий (рис. 2, б) типы привода, а роторные — второй тип (рис. 2, б).

По способу создания давления различают топливные насосы непосредственного действия, в которых топливо нагнетается плунжером через нагнетательный трубопровод к форсунке, и аккумуляторного типа, в которых плунжер вначале подает топливо в аккумулятор, из которого оно затем поступает к форсунке. Возможны два варианта аккумуляторных систем: с аккумулятором большой емкости, когда топливо одним или несколькими плунжерами нагнетается в резервуар, из которого поступает к управляемым закрытым форсункам, и с поршневым аккумулятором малой емкости, работающим синхронно с нагнетающим плунжером. В этом случае в начале хода нагнетающего плунжера топливо поступает в аккумулятор, затем после накопления в аккумуляторе энергии межплунжерное пространство соединяется с форсункой.

Возможны варианты систем, когда в начале подачи топливо одновременно подается в аккумулятор и к форсунке, а затем по мере падения скорости плунжера интенсивность подачи топлива поддерживается энергией аккумулятора. Преимуществом аккумулирующих систем является незначительное изменение показателей процесса топливоподачи в широком диапазоне режимов работы дизеля. Однако ввиду сложности конструкции аккумулирующих систем они получили распространения в АТД зарубежного производства, сегодня уделяют внимание и в России. В этих системах трудно реализовать высокие давления нагнетания топлива.

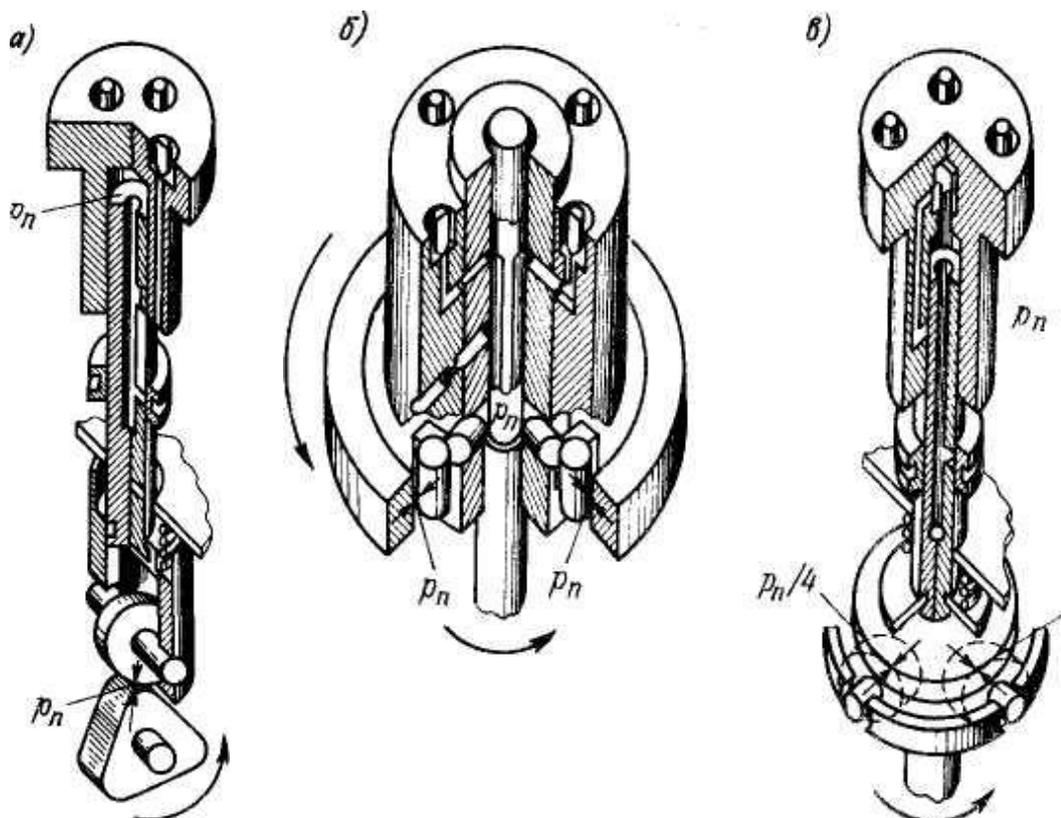


Рисунок 2 – Схемы приводов насосов распределительного типа:

- а — плунжерного с внешним цилиндрическим кулачковым профилем;
- б — роторного с внутренним цилиндрическим кулачковым профилем;
- в — плунжерного с торцевым кулачковым профилем

Стабилизацию показателей процесса впрыскивания при работе в различных режимах обеспечивают также топливные насосы с гибким приводом плунжеров: пружинным, гидравлическим, газовым или пневмогидравлическим. Однако они не имеют широкого применения в АТД: пружинный — из-за сложности конструкции и ненадежности ее при интенсивном впрыскивании, газовый и гидравлический — вследствие того, что они усложняют конструкцию дизеля, хотя последний перспективен для привода насос - форсунок.

Подавляющее распространение в топливных насосах АТД нашел жесткий механический привод в виде кулачковых механизмов. В V-образных насосах возможны два варианта привода. В первом варианте один кулачок

обслуживает два плунжера (левого и правого блоков), а угол развала головок насоса должен соответствовать углу развала цилиндров, что исключает унификацию корпусов насоса для семейства дизелей с различными углами развала блоков. Согласно второй схеме, каждый плунжер обслуживается своим кулачком, и вал имеет число шайб, соответствующее числу плунжеров насоса. В этом случае несколько увеличивается длина насоса, однако создается возможность для унификации корпусов.

В насосах распределительного типа применяются механизмы кулачковых приводов трех типов (см. рис. 2). Во втором типе привода чаще применяется конструктивная схема, при которой шайба с кулачковым профилем неподвижна, а ротор с размещенными в нем плунжерами вращается. Наименьшую массу возвратно-поступательно движущихся частей имеет второй тип (см. рис. 2) кулачкового привода. Достоинством торцевого привода является простота осуществления вращательного движения плунжера-распределителя от соосного приводного вала.

Схема с внешним кулачковым профилем требует для осуществления вращательного движения плунжера специальной кинематической передачи, обычно зубчатой. Второй вариант привода предопределяет необходимость в специальном распределителе топлива между отдельными штуцерами насоса. Первый вариант позволяет просто осуществить привод нескольких плунжеров за счет установки на одном валу рядом стоящих кулачковых шайб. Легче осуществить регулирование угла опережения впрыскивания при использовании второго и третьего типов приводов, в которых угол изменяется разворотом кулачковой шайбы или траверсы с толкателями.

В первом варианте привода с внешним кулачковым профилем за счет больших радиусов дугового профиля и ролика удается добиться меньших контактных напряжений между рабочими профилями; во втором варианте напряжения, как правило, бывают более высокими. В торцевой кулачковой шайбе можно снизить действующие напряжения за счет применения в толкателе нескольких опорных роликов.

В АТД получили подавляющее распространение насосы с полным наполнением надплунжерного пространства и с регулированием подачи топлива отсечкой. В ряде моделей насосов распределительного типа (роторных) применяется регулирование подачи топлива степенью заполнения надплунжерного пространства.

Системы с полным наполнением надплунжерного пространства менее чувствительны к изменению условий на всасывании, чем системы с частичным наполнением путем дросселирования топлива на впуске. В последних на цикловую подачу влияет уровень давлений перед дросселем, который может изменяться как вследствие загрязнения топливных фильтров, так и в пределах одного цикла из-за колебательных явлений, возникающих в питающем контуре системы. Поэтому системы с дросселированием топлива на впуске обеспечивают, как правило, менее стабильную часовую подачу топлива, чем схемы насосов с полным наполнением дозированием отсечкой топлива.

При изменении подачи отсечкой за счет смещения ГНН, а также в схемах с дросселированием топлива на впуске с уменьшением $V_{п}$ уменьшается угол опережения впрыскивания. Такое автоматическое корректирование угла следует признать положительным, так как это приводит к уменьшению периода индукции при работе на частичных нагрузочных режимах и соответственно к уменьшению жесткости процесса сгорания без ухудшения топливной экономичности.

Малой чувствительностью к сопротивлению нагнетательного тракта обладают системы, в которых конец подачи определяется остановкой плунжера, так как практически все топливо, подаваемое плунжером, выталкивается в нагнетательный тракт независимо от его сопротивления.

С точки зрения формирования характеристики впрыскивания заслуживают предпочтение схемы дозирования с отсечкой топлива в конце подачи, так как они обеспечивают получение короткого форсированного впрыскивания с необходимыми фронтами изменения давления. В схемах с остановкой плунжера в конце подачи формирование импульса давления в насосной секции протекает при низких скоростях плунжера, вплоть до его полной остановки.

В рабочем цикле с отсечкой в начале и в конце подачи топлива закрытие дополнительных окон (ГНН) и открытие отсечных окон (ГКН) осуществляется кромками плунжера при его нагнетающем ходе. Это позволяет разогнать плунжер до требуемых высоких скоростей к началу геометрически активного хода, увеличить давление нагнетания и обеспечить быстрое падение давлений в конце подачи вследствие резкого открытия отсечных окон.

Наряду с изложенными преимуществами этому традиционному циклу присущ ряд недостатков. Перекрытие дополнительных окон плунжером при своем поступательном движении (рис. 3) приводит к защемлению топлива, загрязненного абразивом, в надплунжерном пространстве, которое в период перекрытия торцом плунжера 2 дополнительных окон 1 устремляется в образуемую при этом щель и вызывает гидроэрозионный износ уплотняющих поверхностей втулки и плунжера.

Анализ изношенных в эксплуатации, а также в процессе ускоренных испытаний плунжерных пар показал, что суммарный износ поверхностей в районе дополнительных окон может составлять 12—18 мкм, в то время как в зоне отсечных отверстий всего 2—5 мкм. Повышенный износ поверхностей втулки и плунжера в зоне дополнительных окон приводит к уменьшению подачи топлива на режиме пуска, что ограничивает срок службы насоса. Это особенно проявляется в насосах распределительного типа, так как в них плунжер совершает несколько рабочих ходов за один оборот приводного вала. Поэтому при использовании насосов распределительного типа предъявляются повышенные требования к системе фильтрации топлива.

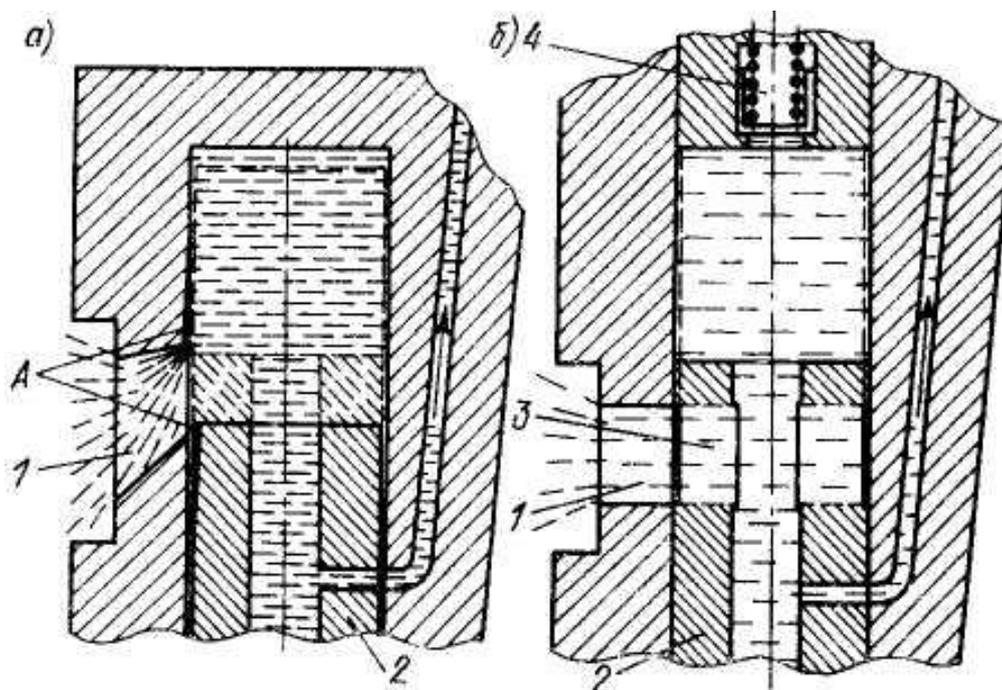


Рисунок 3 - Схемы работы нагнетающих секций при обычном (а) и новом (б) рабочем цикле: 1 — наполнительное окно втулки; 2 — плунжер; 3 — наполнительное окно плунжера; 4 — поршень; А — зоны износов

Активный ход плунжера составляет в топливных насосах АТД 1,0—5,0 мм (большие значения относятся к режиму пуска), а общий ход плунжера равен 6—15 мм. Таким образом, полезно используется только 15—30% хода плунжера.

При перекрытии наполнительных окон плунжер выталкивает топливо в питающую полость, в которой возникают колебательные процессы, распространяющиеся в системе низкого давления. Это приводит к снижению пропускной способности питающего тракта. Особенно эти явления проявляются в насосах с малыми объемами полости питания, например, в насосах распределительного типа. Незначительная степень использования общего хода плунжера для подачи топлива к форсунке вызывает увеличение мощности, необходимой для привода топливного насоса вследствие дополнительных затрат энергии на дросселирование в наполнительных окнах на вспомогательных участках хода плунжера.

Изложенные особенности присущи рядным многоплунжерным насосам и большинству применяемых плунжерных насосов распределительного типа, в которых рабочий процесс полностью заимствован от рядных многоплунжерных насосов, хотя наличие вращающегося распределителя в них позволяет по-новому организовать рабочий цикл в насосной секции.

В ЦНИТА для насосов распределительного типа был разработан новый рабочий цикл, отличающийся следующими особенностями (рис. 3, б). Общий ход плунжера выбирается таким, чтобы описываемый им объем был примерно на 10—20% больше V_{\max} на пуске. Процесс организовывается таким образом, чтобы активный ход начинался непосредственно с НМТ

плунжера 2. С этой целью наполнительные окна втулки 1 сообщаются с надплунжерным пространством соответствующими пазами плунжера 2 в начале обратного хода плунжера и закрываются на время выстоя плунжера в НМТ при вращательном движении плунжера-распределителя 2.

Такая организация рабочего процесса позволяет уменьшить общий ход плунжера, снизить неравномерность чередования углов начала подачи топлива к форсунке насоса и, самое главное, исключить перетекание топлива в наполнительные окна, а соответственно существенно повысить износостойкость плунжерной пары (рис. 4).

Новый рабочий цикл в насосной секции осуществляется следующим образом (рис. 5). В начале хода плунжера 3 от положения ВМТ открываются наполнительные окна 5 и начинается процесс наполнения надплунжерного пространства по мере освобождения его объема перемещающимся плунжером. В положении, соответствующем НМТ, осуществляется выстой плунжера, в период которого вследствие вращательного движения плунжера кромками окон 5 перекрывается плунжер наполнительных окон 6 втулки. Заканчивается процесс наполнения, и спустя некоторый угловой промежуток поворота плунжера начинается его нагнетающий ход.

В насосной секции расположен поршень 1 который одним торцом закрывает надплунжерное пространство, а второй торец его нагружен пружиной и полостью питания. В начале нагнетающего хода плунжера

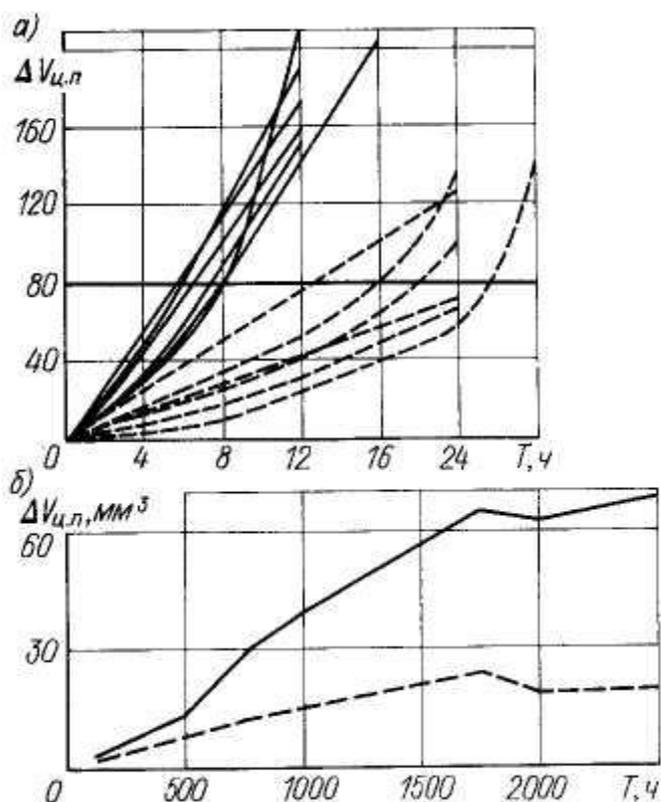


Рисунок 4 - Графики изменения цикловых подач в процессе ускоренных (а) и в период эксплуатационных (б) испытаний:

----- в насосах типа НД с традиционным рабочим циклом;
 _____ в насосах типа НДУ с рабочим процессом ЦНИТА

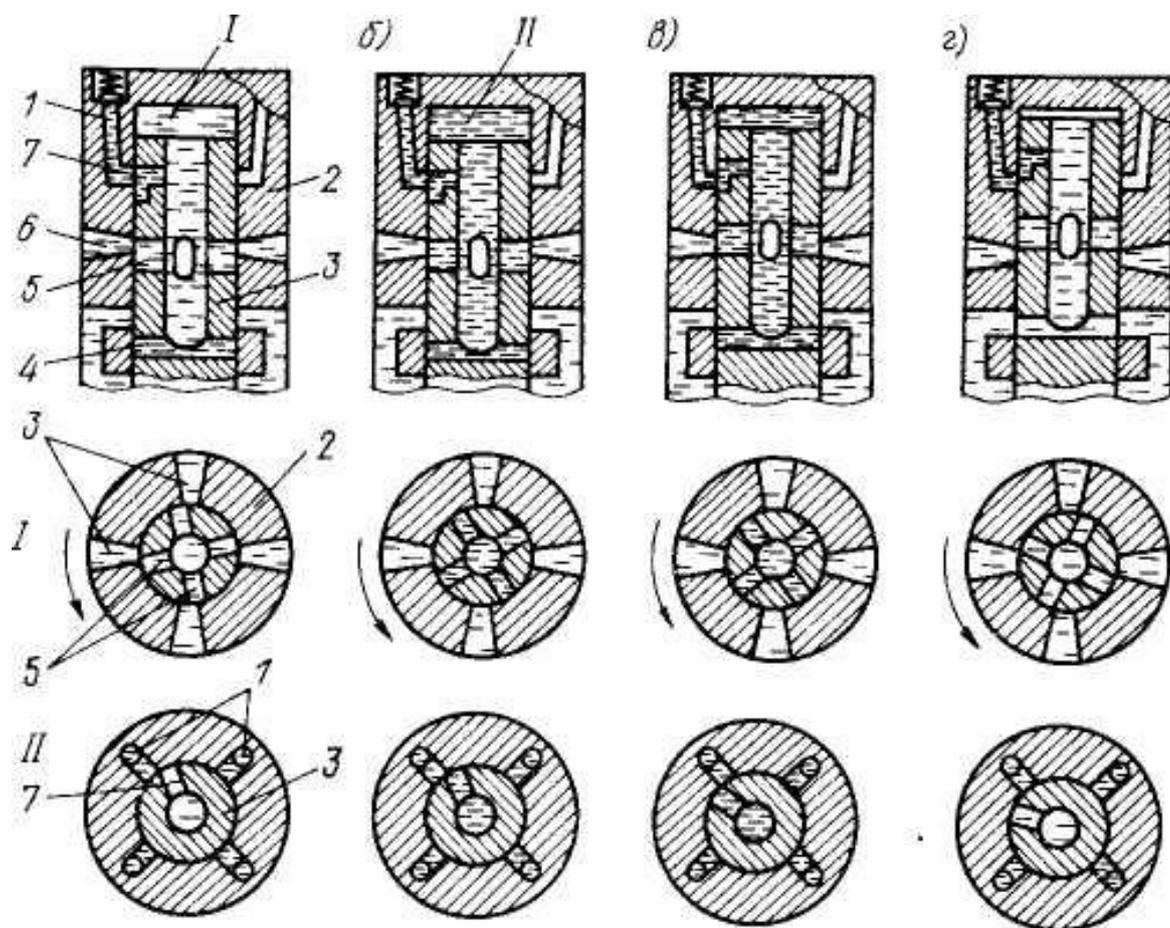


Рисунок 5 - Схемы насосной секции с новым рабочим процессом:

- а — конец наполнения;
- б — начало подачи; в — конец подачи;
- г — начало наполнения;

1 — распределительное отверстие втулки; 2 — втулка; 3 — плунжер; 4 — отсечное отверстие плунжера; 5 — наполнительное отверстие плунжера; 6 — наполнительное отверстие втулки; 7 — распределительное отверстие плунжера; / — полости с низким давлением; // — полости с высоким давлением

поршень перемещается до упора и лишь после этого начинается активный ход плунжера. Введение поршенька позволяет исключить влияние неточности в изготовлении профиля кулачка на стабильность установочных углов опережения впрыскивания и является средством управления начальным этапом нагнетания топлива (передним фронтом характеристики впрыскивания).

