Лекция
по теме «Система питания дизельного двигателя Д-245

1) Общее сведения и схема работы системы питания дизеля.
Общее устройство.
Во время работы двигателя топливо из топливного бака 12 засасывается топливоподкачивающим насосом 10 через фильтр 11 грубой очистки, где отделяются крупные механические примеси.
Далее оно нагнетается подкачивающим насосом через фильтр 9 тонкой очистки в топливный насос 7 высокого давления. Последний подает топливо через топливопровод 6 под большим давлением к форсункам 4, которые впрыскивают его в распыленном состоянии в камеру сгорания. В топливный насос подается избыточное количество топлива. Излишки топлива отводятся из топливного насоса по топливопроводу 15 во впускную часть подкачивающего насоса через перепускной клапан.

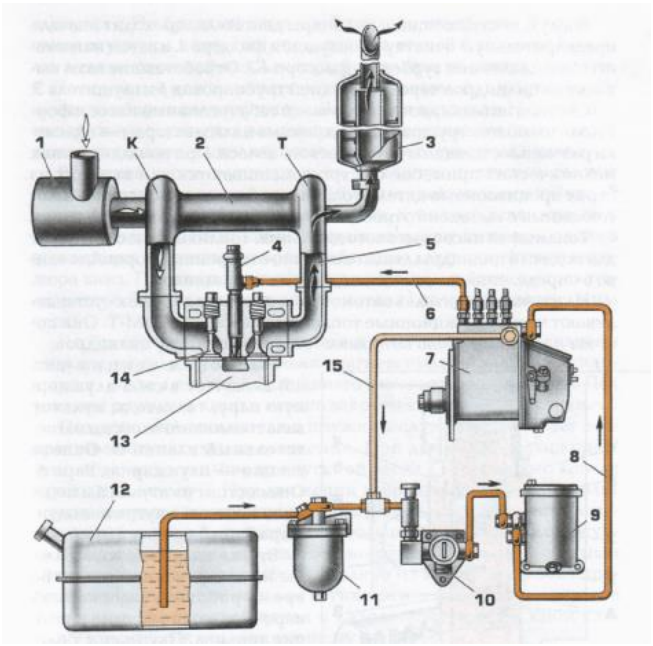


Схема системы питания дизеля Д-245:

1 — воздушный фильтр; 2 — турбокомпрессор; 3 — глушитель; 4— форсунка; 5 — трубопровод; 6 — топливопровод высокого давления; 7— топливный насос высокого давления; 8 – топливопровод низкого давления; 9—фильтр тонкой очистки топлива; 10— подкачивающий насос низкого давления; 11 — фильтр грубой очистки топлива; 12— топливный бак; 13— поршень; 14—впускной клапан; 15— топливопровод перепуска излишнего топлива; К. — компрессор; Т. — турбина; — отработавшие газы; — воздух; — направление движения топлива.

Воздух, поступающий в цилиндры двигателя, проходит вначале предварительную очистку в воздушном фильтре 1, а затем нагнетается под давлением турбокомпрессором 2. Отработавшие газы выходят из цилиндров через выпускной трубопровод 5 и глушитель 3. Система питания дизеля включает в себя топливный насос и форсунки, имеющие трущиеся пары с весьма малым зазором — в десятки раз меньше толщины человеческого волоса. При попадании в них механических примесей быстро изнашиваются или выходят из строя прецизионные детали топливного насоса и форсунки, изготовленные с высокой точностью.

2) Устройство и работа насоса высокого давления.

Топливный насос высокого давления. Топливный насос служит для подачи в цилиндры двигателя точно отмеренных порций топлива в определенный момент и под высоким давлением.

Продиктовать:

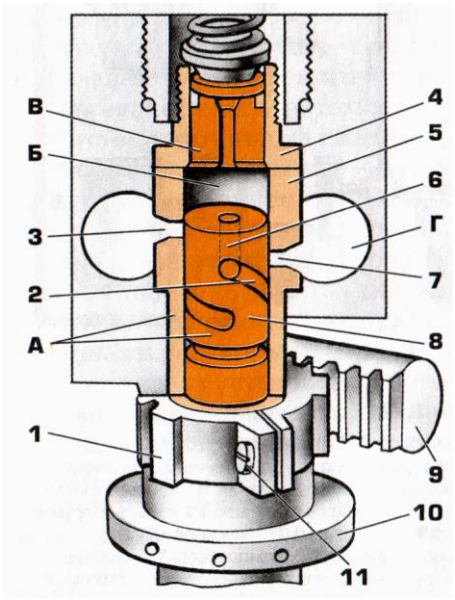
Топливный насос служит для подачи в цилиндры двигателя точно отмеренных порций топлива в определенный момент и под высоким давлением.

