

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Кузьменко И.В.

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС

Учебно-методические указания для выполнения
лабораторной работы
по дисциплине: «Тракторы и автомобили»
студентами инженерно-технологического факультета
по направлению подготовки:
35.03.06 Агроинженерия
профиль: Технические системы в агробизнесе
профиль: Технический сервис в АПК
по направлению подготовки:
23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы
профиль: Машины и оборудование природообустройства и
дорожного строительства

УДК 621.43 (076)

ББК 39.35

К 89

Кузьменко, И. В. Система питания дизельных ДВС: учебно-методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине: «Тракторы и автомобили» студентами инженерно-технологического факультета по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия; профиль «Технические системы в агробизнесе»; профиль «Технический сервис в АПК» по направлению подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»; профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства» / И. В. Кузьменко. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. - 28 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по изучению дизельных систем питания поршневых двигателей внутреннего сгорания. Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н., доцент В.М. Кузюр.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии инженерно-технологического института, протокол №5 от 26 февраля 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021
© Кузьменко И.В., 2021

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ознакомление с назначением, устройством, принципом действия систем питания дизельных ДВС, деталей из которых они состоят, особенностями их конструкций.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ: изучить вышеуказанные системы питания двигателей внутреннего сгорания с использованием учебно-методического пособия, обучающих видеофильмов, рассмотреть детали системы и их расположение на разрезах макетов ДВС.

ОБОРУДОВАНИЕ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ:

Разрезные макеты ДВС, натуральные детали системы питания, плакаты, видеослайды, видеофильмы.

Система питания дизельного двигателя предназначена: для подачи под давлением в каждый цилиндр одинаковой, точно отмеренной порции топлива, соответствующей режиму работы дизеля; для очистки подаваемого топлива от механических примесей и воды; для подачи и очистки воздуха и для отвода из цилиндров отработавших газов.

Классифицируя дизельные топливные системы, их можно разделить на пять основных типов: системы с рядными насосами высокого давления; системы с насосами высокого давления распределительного типа; системы с насосами-форсунками; системы с индивидуальными насосами; топливные системы Common Rail.

СИСТЕМЫ С РЯДНЫМИ НАСОСАМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Топливо из бака 1 (рисунок 1) по топливопроводу 2 засасывается топливоподкачивающим насосом 3 в фильтр грубой очистки 4, где очищается от крупных механических примесей. Очищенное топливо подается топливопод-

качивающим насосом 3 под небольшим давлением по топливопроводу 5 к фильтру тонкой очистки 6.

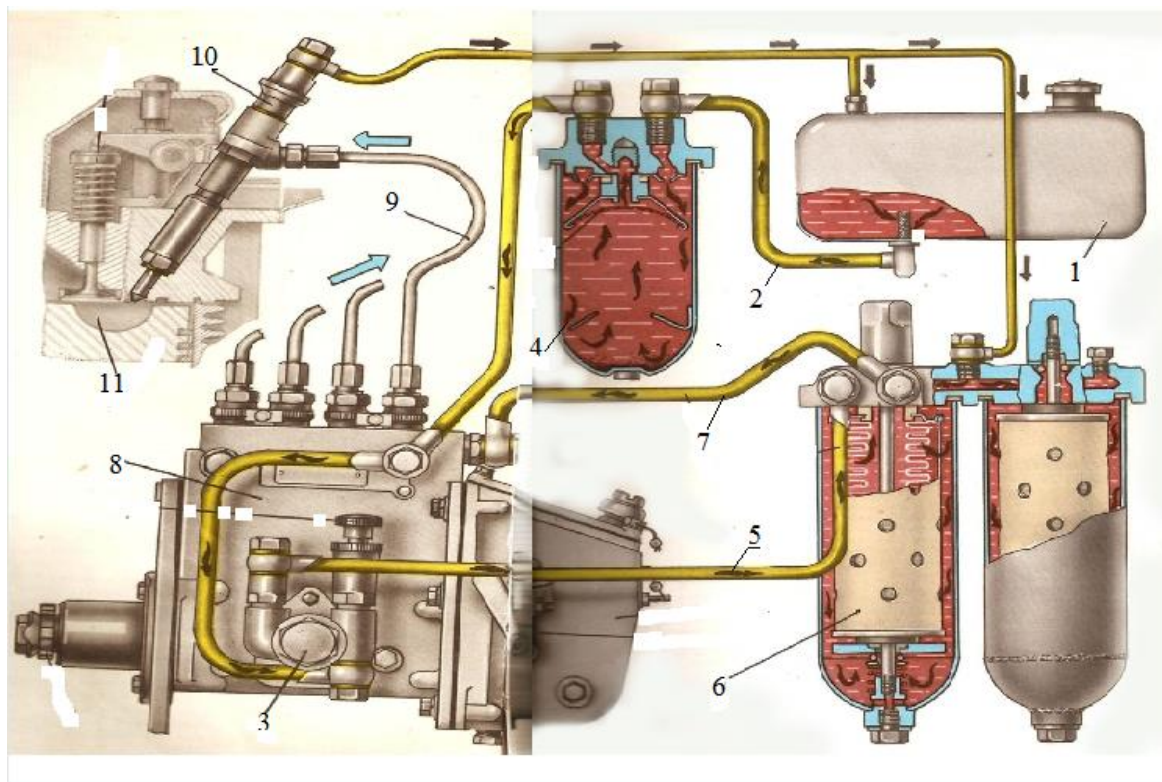


Рисунок 1 – Топливная система дизеля с рядным насосом.

1 – топливный бак; 2, 5, 7 – топливопроводы низкого давления; 3 - топливоподкачивающий насос; 4 – фильтр грубой очистки; 6 – фильтр тонкой очистки; 8 – ТНВД; 9 – топливопровод высокого давления; 10 – топливная форсунка; 11 – камера сгорания.

В фильтре 6 топливо очищается от оставшихся примесей и по топливопроводу 7 поступает в насос высокого давления 8. Из насоса топливо под большим давлением подается по топливопроводам высокого давления 9 к форсункам 10, из которых в распыленном виде впрыскивается в камеру сгорания 11. Излишки топлива, поданного в насос, отводятся из него через перепускной клапан по топливопроводу обратно в бак.

Топливный насос высокого давления (ТНВД) (рисунок 2) является основным прибором системы питания. Он предназначен для равномерной подачи строго определенной дозы топлива к форсункам двигателя под высоким

давлением в течение определенного промежутка времени согласно порядку работы цилиндров двигателя. Состоит он из корпуса 10, в нижней части которого на подшипниковых опорах вращается приводной кулачковый вал 12.