Описанный рабочий цикл ЦНИТА был реализован в СССР в конструкциях насосов НДК и НДУ, созданных на базе насосов семейства НД, и в новых конструкциях насосов семейства НДСП с торцевым кулачковым приводом. В последующем этот же цикл был реализован фирмой «Р. Бош» в конструкциях насосов распределительного типа EP/VE.

Главными достоинствами насосов распределительного, типа по сравнению с традиционными рядными многоплунжерными насосами являются меньшее число деталей, существенно меньшие масса (в 1,5—2 раза) и габаритные размеры (в 1,5—2,5 раза). Удельная масса насосов

распределительного типа составляет 45—85 г на 1 м³ Вц.н., в то время как у рядных насосов — 75—125 г/мм³. В насосах распределительного типа более просто реализуются автоматические устройства: в большинстве моделей автомат угла опережения впрыскивания органически встраивается в конструкцию насоса. Кроме того, в насосах этого типа существенно меньше требуемое перестановочное усилие органа, управляющего подачей топлива, что позволяет упростить конструкцию механического регулятора, облегчить оснащение насоса другими корректирующими устройствами (положительным и отрицательным корректорами скоростной характеристики, вязкостным и высотным корректорами и др.) и использовать для прямого управления подачей топлива электрические, исполнительные механизмы и электронные схемы регулирования. Поскольку в насосах распределительного типа один плунжера зачастую и один нагнетательный клапан обслуживает все или группу цилиндров дизеля, в них обеспечивается большая стабильность в эксплуатации степени неравномерности подач топлива. У этих насосов меньшая протяженность, а соответственно и большая жесткость корпуса и деталей кулачкового привода, что создает предпосылки для организации интенсивного впрыскивания в них топлива.

Рядные многоплунжерные золотниковые насосы, созданные для быстроходных дизелей впервые еще в 1927 г. фирмой «Р. Бош», имели до 1960—1970-х гг. подавляющее распространение в АТД. В конце 1940-х и начале 1950-х гг. вначале в США, а затем и в Европе было организовано массовое производство насосов распределительного типа.

На основе непрерывного совершенствования их конструкции и технологии производства (некоторые элементы насосов распределительного типа требуют более высокой точности изготовления) масштабы производства насосов распределительного типа непрерывно возрастали, и в настоящее время они находят преимущественное распространение за рубежом (85%) на легковых автомобилях и легких грузовиках (до 3,5 т). В сельскохозяйственной технике применяемость насосов распределительного типа достигла 60%, а на тяжелых грузовиках, промышленных и судовых дизелях — 30—35% . "

В СССР производство насосов распределительного типа для тракторных и комбайновых дизелей достигло 35%, в автомобилестроении насосы распределительного типа также применяются.

2.3 Типы форсунок.

Наиболее распространены в АТД закрытые клапанно-сопловые форсунки: многодырчатые для дизелей с непосредственным впрыскиванием топлива и штифтовые для вихрекамерных и форкамерных дизелей. В этих форсунках применяются игольчатые конические запорные клапаны, хотя в последние годы снова появляется интерес к более простым шариковым запорным клапанам (рис. 6).

Гидрозапорные форсунки позволяют увеличить их ресурс и давление

открытия иглы, что является одним из средств форсирования впрыскивания и в последние годы стало привлекать внимание специалистов.

В многодырчатых распылителях распыливающие отверстия могут выходить на запирающий конус корпуса, что уменьшает объем заигольного пространства и облегчает размещение сопловых отверстий по периферии конуса. Пока более распространены распылители, в которых под иглой имеется центральный канал, из которого начинаются сопловые отверстия. Отдельными фирмами выпускаются форсунки малогабаритных конструкций.

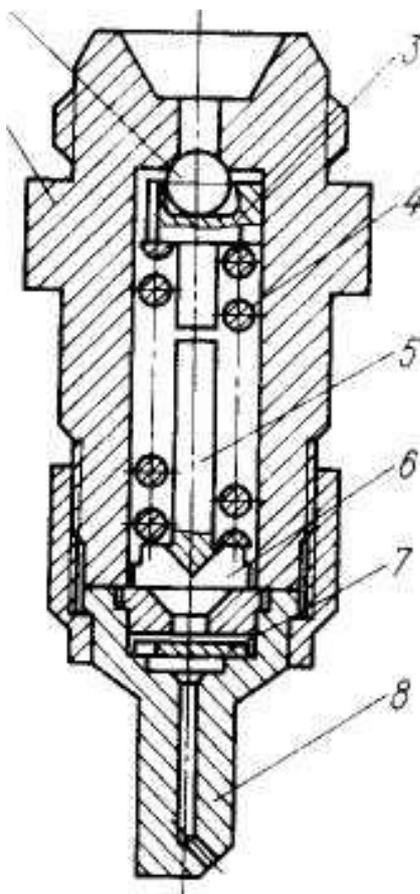


Рисунок 6 – Клапанно- сопловая форсунка:

1 — корпус; 2 — шариковый клапан; 3 — седло клапана; 4 — пружина; 5 — ограничитель; 6 — упор пружины; 7 — пластинчатый клапан; 8 — распылитель

2.4 Типы регуляторов

Наибольшее распространение в АТД получили механические регуляторы прямого действия, в которых импульсы от чувствительного элемента передаются непосредственно регулируемому органу насоса. В ряде случаев, когда перестановочные усилия органа, управляющего подачей топлива, велики, между чувствительным элементом и исполнительным органом включается усилитель — сервомотор. Такие регуляторы относятся к классу регуляторов непрямого действия.

По зоне охвата скоростных режимов регуляторы подразделяются на всережимные, многорежимные и двухрежимные, обеспечивающие автоматическое регулирование на режимах минимальных и максимальных чисел оборотов. По назначению регуляторы можно разделить на транспортные, устанавливаемые на дизели в транспортных установках, и стационарные, чаще прецизионные, обеспечивающие высокоточное регулирование частоты вращения в дизель-электрических агрегатах. По принципу действия чувствительного элемента регуляторы подразделяются на механические с центробежным чувствительным элементом, пневматические, гидравлические и электрические. Кроме чувствительного и исполнительного элементов в регуляторы АТД входят функциональные устройства: корректор подачи топлива при работе по внешней характеристике и пусковой обогатитель подачи топлива на режиме пуска.

К регуляторам также следует отнести автоматы изменения угла опережения начала подачи топлива и устройства защиты дизеля при

аварийных ситуациях. Автоматы угла начала подачи топлива (опережения впрыскивания) в рядных насосах выполняются в виде отдельного узла и навешиваются на вал насоса или устанавливаются в приводную шестерню, что усложняет конструкцию ТА или двигателя. В насосах распределительного типа применяются встроенные малогабаритные устройства автоматического регулирования угла начала подачи топлива, что является преимуществом насосов этого типа. Автоматы угла опережения начала подачи топлива могут быть механическими, гидромеханическими и электромеханическими.

Устройства защиты, включаемые в конструкцию ТА, в основном мощных АТД, автоматически выключают подачу топлива при аварийных ситуациях: падении давления масла в системе дизеля, повышении выше допустимой температуры отработавших газов и др. Предусматриваются также в конструкции устройства принудительного быстрого выключения подачи топлива водителем, например, в ТА для дизелей автомобилей.

2.5 Типы топливоподкачивающих помп

В АТД применяются механические подкачивающие насосы циклического (диафрагменные, поршневые) и ротационного (шестеренные и роторно-лопастные) действия. В специальных системах многотопливных двигателей в качестве вспомогательных помп применяются насосы с электроприводом.

Наиболее распространенным типом насоса является поршневой подкачивающий насос двойного действия с автоматическим изменением хода поршня. Рабочий ход поршня осуществляется под воздействием пружины: возвратный ход, в течение которого рабочая полость заполняется, а часть топлива нагнетается в питающую магистраль, происходит под воздействием кулачка-эксцентрика. Обычно подкачивающие помпы снабжаются ручным прокачивающим насосом для удаления воздуха из системы перед пуском. Преимуществами поршневой помпы являются сохранение высоких значений коэффициента подачи на малых скоростных режимах, а также меньшее, чем в других типах помп, влияние износа деталей на производительность помпы.

В топливной аппаратуре применяется прецизионная поршневая помпа многотопливных двигателей. Диафрагменная помпа обычно создает небольшой перепад давлений и используется как первая ступень в системах с двумя помпами. В этих же системах в качестве второй ступени применяются ротационные насосы — шестеренные с внешним и внутренним зацеплением зубьев, а также роторно-лопастные. Недостатком шестеренных насосов является существенное уменьшение коэффициента подачи при снижении

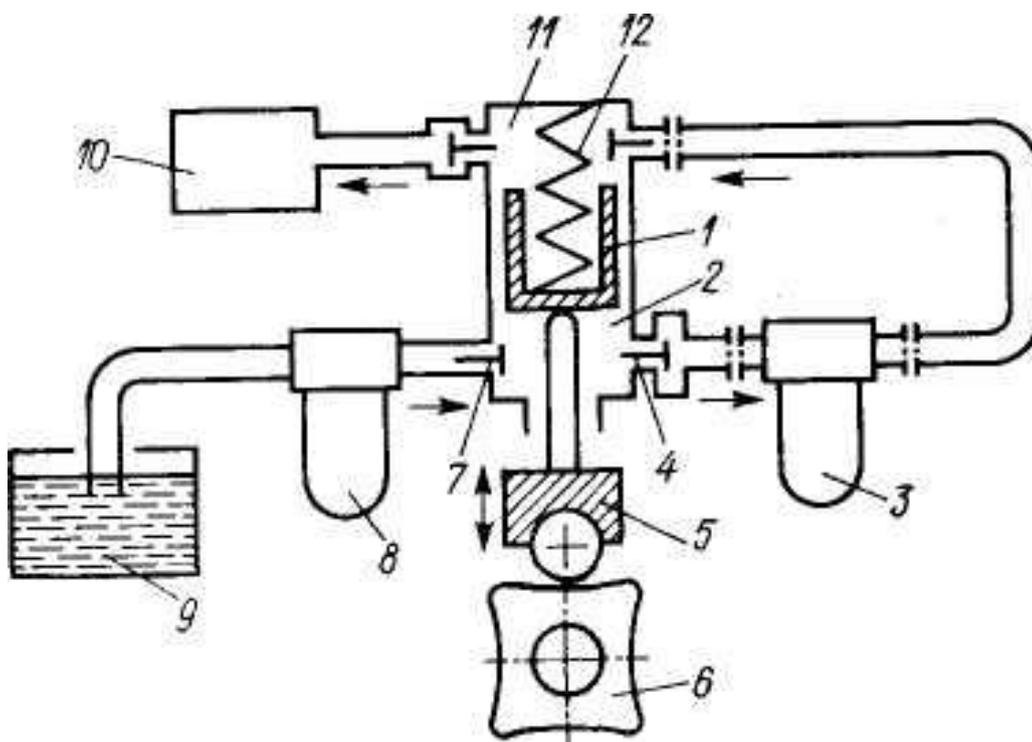


Рисунок 7 – Двухступенчатая помпа:

1 — поршень; 2 — полость нагнетания первой ступени; 3 — фильтр тонкой очистки; 4 — нагнетающие клапана; 5 — толкатель; 6 — кулачок; 7 — всасывающие клапаны; 8 — фильтр грубой очистки; 9 — топливный бак; 10 — насос высокого давления; 11 — полость нагнетания второй ступени; 12 — пружина

скоростного режима в связи с увеличением утечек топлива через торцевые и радиальные зазоры, особенно при износе качающих элементов насоса. У роторно-лопастных насосов этот недостаток выражен в меньшей степени, чем у шестеренных. Возможна замена двух подкачивающих насосов одной поршневой помпой двойного действия (рис. 7).

2.6 Типы топливных фильтров

В топливной системе применяются четыре группы фильтров: 1) приемные и заливные фильтры, расположенные в баках, изготовляемые обычно из латунных сеток и предохраняющие от попадания в топливную систему крупных механических частиц; 2) фильтр грубой очистки топлива; 3) фильтры тонкой очистки топлива; 4) форсуночные фильтры.

Фильтры грубой очистки топлива предназначены для улавливания крупных механических примесей размером 20—40 мкм и более и воды. Обычно они устанавливаются между баком и подкачивающей помпой, частично защищая ее от загрязнения. Эти фильтры должны обладать относительно малым гидравлическим сопротивлением и достаточным пространством для оседания частиц и отстоя воды. В настоящее время применяются в основном два типа грубых фильтров: щелевые, в которых топливо фильтруется, проходя через щели, образуемые специальными

пластинами или профилированной проволокой, и инерционно-отстойные, в которых твердые частицы и вода выделяются из топлива при изменении направления и скорости потока на входе в корпус фильтра. Фильтры второго типа являются более дешевыми, обеспечивают эффективную очистку топлива и широко используются в современных дизелях. В последние годы ведутся работы по осуществлению первоначальной грубой очистки топлива непосредственно в топливном баке.

Фильтры тонкой очистки топлива служат для окончательной очистки топлива от абразивных частиц. Выполняются они одно- и двухступенчатыми. Двухступенчатые фильтры обеспечивают более надежную фильтрацию и получают все большее распространение. В качестве фильтрующего материала в фильтрах тонкой очистки применяются силикатная и металлическая керамика, древесная масса, хлопчатобумажная нить, специальная фильтровальная бумага и др. В последние годы начали широко использовать бумажные фильтры тонкой очистки, которые обладают высокой эффективностью, длительным сроком службы и недороги в изготовлении.

Форсуночные фильтры предназначены для предохранения распылительных пар форсунок от технологической грязи, которая может попасть из корпуса насоса и нагнетательного трубопровода. В основном применяются два типа форсуночных фильтров: сетчатые и щелевые. Устанавливаются фильтры обычно в приемном штуцере форсунки. Применение фильтров повышает надежность работы распылителей, но несколько усложняет конструкцию форсунок.

3 НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ

3.1 Подкачивающие насосы.

На ТА отечественных дизелей применяются поршневые подкачивающие насосы (рис. 8, а, б, табл. 1 и 2). Основные требования, правила приемки и методы испытаний на подкачивающие насосы регламентируются ГОСТ 15829—77. Максимальное давление топлива, создаваемое насосом, должно быть не менее 0,17 МПа. На дизеле В-30Б применяются роторно-лопастные помпы (рис. 8, г), на дизелях ЯАЗ — шестеренные (рис. 8, в). Насосы НДСП оборудуются двумя помпами: поршневой и роторно-лопастной.

3.2 Форсунки.

Отечественные многодырчатые форсунки 6Т2, 6А1, ФД-22 имеют угловую фиксацию

Таблица 1 – Параметры подкачивающих насосов

Модель насоса высокого давления	Диаметр поршня, мм	Ход поршня sn. п, мм	Усилие пружины поршня, Н		Максимальный напор при перекрытом штуцере, МПа	Зазор между поршнем и корпусом у новой помпы, мм
			начальное	максимальное		
4ТН	22	10	42	82	0,24	—
УТН-5	24	6,5	42	68	0,17	0,010—0,038
ЯМЗ-236	22	10	155	252	0,41	0,006—0,042
НД21	22	8	174	216	0,36	0,006—0,042

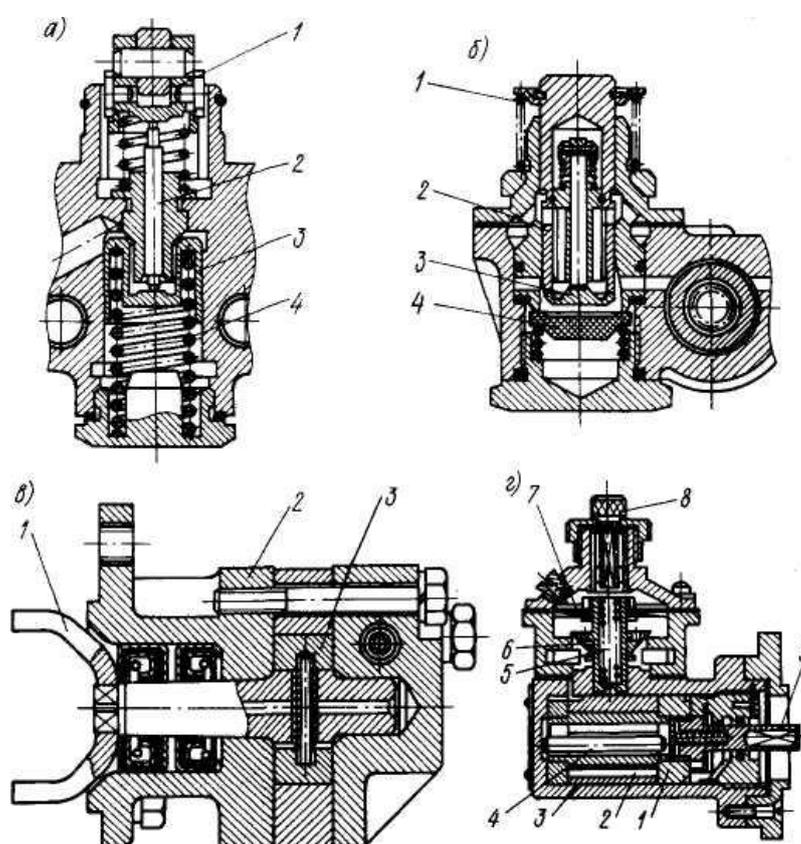


Рисунок 8 – Подкачивающие помпы:

- а - качающий узел помпы насоса НД21/4: 1 — толкатель; 3 — поршень; 4 — пружина;
- б - качающий узел прецизионной помпы: 1 — пружина; 2 — поршень; 3 — всасывающий клапан; 4 — нагнетательный клапан;
- в - шестеренная помпа дизеля ЯАЗ: 1 — муфта; 2 — корпус; 3 — качающий элемент;
- г — роторно-лопастная помпа: 1 — втулка; 2 — лопасти; 3 — корпус; 4 - ось; 5 — пружина; 6 — редукционный клапан; 7 — мембрана; 8 — регулировочный шток; 9 — приводной вал

Таблица 2 – Показатели производительности * подкачивающих насосов

(ГОСТ 15829—77*Е)

Частота рабочих циклов поршня, Гц (частота вращения вала, мин ⁻¹)	Объемная подача*, л/мин, не менее, при ходе поршня, мм		
	6,0	8,0	10,0
10,8 (650)	0,75	1,00	1,25
14,1 (850)	1,00	1,30	1,68
16,7 (1000)	1.15	1,55	1,90

• При разрежении на всасывании не менее 0,012 МПа и противодавлении не менее 0,08 МПа.

