

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

Факультет механизации сельского хозяйства
Кафедра «Машины и технологии АПК»



Топливные насосы типа ЯМЗ

Методическая разработка

Разработана:

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

Ставрополь, 2021

Топливные насосы типа ЯМЗ

Топливные насосы типа ЯМЗ – блочные, рядные, золотникового типа (рис. 3.21). В корпусе насоса 1, на двух радиально – упорных подшипниках вращается кулачковый вал 16, в середине которого установлена поддерживающая промежуточная (средняя) опора 20, изготовленная из специального алюминиевого сплава. Кулачки симметричные и несимметричные (в зависимости от года выпуска) тангенциального профиля. На носке кулачкового вала установлена автоматическая муфта опережения подачи топлива 6, а на хвостовике – ведущая шестерня регулятора частоты вращения. Осевой зазор устанавливают набором регулировочных шайб 15.

По кулачкам обкатывается ролик толкателя 54, преобразуя вращательное движение кулачкового вала, в поступательное движение толкателя 51. Толкатель регулировочным болтом воздействует на головку плунжера 46, заставляя его перемещаться в осевом направлении. В первоначальное положение плунжер возвращается пружиной толкателя 47, воздействующей на нижнюю тарелку 48, пружины толкателя.

На головке плунжера имеется два винтовых паза. Один паз с отсечной кромкой является рабочим, а другой служит для уравнивания бокового давления топлива на плунжер.

Насосный элемент устроен следующим образом. На втулку (гильзу) плунжера 42, свободно надета поворотная втулка 45. На ней неподвижно укреплен стяжным болтом 26, зубчатый венец 43, постоянно находящийся в зацеплении с рейкой 3 механизма управления подачей топлива. Стопорный винт 44,двигающийся в пазу рейки, предохраняет ее от поворота вокруг собственной оси.

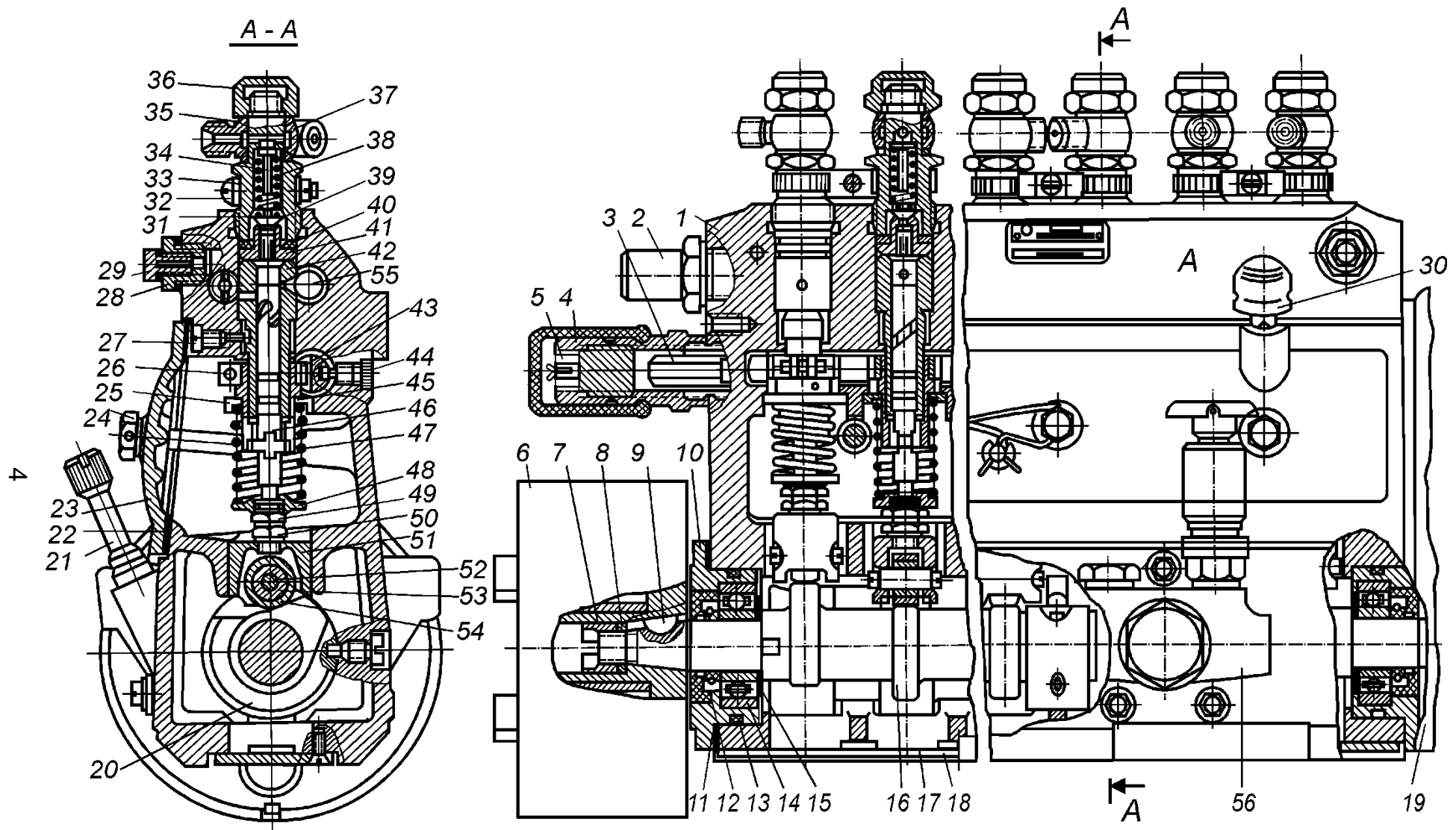


Рисунок 3.21 – Топливный насос ЯМЗ-238 (обозначения см. на с. 62):

