

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

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

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

К лабораторной работе №15

УСТРОЙСТВО И РАБОТА РЕГУЛЯТОРОВ НА- СОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

(Для студентов ИМ и ТС)

Курс: ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ

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

КАЗАНЬ – 2020

УДК 629. 3+629.33
ББК 22.317

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

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

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

Устройство и работа регуляторов насосов высокого давления: Учебно - методическое пособие для выполнения лабораторных и самостоятельных работ студентами очного и заочного обучения направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» и 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» / К.А.Хафизов, Р.Н.Хафизов, А.А.Нурмиев, С.А.Сеницкий. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – 24 с.

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

УДК 629. 3+629.33
ББК 22.317

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

СОДЕРЖАНИЕ

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	4
2 УСТРОЙСТВО РЕГУЛЯТОРОВ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ	6
2.1 Типы регуляторов.....	6
2.2 Обзор насосов и их регуляторов	7
2.2.1 Топливные насосы семейства ТН	7
2.2.2 Топливные насосы семейства УТН	7
2.2.3 Топливные насосы семейства ЯМЗ	8
2.2.4 Топливные насосы для дизелей КАМАЗ	8
2.3 Регулятор топливного насоса типа ТН.....	9
2.4 Регулятор насоса УТН	13
2.5 Регуляторы частоты вращения коленчатого вала автомобильных двигателей.....	15
2.5.1 Всережимный регулятор насоса двигателя КАМАЗ	16
2.5.2 Регуляторы насосов дизелей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238	18
2.5.3 Двухрежимные регуляторы.....	21

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Тема: Устройство и работа однорежимных, двухрежимных, трехрежимных и всережимных регуляторов, частоты вращения коленчатого вала двигателей.

Цель работы: Изучить назначение устройство и работу регуляторов частоты вращения коленчатых вала двигателей.

Оборудование: Разрезы регулятора пускового двигателя, регуляторов насосов ТН, УТН, НД, КАМАЗ, учебно-методическое пособие, плакаты.

Порядок изучения: Пользуясь учебно-методическим пособием, плакатами, разрезами регуляторов изучить их устройство и работу.

Начать изучение регуляторов с регулятора, установленного на насосе ТН.

Уяснить, что двигатели имеют так называемую скоростную характеристику - зависимость крутящего момента на коленчатом валу и мощности двигателя от частоты вращения коленчатого вала. Скоростную характеристику делят на регуляторную и корректорную ветви.

На регуляторной ветви работает непосредственно регулятор ТН, а на корректорной ветви - вступает в работу, дополнительно - корректор. Когда нет нагрузки на коленчатый вал двигателя, он, при полной подаче топлива, развивает максимальную частоту вращения (частоту вращения холостого хода).

По мере роста нагрузки на к.в. его частота вращения падает, но регулятор стремится поддержать заданную (в данном случае максимальную) частоту вращения и увеличивает цикловую подачу топлива в цилиндры. При этом мощность и крутящий момент на коленчатом валу растут и растут в линейной зависимости от частоты вращения коленчатого вала.

В определенный момент, двигатель начинает выдавать максимальную (номинальную) мощность. Уяснить по разрезам и плакатам – какие детали регулятора участвуют в работа на регуляторной ветви.

Дополнительный рост нагрузки на коленчатый вал приведет к тому, что мощность, выдаваемая двигателем, начнет падать (сильно снижается частота вращения к.в.). Однако крутящий момент на коленчатом валу будет расти - из-за дальнейшего увеличения цикловой подачи топлива с помощью корректора.

Найти детали корректора на разрезах и разобраться с работой.

Дальнейший рост нагрузки приведет к тому что, достигнув максимума, крутящий момент начнет падать и в дальнейшем двигатель заглохнет.

Таким образом, выделяются следующие режимы работы двигателя.

1. Холостой ход.
2. Частичные нагрузки двигателя.
3. Полная нагрузка двигателя (номинальный режим).
4. Перегрузка двигателя.

В качестве особого режима можно выделить пуск двигателя. При этом подача топлива должна быть гораздо большей, чем на остальных режимах. Для этого служат обогатители. Найти и рассмотреть их на различных регуляторах.

Контрольные вопросы:

1. Назначение регуляторов частоты вращения коленчатого вала двигателя.
2. Принцип действия регуляторов.
3. Что значит однорежимные, двухрежимные и всережимные регуляторы. Привести примеры.
4. Чем осуществляется и ограничивается максимальный и минимальный ход рейки в топливных насосах.
5. Устройство и работа регулятора насоса УТН-5 при пуске, холостом ходу, номинальной нагрузке, перегрузке двигателя Д-240.
6. Устройство и работа деталей регулятора насосов серии ТН при пуске, холостом ходу, номинальной нагрузке и перегрузке двигателя.
7. Устройство и работа деталей регулятора насоса типа НД- 22/6 или НД-21/4 на всех режимах работы двигателя.
8. Объяснить, как в регуляторах РВ задаются любые частичные скоростные режимы, которые поддерживаются при изменении нагрузки двигателя.
9. Объяснить за счет чего в регуляторах любых насосов увеличивается пусковая подача топлива в 2-2,5 раза.
10. Объяснить назначение и работу корректора крутящего момента двигателя. Какие еще корректоры вы знаете.

Самостоятельная работа: Задание приведено в рабочей тетради.

2 УСТРОЙСТВО РЕГУЛЯТОРОВ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

На тракторных дизелях применяют центробежные всережимные регуляторы, на пусковых двигателях — однорежимные. Всережимные регуляторы автоматически поддерживают любой заданный скоростной режим в рабочем диапазоне частот вращения коленчатого вала двигателя, а однорежимные — один заданный скоростной режим. Использование свойств всережимного регулятора позволяет при недогрузках агрегата экономить до 25% топлива.

Регуляторы оборудуют корректорами — устройствами, увеличивающими подачу топлива в установленных пределах (10... 15%) против номинальной при снижении частоты вращения коленчатого вала двигателя, что дает возможность за счет увеличения крутящего момента преодолеть временные перегрузки.

2.1 Типы регуляторов

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

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

К регуляторам также следует отнести автоматы изменения угла опережения начала подачи топлива и устройства защиты дизеля при аварийных ситуациях. Автоматы угла начала подачи топлива (опережения впрыскивания) в

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

- *механическими,*
- *гидромеханическими*
- *электромеханическими.*

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

2.2 Обзор насосов и их регуляторов

2.2.1 Топливные насосы семейства ТН

Конструкция регулятора имеет следующие особенности: соосное расположение пружины и ступицы грузов; упорный шариковый подшипник для передачи усилий от муфты к рычагу; призматический корректор, степень коррекции которого зависит от наклона призмы корректора; ручное управление обогатителем подачи топлива на пуске; наличие предохранительной пружины, исключающей возникновение в механизме регулятора повышенных усилий.

На ряде модификаций применяется малогабаритный регулятор, который обеспечивает автоматическое увеличение подачи топлива на пуске и имеет корректор, позволяющий регулировать степень увеличения подачи топлива, а также упругий привод со спиральной пружиной.

2.2.2 Топливные насосы семейства УТН

Регулятор выполнен по схеме с последовательным включением корректора, имеет автоматический обогатитель топлива на пуске. Вращение на ступицу грузов передается через спиральную пружину.