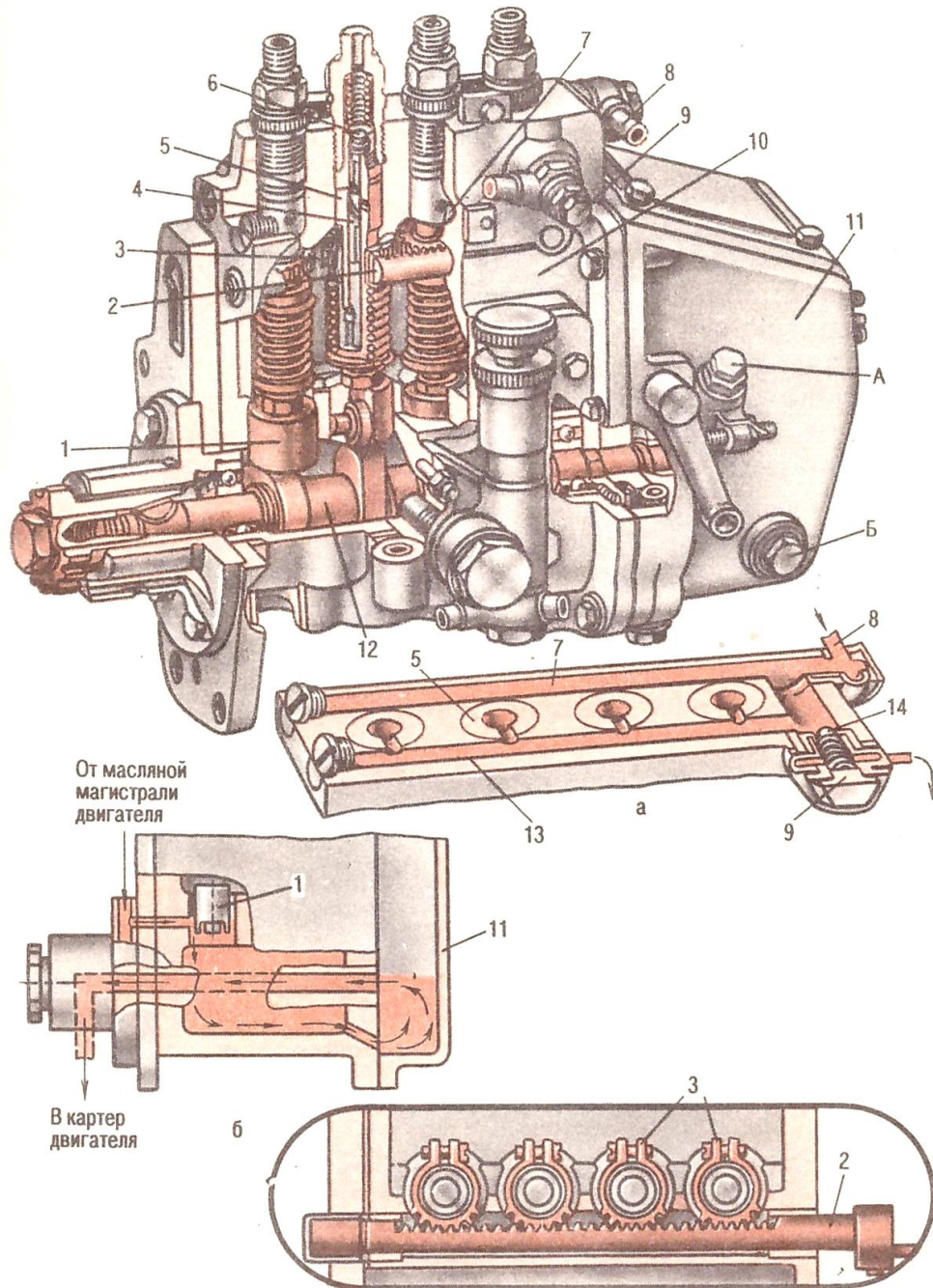


Рисунок 2 – Рядный топливный насос высокого давления

а – общий вид, б – схема смазки насоса; 1 - толкатель; 2 - рейка; 3 – поворотная зубчатая втулка; 4 - плунжер; 5 – гильза; 6 – нагнетательный клапан; 7,13 – каналы; 8 – трубка; 9 – полый болт; 10 - корпус; 11 - регулятор; 12 - кулачковый вал; 14 - перепускной клапан; А, Б - пробки.

Вращение вала передаётся от коленчатого вала через промежуточную шестерню 6 (рисунок 3). Положение кулачкового вала насоса и коленчатого вала двигателя должны находиться в строгом соответствии, т.к. определяют момент впрыска относительно положения поршня в цилиндре. Для этого на соответствующих шестернях имеются метки (О-О; Т-Т; Р-Р).

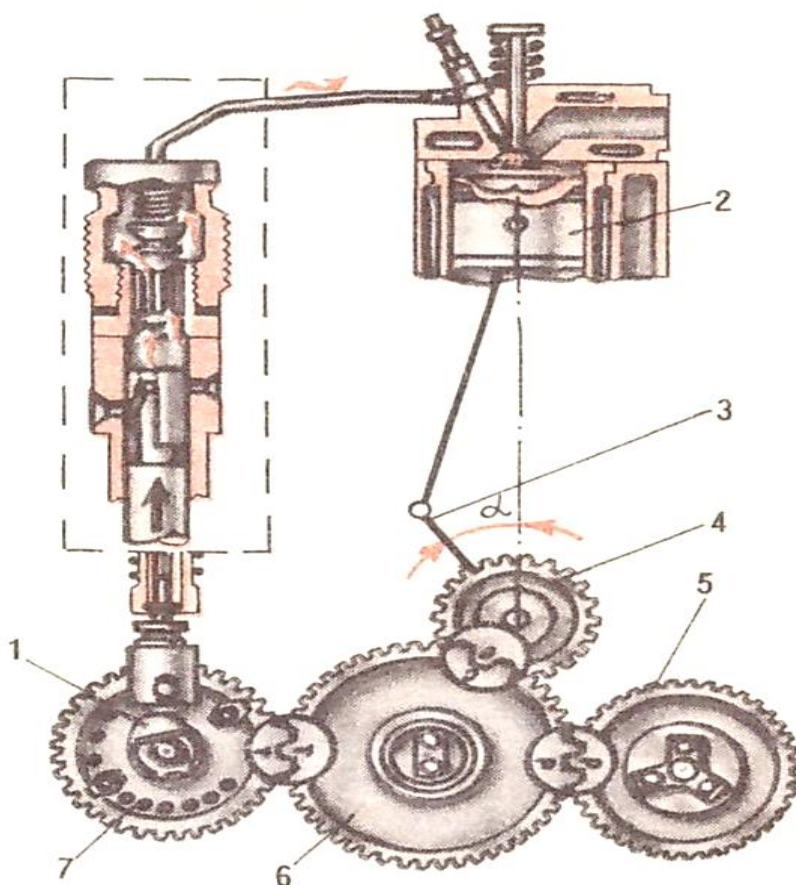


Рисунок 3 – Момент начала подачи топлива насосом высокого давления.

1 - кулачковый вал ТНВД; 2 - поршень; 3 - коленчатый вал; 4,5,6,7 - шестерни.

На кулачковом валу имеются кулачки, приводящие в действие *топливные секции* насоса. Количество секций соответствует количеству цилиндров двигателя, и каждая секция обеспечивает подачу топлива в определенный цилиндр. Секция включает в себя *штулку плунжера (гильзу)* 5 (рисунок

2), плунжер 4, поворотную втулку 3, нагнетательный клапан 6, который прижат штуцером к гильзе плунжера через прокладку.

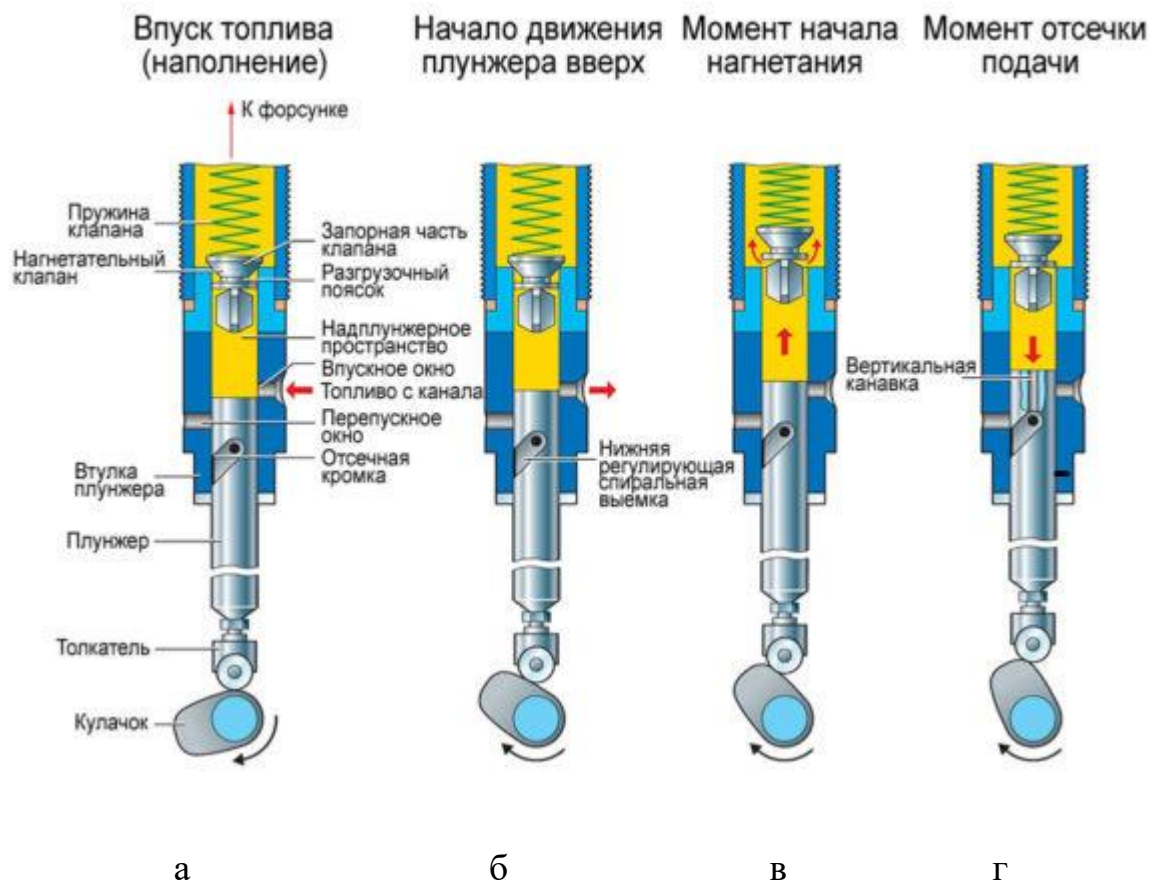


Рисунок 4 – Схема работы топливной секции

Принцип работы топливной секции ТНВД состоит в следующем. Под действием кулачка вала и пружины плунжер совершает возвратно-поступательное движение. При движении плунжера вниз (рисунок 4а) внутреннее пространство гильзы наполняется топливом, и топливо подается насосом низкого давления в подводящий канал корпуса насоса. При этом открывается впускное отверстие, и топливо поступает в надплунжерное пространство. Далее под действием кулачка плунжер начинает подниматься вверх (рисунок 4б), перепуская топливо обратно в подводящий канал, до тех пор, пока верхняя кромка плунжера не перекроет впускное отверстие гильзы. После перекрытия этого отверстия (рисунок 4в) давление топлива резко воз-

растает и топливо через зазор между втулкой и плунжером, преодолевая усилия пружины, поднимает нагнетательный клапан и поступает в топливопровод высокого давления.