Обозначения к рис. 3.21 – Топливный насос ЯМЗ-238:

1 – корпус насоса; 2 – перепускной клапан в сборе; 3 – рейка; 4 – колпачок рейки; 5 – упор; 6 – автоматическая муфта опережения подачи топлива; 7 – кольцевая гайка; 8 – пружинная шайба; 9 – шпонка; 10 – крышка подшипника; 11 – регулировочные прокладки; 12 – сальник; 13 – уплотнительное кольцо; 14 – шарикоподшипник; 15 – шайба; 16 – кулачковый вал; 17 – прокладки крышки; 18 – нижняя крышка; 19 – корпус регулятора числа оборотов; 20 – средняя опора кулачкового вала; 21 – указатель уровня масла; 22 – прокладка боковой крышки; 23 – боковая крышка; 24 – болт крепления крышки; 25 – верхняя тарелка пружины толкателя; 26, 32 – стяжные болты; 27 – установочный винт втулки плунжера; 28 – седло защитного клапана; 29 – пробка отверстия для выпуска воздуха; 30 – сапун; 31 – штуцер; 33 – сухарь штуцера; 34 – упор клапана; 35 – уплотнительная шайба; 36 – колпачковая гайка; 37 – соединительный ниппель; 38 – пружина нагнетательного клапана; 39 – нагнетательный клапан; 40 – прокладка; 41 – седло нагнетательного клапана; 42 – втулка плунжера; 43 – зубчатый венец; 44 – стопорный винт; 45 – поворотная втулка; 46 – плунжер; 47 – пружина толкателя; 48 – нижняя тарелка пружины толкателя; 49 – регулировочный болт; 50 – контргайка; 51 – толкатель плунжера; 52 – ось ролика; 53 – втулка ролика; 54 – ролик толкателя; 55 – канал подвода топлива; 56 – топливоподкачивающий насос

Топливо в гильзу подается через топливный канал 55, оборудованный перепускным клапаном 2, через который сливается избыток топлива, образовавшийся в процессе работы насоса. Положение втулки в корпусе насоса фиксируется установочным винтом 27.

Нагнетательный клапан 39, грибкового типа, аналогичен клапанам, установленным на насосах ТН и УТН.

Регуляторы топливных насосов типа ЯМЗ

Регуляторы топливных насосов типа ЯМЗ, устроены следующим образом (рис. 3.22).

На кулачковом валу, на шпонке установлена втулка, которая передает вращение ведущей шестерне 36, через фланец и сухари 37, из маслостойкой резины.

