

## *Руководство по эксплуатации ТНВД 173, 175*

### **НАСОСЫ ТОПЛИВНЫЕ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ 175, 173 РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ 175.1111005-01 РЭ**

Руководство по эксплуатации предназначено для работников автомобильного транспорта, связанных с эксплуатацией и обслуживанием топливных насосов высокого давления моделей 175, 173, их модификаций и комплектаций, поставляемых на комплектацию и в запасные части к двигателям, указанным в таблице 1. Руководство по эксплуатации содержит описание конструкции, принципа действия и технического обслуживания топливных насосов и форсунок. Руководство по эксплуатации распространяется на топливные насосы высокого давления моделей 175, 173, их модификаций и комплектаций в сборе с регулятором частоты вращения, топливоподкачивающим насосом и гасителем крутильных колебаний и форсунки. Техническое обслуживание топливных насосов высокого давления и форсунок должно выполняться квалифицированным персоналом в условиях мастерской.

**Таблица 1**

Обозначение		Применяемость на двигателе
модели	изделия	
1	2	3
175-01	175.1111005-01	ЯМЗ-7511.10-01; -7511.10-06
173.6-01	173.1111006-01	ЯМЗ-238БЕ2
173.6-11	173.1111006-11	ЯМЗ-238ДЕ2-2
173-11	173.1111005-11	ЯМЗ-238ДЕ2

## **1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА**

### 1.1. Топливный насос высокого давления в сборе.

Топливный насос высокого давления в сборе показан на рисунке 1. С топливным насосом высокого давления 1 в одном агрегате объединены регулятор частоты вращения 5, топливоподкачивающий насос 9 и гаситель крутильных колебаний 3.

#### *1.1.1. Топливный насос высокого давления.*

Топливный насос высокого давления состоит из секций, отдельных насосных элементов, размещенных в общем корпусе. Число секций равно восьми по числу цилиндров двигателя. Устройство секции насоса высокого давления показано на рисунке 2. В корпусе 1 насоса установлены корпуса секций 15 с плунжерными парами, нагнетательными клапанами и штуцерами 11, к которым присоединяются топливопроводы высокого давления. Нагнетательный клапан 9 и седло клапана 8, а также плунжер 6 с втулкой 7 являются прецизионными парами, которые могут заменяться только комплектно. Втулка плунжера стопорится в определенном положении штифтом, запрессованным в корпус секции. Плунжер 6 приводится в движение от кулачкового вала 19 через роликовый толкатель 17. Пружина 3 через нижнюю тарелку 2 постоянно прижимает ролик толкателя к кулачку. От разворота толкателя, имеющие лыски на боковых по-верхностях, удерживаются фиксаторами, запрессованными в корпус насоса.

Конструкция плунжерной пары позволяет дозировать топливо изменением момента начала и конца подачи. Для изменения количества и момента начала подачи топлива плунжер во втулке поворачивается поворотной втулкой 5, входящей в зацепление с рейкой 16. Регулировка равномерности подачи топлива по секциям насоса на номинальном режиме производится разворотом корпуса секции при ослабленных гайках крепления секций. Изменение геометрического начала нагнетания в зависимости от величины подачи (нагрузки двигателя) обеспечивается управляющими кромками, выполненными на торце плунжера.