Подача топлива продолжается до тех пор, пока винтовая кромка плунжера (рисунок 4г) не откроет выпускное отверстие в гильзе. В результате давление над плунжером резко падает, нагнетательный клапан под действием пружины закрывается, и пространство над плунжером разъединяется с топливопроводом высокого давления. Далее плунжер перемещается вверх, топливо перетекает в сливной канал через винтовую кромку плунжера и продольный паз.

Количество топлива подается в форсунку с помощью зубчатой рейки, втулки и связывающего поводка. Продолжительность впрыскивания соответствующих порций топлива, подаваемых в цилиндры двигателя, зависит от угла поворота плунжера, так как изменяется расстояние, проходимое плунжером от момента перекрытия впускного отверстия до момента открытия выпускного отверстия винтовой кромкой.

Для создания давления плунжер совершает возвратно-поступательные движения, а для изменения количества впрыскиваемого в цилиндр топлива плунжер поворачивается на определенный угол относительно своей оси. При этом изменяется момент соединения винтовой канавки с выпускным отверстием. Чем раньше они соединятся, тем меньшее количество топлива подастся в цилиндр. И, наоборот.... Для того, чтобы осуществлять поворот плунжера, на нем установлена или поворотная зубчатая втулка 17 (рисунок 5) или поворотный поводок 11.

С целью одинаковой цикловой подачи топлива все поворотные элементы (втулки или поводки) присоединяются к топливной рейке насоса 10,16. При нажатии на педаль газа рейка перемещается вдоль внутри насоса, вовле-

кая за собой поворотные элементы и обеспечивая поворот всех плунжеров насоса на одинаковый угол.

Чтобы остановить двигатель автомобиля, необходимо прекратить подачу топлива. В этом случае рейкой устанавливают плунжер в такое положение, чтобы винтовая канавка оказалась обращенной к выпускному отверстию, и при перемещении плунжера вверх все топливо над ним по канавке через выпускное отверстие и топливопроводы попадает в бак.

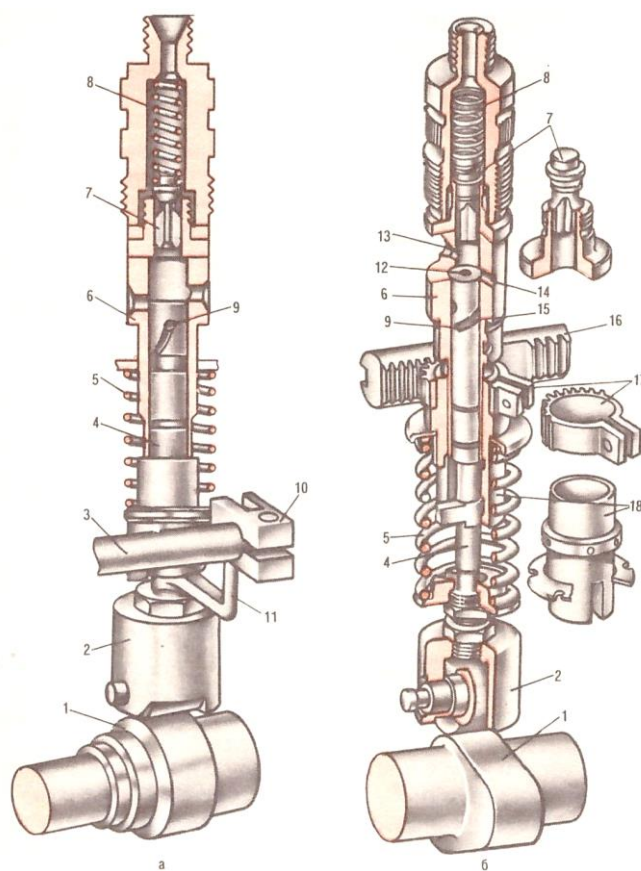


Рисунок 5 – Секция топливного насоса

а, б - варианты конструкции; 1 - кулачек; 2 - толкатель; 3,16 - рейки; 4 - плунжер; 5,8 - пружины; 6 - гильза; 7 - нагнетательный клапан; 9 - радиальный клапан; 10 - хомутик; 11 - поводок; 12 - осевой канал; 13 - впускное отверстие; 14 - перепускное отверстие; 15 - винтовая канавка; 17 - зубчатый венец; 18 - втулка.

Для впрыскивания, распыления топлива и распределения его частиц по объему камеры сгорания служат форсунки. Главным элементом форсунки

является распылитель, имеющий одно или несколько сопловых отверстий, которые формируют факел впрыскиваемого топлива. Форсунки могут быть открытого и закрытого типа. В четырехтактных дизелях применяют форсунки закрытого типа, сопловые отверстия которых закрываются запорной иглой, поэтому внутренняя полость в корпусе распылителей форсунок сообщается с камерой сгорания только в период впрыскивания топлива.

После того как нагнетательный клапан открывается, топливо по трубопроводу высокого давления поступает в полость А *механической форсунки* (рисунок 6) и далее по топливному каналу в распылитель. В результате этого игла распылителя 8 форсунки приподнимается, преодолевая жесткость пружины 5, и происходит впрыскивание топлива через калиброванные отверстия определенной геометрии в камеру сгорания.

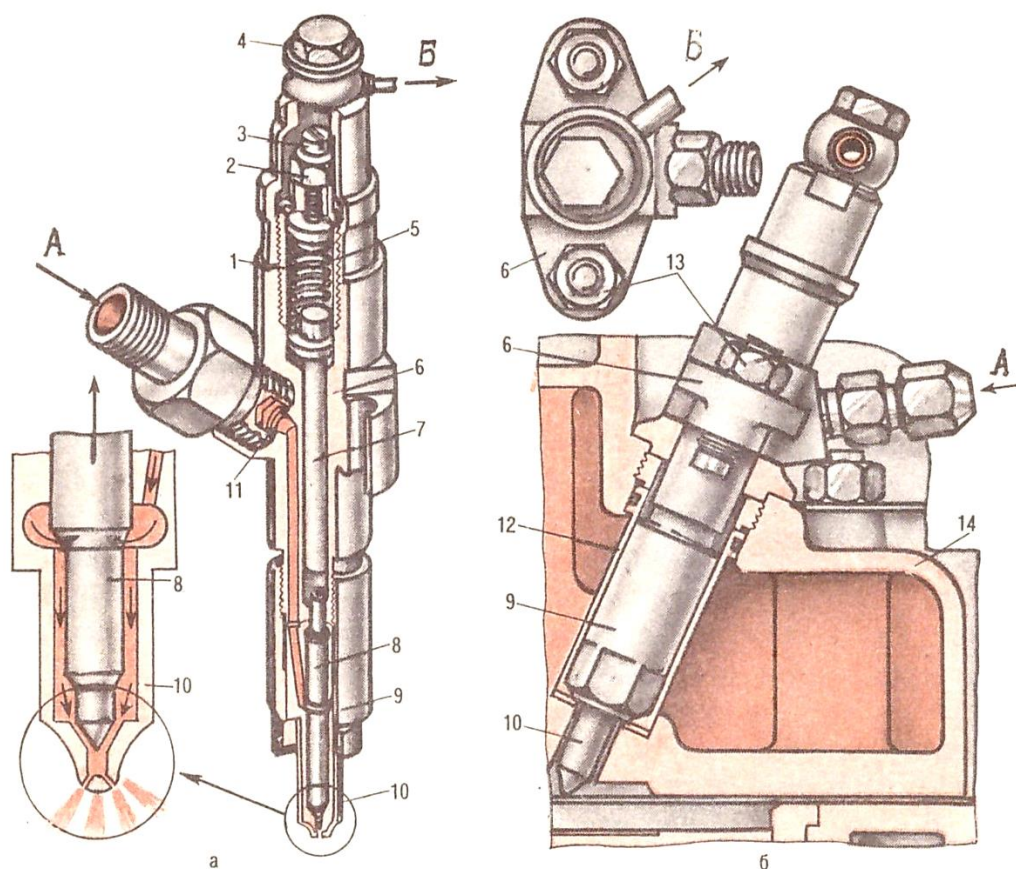


Рисунок 6 – Механическая форсунка.