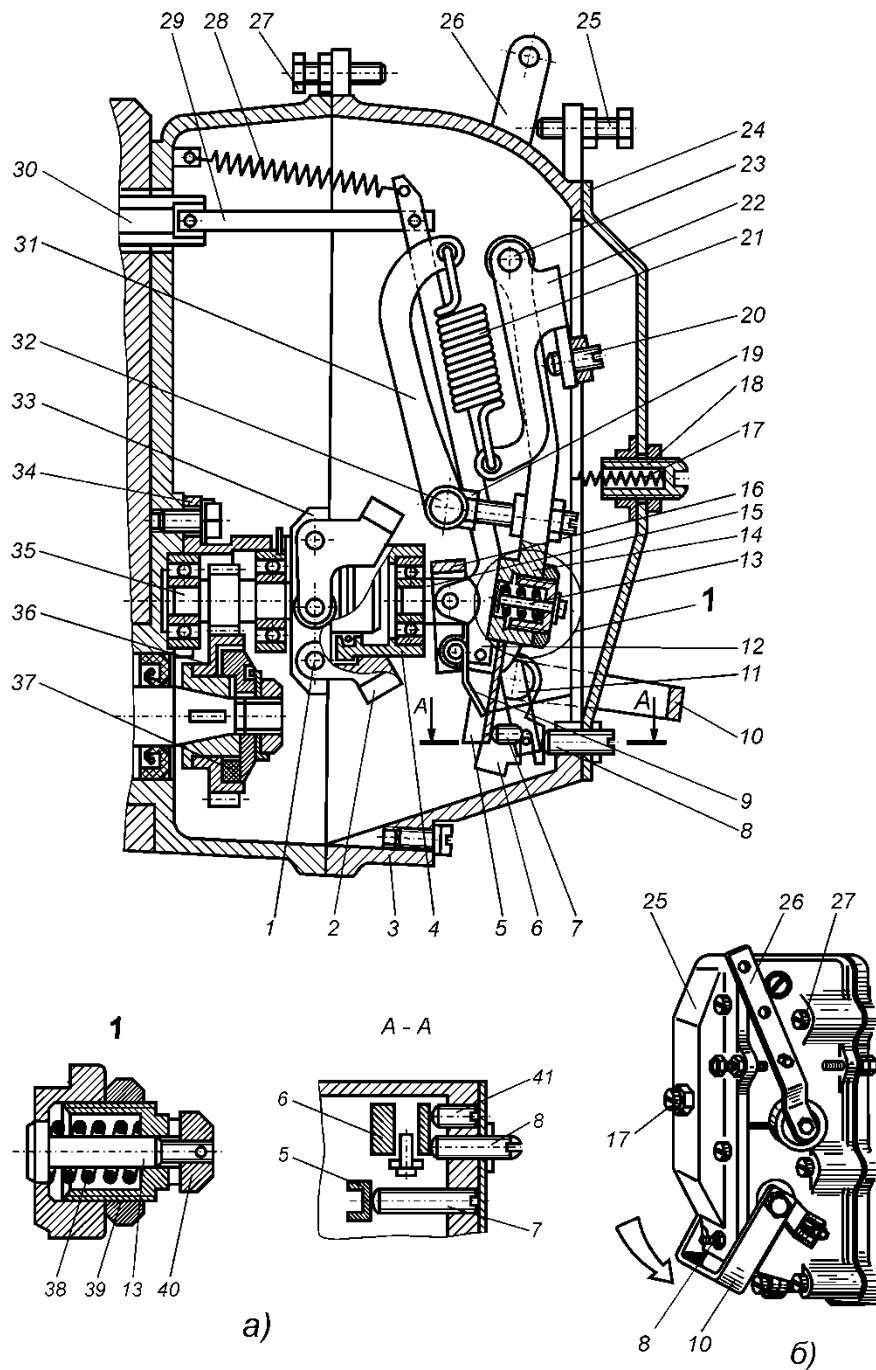


Рисунок 3.22 – Регулятор ЯМЗ-240Б (а), детали крышки (б):

1 – ось груза; 2 – груз; 3 – крышка регулятора; 4 – муфта; 5 – рычаг клина; 6 – кулиса; 7 – винт рычага клина; 8 – регулировочный винт (коррекции номинальной подачи); 9 – пружина клина; 10 – скоба; 11 – рычаг рейки; 12 – клин; 13 – корректор; 14 – силовой рычаг; 15 – пята; 16 – серьга; 17 – буферная пружина; 18 – корпус буферной пружины; 19 – болт номинальной подачи; 20 – регулировочный винт; 21 – пружина; 22 – рычаг пружины; 23 – ось; 24 – крышка; 25 – болт минимальной частоты вращения; 26 – рычаг управления регулятором; 27 – болт номинальной частоты вращения; 28 – пружина обогатителя; 29 – тяга; 30 – рейка; 31 – рычаг пружины; 32 – упор-ось рычага; 33 – крестовина; 34 – стакан; 35 – вал; 36 – ведущая шестерня; 37 – резиновый сухарь; 38 – пружина корректора; 39 – корпус корректора; 40 – гайка; 41 – винт кулисы

Сухари предохраняют детали регулятора от перегрузки, в случаях резкого изменения угловой скорости при переходах режима на режим. Ведущая шестерня находится в зацеплении с зубчатым венцом валика крестовины 33, На крестовине, на осях 1, установлены два груза 2, которые при вращении расходятся и перемещают муфту 4. В канавку муфты, со стороны валика крестовины, уложены 27 шариков диаметром 3 мм, играющих роль шарикоподшипника. С другой стороны, муфта, через радиально – упорный шарикоподшипник соединена с пятой 15, которая шарнирно связана с рычагом 14 и 11 управления рейкой насоса 30.

Верхнее плечо рычага 11, тягой 29, соединено с рейкой и нагружено пружиной обогатителя 28, а нижнее плечо, с помощью пальца соединено с кулисой 6, скобы 10 выключения подачи топлива. Регулятор устанавливают на режим рычагом управления регулятором 26, посредством тяги, соединяющим его с педалью управления в кабине водителя. Рычаги 26 и 31 закреплены на общей оси 32.

Рычаг 31, нагружен пружиной 21, второй конец которой соединен с двуплечим рычагом 22. Совместно с рычагом 22, на оси 23, подвешен силовой рычаг регулятора 14, причем их взаимное расположение определяется регулировочным винтом 20. Предварительно нагруженная пружина 21, прижимает силовой рычаг 14 к пяте 15, на торец которой он опирается встроенным в него корректором 13.

Для увеличения подачи топлива рычаг 26, перемещают в сторону болта номинальной частоты вращения 27, а уменьшение подачи достигают смещением этого рычага в сторону болта минимальной частоты вращения 25. Эти два болта, ограничивают крайние положения рычага управления регулятором.

При работе регулятора, величина смещения муфты 4 и рейки 30 вправо будет уменьшаться, по мере увеличения степени натяжения пружины 21, за счет перемещения рычага 26, в сторону

увеличения подачи топлива. Поэтому, изменением положения рычага подачи топлива, можно поддерживать любое равновесное состояние в системе, а, следовательно, и необходимую частоту вращения вала двигателя.

Резкие изменения подачи топлива сглаживает буферная пружина 17, и отчасти корректор 13. Винты 20 и 8 ограничивают перемещение рейки 30 и соответственно кулисы 6 при настройке насоса. При выключении подачи топлива, скобу 10, приводом с места водителя поворачивают по часовой стрелке в положение «стоп».

3.6.4.2 Работа регуляторов топливных насосов типа ЯМЗ на различных режимах работы двигателя

На рабочем режиме (рис. 3.23, схемы 1 и 2, от максимальных оборотов холостого хода до максимальной мощности) пружина 21 регулятора полностью натянута. При номинальной частоте вращения центробежная сила грузов уравнивается пружиной 21 при таком положении рычажной системы, когда винт силового рычага 14 касается упора 32, а рейка 30 стоит в положении номинальной подачи топлива. При снижении нагрузки на двигатель частота вращения увеличивается, грузы через муфту отодвигают рычаги 11 и 14 вправо, перемещая рейку 30 в положение уменьшения подачи топлива до стабилизации частоты вращения двигателя (рис. 3.23, схема 2).