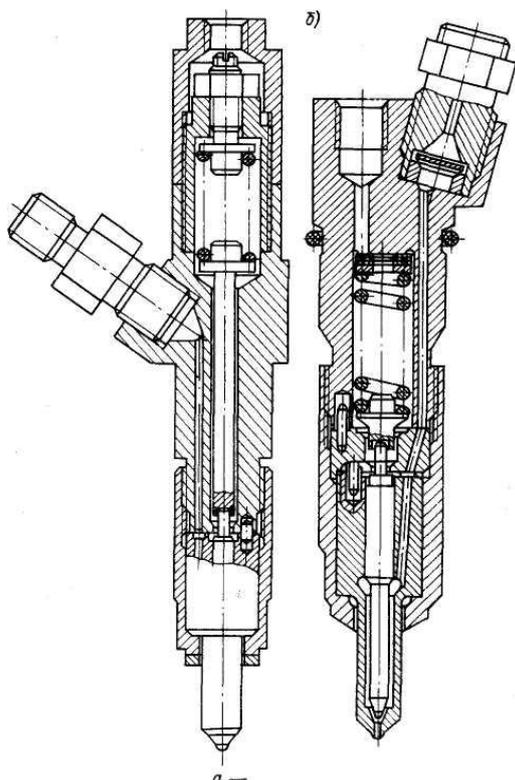


Рисунок 9 – Форсунки: а-ФД-22; б — дизелей КАМАЗ

фиксацию распылителя относительно корпуса с помощью штифта и одну и ту же принципиальную схему.

Гайки распылителей имеют следующие размеры наружного диаметра:

Модель форсунки	ФШ	6Т2	6А1	ЯМЗ-236	ФД-22	ЧТЗ
D _г , мм.....		25	25	24	24	24
		22	25			

Таблица 3 – Основные размеры фильтров грубой очистки (рис. 10, а)

Типоразмер фильтра	Максимальная пропускная способность, кг/ч	H ₁	H ₂	B ₁	B ₂	A ₁	A ₂	d
		мм						
ФГ-10	10	170	146	100	98	50	32	8,5
2ФГ-10	20	170	170	125	198	62	60	11
ФГ-25	25	194	170	122	120	60	46	11
ФГ-75	75	275	250	148	144	75	50	13
2ФГ-75	150	275	262	165	288	83	98	15
ФГ-100	100	272	210	133	112	77	39	9
2ФГ-100	200	272	256	172	224	77	75	11
ФГ-150	150	315	290	200	195	100	100	17

Примечание. Таблица устанавливает размеры базовых моделей фильтров и не распространяется на фильтры с дополнительными устройствами, устанавливаемыми на них.

* Расстояние между отверстиями крепежного фланца.

Габаритные и присоединительные размеры форсунок регламентируются

ГОСТ 15059—77, в котором предусмотрен ряд установочных диаметров: 17, 22, 24, 25 мм. Длина бесштифтовой форсунки 222 мм, штифтовой — 122 мм. Биение носика распылителя относительно установочного диаметра не должно превышать 0,3 мм. Требования к месту установки форсунок в головках тракторных и комбайновых дизелей регламентируются ГОСТ 622—81.

На рис. 9, б представлена бесштанговая форсунка с нижним расположением пружины, применяемая на дизелях КАМАЗ.

Для тракторных и комбайновых дизелей разработана модификация форсунки ФДМ-22, имеющей центровку в головке по корпусу форсунки и модернизированный узел регулировки усилия затяжки иглы форсунки, а также форсунки МДФ с установочным диаметром 22 мм (предусматривается модификация с установочным диаметром 17), имеющей нижнее расположение пружины и укороченную штангу, крепление накладной скобой и уменьшенную до 0,4 кг массу (масса форсунки ФД-22 — 0,75 кг).

3.3 Топливные фильтры

На тракторных дизелях до 1968 г. применялся фильтр грубой очистки топлива щелевого, типа. Такого типа фильтры сохранились на двигателях Д54А, Д-75, Д-108. С 1969 г. на дизелях начали применять фильтры отстойно-инерционного типа ФГ, разработанные ЦНИТА (табл. 3 и 4, рис. 10, а).

Основные параметры фильтров ФГ регламентировались ГОСТ 15048—76*. Тонкость отсева механических примесей должна быть 15—80 мкм (фильтров тракторных и комбайновых дизелей не более 40 мкм, а полнота

Таблица 4 – Параметры фильтров грубой очистки ФГ

Типоразмер фильтра	Объем внутренней полости стакана, л	Примерный объем отстойной полости, л	Пропускная способность, л/ч	Перепад давлений, кПа	Наружный диаметр стакана, мм
ФГ-10	0,30	0,1	10	0,68	70
ФГ-25	0,75	0,2	25	1,36	96
ФГ-75	1,50	0,4	75	5,44	120

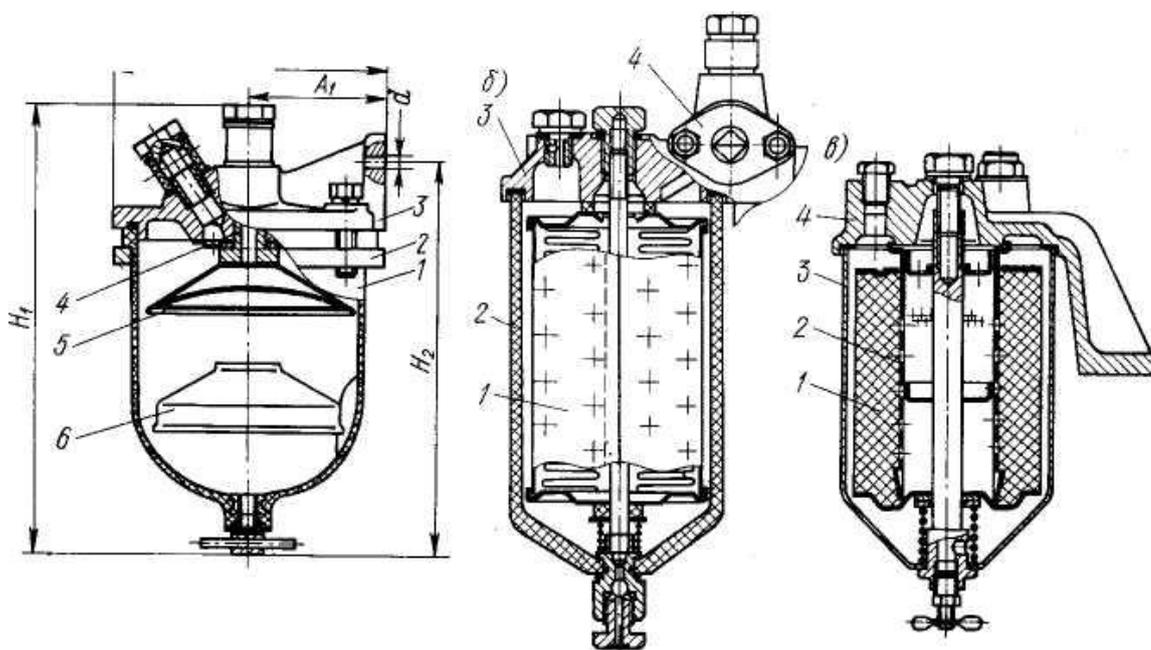
отсева — не менее 30%. Полнота отсева воды — не менее 80%. Перепад давления на фильтре при максимальной пропускной способности не должен превышать 981 Па, а предельный перепад у загрязненного фильтра, не нарушающий его прочности, должен быть не менее 0,0981 МПа. Фильтр должен обеспечивать работу при разрежении до 0,0588 МПа.

Стаканы фильтров могут изготавливаться из металла или прозрачной пластмассы, а детали фильтров должны изготавливаться из водобензо- и маслостойких материалов или иметь защитные покрытия. В фильтрах тонкой очистки топлива на отечественных тракторных дизелях ранее

применявшиеся фильтрующие элементы, изготовленные из хлопчатобумажной пряжи, заменены в фильтрах ТФ и 2ТФ элементами из специальной фильтровальной бумаги марки БФДТ, свиваемой в фильтрующую штору (рис. 10, б). В фильтрах дизелей ЯМЗ (рис. 10, в) использовались элементы, состоящие из древесных опилок. На дизелях КАМАЗ применяются бумажные фильтрующие элементы (бумага свернута в форме звездочки). На отечественных тракторных дизелях в основном применяются двухступенчатые фильтры тонкой очистки топлива.

Разработаны современные совмещенные в одном цилиндре (один внутри другого) фильтрующие элементы ЭФТ с первой и второй ступенями, работающими последовательно. Основные размеры фильтрующих элементов ЭФТ: диаметр 90 мм, длина 125 мм. На дизелях ВТЗ и РПОМ применяются фильтры ФТ-75 (цифра указывает максимальную пропускную способность, л/ч), на дизелях семейства СМД 14 (21) — ФТ75А (индекс «А» указывает тип крепления стакана к корпусу — центральным болтом), на дизелях АМЗ и Д-160 (ЧТЗ) — ФТ-150А, а на дизелях 8ДВТ-300 — фильтр с четырьмя элементами ЭФТ-75. На дизелях ММЗ применяется фильтр со специальным корпусом и элементом ЭФТ-75.

В бумажных фильтрах заслуживают предпочтения конструкции фильтрующей шторы, которые обеспечивают как можно меньшее число сгибов бумаги, в которых возможны ее прорывы и увеличение сечения проходящих путей



а)

Рисунок 10 – Топливные фильтры:

- а** — грубой очистки; 1 — стакан; 2 — фланец; 3 — кронштейн; 4 — щиток; 5 — отражатель; 6 — успокоитель; **б** — тонкой очистки 2ТФ2: 1 — фильтрующий элемент; 2 — корпус; 3 — крышка; 4 — кран для очистки элементов противотоком;
- в** — тонкой очистки дизелей ЯМЗ; 1 — фильтрующий элемент; 2 — сетка; 3 — стакан; 4 — крышка

Таблица 5 – Требования к основным показателям качества работы

фильтров тонкой очистки (ГОСТ 14146—88)

Показатель	Нормы для дизелей, имеющих топливный насос высокого давления с плунжером диаметром, мм	
	До 12	Св. 12
Полнота отсева фильтров, не менее:		
-для всех дизелей, кроме автомобильных	0,9	0,85
-для автомобильных дизелей	0,85	0,80
Тонкость отсева фильтров, мкм, не более:		
-для всех дизелей, кроме автомобильных	3	5
-для автомобильных дизелей	5	7
Ресурс фильтрующих элементов до их замены при использовании дизельных топлив с коэффициентом фильтруемости $K \leq 2$ (ГОСТ 19006—73), ч, не менее:		
-для всех дизелей, кроме автомобильных	1500	1000
-для автомобильных дизелей	500	700
Перепад давления на фильтре, не вызывающий разрушения фильтрующего элемента, МПа	0,22	
Условная пропускная способность фильтров	По стандартам и техническим условиям на фильтры конкретного типа	
Примечание. Гидравлическое сопротивление чистого бумажного элемента не превышает 0,01 МПа.		

для загрязненного топлива. Поэтому более эффективно работают элементы, сформированные в виде звездочки или спирали (фильтры фирм САУ и «Р. Бош»).

Основные требования к фильтрам тонкой очистки топлива

регламентируются ГОСТ 14146—88. Детали фильтров и фильтрующих элементов должны иметь защитные покрытия или изготавливаться из материалов, не теряющих механических свойств от воздействия дизельного топлива и воды. Этим же стандартом регламентируются правила приемки и методы испытаний фильтров. Ориентировочные требования представлены в табл. 5.

3.4 Нагнетательные трубопроводы

Изготавливаются из бесшовных стальных труб высокого давления, соответствующих требованиям ГОСТ 11017—80. На отечественных дизелях применяются трубки с наружным диаметром $7 \pm 0,2$ мм и внутренним диаметром $2,0 \pm 0,05$ мм. В соответствии с ГОСТ 8519—81 в трубопроводах АТД в основном используются соединения типа СВН, На ряде дизелей (ЯМЗ) применяются соединения нагнетательных трубопроводов со штуцерами насоса с помощью поворотных угольников.

Трубопроводы, применяемые на отечественных дизелях, имеют следующую длину (мм):

Марка дизеля.....	Д-144	СМД-14	ЯМЗ-236	Д-240		
Длина трубопровода	670;725;890;1050	630	400	575		
Марка дизеля	АМ-41	АМ-01	Д-108 (160)	ЯМЗ-238	ЯМЗ-238НВ	
Длина трубопровода ..	750	880	1200	400	400	
Марка дизеля	СМД-60	СМД-80	СМД-31	Д-108	Д-130	Д-160
Длина трубопровода	1380	1530	916	1450	1450	1450

4 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ Д-260 (сравнить с системой питания двигателя Д-240, приведенной на стенде)

Система питания дизеля состоит из воздухоочистителя, воздухоподводящего трубопровода, впускного и выпускного коллекторов, турбокомпрессора, глушителя, топливного бака, топливных фильтров грубой и тонкой очистки, топливного насоса, форсунок и топливопроводов высокого и низкого давления

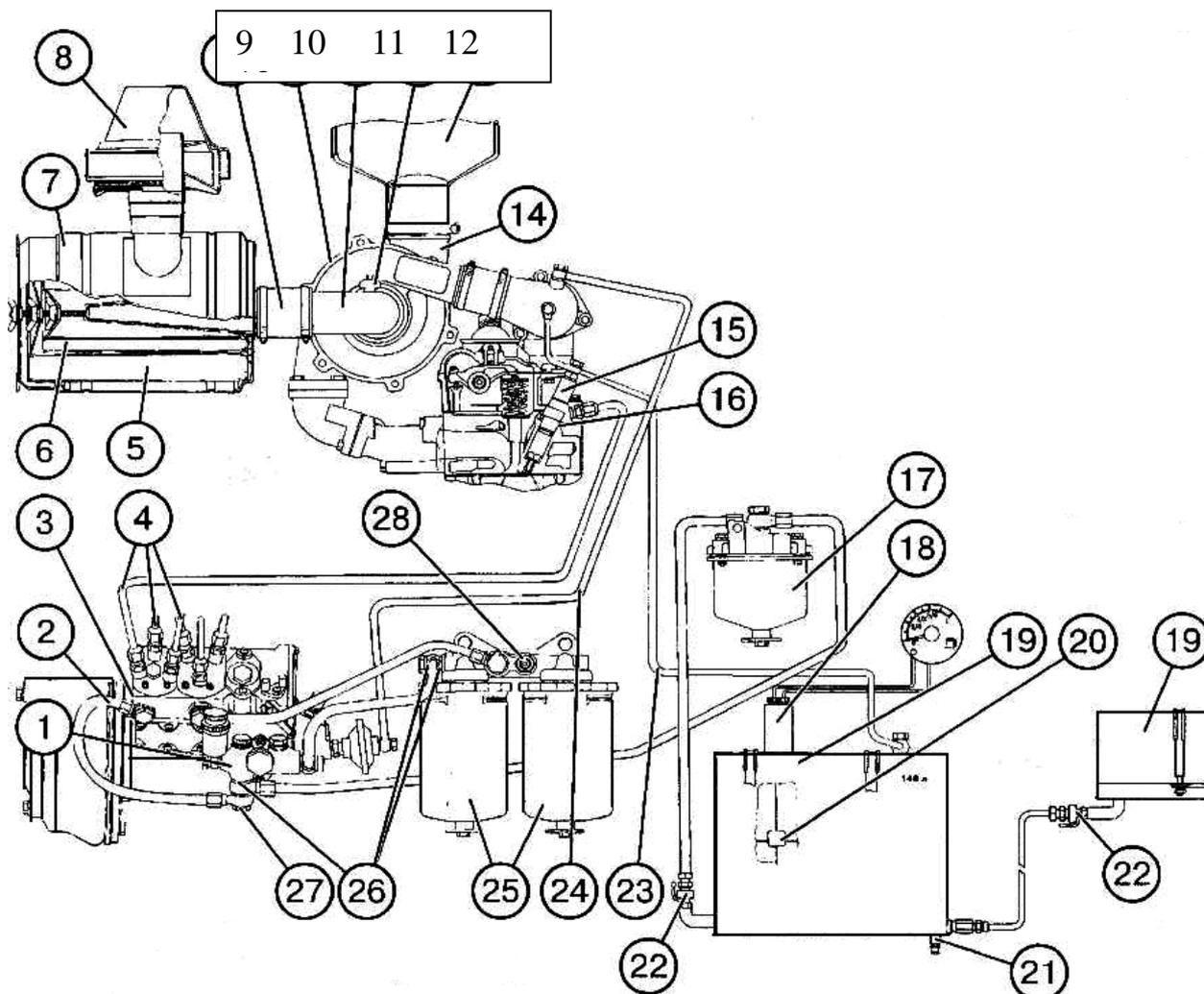


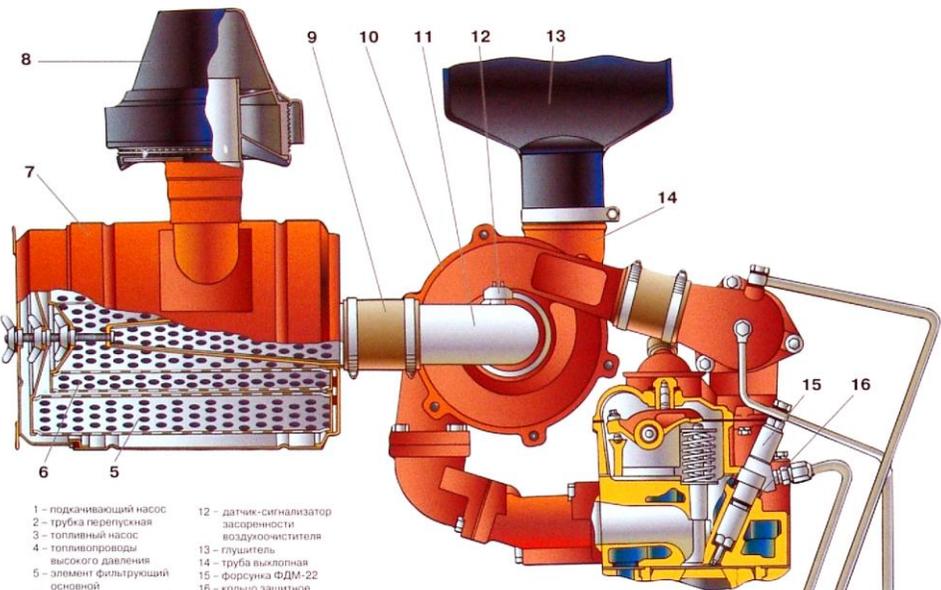
Рисунок 11 – Общая схема системы питания Д-260:

1 — подкачивающий насос; 2 — трубка перепускная; 3 — топливный насос; 4 — топливопроводы высокого давления; 5 — элемент фильтрующий основной; 6 — элемент фильтрующий контрольный; 7 — воздухоочиститель; 8 — моноциклон; 9 — рукав; 10 — турбокомпрессор; 11 — патрубков; 12 — датчик сигнализатора засоренности воздухоочистителя; 13 — глушитель; 14 — труба выхлопная; 15 — форсунка ФДМ-22; 16 — кольцо защитное; 17 — фильтр грубой очистки топлива; 18 — заливная горловина; 19 — бак топливный; 20 — поплавок измерителя топлива; 21 — штуцер слива отстоя из бака; 22 — краник запорный; 23 — дренажный трубопровод; 24 — трубка пневмо-корректора; 25 — фильтры тонкой очистки топлива; 26 — кольцо уплотнительное; 27 — болт; 28 — пробка для удаления воздуха.