а – устройство; б - установка на двигателе; 1- стакан пружины; 2 – контргайка; 3- регулировочный винт; 4 – полый болт; 5 – пружина; 6 – корпус; 7- штанга; 8 – игла распылителя; 9 – гайка форсунки; 10 – корпус распылителя; 11- фильтр; 12 – латунный стакан; 13 – гайки крепления; 14 – головка блока цилиндров.

Впрыскивание под высоким давлением топлива через отверстия малого диаметра позволяет подать его в цилиндр в виде мелкодисперсного тумана. Это позволяет мгновенно получить качественную равномерно смешанную топливовоздушную смесь, которая полностью сгорает, максимально отдавая тепловую мощность от взрыва и снижая до незначительного значения вредные выбросы в атмосферу.

Заданную частоту вращения коленчатого вала автоматически поддерживает *всережимный регулятор частоты вращения* (рисунок 7). Он находится в корпусе топливного насоса высокого давления и приводится в движение от его кулачкового вала. Во время работы двигателя с частотой

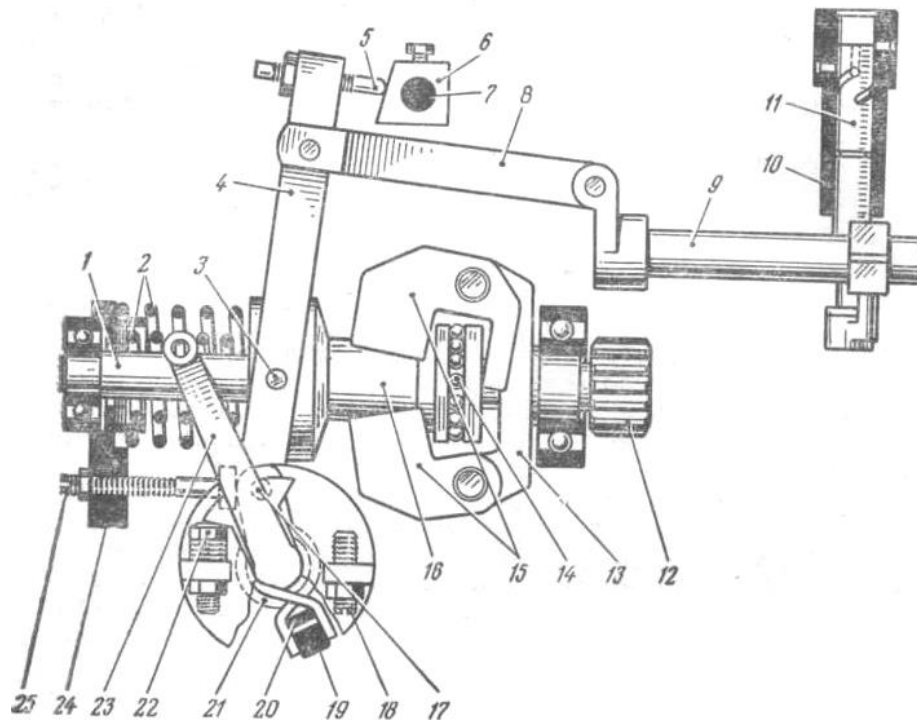


Рисунок 7 – Всережимный регулятор частоты вращения коленвала.

вращения коленчатого вала, соответствующей определенному положению педали управления подачи топлива, центробежные силы грузиков регулятора 15 уравновешены усилием пружин 2. Если нагрузка на спуске уменьшится, то частота вращения коленчатого вала начнет возрастать и грузы регулятора, преодолевая сопротивление пружины, немного разойдутся и переместят рейку топливного насоса 9 высокого давления в положение, уменьшающее подачу топлива. Если частота вращения уменьшается, то центробежная сила грузов также уменьшается и регулятор под действием силы пружины переместит рейку в обратном направлении, что приведет к увеличению подачи топлива.

Для изменения момента начала впрыскивания топлива в зависимости от частоты вращения коленчатого вала предназначена автоматическая муфта опережения впрыскивания топлива (рисунок 8).

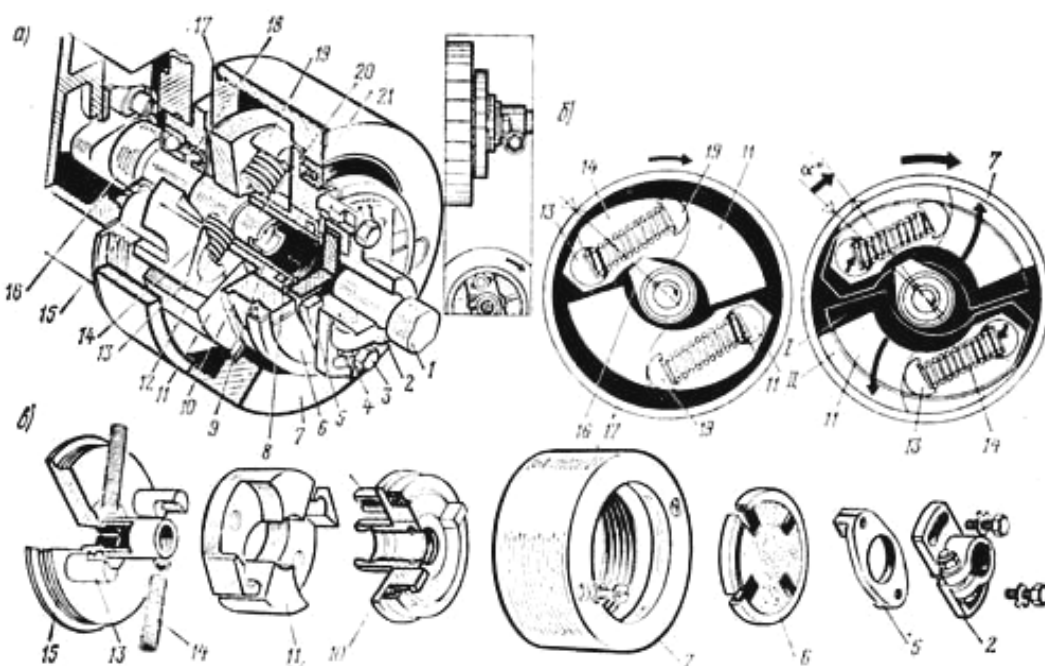


Рисунок 8 – Автоматическая муфта опережения впрыскивания топлива.

Изменяя момент впрыскивания топлива, автоматическая муфта улучшает экономичность двигателя и его пусковые качества. На конической поверхности переднего конца кулачкового валика топливного насоса высокого

давления крепится шпонкой и фиксируется гайкой ведомая полумуфта. Ведущая полумуфта крепится на ступице ведомой и может на ней поворачиваться. Между ступицей и полумуфтой установлена втулка. Ведущая полумуфта приводится в действие распределительной промежуточной шестерней через вал с гибкими соединительными муфтами. На ведомую полумуфту вращение передается двумя грузами. Они качаются в плоскости, перпендикулярной к оси муфт на полуосях, запрессованных в ведомую полумуфту. Одним концом приставка ведущей полумуфты упирается в палец груза, а другим - в профильный выступ. Пружины стремятся удержать грузы на упоре во втулке ведущей полумуфты. Если частота вращения коленчатого вала двигателя увеличивается, под действием центробежных сил грузы расходятся, и в результате ведомая полумуфта поворачивается относительно ведущей в направлении вращения кулачкового валика, что увеличивает угол опережения впрыска топлива. При уменьшении частоты вращения грузы под действием пружин сходятся. Ведомая полумуфта поворачивается вместе с валиком топливного насоса в противоположную сторону вращения, что уменьшает угол опережения впрыска топлива.

СИСТЕМЫ С НАСОСАМИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ТИПА

Общая технологическая схема подачи топлива в системе аналогична схеме системы с рядным насосом. Основное принципиальное отличие заключается в особенности конструкции топливной секции и приводного вала.