На изучаемых дизелях тракторов и автомобилей семейства гр. авто. «Бычок» или тр. МТЗ устанавливают четырехсекционные топливные насосы 4УТНМ-Т. Они состоят из секций, число которых соответствует числу цилиндров.

1. –макет насосной секции.

2. – принцип подачи топлива.

3. – конец подачи топлива.



Насосная секция:

1 — зубчатый венец; 2— отсечной паз (прорезь); 3— впускное отверстие; 4— седло клапана; 5 — втулка; 6 —осевой канал; 7 — перепускное отверстие; 8 — плунжер; 9— рейка; 10— поворотная втулка; 11 — стяжной винт; А — плунжерная пара; Б — надплунжерное пространство; В — нагнетательный клапан; Г — канал.

Втулка и плунжер изготовлены из легированной стали.

Во время работы в плунжерной паре создается высокое давление топлива. Плунжер с большой точностью притирается к гильзе. Зазор между ними в десятки раз тоньше человеческого волоса (0001…0002 мм). Раскомплектовывать детали плунжерной пары не разрешается.

Втулка выполнена с утолщением в верхней части, в котором имеется два противоположных боковых отверстия. Верхнее впускное отверстие 3 служит для заполнения надплунжерного пространства Б топливом, а нижнее перепускное отверстие 7 для перепуска топлива. Оба отверстия втулки соединены с П-образным каналом Г топливного насоса. В верхней части плунжера находятся соединенные осевой 6 и боковой каналы, а также отсечной паз 2, который выполнен по форме винтовой линии. С его помощью можно менять порции подаваемого топлива без изменения общего хода

плунжера. Кольцевая выточка в средней части плунжера служит для равномерного распределения по гильзе дизельного топлива, выполняющего в данном случае роль смазки.
В нижней части плунжера имеются выступ и выточка. Выступ ходит в пазы поворотной втулки 10, на которой помещен зубчатый ненец 1, соединенный с рейкой 9 насоса. Зубчатый венец крепят к втулке винтом 11. Нижнюю выточку используют для закрепления в нем тарелки пружины, которая необходима для перемещения плунжера вниз. Плунжер перемещается вверх под действием толкателя, который получает движение от кулачка валика топливного насоса.
Чтобы обеспечить четкое начало и окончание подачи топлива в цилиндр, на гильзу устанавливают нагнетательный клапан В., состоящий из седла 4 и точно подогнанного к нему стержня клапана. Под усилием пружины клапан плотно закрывает выход к форсунке.
Под действием толкателя и пружины плунжер совершает возвратно-поступательное движение. При движении плунжера 1 вниз топливо из впускной части 4 П-образного канала проходит в втулку 2. При движении вверх плунжер перекрывает впускное отверстие втулки, и топливо, открывая нагнетательной клапан 5, проходит под большим давлением в форсунку. Как только кромка отсечного паза совмещается с перепускным отверстием втулки (рис. 46, в), топливо из надплунжерного пространства попадает по каналам плунжера и перепускное отверстие 7 втулки в П-образный канал и далее через перепускной капан 9 к подкачивающему насосу.