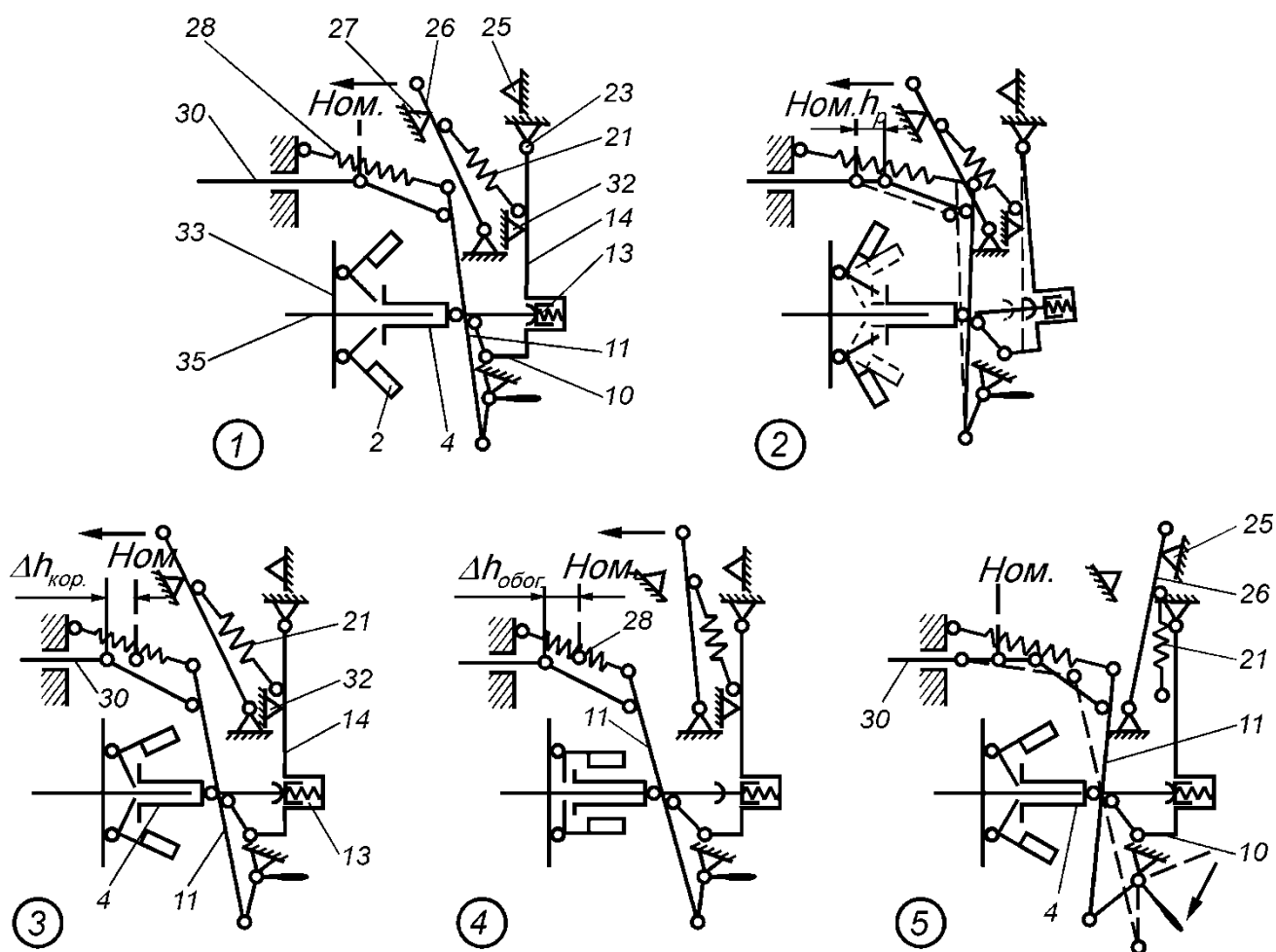


Рисунок 3.23 – Схемы действия регулятора на разных режимах работы дизеля ЯМЗ-240Б:

обозначения см. рис. 3.22;

① – номинальный скоростной режим; ② – сплошные линии – холостой ход и пунктирные – номинальный режим; ③ – при перегрузке; ④ – при пуске дизеля; ⑤ – (пунктирные линии) – при минимальной частоте вращения на холостом ходу, (сплошные линии) – при остановке дизеля

При перегрузке двигателя (рис. 3.23, схема 3) частота вращения становится меньше номинальной, центробежная сила грузов уменьшается, муфта 4 перемещается влево и винт рычага 14 упирается в упор 32, что выключает из работы пружину 21. Дальнейшее перемещение муфты 4 обеспечивается пружиной корректора 13. Вместе с муфтой 4 перемещается рычаг 11 с рейкой 30, увеличивая подачу топлива больше номинальной, что помогает преодолевать перегрузку.

При пуске двигателя (рис. 3.23, схема 4) рычаг 11 с рейкой 30 перемещен в крайнее левое положение пружиной 28, так как усилие

противодействия грузов отсутствует. При этом в цилиндры поступает максимально возможное количество топлива (в 2...2,5 раза больше, чем при номинальном режиме).

При минимальной частоте вращения на холостом ходу (рис. 3.23, схема 5) (когда трактор стоит без нагрузки, пунктирная схема 5) рычаг 26 управления пружиной 21 упирается в винт 27. Пружина натянута слабо. Равновесие между силой грузов и силой пружины наступает при меньшей частоте вращения, а муфта 4 перемещается в крайнее правое положение. Рычаг 11 также поворачивается и перемещает рейку 30, снижая подачу топлива до минимальных значений.

При остановке двигателя (рис. 3.23, схема 5) скоба 10 поворачивается и уводит нижний конец рычага 11 влево, в результате чего рычаг поворачивается на шарнире и верхний конец его перемещается вправо, выключая подачу топлива.