СХЕМА СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ

ВОЗДУХООЧИСТИТЕЛЬ

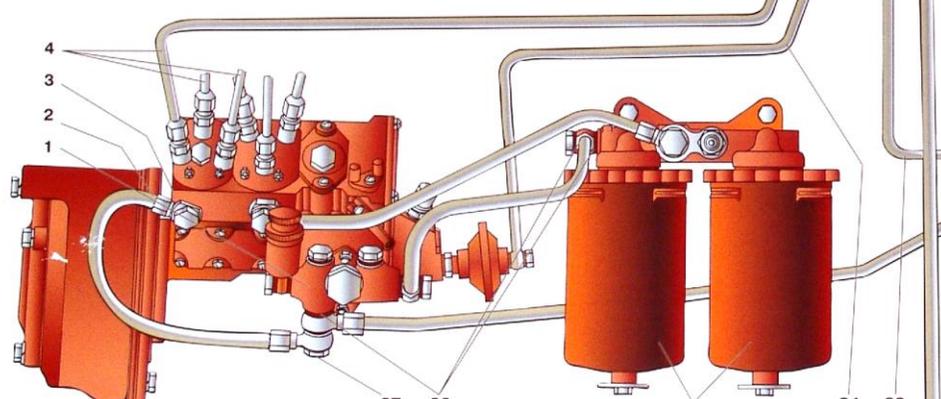
Сухого типа с фильтрующими элементами - бумажными фильтр-патронами из высокопористого картона



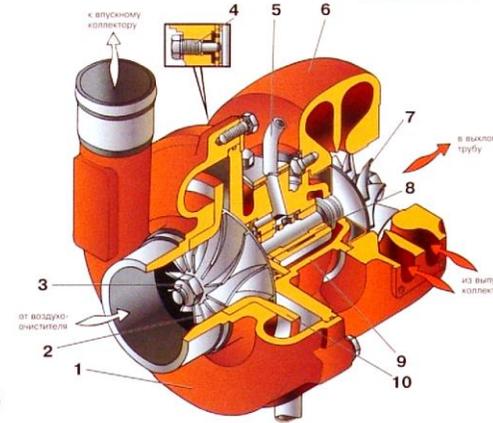
- 1 - подкачивающий насос
- 2 - трубка перепускная
- 3 - топливный насос
- 4 - топливопроводы высокого давления
- 5 - элемент фильтрующий основной
- 6 - элемент фильтрующий контрольный
- 7 - воздухоочиститель
- 8 - моноциклон
- 9 - рукав
- 10 - турбокомпрессор
- 11 - патрубок
- 12 - датчик-сигнализатор засоренности воздухоочистителя
- 13 - штуцел
- 14 - труба выхлопная
- 15 - форсунка ФДМ-22
- 16 - кольцо защитное
- 17 - фильтр грубой очистки топлива
- 18 - заливная горловина топлива
- 19 - бак топливный
- 20 - поллавок измерителя топлива
- 21 - штуцер слива отстоя из бака
- 22 - краник запорный
- 23 - дренажный трубопровод
- 24 - трубка пневмокорректора
- 25 - фильтры тонкой очистки топлива
- 26 - кольцо уплотнительное
- 27 - болт

ТОПЛИВНЫЙ НАСОС ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Распределительного типа, двухсекционный



ТУРБОКОМПРЕССОР



Турбокомпрессор использует энергию выхлопных газов для подачи в цилиндры дополнительного количества воздуха, способной более эффективно сжечь топливо. Избыточное давление воздуха за компрессором на максимальном режиме работы должно быть в пределах 0,07...0,1 МПа (0,7...1,0 кгс/см²)

- 1 - корпус компрессора
- 2 - колесо компрессора
- 3 - специальная гайка колеса компрессора
- 4 - фиксатор
- 5 - маслопроводящая трубка с фланцем крепления
- 6 - корпус турбины
- 7 - колесо турбины
- 8 - подшипник
- 9 - средний корпус
- 10 - диффузор
- 11 - диск
- 12 - вал
- 13 - подшипник

ПОДШИПНИКОВЫЙ УЗЕЛ ТУРБОКОМПРЕССОРА

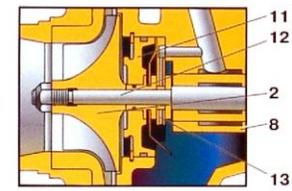
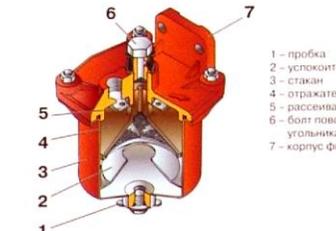


СХЕМА РАБОТЫ ТУРБОКОМПРЕССОРА

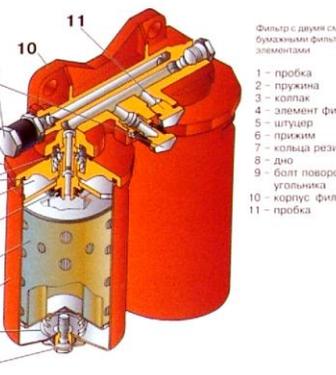


ФИЛЬТР ГРУБОЙ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА



- 1 - пробка
- 2 - услокитель
- 3 - стакан
- 4 - отражатель
- 5 - рассеиватель
- 6 - болт поворотного угольника
- 7 - корпус фильтра

ФИЛЬТР ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА

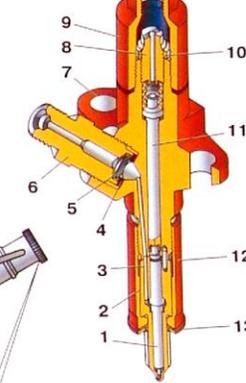


- Фильтр с двумя сменными бумажными фильтрующими элементами
- 1 - пробка
 - 2 - пружина
 - 3 - колпак
 - 4 - элемент фильтрующий
 - 5 - штуцер
 - 6 - прижим
 - 7 - кольца резиновые
 - 8 - дно
 - 9 - болт поворотного угольника
 - 10 - корпус фильтра
 - 11 - пробка

КОМПРЕССОР

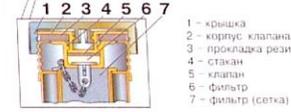


ФОРСУНКА



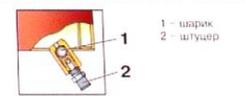
- 1 - игла
- 2 - корпус распылителя
- 3 - канал подвода топлива
- 4 - прокладка
- 5 - фильтр
- 6 - штуцер
- 7 - корпус форсунки
- 8 - винт
- 9 - колпак форсунки
- 10 - контргайка
- 11 - штанга
- 12 - гайка распылителя
- 13 - прокладки форсунки

ПРОВКА ТОПЛИВНОГО БАКА



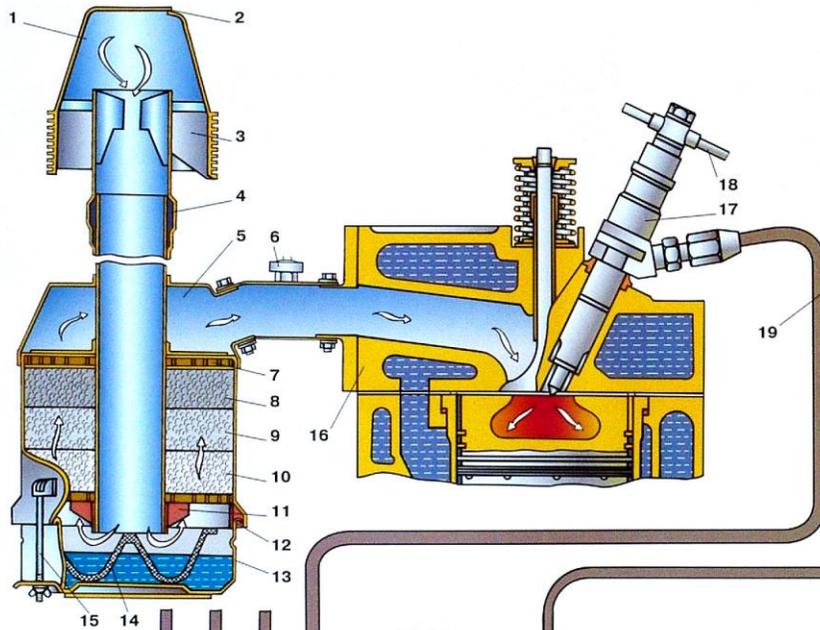
- 1 - крышка
- 2 - корпус клапана
- 3 - прокладка резиновая
- 4 - стакан
- 5 - клапан
- 6 - фильтр
- 7 - фильтр (сетка)

ШТУЦЕР ДЛЯ СЛИВА ОТСТОЯ ТОПЛИВА

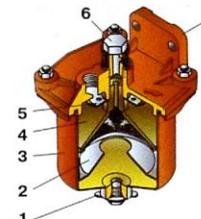


- 1 - шарик
- 2 - штуцер

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ Д-243

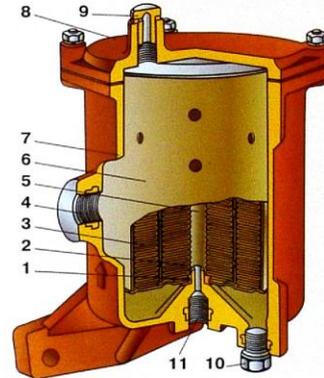


ФИЛЬТР ГРУБОЙ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА



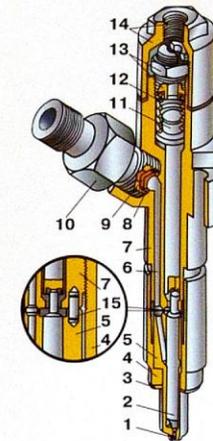
- 1 - пробка
- 2 - усилитель
- 3 - стакан
- 4 - отражатель
- 5 - распылитель
- 6 - борт поверхностного угольщика
- 7 - корпус фильтра

ФИЛЬТР ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА

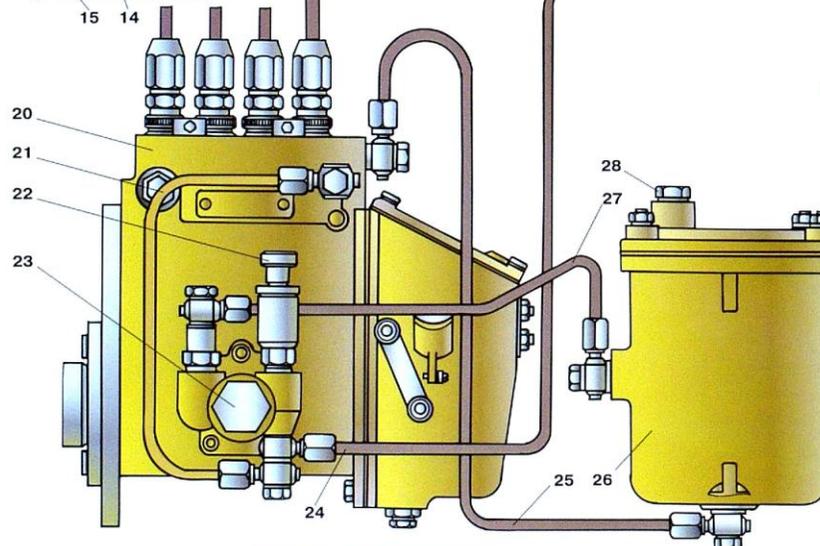


- 1 - резиновое уплотнение фильтрующего элемента
- 2 - фильтрующий элемент второй ступени очистки топлива (бумага)
- 3 - фильтрующий элемент первой ступени очистки топлива (бумага)
- 4 - резьбовое отверстие для подсоединения трубки подвода неочищенного топлива в фильтр
- 5 - полость очищенного топлива
- 6 - фильтрующий элемент
- 7 - корпус фильтра тонкой очистки топлива
- 8 - крышка фильтра тонкой очистки топлива
- 9 - пробка с дроссельным отверстием для выпуска воздуха
- 10 - пробка отверстия слива отстоя топлива
- 11 - резьбовое отверстие для подсоединения трубки отвода очищенного топлива из фильтра

ФОРСУНКА



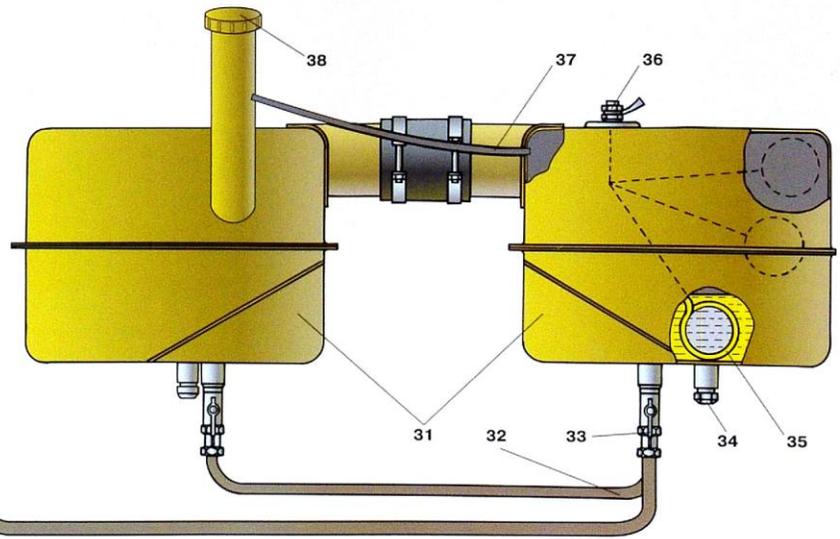
- 1 - сопловое отверстие корпуса распылителя
- 2 - игла распылителя
- 3 - прокладка форсунки (медь)
- 4 - гайка распылителя
- 5 - корпус распылителя
- 6 - канал подвода топлива к распылителю
- 7 - корпус форсунки
- 8 - прокладка фильтра
- 9 - предохранительный фильтр
- 10 - штуцер форсунки для подсоединения трубки высокого давления
- 11 - штанга форсунки
- 12 - пружина форсунки
- 13 - регулировочный винт сжатия пружины с контрряками
- 14 - колпак форсунки с резьбовым отверстием для подсоединения трубопровода отвода топлива просочившегося через зазоры распылителя из корпуса форсунки
- 15 - установочный штифт



- 1 - фильтр грубой очистки воздуха (мондацилон)
- 2 - щель в колпачке мондацилона для выброса сухой крупной пыли
- 3 - задерживающий поток воздуха
- 4 - патрубков
- 5 - воздушный фильтр
- 6 - датчик индикатора засоренности воздухоочистителя
- 7 - опорная обложка



- 8 - верхний фильтрующий элемент с наименьшим диаметром (0,18 мм) капроновой нити
- 9 - средний фильтрующий элемент со средним диаметром (0,24 мм) капроновой нити
- 10 - нижний фильтрующий элемент с наибольшим диаметром (0,4 мм) капроновой нити
- 11 - слипор обложки
- 12 - резиновое уплотнительное кольцо
- 13 - поддон с кольцевой выдавкой для уровня заливаемого масла
- 14 - чашка масляного пылеуловителя
- 15 - стальной болт крепления поддона к корпусу воздухоочистителя
- 16 - головка цилиндров
- 17 - форсунка
- 18 - трубопровод отвода топлива просочившегося из форсунки в бак
- 19 - трубка высокого давления
- 20 - топливный насос высокого давления с регулятором
- 21 - трубка переотпуска топлива
- 22 - рукоятка ручного подкачивающего насоса
- 23 - подкачивающий насос
- 24 - трубка подвода топлива от фильтра грубой очистки топлива к подкачивающему насосу
- 25 - трубка подвода топлива от фильтра тонкой очистки к топливному насосу
- 26 - фильтр тонкой очистки топлива
- 27 - трубка подвода топлива от подкачивающего насоса к фильтру тонкой очистки
- 28 - пробка с дроссельным отверстием для выпуска воздуха из топливной системы
- 29 - фильтр грубой очистки топлива
- 30 - трубка подвода топлива из баков к фильтру грубой очистки топлива
- 31 - топливные баки
- 32 - соединительная трубка топливных баков



- 33 - запорный кран
- 34 - сливной клапан
- 35 - поплавковый топливноммер
- 36 - датчик указателя уровня топлива
- 37 - воздухоотводящая трубка
- 38 - пробка топливзаливной горловины

Воздухоочиститель сухого типа с применением в качестве фильтрующего элемента бумажных фильтр-патронов. Имеет три ступени очистки. Первая — предварительная инерционная очистка (моноциклон), вторая и третья — сухая очистка основным (5) и контрольным (4) бумажными фильтрующими элементами.

Для сигнализации степени засоренности воздухоочистителя предусмотрена индикация засоренности с помощью контрольной лампы, расположенной в блоке контрольных ламп в щитке приборов. Электрический датчик сигнализации засоренности воздухоочистителя срабатывает при разрежении в коллекторе 450 ± 50 мм вод. ст.