Рисунок №1

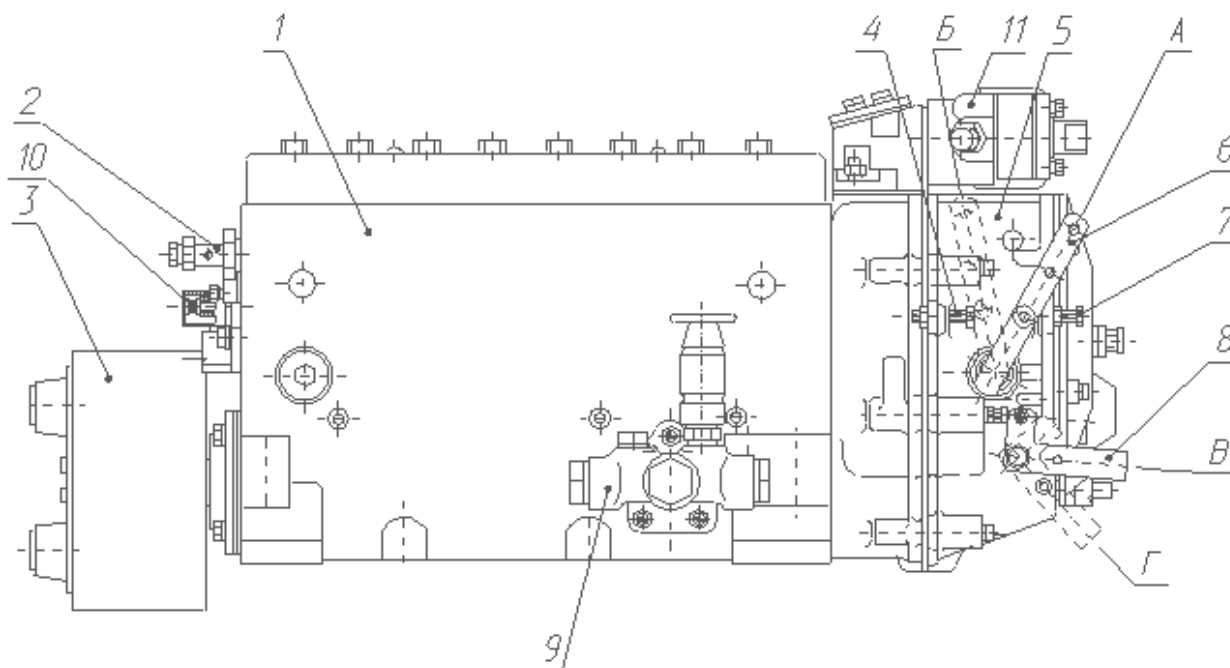
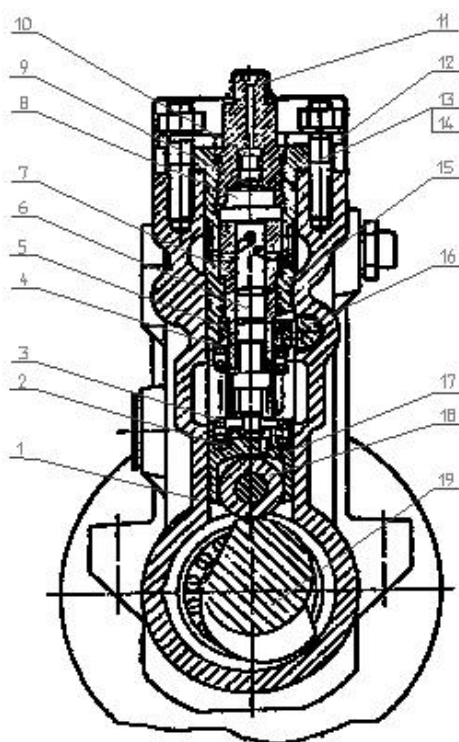


Рисунок 2



Работа секции протекает следующим образом. При движении плунжера 6 вниз под действием пружины 3 топливо под небольшим давлением, создаваемым топливоподкачивающим насосом в топливном канале корпуса насоса, поступает в надплунжерное пространство. При движении плунжера вверх топливо через нагнетательный клапан поступает в топливопровод высокого давления и перепускается обратно в топливный канал до тех пор, пока управляющая кромка плунжера не перекроет впускное отверстие втулки. При дальнейшем движении плунжера вверх давление в надплунжерном пространстве резко возрастает. Когда давление достигнет такой величины, что превысит усилие, создаваемое пружиной форсунки, игла форсунки поднимется и начнется процесс впрыскивания топлива в камеру сгорания цилиндра двигателя. При дальнейшем движении плунжера вверх отсечные кромки плунжера открывают отсечные отверстия во втулке, что вызывает резкое падение давления топлива в линии нагнетания, посадку иглы форсунки на запирающий конус распылителя и прекращение подачи топлива в камеру сгорания.