3.6.4 Топливные насосы типа ЯМЗ

Топливные насосы типа ЯМЗ – блочные, рядные, золотникового типа (рис. 3.21). В корпусе насоса 1, на двух радиально – упорных подшипниках вращается кулачковый вал 16, в середине которого установлена поддерживающая промежуточная (средняя) опора 20, изготовленная из специального алюминиевого сплава. Кулачки симметричные и несимметричные (в зависимости от года выпуска) тангенциального профиля. На носке кулачкового вала установлена автоматическая муфта опережения подачи топлива 6, а на хвостовике – ведущая шестерня регулятора частоты вращения. Осевой зазор устанавливают набором регулировочных шайб 15.

По кулачкам обкатывается ролик толкателя 54, преобразуя вращательное движение кулачкового вала, в поступательное движение толкателя 51. Толкатель регулировочным болтом

воздействует на головку плунжера 46, заставляя его перемещаться в осевом направлении. В первоначальное положение плунжер возвращается пружиной толкателя 47, действующей на нижнюю тарелку 48, пружины толкателя.

На головке плунжера имеется два винтовых паза. Один паз с отсечной кромкой является рабочим, а другой служит для уравнивания бокового давления топлива на плунжер.

Насосный элемент устроен следующим образом. На втулку (гильзу) плунжера 42, свободно надета поворотная втулка 45. На ней неподвижно укреплен стяжным болтом 26, зубчатый венец 43, постоянно находящийся в зацеплении с рейкой 3 механизма управления подачей топлива. Стопорный винт 44,двигающийся в пазу рейки, предохраняет ее от поворота вокруг собственной оси.

Обозначения к рис. 3.21 – Топливный насос ЯМЗ-238:

1 – корпус насоса; 2 – перепускной клапан в сборе; 3 – рейка; 4 – колпачок рейки; 5 – упор; 6 – автоматическая муфта опережения подачи топлива; 7 – кольцевая гайка; 8 – пружинная шайба; 9 – шпонка; 10 – крышка подшипника; 11 – регулировочные прокладки; 12 – сальник; 13 – уплотнительное кольцо; 14 – шарикоподшипник; 15 – шайба; 16 – кулачковый вал; 17 – прокладки крышки; 18 – нижняя крышка; 19 – корпус регулятора числа оборотов; 20 – средняя опора кулачкового вала; 21 – указатель уровня масла; 22 – прокладка боковой крышки; 23 – боковая крышка; 24 – болт крепления крышки; 25 – верхняя тарелка пружины толкателя;
26, 32 – стяжные болты; 27 – установочный винт втулки плунжера; 28 – седло защитного клапана; 29 – пробка отверстия для выпуска воздуха; 30 – сапун; 31 – штуцер;
33 – сухарь штуцера; 34 – упор клапана; 35 – уплотнительная шайба; 36 – колпачковая гайка; 37 – соединительный ниппель; 38 – пружина нагнетательного клапана; 39 – нагнетательный клапан; 40 – прокладка; 41 – седло нагнетательного клапана;
42 – втулка плунжера; 43 – зубчатый венец; 44 – стопорный винт; 45 – поворотная втулка; 46 – плунжер; 47 – пружина толкателя; 48 – нижняя тарелка пружины толкателя; 49 – регулировочный болт; 50 – контргайка; 51 – толкатель плунжера; 52 – ось ролика; 53 – втулка ролика; 54 – ролик толкателя; 55 – канал подвода топлива; 56 – топливоподкачивающий насос