Топливная секция насоса распределительного типа (рисунок 9) обеспечивает подачу топлива под высоким давлением в несколько цилиндров (от 2 до 4). Если подобный тип насосов устанавливают на двигатель с большим количеством цилиндров чем 4, то конструкция насоса имеет две топливные секции. В головке секции 10 имеются несколько штуцеров 8 нагнетательными клапанами 9. Количество кулачков на приводном валу соответствует количеству цилиндров, обслуживаемых топливной секцией: если цилиндров два, то кулачков два и расположены они через 180° ; если цилиндров три, то

кулачков тоже три 19 и располагаются они через 120° ; если цилиндров четыре, то на валу кулачков четыре 1 через 90° . Таким образом, при одном обороте приводного вала плунжер совершает несколько возвратно-поступательных движений, сжимая топливо, открывая нагнетательные клапаны и затем направляя топливо в обратную магистраль через разгрузочный канал.

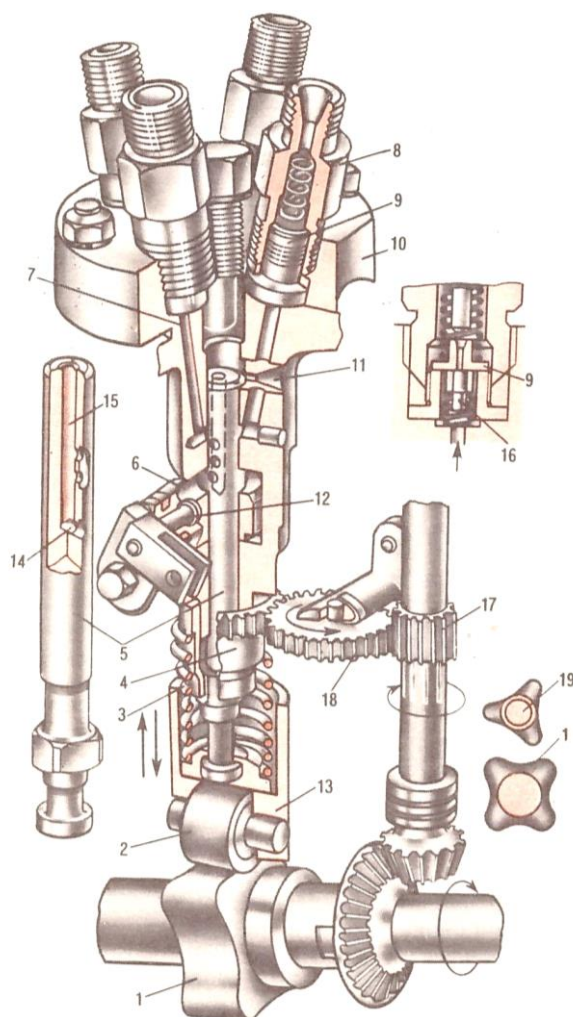


Рисунок 9 – Топливная секция насоса распределительного типа.

1,19 - кулачки приводного вала; 2 - ролик толкателя; 3 - пружина; 4 - зубчатая втулка; 5 - плунжер; 6 - дозатор; 7,11,14,15 - каналы; 8 - штуцер; 9 - нагнетательный клапан; 10 – головка; 12 - привод дозатора; 13 - толкатель; 16 - обратный клапан; 17,18 - шестерни.

Для поочередного направления топлива в разные цилиндры плунжер за один оборот приводного вала также совершает полный оборот относительно своей оси. При этом плунжер поочередно соединяет нагнетательные и раз-

грузочные каналы разных цилиндров, обеспечивая поочередный впрыск. Вращение плунжера относительно своей оси совершается благодаря конической зубчатой передаче. Коническая шестерня установлена на приводном валу. Она вступает в зацепление с шестерней вертикального вала, перенаправляя вращение на угол 90° . Вертикальный вал через шестерни 17,18 цилиндрической зубчатой передачи передает вращение зубчатому венцу плунжера.

Требования к дизельным двигателям постоянно ужесточаются. Чтобы достигнуть требуемых показателей экологичности, мощности, экономичности и их баланса, система подачи топлива должна обеспечивать впрыск под высоким давлением в сочетании с его исключительной точностью. Вновь разработанные системы на базе индивидуальных ТНВД и насос-форсунок позволяют выполнять поставленные условия.

СИСТЕМЫ С НАСОСАМИ-ФОРСУНКАМИ

В топливных системах с насосами – форсунками отсутствует громоздкий главный механизм – топливный насос, объединяющий все топливные секции в одном сложном, громоздком и дорогостоящем корпусе.

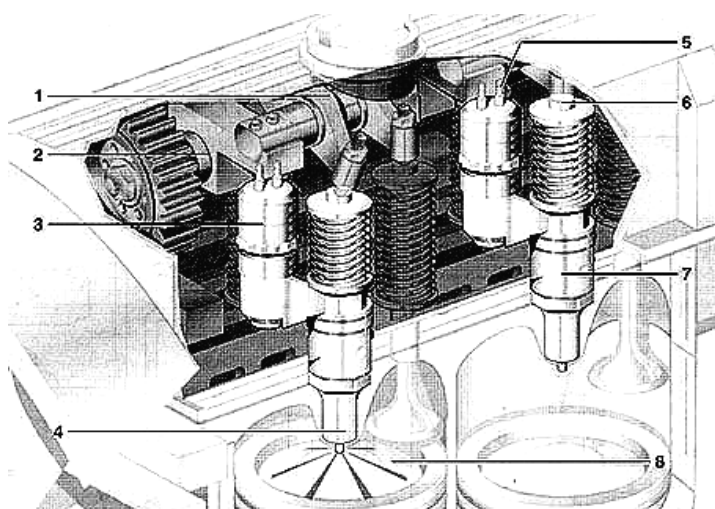


Рисунок 10 - Насос-форсунка дизельного двигателя.

1 — коромысло; 2 — вал распределительный; 3 — клапан электромагнитный; 4 — распылитель с иглой в сборе; 5 — выводы клапана электрические; 6 — плунжер; 7 — корпус форсунки; 8 — камера сгорания.

Кроме того, другой отличительной конструктивной особенностью является отсутствие топливопроводов высокого давления. Отсутствие топливопроводов позволяет значительно увеличить давление впрыска, что повышает эффективность работы двигателя.

Главным элементом системы является насос-форсунка - агрегат, в котором объединены насос высокого давления и форсунка. Насос-форсунка устанавливается в каждый цилиндр двигателя, располагаясь прямо в головке блока под клапанной крышкой. Она приводится в действие от кулачка распределительного вала двигателя непосредственно толкателем или через коромысло. Распределительный вал двигателя имеет для каждой насос-форсунки индивидуальный кулачек.

Конструкция насос-форсунки

Корпус форсунки 4 (рисунок 11) является заодно и гильзой плунжера.

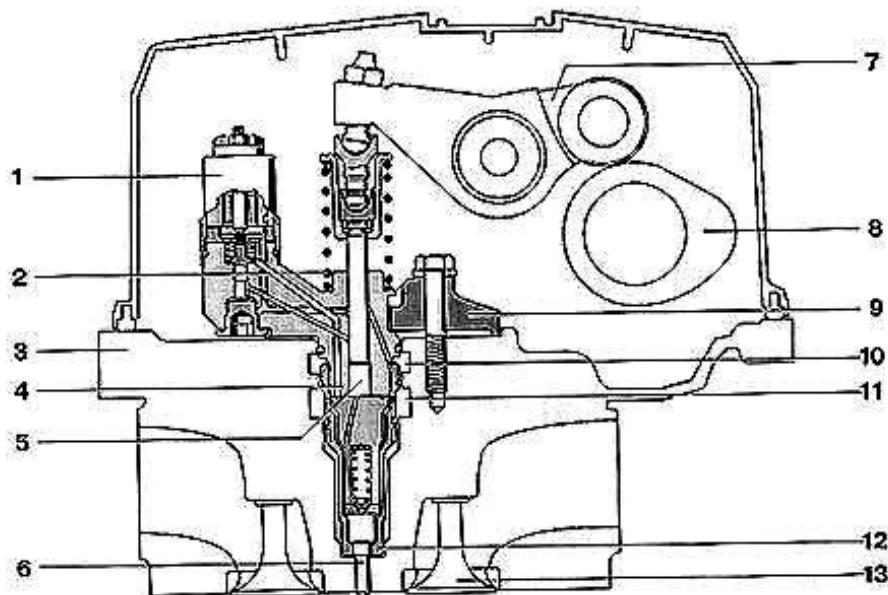


Рисунок 11 - Схема размещения насос-форсунки в ГБЦ

1 – клапан электромагнитный высокого давления; 2 – пружина возвратная; 3 – головка блока цилиндров; 4 – корпус форсунки; 5 – КВД; 6 – распылитель с иглой; 7 – коромысло привода; 8 – кулачок; 9 – прижимная скоба; 10 – канал слива топлива; 11 – канал подачи топлива; 12 – гайка распылителя; 13 – клапан двигателя.