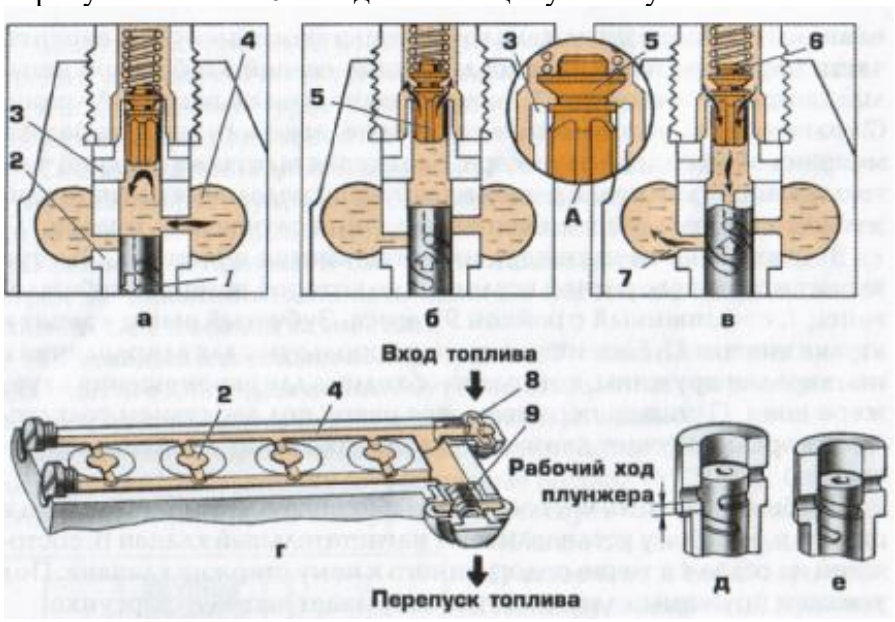


Схема работы секции топливного насоса:
а — заполнение втулки топливом; б — подача топлива в форсунку; в — конец подачи топлива (отсечка); г — П—образный канал в голове насоса; д — рабочее положение плунжера; е — положение плунжера при выключенной подаче топлива; 1 — плунжер; 2— втулка; 3— седло нагнетательного клапана; 4— впускная часть П—образного канала; 5— нагнетательный клапан; 6 — пружина; 7— перепускное отверстие втулки; 8 — штуцер для входа топлива; 9— перепускной клапан; А — момент отсечки топлива.

Давление в надплунжерном пространстве падает, и под действием пружины 6 нагнетательный клапан опускается в гнездо.
Разгрузочный поясок при посадке клапана отсасывает часть топлива из топливопровода высокого давления, давление в последнем резко падает, и четкая подача топлива

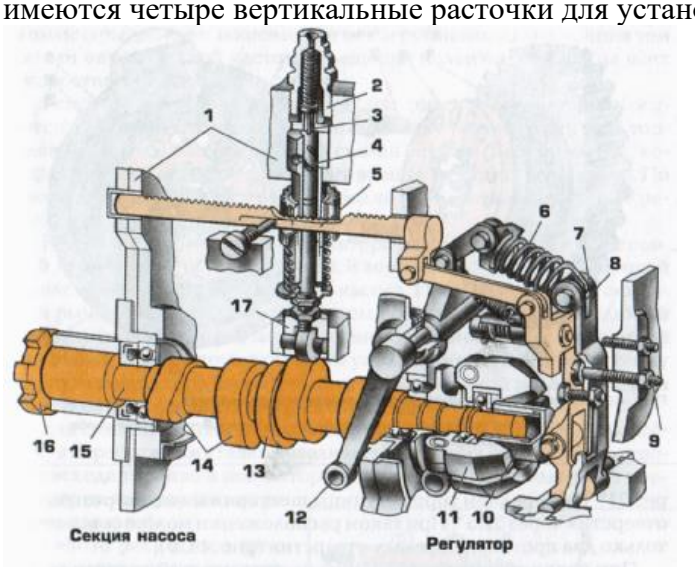
форсункой прекращается. Таким образом, рабочий ход плунжера длится от конца закрытия верхней кромкой плунжера впускного окна втулки до начала открытия перепускного окна кромкой отсечного паза. Подачу топлива за один нагнетательный ход плунжера называют цикловой подачей.

Продолжительность рабочего хода плунжера можно менять, повернув его в гильзе на соответствующий угол. Момент начала подачи топлива при этом не изменяется, а конец подачи топлива наступает раньше или позже (в зависимости от положения плунжера в гильзе). Чем ближе к верхнему торцу плунжера кромка отсечного паза, обращенная в сторону перепускного отверстия, тем раньше заканчивается подача топлива. Наименьшее расстояние от кромки паза до торца плунжера соответствует выключению подачи топлива.

Подачу топлива каждой секцией регулируют поворотом втулки 5 относительно зубчатого венца 1, для чего предварительно ослабляют стяжной винт 11. Порции топлива, подаваемые всеми секциями насоса, меняют передвижением зубчатой рейки 9 насоса, которая с помощью зубчатых венцов и поворотных втулок 5 поворачивает одновременно все плунжеры вокруг их оси.

На рисунке представлен общий вид секции топливного насоса и объединенного с ним регулятора частоты вращения коленчатого вала. Устройство и действие регулятора будет рассмотрено ниже.

Корпус 1 насоса представляет собой монолитную конструкцию с несъемной головкой. Он разделен литой горизонтальной перегородкой на две части. В верхней части корпуса имеются четыре вертикальные расточки для установки секций топливного насоса.



