

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет механизации сельского хозяйства
Кафедра «Машины и технологии АПК»



Общие принципы работы секций топливных насосов

Методическая разработка

Разработана:

***канд.техн.наук профессором Кобозевым А.К.
и канд.техн.наук доцентом Швецовым И.И.***

Ставрополь, 2021

Общие принципы работы секций топливных насосов

Преобразование химической энергии топлива, поступающего в цилиндры двигателя, в механическую работу должно осуществляться с максимальной экономичностью. Степень преобразования оценивается коэффициентом полезного действия двигателя. Чем выше качество смесеобразования и сгорания, тем выше эффективный коэффициент полезного действия и тем выше экономичность двигателя.

Отличительной особенностью дизелей является то, что приготовление и сгорание рабочей смеси происходит в течение короткого промежутка времени – около 0,003...0,005 сек, поэтому необходимо увеличивать интенсивность впрыскивания топлива в цилиндры двигателя. Интенсивность впрыскивания невозможно увеличить, без увеличения давления, создаваемого топливной аппаратурой.

Повышенные давления (20,0...40,0 МПа) создаются топливными насосами высокого давления, которые конструктивно подразделяются на следующие типы: рядные, V-образные и распределительного типа.

Рядные многоплунжерные насосы характерны тем, что в одном корпусе объединяют отдельные насосные элементы (секции), подающие топливо индивидуально в каждый цилиндр двигателя. Каждая насосная секция (рис. 3.12) состоит из следующих основных элементов: кулачок 1, толкатель 3, возвратная пружина 6, плунжер 8, втулка плунжера 11 (гильза), нагнетательный клапан 15 с седлом 16 и штуцер высокого давления 14.

Насосный элемент действует следующим образом. При вращении вала топливного насоса кулачок 1 набегает на ролик толкателя 25, который преобразует вращательное движение вала, возвратно-поступательное движение корпуса толкателя 3. Это движение, через регулировочный винт 4 толкателя, передается на головку плунжера 11, на которой закреплена тарелка 5 возвратной пружины 6. Во втулке имеется два окна: впускное 18 (через которое во втулку поступает топливо) и перепускное 9 (через которое сбрасываются излишки топлива). Втулка плунжера при работе насоса неподвижна, тогда как плунжер устанавливают так, чтобы в случае необходимости его можно было повернуть на некоторый угол.

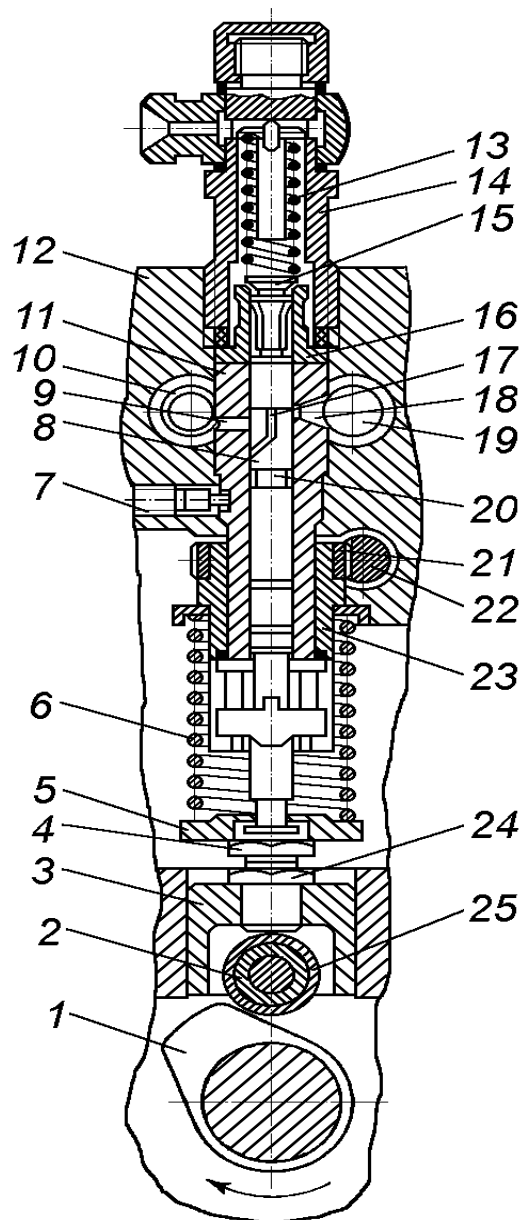


Рисунок 3.12 – Схема секции топливного насоса высокого давления типа УТН:

1 – кулачок вала насоса; 2 – ось ролика толкателя; 3 – толкатель; 4 – регулировочный винт с контргайкой; 5 – тарелка возвратной пружины плунжера; 6 – пружина плунжера; 7 – отверстия для подвода топлива; 8 – плунжер; 9 – отсечное отверстие втулки плунжера; 10 – канал для отвода отсечного топлива; 11 – втулка плунжера; 12 – корпус; 13 – пружина нагнетательного клапана; 14 – нажимной штуцер; 15 – нагнетательный клапан; 16 – седло нагнетательного клапана; 17 – дозирующий канал; 18 – впускное отверстие; 19 – канал подвода топлива; 20 – пояс; 21 – зубчатый сектор; 22 – рейка топливного насоса; 23 – поворотная втулка; 24 – регулировочный болт; 25 – ролик толкателя

На торец втулки опирается седло нагнетательного клапана 16, внутри которого находится сам нагнетательный клапан 15, нагруженный пружиной 13, которая и прижимает его к седлу.

Нагнетательный клапан представляет собой сложную цилиндрическую фигуру, в нижней части которого это цилиндр, вдоль которого проходят несколько канавок, расположенных на равном расстоянии одна от другой. Выше находится небольшой уступ с цилиндрическим пояском, называемый разгрузочным, а над ним расположен конус, называемый запорным. Конус герметически разделяет пространство над плунжером, от пространства трубопровода высокого давления с форсункой.

Работает секция следующим образом (рис. 3.13). Плунжер, двигаясь вниз, открывает торцом впускное окно 8 втулки плунжера, при этом, топливо из П-образного канала 12 через окно заполняет надплунжерное пространство 4. При набегании кулачка на ролик толкателя, плунжер начинает движение вверх, перекрывая впускное окно 8. В результате, топливо, заключенное в надплунжерном пространстве 4 сжимается, и при достижении давления примерно 1 МПа, приподнимает нагнетательный клапан 5, преодолевая сопротивление пружины 7. Движущийся плунжер, продолжает повышать давление в трубопроводе до значений рабочего давления впрыскивания форсункой. Одним из факторов влияющих на продолжительность впрыскивания является количество подаваемого топлива. Чем больше топлива подается к форсунке, тем впрыск продолжительнее.