К удлиненной части корпуса насоса крепится электромагнитный клапан 1. Каналы подачи и возврата предназначены для перемещения топлива внутри камеры высокого давления (КВД), когда она перекрывается электромагнитным клапаном, а также для подачи горючего из камеры в распылитель. В головке блока цилиндров насос-форсунку держит специальный прижим 9. Непрерывный механический контакт между движущимися частями насоса: кулачком распредвала 8, коромыслом 7 и плунжером обеспечивается за счет последовательного их прижима друг другу под действием возвратной пружины 2.

Процесс работы систем впрыска на базе насос-форсунок с одним плунжером можно разделить на четыре основных фазы (рисунок 12).

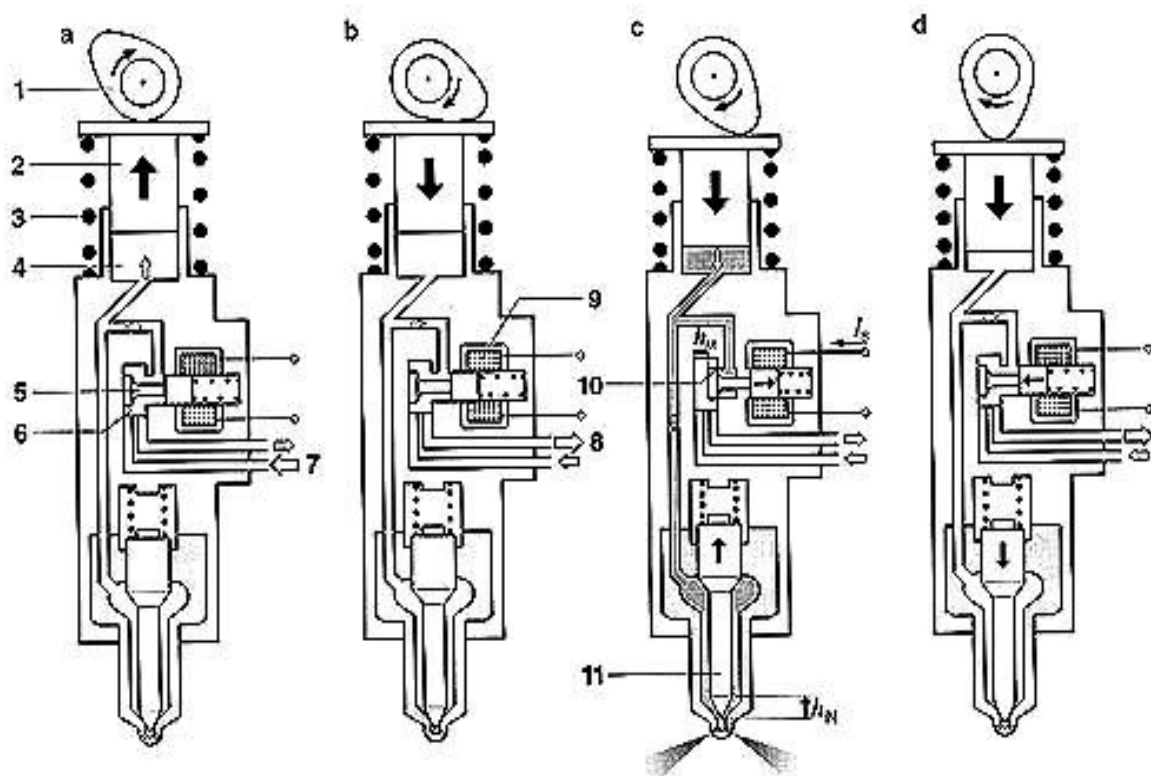


Рисунок 12 - Рабочие фазы насоса-форсунки.

а — впуск; б — предварительный ход; в — рабочий ход и впрыск; д — завершающий ход; 1 — кулачок привода; 2 — плунжер насоса; 3 — пружина возвратная; 4 — камера высокого давления; 5 — игла электромагнитного клапана; 6 — камера клапана; 7 — канал подачи топлива; 8 — канал выпуска топлива; 9 — катушка электромагнитного клапана; 10 — седло; 11 — распылитель с иглой

Фаза впуска топлива (а). Пружина 3 толкает плунжер насоса 2 вверх. Топливо, которое находится под давлением, создаваемым топливоподкачивающим насосом, обеспечивающим перекачивание топлива из топливного резервуара к насосам-форсункам постоянно, перетекает из области низкого давления в камеру электромагнитного клапана 6 через технологические топливные каналы в блоке цилиндров двигателя и впускной канал 7.

Фаза предварительного хода (b). Кулачок привода 1, продолжая вращение, толкает плунжер вниз. Электромагнитный клапан при этом находится в открытом состоянии, так что плунжер выталкивает избыток топлива через канал выпуска 8 в “обратку”.

Фаза рабочего хода (с). Электронный блок управления двигателем (ЭБУ) подает сигнал пуска на электромагнитный клапан 9, который перекрывает выпускной канал. После этого давление топлива в насосе-форсунке значительно возрастает. Эта часть фазы называется геометрическим началом впрыска, что является сигналом реального начала впрыска для управляющего блока, который начинает рассчитывать дальнейший процесс подачи топлива.

Фаза впрыска (с). Плунжер продолжает опускаться вниз, создавая повышенное давление в камере 4 и распылителе. Когда значение давления топлива в распылителе становится равным примерно 300 бар, то есть достаточным для подъема иглы форсунки 11, она выходит из седла и происходит действительное начало впрыска – топливо подается в камеру сгорания. Все время, пока топливо впрыскивается в камеру, давление продолжает нарастать, достигая максимального значения в переходной фазе между впрыском и завершением цикла. Максимум зависит от конкретного типа насос-форсунки и обычно лежит в диапазоне 1800-2500 бар.

Фаза завершающего хода (d). После того, как подача тока на катушку электромагнитного клапана прекращается, он открывает канал между областями низкого и высокого давлений, что приводит к падению давления и

прекращению подачи топлива в цилиндр, избыток которого уходит через канал выпуска в «обратку».

СИСТЕМЫ С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ТНВД

Принцип действия индивидуального топливного насоса подобен работе насос-форсунки, с тем лишь отличием, что в нем разделены функции впрыска и управления создающим высокое давление электромагнитным клапаном, а непосредственно насос и форсунку соединяет выдерживающий избыточное давление короткий трубопровод.

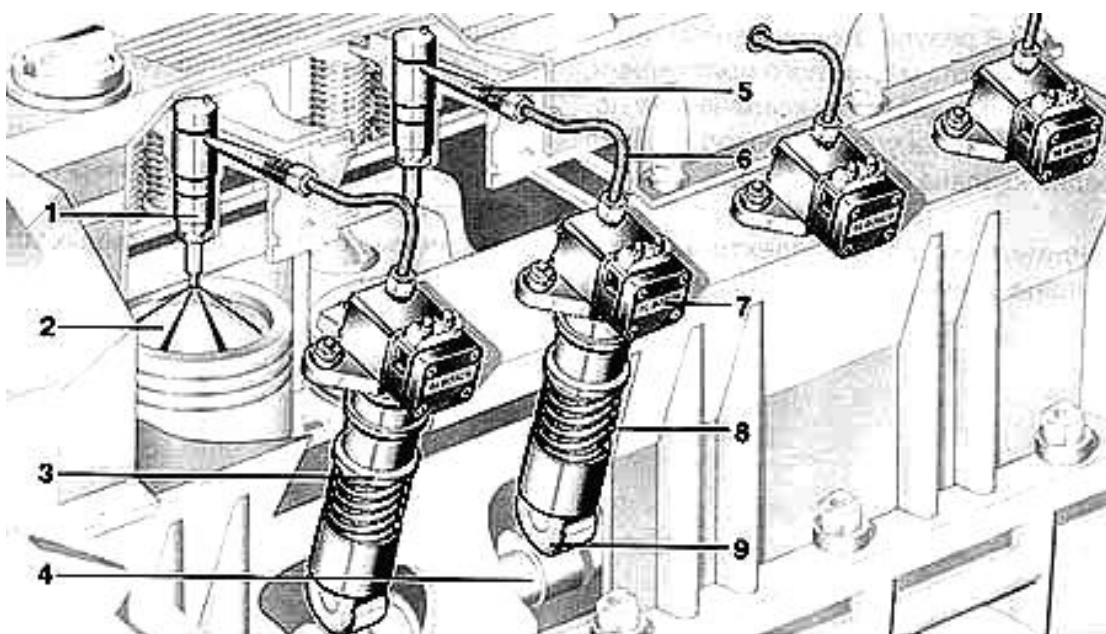


Рисунок 13 - Размещение индивидуальных ТНВД:

1 – форсунка; 2 – камера сгорания мотора; 3 – ТНВД; 4 – распредвал двигателя; 5 – штуцеры трубопровода высокого давления (ТВД); 6 – ТВД; 7 – клапан электромагнитный; 8 – пружина возвратная; 9 – толкатель роликовый.