На внутренней поверхности втулки 7 плунжера имеется кольцевая канавка, а в стенке отверстие для отвода топлива, просочившегося через зазор в плунжер-ной паре.

Уплотнение между втулкой плунжера и корпусом секции, корпусом секции и корпусом насоса осуществляется резиновыми кольцами. Из полости во-круг втулки плунжера просочившееся топливо поступает по пазу на втулке плунжера в топливный канал корпуса насоса и далее через перепускной клапан и трубопровод в топливный бак.

В нижней части корпуса насоса расположен кулачковый вал. Кулачковый вал вращается в роликовых конических подшипниках и имеет две промежуточные опоры. Кулачковый вал установлен с осевым натягом 0,01 - 0,07 мм, который обеспечивается регулировочными прокладками, установленными между крышкой подшипника и корпусом насоса. Связь секций с регулятором частоты вращения насоса осуществляется через рейку. Рейка топливного насоса перемещается в направляющих втулках, запрессованных в корпусе насоса. На выступающем из насоса конце рейки имеется болт 10, которым она упирается в защитный

колпачок при пусковом положении рейки. При вывертывании болта из рейки пусковая подача уменьшается.

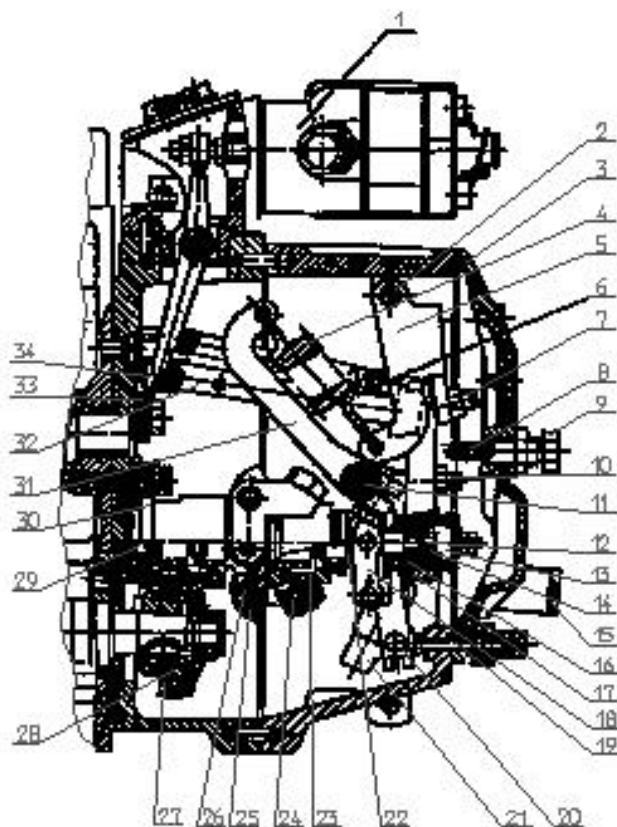
Смазка топливного насоса - централизованная, от масляной системы двигателя. Масло для насоса подводится к наддувному корректору, откуда, сливаясь в полость регулятора, поступает в насос.

### 1.1.2. Регулятор частоты вращения.

Регулятор частоты вращения 5 механический все режимный прямого действия с повышающей передачей на привод грузов, предназначен для поддержания заданного водителем скоростного режима работы двигателя путем автоматического изменения количества подаваемого топлива в зависимости от изменения нагрузки на двигатель. Кроме того, регулятор ограничивает максимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя и обеспечивает работу двигателя в режиме холостого хода. Регулятор имеет устройство для выключения подачи топлива в любой момент независимо от режима работы двигателя. Автоматически поддерживая скоростной режим при изменяющихся нагрузках, регулятор обеспечивает экономичную работу двигателя. Устройство регулятора частоты вращения показано на рисунке 3.

Регулятор расположен на заднем торце топливного насоса высокого давления. На конусе кулачкового вала находится ведущая шестерня 27 с демпфирующими резиновыми сухарями 28, которые сглаживают неравномерное вращение вала насоса. Ведомая шестерня выполнена как одно целое с валиком 29 державки грузов и установлена на двух подшипниках в стакане 30. На валик напрессована державка грузов 25, на осях 26 которой находятся грузы 24. Грузы своими роликами упираются в торец муфты 23, которая через упорный подшипник и пяту 22 передает усилие грузов рычагу регулятора 17, подвешенному вместе с двуплечим рычагом 5 на общей оси 2.