Модернизированные насосы УТНМ имеют конические подшипники, усовершенствованную конструкцию контрольных толкателей и другие модернизированные узлы, позволяющие повысить ресурс до 10 000 ч. Смазывание маслом осуществляется централизованно.

Насосы МТНМ типа «компакт» оборудованы всережимным регулятором и пневмокорректором.

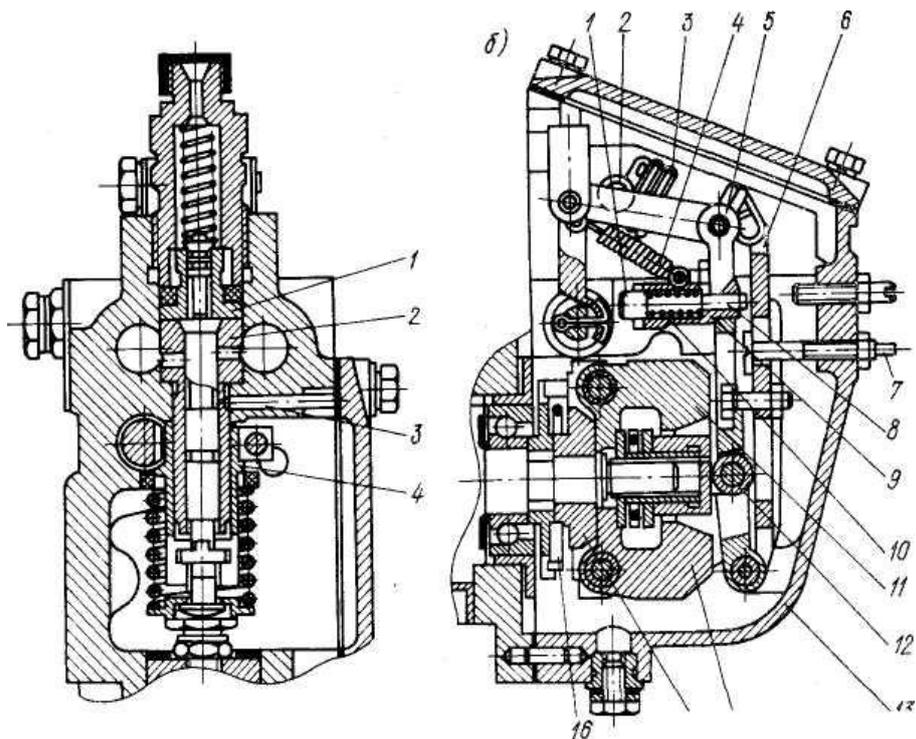


Рисунок 1 - **Топливный насос УТН-5:**

а поперечный разрез: 1 — нагнетательный клапан; 2 — втулка плунжера; 3 — штифт; 4 — поворотная гильза;

б — регулятор: 1 — регулировочный винт корректора; 2 — рычаг пружины; 3 — пружина регулятора; 4 — пружина обогатителя; 5 — промежуточный рычаг; 6 — основной рычаг; 7 — болт; 8 — шток корректора; 9 — корпус корректора; 10 — пружина корректора; 11 — грузы; 12 — ролик; 13 — корпус; 14 — груз; 15 — ступица грузов; 16 — спиральная пружина

2.2.3 Топливные насосы семейства ЯМЗ

Регулятор насоса выполнен по схеме с последовательным включением корректора, имеет ускоряющую передачу на валик регулятора,

Насосы выпускаются для шести-, восьми- и двенадцатицилиндровых дизелей ЯМЗ-236(ЯМЗ-238; ЯМЗ-240

2.2.4 Топливные насосы для дизелей КАМАЗ

Имеют V-образную конструкцию и выпускаются в шести-, восьми- и десятиштуцерных модификациях. Диаметр плунжера составляет 9 мм, Н= 10 мм.

Основные конструктивные особенности: моноблочный корпус из алюминиевого сплава, вставные блочные секции с фланцем (типа «компакт») с регулировкой равномерности подач поворотом секций, а равномерности чередования начала подач толщиной прокладок в толкателе.

Семейство новых топливных насосов для автомобильных дизелей размерности В (40 мм) для мощных дизелей ЯМЗ-840 разработано ЯЗТА и ЯМЗ по

схеме «компакт». Некоторые модели оснащены всережимным регулятором насоса ЯМЗ-236. В перспективе намечено применение новой конструкции регулятора (рис. 2).

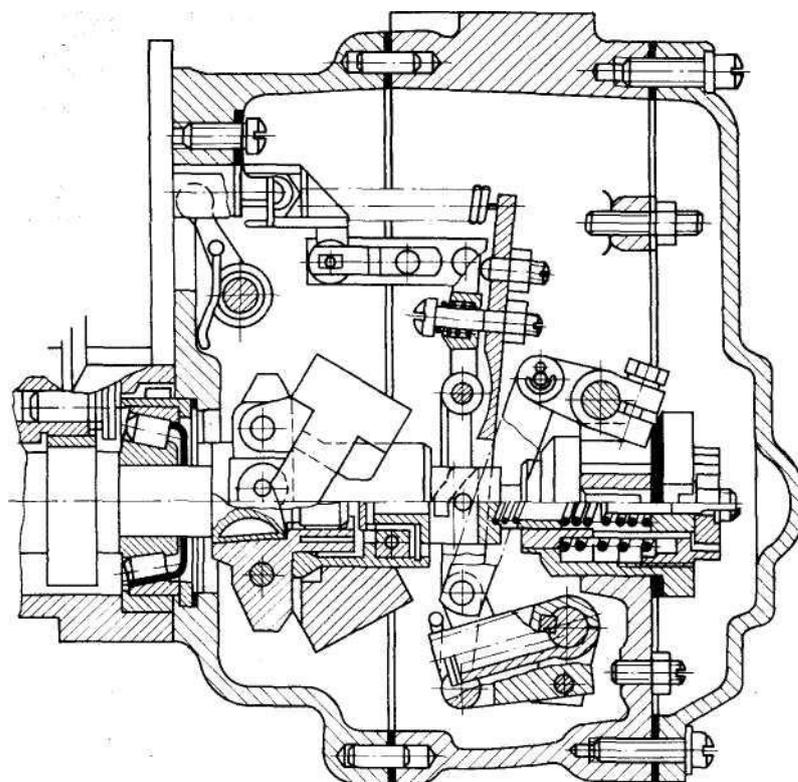


Рисунок 2 - Модернизированный регулятор топливного насоса дизеля ЯМЗ-640

2.3 Регулятор топливного насоса типа ТН

Регулятор топливного насоса 4ТН-9х10Т центробежный, всережимный, автоматически поддерживает постоянное число оборотов на заданных скоростных режимах. Регулятор автоматически изменяет количество подаваемого в цилиндры топлива в зависимости от загрузки трактора, воздействуя на рейку топливного насоса.

Регулятор снабжен корректирующим устройством, обеспечивающим увеличение крутящего момента на 15% по отношению к номинальному. Механизм регулятора смонтирован в корпусе 1 (рис. 3), прикрепленном к корпусу топливного насоса через промежуточный фланец.