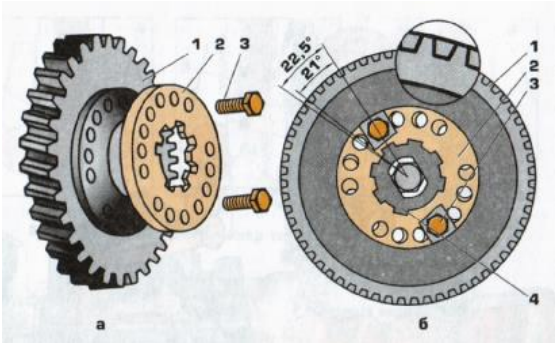
Устройство топливного насоса высокого давления:

1 — корпус; 2 — штуцер; 3 — нагнетательный клапан; 4— плунжер; 5 — рейка; 6 — пружина; 7 — основной рычаг регулятора; В — промежуточный рычаг; 9—винт номинальной подачи топлива; 10— муфта; 11 — груз; 12 — рычаг управления; 13 — эксцентрик; 14— кулачки; 15 — кулачковый вал; 16— шлицевая втулка; 17 — толкатель.

В нижней половине корпуса 1 насоса на двух шариковых подшипниках размещен кулачковый вал 15 (общий для всех секций насоса). На кулачковом валу расположено четыре кулачка, развернутых один относительно другого под углом 90^0. Между вторым и третьим кулачками вала находится эксцентрик 13, который служит для привода подкачивающего насоса.

Кулачковый вал топливного насоса высокого давления приводится в действие шестерней привода с помощью шлицевой втулки 16, которая связана шпонкой с кулачковым валом и

соединяется с шестерней 1 привода посредством шлицевой шайбы 2 и двух болтов 3. Шестерня 1 свободно посажена на ступице установочного фланца, В центральное отверстие шестерни запрессована бронзовая втулка, которая прижимается буртиком к торцу установочного фланца. Шайба 2 относительно втулки устанавливается в определенном положении благодаря пропущенному («слепому») шлицу. Это положение обеспечивает снятие и установку топливного насоса без нарушения установленного момента подачи топлива.



Привод топливного насоса высокого давления:

а— устройство привода; б — вид спереди; 1 — шестерня; 2 — шлицевая шайба; 3 — болт; 4— шлицевая втулка.

При повороте шлицевой шайбы по ходу часовой стрелки до совмещения следующей пары отверстий момент подачи топлива к форсунке происходит на 3° раньше. Если повернуть шайбу против хода часовой стрелки, то угол начала подачи топлива соответственно уменьшится.

При нормальной работе топливного насоса каждая секция начинает подачу топлива к форсункам за несколько градусов до прихода поршня в ВМТ при такте сжатия.

Если общий момент начала подачи топлива секциями насоса можно изменить, переставив болты крепления шлицевой шайбы к шестерне топливного насоса, то момент начала подачи топлива каждой секции изменяют регулировочным болтом толкателя 17.

Масло для смазывания деталей топливного насоса подается под давлением из общей смазочной системы двигателя.

В отличие от рассмотренного ранее топливный насос дизеля КамАЗ — двухрядный V - образный: по четыре секции в каждом ряду. Кулачковый вал такого насоса вращается в конических роликовых подшипниках, установленных в прикрепленных к корпусу насоса крышках. Осевой зазор в конических подшипниках устанавливают подбором регулировочных прокладок.

3) Устройство и работа регуляторов частоты вращения коленчатого вала. Регулятор.

В цилиндры дизеля в зависимости от нагрузки и поддерживания тем самым определенной частоты вращения коленчатого вала на всех скоростных режимах.

Регулятор имеет четыре груза 11, соединенных осями со ступицей, которая свободно сидит на кулачковом валу 15 топливного насоса. Вал со ступицей связан спиральной пружиной, которая уменьшает неравномерность вращения грузов регулятора. По хвостовику кулачкового вала свободно передвигается муфта 10 регулятора с упорным шарикоподшипником.

В корпусе задней части регулятора на оси установлены основной 7 и промежуточный 8 рычаги. В верхней части промежуточный рычаг соединен тягой с рейкой 5 насоса. Промежуточный и основной рычаги связаны болтом, который обеспечивает необходимый

угловой свободный ход между ними. Основной рычаг 7 соединен пружиной б регулятора с рычагом управления 12. В заднюю стенку корпуса регулятора ввернуты винт 9 номинальной подачи топлива (жесткий упор) и винт прекращения подачи топлива.