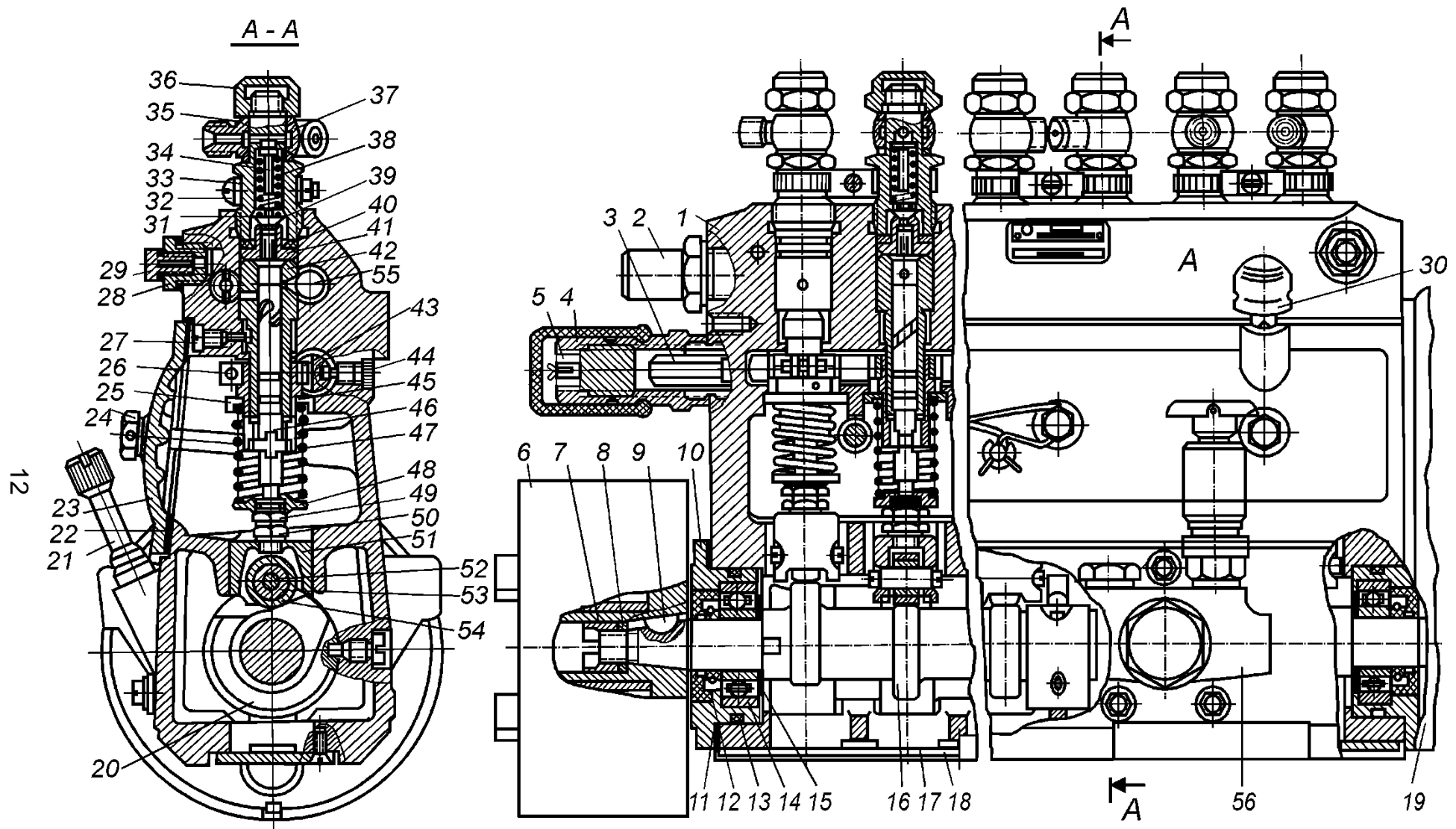


Рисунок 3.21 – Топливный насос ЯМЗ-238 (обозначения см. на с. 62):

Топливо в гильзу подается через топливный канал 55, оборудованный перепускным клапаном 2, через который сливается избыток топлива, образовавшийся в процессе работы насоса. Положение втулки в корпусе насоса фиксируется установочным винтом 27.

Нагнетательный клапан 39, грибкового типа, аналогичен клапанам, установленным на насосах ТН и УТН.

3.6.4.1 Регуляторы топливных насосов типа ЯМЗ

Регуляторы топливных насосов типа ЯМЗ, устроены следующим образом (рис. 3.22).

На кулачковом валу, на шпонке установлена втулка, которая передает вращение ведущей шестерне 36, через фланец и сухари 37, из маслостойкой резины. Сухари предохраняют детали регулятора от перегрузки, в случаях резкого изменения угловой скорости при переходах режима на режим. Ведущая шестерня находится в зацеплении с зубчатым венцом валика крестовины 33, На крестовине, на осях 1, установлены два груза 2, которые при вращении расходятся и перемещают муфту 4. В канавку муфты, со стороны валика крестовины, уложены 27 шариков диаметром $3\frac{1}{2}$ мм, играющих роль шарикоподшипника. С другой стороны, муфта, через радиально – упорный шарикоподшипник соединена с пятой 15, которая шарнирно связана с рычагом 14 и 11 управления рейкой насоса 30.

Верхнее плечо рычага 11, тягой 29, соединено с рейкой и нагружено пружиной обогатителя 28, а нижнее плечо, с помощью пальца соединено с кулисой 6, скобы 10 выключения подачи топлива. Регулятор устанавливают на режим рычагом управления регулятором 26, посредством тяги, соединяющим его с педалью управления в кабине водителя. Рычаги 26 и 31 закреплены на общей оси 32.

