

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

«Брестский государственный технический университет»

Кафедра технической эксплуатации автомобилей

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Методические указания

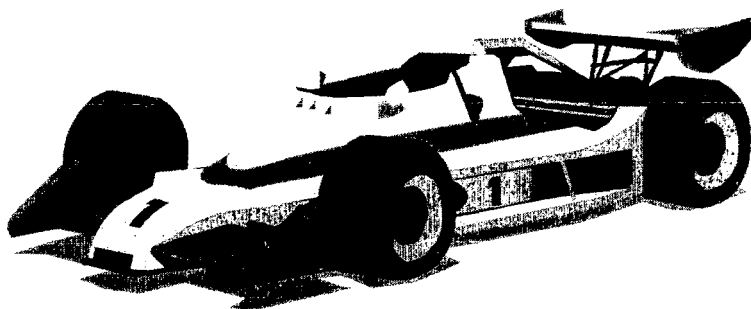
к выполнению лабораторной работы

по дисциплине

«Автотранспортные средства»

для студентов специальности

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»



Брест 2009

ЎДК 629.131.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Автомобильные средства» для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» содержат материал для изучения, контрольные вопросы, на которые необходимо ответить при составлении отчета по лабораторной работе, так же приведена последовательность рассмотрения материала с целью его качественного усвоения.

Составитель: Б.Л.Казак, ст. преподаватель кафедры ТЭА

Рецензент: Ринкевич А.В., начальник СТО «МАЗ» СП «Веставто» ОАО г. Бреста

ВВЕДЕНИЕ

Целью лабораторной работы является углубление и закрепление знаний, полученных по системе питания дизельных двигателей на лекции и при самостоятельной проработке курса.

Подготовка к лабораторной работе включает разбор материала по изучаемой теме в конспекте лекций, учебниках и методических пособиях.

На лабораторном занятии необходимо получить у преподавателя задание и инструктаж, ознакомиться с методическими указаниями по работе, а затем, используя плакаты, описания и наглядные пособия, изучить назначение, устройство, принцип действия системы, ее аппаратов и приборов.

Отчет по работе выполняется в тетради либо на отдельных листах формата А-4, схемы и эскизы вычерчиваются карандашом или на компьютере. Содержание отчета приведено в методических указаниях к данной лабораторной работе. Отчеты защищаются индивидуально.

Последовательность выполнения работы

1. Изучение общих сведений по системам питания дизельных двигателей.
2. Изучение систем питания заданных преподавателем двигателей.
3. Составление отчета по работе и защита.

Техника безопасности при выполнении работы

Узлы и детали системы питания должны быть размещены на столе в устойчивом положении, исключающем их опрокидывание и падение. В устройствах с сильно деформированными пружинами (например, в форсунках) не снимайте фиксирующие их детали. При изучении материала на учебном автомобиле работать только под контролем мастера производственного обучения. Руководствоваться действующей инструкцией для лаборатории конструкции автомобилей.

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО СИСТЕМАМ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ

1. Различают системы питания раздельного типа с насосом высокого давления и форсункой, выполненными в виде отдельных агрегатов, и системы нераздельного типа с объединением указанных устройств в одном агрегате, называемом насос-форсункой.

1. Система питания дизеля раздельного типа

Система питания дизельного двигателя обеспечивает его работу при изменяющейся частоте вращения коленчатого вала и различной нагрузке. В соответствии с рабочим циклом дизельного двигателя приборы системы питания осуществляют впрыск топлива в цилиндры двигателя в конце такта сжатия, распыливание топлива в объеме камеры сгорания и образование рабочей смеси при испарении и перемешивании его с воздухом, регулирование количества впрыскиваемого топлива по желанию водителя, автоматическое изменение угла опережения впрыска в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя, изменение дозировки впрыска в соответствии с изменяющейся нагрузкой.

На этих дизельных двигателях применяется схема системы питания с раздельным исполнением насоса высокого давления и форсунок, служащих для впрыска топлива в каждый цилиндр двигателя.

Такую схему применяют и на двигателях ЯМЗ - 238, различие у них только в количестве цилиндров.

В общем виде система питания дизельного двигателя может быть представлена из двух магистралей - низкого и высокого давления. Приборы магистрали низкого давления

подают топливо из бака к насосу высокого давления. Приборы магистрали высокого давления осуществляют непосредственный впрыск топлива в цилиндры двигателя.

Схема системы питания двигателя ЯМЗ-236 представлена на рис. 1. Дизельное топливо содержится в баке 10, который связан с всасывающим топливопроводом через фильтр грубой очистки с топливным насосом 8 низкого давления. При работе двигателя создается разрежение во всасывающей магистрали, вследствие чего топливо проходит через фильтр грубой очистки, очищается от крупных взвешенных частиц и поступает в насос.

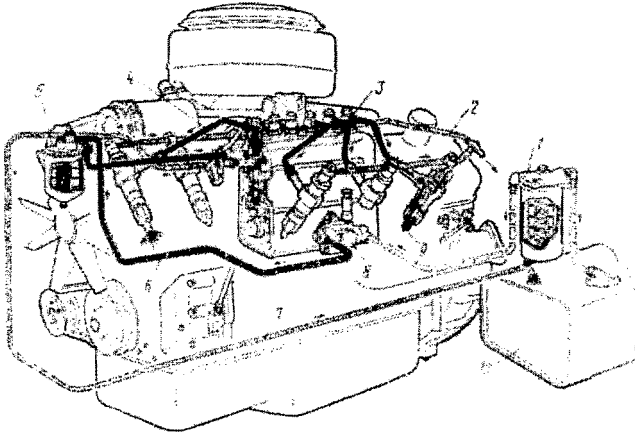


Рис. 1. Схема системы питания двигателя ЯМЗ-236:

1 - фильтр грубой очистки топлива; 2 - сливной трубопровод от форсунок; 3 - насос высокого давления; 4 - подводящий топливопровод высокого давления; 5 - фильтр тонкой очистки топлива; 6 - подводящий топливопровод низкого давления; 7 - сливной трубопровод от насоса высокого давления; 8 - топливный насос низкого давления; 9 - форсунка; 10 - топливный бак

Из насоса топливо под избыточным давлением около 0,4 МПа по топливопроводу 6 подается к фильтру 5 тонкой очистки. На входе в фильтр имеется жиклер, через который часть топлива отводится в сливной трубопровод 7. Это сделано для предохранения фильтра от ускоренного загрязнения, так как через него проходит не все топливо, перекачиваемое насосом.

После тонкой очистки в фильтре 5 топливо подводится к насосу 3 высокого давления. В этом насосе топливо сжимается до давления около 15 МПа и по топливопроводу 4 поступает в соответствии с порядком работы двигателя к форсункам 9. Неиспользованное топливо от насоса высокого давления отводится по сливному трубопроводу 7 обратно в бак. Небольшое количество топлива, остающееся в форсунках после окончания впрыска, отводится по сливному трубопроводу 2 в топливный бак.

Насос высокого давления приводится в действие от коленчатого вала двигателя через муфту опережения впрыска, вследствие чего осуществляется автоматическое изменение момента впрыска при изменении частоты вращения. Кроме того, насос высокого давления конструктивно связан с всережимным регулятором частоты вращения коленчатого вала, изменяющим количество впрыскиваемого топлива в зависимости от нагрузки двигателя.

Топливный насос низкого давления имеет ручной подкачивающий насос, встроенный в его корпус, и служит для заполнения магистрали низкого давления топливом при неработающем двигателе.

1.1 Устройство приборов системы питания магистральной низкого давления

К приборам питания магистральной низкого давления дизельных двигателей ЯМЗ относятся фильтры грубой и тонкой очистки топлива, топливный насос низкого давления и топливопроводы.

Фильтр грубой очистки топлива (рис.2) служит для удаления из топлива относительно крупных взвешенных частиц инородного происхождения. Фильтр состоит из цилиндрического штампованного корпуса 2, соединенного фланцем 4 с крышкой 6. Для уплотнения между корпусом и крышкой установлена прокладка 5.

Фильтрующий элемент 3 состоит из сетчатого каркаса, на который навит в несколько слоев хлопчатобумажный шнур. В торцовых поверхностях дна корпуса и крышки сделаны кольцевые выступы. При сборке они вдавливаются в фильтрующий элемент, чем обеспечивается уплотнение фильтрующего элемента в корпусе фильтра. Центрирование фильтрующего элемента при сборке фильтра достигается направляющей крестовиной 8, приваренной к дну корпуса.

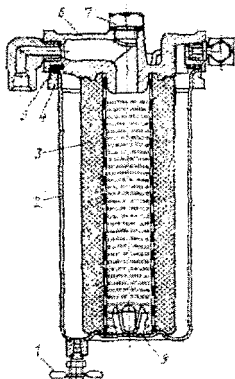


Рис.2. Фильтр грубой очистки топлива:

1 - сливной кран; 2 - корпус; 3 - фильтрующий элемент; 4 - фланец; 5 - прокладка; 6 - крышка; 7 - пробка; 8 - направляющая крестовина

Топливо поступает под действием разрежения, создаваемого насосом низкого давления, в наружную полость фильтра между корпусом и фильтрующим элементом. Проходя через фильтрующий элемент, оно очищается от механических примесей и попадает во внутреннюю полость фильтра. Далее очищенное топливо отводится через центральное отверстие в крышке по трубопроводу к насосу низкого давления.

Фильтр тонкой очистки топлива (рис.3) предназначен для очистки топлива от мельчайших частиц, которые не задержались в фильтре грубой очистки. Он имеет корпус 4, внутри которого на стяжном стержне 5 размещен фильтрующий элемент 3. Чугунная литая крышка 9 крепится к корпусу фильтра через уплотнительную прокладку стяжным болтом. При сборке фильтра стяжной болт ввертывают в центральный стержень, который приварен к нижней части корпуса.

Фильтрующий элемент 3 состоит из перфорированного металлического каркаса с фланцем по торцам. На сердцевину каркаса наложены слои ткани и набивки из древесной муки или минеральной шерсти, пропитанной клеящим материалом. После обработки набивка фильтрующего элемента представляет пористую массу, хорошо задерживающую мелкие механические примеси и легко пропускающую топливо. Сверху и снизу фильтрующий элемент хорошо уплотнен резиновыми прокладками, которые плотно охватывают центральный стержень и поджимаются в собранном состоянии пружинкой 2.

При работе насоса низкого давления топливо подкачивается через отверстие в крышке 9 и дальше поступает в полость между корпусом и фильтрующим элементом. Проникая через набивку фильтрующего элемента во внутреннюю полость фильтра, топливо очищается и собирается вокруг центрального стержня. Поднимаясь далее вверх, топливо выходит через канал в крышке по трубопроводу к насосу высокого давления.

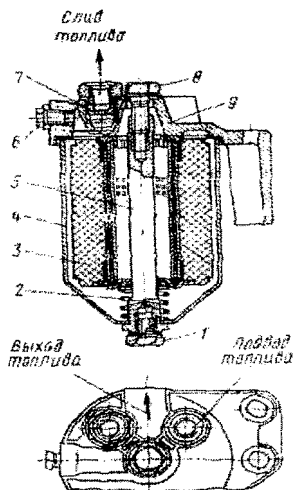


Рис.3. Фильтр тонкой очистки топлива:

1 - пробка сливного отверстия; 2 – пружина; 3 - фильтрующий элемент; 4 – корпус; 5 - стяжной стержень; 6 – пробка; 7 – жиклер; 8 - стяжной болт; 9 - крышка

Отверстие в крышке, закрытое пробкой 6, служит для выпуска воздуха при прокачке фильтра. Здесь же в крышке установлен жиклер 7 для слива излишков топлива, которое не расходуется в насосе высокого давления. Отстой из фильтра выпускают через отверстие, закрываемое пробкой.

Топливный насос низкого давления (рис.4) подает топливо под давлением около 0,4 МПа к насосу высокого давления. В корпусе 3 насоса размещены поршень 5 со штоком 4 и роликовым толкателем 2, впускной 12 и нагнетательный 6 клапаны. Поршень прижимается пружиной 7 к штоку, а другим концом пружина упирается в пробку.