Привод регулятора осуществляется от кулачкового валика топливного насоса при помощи шестеренчатой ускоряющей передачи. Ведущая шестерня 37 (рис. 4) привода свободно посажена на втулку 39 и фиксируется на ней стопорным кольцом 38. Вращение от втулки 39 шестерне 37 передается при помощи четырех резиновых сухарей 36, установленных в выемках втулки и шестерни. Эластичное соединение ведущей шестерни с кулачковым валом смягчает толчки и удары, возникающие при резком изменении числа оборотов

двигателя и от крутильных колебаний коленчатого вала. Ведомая шестерня 20 (рис. 3) привода установлена на валике 19 регулятора.

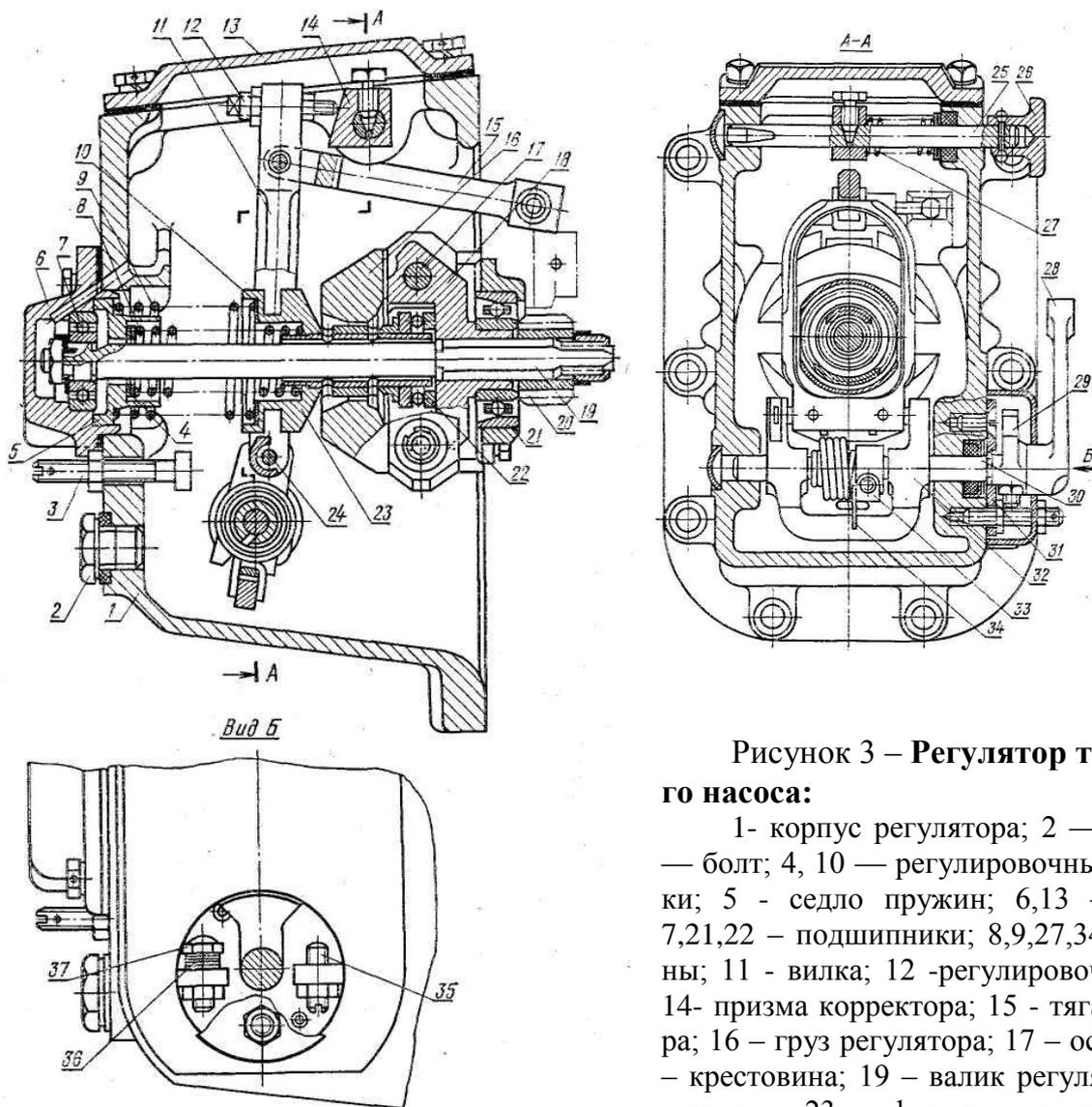


Рисунок 3 – Регулятор топливно-го насоса:

1- корпус регулятора; 2 — пробка; 3 — болт; 4, 10 — регулировочные прокладки; 5 - седло пружин; 6,13 — крышки; 7,21,22 — подшипники; 8,9,27,34 — пружины; 11 - вилка; 12 -регулировочный винт; 14- призма корректора; 15 - тяга регулятора; 16 – груз регулятора; 17 – ось груза; 18 – крестовина; 19 – валик регулятора; 20 – шестерня; 23- муфта регулятора; 24 - ось; 25 -валик обогатителя; 26 - рукоятка; 28 – рычаг; 29 – упор; 30 – валик; 31 – шайба упорная; 32 - кронштейн вилки; 33 – втулка; 35 - шпилька; 36 - регулировочные прокладки; 37 – регулировочный болт.

Валик 19 регулятора вращается в двух шариковых подшипниках 7 и 21, из которых передний радиально-упорный. Между подшипниками на валике установлены последовательно: крестовина 18 грузов, упорный подшипник 22, муфта 23 регулятора, две пружины 8 и 9, расположенные концентрически, и седло 5 пружин. Крестовина грузов напрессована на валик и вращается вместе с ним. На ней смонтированы грузы 16, качающиеся на осях, вставленных в ушки крестовины. Грузы упираются в упорный подшипник и через него давят на муфту регулятора, свободно сидящую на валике и перемещающуюся вдоль него. На заднем конце муфты имеется кольцевой паз, в который входят штыри вилки 11 тяги регулятора. Наружная 9 и внутренняя 8 пружины, расположенные между торцом муфты и седлом пружины, установленным в задней крыш-

ке регулятора, прижимают муфту к грузам регулятора. Для регулировки установки пружин под их торцы подкладывают регулировочные прокладки 4 и 10. Перемещение муфты при работе регулятора системой рычагов передается рейке топливного насоса.