Рисунок 3



Муфта 23 с упорной пятой 22 в сборе одним концом опирается на направляющую поверхность державки, а за второй конец подвешена на рычаге 18 отрицательного корректора, закрепленном на втулке 16 отрицательного корректора. Пята муфты грузов связана через узел отрицательного корректора с рычагом рейки 20 и через тягу 32 с рейкой топливного насоса. К верхней части рычага рейки присоединена пружина 6 рычага рейки, удерживающая рейку насоса в положении, обеспечивающем достаточную подачу топлива для пуска двигателя. В нижнюю часть рычага рейки запрессован палец, который входит в отверстие ползуна кулисы 21. Вал 11 жестко связан с рычагом управления 6 (рисунок 1) и рычагом пружины 31. Перемещение рычага управления регулятором изменяет натяжение пружины регулятора и ограничивается двумя болтами 4 и 7 (рисунок 1). За рычаг пружины 31 (коротким зацепом) и двуплечий рычаг 5 (длинным зацепом) зацеплена пружина регулятора 4, усилие которой передается с двуплечего рычага на рычаг регулятора через винт 7 двуплечего рычага. В рычаг регулятора ввернут регулировочный болт 10, который

упирается в вал рычага пружины и служит для регулировки номинальной подачи топлива. В нижней части рычага регулятора расположено корректирующее устройство (12, 13, 14, 16, 18) с отрицательным корректором, предназначенное для формирования внешней скоростной характеристики ТНВД и крутящего момента двигателя. Рычаг регулятора снабжен боковой накладкой, удерживающей втулку 16 отрицательного корректора и упорную пяту 22 от проворота. Кроме того, хвостовик болта крепления боковой накладки, входя в боковой продольный паз втулки 16, предохраняет ее от выпадания из расточки рычага. Упор 33, закрепленный на корпусе регулятора, не позволяет рычагу пружины 31 опасно приближаться к вращающимся грузам. Для полного выключения подачи топлива служит механизм останова, состоящий из кулисы 21, скобы

15 и возвратной пружины. Во время работы кулиса прижата усилием возвратной пружины к регулировочному винту 19.

Сзади крышка регулятора закрыта крышкой 3 смотрового люка с буферным устройством, состоящим из корпуса 9 и пружины 8, которая, сглаживая колебания рычага 17 регулятора, обеспечивает устойчивую работу двигателя на минимальном холостом ходу. Принцип действия регулятора частоты вращения основан на взаимодействии центробежных сил грузов и усилий пружин с различной предварительной деформацией.

На неработающем двигателе грузы регулятора находятся в сведенном положении, а рейка 34 под действием пружины 6 рычага рейки находится в положении максимальной пусковой подачи (крайнее левое положение).

При пуске двигателя, когда частота вращения коленчатого вала достигнет 460...500 мин<sup>-1</sup> (рычаг управления находится на упоре в болт ограничения минимального скоростного режима), грузы регулятора под действием центробежной силы преодолевают сопротивление пружины рычага рейки и сдвигают через муфту грузов 23 рычаг рейки 32 до упора втулки 16 отрицательного корректора в рычаг регулятора. Далее, преодолевая сопротивление буферной пружины 8, грузы перемещают вправо всю систему рычагов и рейку ТНВД до установления цикловой подачи секции ТНВД, соответствующей минимальному скоростному режиму (режиму минимальной частоты вращения холостого хода).

При нажатии на педаль управления рычаг управления регулятором и жестко связанный с ним рычаг 31 пружины поворачиваются на определенный угол, что приводит к увеличению натяжения пружины регулятора. Под воздействием пружины рычаг 17 регулятора перемещает систему рычагов, муфту грузов и рейку в сторону увеличения подачи, и обороты коленчатого вала двигателя возрастают. Это происходит до тех пор, пока центробежная сила грузов не уравновесит силу натяжения пружины 4, т.е. до устойчивого режима работы двигателя. Таким образом, каждому положению рычага управления регулятором соответствует определенное число оборотов двигателя.