В корпусе насоса имеются каналы, соединяющие подпоршневую и надпоршневую полости с клапанами и сверлениями насоса, служащими для подсоединения его к магистрали. В верхней части корпуса над впускным клапаном 12 расположен ручной подкачивающий насос, состоящий из цилиндра 9 и поршня 10, связанного с рукояткой 8.

При работе двигателя эксцентрик набегают на роликовый толкатель 2 и поднимают его вверх. Перемещение толкателя через шток 4 передается поршню 5, и он занимает верхнее положение, вытесняя топливо из надпоршневой полости и сжимая пружину 7.

Когда эксцентрик сходит с толкателя, поршень 5 под действием пружины 7 опускается. При этом в полости над поршнем создается разрежение, впускной клапан 12 открывается и топливо поступает в надпоршневое пространство. Затем эксцентрик опять поднимает поршень, и поступившее топливо вытесняется через нагнетательный клапан 6 в магистраль. Частично оно перетекает по каналу в полость под поршнем, а при опускании поршня опять вытесняется в магистраль, чем достигается более равномерное нагнетание топлива.

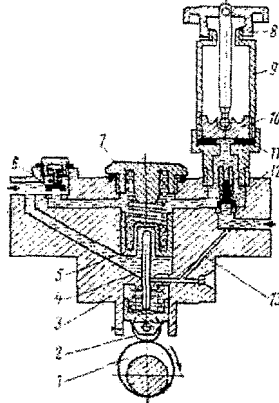


Рис.4. Схема топливного насоса низкого давления:

1 - эксцентрик кулачкового вала; 2 - роликовый толкатель; 3 - корпус; 4 - шток; 5, 10 - поршни; 6 - нагнетательный клапан; 7 - пружина; 8 - рукоятка; 9 - цилиндр ручного насоса; 11 - прокладка; 12 - впускной клапан; 13 - дренажный канал

При малом потреблении топлива в полости под поршнем создается некоторое избыточное давление и пружина 7 оказывается не в состоянии преодолеть это давление. В результате при вращении эксцентрика поршень 5 не доходит до своего нижнего положения, и подача топлива насосом автоматически уменьшается.

При работе насоса часть топлива из подпоршневой полости может просочиться по направляющей штока 4 в картер насоса высокого давления и вызвать разжижение масла. Для предотвращения этого в корпусе насоса низкого давления просверлен дренажный канал 13, по которому отводится просочившееся топливо из направляющей штока во всасывающую полость насоса.

Ручной подкачивающий насос работает следующим образом. При необходимости прокачки магистрали низкого давления с целью удаления воздуха отвертывают рукоятку 8 с цилиндра насоса и делают ею несколько качков. Топливо заполняет магистраль, после чего рукоятку насоса опускают в нижнее положение и плотно наворачивают на цилиндр. При этом поршень прижимается к уплотнительной прокладке 11, что обеспечивает герметичность ручного насоса.

Топливопроводы низкого давления соединяют приборы магистрали низкого давления. К ним относятся также сливные трубопроводы системы питания, свернутые из стальной ленты с медным покрытием, или пластмассовые трубки. Для соединения топливопроводов с приборами питания применяют накидные наконечники с полыми болтами или штуцерные соединения с латунной муфтой и соединительной гайкой.

1.2 Устройство приборов системы питания магистрали высокого давления

К приборам питания магистрали высокого давления двигателей ЯМЗ относятся топливный насос высокого давления, форсунки и топливопроводы.

Топливный насос высокого давления подает в каждый цилиндр двигателя строго дозированные порции топлива в соответствии с порядком работы и заданным режимом.

Топливный насос дизельного двигателя ЯМЗ-238 установлен между рядами цилиндров и приводится в действие от шестерни распределительного вала через автоматическую муфту опережения впрыска. Управление работой насоса осуществляется вручную с места водителя и автоматически корректируется всережимным регулятором частоты вращения коленчатого вала в зависимости от нагрузки двигателя. Регулятор встроен в конструкцию насоса и связан с приводом управления им.

Основными частями насоса высокого давления (рис.5) являются корпус 14, кулачковый вал 1 и нагнетательные секции, число которых равно числу цилиндров двигателя. Основными деталями каждой нагнетательной секции являются плунжер 16 и гильза 15.

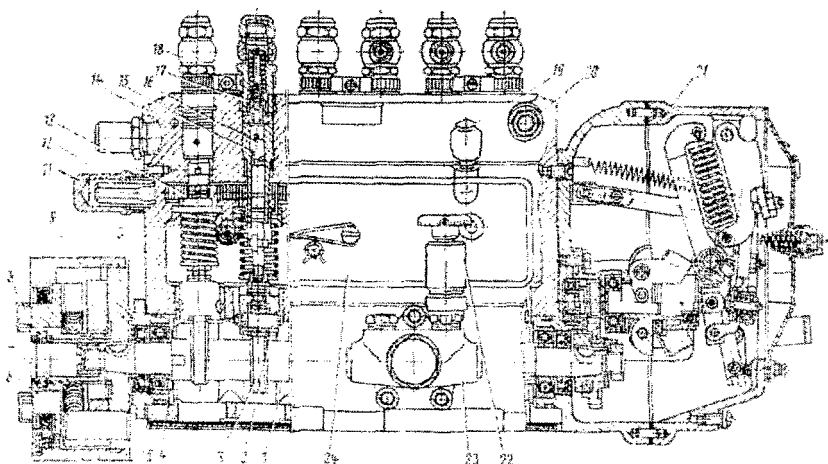


Рис.5. Топливный насос высокого давления:

1 - кулачковый вал насоса; 2 - роликовый толкатель; 3 - кулачок; 4 - шариковый подшипник; 5 - ведомый фланец муфты опережения впрыска топлива; 6 - палец ведомого фланца; 7 - пружина; 8 - ведущий фланец; 9 - груз; 10 - пружина плунжера; 11 - ограничитель хода рейки; 12 - зубчатая рейка; 13 - зубчатый сектор; 14 - корпус насоса; 15 - гильза; 16 - плунжер; 17 - нагнетательный клапан; 18 - штуцер; 19 - пробка заливной горловины; 20 - пробка выпуска воздуха; 21 - регулятор частоты вращения коленчатого вала; 22 - ручной подкачивающий насос; 23 - насос низкого давления; 24 - крышка

Нагнетательные секции размещены в гнездах верхней части корпуса 14, насоса, и их гильзы крепятся стопорными болтами. Топливо к гильзам подводится и отводится через продольные каналы, просверленные по всей длине корпуса насоса.

Сбоку от нагнетательных секций в продольном сверлении корпуса размещена зубчатая рейка 12, зацепленная с зубчатыми секторами 13 каждого плунжера. Ход рейки ограничивается ограничителем 11. Свободный конец рейки, выходящий из корпуса насоса, соединен серьгой с регулятором частоты вращения коленчатого вала, который управляет количеством подачи топлива.

В нижней перегородке корпуса имеются гнезда для установки роликовых толкателей 2. От проворачивания толкатели удерживаются удлиненными осями роликов, которые входят в вертикальные пазы, выполненные в гнездах.

Кулачковый вал насоса установлен на двух шариковых подшипниках 4, которые уплотнены самоподжимными резиновыми сальниками. На кулачковом валу имеются кулачки 3 по числу нагнетательных секций и эксцентрик для привода подкачивающего насоса низкого давления. Свободные концы вала заканчиваются хвостовиками. Передний хвостовик служит для крепления муфты опережения впрыска, через которую осуществляется привод насоса. На заднем хвостовике кулачкового вала закреплена шестерня привода регулятора 21 частоты вращения коленчатого вала.

Со стороны крепления подкачивающего насоса 22 низкого давления на корпусе имеется съемная крышка 24. Крышка закрывает полость насоса, через которую открывается доступ для регулировки длины толкателей и равномерности подачи по секциям насоса.

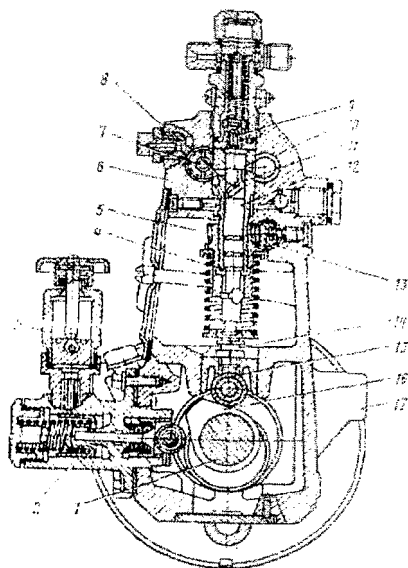


Рис.6. Поперечный разрез насоса высокого давления:

1 - кулачковый вал насоса; 2 - топливный насос низкого давления; 3 - ручной подкачивающий насос; 4 - пружина; 5 - зубчатый сектор; 6 - корпус насоса; 7 - канал слива топлива; 8 - винтовая кромка плунжера; 9 - нагнетательный клапан; 10 - канал подвода топлива; 11 - гильза; 12 - плунжер; 13 - зубчатая рейка; 14 - регулировочный винт; 15 - роликовый толкатель; 16 - кулачок; 17 - прилив крепления насоса к двигателю

Устройство нагнетательной секции. Основой каждой нагнетательной секции (рис.6) является плунжерная пара, состоящая из плунжера 12 и гильзы 11. Эти детали подбирают селективно друг к другу с зазором 0,001 - 0,002 мм и в процессе эксплуатации их разуконплектовывать нельзя. Нижним концом плунжер упирается в регулировочный винт 14, ввернутый в корпус роликового толкателя 15. От самопроизвольного отворачивания винт 14 контрится контргайкой.

Плунжер насоса перемещается вверх при набегании кулачка 16 на роликовый толкатель. Обратное перемещение плунжера происходит при сбегании кулачка с ролика под воздействием пружины 4, которая упирается через тарелку на плунжер.

На гильзу 11 свободно надета поворотная втулка, имеющая в верхней части зубчатый сектор 5, соединенный с рейкой, а в нижней части два паза, в которые входят шлицевые выступы плунжера. Таким образом, плунжер оказывается соединенным с зубчатой рейкой 13. Над плунжерной парой расположен нагнетательный клапан 9, который состоит из седла и собственно клапана, закрепленных в посадочном отверстии корпуса с помощью штуцера и пружины. Внутри пружины установлен ограничитель подъема клапана.

Работа нагнетательной секции насоса (рис.7) состоит из следующих процессов: наполнения, обратного перепуска, подачи топлива, отсечки и перепуска в сливной канал.

Наполнение топливом надплунжерной полости 4 в гильзе (рис.7, а) происходит при движении плунжера 9 вниз, когда он открывает впускное отверстие 8. С этого момента топливо начинает поступать в полость над плунжером, так как она находится под давлением, созданным топливным насосом низкого давления.

При перемещении плунжера вверх под действием набегающего кулачка вначале происходит обратный перепуск топлива в подводящий канал через впускное отверстие 8.

Как только торцовая кромка плунжера перекрывает впускное отверстие, обратный перепуск топлива прекращается и повышается давление топлива. Под действием резко возросшего давления топлива нагнетательный клапан 5 открывается (рис.7, б), что соответствует началу подачи топлива, которое по топливопроводу высокого давления поступает к форсунке.