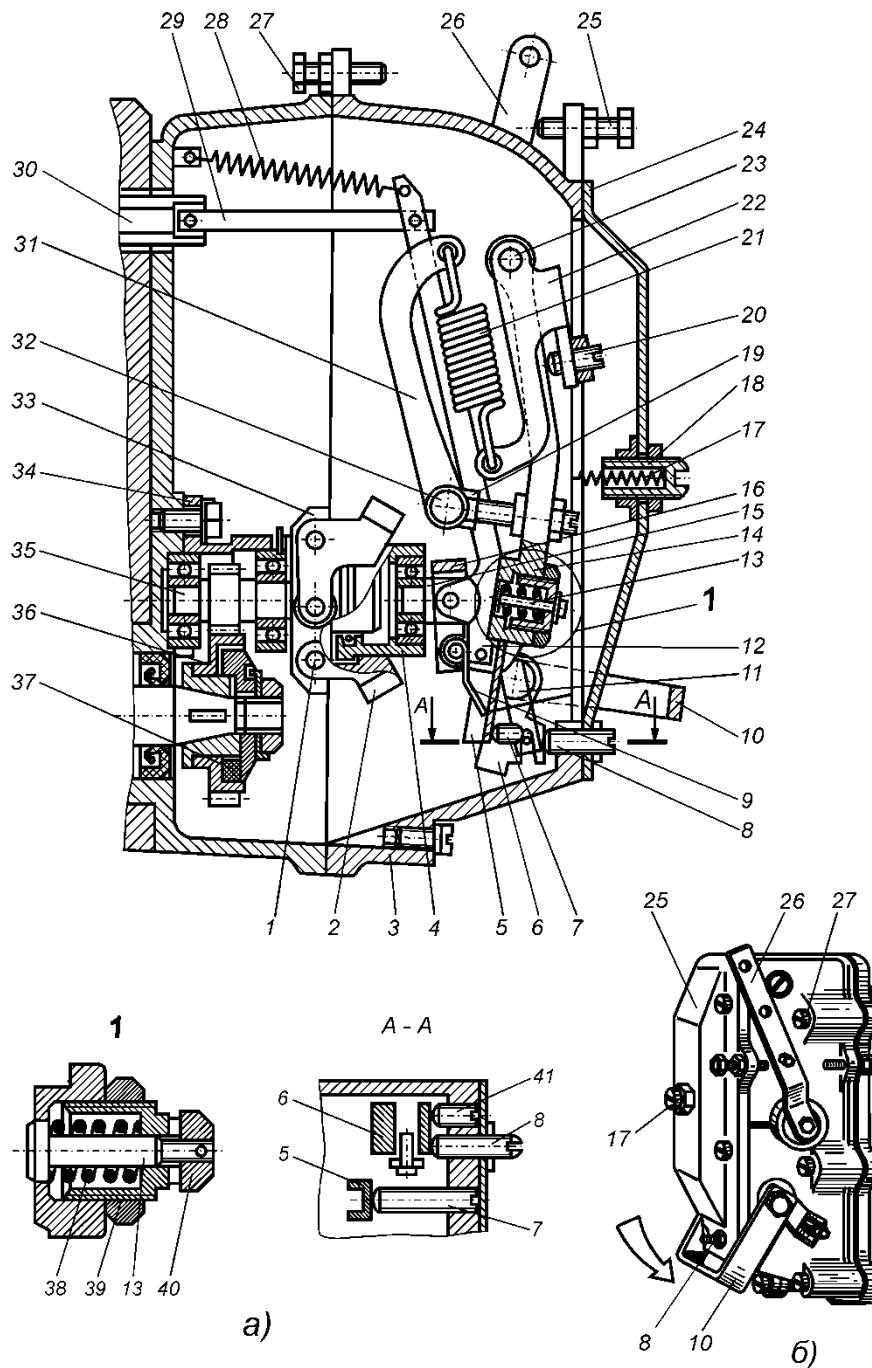


Рисунок 3.22 – Регулятор ЯМЗ-240Б (а), детали крышки (б):

1 – ось груза; 2 – груз; 3 – крышка регулятора; 4 – муфта; 5 – рычаг клина; 6 – кулиса; 7 – винт рычага клина; 8 – регулировочный винт (коррекции номинальной подачи); 9 – пружина клина; 10 – скоба; 11 – рычаг рейки; 12 – клин; 13 – корректор; 14 – силовой рычаг; 15 – пята; 16 – серьга; 17 – буферная пружина; 18 – корпус буферной пружины; 19 – болт номинальной подачи; 20 – регулировочный винт; 21 – пружина; 22 – рычаг пружины; 23 – ось; 24 – крышка; 25 – болт минимальной частоты вращения; 26 – рычаг управления регулятором; 27 – болт номинальной частоты вращения; 28 – пружина обогатителя; 29 – тяга; 30 – рейка; 31 – рычаг пружины; 32 – упор-ось рычага; 33 – крестовина; 34 – стакан; 35 – вал; 36 – ведущая шестерня; 37 –

резиновый сухарь; 38 – пружина корректора; 39 – корпус корректора; 40 – гайка; 41 – винт кулисы

Рычаг 31, нагружен пружиной 21, второй конец которой соединен с двуплечим рычагом 22. Совместно с рычагом 22, на оси 23, подвешен силовой рычаг регулятора 14, причем их взаимное расположение определяется регулировочным винтом 20. Предварительно нагруженная пружина 21, прижимает силовой рычаг 14 к пяте 15, на торец которой он опирается встроенным в него корректором 13.

Для увеличения подачи топлива рычаг 26, перемещают в сторону болта номинальной частоты вращения 27, а уменьшение подачи достигают смещением этого рычага в сторону болта минимальной частоты вращения 25. Эти два болта, ограничивают крайние положения рычага управления регулятором.

При работе регулятора, величина смещения муфты 4 и рейки 30 вправо будет уменьшаться, по мере увеличения степени натяжения пружины 21, за счет перемещения рычага 26, в сторону увеличения подачи топлива. Поэтому, изменением положения рычага подачи топлива, можно поддерживать любое равновесное состояние в системе, а, следовательно, и необходимую частоту вращения вала двигателя.

⁵¹ Резкие изменения подачи топлива сглаживает буферная пружина 17, и отчасти корректор 13. Винты 20 и 8 ограничивают перемещение рейки 30 и соответственно кулисы 6 при настройке насоса. При выключении подачи топлива, скобу 10, приводом с места водителя поворачивают по часовой стрелке в положение «стоп».

Работа регуляторов топливных насосов типа ЯМЗ на различных режимах работы двигателя

На рабочем режиме (рис. 3.23, схемы 1 и 2, от максимальных оборотов холостого хода до максимальной мощности) пружина 21 регулятора полностью натянута. При номинальной частоте вращения центробежная сила грузов уравнивается пружиной

21 при таком положении рычажной системы, когда винт силового рычага 14 касается упора 32, а рейка 30 стоит в положении номинальной подачи топлива. При снижении нагрузки на двигатель частота вращения увеличивается, грузы через муфту отодвигают рычаги 11 и 14 вправо, перемещая рейку 30 в положение уменьшения подачи топлива до стабилизации частоты вращения двигателя (рис. 3.23, схема 2).