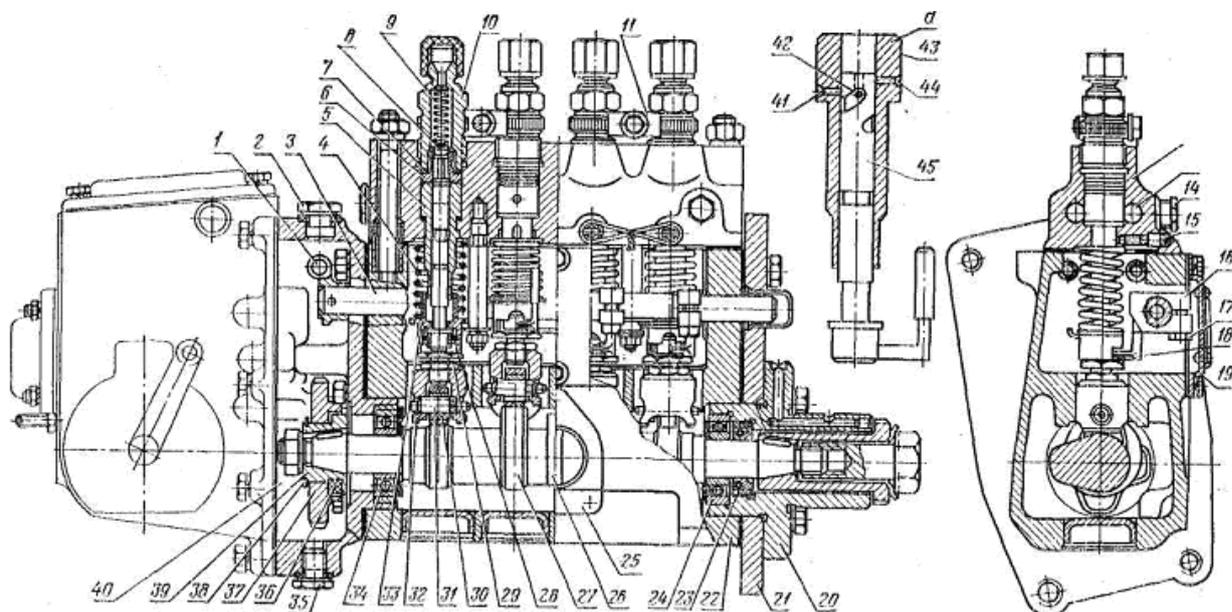


Рисунок 4 - Топливный насос 4ТН

1— поводок рейки; 2, 35 — пробки; 3 — рейка; 4, 9 — пружины; 5 — плунжерная пара; 6 — седло нагнетательного клапана; 7 — прокладка; 8 — нагнетательный клапан; 10 — штуцер; 11 — планка; 12 — головка насоса; 13 — канал; 14 — пробка; 15 — винт; 16 — хомутик; 17 — болт хомутика; 18 — поводок; 19 — крышка; 20 — фланец; 21 — плита установочная; 22 — корпус насоса; 23 — манжета; 24, 34 — подшипники; 25 — фланец; 26 — эксцентрик; 27 — кулачковый вал; 28 — регулировочный болт; 29 — контргайка; 30 — ролик толкателя; 31 — ось; 32 — толкатель; 33 — седло; 36 — сухарь; 37 — шестерня; 38 — кольцо; 39 — втулка; 40 — промежуточный фланец; 41 — перепускное отверстие; 42 — спиральная кромка; 43 — гильза; 44 — всасывающее отверстие; 45 — плунжер

Рычажный механизм регулятора состоит из валика 30 с упором 29 и наружным рычагом 28, кронштейна 32, вилки 11 и тяги 15. Валик 30, вращающийся в отверстиях корпуса, соединяется наружным рычагом 28 с фрикционным механизмом управления топливным насосом. Поворот валика ограничивает шайба 31 упора, закрепленная на корпусе регулятора и имеющая бонки для регулировочного болта 37 и шпильки 35. Регулировочный болт 37 ограничивает поворот валика против часовой стрелки (в сторону увеличения подачи топлива), поворот же в противоположную сторону (в сторону выключения подачи топлива) ограничивается шпилькой 35, стопорящейся гайкой. Максимальное число оборотов двигателя регулируют прокладками 36, подкладываемыми под головку болта. При увеличении прокладок максимальное число оборотов уменьшается, при уменьшении — увеличивается.

На валик 30 свободно насажен кронштейн 32 вилки и связан с ним через втулку 33 (неподвижно сидящую на валике) и спиральную пружину 34. На оси 24, вставленной в проушины кронштейна 32, свободно качается вилка 11 тяги

пружины, муфта начнет передвигаться влево, перемещая влево (в сторону уменьшения подачи топлива) вилку и рейку насоса. Вследствие этого число оборотов коленчатого вала перестает повышаться.

Крайнее левое положение муфты 23, при котором центробежные силы грузов уравниваются силами сопротивления пружин 8 и 9, соответствует минимальной подаче топлива на данном скоростном режиме работы двигателя (положение /, рис. 5).

При увеличении загрузки двигателя и соответственно снижении частоты вращения коленчатого вала центробежные силы грузов регулятора уменьшаются и пружины перемещают муфту 23 (рис. 3) вправо. Вилка поворачивается вокруг своей оси в кронштейне 32, перемещая рейку насоса вправо (в сторону увеличения подачи топлива), и число оборотов коленчатого вала будет повышаться. При уменьшении загрузки двигателя и соответственно возрастании частоты вращения коленчатого вала и валика регулятора центробежные силы грузов будут перемещать муфту и рейку насоса влево (в сторону уменьшения подачи топлива) до тех пор, пока эти силы не будут уравновешены силами сопротивления пружин 8 и 9.

Каждому установившемуся числу оборотов валика регулятора будет соответствовать определенное положение муфты, при котором центробежные силы грузов уравниваются усилием пружин.

Число оборотов коленчатого вала при изменении загрузки трактора благодаря действию регулятора изменяется незначительно. При достижении номинальной мощности винт корректора коснется призмы (положение //).

При дальнейшем увеличении загрузки двигателя (при перегрузке) начинает работать корректирующее устройство, основные элементы которого пружина 34 (рис. 3) и призма 14. При движении муфты вправо с уменьшением числа оборотов двигателя при перегрузке винт корректора будет препятствовать перемещению верхнего конца вилки. В этом случае пружины 8 и 9 регулятора преодолеют сопротивление пружины 34 и переместят вилку вперед благодаря повороту кронштейна 32. Верхний конец вилки при этом будет перемещаться вперед и вверх, скользя по скосу призмы. Корректируя подачу топлива в случае перегрузки трактора, повышают крутящий момент двигателя при падении числа оборотов и снижении его мощности.

При промежуточных положениях рычага 28 между положениями максимальной подачи топлива (при упоре в винт 37) и выключенной подаче топлива (при упоре в шпильку 35) регулятор обеспечивает устойчивую работу двигателя, поддерживая постоянное число оборотов соответственно заданному скоростному режиму.

2.4 Регулятор насоса УТН

Регулятор УТН (рис. 6) — механический, всережимный, предназначен для изменения количества подаваемого в цилиндры дизеля топлива в зависимости от нагрузки дизеля. Корпус регулятора крепится к фланцу корпуса топливного насоса.