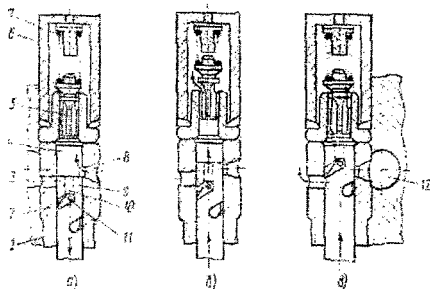


Рис.7. Схема работы нагнетательной секции:

а - наполнение, б - начало подачи, в - конец подачи; 1 - гильза; 2 - отсечная кромка; 3 - сливное отверстие; 4 - надплунжерная полость; 5 - нагнетательный клапан; 6 - штуцер; 7 - пружина; 8 - впускное отверстие; 9 - плунжер; 10 - вертикальный канал плунжера; 11 - горизонтальный канал плунжера; 12 - подводящий канал в корпусе насоса

Подача топлива нагнетательной секцией продолжается до момента, пока отсечная кромка 2 плунжера не откроет перепуск топлива в сливной канал насоса высокого давления через отверстие 3 в гильзе. Поскольку давление в нем значительно ниже, чем в полости над плунжером, происходит перепуск топлива в сливной канал. При этом давление над плунжером резко падает и нагнетательный клапан быстро закрывается, отсекая топливо и прекращая подачу (рис.7, в).

Количество топлива, подаваемого нагнетательной секцией насоса за один ход плунжера с момента закрытия впускного отверстия в гильзе до момента открытия выпускного отверстия, называемого активным ходом, определяет теоретическую подачу секции.

Действительно, подаваемое количество топлива - цикловая подача - отличается от теоретической, так как существует утечка через зазоры плунжерной пары, возникают другие явления, влияющие на действительную подачу. Разница между цикловой и теоретической подачами учитывается коэффициентом подачи, который составляет 0,75-0,9.

Во время работы нагнетательной секции при перемещении плунжера вверх давление топлива повышается до 1,2-1,8 МПа, - что вызывает открытие нагнетательного клапана и начало подачи. Дальнейшее перемещение плунжера вызывает увеличение давления до 15 МПа, в результате чего открывается игла форсунки и осуществляется впрыск топлива в цилиндр двигателя. Впрыск длится до момента достижения отсечной кромкой плунжера выпускного отверстия в гильзе.

Рассмотренные рабочие процессы нагнетательной секции насоса высокого давления характеризуют его работу при постоянной подаче топлива и неизменной частоте вращения коленчатого вала и нагрузке двигателя.

С изменением нагрузки двигателя должно изменяться количество топлива, впрыскиваемое в цилиндры. Величины порций топлива, впрыскиваемые нагнетательной секцией насоса, регулируются изменением активного хода плунжера при неизменном общем ходе. Достигается это поворотом плунжера вокруг его оси (рис.8).

При конструкции плунжера и гильзы, приведенной на рис.8, момент начала подачи не зависит от угла поворота плунжера, но количество впрыскиваемого топлива зависит от объема топлива, которое вытесняется плунжером за время подхода его отсечной кромки к выпускному отверстию гильзы. Чем позднее открывается выпускное отверстие, тем большее количество топлива может быть подано в цилиндр.

Таким образом, время подачи, а следовательно, и количество впрыскиваемого топлива находятся в прямой зависимости от расстояния (рис.8, а). В показанном положении

плунжера расстояние наибольшее, что соответствует максимальной подаче топлива и наибольшему активному ходу плунжера.

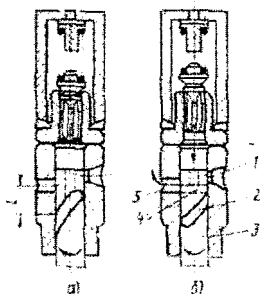


Рис.8. Схема регулирования подачи топлива поворотом плунжера:

а - максимальная подача, б - подача отсутствует; 1 - входное отверстие; 2 - отсечная кромка; 3 -плунжер; 4 - горизонтальный канал; 5 - сливное отверстие

При меньших нагрузках двигателя требуется меньшее количество топлива. Для этого выдвигают рейку управления плунжерами, поворачивая их в сторону приближения отсечной кромки 2 к сливному отверстию 5 гильзы. Тогда при движении каждого плунжера вверх расстояние активного хода плунжера уменьшается и в цилиндр впрыскивается меньше топлива.

Если выдвинуть рейку управления плунжерами до конца, они повернутся в положение совпадения канала 4 плунжера со сливным отверстием 5 (рис.8, б). В этом случае отверстие для слива будет сообщаться с надплунжерной полостью и при перемещениях плунжера 3 над ними не будет создаваться давление топлива. В результате подача топлива прекратится. Это положение плунжеров относительно гильз, достигаемое максимальным выдвиганием рейки, используется для останова двигателя.

Форсунка служит для впрыска и распыливания топлива, подаваемого насосом высокого давления в цилиндр двигателя. На четырехтактных дизельных двигателях применяют форсунки закрытого типа с запорной иглой распылителя. Между впрысками топлива запорная игла перекрывает проходное сечение распылителя. Закрывается форсунка только в момент впрыска, когда топливо начинает поступать к ней от насоса высокого давления.

Устройство форсунки закрытого типа. Основными деталями форсунки закрытого типа (рис.9) являются корпус 5 и игла 2, которая входит в распылитель 1, удерживаемый гайкой 4. В нижней части распылителя имеется четыре сопловых отверстия. Доступ топлива к отверстиям перекрывается запорной иглой. Сопряженные поверхности иглы и распылителя выполняют с высокой точностью обработки. Зазор между иглой и направляющей поверхностью распылителя не превышает 2-3 мкм. Для надежного уплотнения запорный конус седла в распылителе выполняют под углом 59° , а конус иглы - под углом 60° . Такое исполнение уплотняющих поверхностей иглы и распылителя позволяет обходиться без их взаимной притирки. Запорная игла прижимается к седлу распылителя через шток 6 пружиной 8. Усилие пружины передается на шток опорной шайбой 7. Верхний конец пружины опирается на регулировочный винт 9, который ввернут в стакан пружины и удерживается в заданном положении контргайкой 10. На стакан сверху накручен колпачок 11, служащий для отвода топлива из внутренней полости форсунки и ограничивающий доступ к регулировочному винту. Винтом 9 устанавливают натяг пружины, определяющий давление впрыска. Топливо к форсунке подводится через штуцер 14, который ввернут в резьбовое отверстие корпуса форсунки. Для фильтрации топлива между подводящим штуцером и корпусом установлен сетчатый фильтр 12.

В корпусе форсунки имеется наклонный канал 15, который соединяет входное отверстие для топлива и кольцевую камеру 3.

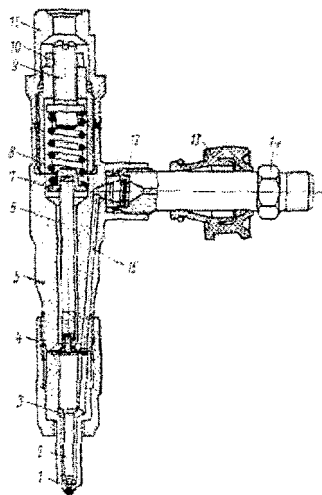


Рис.9. Форсунка дизельного двигателя:

1 - распылитель; 2 - игла; 3 - кольцевая камера; 4 - гайка распылителя; 5 - корпус; 6 - шток; 7 - опорная шайба; 8 - пружина; 9 - регулировочный винт; 10 - контргайка; 11 - колпачок; 12 -сетчатый фильтр; 13 - резиновый уплотнитель; 14 - штуцер; 15 - топливный канал

Работа форсунки. При работе насоса высокого давления, нагнетающего топливо к цилиндрам, давление в топливопроводе и внутренней полости распылителя форсунки резко возрастает. Топливо, распространяясь в кольцевой камере 3, передает давление на коническую поверхность иглы. Когда величина давления превысит усилие предварительного натяга пружины 8, игла поднимается, и топливо через отверстия в распылителе впрыскивается в камеру сгорания цилиндра.

В момент окончания подачи топлива насосом давление в кольцевой камере 3 форсунки снижается, и пружина 8 опускает иглу, прекращая впрыск и закрывая форсунку.

Чтобы предотвратить подтекание топлива в момент завершения впрыска, необходимо обеспечить резкую посадку иглы в седло распылителя. Это достигается применением разгрузочного пояса 8 (см. рис.131) на нагнетательном клапане плунжерной пары насоса высокого давления.

Топливопроводы высокого давления представляют собой толстостенные стальные трубки с высоким сопротивлением разрыву и деформациям. Наружный диаметр трубок 7 мм, внутренний - 2 мм. Трубки применяют в отоженном состоянии, что облегчает их гибку и очистку от окалины.

Топливопроводы на концах имеют высадки в форме конуса. Заплечики конусной высадки используются для крепления накидной гайкой. Соединение топливопроводов со штуцерами форсунки или насоса высокого давления осуществляется непосредственно накидной гайкой, которая при наворачивании на штуцер плотно прижимает топливопровод к посадочной поверхности штуцера.

Гнезда в штуцерах имеют коническую форму, что обеспечивает плотную посадку топливопровода. Для выравнивания гидравлического сопротивления топливопроводов их длину к разным форсункам стремятся делать одинаковой.

Для обеспечения нормальной работы дизельного двигателя необходимо, чтобы впрыск топлива в цилиндры двигателя происходил в тот момент, когда поршень находится в конце такта сжатия вблизи в.м.т. Желательно также с увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя увеличить угол опережения впрыска топлива, так как в этом случае происходит некоторое запаздывание подачи и снижается время на смесеобразование и сгорание топлива. Поэтому насосы высокого давления современных дизельных двигателей снабжают автоматическими муфтами опережения впрыска.

Кроме муфты опережения впрыска, влияющей на момент подачи топлива, необходимо иметь в топливоподающей системе регулятор, изменяющий количество впрыскиваемого топлива в зависимости от нагрузки двигателя при заданном уровне подачи.

Необходимость такого регулятора объясняется тем, что с увеличением частоты вращения коленчатого вала цикловая подача насосов высокого давления несколько возрастает. Поэтому, если снизится нагрузка при работе двигателя с большой частотой вращения коленчатого вала, то частота вращения может превысить допустимые значения, так как количество впрыскиваемого топлива будет возрастать. Это повлечет за собой увеличение механических и тепловых нагрузок и может вызвать аварию двигателя.

Для предотвращения нежелательного возрастания частоты вращения коленчатого вала при снижении нагрузки двигателя, а также повышения устойчивости работы с малой нагрузкой или на холостом ходу двигателя оборудуют всережимными регуляторами.

Автоматическая муфта опережения впрыска (рис.10) устанавливается на носке кулачкового вала насоса высокого давления на шпонке. Она состоит из двух полу муфт: ведущей 1 и ведомой 5.

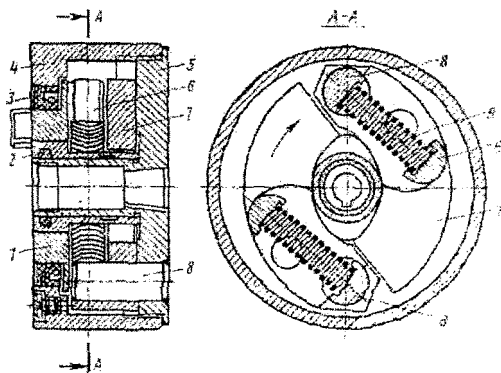


Рис.10. Автоматическая муфта изменения угла опережения впрыска:

1 - ведущая полу муфта; 2 - фетровый сальник; 3 - самоподжимной сальник; 4 - корпус муфты; 5 - ведомая полу муфта; 6, 8 - пальцы; 7 - грузы; 9 - пружины

На ведомую полу муфту накручен корпус 4, объединяющий детали муфты. Полу муфты распираются пружинами 9, которые воздействуют на них через пальцы 6 и 8. Пальцы 8 установлены в ведомой полу муфте, и на них свободно надеты грузы 7. В профильные вырезы грузов под действием пружин 9 упираются пальцы 6, закрепленные в ведущей полу муфте. Таким образом, полу муфты оказываются связанными между собой.