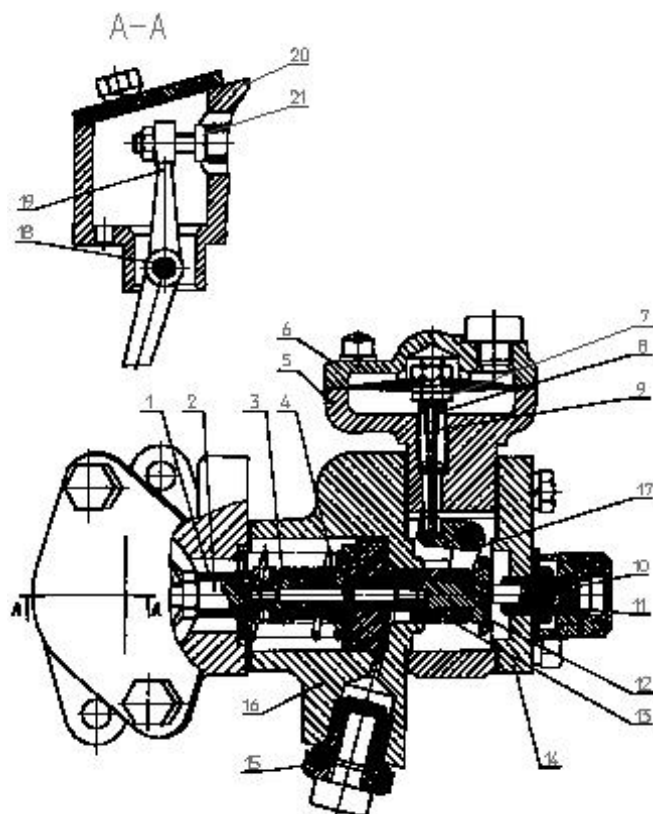
При уменьшении суммарного момента сопротивления движению автомобиля, частота вращения коленчатого вала двигателя увеличивается. В этом случае центробежная сила грузов возрастает. Грузы расходятся и, преодолевая усилие пружины регулятора, перемещают муфту грузов 23 и пята 22. При этом система рычагов и рейка перемещаются в сторону уменьшения подачи (вправо) до тех пор, пока не установится число оборотов двигателя, заданное положением рычага управления, т.е. пока не наступит равновесие между центробежной силой грузов и силой пружины регулятора.

При увеличении суммарного момента сопротивления движению автомобиля частота вращения коленчатого вала уменьшается, следовательно, уменьшается и центробежная сила грузов регулятора. Усилия пружины 4 регулятора система рычагов, пята и муфта грузов переместятся влево и передвинут рейку влево, в сторону увеличения подачи. Подача топлива секциями увеличивается до тех пор, пока частота вращения коленчатого вала двигателя не достигнет величины, заданной положением рычага управления регулятором. Остановка двигателя осуществляется поворотом скобы кулисы 15 вниз. При этом кулиса 21 и нижний конец рычага 20 рейки поворачиваются влево, рейка насоса выдвигается в крайнее положение, и подача топлива прекращается.

Отрицательный корректор (12, 13, 14, 16, 18) обеспечивает постепенное уменьшение цикловой подачи топлива при уменьшении частоты вращения кулачкового вала насоса от номинальной до 500 мин<sup>-1</sup> и тем самым обеспечивает бездымную работу двигателя.

При частоте вращения кулачкового вала, соответствующей номинальной, центробежная сила грузов превышает усилие предварительной затяжки пружины 14 корректора, и пята через корректор 12 и втулку 16 упирается в главный рычаг регулятора. При снижении частоты вращения кулачкового вала ТНВД усилие пружины корректора становится достаточным для преодоления силы грузов. При этом корректор 12 выдвигается из втулки 16 и, перемещая муфту грузов и систему рычагов, сдвигает рейку ТНВД в сторону уменьшения цикловой подачи топлива. Частота вращения кулачкового вала, соответствующая моменту начала работы корректора, т.е. моменту начала выдвигания корректора из втулки, регулируется предварительным сжатием пружины 14. Чем меньше частота вращения кулачкового вала, тем больше величина выступления корректора из втулки и тем больше величина ограничения цикловой подачи топлива. При 500 мин<sup>-1</sup> величина ограничения цикловой подачи топлива наибольшая, ее значение определяется максимальной величиной выступления корректора.