Рисунок 12 — Воздухоочиститель:

1 — поддон; 2 — гайка-барашек; 3 — гайка-барашек основного фильтрующего элемента; 4 — элемент фильтрующий контрольный; 5 — элемент фильтрующий основной; 6 — корпус

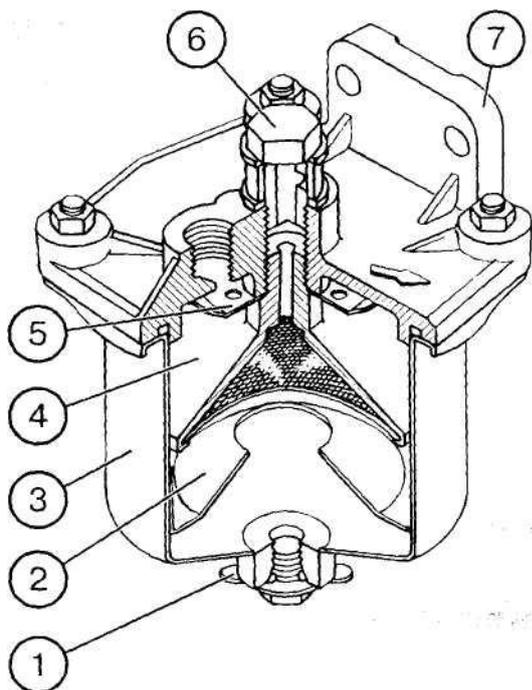
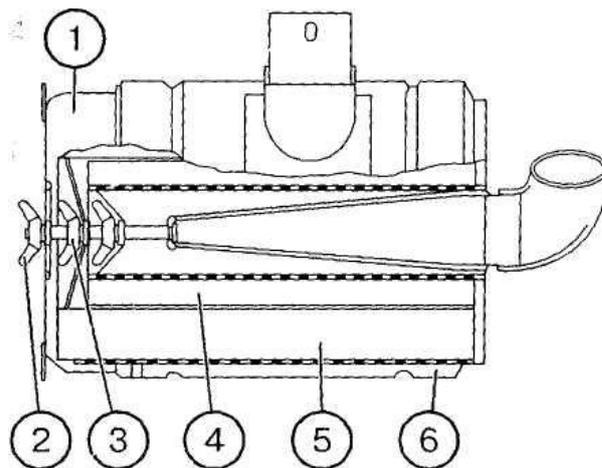


Рисунок 13 — Фильтр грубой очистки:

1 — пробка; 2 — успокоитель; 3 — стакан; 4 — отражатель; 5 — рассеиватель; 6 — болт поворотного угольника; 7 — корпус фильтра.

Очистка топлива от механических примесей и воды осуществляется фильтром грубой очистки с сетчатым фильтрующим элементом. Слив отстоя из фильтра производится через сливную пробку в нижней части колпака.

Фильтр тонкой очистки топлива имеет два сменных фильтрующих элемента, унифицированных с дизелями Д-243. Каждый фильтрующий элемент установлен в отдельном разборном фильтре-патроне.

Фильтр тонкой очистки топлива предназначен для многократного использования при условии периодической замены фильтрующих элементов и резиновых прокладок, соблюдения правил эксплуатации.

Для удаления воздуха из системы питания в корпусе фильтра предусмотрена пробка (3).

Впрыск топлива в цилиндры производится форсунками (15) ФДМ-22, закрытого типа с пятидырчатыми распылителями.

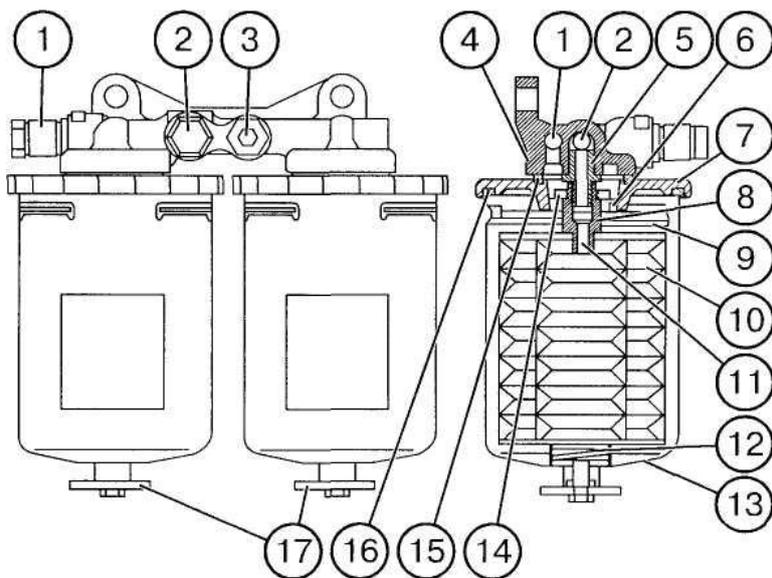


Рисунок 14 – Фильтр тонкой очистки:

1 — входной канал; 2 — выходной канал; 3 — пробка для удаления воздуха; 4 — корпус фильтра; 5 — штуцер; 6 — входные отверстия; 7 — дно; 8 — штуцер; 9 — прижим; 10 — фильтрующий элемент; 11 — канал выхода топлива; 12 — пружина; 13 — колпак; 14 — гайка; 15, 16 — прокладки; 17 — пробка сливная.

Топливный насос

объединен в один агрегат с всережимным регулятором и подкачивающим насосом поршневого типа.

Регулятор имеет корректор подачи топлива, автоматический обогатитель топливоподачи, работающий на пусковых оборотах и противодымный пневмокорректор, связанный с помощью воздухопровода с впускным коллектором дизеля.

Подкачивающий насос установлен на корпусе насоса высокого давления и приводится в действие эксцентриком кулачкового вала.

Для удаления воздуха из системы питания предусмотрен ручной топливо-подкачивающий насос поршневого типа (1) и пробка (28) (см. рис. 11), а также пробка (17) (см. рис. на стр. 50) в головке топливного насоса.

Управление подачей топлива производится педалью или рычагом.

Детали топливного насоса смазываются маслом от системы смазки дизеля

Турбокомпрессор

Для наддува воздуха в цилиндры дизеля служит турбокомпрессор, использующий энергию выхлопных газов, состоящий из центробежного одноступенчатого компрессора (6) и радиальной центростремительной турбины (1).

Колесо турбины (1) отлито из жаропрочного никелевого сплава и приварено к валу ротора. Колесо компрессора (6) отлито из алюминиевого сплава и закреплено на валу ротора с помощью специальной гайки (7).

Принцип работы турбокомпрессора заключается в том, что выходящие под давлением из цилиндров выхлопные газы поступают через выхлопной коллектор в камеру газовой турбины и, расширяясь, вращают колесо турбины с валом, на другом конце которого находится колесо компрессора. Из турбины газы через выпускную трубу выходят в атмосферу. Избыточное давление воздуха за компрессором на номинальном режиме работы дизеля должно быть 0,07...0,10 МПа (0,7...1,0 кгс/см²).

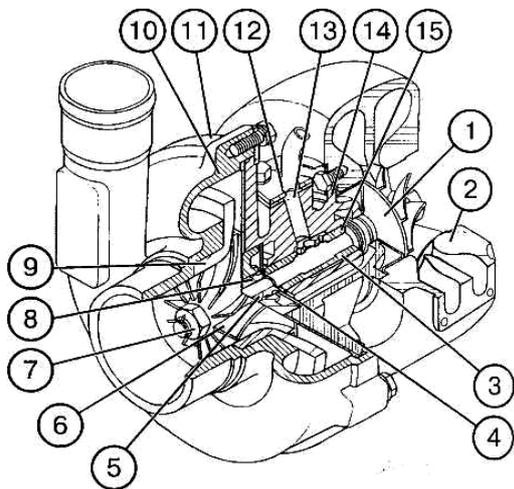


Рисунок 15 – **Турбокомпрессор**: 1 — колесо турбины с валом; 2 — корпус турбины; 3 — подшипник; 4 — маслоотражатель; 5 — кольцо уплотнительное; 6 — колесо компрессора; 7 — гайка специальная; 8 — втулка; 9 — диффузор; 10 — диск; 11 — корпус компрессора; 12 — кольцо стопорное; 13 — фиксатор; 14 — корпус средний; 15 — втулка

5 СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ COMMON RAIL ДИЗЕЛЕЙ Д-260.1S3А, Д-260.2S3А, Д-260.4S3А

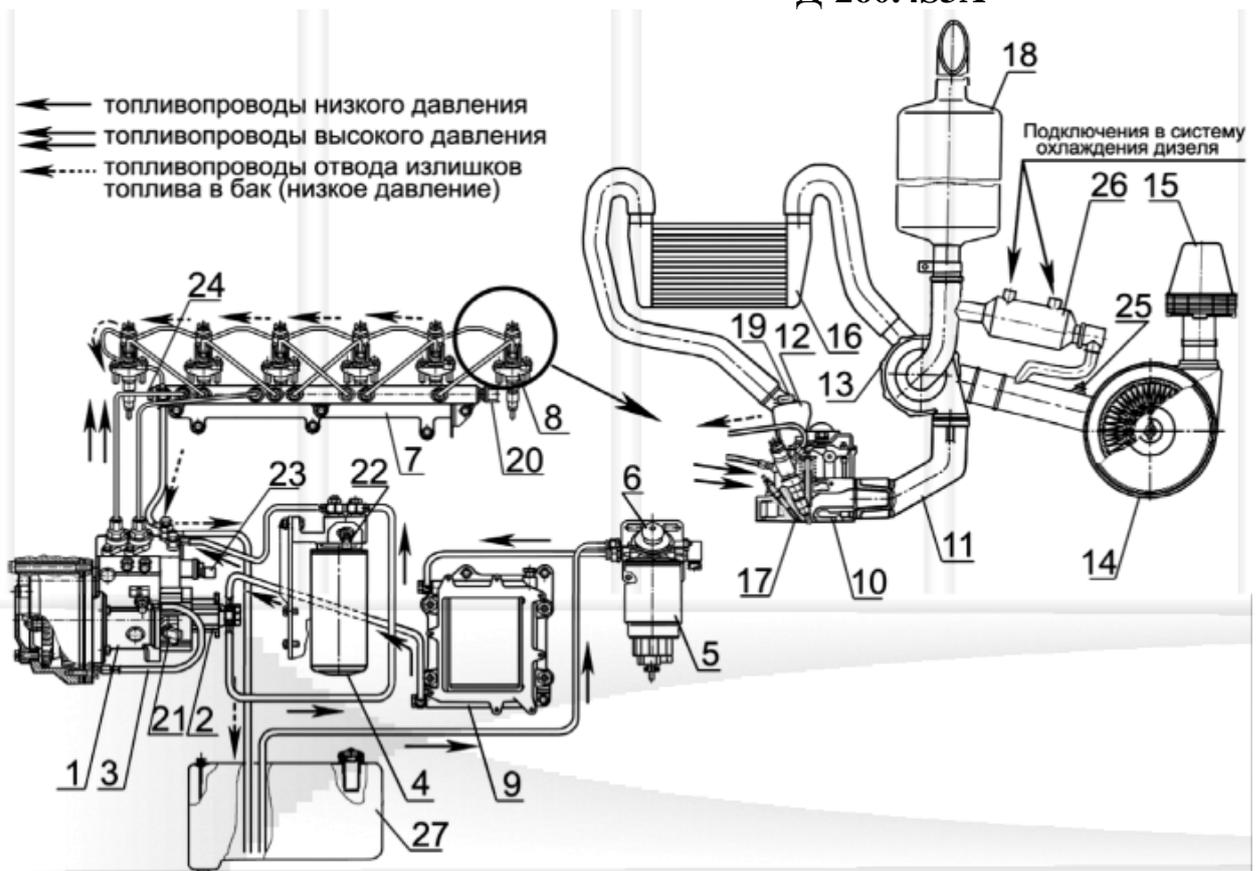


Рисунок 16 - **Схема системы питания COMMON RAIL дизелей Д-260.1S3А, Д-260.2S3А, Д-260.4S3А**

1 – топливный насос высокого давления; 2 – топливоподкачивающий насос; 3 – маслопровод; 4 – фильтр тонкой очистки топлива; 5 – фильтр предварительной очистки топлива; 6 – ручной топливоподкачивающий насос; 7 – аккумулятор топлива под высоким давлением; 8 – форсунка; 9 – радиатор блока электронного управления; 10 – головка цилиндров; 11 – коллектор выпускной; 12 – коллектор впускной; 13 – турбокомпрессор; 14 – воздухоочиститель; 15 – моноциклон; 16 – охладитель наддувочного воздуха; 17 – свеча накаливания; 18 – глушитель; 19 – датчик температуры и давления наддувочного воздуха; 20 – датчик высокого давления топлива; 21 – датчик угла поворота распределительного вала; 22 – датчик температуры и давления топлива; 23 – регулятор расхода топлива; 24 – клапан ограничения давления; 25 – датчик засоренности воздушного фильтра; 26 – охладитель рециркулируемых газов; 27 – бак топливный.

* Расположение датчиков и исполнительных механизмов на рисунке внизу.

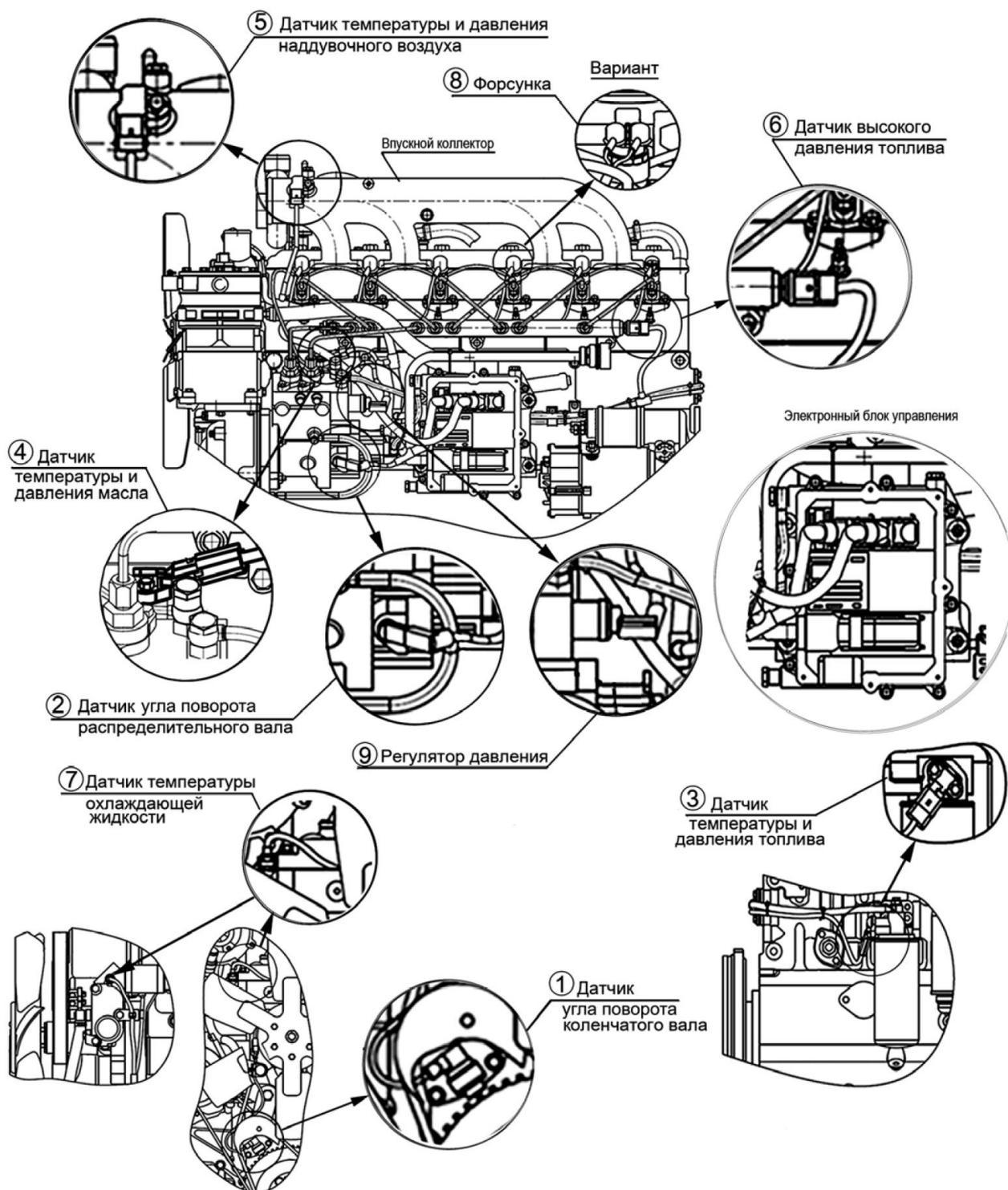


Рисунок 17 – Расположение датчиков

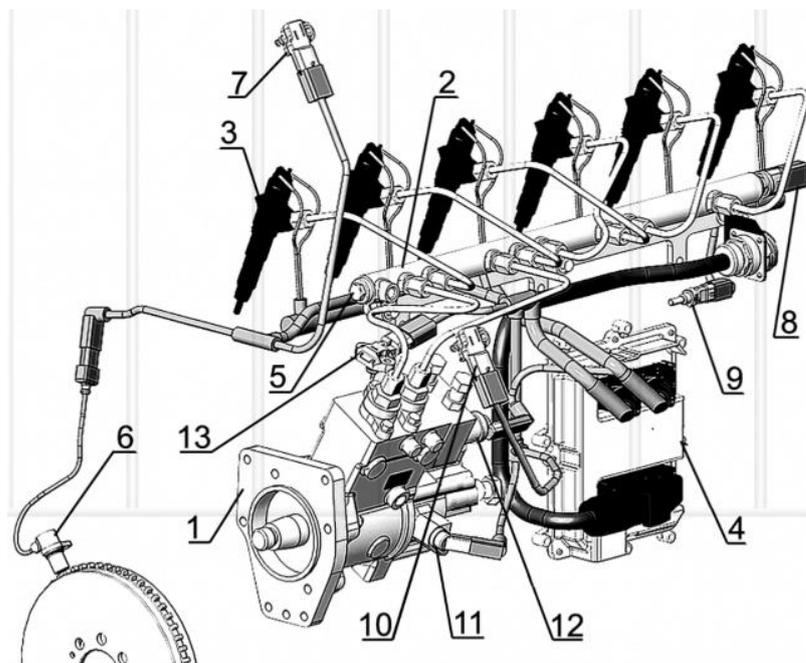


Рисунок 18 – Структурная схема (электрическая и гидравлическая) системы CRS

1-топливный насос высокого давления; 2 – аккумулятор топлива под высоким давлением; 3 – форсунка; 4 – блок электронного управления; 5 – клапан ограничения давления; 6 – датчик угла поворота; 7 – датчик давления и температуры во впускном коллекторе; 8 – датчик высокого давления топлива; 9 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 10 – датчик температуры и давления топлива; 11 – датчик угла поворота; 12 – регулятор расхода 13 – датчик давления и температуры масла.