При малой частоте вращения коленчатого вала грузы находятся в сведенном состоянии, и ведомая полу муфта занимает определенное положение относительно ведущей. Как только частота вращения коленчатого вала начинает превышать 1000 об/мин, возникающие центробежные силы грузов 7 становятся больше усилия предварительного сжатия пружин 9. Вследствие этого грузы начинают расходиться, сжимая пружины и поворачи-

чивая ведомую полумуфту относительно ведущей по направлению вращения. Это приводит к более раннему впрыску топлива, т. е. к увеличению угла опережения впрыска.

С понижением частоты вращения вала двигателя уменьшается центробежная сила грузов муфты, и они сходятся под действием пружин. При этом происходит поворот ведомой полумуфты, а вместе с ней и кулачкового вала насоса в направлении, противоположном направлению вращения вала насоса. Угол опережения впрыска топлива уменьшается.

Предельное положение грузов муфты ограничено внутренней поверхностью ее корпуса и составляет по коленчатому валу двигателя угол $10-14^\circ$ ($5-7^\circ$ по кулачковому валу насоса).

Всережимный регулятор частоты вращения коленчатого вала двигателя установлен на насосе высокого давления и приводится в действие от кулачкового вала. Его работа основана, как и в автоматической муфте, на использовании центробежных сил и протекает следующим образом. Например, при заданном положении педали управления подачи топлива и возникновении дополнительного сопротивления движению (на подъеме) частота вращения коленчатого вала двигателя будет уменьшаться, и скорость автомобиля падать. Чтобы ее поддержать на заданном уровне, необходимо повысить крутящий момент двигателя. Это может быть достигнуто увеличением количества топлива, впрыскиваемого в цилиндры двигателя. Всережимный регулятор воспринимает снижение частоты вращения коленчатого вала и автоматически увеличивает подачу топлива насосом высокого давления, благодаря чему скорость автомобиля восстанавливается до заданного значения.

Аналогичным образом всережимный регулятор изменяет подачу топлива при уменьшении нагрузки на двигатель. Только в этом случае управляющее воздействие регулятора сводится к уменьшению количества впрыскиваемого топлива. В результате при снижении нагрузки на двигатель происходит уменьшение скорости движения и доведение ее до заданного уровня.

Таким образом, всережимный регулятор изменяет подачу топлива при изменении нагрузки двигателя и обеспечивает любой установленный скоростной режим от 500 до 2100 об/мин коленчатого вала.

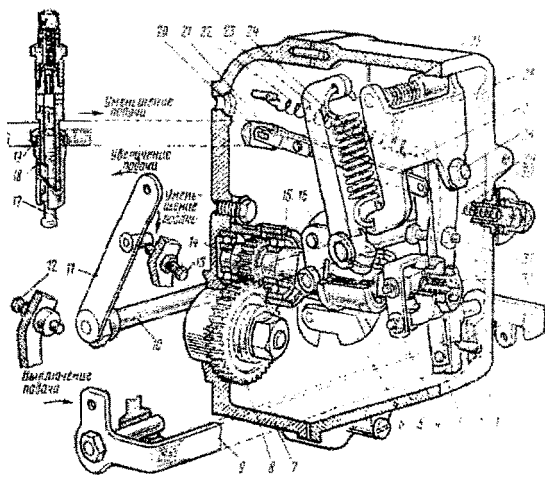
Устроен всережимный регулятор частоты вращения (рис.11) следующим образом. Корпус 7 регулятора закреплен болтами непосредственно к корпусу насоса высокого давления. Внутри корпуса расположены повышающая передача, центробежные грузы и система рычагов и тяг, связывающая регулятор с рычагом подачи и зубчатой рейкой управления плунжерами насоса.

Повышающаяся передача состоит из двух шестерен 8 и 14, соединяющих валик регулятора с кулачковым валом насоса. Применение повышающей передачи улучшает работу регулятора на малой частоте вращения коленчатого вала.

Центробежные грузы 6 и 16 закреплены державками на валике 15 регулятора. При вращении валика грузы воздействуют через муфту 5 и корректор 32 на рычаг 29, который через двуплечий рычаг 26 будет растягивать пружину 24, уравновешивающую перемещение грузов. Одновременно через серьгу 4 перемещение грузов может передаваться на рычаг 27 привода рейки.

Рычаг 27 в нижней части связан через палец 3 с кулисой 2, которая соединяется скобой 9 с рычагом ручного выключения подачи.

Средняя часть рычага 27 шарнирно соединена с серьгой 4 и муфтой 5, а верхняя часть его - с тягой 21 зубчатой рейки 20. Пружина 22 стремится постоянно удерживать рычаг 27 рейки в положении максимальной подачи, т. е. вдвигает рейку внутрь.



1 - регулировочный винт подачи топлива; 2 - кулиса; 3 - палец рычага рейки; 4 - серьга; 5 - муфта; 6, 16 - грузы; 7 - корпус; 8 - шестерня кулачкового вала насоса; 9 - скоба кулисы; 10 - вал рычага пружины регулятора; 11 - рычаг управления; 12 - болт ограничения максимальной частоты вращения; 13 - болт ограничения минимальной частоты вращения; 14 - шестерня валика регулятора; 15 - валик регулятора; 17 - плунжер; 18 - втулка; 19 - зубчатый сектор; 20 - зубчатая рейка; 21 - тяга зубчатой рейки; 22 - пружина рычага рейки; 23 - рычаг пружины; 24 - пружины регулятора; 25 - распорная пружина; 26 - двуплечий рычаг; 27 - рычаг привода рейки; 28 регулировочный винт; 29 - рычаг регулятора; 30 - буферная пружина; 31 винт регулирования подачи; 32 - корректор регулятора

Рис. 11. Устройство всережимного регулятора частоты вращения

Ручное управление подачей топлива осуществляется через рычаг 11 управления. При повороте рычага 11 в сторону увеличения подачи усилие от него передается на вал 10, далее на рычаг 23, пружину 24, двуплечий рычаг 26, регулировочный винт 28, рычаг 29, серьгу 4, а затем на рычаг 27 и тягу 21. Рейка вдвигается в корпус насоса, и подача топлива увеличивается. Для уменьшения подачи перемещают рычаг 11 в обратную сторону.

Автоматическое изменение подачи топлива с помощью регулятора происходит при снижении нагрузки на двигатель и повышении частоты вращения его коленчатого вала (рис. 12). Одновременно увеличивается частота вращения грузов 2 и 10 регулятора и они удаляются от оси вращения, перемещая муфту 3 по валу 1 регулятора.

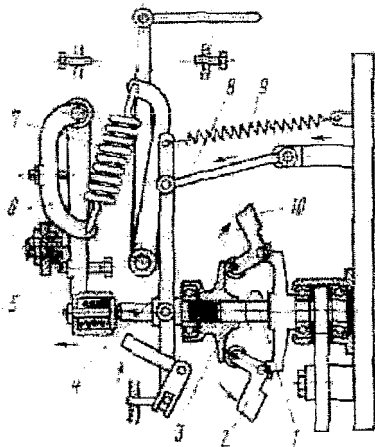


Рис. 12. Схема работы регулятора при увеличении частоты вращения коленчатого вала: 1 - валик регулятора; 2, 10 - грузы; 3 - муфта; 4 - рычаг привода рейки; 5 - рычаг ручного привода; 6 - двуплечий рычаг; 7 - пружина регулятора; 8 - тяга рейки; 9 - пружина рычага рейки

Вместе с муфтой перемещается шарнирно связанный рычаг 4 привода рейки. Рейка выдвигается из корпуса насоса, и подача топлива уменьшается. Частота вращения коленчатого вала двигателя снижается, и грузы начинают слабее давить на муфту 3. Усилия пружин, уравновешивающее центробежные силы грузов 2 и 10, становится несколько больше и через рычаги передается на рейку насоса. В результате рейка вдвигается в корпус насоса, увеличивая подачу топлива, и двигатель переходит на заданный скоростной режим.

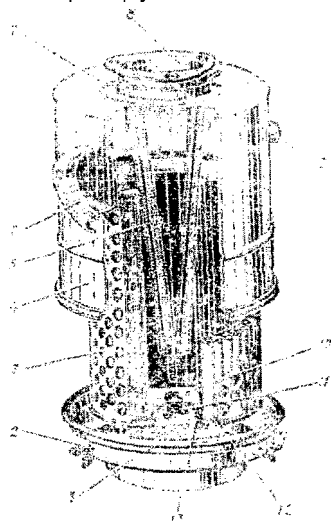
Регулятор работает аналогично при повышении нагрузки на двигатель, обеспечивая увеличение подачи топлива и поддержание заданной скорости. Автоматическое поддержание заданной частоты вращения коленчатого вала, а следовательно, и скорости автомобиля при возрастании нагрузки без переключения передач возможно до тех пор, пока винт 31 (см. рис.11) регулирования подачи не упрется в вал рычага пружины регулятора. Если нагрузка будет продолжать возрастать, то частота вращения коленчатого вала двигателя будет снижаться. Некоторое увеличение подачи при этом происходит за счет корректора 32, но дальнейшее поддержание скорости автомобиля при возрастании нагрузки может быть осуществлено только включением понижающей передачи в коробке передач.

Для остановки дизельного двигателя скобу 9 кулисы 2 (см. рис.11) отклоняют вниз, и усилие от нее передается через палец 3 на рычаг 27 привода рейки. Рейка выдвигается из корпуса насоса и устанавливает плунжеры всех нагнетательных секций в положение прекращения подачи. Двигатель останавливают из кабины водителя с помощью тросика, связанного с рейкой.

2. Очистка воздуха дизеля КАМАЗ-740, работа системы

Для работы двигателя используется топливовоздушная смесь. Забор воздуха идёт из окружающей среды через воздухозаборник по впускным трубопроводам. До попадания в цилиндр воздух очищается воздушным фильтром.

Воздушный фильтр (рис.13) предназначен для тщательной очистки воздуха от пыли. Он устанавливается сзади кабины и крепится на автомобилях КАМАЗ-5320 болтами при помощи кронштейна к левому лонжерону рамы. На автомобилях КАМАЗ-5410 и КАМАЗ-5510 фильтр установлен на колесодержателе.



Воздушный фильтр, применяемый на двигателях ЯМЗ-740 и ЯМЗ-741, снабжен сменным сухим двухступенчатым фильтрующим элементом с инерционной решеткой, через который проходит весь воздух, поступающий во впускные коллекторы двигателя.

Воздушный фильтр состоит из корпуса, крышки фильтра, фильтрующего элемента, рычага крепления крышки, серги крепления крышки, подводящего и отводящего патрубков и патрубка автоматического отсоса пыли.

Рис.13. Воздушный фильтр:

1 - крышка воздушного фильтра; 2 - серга крепления крышки; 3 - внутренний защитный кожух; 4 - корпус воздушного фильтра; 5 - центральный кронштейн крепления фильтрующего элемента; 6 - входной патрубок; 7 - верхняя крышка; 8 - выходящий патрубок; 9 - патрубок отсоса пыли эжектором; 10 - нижняя крышка фильтрующего элемента; 11 - гайка; 12 - фильтрующий элемент; 13 - внутренний защитный кожух

Корпус воздушного фильтра стальной. Он имеет во внутренней части пылеотстойник, изготовленный из листовой, оцинкованной стали толщиной 0,8 мм и соединенной с патрубком отсоса пыли.

Отсос пыли из воздушного фильтра осуществляется за счет энергии выхлопных газов. Для этой цели на выхлопном патрубке глушителя установлен эжектор, внутри которого приварена трубка диаметром 30 мм. Концевая часть трубки расположена в зоне разрежения. Эта трубка соединена с патрубком на воздушном фильтре.

Фильтрующий элемент воздушного фильтра имеет цилиндрическую форму и состоит из бумажного гофрированного фильтра, внутреннего и наружного защитных кожухов, изготовленных из жестяной перфорированной ленты с отверстиями диаметром 8 мм, верхней и нижней крышек фильтрующего элемента.

Бумажный фильтр изготовлен из специальной пористой бумаги. Он обладает низким сопротивлением впуска и высокой фильтрующей способностью. Герметичность фильтрующего элемента по торцам обеспечивается заливкой пластизолом.