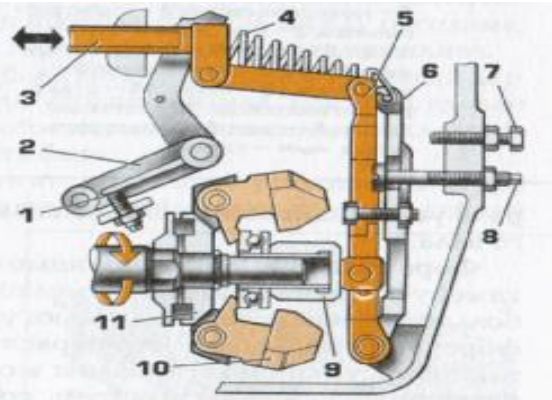
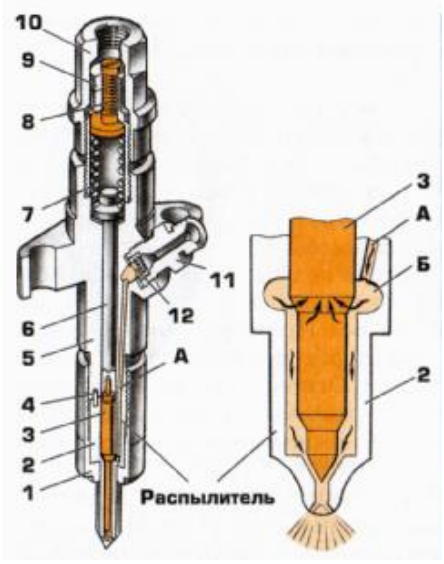


Рис. 49. **Схема работы регулятора:**
1 — винт-ограничитель максимальной частоты вращения коленчатого вала; **2** — наружный рычаг управления подачей топлива; **3** — рейка топливного насоса; **4** — пружина регулятора; **5** — промежуточный рычаг; **6** — основной рычаг; **7** — болт прекращения подачи топлива; **8** — винт номинальной подачи топлива; **9** — муфта; **10** — груз; **11** — ступица

После пуска дизеля повышение частоты вращения коленчатого вала приводит к увеличению центробежных сил грузов 10, которые, преодолевая усилие пружины 4, перемещают своими рычажками муфту 9, а через нее и рычаг 5 с рейкой топливного насоса вправо, уменьшая подачу топлива.
При постоянной нагрузке дизеля устанавливается равновесие между усилием пружины 4 регулятора и центробежной силой грузов 10 — определенная частота вращения коленчатого вала. При изменении нагрузки это равновесие нарушается, и промежуточный рычаг 5 перемещается вместе с рейкой 3 насоса, изменяя подачу топлива и сохраняя постоянной частоту вращения коленчатого вала. Во время работы автомобиля водитель с помощью педали управления подачей топлива (акселератора) изменяет величину растяжения пружины 4 и, следовательно, частоту вращения коленчатого вала.
При полной номинальной нагрузке дизеля головка винта 8 номинальной подачи топлива касается основного рычага 6 регулятора, и устанавливается номинальная частота вращения коленчатого вала.

4) Устройство и работа форсунок.
Форсунка



Форсунка

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

На дизелях устанавливают многодырчатые форсунки с малым диаметром распыливающих отверстий. Все детали форсунки смонтированы в стальном корпусе 5. *Основная часть форсунки — распылитель, состоящий из корпуса 2 и иглы 3.* Корпус и игла изготовлены из легированной стали, тщательно обработаны и имеют большую твердость рабочих поверхностей. Для получения минимального зазора иглу и корпус подбирают парами и притирают. Заменить одну из этих деталей нельзя. Игла прижата к коническому седлу корпуса пружиной 7 с помощью штанги 6.
Пружину регулируют винтом 8 на определенное давление. Он ввернут в донышко стакана, который сам завернут в корпус форсунки. От самоотвинчивания винт предохранен контргайкой 9. Сверху он закрыт колпаком 10, в котором находится резьбовое отверстие для подсоединения сливной трубки, через которую отводиться топливо в топливный бак, просочившееся в полость пружины.