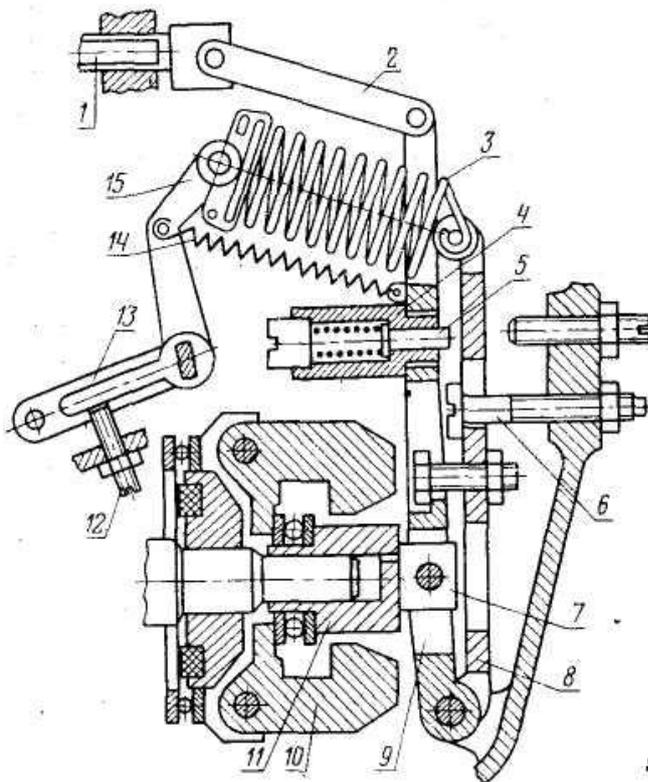


Рисунок 6 - Регулятор топливного насоса:

1 - зубчатая рейка; 2 - тяга; 3 - пружина регулятора; 4 — корпус корректора; 5 - шток корректора; 6 — болт номинала; 7 — упорная пята; 8 - основной рычаг; 9 — промежуточный рычаг; 10 - грузы; 11 — муфта регулятора; 12 — винт максимальной частоты вращения; 13 — рычаг управления; 14 - пружина обогатителя; 15 — рычаг пружины.

На лыске хвостовика кулачкового вала насоса напрессована упорная шайба, которая посредством четырех резиновых сухариков соединена со ступицей грузов. Ступица с четырьмя грузами 10 и муфта 11 регулятора с упорным подшипником установлена на хвостовике вала свободно. Таким образом, вращательное движение кулачкового вала топливного насоса через резиновые сухари передается ступице грузов регулятора. Резиновые сухари представляют собой упругое звено регулятора и служат для уменьшения неравномерности вращения грузов. Дополнительный упорный шариковый подшипник разгружает подшипники кулачкового вала от осевых усилий, передаваемых грузами регулятора.

На оси в нижней части корпуса регулятора установлены основной 8 и промежуточный 9 рычаги, связанные между собой болтом. Промежуточный рычаг в верхней части связан тягой 2 с зубчатой рейкой 1 насоса. На промежуточном рычаге 9 установлен корректор 4 топливоподачи. Основной рычаг в верхней своей части соединен пружиной 3 и серьгой с рычагом 7, жестко установленным на оси рычага 13- управления. В заднюю стенку корпуса регулятора ввернут так называемый болт номинала 6, который ограничивает перемещение основного рычага 8 в сторону увеличения подачи топлива и служит для регулировки часовой производительности топливного насоса. В специальный наружный прилив корпуса регулятора ввернут болт 12, который ограничивает угловой поворот рычага 13 управления, а следовательно, и частоту вращения дизеля. Обогатитель топливоподачи на пусковой частоте вращения действует автоматически: промежуточный рычаг 9 на обогащение подачи поворачивает пружину 14.

Регулятор работает следующим образом. При запуске дизеля рычаг управления 13 устанавливают в положение максимального скоростного режима (до упора в болт 12 наибольшей частоты вращения). При этом рычаг 7 натягивает одновременно пружину 3 регулятора и пружину 14 обогатителя.

Пружина 3 регулятора прижимает основной рычаг 8 к головке болта 6 номинала, а пружина 14 обогатителя подает промежуточный рычаг 9 с тягой 2 и рейку 1 насоса вперед (в сторону привода), обеспечивая необходимое для запуска дизеля увеличение цикловой подачи топлива. После запуска дизеля и увеличения частоты вращения вала насоса грузы 10 под действием центробежных сил расходятся, преодолевая усилие пружины 14 обогатителя, перемещают через упорный подшипник муфты 11 назад, поворачивают промежуточный рычаг 9, а следовательно, подают и рейку 1 насоса в сторону уменьшения подачи топлива.

При достижении максимальной частоты вращения центробежная сила грузов уравнивается усилием пружины 3 регулятора, и рейка 1 насоса устанавливается в промежуточном положении, когда подача топлива соответствует этой частоте вращения. При этом шток 5 корректора утоплен, а пружина сжата, основной 8 и промежуточный 9 рычаги регулятора прижаты друг к другу и работают как одно целое.

По мере возрастания нагрузки частота вращения дизеля и вала топливного насоса снижается. Центробежная сила грузов 10 уменьшается, и рычаги 9 и 8 под действием пружины 3 регулятора перемещаются вперед (к приводу), соответственно передвигая рейку 1 в сторону увеличения подачи топлива. При достижении номинальной частоты вращения дизеля устанавливается подвижное равновесие: усилие грузов 10 уравнивается усилием пружины 3 регулятора, а основной рычаг 8 касается болта 6 номинала.

Когда нагрузка превышает номинальную (перегрузка), частота вращения вала дизеля и насоса уменьшается, и промежуточный рычаг 9 с рейкой 1 под действием пружины корректора перемещается в сторону увеличения подачи топлива, что обеспечивает возрастание крутящего момента дизеля и преодоление перегрузки. Степень корректирования подачи топлива при временной перегрузке дизеля составляет 15...22% по отношению к топливоподаче на номинальной частоте вращения и зависит от того, насколько выступает шток из корпуса корректора, а также от степени затяжки пружины корректора.

Для остановки дизеля рычаг 13 управления отводят вперед (в сторону привода). При этом рычаг 75 пружины через пружины 3 регулятора подает основной рычаг 8 к задней стенке корпуса регулятора. Основной рычаг через ограничительный болт увлекает за собой промежуточный рычаг 9, а следовательно, и рейку назад — на выключение топливоподачи (при резком выключении подачи топлива из положения максимальной или номинальной частоты вращения перемещение промежуточного рычага с рейкой осуществляется энергией вращающихся грузов).

2.5 Регуляторы частоты вращения коленчатого вала автомобильных двигателей

Автомобильные дизели работают при переменных нагрузках и частотах вращения коленчатого вала. Нагрузка и частота вращения коленчатого вала дизеля зависят от скорости движения автомобиля, массы перевозимого им

груза и сопротивления дороги. Частота вращения коленчатого вала не должна превышать допустимую, так как это может привести к перегрузке подвижных деталей механизмов дизеля, и, кроме того, коленчатый вал дизеля не должен останавливаться, работая с малой частотой вращения на холостом ходу во время кратковременных стоянок автомобиля. С этой целью на дизелях устанавливают регуляторы частоты вращения коленчатого вала, которые позволяют автоматически поддерживать заданную скорость движения автомобиля, облегчают управление автомобилем и повышают эффективность использования дизелей.

В автомобильных дизелях, как правило, применяют центробежные регуляторы, которые подразделяют на двух- и всережимные. Первые обеспечивают устойчивую работу дизеля на всех задаваемых скоростных режимах, включая минимальную частоту вращения коленчатого вала дизеля на холостом ходу, и ограничивают максимальную частоту вращения коленчатого вала; вторые поддерживают минимально устойчивое вращение коленчатого вала на холостом ходу и ограничивают его максимальную частоту вращения, т. е. действуют на двух предельных скоростных режимах работы двигателя.