Герметичность в соединениях деталей воздушного фильтра обеспечивается установкой уплотнительных прокладок.

Подача воздуха в воздушный фильтр осуществляется через трубу воздухозаборника с колпаком и сеткой (рис.14), которая крепится хомутами к кабине автомобиля при помощи двух кронштейнов с амортизаторами, и трубу, соединяющую воздухозаборник с воздушным фильтром через угловой шланг.

Поступивший в воздушный фильтр воздух проходит через пылеотстойник, где задерживается основная масса крупных частиц пыли и отсасывается через патрубок в глушитель. Затем воздух, меняя направление, проходит через фильтрующий элемент, где осуществляется окончательная его очистка. Чистый воздух из воздушного фильтра через соединительную трубу поступает к

впускным трубопроводам двигателя.

Впускные трубопроводы отлиты из алюминиевого сплава и крепятся на боковых поверхностях головок цилиндров со стороны развала при помощи болтов и стальных ввертышей через уплотнительные паронитовые прокладки. Одинаковые для обоих рядов цилиндров впускные трубопроводы имеют форму трубы, соединенной патрубками с впускными каналами головок цилиндров.

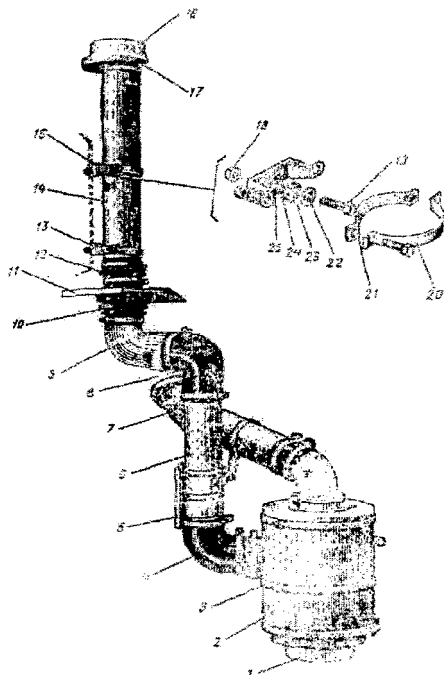


Рис.13. Установка воздушного фильтра:

1 - крышка воздухоочистителя; 2 воздухоочиститель; 3 - хомут крепления воздухоочистителя; 4, 8 - угловые шланги; 5 - кронштейн; 6 - труба, соединяющая воздухозаборник с воздушным фильтром; 7 - фланец; 9 - угловой патрубок; 10 - воздухозаборник воздушного фильтра; 11 - кронштейн кабины; 12 - соединительный шланг; 13 - нижний кронштейн крепления трубы; 14 - трубка воздухозаборника; 15 - верхний кронштейн; 16 - колпак трубы воздухозаборника воздушного фильтра; 17 - сетка колпака; 18 - гайка; 19 - болт; 20 - задняя половина хомута; 21 - передняя половина хомута; 22 - шайба; 23, 25 - амортизаторы крепления трубы; 24 - распорная втулка амортизатора

Несвоевременное обслуживание воздушного фильтра, негерметичность уплотнений и воздухопроводов приводит к попаданию пыли в двигатель, что вызывает повышенный износ цилиндропоршневой группы и преждевременный выход двигателя из строя.

При сборке воздушного фильтра обращают внимание на состояние уплотнительных прокладок. Прокладки, имеющие надрывы, заменяют.

Качество уплотнения контролируется по наличию сплошного отпечатка на прокладке.

При обслуживании проверяется состояние системы отсоса пыли.

Обслуживать бумажный фильтрующий элемент следует по показанию индикатора засоренности воздушного фильтра или при разрежении в соединительном патрубке впускных коллекторов 700 мм вод. Ст. Если в процессе эксплуатации продолжительность работы между необходимыми обслуживаниями элемента составит дважды подряд менее 50 ч работы двигателя, элемент нужно заменить. Ориентировочный срок службы элемента 1000 ч.

Обслуживание не полностью загрязненного элемента, например, при каждом ТО-1, приводит к сокращению времени его работы до замены, так как количество обслуживаний ограничено (5-7 раз) из-за возможного разрушения фильтрующего картона.

После каждого обслуживания элемента или при установке нового необходимо проверить его состояние визуально, подсвечивая изнутри лампой. При наличии механических повреждений, разрывов гофр картона, отслаивания крышек и кожухов от клея, что может привести к пропуску пыли и других дефектов, элемент необходимо заменить.

3. Установка момента впрыска топлива применительно к КАМАЗ-740

Начало подачи топлива секциями насоса определяется углом поворота кулачкового вала при вращении его по часовой стрелке, если смотреть со стороны привода. В момент начала подачи топлива метки на корпусе насоса и автоматической муфте опережения впрыска должны совпадать (метки 11 и 111, см. рис.15). Если угол поворота кулачкового вала, при котором начинается подача топлива восьмой секцией насоса, условно принять за 0°, то остальные секции должны начинать подачу топлива в следующем порядке (в градусах угла поворота кулачкового вала); секция 8 - 0°; секция 4 - 45°; секция 5 - 90°; секция 7 - 135°; секция 3 - 180°; секция 6 - 225°; секция 2 - 270°; секция 1 - 315°. Расхождение показателей между началом подачи топлива любой секцией насоса относительно первой допускается не более 20°.

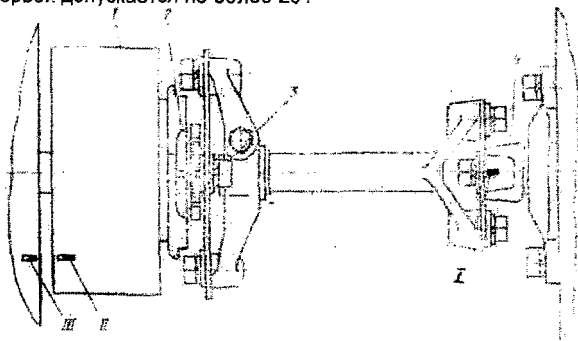


Рис.15. Установка топливной аппаратуры по меткам:

I - метка на заднем фланце полумуфты; II - метка на муфте опережения впрыска; III - метка на корпусе насоса; 1 - автоматическая муфта опережения впрыска; 2 - ведомая полумуфта; 3 - болт; 4 - фланец задней ведущей полумуфты

Начало подачи топлива регулируют путем установки под плунжер пяты 3 толкателя (см. рис.16) определенной толщины. Изменение ее толщины на 0,05 мм соответствует

12° угла поворота кулачкового вала. При установке пяты большей толщины топливо начинает подаваться раньше, меньшей - позже.

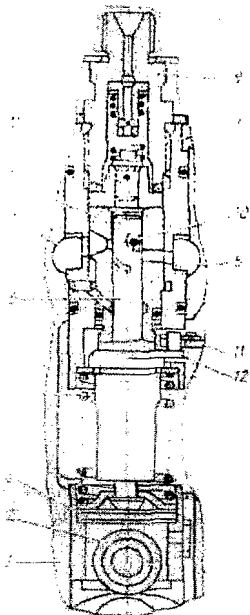


Рис.16. Секция топливного насоса высокого давления: А - полость нагнетания топливного насоса; Б - полость отсеки; 1 - корпус насоса; 2 - толкатель секции; 3 - пята толкателя; 4 - пружина; 5 - плунжер; 6 - втулка плунжера; 7 - нагнетательный клапан; 8 - штуцер; 9 - корпус секции; 10 - отсечная кромка винтовой канавки плунжера; 11 - рейка; 12 - поворотная втулка плунжера

4. Насос-форсунка трубопровод (PLD)

Данная система дизеля относится к системе нераздельного типа т.е. насос и форсунка объединены в одном агрегате, называемом насос-форсункой. В современных условиях, когда сильно возросли требования по экономичности, шумности работы двигателя, дымности выхлопа, экологические требования к продуктам сгорания, применение устройств, рассмотренных ниже, позволяет улучшить показатели работы дизельных двигателей за счет:

- повышения давления впрыска топлива до 200 МПа, по сравнению с давлением, создаваемым насосом раздельных систем. Это способствует более качественному распылению топлива, лучшему смешиванию с воздухом, полному сгоранию топлива, снижению токсичности выбросов;
- применения электроники для дозирования цикловой подачи, изменения угла опережения впрыска в зависимости от оборотов двигателя и нагрузки;
- повышения мощности двигателей посредством применения наддува;
- применения неоднократных впрысков за рабочий цикл, за счет сокращения времени впрыска;
- отключения отдельных цилиндров при работе на минимальных оборотах холостого хода.

Система дизельной топливной аппаратуры насос-форсунка-трубопровод (PLD) является модульной конструкцией, которая позволяет производить впрыск топлива в каждый отдельный цилиндр. Общий вид системы показан на (рис.17.)

Привод отдельных топливных насосов высокого давления 3 осуществляется кулачками распределительного вала двигателя 4. Начало и конец впрыска в зависимости от режима работы двигателя регулируются быстро срабатывающим электромагнитным клапаном 7. Область высокого давления герметизируется только во время такта подачи, когда электромагнитный клапан закрыт. Подача топлива к форсунке начинается, как только превышает давление открытия. Использование системы PLD позволяет создавать давление впрыска до 2000 кгс/см². Высокое давление впрыска согласуется с электронным управлением с обратной связью, которое основывается на данных, записанных в памяти электронного блока управления, что позволяет снизить расход топлива и токсичность отработавших газов. Система PLD, так же как и системы с насос-форсункой может управлять отключением отдельных цилиндров, осуществлять предварительный впрыск. Высокое давление топлива позволяет выполнить все требования по токсическим выбросам при одновременном малом потреблении топлива. Системы PLD предназначены в основном для грузовых автомобилей и автобусов.

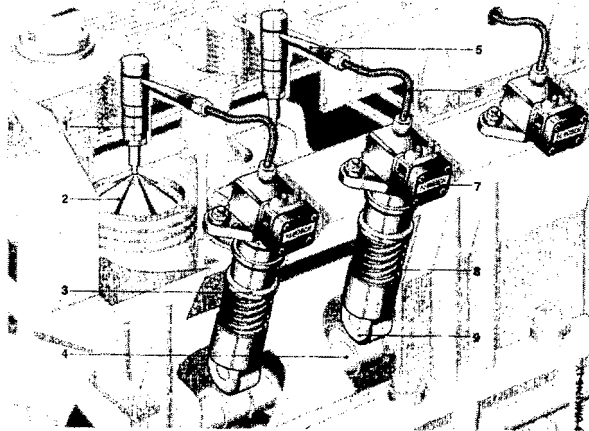


Рис. 17. Общий вид системы дизельной топливной аппаратуры насос-форсунка-трубопровод:
 1 – форсунка; 2 – камера сгорания; 3 – отдельный топливный насос высокого давления; 4 – распределительный вал; 5 – кронштейн топливопровода высокого давления; 6 – топливопровод высокого давления; 7 – электромагнитный клапан; 8 – возвратная пружина; 9 – роликовый толкатель

Схематичное расположение в разрезе показано на рисунке 18.

Топливопроводы высокого давления очень короткие и имеют одинаковую длину для всех форсунок. Топливопроводы работают в условиях высоких давлений и высокочастотных колебаний, поэтому должны быть высокопрочными. Чтобы обеспечить надежность работы топливопроводы изготавливаются из высокопрочных бесшовных стальных трубок.

Насос приводится непосредственно от кулачкового вала двигателя. Связь между плунжером насоса и кулачковым валом осуществляется через пружину и роликовый толкатель.

Основные преимущества систем PLD перед насос-форсунками:

- простота в обслуживании, благодаря разделению расположению насоса и форсунки;
- меньшая высота двигателя, благодаря отдельному расположению в головке цилиндров насоса и форсунки;
 - упрощенный монтаж форсунки;
- головка блока цилиндров аналогична, как и для обычных двигателей, и нет необходимости в ее изменении, вследствие крепления насоса сбоку двигателя;
- отсутствие приводных рычагов насоса, так как привод осуществляется от роликового толкателя, что упрощает конструкцию.