5) Устройство и работа топливного бака и топливных фильтров

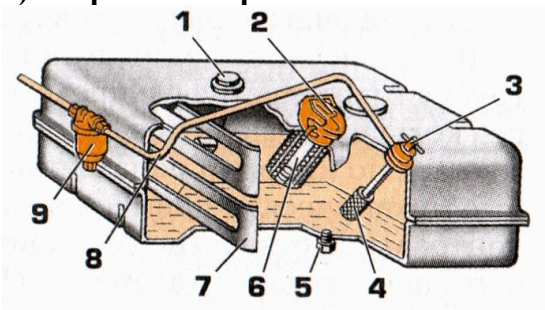
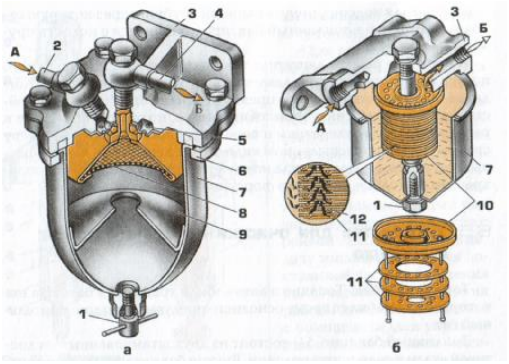


Рис. 51. **Топливный бак:**
1 — датчик уровня топлива; **2** — заливная горловина с крышкой; **3** — расходный кран; **4** — сетчатый фильтр; **5** — пробка сливного отверстия; **6** — выдвижной патрубок; **7** — перегородка; **8** — топливопровод; **9** — фильтр-отстойник



Фильтры грубой очистки топлива:

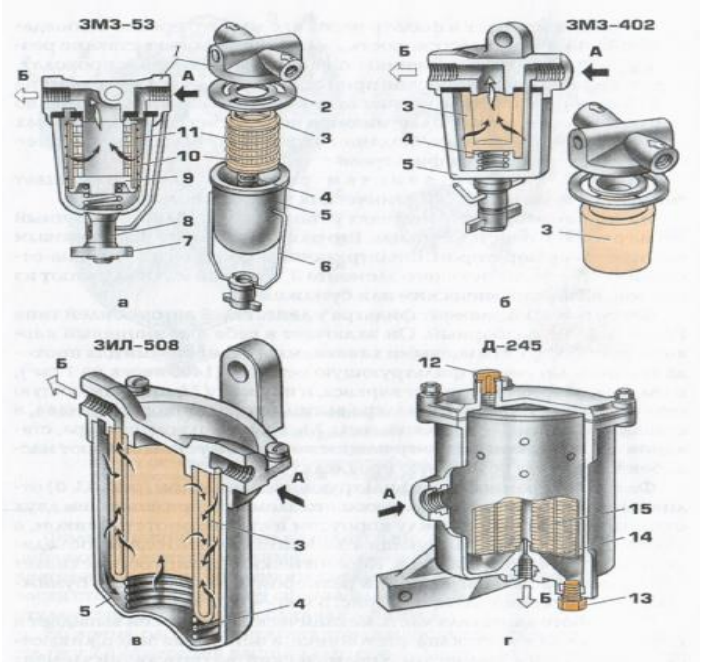
а — дизеля; б — карбюраторного двигателя; 1 — сливная пробка; 2,4—трубки; 3 — корпус; 5— распределитель потока топлива; 6 — нажимное кольцо; 7 - стакан; 8, 10— сетчатый и пластинчатый фильтрующие элементы; 9 — успокоитель;

Фильтрующий элемент находится внутри стакана 7. Стакан закрепляют с помощью нажимного кольца 6 и болтов. Стык между стаканом и корпусом уплотняют паронитовой прокладкой. В нижней части стакана установлен специальный успокоитель 9. В резьбовую втулку стакана ввернута сливная пробка 1.

Во время работы двигателя топливо подводится в фильтр через трубку 2 и отверстия распределителя 5. Затем оно стекает вниз через кольцевую щель между отражателем и стенкой стакана. Часть топлива

по инерции попадает под успокоитель, где оседают круп ные механические примеси и вода, находящаяся в топливе. Через центральное отверстие успокоителя топливо поднимается вверх к сетке фильтрующего элемента. Пройдя через сетчатый элемент, оно очищается от мелких механических примесей и поступает через центральное отверстие корпуса к отводящей трубке 4.

Фильтрующий элемент фильтра у двигателей тракторов и автомобилей типа ГАЗ, ЗИЛ и мтз — разборный.



Фильтры тонкой очистки топлива:

г –дизеля: 1 — корпус: 2 прокладка: 3—фильтрующие элементы, 4—пружина: 5— стакан—отстойник, 12— продувочный вентиль; 13— пробка сливного отверстия; 14— внутренняя секция фильтрующего элемента: 15— наружная секция фильтрующего элемента: А, Б — вход и выход топлива.