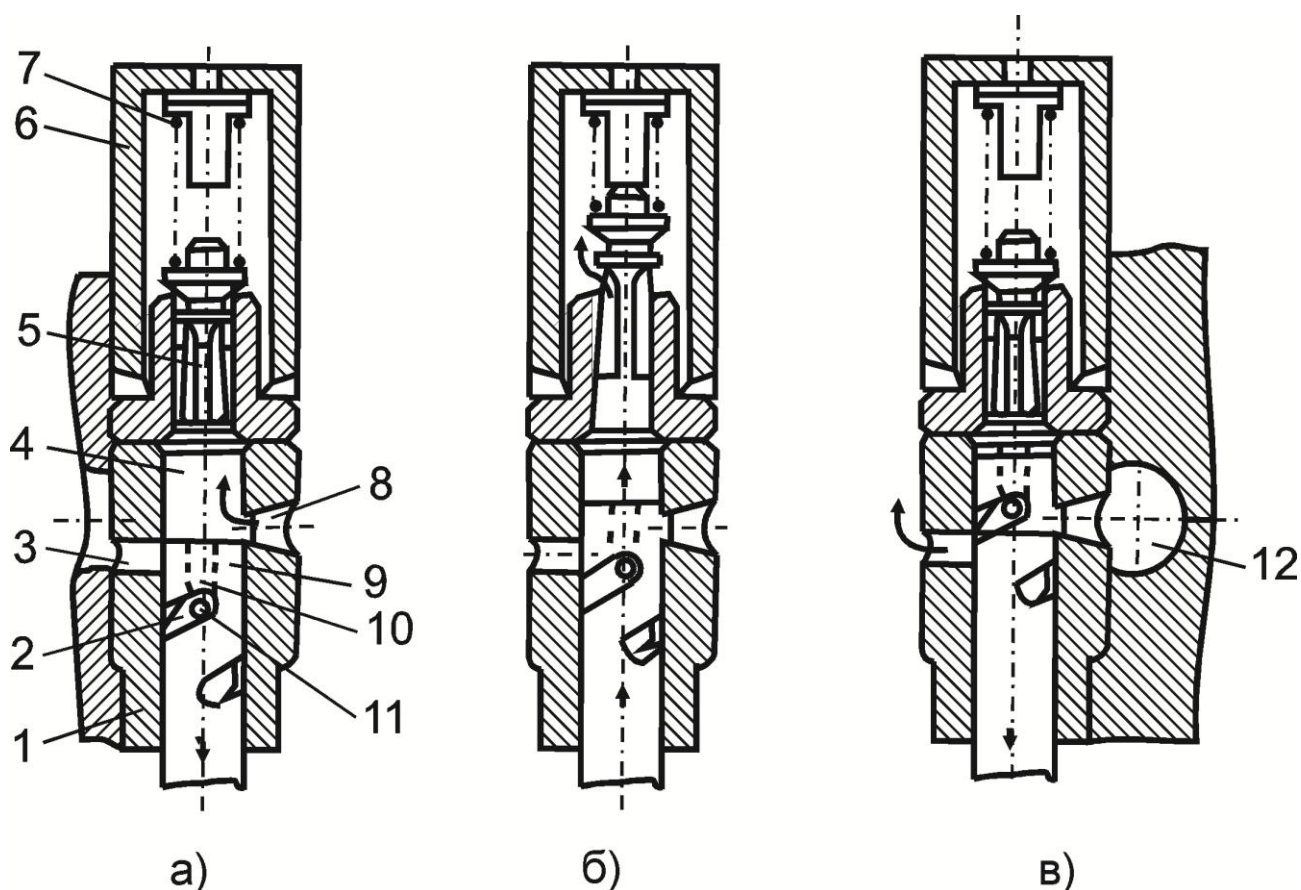


Рисунок 3.13 – Схема работы секции топливного насоса высокого давления:

1 – втулка плунжера; 2 – отсечная кромка; 3 – перепускное (отсечное) окно; 4 – надплунжерное пространство; 5 – нагнетательный клапан; 6 – штуцер высокого давления (нажимной); 7 – пружина нагнетательного клапана; 8 – впускное окно; 9 – плунжер; 10 – осевое сверление; 11 – радиальное сверление; 12 – П-образный канал подачи топлива

а) – впуск; б) – нагнетание; в) – перепуск

По мере движения плунжера вверх, наступает момент, когда отсечная кромка плунжера 2 открывает перепускное окно 3. Топливо, из надплунжерного пространства, через осевое 10 и радиальное 11 сверления, отсечную кромку 2, перетекает в П-образный канал 12, тем самым, сбрасывая давление из надплунжерного пространства. Нагнетательный клапан 5, под действием пружины 7 и избыточного давления в нагнетательном трубопроводе опустится, отсекая надплунжерное пространство от нагнетательного трубопровода.

Разгрузочный пояс, опускаясь в седло клапана, освобождает некоторый объем, а так как топливо при сжатии изменяет свой объем незначительно, то увеличение объема над клапаном

приводит к резкому снижению давления в нагнетательном трубопроводе. Это способствует резкой отсечке и быстрому прекращению подачи топлива через форсунку, что предотвращает повторные впрыски и подтекание топлива на сопловых отверстиях распылителя.