5. Насос-форсунка

Качество распыливания дизельного топлива во многом предопределяет процесс его горения, а значит и образования токсичных компонентов в отработавших газах. Более качественного распыливания можно достигнуть при высоком давлении порядка 1600...1800 кгс/см². Однако стандартные системы топливоподачи не могут обеспечить подачу топлива к форсункам под таким давлением, т.к. в таком случае потребовались бы топливопроводы высокого давления с очень большим наружным диаметром из-за увеличения толщины стенок, что значительно увеличило бы массу и габариты топливной системы. Для того чтобы не применять громоздкие топливопроводы и одновременно получить большое давление впрыска, многие зарубежные фирмы для грузовых и легковых автомобилей применяют насос-форсунки с электронным управлением.

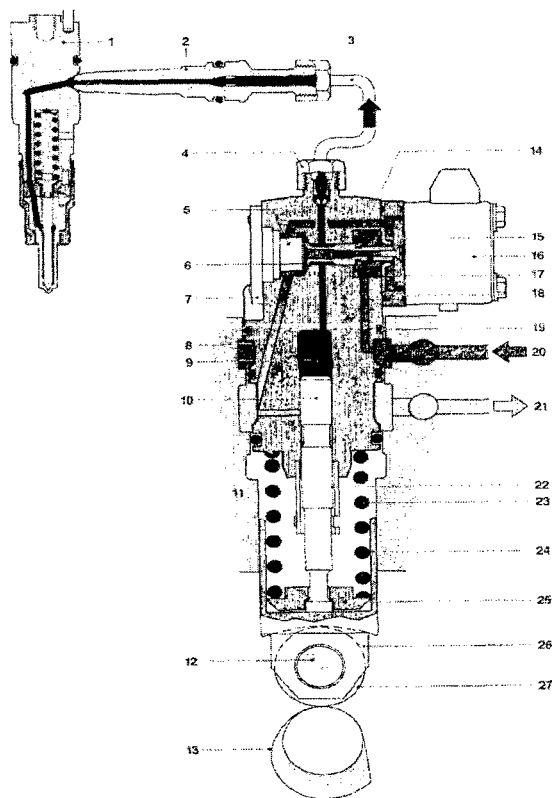


Рис. 18. Схематичное расположение системы дизельной топливной аппаратуры насос-форсунка-трубопровод:

1 – форсунка; 2 – штуцер форсунки; 3 – трубопровод высокого давления; 4 – накидная гайка; 5 – упор; 6 – игла электромагнитного клапана; 7 – пластина; 8 – корпус насоса; 9 – полость высокого давления; 10 – плунжер; 11 – блок двигателя; 12 – ось роликового толкателя; 13 – кулачок; 14 – тарелка пружины; 15 – пружина электромагнитного клапана; 16 – корпус клапана с обмоткой электромагнита; 17 – пластина якоря; 18 – промежуточная пластина; 19 – уплотнение; 20 – вход топлива низкого давления; 21 – слив топлива; 22 – плунжер; 23 – пружина толкателя; 24 – тарелка толкателя; 25 – тарелка пружины; 26 – роликовый толкатель; 27 – ролик толкателя

Системы дизельной топливной аппаратуры насос-форсунка начали применяться на грузовых автомобилях с 1994 года и легковых с 1998 года. Такие системы могут применяться как на легковых автомобилях рабочим объемом двигателя 1, 2 литра и мощностью 45 кВт, так и на двигателях с мощностью 80 кВт на цилиндр. Модульная конструкция систем питания дизельных двигателей с насос-форсунками позволяет устанавливать без особых затрат времени на двигатели различных конструкций.

Насос-форсунки, как и системы насос-топливопровод-форсунка, состоят из трех подсистем.

Подсистема подачи топлива низкого давления необходима для подачи топлива к насосу высокого давления и очистки топлива.

Подсистема подачи топлива высокого давления служит для создания высокого давления впрыска топлива в камеру сгорания.

Подсистема подачи воздуха и выпуска отработавших газов включает в себя приборы для очистки воздуха, поступающего в цилиндры двигателя и очистки отработавших газов после выпуска их из цилиндров.

Основные компоненты системы питания дизельного двигателя с насос-форсунками показаны на рис. 19.

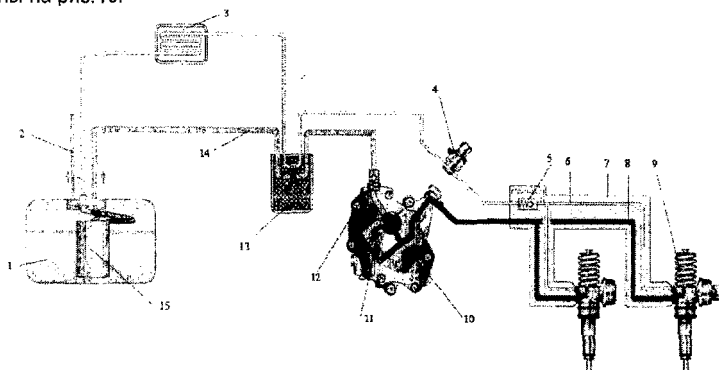


Рис. 19. Система питания дизельного двигателя с насос-форсунками:

1 – топливный бак; 2 – топливопровод к дополнительному отопителю; 3 – охладитель топлива; 4 – датчик температуры топлива; 5 – ограничительный клапан в сливном трубопроводе; 6 – сливной трубопровод; 7 – распределитель топлива; 8 – трубопровод высокого давления; 9 – насос-форсунка; 10 – топливоподкачивающий насос; 11 – редукционный клапан в трубопроводе подачи топлива; 12 – обратный клапан; 13 – топливный фильтр; 14 – трубопровод низкого давления; 15 – топливоподкачивающий насос

Расположенный в баке электрический топливоподкачивающий насос 15 подкачивает топливо к фильтру. Обратный клапан 12 предотвращает слив топлива из распределителя 7 и трубопровода низкого давления 14 в бак после остановки двигателя.

Топливоподающий насос 10 служит для забора топлива из фильтра и подачи его под повышенным давлением к насос-форсункам. Редукционный клапан 11 поддерживает давление подаваемого к насос-форсункам топлива в пределах $8,5 \text{ кгс/см}^2$. Ограничительный клапан 5 удерживает давление топлива в сливном трубопроводе на уровне 1 кгс/см^2 , благодаря ему снижаются пульсации давления в системе.

Охладитель топлива 3 защищает бак от нагрева сливаемым в него топливом. Датчик температуры топлива 4 выработывает сигнал, поступающий в блок управления двигателем.

От фильтра топливо в питающую магистраль в головке блока. В питающей магистрали топливо течет по внутренним стенкам распределителя топлива 7 в направлении первого цилиндра. Через отверстия в стенках топливо подается в кольцевую полость между распределителем и стенками головки блока (рис. 20).

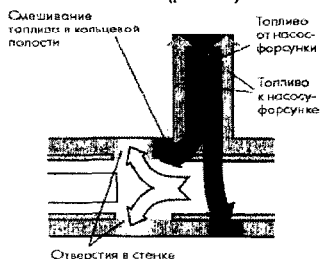


Рис. 20. Смешивание топлива в распределителе

Здесь топливо смешивается с нагретым топливом, которое выдавлено от насос-форсунок в питающую магистраль. Благодаря этому достигается одинаковая температура, а значит и одинаковое количество топлива поступающего ко всем насос-форсункам, что обеспечивает равномерную работу двигателя. Без распределителя топливо поступало бы в насос-форсунки неравномерно. Нагретое топливо, выжимаемое от насос-форсунок в питающую магистраль, продвигалось бы поступающим топливом от четвертого цилиндра в направлении первого цилиндра. Из-за этого температура топлива повышалась бы от четвертого цилиндра к первому цилиндру, и к насос-форсункам поступало бы различное количество топлива. Следствием этого была бы неравномерная работа двигателя и слишком высокая температура в зоне передних цилиндров.

Насос-форсунка представляет собой одноцилиндровый насос высокого давления индивидуальный для каждого цилиндра двигателя (рис.21) с соленоидным клапаном.

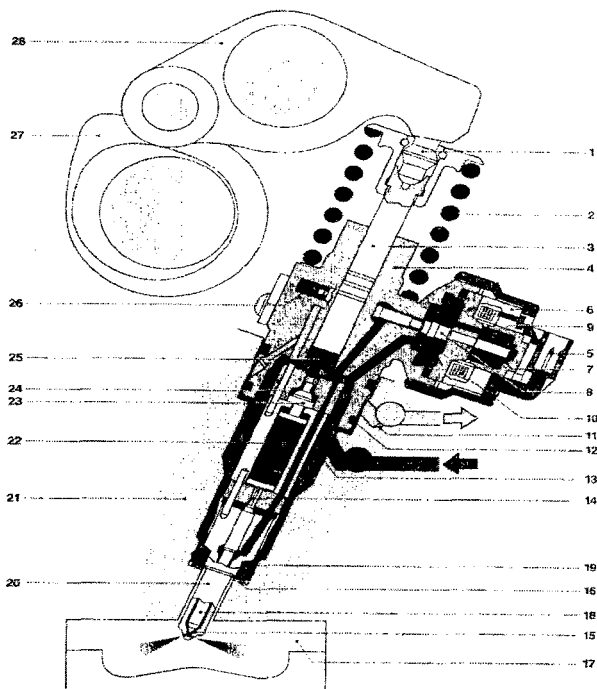


Рис.21. Насос-форсунка (PDE):

1 – упор сферический; 2 – пружина возвратная; 3 – плунжер насоса; 4 – корпус; 5 – штекер для подачи управляющего сигнала; 6 – сердечник электромагнита; 7 – пружина выравнивающая; 8 – игла соленоидного клапана; 9 – якорь электромагнита; 10 – катушка электромагнита; 11 – канал обратного слива топлива; 12 – уплотнение; 13 – отверстия-фильтры подвода топлива (350 шт.); 14 – гидрозупор; 15 – седло иглы; 16 – шайба уплотнительная; 17 – камера сгорания; 18 – игла распылителя; 19 – гайка распылителя; 20 – распылитель; 21 – головка блока; 22 – пружина распылителя; 23 – уравнивающий поршень; 24 – полость аккумуляирования топлива; 25 – полость высокого давления; 26 – пружина электромагнитного клапана; 27 – вал привода насос-форсунки; 28 – коромысло

Внутри корпуса насос-форсунки имеется цилиндрическая полость высокого давления. Соленоидный клапан монтируется как одно целое с насос-форсункой. Крепление насос-форсунки к головке блока осуществляется с помощью прижимной скобы. В приво-

де насос-форсунки, в отличие от привода механизма газораспределения, отсутствуют тепловые зазоры, так как здесь с помощью возвратной пружины осуществляется постоянный контакт между толкателем плунжера, коромыслом и кулачком приводного вала.

Быстродействующий соленоидный клапан в соответствии с параметрами, определяемыми блоком управления, обеспечивает регулировку времени начала впрыска топлива и его конца. В отключенном положении соленоидный клапан открыт и обеспечивает полное прохождение топлива от топливopодкачивающего насоса к подплунжерному пространству насоса. Во время хода плунжера 3 насос-форсунки соленоидный клапан перекрывает подачу топлива, герметизируя плунжерную пару, и при ходе плунжера вниз происходит впрыск топлива через форсунку в камеру сгорания. Момент закрытия соленоидного клапана регулирует начало впрыска и его продолжительность. По сравнению с впрыском бензиновых двигателей электромагнитный клапан должен управлять давлением в 300...500 раз большим, при этом переключение клапана происходит в 10...20 раз быстрее.