Поток топлива под давлением подкачивающего насоса входит через отверстие А. в корпус фильтра, а затем проходит последовательно через отверстия каркаса и фильтрующих штор. Очищенное от мельчайших примесей топливо через отверстие Б. направляется по топливопроводу низкого давления в топливный насос высокого давления.
В нижней части корпуса предусмотрено отверстие, закрытое пробкой 13, для слива из фильтра загрязненного топлива и попав шей с топливом воды. На крышке корпуса установлен продувочный вентиль 12. Он служит для выпуска Воздуха, попадающего в топливную систему двигателя.

6) Топливные насосы низкого давления.
Топливо перекачивается насосом за два хода поршня. При вращении валика топливного насоса эксцентрик 1 отходит от ролика толкателя, и поршень перемещается под действием пружины вниз. Топливо, находящееся под поршнем, вытесняется в нагнетательный топливопровод, проходя через фильтр тонкой очистки в топливный насос. В надпоршневом пространстве в это время происходит разрежение, вследствие чего топливо поступает в насос через открывшийся впускной клапан 7 из топливного бака, пройдя через фильтр грубой очистки.

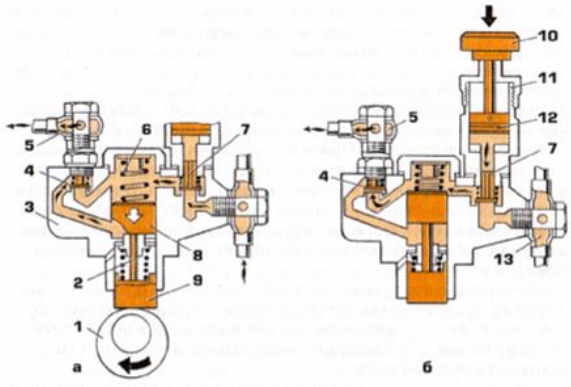


Рис. 55. **Топливоподкачивающий насос дизеля:**
а — схема работы; **б** — схема работы насоса ручной подкачки; **1** — эксцентрик; **2** — шток; **3** — корпус; **4, 7** — нагнетательный и впускной клапаны; **5, 13** — нагнетательный и впускной топливопроводы; **6** — пружина; **8, 12** — поршни; **9** — толкатель; **10** — рукоятка; **11** — цилиндр; ➔ — направление движения топлива

При дальнейшем вращении валика топливного насоса эксцентрик набегает на ролик толкателя, и поршень 8 перемещается вверх, сжимая пружину 6. Под поршнем образуется разрежение, давление над поршнем возрастает. Под давлением топлива впускной клапан 7 закрывается, а нагнетательный клапан 4 открывается, и топливо перетекает из надпоршневого пространства под поршень. Этот ход поршня — вспомогательный, далее процесс повторяется.
Нормальная подача подкачивающего насоса — 1,5 л/мин, давление подачи топлива — 0,15 МПа. На корпусе насоса над впускным клапаном установлен насос ручной подкачки топлива (рис. 55, б). Он состоит из цилиндра 11, поршня 12 и штока с рукояткой 10. Этот насос используют для заполнения системы топливом и удаления из нее воздуха перед пуском двигателя.
Перед прокачкой топлива должен быть открыт продувочный вентиль фильтра тонкой очистки. При перемещении рукоятки с поршнем вверх под действием разрежения, образующегося в цилиндре, открывается впускной клапан 7, и топливо заполняет пространство под поршнем. При движении рукоятки с поршнем вниз под давлением топлива впускной клапан 7 закрывается, а нагнетательный клапан 4 открывается, и топливо поступает по нагнетательному топливопроводу к фильтру тонкой очистки.

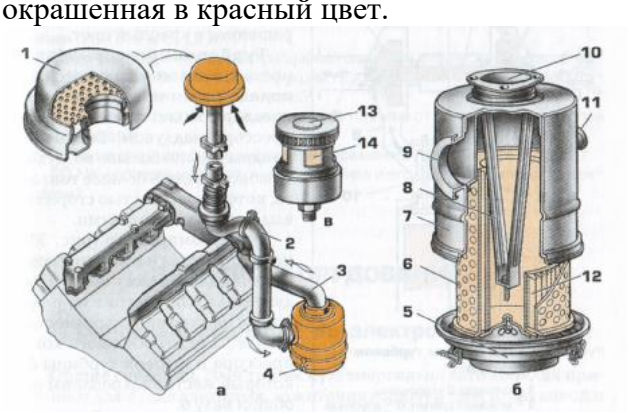
После удаления воздуха из системы рукоятку 10 опускают вниз и во избежание подсасывания воздуха завертывают на крышку цилиндра до упора.

7) Воздушные фильтры двигателей.