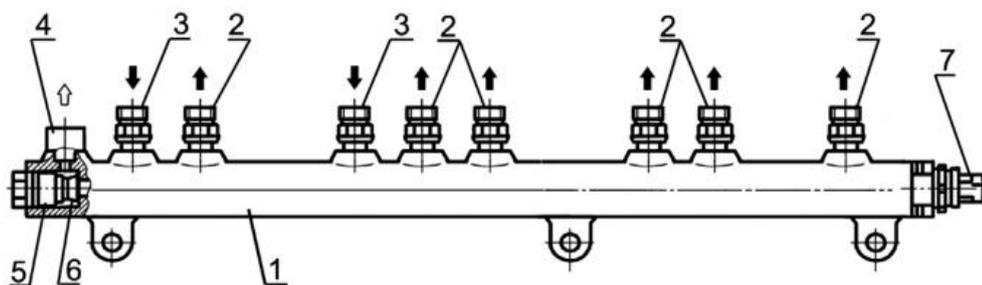


Рисунок 19 – Аккумулятор топлива

1 – аккумулятор топлива под высоким давлением; 2 – штуцеры отводящие; 3 – штуцер подводящий; 4 – штуцер обратного слива; 5 – клапан ограничения давления; 6 – запорный конус сердечника клапана; 7 – датчик высокого давления топлива.

Форсунка (Рисунок) предназначена для впрыскивания топлива в цилиндр дизеля и обеспечения необходимого распыла топлива.

На дизелях применены форсунки типа CRIN2 производства фирмы «BOSCH» (Германия).

Требуемые момент начала впрыскивания и величина подачи топлива обеспечиваются действием электромагнитного клапана форсунки.

Момент начала впрыскивания в координатах «угол-время» устанавливается системой электронного управления работой дизеля.

Формирование электронным блоком сигналов управления форсунками происходит на основании “считывания” сигналов формируемых датчиками частоты вращения коленчатого вала и кулачкового вала ТНВД, установленных в согласованной взаимосвязи по определенной схеме.

Принцип работы форсунки представлен на рисунке.

Топливо подается по магистрали высокого давления через подводящий канал 4 к распылителю форсунки 11, а также через дроссельное отверстие подачи топлива 7 – в камеру управляющего клапана 8. 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.

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 иглы 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 впрыснутого топлива пропорционально времени включения электромагнитного клапана и величине давления в рейле, 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.

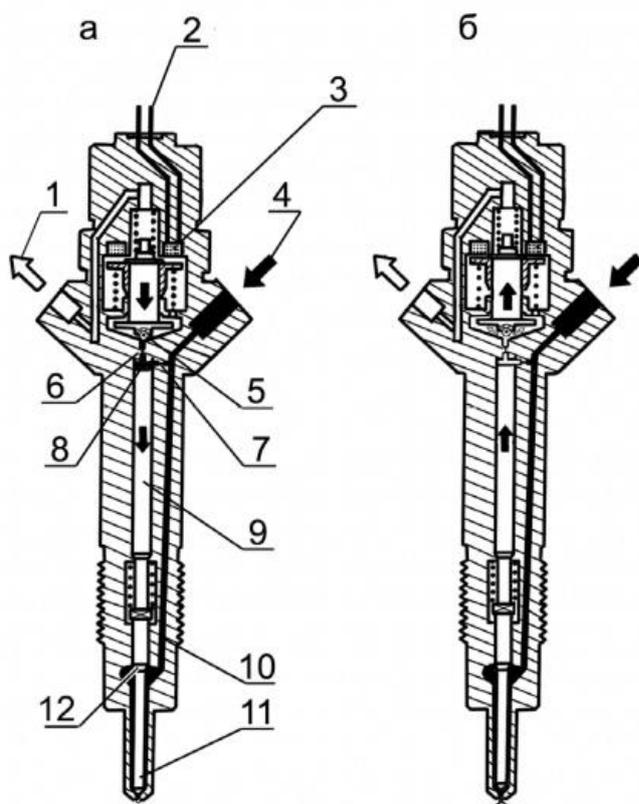


Рисунок 20 – Принципиальная схема работы форсунки:

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

6 СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ

Система питания (рис.21) разделенного типа. Она состоит из топливного насоса высокого давления, топливоподкачивающих насосов, форсунок, фильтров грубой и тонкой очистки, топливопроводов низкого и высокого давления, топливных баков.

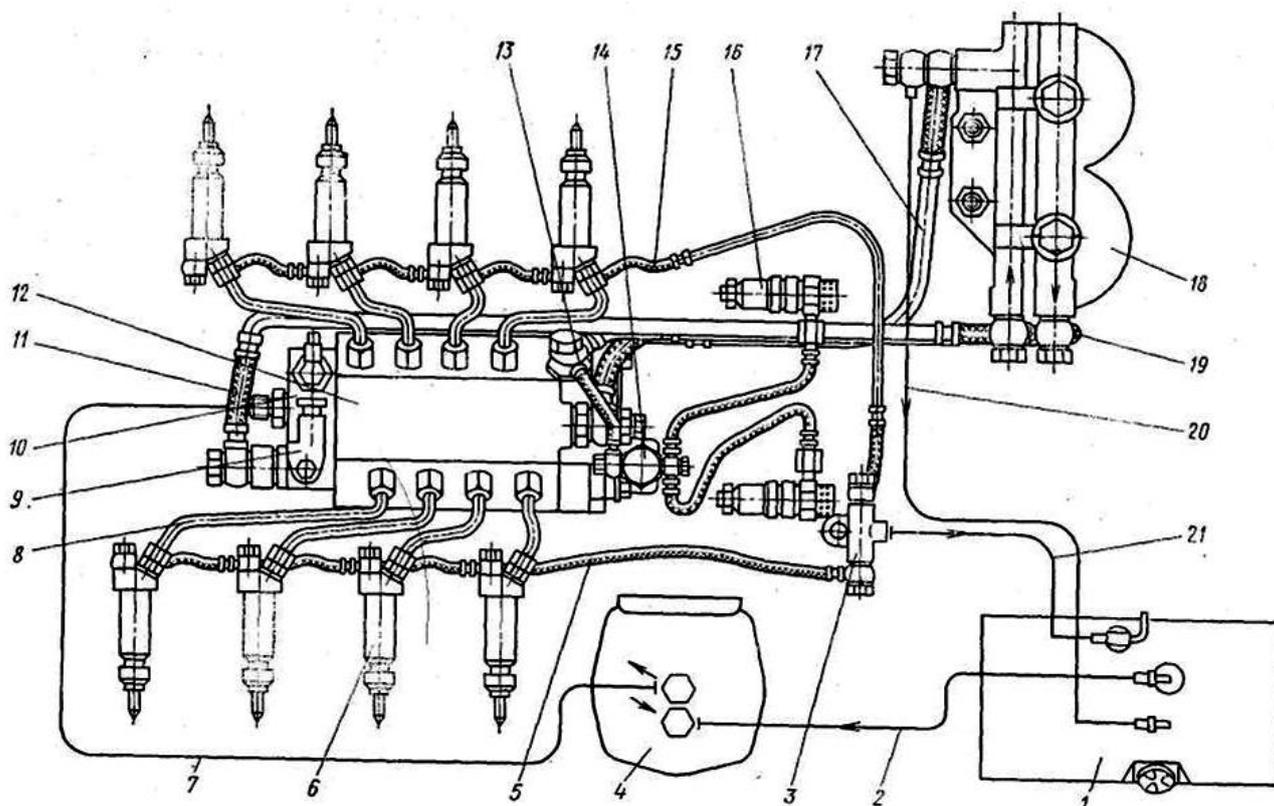


Рисунок 21 – Схема системы питания двигателя КАМАЗ

Топливо из бака 1 засасывается топливоподкачивающим насосом и через фильтры грубой 4 и тонкой 18 очистки по топливопроводам низкого давления 2, 7, 11 и 19 подается к топливному насосу- высокого давления 12, который в соответствии с порядком работы двигателя подает топливо по топливопроводам 8 высокого давления к форсункам 6. Они впрыскивают топливо в камеры сгорания. Избыточное топливо, а вместе с ним и попавший в систему воздух отводятся через перепускной клапан топливного насоса высокого давления и клапан-жиклер фильтра тонкой очистки по дренажным топливопроводам 17 и 20 в топливный бак. Топливо, просочившееся в полость пружины форсунки через зазор между корпусом распылителя и иглой, сливается в бак через дренажные топливопроводы 5, 15 и 21.

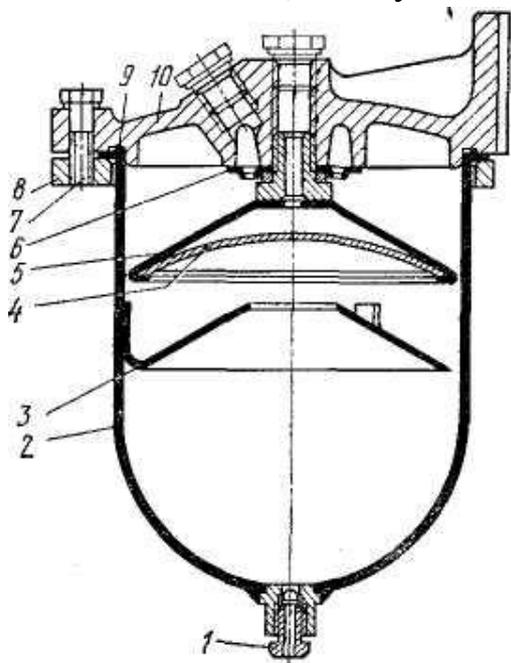
Топливные баки установлены на кронштейнах и закреплены хомутами. Поддерживающие кронштейны притянуты к лонжеронам рамы болтами.

Топливный бак состоит из корпуса, наливной горловины и выдвижной трубы с сетчатым фильтром. Наливную горловину закрывают герметичной крышкой с прокладкой. В топливном баке имеются перегородки, препятствующие взбалтыванию топлива и образованию пены, а также

увеличивающие жесткость баков. В нижней части корпуса предусмотрен кран для слива отстоя.

Расход топлива в баке контролируют по прибору, находящемуся на щитке приборов и связанному с реостатным датчиком уровня топлива, установленным в топливном баке.

Фильтр грубой очистки (рис. 22) предназначен для предварительной очистки топлива, поступающего в топливный насос низкого давления.



Фильтр установлен на всасывающей магистрали системы питания и прикреплен к лонжерону двумя болтами.

Рисунок 22 – Фильтр грубой очистки топлива:

1 — сливная пробка; 2 — стакан; 3 — успокоитель; 4 — фильтрующая сетка; 5 — отражатель; 6 — распределитель; 7 — болт; 8 — фланец; 9 — уплотнительное кольцо; 10 — корпус

Фильтр состоит из корпуса 10, стакана 2, фильтрующей сетки 4, успокоителя 3, отражателя 5, распределителя 6. Корпус соединен со стаканом болтами и гайками и уплотнен резиновым кольцом 9. Снизу в бобышку стакана ввернута сливная пробка. Топливо, поступающее из топливного бака через подводящий штуцер, подается к распределителю 6 и стекает в стакан. Крупные посторонние частицы и вода собираются в нижней части стакана. Из верхней части через сетчатый фильтр 4 топливо идет к отводящему штуцеру, а из него по топливопроводам к топливоподкачивающему насосу.

Фильтр тонкой очистки (рис. 23) предназначен для окончательной очистки топлива перед поступлением его в топливный насос высокого давления. В силу того, что он установлен в самой верхней точке (выше всех других приборов), в нем скапливается проникший в систему питания воздух, который вместе с частью подаваемого насосом воздуха сбрасывается через клапан-жиклер 12 в бак. Клапан-жиклер открывается, когда давление в полости А $0,25—0,45$ кгс/см², а начало перепуска топлива из полости А в полость Б — при давлении в полости А $2,2 \pm 0,2$ кгс/см².

Фильтр тонкой очистки состоит из двух секций и имеет два колпака 8 с приваренными к ним стержнями 11, корпус 1 и фильтрующие элементы 7. Снизу в стержни ввернуты сливные пробки 10.

Между колпаками и корпусом, фильтрующим элементом и корпусом проложены уплотняющие прокладки 5 и 6. Колпаки соединены с корпусом болтами 2 и уплотнены шайбами 3.

Топливопроводы низкого и высокого давления. Последние изготовлены из специальных очищенных от окалины стальных трубок. Их концы,

изготовленные высадкой в форме конуса, прижаты накладными гайками (через шайбы) к конусным гнездам штуцеров топливного насоса и форсунок. Во избежание поломок от вибрации топливопроводы закреплены специальными скобами и кронштейнами.

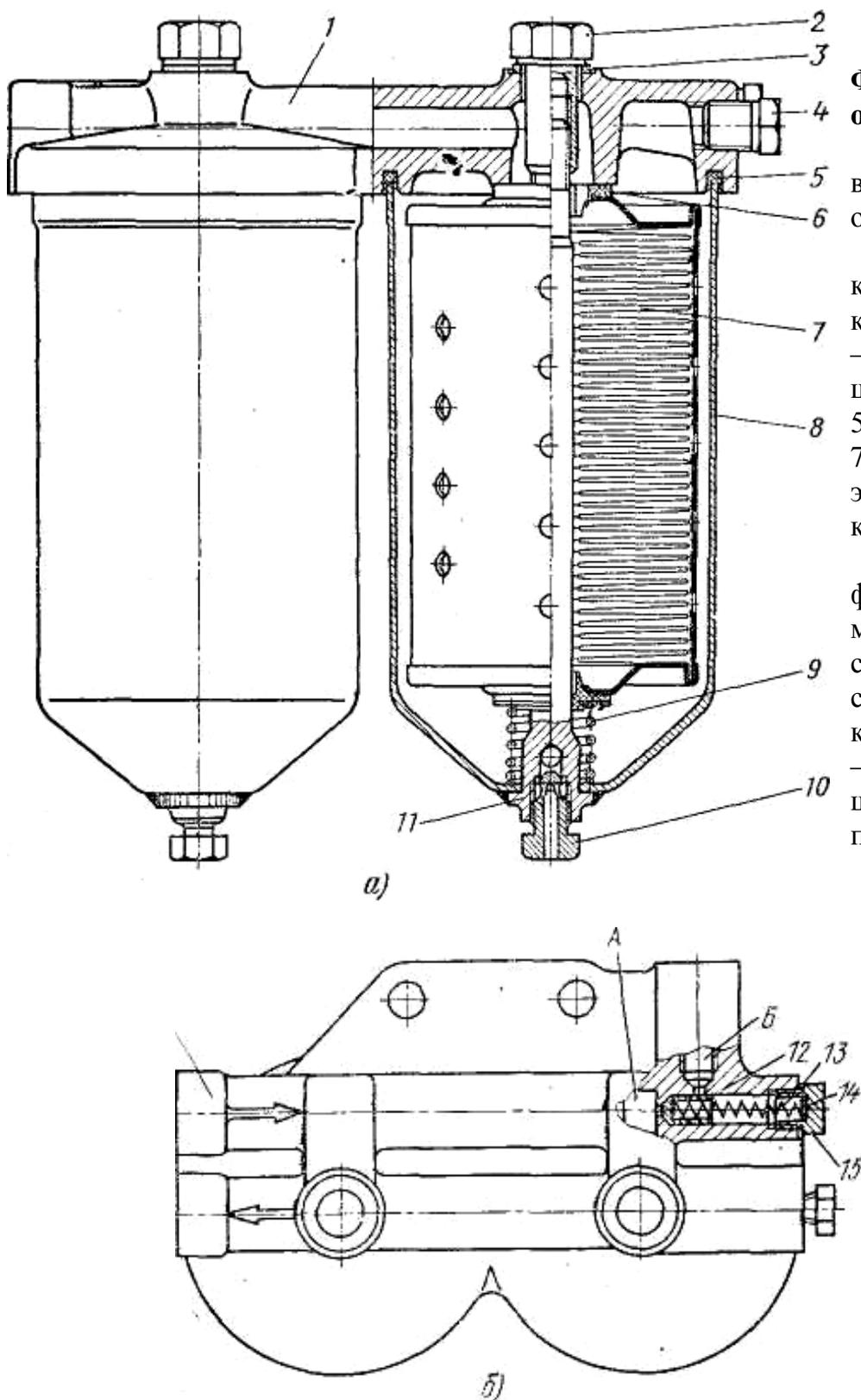


Рисунок 23 –
Фильтр тонкой очистки топлива:
 а – внешний вид с разрезом одной секции; б – устройство клапана; / – корпус; 2 – болт; 3 – уплотнительная шайба; 4 – пробка; 5 и 5 – прокладки; 7 – фильтрующий элемент; 8 – колпак; 9 – пружина фильтрующего элемента; 10 – пробка сливная; 11 – стержень; 12 – клапан-жиклер; 13 – пружина; 14 – шайба; 15 – пробка клапана

При подсоединении топливопроводов низкого давления устанавливают уплотнительные шайбы толщиной 1,5 мм.

Топливный насос высокого давления (рис. 24) плунжерного типа предназначен для подачи под высоким давлением (в зависимости от режима

двигателя) в форсунки в определенные моменты времени строго дозированных порций топлива.