Конструктивно индивидуальный ТНВД выполняется в виде модулей, и крепится сбоку блока цилиндров (рисунок 13). Такое размещение дает следующие преимущества:

- отсутствие необходимости внесения конструктивных изменений в имеющуюся головку блока;
- повышение жесткости привода за счет исключения из конструкции коромысел;
- возможность простого демонтажа элементов системы впрыска.

Трубопроводы высокого давления 6 имеют очень малую длину, одинаковую для всей насосной группы, и обладают способностью выдерживать непрерывно создаваемое ТНВД максимальное давление. Параметры трубок, обычно используемых в трубопроводах ТНВД, таковы: диаметр наружный - 6 мм, диаметр внутренний – 1,8 мм.

Каждый установленный в составе насосной группы ТНВД приводится в движение отдельным кулачком распредвала двигателя 4. Передачу движения от распредвала к плунжеру обеспечивают возвратная пружина 8 и роликовый толкатель 9. Как и у насос - форсунок, начало и продолжительность впрыскивания регулируются электроникой через быстродействующий электромагнитный клапан высокого давления.

Конкуренцию этим системам в настоящий момент может составить технология Common Rail, современные экземпляры которой обеспечивают высокое давление впрыска горючего, достигающее 1600 бар, и при этом являются более технологически простыми.

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ COMMON RAIL

Common Rail (в переводе с английского – общая магистраль), даже своим названием указывает на различие способов подачи топлива в старых и новых конструкциях дизельных двигателей. Ее появление было вызвано ужесточением законодательных экологических требований, предъявляемых к ди-

зельным двигателям. Применение системы в среднем уменьшило потребление топлива на 10-15%, а мощность увеличило до 40%.

В отличие от ранее рассмотренных дизельных систем, здесь топливо подается при помощи ТНВД в общую топливную рампу, а впрыскивается в цилиндры через форсунки с электронным управлением, напоминающие форсунки бензинового двигателя. Одно из основных отличий - существенно выросшее давление топлива (вместо ~ 200 атмосфер в обычном двигателе - здесь 1600).

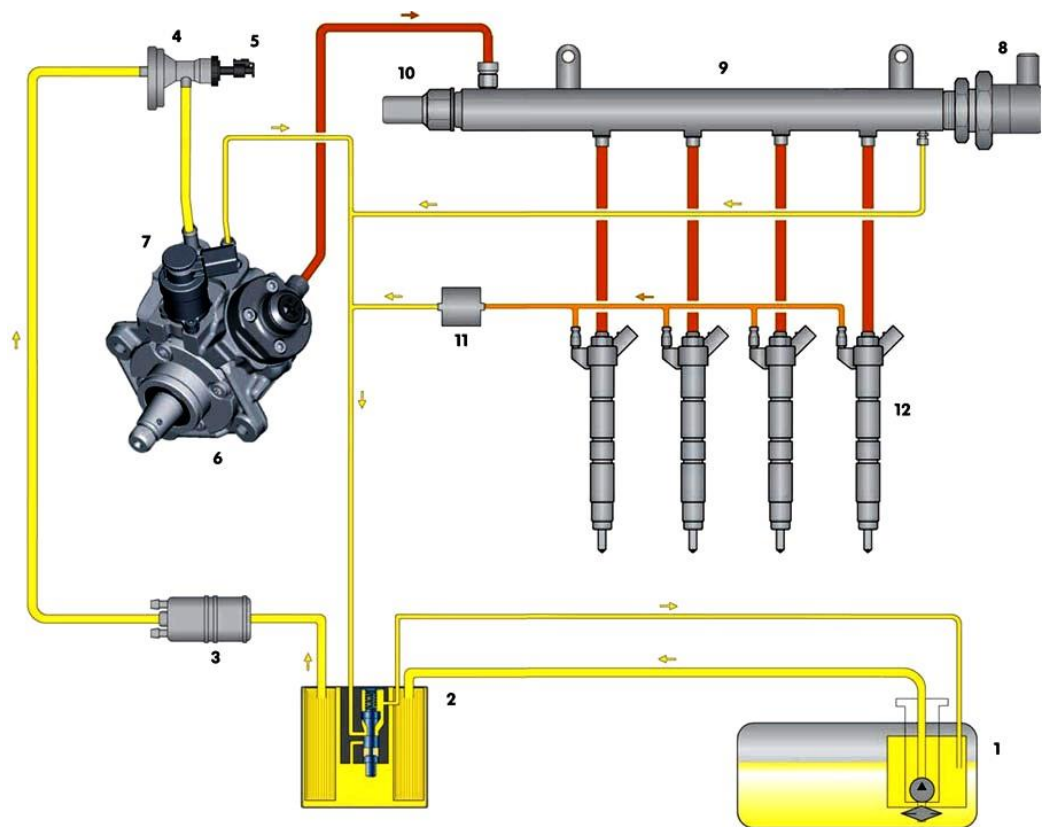


Рисунок 14 – Схема и детали системы Common Rail

1- подкачивающий топливный насос (Осуществляет постоянную подкачку топлива в напорную магистраль); 2 - топливный фильтр с клапаном предварительного подогрева (клапан предварительного подогрева препятствует при низких температурах окружающей среды засорению фильтра кристаллизующимися парафинами); 3- дополнительный топливный насос (подаёт топливо из напорной магистрали к топливному насосу); 4 - сетчатый фильтр (предохраняет насос высокого давления от попадания инородных частиц); 5 - датчик температуры топлива (измеряет текущую температуру топлива); 6 - насос высокого давления, ТНВД (создаёт давление, необходимое для работы системы впрыска); 7 - клапан дозирования топлива (регулирует количество

топлива, которое необходимо подать в аккумулятор высокого давления); 8 - регулятор давления топлива (регулирует давление топлива в магистрали высокого давления); 9 - аккумулятор давления (топливная рампа) (накапливает под высоким давлением топливо, необходимое для впрыска во все цилиндры); 10 - датчик давления топлива (измеряет текущее давление топлива в магистрали высокого давления); 11 - редукционный клапан (поддерживает давление в обратной магистрали форсунок системы впрыска на уровне 10 бар. Такое давление необходимо для работы форсунок); 12 - форсунки.

ТНВД

Насос высокого давления представляет собой одноплунжерный насос. Привод насоса осуществляется от коленвала с частотой, равной частоте оборотов двигателя. ТНВД предназначен для создания в топливной магистрали давления до 1800 бар, необходимого для работы системы впрыска.