Воздушные фильтры. При использовании воздушных фильтров уменьшается изнашивание деталей цилиндропоршневой группы в несколько раз, поскольку они очищают воздух от пыли, в которой содержатся твердые частицы. Наибольшее распространение на тракторах и автомобилях получили двухступенчатые инерционно-масляные воздушные фильтры и сухие со сменными фильтрующими элементами.

Двухступенчатый воздушный фильтр сухого типа. Первой ступенью служит воздухозаборник 1 со сбором пыли в бункер, расположенный в крышке 5, а второй ступенью фильтрующий элемент 12. При работе дизеля засасываемый через воздухозаборник 1 и входной воздухопровод 2 воздух проходит через воздушный фильтр 4, где поток воздуха, направляясь через входной патрубок 9 по касательной к корпусу 7 воздушного фильтра, получает вращательное движение. Под действием центробежной силы частицы пыли отбрасываются к стенке корпуса и собираются в бункере. Очищенный от крупных частиц воздух проходит через бумажные фильтрующие элементы 12 и полностью очищенным поступает в выходной патрубок 10 и далее в впускной коллектор дизеля.

Для контроля за степенью засоренности фильтрующих элементов и определения необходимости проведения ТО воздухоочистителей предусмотрен индикатор засоренности. Его устанавливают либо на выходном воздухопроводе, либо в кабине. Индикатор засоренности представляет собой прозрачный корпус, под которым установлен поршень с ярко-красной окраской по окружности. Автоматически индикатор срабатывает при загрязнении фильтрующих элементов воздухоочистителя. При этом увеличивается разрежение во впускном трубопроводе и поршень, преодолевая сопротивление пружины, перемещается в прозрачном корпусе. В смотровом окне 14 появляется часть поршня, окрашенная в красный цвет.



Воздушный фильтр сухого типа двигателя КамАЗ:

а — расположение на двигателе; б—устройство; в — индикатор засоренности; 1 — воздухозаборник; 2— входной воздухопровод; 3—выходной воздухопровод;

4—воздушный фильтр; 5—крышка; 6—защитный кожух; 7 — корпус; 8— кронштейн крепления фильтрующего элемента; 9—входной патрубок; 10 —выходной патрубок; 11 — патрубок отсоса; 12— фильтрующий элемент; 13— колпачок; 14—смотровое окно.

8) Турбокомпрессор.

Мощность дизеля можно повысить, подавая в цилиндры воздух, предварительно сжатый в компрессоре (надувом). Если в цилиндры подано больше воздуха, то можно подать больше топлива, которое полностью сгорит и выделит больше энергии.

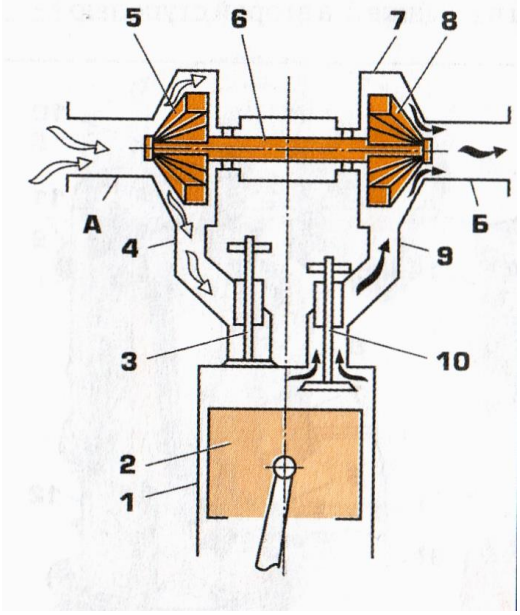


Схема работы турбокомпрессора:

1- цилиндр; 2— поршень, 3 — впускной клапан; 4 трубопровод; 5—колесо компрессора; 6—вал турбокомпрессора; 7—корпус; 8—колесо турбины; 9—выпускной трубопровод; 10— выпускной клапан; А — Впускной трубопровод; Б — выпускная труба.

9. Домашнее задание.

Используя материал лекции ответьте на вопросы:

1) Пользуясь, рисунком «Схема системы питания двигателя», проследите путь топлива от бака до форсунки при работе дизеля.

2) Что является основой насосной секции?

3) Покажите на макете, как работает регулятор насоса.

4) Какие виды воздушных фильтров применяют для очистки воздуха?

5) Чем обеспечиваются очистка топлива и его подача в цилиндры двигателя?

6) В каких целях на дизелях устанавливают турбокомпрессоры?