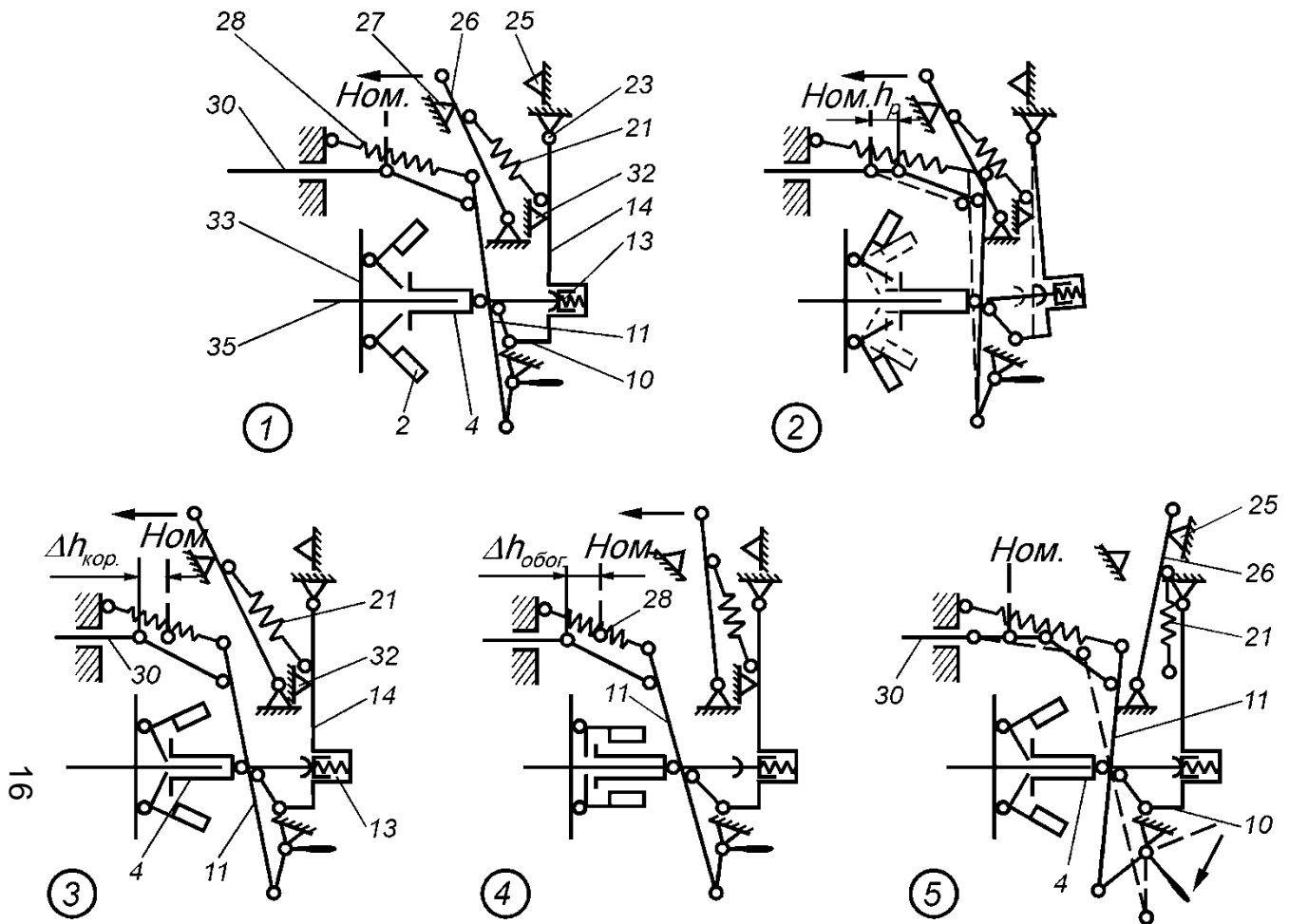


Рисунок 3.23 – Схемы действия регулятора на разных режимах работы дизеля ЯМЗ-240Б:

обозначения см. рис. 3.22;

① – номинальный скоростной режим; ② – сплошные линии – холостой ход и пунктирные – номинальный режим; ③ – при перегрузке; ④ – при пуске дизеля; ⑤ – (пунктирные линии) – при минимальной частоте вращения на холостом ходу, (сплошные линии) – при остановке дизеля

При перегрузке двигателя (рис. 3.23, схема 3) частота вращения становится меньше номинальной, центробежная сила

грузов уменьшается, муфта 4 перемещается влево и винт рычага 14 упирается в упор 32, что выключает из работы пружину 21. Дальнейшее перемещение муфты 4 обеспечивается пружиной корректора 13. Вместе с муфтой 4 перемещается рычаг 11 с рейкой 30, увеличивая подачу топлива больше номинальной, что помогает преодолевать перегрузку.

При пуске двигателя (рис. 3.23, схема 4) рычаг 11 с рейкой 30 перемещен в крайнее левое положение пружиной 28, так как усилие противодействия грузов отсутствует. При этом в цилиндры поступает максимально возможное количество топлива (в 2...2,5 раза больше, чем при номинальном режиме).

При минимальной частоте вращения на холостом ходу (рис. 3.23, схема 5) (когда трактор стоит без нагрузки, пунктирная схема 5) рычаг 26 управления пружиной 21 упирается в винт 27. Пружина натянута слабо. Равновесие между силой грузов и силой пружины наступает при меньшей частоте вращения, а муфта 4 перемещается в крайнее правое положение. Рычаг 11 также поворачивается и перемещает рейку 30, снижая подачу топлива до минимальных значений.

При остановке двигателя (рис. 3.23, схема 5) скоба 10 поворачивается и уводит нижний конец рычага 11 влево, в результате чего рычаг поворачивается на шарнире и верхний конец его перемещается вправо, выключая подачу топлива.