Использование насос-форсунки исключает применение топливopоводов высокого давления, благодаря чему снижаются потери давления при подаче топлива из-за периодических расширений топливopоводов в начале подачи и разгрузке в конце подачи. Максимальное давление развиваемое насос-форсунками составляет 2050 кгс/см². Электронные трехмерные параметрические характеристики в комбинации с высоким давлением впрыска приводят к снижению потребления топлива при одновременном снижении выброса токсичных веществ, что имеет большое значение принимая во внимание строгие требования соблюдения европейских стандартов (Евро2/Евро 3). Используя управление соленоидным клапаном, имеется возможность реализовать предварительный (пилотный) впрыск и отключение отдельных цилиндров из работы при частичных нагрузках, что уменьшает расход топлива.

Соленоидный клапан. Основными задачами соленоидного клапана являются: обеспечение точного времени начала впрыска топлива относительно угла поворота коленчатого вала двигателя на различных режимах работы, продолжительности впрыска и количества топлива, впрыскиваемого в цилиндр двигателя.

Соленоидный клапан можно разделить на две группы – соленоидную и клапанную. Клапанная группа состоит из клапана 2 (рис.22), корпуса 12 клапана составляющего одно целое с корпусом насоса и пружины клапана 1.

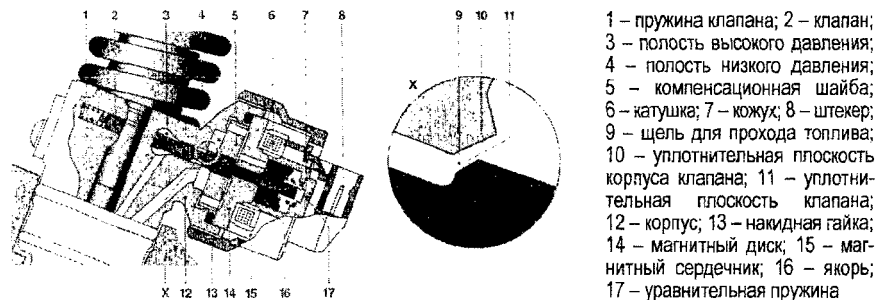


Рис.22. Соленоидный клапан для легковых автомобилей

Уплотнительная плоскость 10 корпуса клапана имеет конусообразную форму. Посадочная поверхность клапана 11 имеет точно такую форму, однако угол конуса клапана немного больше угла конуса его корпуса. Когда клапан закрыт и прижат к корпусу, корпус и клапан соприкасаются только по линии седла клапана, благодаря чему достигается очень хорошее уплотнение клапана. Клапан и его корпус составляют прецизионную пару

и очень плотно подогнаны друг к другу.

Магнит состоит из ярма магнитопровода и подвижного якоря 16. Ярмо состоит из магнитного сердечника 15, катушки 6 и штекеров выводных контактов 8. Якорь соединен с клапаном. Между магнитным ярмом и якорем в исходном положении имеется зазор.

Недостатком насос-форсунок является увеличение высоты головки блока цилиндров, что в свою очередь вызывает увеличение высоты двигателя.

Принцип действия насос-форсунки. Работу насос форсунки можно разделить на 4 хода плунжера: ход впуска, предварительный ход, ход нагнетания и впрыска топлива, окончание процесса впрыска.

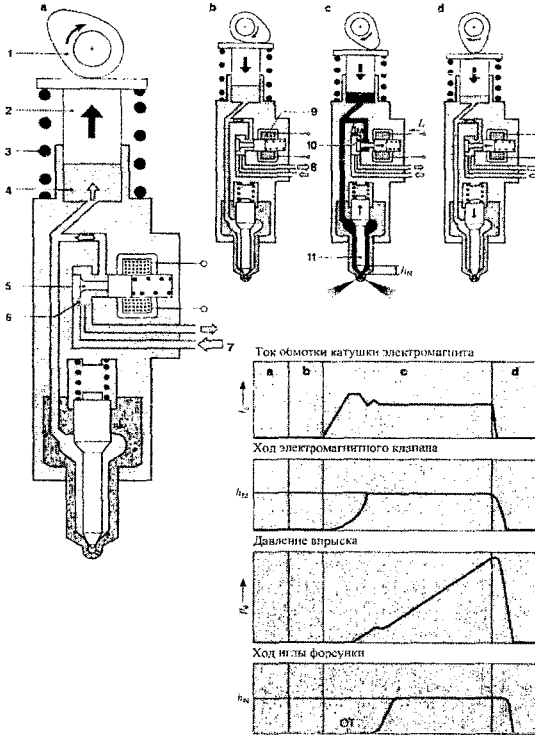


Рис.23. Принцип действия насос-форсунки:

а - ход наполнения; б - предварительный ход; с - ход нагнетания и процесс впрыска топлива; д - окончание процесса впрыска; 1 - кулачок приводного вала; 2 - плунжер; 3 - возвратная пружина; 4 - полость высокого давления; 5 - клапан соленоида; 6 - полость соленоидного клапана; 7 - впускной канал; 8 - выпускной канал; 9 - обмотка соленоида; 10 - седло клапана; 11 - игла форсунки; I_s - сила тока в - ток в обмотке электромагнита; h_m - ход электромагнитного клапана; p_e - давление впрыска; h_n - ход иглы форсунки

Ход наполнения. При движении плунжера вверх, под воздействием возвратной пружины, топливо при постоянном давлении поступает по каналу 7 от подкачивающего насоса в полость соленоидного клапана 6, который открыт, так как на него не подается напряжение (рис.23, а). По каналам топливо попадает в полость высокого давления 4.

Предварительный ход. Кулачок приводного поворачиваясь (рис.23, б), начинает оказывать давление на плунжер 2, который движется вниз. Соленоидный клапан открыт и

топливо, под давлением движущегося вниз плунжера 2, вытесняется через выпускной канал 8 в систему низкого давления.

Ход нагнетания и процесс впрыска топлива (рис.23, с). От блока управления на катушку 9 соленоидного клапана подается напряжение, и якорь соленоидного клапана под воздействием созданного электромагнитного поля закрывает клапан, преодолевая при этом сопротивление пружины клапана. Сила магнитного потока при этом должна быть достаточно большой, чтобы обеспечить достаточное уплотнение между плоскостями 10 и 11. Чем ближе якорь расположен к ярму, тем больше сила прижатия клапана к седлу, что позволяет снизить ток управления соленоидным клапаном, уменьшая расход электроэнергии, и сохранить при этом закрытое положение клапана. Сообщение между полостями высокого и низкого давления при этом перекрывается. Закрытие соленоидного клапана приводит к изменению тока катушки 9, что определяется блоком управления, как начало подачи топлива.

Давление топлива в полости высокого давления при движении плунжера возрастает. Одновременно возрастает давление и в полости распылителя форсунки. При достижении давления начала подъема иглы распылителя около 300 кг/см^2 игла распылителя слегка приподнимается и начинается впрыск топлива в камеру сгорания (фактическое начало впрыска или начало подачи). Давление впрыска постоянно увеличивается по мере хода плунжера насоса.

Окончание процесса впрыска (рис.23, d). При прекращении подачи тока на обмотку соленоида клапан приоткрывается, и сообщение между полостями высокого и низкого давления снова восстанавливается. В момент переходной фазы между ходом нагнетания и окончанием процесса впрыска достигается наибольшее давление нагнетания. В зависимости от типа насоса форсунки оно составляет $1800 \dots 2050 \text{ кг/см}^2$. После полного открытия электромагнитного клапана давление резко падает, игла форсунки при этом закрывает отверстие распылителя, усилием пружины клапан устанавливается в исходное положение и процесс впрыска заканчивается.

Предварительный впрыск

Как отмечалось ранее, для снижения шума и выброса токсичных веществ в форсунках, в том числе и насос-форсунках, может применяться предварительный впрыск. Такой впрыск можно подразделить на 4 фазы: исходное состояние, начало предварительного впрыска, конец предварительного впрыска и начало основного впрыска.

Исходное состояние (рис. а). Игла форсунки 7 (рис.24) и разгрузочный поршень 3 прижаты к своим седлам, соленоидный клапан открыт, поэтому давление под плунжером отсутствует.

Начало предварительного впрыска (рис. b). Соленоидный клапан закрывается, плунжер начинает двигаться вниз, поэтому давление под плунжером возрастает. При достижении давления открытия, игла форсунки приподнимается и начинается впрыск. В этой фазе ход иглы форсунки зависит только от давления под плунжером.

Конец предварительного впрыска (рис. с). При дальнейшем движении плунжера вниз давление под плунжером возрастает в большей степени и разгрузочный поршень 3, преодолевая сопротивление пружины, отходит от своего седла. При этом открывается проход топлива от полости высокого давления 2 в разгрузочную полость 4. В этот момент давление под иглой форсунки падает и игла закрывается, впрыск при этом прекращается. Во время предварительного впрыска через форсунку подается около $1,5 \text{ мм}^3$ дизельного топлива, что разогревает камеру сгорания и позволяет топливу воспламениться быстрее.

Основной впрыск (рис. d). При дальнейшем движении плунжера вниз давление под ним продолжает возрастать. С достижением давления до 2050 кг/см^2 форсунка снова открывается и начинается основной впрыск.

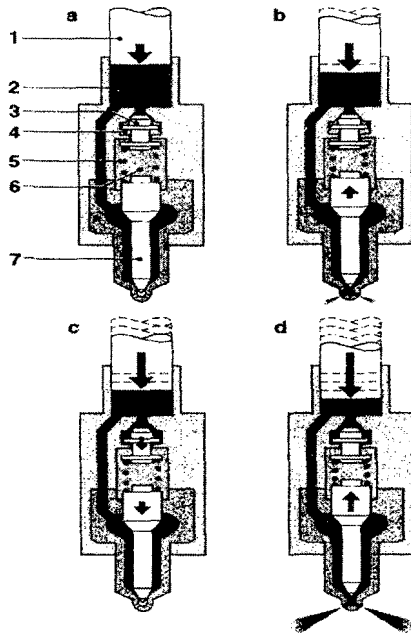


Рис.24. Предварительный впрыск:

1 – плунжер; 2 – полость высокого давления; 3 – разгрузочный поршень; 4 – разгрузочная полость; 5 – пружина; 6 – корпус пружины; 7 – игла форсунки

В момент открытия соленоидного клапана впрыск прекращается и разгрузочный поршень и игла форсунки занимают исходное положение.

Топливоподкачивающий насос. Топливоподкачивающий насосы могут быть как внутренним зацеплением шестерен (рис.25), так и шиберные.

Давление подаваемого насосом топлива регулируется редукционным клапаном 5.

При частоте вращения коленчатого вала 4000 об/мин давление топлива может повышаться до 11,5 кг/см². Установленный в системе возврата топлива редукционный клапан 3 поддерживает в ней давление порядка 1 кг/см². Благодаря этому снижаются пульсации потока топлива, действующего на электромагнитные клапаны насос-форсунок.

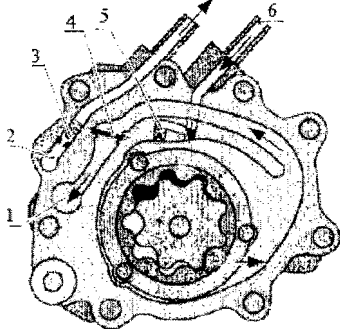


Рис.25. Топливоподкачивающий насос с внутренним зацеплением шестерен:

1 – подача топлива к насос-форсункам; 2 – возврат топлива от насос-форсунок; 3 – редукционный клапан на стороне возврата топлива; 4 – сетчатый фильтр; 5 – редукционный клапан на стороне подачи топлива; 6 – подача топлива из бака

Топливоподкачивающий насос шиберного типа конструктивно выполнен как роторный насос (рис.26).

При таком устройстве шиберы прижимаются к ротору пружинами. Преимущество такого устройства заключается в том, что уже при небольшой частоте вращения насос подает топливо. Лопастные насосы засасывают топливо лишь тогда, когда частота вращения насоса достаточна для того, чтобы лопасти поджимались к статору.