2.5.1 Всережимный регулятор насоса двигателя КАМАЗ

Регулятор частоты вращения коленчатого вала (рис.7) всережимный прямого действия, изменяет количество подаваемого в цилиндр топлива в зависимости от нагрузки и тем самым поддерживает заданную частоту вращения.

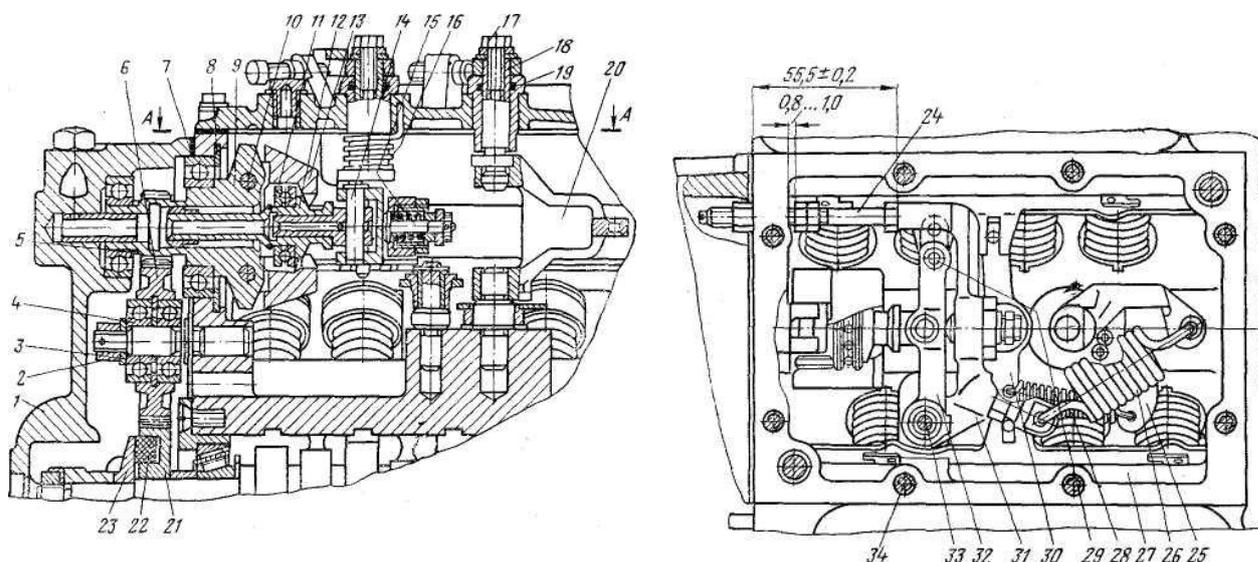


Рисунок 7 - Регулятор частоты вращения:

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

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

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

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

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

Подача топлива выключается поворотом рычага 4 останова (рис. 8) до упора в болт 6.

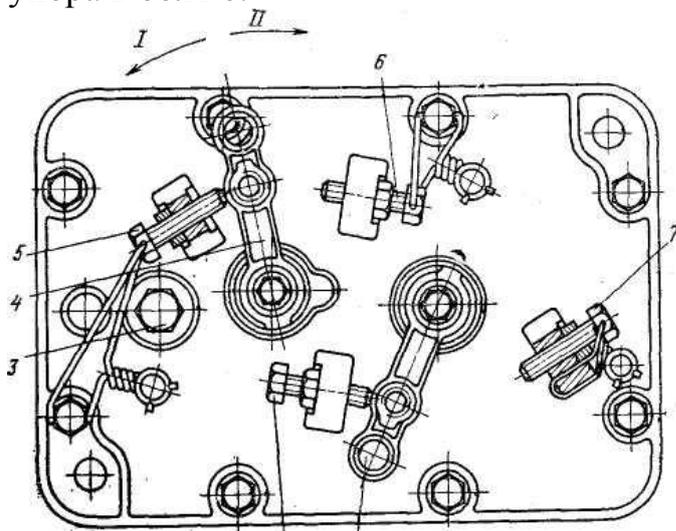


Рисунок 8 - Крышка регулятора с рычагами подачи топлива и останова двигателя:

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

Тогда рычаг 4, преодолевая усилие пружины 16 (см. рис. 7), повернет за штифт 29 рычаги 32 и 31; рейка переместится до положения полного выключения подачи топлива, а рычаг 4 упрется в ограничительный болт 6 (рис. 8). При отпускании рычаг останова под действием пружины 16 возвратится в положение «работа», а стартовая пружина 28 через рычаг 30 вернет рейку топливного насоса в необходимое для

пуска положение максимальной подачи топлива.

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

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

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

2.5.2 Регуляторы насосов дизелей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238

На двигателях ЯМЗ (рис. 9) устанавливают всережимные регуляторы, которые в зависимости от нагрузки двигателя автоматически изменяют количество подаваемого топлива и поддерживают частоту вращения коленчатого вала, заданную положением рычага управления или степенью нажатия на педаль подачи топлива. Регуляторы обеспечивают также увеличение подачи топлива при пуске двигателя, поддерживают минимально устойчивую и ограничивают максимальную частоту вращения коленчатого вала.

В корпусе регулятора 1 (рис. 9, а) на шарикоподшипниках 2 установлен вал 16 регулятора, приводимый во вращение от кулачкового вала 18 топливного насоса при помощи повышающей передачи, состоящей из ведущего 17 и ведомого 15 зубчатых колес.

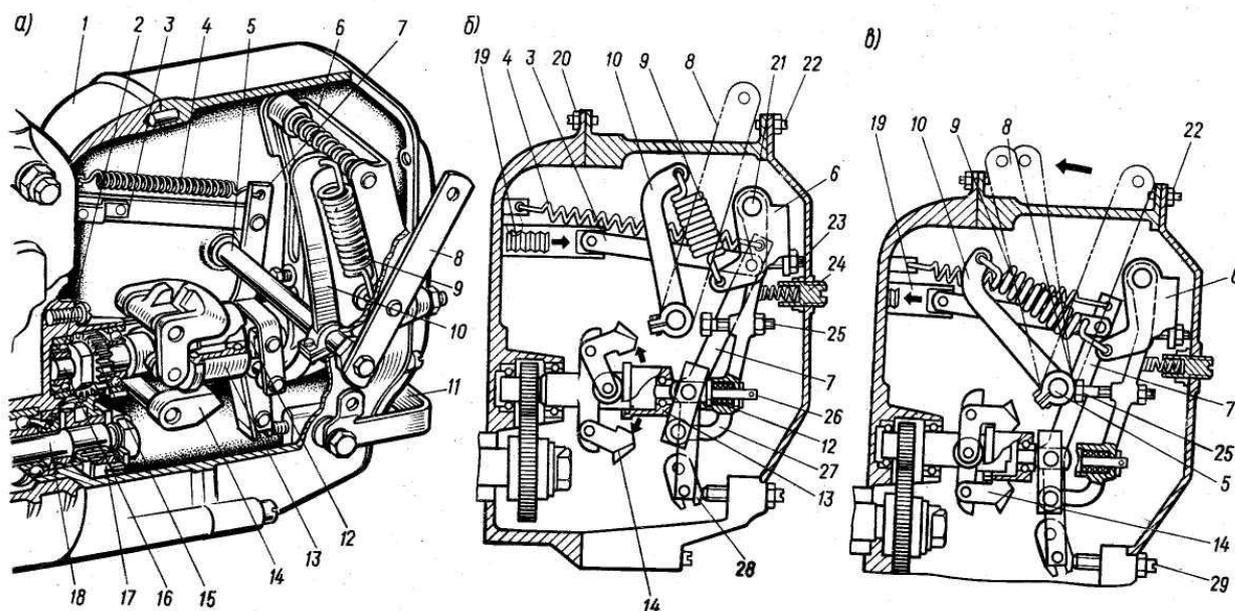


Рисунок 9 - Всережимный центробежный регулятор двигателей ЯМЗ:

а — устройство;

б, в — схемы работы регулятора соответственно при малой частоте вращения коленчатого вала и при частичных и полной нагрузках

На валу 16 при помощи державки установлены центробежные грузы 14, которые системой рычагов связаны с рейкой 19 насоса (рис. 9, б) и рычагом 8 управления подачей топлива.

При вращении вала грузы 14 расходятся и своими роликами давят на торец муфты 13. Усилие, воспринимаемое муфтой, передается через упорную пятю 12 рычагу 7, соединенному тягой 3 с рейкой 19.

Торец пяты 12 через корректор 26 воздействует на силовой рычаг 27, который сидит на общей оси 21 с двуплечим рычагом 6 и находится под действием усилия пружины 9. Одним концом пружина закреплена на рычаге 10, жестко соединенном с рычагом 8 управления подачей топлива, с другим — на двуплечем рычаге 6, в наружное плечо которого ввернут регулировочный винт 23, упирающийся в силовой рычаг 27 и позволяющий изменять предварительное натяжение пружины.

В нижней части регулятора размещен кулисный механизм, служащий для остановки двигателя. Кулиса 28 этого механизма приводится в действие скобой 11 (см. рис. 9, а).

Работа регулятора заключается в следующем. Всережимный центробежный регулятор устанавливают на определенный режим рычагом 8 посредством тяги, соединяющей его с педалью управления в кабине водителя. Перед пуском двигателя скобу 11 кулисы 28 (см. рис. 9, б) выключения подачи топлива фиксируют в положение «Работа», при этом рычаг 8 управления подачей топлива упирается в болт 22. В этом случае под действием стартовой пружины 4 верхнее плечо рычага 7, перемещаясь против часовой стрелки, вдвигает рейку 19 в корпус насоса. При пуске двигателя цикловая подача топлива должна быть сравнительно большой, поэтому рейку насоса устанавливают в положение пусковой (увеличенной) подачи топлива.

После пуска двигателя, когда частота вращения коленчатого вала начинает увеличиваться под действием центробежной силы, грузы 14 расходятся и, преодолевая сопротивление стартовой пружины 4, перемещают вправо подвижную муфту 13 и рычаг 7 до упора пяты 12 в корректор 26 силового рычага. При этом рейка 19 выдвигается из корпуса насоса и подача топлива уменьшается.

В дальнейшем по мере повышения частоты вращения коленчатого вала на режиме холостого хода до 450—500 об/мин рычаг 7 продолжает выдвигать рейку 19 вправо. При этом силовой 27 и двуплечий 6 рычаги поворачиваются против часовой стрелки, преодолевая сопротивление пружины 9. Перемещение рычага 7 и рейки 19 прекратится, как только усилие грузов 14 уравновесится натяжением пружины 9, что будет соответствовать указанной частоте вращения коленчатого вала двигателя и минимальной подаче топлива на режиме холостого хода.

Минимальную частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу регулируют болтом 22 и поджатием буферной пружины пробкой 24.

При переходе на нагрузочные режимы работы двигателя необходимая частота вращения коленчатого вала устанавливается нажатием на педаль управления подачей топлива. В этом случае рычаг 8 (рис. 9, в), поворачиваясь

совместно с валом 5 на некоторый угол, воздействует на рычаг 10, который растягивает пружину 9. Под действием усилия пружины на двуплечий рычаг 6 рейка 19 перемещается в сторону увеличения подачи топлива и частота вращения коленчатого вала двигателя возрастает до тех пор, пока центробежная сила грузов 14 не уравнивает силу натяжения пружины 9.

Установившаяся частота вращения коленчатого вала двигателя поддерживается регулятором автоматически следующим образом. При уменьшении нагрузки на двигатель топливо продолжает поступать в цилиндры в том же количестве, в результате чего частота вращения коленчатого вала и центробежная сила грузов 14 увеличиваются. Грузы расходятся на больший угол и, действуя через рычажную систему, перемещают рейку 19 в сторону уменьшения подачи топлива до момента равенства усилия пружины 9 и центробежной силы грузов 14, при этом восстанавливается заданный скоростной режим. При увеличении нагрузки и прежнем количестве подаваемого топлива частота вращения коленчатого вала понижается, в результате чего центробежная сила грузов 14 уменьшается, и они сходятся, при этом пружина 9, действуя через рычажную систему, перемещает рейку 19 в сторону увеличения подачи топлива до момента восстановления заданного скоростного режима.

В реальных условиях эксплуатации возможны также перегрузки двигателя, в этом случае поддержание заданного скоростного режима без переключения передач будет происходить до тех пор, пока головка болта 25 не упрется в вал 5 рычагов 8 и 10. При дальнейшем возрастании нагрузки частота вращения коленчатого вала будет уменьшаться. В этом случае поддержание нарушенного скоростного режима может быть достигнуто включением понижающей передачи в коробке передач.

Двигатель останавливают из кабины водителя при помощи кнопки «Стоп», которая тросом соединяется со скобой 11 (см. рис. 9, а). При этом скоба и связанная с ней кулиса 28 (см. рис. 8.13, б) выключения подачи топлива перемещаются в нижнее крайнее положение, а рычаг 7 поворачивается относительно пальца, установленного в упорной пяте 12, по часовой стрелке и своим верхним плечом выдвигает рейку 19 до упора вправо, подача топлива прекращается.

При эксплуатации двигателей максимальную частоту вращения коленчатого вала ограничивают винтом 20, а ход кулисы — винтом 29 (см. рис. 9, в). Номинальную (часовую) подачу топлива насосом регулируют болтом 25. Эту регулировку выполняют на специальном стенде.

На дизелях семейства КамАЗ всережимный регулятор частоты вращения коленчатого вала установлен в развале насоса высокого давления. К корпусу регулятора крепится крышка, на которой смонтированы регулировочные устройства, рычаги управления подачей топлива и остановки двигателя. По принципу работы регулятор всережимный, прямого действия, с передачей центробежной силы грузов через систему рычагов и рейку непосредственно плунжерным парам. Необходимая частота вращения коленчатого вала двигателя задается натяжением пружины регулятора при помощи рычага, соединенного с педалью подачи топлива. Для каждого натяжения пружины при за-

данной частоте вращения коленчатого вала устанавливается равновесие между центробежной силой грузов и приведенной к оси регулятора силой натяжения пружины. Таким образом, работа регулятора дизелей КамАЗ принципиально ничем не отличается от работы регулятора дизелей ЯМЗ, однако общая компоновочная схема, а также отдельные детали и узлы указанных регуляторов конструктивно отличаются друг от друга.