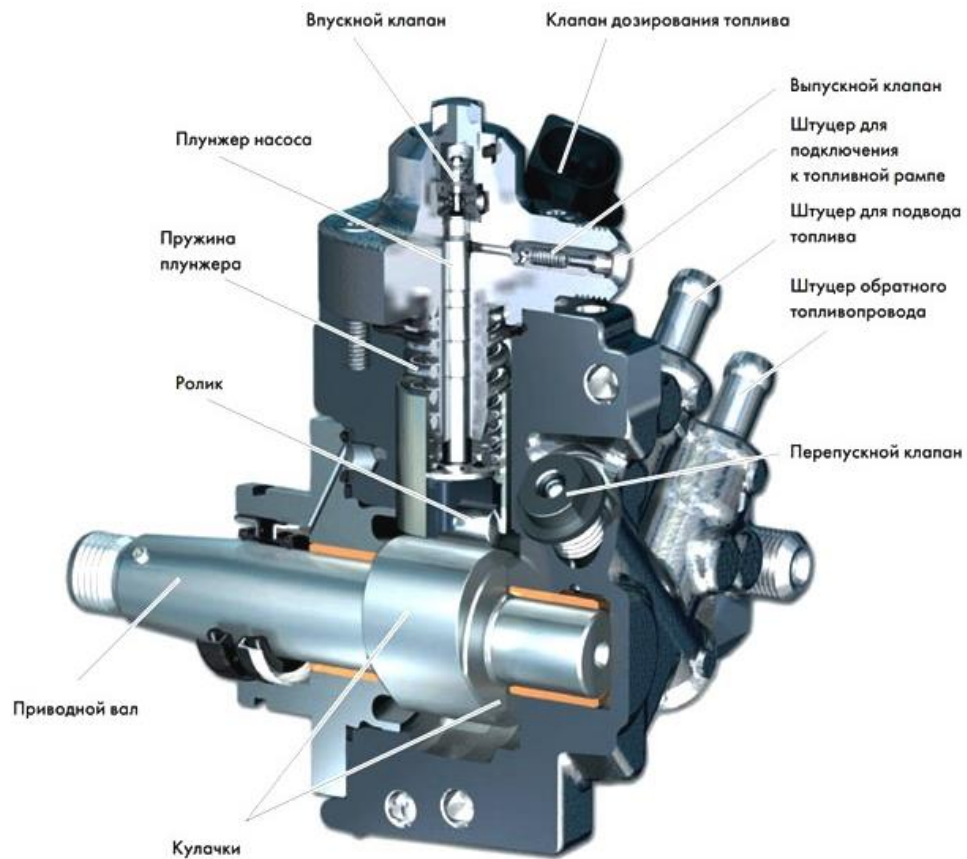


Рисунок 15 – Устройство ТНВД

С помощью двух кулачков, развёрнутых на приводном вале на 180°, скачок давления формируется синхронно с впрыском во время рабочего так-

та конкретного цилиндра. Это обеспечивает равномерную нагрузку привода насоса и снижает колебания давления в области высокого давления. Для снижения трения при передаче усилия от приводных кулачков к плунжеру насоса, между ними установлен ролик (рисунок 15).

Общая магистраль (рампа) снабжена датчиком давления и обратным клапаном, перепускающим топливо обратно в бак.

Форсунки

В данной системе впрыска Common Rail используются *пьезоэлектрические* форсунки. Управление форсунками осуществляется исполнительным механизмом, основанном на использовании пьезоэлемента. Скорость переключения такого механизма во много раз выше, чем у форсунки с электромагнитным клапаном.

Кроме того, масса подвижной иглы у распылителя пьезоэлектрической форсунки примерно на 75 % меньше, чем у форсунки с электромагнитным приводом. Это обеспечивает пьезоэлектрическим форсункам следующие преимущества:

- короткое время переключения,
- возможность произвести несколько впрысков в течение рабочего такта,
- точность дозировки впрыска.

Процесс впрыска

Высокая скорость переключения пьезоэлектрической форсунки позволяет гибко и с высокой точностью управлять фазами впрыска и дозировать подачу топлива.

Благодаря этому управление процессом впрыска топлива может быть осуществлено в точном соответствии с потребностью двигателя в определённый момент времени. За время такта может быть произведено до пяти отдельных впрысков.

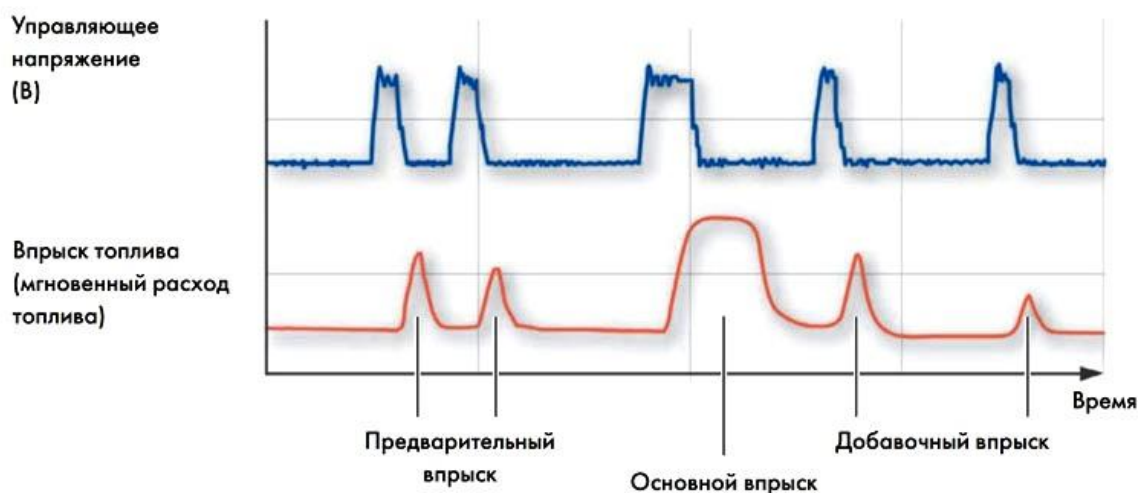


Рисунок 16 – Электронное управление процессом впрыска.

Высокое давление и электронное управление процессом впрыска позволяют лучше подготовить смесь в цилиндрах, из-за чего происходит уменьшение расхода топлива и снижение токсичности выхлопа. Оптимальные результаты на каждом конкретном режиме работы дизельного двигателя достигаются благодаря тому, что электроника регулирует момент и количество впрыскиваемого топлива.

Common Rail обладает значительным потенциалом с точки зрения развития технологий дизельных двигателей. С каждым годом все более ужесточаются требования к выбросам вредных веществ в окружающую среду. Также происходит рост цен на топливо. Все эти глобальные проблемы будут способствовать дальнейшему распространению дизельных двигателей с системами Common Rail.

На сегодняшний день все ведущие автопроизводители используют преимущества данной технологии, и поэтому практически все новые дизельные двигатели оснащены системой Common Rail.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение системы питания ДВС?
2. Перечислите известные Вам системы питания двигателей работающих на дизельном топливе. Дайте им сравнительную характеристику.
3. Поясните общее устройство системы с рядным ТНВД и принцип ее работы.
4. Поясните общее устройство системы с ТНВД распределительного типа и принцип ее работы.
5. Поясните общее устройство систем с насосами-форсунками и индивидуальными насосами. Опишите принцип их работы. Каковы конструктивные и технологические отличия этих систем?
6. Общее устройство системы Common Rail. Опишите принцип работы.
7. Принцип работы плунжерной пары ТНВД?
8. Назначение, устройство и принцип работы механической форсунки?
9. Для чего нужны всережимный регулятор и муфта опережения впрыска? Каков принцип их работы?
10. Конструктивные особенности ТНВД распределительного типа?
11. Особенности конструкции топливных систем с насосами-форсунками и индивидуальными насосами? Как осуществляется управление дозированием цикловой подачей топлива и моментом опережения зажигания?
12. Из каких элементов состоит топливная система Common Rail ?
13. Для чего нужен топливный аккумулятор с Common Rail ?
14. Особенности устройства форсунок системы Common Rail ?
15. Каким образом происходит управление впрыском в системе Common Rail и чем он отличается от других систем?
16. Преимущества и недостатки рассмотренных в настоящем пособии систем питания дизельных ДВС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные системы впрыска топлива дизельных двигателей / под. ред. Конрада Райфа. М.: ООО «Изд-во «За рулем», 2013. 176 с.
2. Болотов А.К., Лопарев А.А., Судницин В.И. Конструкция тракторов и автомобилей. М.: КолосС, 2007. 28 с.
3. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский СПб.: Изд-во «Лань», 2013. 288 с.
4. Двигатели внутреннего сгорания / В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др. М.: Машиностроение, 1990. 288 с.
5. Семенов В.М., Власенко В.Н. Трактор. М.: Агропромиздат, 1989. 352 с.

Содержание

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС.....	3
ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	3
СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.....	3
ОБОРУДОВАНИЕ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ.....	3
СИСТЕМЫ С РЯДНЫМИ НАСОСАМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ.....	3
СИСТЕМЫ С НАСОСАМИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ТИПА.....	13
СИСТЕМЫ С НАСОСАМИ-ФОРСУНКАМИ.....	15
СИСТЕМЫ С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ТНВД	19
ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ COMMON RAIL.....	20
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	25
ЛИТЕРАТУРА.....	26

Учебное издание

Кузьменко Игорь Владимирович

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС

Учебно-методические указания для выполнения
лабораторной работы
по дисциплине: «Тракторы и автомобили»
студентами инженерно-технологического факультета
по направлению подготовки:
35.03.06 Агроинженерия
профиль: Технические системы в агробизнесе
профиль: Технический сервис в АПК
по направлению подготовки:
23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы
профиль: Машины и оборудование природообустройства
и дорожного строительства

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 15.04.2021 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,63. Тираж 25 экз. Изд. № 6899.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