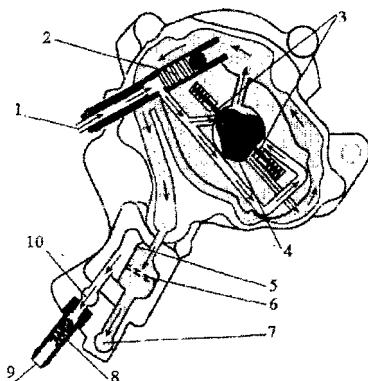


Рис.26. Топливоподкачивающий насос шиберного типа:

1 – всасывающая магистраль; 2 – редукционный клапан питающей магистрали; 3 – шибер; 4 – ротор; 5 – привод; 6 – сетчатый фильтр; 7 – подающая магистраль; 8 – редукционный клапан сливной магистрали; 9 – подсос; 10 – слив топлива от блока цилиндров

Топливный насос шиберного типа работает по принципу всасывания при увеличении объема камер и подачи при уменьшении объема их (рис.27). Топливо засасывается и подается попеременно двумя камерами из четырех. Всасывающие и напорные камеры отделены шиберными заслонками.

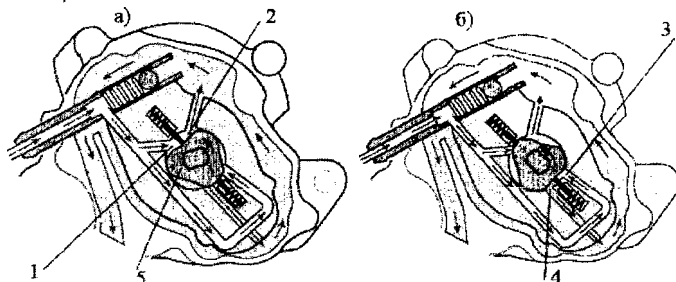


Рис.27. Принцип работы топливподкачивающего насоса шиберного типа:

а – работа 1-й и 4-й камер; б – работа 2-й и 3-й камер; 1 – камера 1; 2 – камера 4; 3 – камера 3; 4 – камера 2; 5 – ротор

На рис. а топливо засасывается камерой 1 и подается камерой 4. При вращении ротора объем камеры 1 увеличивается, а объем камеры 4 уменьшается.

На рис. б в работе две другие камеры. Топливо подается камерой 2 и засасывается камерой 3.

Как правило, топливподкачивающий насос располагается непосредственно за вакуумным насосом на головке блока цилиндров. Оба насоса имеют общий привод от распределительного вала и поэтому составляют единый тандемный насос.

Особенности ременного привода ГРМ. В дизельных двигателях, оборудованных насос-форсунками, зубчатый ремень при впрыске топлива имеет значительные нагрузки.

Зубчатое колесо при нажатии коромысла на плунжер насос-форсунки замедляется, зубчатое колесо коленчатого вала одновременно ускоряется при сгорании топлива. Вследствие этого ремень растягивается, и расстояние между зубьями ремня существенно увеличивается. Вследствие существующего порядка работы двигателя этот процесс периодически повторяется, потому что одни и те же зубья зубчатого колеса входят в зацепление с зубчатым ремнем.

При наличии зубчатого колеса коленчатого вала с одинаковыми расстояниями между зубьями зубья ремня наталкиваются на края зубьев зубчатого колеса при увеличенной нагрузке на ремень при впрыске топлива. Следствием этого являются большой износ и небольшой срок службы зубчатого ремня. Чтобы устранить последствия этого явления на ремне и разгрузить ремень при впрыске топлива, на зубчатом колесе коленчатого вала имеются две пары зубьев с увеличенным расстоянием между ними по сравнению с другими зубьями (рис.28). Это позволяет компенсировать изменение расстояния между зубьями зубчатого колеса и, тем самым, уменьшить износ зубчатого ремня.

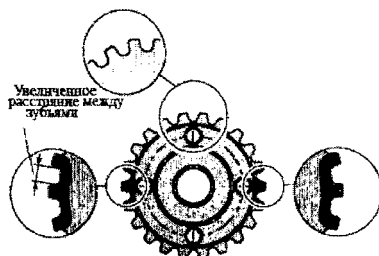


Рис.28. Шкив коленчатого вала с увеличенным расстоянием между зубьями

6. Система управления современного дизельного двигателя

На рис.29 показана общая схема расположения приборов управления дизельным двигателем при применении насос-форсунок и насосов-топливопроводов-форсунок.

Через блок В с помощью шины CAN можно производить обмен данными между различными блоками: блоком управления автоматической коробкой передач; противобуксочной системой; программой стабилизации; датчиком качества масла; тахографом; АБС; электронным программатором стабилизации; противоугонным устройством; стартером и генератором и др.

II. ЗАДАНИЯ И ВОПРОСЫ

Изучите систему питания двигателя КамАЗ – 740, используя плакаты, книги, детали и наглядные пособия.

При этом:

1. Составьте структурную схему системы питания с указанием всех ее частей. Посмотрите, как размещены все эти части на двигателе, установите их связь между собой и другими частями двигателя.

2. Выполните следующие действия и ответьте на вопросы:

а) Каким образом ограничивается максимальное давление подкачивающего насоса (насоса низкого давления);

б) как обеспечивается удаление воздушных пробок в системе;

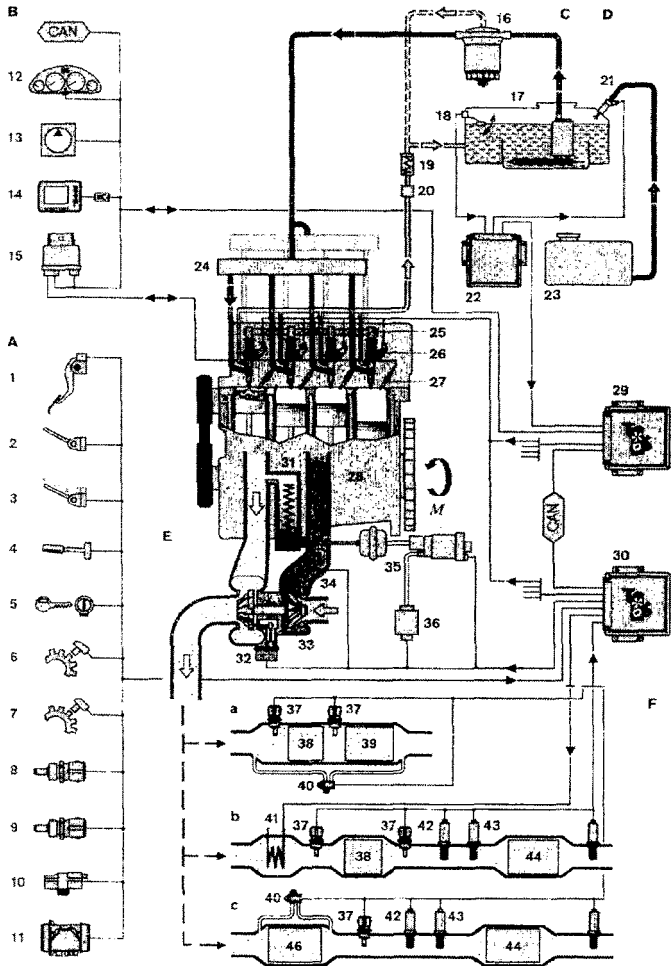


Рис.29. Расположение приборов управления двигателем при применении насос-форсунок и насосов-топливопроводов-форсунок:

A - датчики и задающие устройства: 1 - датчик положения педали подачи топлива; 2, 3 - выключатели; 4 - орган управления регулятором скорости движения; 5 - включатель стартера и свечей накаливания; 6 - датчик скорости движения; 7 - индуктивный датчик положения коленчатого вала; 8 - датчик охлаждающей жидкости двигателя; 9 - датчик температуры воздуха, поступающего в двигатель; 10 - датчик давления наддува; 11 - расходомер воздуха.

B - сигналы обмена информацией: 12 - щиток приборов; 13 - орган управления компрессором климат-контроля; 14 - диагностическая розетка для подключения сканера; 15 - реле времени свечей накаливания.

C - система низкого давления топлива: 16 - топливный фильтр с перепускным клапаном; 17 - топливный бак с фильтром и электрическим насосом подкачки топлива; 18 - датчик уровня топлива; 19 - охладитель топлива; 20 - клапан ограничения давления топлива.

D - система добавления присадок к топливу: 21 - форсунка дозировки присадок к топливу; 22 - прибор для контроля присадок; 23 - бак для присадок.

Компоненты двигателя и системы высокого давления: 24 - топливо-распределительная магистраль; 25 - кулачковый вал; 26 - насос-форсунка; 27 - двигатель; 28,29 - блоки управления.

E - система снабжения воздухом: 31 - охладитель отработавших газов, возвращающихся во впускной трубопровод; 32 - датчик регулировки давления перепуска отработавших газов; 33 - турбина; 34 - заслонка перепуска отработавших газов; 35 - клапан регулировки перепуска отработавших газов; 36 - вакуумный насос.

F - система снижения токсичности отработавших газов: 37 - датчик температуры отработавших газов; 38 - катализатор; 39 - фильтр очистки твердых частиц; 40 - датчик разности давлений; 41 - подогреватель отработавших газов; 42 - датчик NO_x; 43 - широкополосный лямбда-зонд; 44 - накопительный катализатор NO_x; 45 - двойной лямбда-зонд; 46 - катализатор твердых частиц; а, б, с - возможные системы очистки отработавших газов

в) изучив расположение винтовых кромок и отверстий плунжерной пары (ТНВД), укажите, в каком направлении (по часовой, против часовой стрелки) поворачивается плунжер при увеличении подачи топлива (если смотреть на торец плунжера сверху). Поворачивая плунжер в гильзе вокруг оси, определите, приводит ли этот поворот к изменению момента начала и конца цикловой подачи;

г) установите разрезной ТНВД на столе и проверните вал насоса в рабочем направлении, при этом определите порядок работы секций насоса и, следовательно, цилиндров двигателя;

д) каким образом можно регулировать цикловую подачу одной топливной секции ТНВД;

е) каким образом можно регулировать начало подачи топлива каждой секцией ТНВД;

ж) какое положение занимает плунжер каждой секции ТНВД (нулевая, средняя или максимальная подача) при остановленном двигателе и положении скобы (рычага) остановки его в исходном (до остановки) положении;

з) найдите метки на деталях двигателя и системы питания, по которым производится установка момента начала подачи топлива;

и) каков порядок проверки правильности установки момента впрыска ТНВД на двигателе КамАЗ;

к) каково назначение автоматической муфты опережения впрыска топлива и всережимного регулятора числа оборотов двигателя;

л) каким образом регулируется цикловая подача топлива насос-форсункой;

м) определите типы форсунок, имеющихся в лаборатории (открытая, закрытая, штифтовая и т.д.) и способы регулирования давления начала впрыска;

н) каково назначение соленоидного клапана насос-форсунки.

III. СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Составление отчета включает раздел II пп.1,2.

Литература

1. Богатырев А.В. Автомобили. Учебник для вузов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» - Москва, 2002. - 483с.

2. Вахламов В.К., Шатров М.Г., Юрчевский А.А. Автомобили, теория и конструкция. Академия, 2003. - 816с.

3. М. Рэндалл. Системы управления двигателем. Руководство. - Алфамер Паблншинг, 2006. - 384с.

4. Романченко А.А. Техническое описание автомобиля Урал-4320. Москва: Воениздат, 1982. - 296с.

5. Савич Е.Л. Устройство автомобиля. - Минск: БНТУ, 2006. - 350с.

Учебное издание

Составитель:
Казаков Борис Леонидович

Методические указания

к выполнению лабораторной работы
по дисциплине

«Автотранспортные средства»

для студентов специальности

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Ответственный за выпуск: Казаков Б.Л.

Редактор: Строкач Т.В.

Компьютерная вёрстка: Карман Е.Л.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 05.01.2009 г. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага «Снегурочка». Усл. п.л. 1,86. Уч. изд. л. 2. Заказ №1. Тираж 60 экз. Отпечатано на ризографе Учреждения образования «Брестский государственный технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.