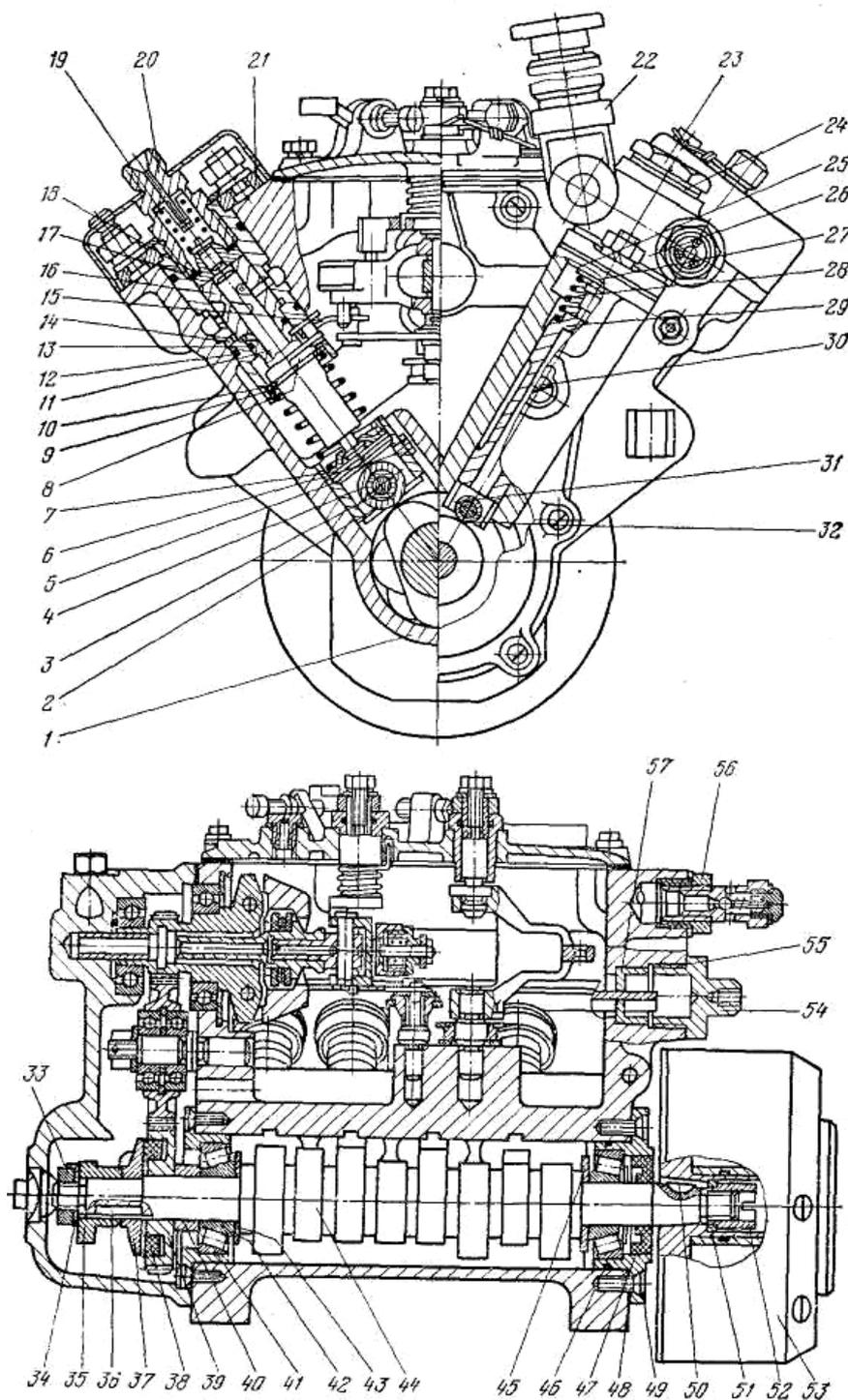


Рисунок 24 —
Топливный насос
высокого давления:

1 — корпус; 2 — ролик толкателя; 3 и 31 — ось ролика; 4 — втулка ролика; 5 — пята толкателя; 6 — сухарь; 7 — тарелка пружины толкателя; 8 — поворотная втулка;

Р — пружина толкателя; 10, 34, 43, 45, 51 и 55 — шайбы; 11 — плунжер; 12 а 13 — уплотнительные кольца; 14 — установочный штифт; 15 — правая рейка; 16 — втулка плунжера; 17 — корпус секции; 18 — прокладка нагнетательного клапана; 19 — нагнетательный клапан; 20 — штуцер; 21 — фланец корпуса секции; 22 — топливоподкачивающий насос; 23 — пробка

пружины; 24, 27 и 48 — прокладки; 25 — втулка штока; 26 — корпус насоса низкого давления; 28 — пружина толкателя; 29 — толкатель; 30 — стопорный винт; 32 — ролик толкателя; 33 и 52 — гайки; 35 — эксцентрик привода насоса низкого давления; 36 и 50 — шпонки; 37 — фланец ведущей шестерни регулятора; 38 — сухарь ведущей шестерни регулятора; 39 — ведущая шестерня регулятора; 40 — упорная втулка; 41 и 49 — крышки подшипников; 42 — подшипник; 44 — кулачковый вал; 46 — уплотнительное кольцо; 47 — манжета с пружиной; 53 — муфта опережения впрыска топлива; 54 - пробка рейки; 56 — перепускной клапан; 57 - втулка рейки

пружины; 24, 27 и 48 — прокладки; 25 — втулка штока; 26 — корпус насоса низкого давления; 28 — пружина толкателя; 29 — толкатель; 30 — стопорный винт; 32 — ролик толкателя; 33 и 52 — гайки; 35 — эксцентрик привода насоса низкого давления; 36 и 50 — шпонки; 37 — фланец ведущей шестерни регулятора; 38 — сухарь ведущей шестерни регулятора; 39 — ведущая шестерня регулятора; 40 — упорная втулка; 41 и 49 — крышки подшипников; 42 — подшипник; 44 — кулачковый вал; 46 — уплотнительное кольцо; 47 — манжета с пружиной; 53 — муфта опережения впрыска топлива; 54 - пробка рейки; 56 — перепускной клапан; 57 - втулка рейки

В корпусе 1 насоса имеются восемь секций, каждая из которых состоит из корпуса 17, втулки 16 плунжера, плунжера 11, поворотной втулки 8, нагнетательного клапана 19, прижатого через уплотнительную прокладку 18 к втулке плунжера штуцером 20.

Плунжер совершает возвратно-поступательное движение под действием кулачка вала 44 и пружины 9. Поворачиванию толкателя в корпусе препятствует сухарь 6.

Кулачковый вал вращается в роликоподшипниках 42, установленных в прикрепленных к корпусу насоса крышках. Осевое перемещение кулачкового вала устраняют подбором регулировочных прокладок 48.

Для увеличения подачи топлива поворачивают плунжер поворотной втулкой, которая через ось поводка соединена с рейкой 15 насоса. Рейка

перемещается в направляющих втулках 57 по каналу, который закрыт пробкой 54. С противоположной стороны насоса находится регулировочный винт подачи топлива насосом. Этот винт обычно закрыт пробкой и опломбирован.

Топливо к насосу подводится через специальный штуцер, к которому болтом крепится трубка низкого давления. Далее по каналам в корпусе оно поступает к нагнетательным секциям.

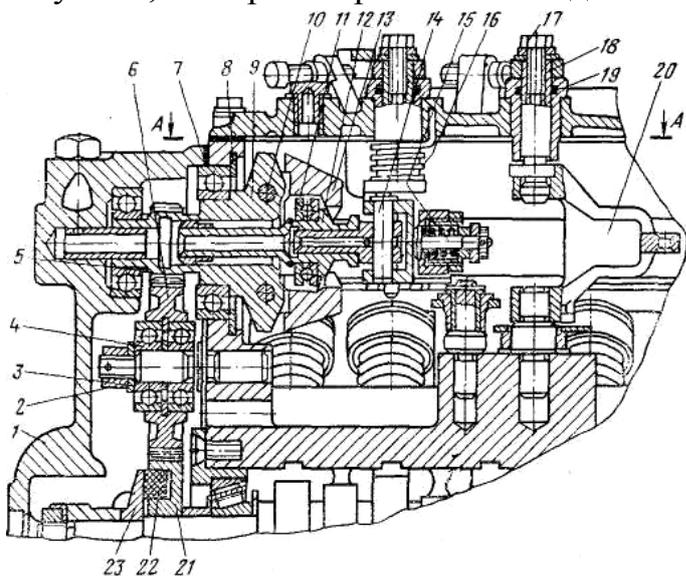
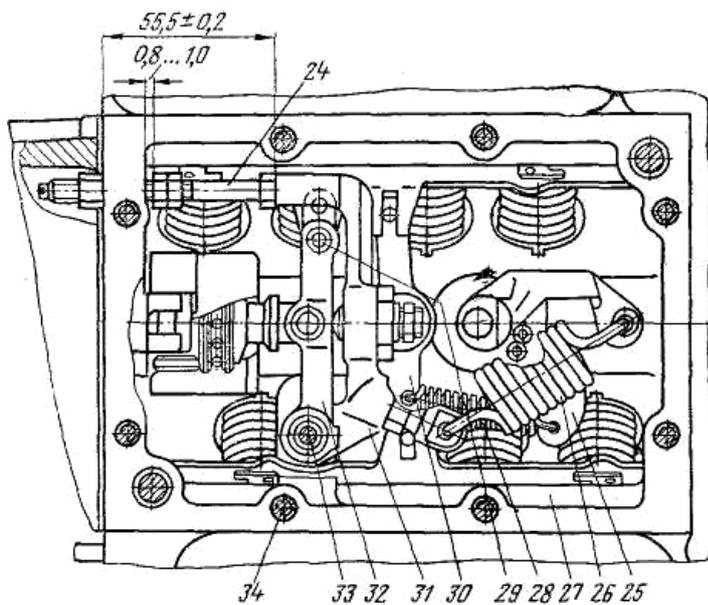


Рисунок 25 – Регулятор частоты вращения:

1 — крышка; 2 — гайка; 3 — шайба; ~4 — подшипник; 5 и 7 — прокладки; 6 — промежуточная шестерня; 8 — стопорное кольцо; 9 — державка грузов; 10 — ось груза; 11 — упорный подшипник; 12 — муфта; 13 — груз; 14 - палец; 15 — корректор; 16 и 26 — пружины; 17 и 34 — болты; 18 — втулка; 19 — уплотнительное кольцо; 20, 25, 30, 31 и 32 — рычаги; 21 — ведущая шестерня; 22 — сухарь ведущей шестерни; 23 — фланец ведущей шестерни; 24 — регулировочный болт подачи топлива; 27 - левая рейка; 28 — специальная пружина; 29 — штифт; 33 - ось рычагов регулятора



Смазка насоса циркуляционная, под давлением от общей системы смазки двигателя.

Регулятор частоты вращения коленчатого вала (рис.25) всережимный прямого действия, изменяет количество подаваемого в цилиндр топлива в зависимости от нагрузки и тем самым поддерживает заданную частоту вращения.

Регулятор помещен в развале топливного насоса высокого давления. На кулачковом валу насоса установлена ведущая шестерня 21 регулятора, вращение на которую передается через резиновые сухари 22.

Ведомая шестерня выполнена как одно целое с державкой 9 грузов, установленной на двух шарикоподшипниках. При вращении державки грузы 13, которые качаются на осях 10, под действием центробежных сил расходятся и через упорный подшипник 11 перемещают муфту 12.

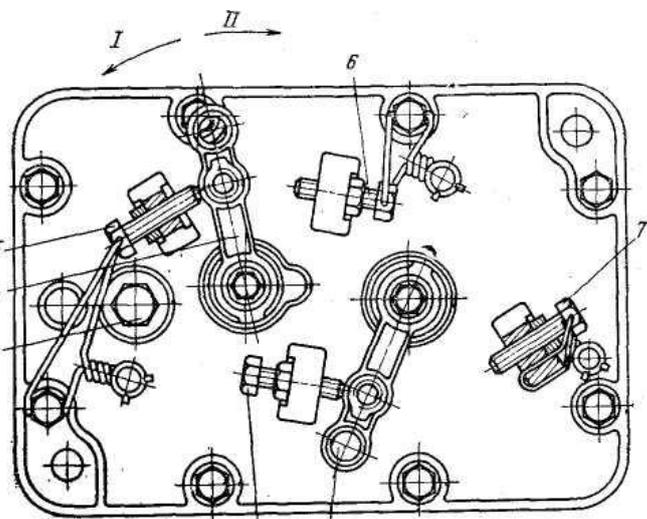
Муфта упирается через упорную пятю в палец 14 рычага 32 регулятора и перемещает его. Рычаг 32 одним концом закреплен на оси 33, а другим соединен через штифт с рейкой топливного насоса. На оси 33 закреплен один конец и рычага 31, второй конец которого перемещается до упора в регулировочный болт подачи топлива 24. Рычаг 32 передает усилие рычагу 31 через корректор 15. Рычаг управления подачей топлива жестко связан с рычагом 20. К рычагам 20 и 31 присоединена пружина 26, а к рычагам 30 и 25 — стартовая пружина 28.

При работе регулятора на определенном режиме центробежные силы грузов уравновешены усилием пружины. При увеличении частоты вращения коленчатого вала грузы регулятора, преодолевая сопротивление пружины 26, перемещают рычаг 32 регулятора с рейкой топливного насоса — подача топлива уменьшается. При уменьшении частоты вращения коленчатого вала центробежная сила грузов уменьшается, и рычаг 32 регулятора с рейкой топливного насоса под действием усилия пружины перемещается в обратном направлении — подача топлива и частота вращения коленчатого вала увеличиваются.

Подача топлива выключается поворотом рычага 4 останова (рис. 26) до упора в болт 6.

Рисунок 26 – Крышка регулятора с рычагами подачи топлива и останова двигателя:

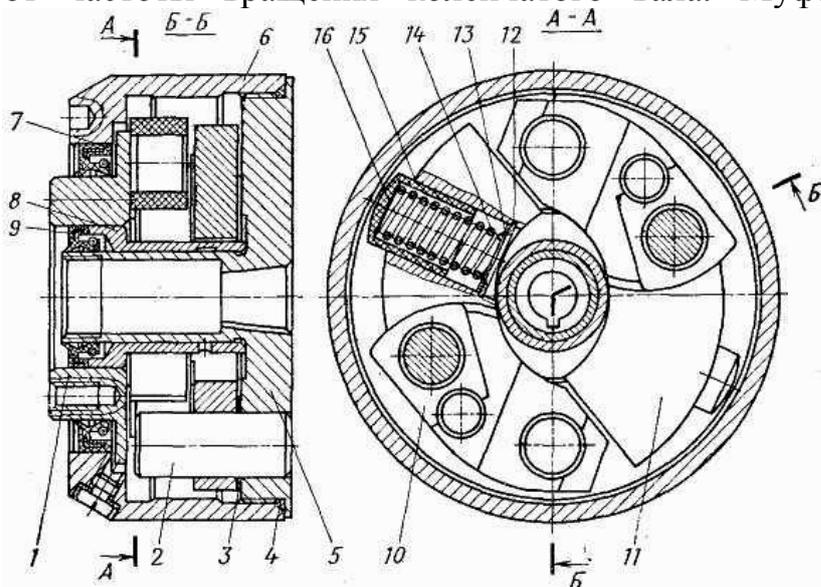
/ — работа; // — выключено; 1 — рычаг управления регулятором; 2 — болт ограничения минимальной частоты вращения; 3 — пробка заливного отверстия; 4 — рычаг останова; 5 — болт регулировки пусковой подачи; 6 — болт регулировки хода рычага останова; 7 — болт ограничения максимальной частоты вращения



Тогда рычаг 4, преодолевая усилие пружины 16 (см. рис. 25), повернет за штифт 29 рычаги 32 и 31; рейка переместится до положения полного выключения подачи топлива, а рычаг 4 упрется в ограничительный болт 6 (рис. 21).

При отпускании рычаг останова под действием пружины 16 возвратится в положение «работа», а стартовая пружина 28 через рычаг 30 вернет рейку топливного насоса в необходимое для пуска положение максимальной подачи топлива.

Автоматическая муфта опережения впрыска топлива (рис. 27) предназначена для изменения момента начала подачи топлива в зависимости от частоты вращения коленчатого вала. Муфта значительно улучшает



пусковые качества двигателя, а также его экономичность на различных скоростных режимах. Она состоит из двух полу муфт: ведомой 5 и ведущей 1.

Рисунок 27 – Автоматическая муфта опережения впрыска топлива: 1 — ведущая полу муфта; 2 — ось груза; 3 и 13 — шайбы; 4 — уплотнительное кольцо; 5

— ведомая полу муфта; 6 — корпус; 7 и 9 сальники; 8 — втулка ведущей полу муфты; 10 — проставка с осью; 11 — груз с пальцем; 12 — упорное кольцо; 14 — пружина; 15 — стакан пружины; 16 — регулировочные прокладки

Первая шпонкой и гайкой с шайбой закреплена на конической поверхности переднего конца кулачкового вала топливного насоса. Вторая установлена на ступице ведомой полу муфты и может поворачиваться на ней. Между ступицей и полу муфтой установлена втулка 8. Ведущая полу муфта приводится в действие распределительной промежуточной шестерней через вал с гибкими соединительными муфтами. Вращение ведомой полу муфты осуществляется двумя грузами 11. Грузы качаются на осях 2, запрессованных в ведомую полу муфту, в плоскости, перпендикулярной оси вращения муфты. Проставка 10 ведущей полу муфты упирается одним концом в палец груза, другим в профильный выступ. Усилие пружин 14 стремится удержать грузы на упоре во втулке 5 ведущей полу муфты.

При увеличении частоты вращения коленчатого вала грузы под действием центробежных сил расходятся, вследствие чего ведомая полу муфта поворачивается относительно ведущей в направлении вращения

кулачкового вала, что вызывает увеличение угла опережения впрыска топлива. При уменьшении частоты вращения коленчатого вала грузы под действием пружин сходятся. Ведомая полумуфта поворачивается вместе с валом насоса в сторону, противоположную вращению вала, что вызывает уменьшение угла опережения подачи топлива.

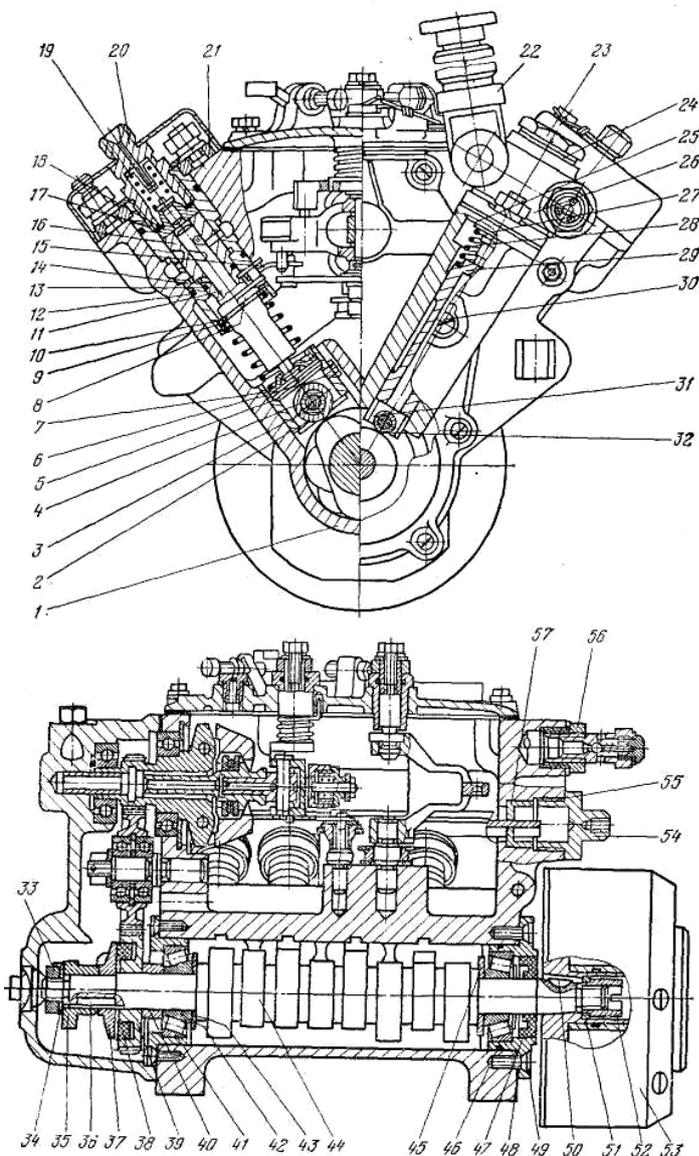
Топливный насос низкого давления поршневого типа предназначен для подачи топлива от бака через фильтры грубой и тонкой очистки к впускной полости насоса высокого давления (см. рис. 28).