После окончания впрыскивания, запорный конус герметически отделяет нагнетательный трубопровод от надплунжерного пространства, благодаря чему давление над клапаном остается небольшим и как правило одинаковым, что способствует получению впрысков одинаковой интенсивности.

Изменение подачи топлива насосным элементом осуществляется поворотом плунжера вокруг своей оси. Чем позже отсечная кромка встретится с перепускным окном, тем большее количество топлива попадет в нагнетательный трубопровод. Поворот плунжера осуществляет рейка, связанная с регулятором насоса.

Рядные (многоплунжерные) топливные насосы металлоемки, дороги и сложны в изготовлении, а срок их службы относительно не большой. В процессе эксплуатации, у этих насосов быстро нарушается равномерность подачи топлива по секциям насоса, изменяется угол начала подачи топлива и снижается производительность насоса. В связи с этим широко распространены насосы, работающие по другому принципу.

Насосы распределительного типа, отличаются тем, что каждая секция насоса обслуживает не один цилиндр двигателя, а несколько. Они более просты по конструкции, имеют меньшие габариты и массу, обладают большей равномерностью подачи топлива и работают без периодической дополнительной регулировки момента опережения впрыскивания и равномерности подачи топлива по цилиндрам (рис. 3.14).

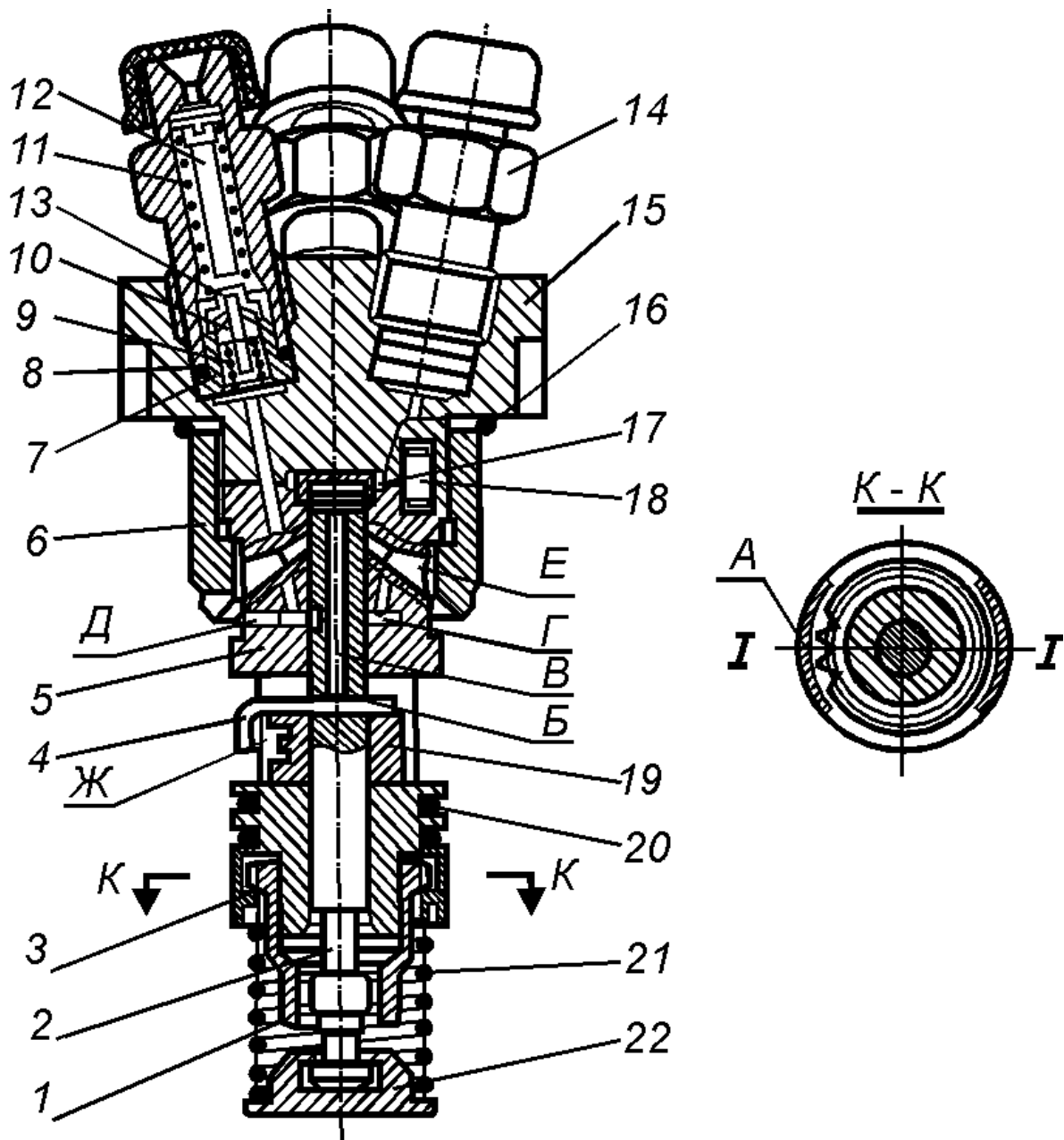


Рисунок 3.14 – Схема сeкции топливного насоса распределительного типа:

1 – зубчатая втулка; 2 – плунжер; 3 – верхняя тарелка; 4 – монтажная чека;

5 – втулка плунжера; 6 – стяжная гайка; 7 – седло клапана; 8 – уплотнительная прокладка; 9 – пружина; 10 – обратный клапан; 11 – пружина нагнетательного клапана; 12 – упор нагнетательного клапана; 13 – нагнетательный клапан; 14 – штуцер высокого давления; 15 – головка насоса; 16 – уплотнительное кольцо; 17 – колпачок; 18 – установочный штифт; 19 – дозатор; 20 – уплотнительное кольцо; 21 – пружина толкателя; 22 – нижняя тарелка; А, Б, Г, Д, Е – отверстия; В – центральный канал