2.5.3 Двухрежимные регуляторы

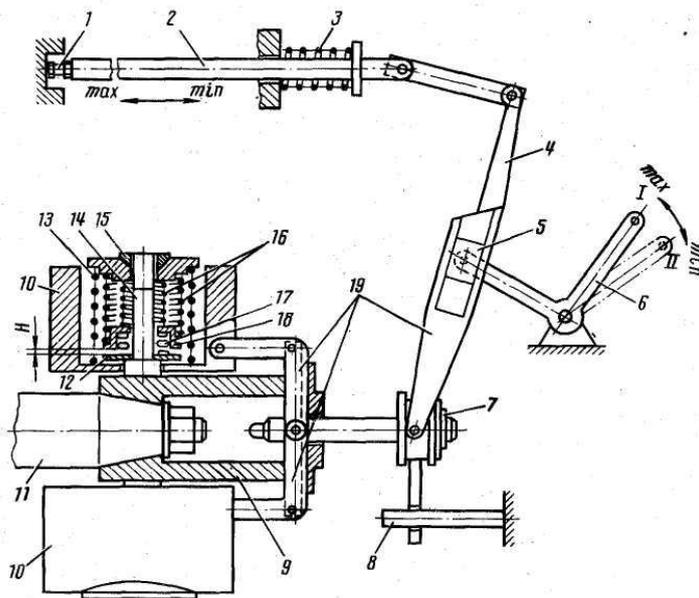
Центробежные двухрежимные регуляторы, устанавливаемые на дизелях автомобилей ЗИЛ-4331 и их модификациях, представляют собой систему, состоящую из грузов, пружин и рычагов, связанных с рейкой топливного насоса высокого давления. При этом механизм регулятора соединен с рейкой топливного насоса при помощи рычага, связанного одновременно и с тягой педали подачи топлива, на которую воздействует водитель.

Схема механизма двухрежимного регулятора дизеля ЗИЛ-645 показана на рис. 10. Регулятор включает две последовательно действующие системы, одна из которых регулирует режим минимальной частоты, обеспечивая устойчивую работу двигателя на холостом ходу, а другая ограничивает в заданных пределах максимальную частоту вращения коленчатого вала дизеля.

На кулачковом валу 11 насоса высокого давления при помощи гайки закреплен корпус 9 центробежного механизма. На наружной поверхности корпуса 9 установлена крестовина, на осях 14 которой свободно посажены два цилиндрических пустотелых груза 10, связанных с рычагами 19. Внутри каждого груза размещены слабая наружная пружина 13 холостого хода, две внутренние сравнительно жесткие пружины 16 ограничения максимальной частоты вращения, пружина 17, размещенная в стакане 18, и регулировочная гайка 15. Грузы с пружинами называются чувствительным элементом регулятора, который через систему рычагов и муфту 7 передает усилие на рейку 2 насоса.

Работа регулятора заключается в следующем. В дизелях типа ЗИЛ-645 двухрежимный регулятор автоматически обеспечивает устойчивую работу двигателя на холостом ходу в пределах 600—650 об/мин и ограничивает максимальную частоту вращения коленчатого вала в диапазоне 2800—2950 об/мин.

Перед пуском дизеля двуплечий рычаг 6 подачи топлива устанавливают на максимальную подачу /, при этом кулиса 5 опускается вниз, а рейка 2 насоса регулировочным винтом 1 соприкасается с упором. При помощи этого винта регулируется пусковая подача топлива, которая примерно в 1,5—2 раза больше, чем максимальная цикловая подача топлива.



Во время пуска дизеля грузы 10 под действием центробежных сил

Рисунок 10 – Схема работы двухрежимного регулятора

расходятся, сжимая пружину 13. При этом рычаги 19 по направляющей 8 перемещают муфту 7 влево, которая через двуплечий рычаг 4 выдвигает рейку 2 насоса вправо, уменьшая подачу топлива и снижая частоту вращения коленчатого вала. При этом сжатая пружина 3 обеспечивает обратное перемещение кулисы 5 в рычаге 4. Ограничение частоты вращения достигается в результате того, что центробежные силы грузов оказываются недостаточными, чтобы преодолеть дополнительное усилие трех внутренних жестких пружин 16 и 17.

При уменьшении частоты вращения усилие пружины 13 становится больше центробежных сил, грузы 10 опускаются и муфта 7 через двуплечий рычаг 4 перемещает рейку в направлении увеличения подачи топлива. Следовательно, первая система двухрежимного регулятора обеспечивает устойчивую работу дизеля при частотах вращения коленчатого вала на холостом ходу.

При этом массы грузов и затяжку гайкой 15 слабой пружины 13 подбирают так, чтобы равновесие системы, характеризующееся равенством приведенной к муфте центробежной силы и силы затяжки пружины, имело место в указанных пределах частоты вращения коленчатого вала.

При переходе на нагрузочные режимы дизеля регулятор практически отключается, а необходимая частота вращения коленчатого вала обеспечивается рычагом 6, связанным с педалью подачи топлива. Максимальная цикловая подача топлива ограничивается упорным винтом, ввернутым в корпус регулятора. Например, при увеличении частоты вращения коленчатого вала перестановкой рычага 6 при помощи педали подачи топлива в положение // или одно из промежуточных положений грузы 10 расходятся, сжимая слабую пружину 13. Доходя до упора в тарелку 12 жесткой пружины 17 дальнейшее перемещение грузов прекращается. Это связано с тем, что центробежной силы грузов будет недостаточно для дополнительного преодоления силы предварительной затяжки пружин 16 и 17. В результате этого регулятор выключается и режим работы дизеля регулируется только педалью подачи топлива. Массу грузов и затяжку жестких пружин 16 и 17 подбирают так, чтобы эта система находилась в равновесии при максимальной частоте вращения коленчатого вала, допустимом для данного дизеля.

Наряду с этим для корректировки подачи топлива на переходных режимах работы дизеля в регуляторах используют пружинные корректоры подачи топлива, состоящие из стакана 18, жесткой пружины 17 и тарелки 12.

Принцип работы корректора заключается в следующем. При уменьшении нагрузки на дизель центробежные силы грузов преодолевают силы затяжки жестких пружин 16 и 17, а также слабой пружины 13 и тарелка 12 садится на стакан 18. В результате этого рычаги 19 перемещаются на небольшую величину H , отклоняя при этом через муфту 7 двухплечий рычаг 4 с рейкой 2 в сторону уменьшения подачи топлива. Таким образом, вторая система двухрежимного регулятора обеспечивает ограничение максимальной частоты вращения коленчатого вала на переходных режимах работы дизеля, не допуская его разноса, даже при резком уменьшении нагрузки.

Регуляторы частоты вращения служат для автоматического поддержания заданного скоростного режима за счет изменения подачи топлива, что происходит в результате колебаний нагрузки, характерных для работы тракторного агрегата.