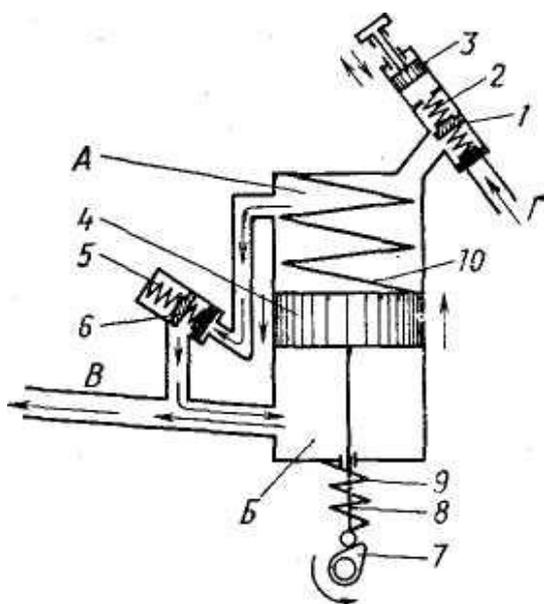
Насос установлен на задней крышке регулятора частоты вращения. Он приводится во вращение от эксцентрика кулачкового вала топливного насоса высокого давления.

В корпусе насоса низкого давления установлены поршень, пружина поршня, втулка 25 штока, шток толкателя, пружина 28 толкателя, толкатель 29 поршня, ролик 32 толкателя.

Рисунок 28 – Топливный насос высокого давления:

1 — корпус; 2 — ролик толкателя; 3 и 31 — ось ролика; 4 — втулка ролика; 5 — пята толкателя; 6 — сухарь; 7 — тарелка пружины толкателя; 8 — поворотная втулка; Р — пружина толкателя; 10, 34, 43, 45, S1 и 55 — шайбы; 11 — плунжер; 12 а 13 — уплотнительные кольца; 14 — установочный штифт; 15 — правая рейка; 16 — втулка плунжера; 17 — корпус секции; 18 — прокладка нагнетательного клапана; 19 — нагнетательный клапан; 20 — штуцер; 21 — фланец корпуса секции; 22 — топливоподкачивающий насос; 23 — пробка пружины; 24, 27 и 48 — прокладки; 25 — втулка штока; 26 — корпус насоса низкого давления; 28 — пружина толкателя; 29 — толкатель; 30 — стопорный винт; 32 — ролик толкателя; 33 и 52 — гайки; 35 — эксцентрик привода насоса низкого давления; 36 и 50 — шпонки; 37 — фланец ведущей шестерни регулятора; 38 — сухарь ведущей шестерни регулятора; 39 — ведущая шестерня регулятора; 40 — упорная втулка; 41 и 49 — крышки подшипников; 42 — подшипник; 44 — кулачковый вал; 46 — уплотнительное кольцо; 47 — манжета с пружиной; 53 — муфта опережения впрыска топлива; 54 - пробка рейки; 56 — перепускной клапан; 57 - втулка рейки





Во фланце корпуса установлены впускной клапан и пружина клапана.

Эксцентрик кулачкового вала топливного насоса высокого давления через толкатель и шток сообщает поршню насоса возвратно-поступательное движение. Схема работы насоса показана на рис. 29.

Рисунок 29 – Схема работы топливного насоса низкого давления и топливо-подкачивающего насоса:

А и Б — полости; В — к топливному насосу высокого давления; -Г — от фильтра грубой очистки топлива; 1 — впускной

клапан; 2 — пружина клапана; 3 — поршень топливоподкачивающего насоса; 4 — поршень насоса низкого давления; 5, 9 и 10 — пружины; 6 — нагнетательный клапан; 7 — эксцентрик; 8 — толкатель

При опускании толкателя поршень 4 под действием пружины 10 движется вниз. Во всасывающей полости А создается разрежение, и впускной клапан /, сжимая пружину 2, пропускает в эту полость топливо. Одновременно топливо, находящееся в нагнетательной полости Б, вытесняется в нагнетательную магистраль.

Нагнетательный клапан 6 каналами соединен с полостями всасывания и нагнетания. В свободном состоянии нагнетательный клапан закрывает канал полости всасывания. При движении поршня 4 вверх топливо, заполнившее полость всасывания, через нагнетательный клапан 6 поступает в полость Б под поршнем. Впускной клапан / при этом закрывается. Когда давление в нагнетательной магистрали повысится, поршень прекратит совершать вслед за толкателем полный ход, а останется в положении, которое определяется равновесием сил от давления топлива, с одной стороны, и усилия пружины — с другой.

Ручной топливоподкачивающий насос предназначен для заполнения системы топливом и удаления из нее воздуха. Насос поршневого типа крепится к фланцу топливного насоса низкого давления через уплотняющую медную шайбу.

Насос состоит из корпуса, поршня, цилиндра, рукоятки в сборе со штоком, опорной тарелкой и уплотнения.

Прокачивание системы осуществляется движением рукоятки со штоком и поршнем вверх-вниз (см. рис. 29). При движении рукоятки вверх в подпоршневом пространстве создается разрежение. Впускной клапан 1, сжимая пружину 2, открывается, и топливо поступает в полость А топливного насоса низкого давления. При движении рукоятки вниз нагнетательный клапан 6 открывается, и топливо под давлением поступает в нагнетательную магистраль. Далее процесс повторяется.

После прокачки рукоятка должна быть плотно навернута на верхний резьбовой хвостовик цилиндра. При этом поршень прижимается к резиновой прокладке, уплотняя впускную полость топливного насоса низкого давления. Форсунка (рис. 30) закрытого типа с распылителем и гидравлически управляемой иглой.

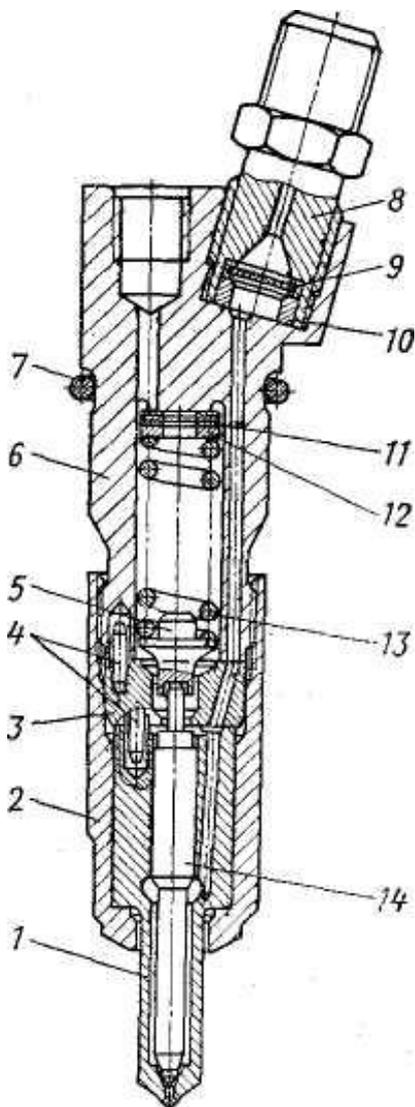


Рисунок 30 – Форсунка:

1 — корпус распылителя; 2 — гайка распылителя; 3 — проставка; 4 — установочные штифты; 5 — штанга; 6 — корпус; 7 — уплотнительное кольцо; 8 — штуцер; 9 — фильтр; 10 — уплотнительная втулка; 11 и 12 — регулировочные шайбы; 13 — пружина; 14 — игла распылителя

Все детали форсунки размещены в корпусе 6. К нижнему торцу корпуса гайкой 2 присоединены проставка 3 и корпус 1 распылителя, внутри которого находится игла 14. Корпус и игла распылителя составляют прецизионную пару. Распылитель имеет четыре сопловых отверстия. Проставка 3 и корпус / зафиксированы относительно корпуса 6 штифтами 4. Пружина 13 одним концом упирается в штангу 5, передающую усилие от пружины к игле распылителя, а другим — в набор регулировочных шайб 11.

Топливо к форсунке подводится через штуцер 8, в котором

размещен сетчатый фильтр 9. Далее по каналам в корпусе 6, проставке и корпусе распылителя топливо поступает в полость иглы и, отжимая последнюю, — в цилиндр.

Просочившееся через зазор между иглой и корпусом распылителя топливо отводится из форсунки через каналы в корпусе. Форсунки установлены в головке цилиндров и закреплены скобой. Торец гайки распылителя уплотнен от прорыва газов медной гофрированной и стальной шайбами. Уплотнительное кольцо 7 предохраняет полость между форсункой и головкой цилиндра от попадания пыли и воды.

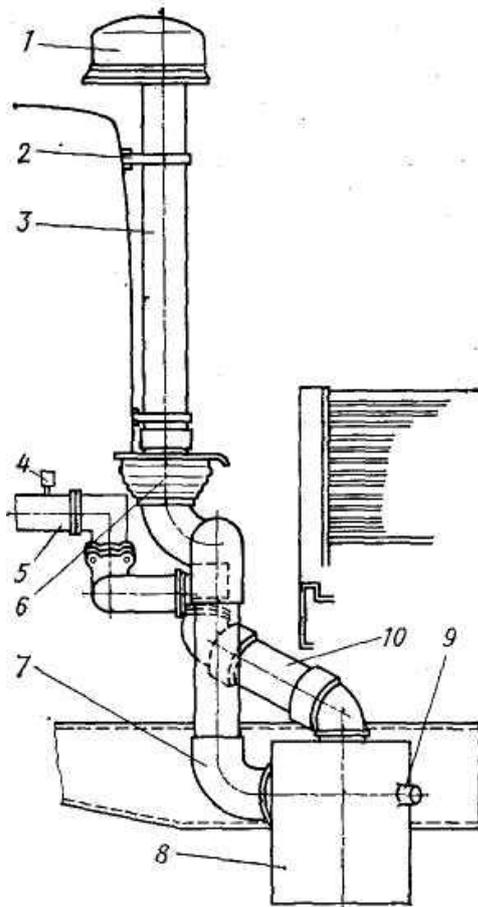
Привод управления подачей топлива механический, состоит из педали, тяг, рычагов поперечных валиков, а также ручного привода постоянной подачи топлива и останова двигателя.

Педали подачи топлива связана с расположенным на крышке регулятора частоты вращения рычагом управления регулятором топливного насоса высокого давления.

Кнопки ручного привода установлены на уплотнителе рычага коробки

передач. Левая (для включения постоянной подачи топлива) связана гибким тросом (в защитной оболочке) с рычагом управления регулятором; правая (для останова двигателя) — с рычагом останова двигателя, расположенным на крышке регулятора частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Система питания двигателя воздухом (рис. 31) предназначена для забора воздуха из атмосферы, очистки от пыли и распределения его по цилиндрам. Она состоит из воздушного фильтра 8, воздухозаборника 6, трубы 3 воздухозаборника, колпака 1, патрубков и труб, соединяющих воздухозаборник с воздушным фильтром, впускными коллекторами, патрубков и труб системы автоматического отсоса пыли из воздушного фильтра.



Воздухозаборник 6 — гофрированный резиновый патрубок, внутрь которого вставлен нажимной диск, служащий опорой для распорной пружины. Последняя обеспечивает герметичность соединения воздухозаборника с трубой 3 воздухозаборника.

Рисунок 31 — Схема системы питания двигателя воздухом: 1 — колпак; 2 — хомут; 3 — труба воздухозаборника; 4 — индикатор; 5 — левый впускной трубопровод; 6 — воздухозаборник; 7 — входная труба; 8 — воздушный фильтр; 9 — патрубок отсоса пыли; 10 — выходная труба

Воздушный фильтр (рис. 32), предназначенный для очистки поступающего в двигатель воздуха от пыли, сухого типа, двухступенчатый с инерционной решеткой, автоматическим отсосом пыли и сменным картонным фильтрующим элементом. Он состоит из корпуса 1, изготовленного из листовой стали, фильтрующего элемента, крышки 8. Герметичность корпуса (соединения крышки с корпусом) обеспечивает уплотнительное кольцо 5. Крышка 8 крепится к корпусу с помощью четырех защелок 6.

Фильтрующий элемент состоит из наружного и внутреннего кожухов, изготовленных из перфорированной стали и гофрированного фильтрующего картона 2. Основание 9 фильтрующего элемента, соединяющее кожухи и фильтрующий картон, изготовлено из стали и залито пластизолом. Фильтрующий элемент плотно прижат к основанию 14.

Воздух через колпак трубы воздухозаборника и входной патрубок 4 попадает для предварительной очистки в первую ступень с инерционной

решеткой.

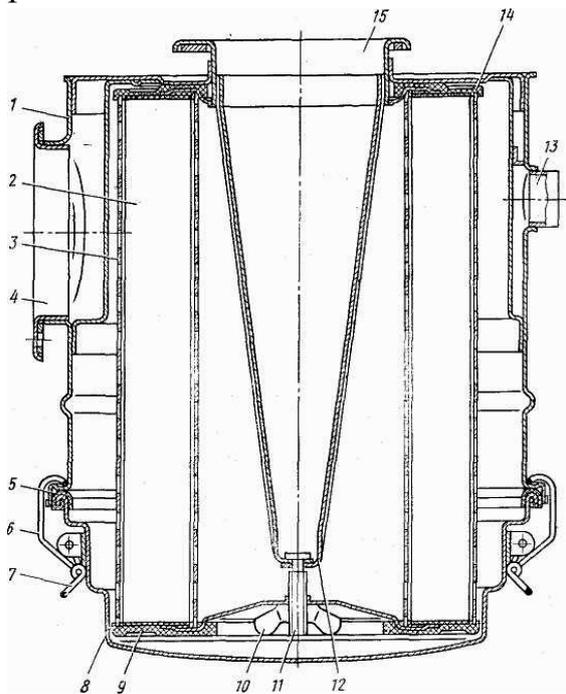


Рисунок 32 – Воздушный фильтр:

1 — корпус; 2 — фильтрующий картон; 3 — наружный кожух; 4 — входной патрубок; 5 — уплотнительное кольцо; 6 — защелка крепления крышки; 7 — рычаг крепления крышки; 8 — крышка; 9 а 14 — основания фильтрующего элемента; 10 — гайка-барашек; 11 — шпилька; 12 — кронштейн; 13 - патрубок системы отсоса пыли; 15 - выходной патрубок

В результате резкого изменения направления потока воздуха в инерционной решетке крупные частицы пыли отделяются и под действием разрежения в патрубке 13, соединенного с эжектором отсоса пыли, выбрасываются с отработавшими газами в атмосферу. Очищенный предварительно в первой ступени воздух поступает во вторую ступень со сменным картонным фильтрующим элементом для более тонкой очистки, где, проникая через поры картона, оставляет на его поверхности мелкие частицы пыли. Очищенный воздух через патрубок 15 и соединительные трубы поступает в коллекторы, распределяющие воздух по цилиндрам.

На левом впускном коллекторе установлен индикатор, регистрирующий загрязненность воздушного фильтра. По мере засорения воздушного фильтра возрастает величина разрежения во впускных коллекторах двигателя, вследствие чего индикатор срабатывает, сигнализируя о необходимости промывки или замены картонного фильтрующего элемента.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУШНОГО ФИЛЬТРА

Эта система предназначена для автоматического отсоса пыли из воздухофильтра и выброса ее через эжектор в атмосферу. Система состоит из эжектора, заслонки и трубопроводов, соединяющих воздушный фильтр с заслонкой и эжектором.

Эжектор устанавливается на выпускном патрубке глушителя и крепится к кронштейну топливного бака.

Заслонка имеет два положения — «Открыто» и «Закрыто»; при работе системы автоматической очистки воздушного фильтра она должна находиться в положении «Открыто».

СИСТЕМА ВЫПУСКА ГАЗОВ

Эта система предназначена для выброса в атмосферу отработавших газов, а также частичного отвода тепла от двигателя. Система состоит из двух выпускных коллекторов, двух приемных труб, гибкого металлического ру-

кава, глушителя, на выпускной патрубке которого установлен эжектор отсоса пыли.

Каждый выпускной коллектор обслуживает один ряд цилиндров и крепится к блоку цилиндров тремя болтами. Коллекторы соединяются с головками цилиндров патрубками. Разъемное выполнение соединения коллектор— патрубок—головка позволяет компенсировать тепловые деформации, возникающие при работе двигателя.

Приемные трубы глушителя крепят к фланцам коллекторов; между фланцами устанавливают прокладки, необходимые для герметизации соединения. Приемные трубы объединяют тройником и соединяют с глушителем гибким металлическим рукавом, который компенсирует погрешности сборки (нарушение соосности деталей) и температурные деформации деталей системы. Глушитель подвешен к левому лонжерону на двух хомутах.

На автомобилях КамАЗ установлен комбинированный активно-реактивный глушитель. Активный глушитель работает по принципу преобразования звуковой энергии в тепловую, что осуществляется установкой на пути газов перфорированных перегородок, в отверстиях которых поток газов дробится, и пульсация газов затухает. В реактивном глушителе используется принцип акустической фильтрации звука. Этот глушитель представляет собой ряд акустических камер, соединенных последовательно.

ГЛУШИТЕЛЬ

Для снижения шума выхлопа на двигателе установлен глушитель реактивного типа. Глушитель состоит из корпуса 4 (рис. 33), внутри которого установлена перфорированная труба 3. Корпус глушителя разделен двумя перегородками 6 на три камеры. Определенное сочетание объема камер с внутренней трубой обеспечивает эффективность глушения шума.

На днищах корпуса глушителя приварены фланцы 1 и 8. К фланцу 8 закреплен патрубок, соединяющий глушитель с выпускным коллектором, к фланцу 1 — патрубок выпускной трубы.

Кронштейны 2, 5 и 7 служат для крепления глушителя.

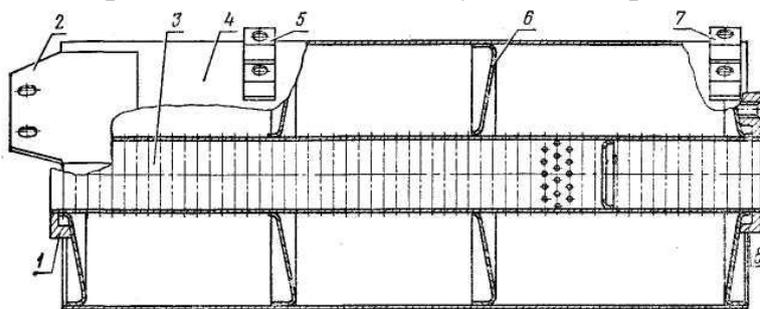


Рисунок 33 – Глушитель:
1 и 8 — фланцы; 2, 5 и 7 —
кронштейны; 3 — труба; 4
— корпус; 6 — перегородка.

Формат 60x84/16 Тираж 100

Печать офсетная. Усл.п.л. 3

Издательство КГАУ/420015 г.Казань, ул.К.Маркса, д.65

Лицензия на издательскую деятельность код 221 ИД №06342 от 28.11.2001г.

Отпечатано в типографии КГАУ

420015 г.Казань, ул.К.Марксу д.65.

Казанский государственный аграрный университет

Подписано к печати 10.08.2020

Заказ 809 Цена 48 руб