Подача и распределение топлива по цилиндрам двигателя достигается тем, что плунжер совершает не только возвратно-поступательное движение, как в насосах рядного типа, но и вращательное движение вокруг своей оси. Размер цикловой

подачи, при этом, регулируют путем перепуска топлива при помощи втулки-плунжера 5, именуемой обычно дозатором.

Работает насос следующим образом. При движении плунжера 2 вниз, под действием пружины толкателя 21, совершается ход всасывания. В надплунжерном пространстве создается разрежение, и с момента, когда торец плунжера откроет наклонные впускные отверстия, в надплунжерное пространство начинает поступать топливо. При движении плунжера вверх, под действием кулачка (ход нагнетания), после перекрытия впускных отверстий, топливо под давлением из надплунжерной полости по центральному и радиальному каналам в плунжере поступает в его распределительный паз А. Отсечное отверстие плунжера в это время перекрыто дозатором.

При вращении плунжера распределительный паз поочередно соединяется с нагнетательными каналами секций насоса. Под давлением топлива открывается нагнетательный клапан 13. Он, отрываясь от своего седла 7, и сжимая пружину 11, пропускает порцию топлива через штуцер высокого давления 14 в нагнетательный трубопровод к форсунке. Нагнетание топлива продолжается до момента, когда отсечное отверстие плунжера Г начнет выходить из дозатора 19. Давление топлива в надплунжерном пространстве резко падает и впрыскивание прекращается. После окончания впрыскивания, когда давление в надплунжерном пространстве будет меньше, чем в полости штуцера, открывается обратный клапан 10 и топливопровод высокого давления разгружается.

Основным недостатком насосов распределительного типа является низкий срок службы прецизионных пар. В первую очередь изнашиваются те элементы, которые участвуют в отсечке конца впрыскивания и распределении топлива.