Рисунок 4



Регулятор частоты вращения оснащен корректором подачи топлива по наддуву 1 для снижения теплонапряженности и дымности отработавших газов дизеля на малых частотах вращения и переходных режимах. Кроме того, корректор защищает двигатель в аварийных ситуациях, возникающих при отказах системы турбонаддува. Принцип действия корректора по наддуву заключается в том, что при снижении давления наддувного воздуха, он воздействует на рейку топливного насоса, уменьшая подачу топлива.

Корректор подачи топлива по наддуву (рисунок 4) установлен на верхней части корпуса регулятора. К проставке 20 с помощью болтов крепятся корпус корректора 16, корпус мембраны 5 и крышка корректора 14. Внутри корпуса корректора расположена прецизионная пара поршень 13 и золотник 12. Через упор 2 поршень поджимается пружиной 4 к корпусу корректора. На упоре установлена гильза 1 упора, которая пружиной 3 постоянно поджимается к регулировочному болту 21 рычага 19. Рычаг установлен на оси 18 в проставке. На одном конце рычага расположен регулировочный болт с гайкой, а другой конец при работе

корректора непосредственно воздействует на рейку ТНВД. В корпусе мембраны располагается выполненная из специальной ткани мембрана в сборе со штоком 9, закрытая крышкой 6. В крышке выполнено отверстие для подвода воздуха от впускного коллектора двигателя. Рычаг 17, установленный на оси, служит для пере-дачи движения от штока к золотнику 12. В золотник упирается пружина корректора 11. Для изменения ее предварительного сжатия в крышку 14 корректора ввернут корпус 10 пружины. На корпус накручена контргайка и колпачок. В корпус корректора ввернут штуцер 15 подвода масла из системы смазки двигателя. Уплотнение сопряженных корпусных деталей корректора по наддуву осуществляется с помощью паронитовых прокладок.

При неработающем двигателе давление масла в системе смазки и воздуха во впускных коллекторах отсутствует. Пружина 4 поджимает поршень 13 с упором 2 к корпусу корректора 16. Пружина корректора 11 поджимает золотник 12 и шток 9 с мембраной до упора в крышку мембраны. При пуске двигателя масло из системы смазки двигателя через ввертыш 15 начинает поступать в поршневую полость корректора и через открытые сливные окна поршня, осевые каналы золотника и упора сливается в полость регулятора.

При выходе двигателя на режим холостого хода рейка ТНВД перемещается из стартового положения в сторону уменьшения подачи. Вслед за рейкой под действием пружины 3 перемещается гильза 1, поворачивая рычаг 19. Перемещение гильзы относительно упора приводит к перекрытию сливных окон упора, в результате чего свободный слив прекращается, давление масла в подпоршневой полости увеличивается; и поршень начинает перемещаться влево в свое рабочее положение. Перемещение поршня продолжается до момента открытия сливных окон поршня торцевой рабочей кромкой золотника.

При работе двигателя под нагрузкой и увеличении частоты вращения коленчатого вала давление воздуха в полости мембраны увеличивается. Мембрана деформируется, шток перемещает рычаг 17 корректора, который в свою очередь сдвигает золотник корректора вправо. При этом площадь проходного сечения, через которые происходит перетекание масла из подпоршневой полости в осевой канал поршня увеличивается, давление масла в подпоршневой полости уменьшается, и поршень вместе с упором под действием пружины смещается вправо, восстанавливая свое положение относительно золотника. Вслед за поршнем и упором под действием стартовой пружины, перемещается рейка ТНВД. Таким образом, увеличение давления воздуха в полости мембраны приводит к увеличению цикло-вой подачи топлива. Перемещение рейки сопровождается поворотом рычага 19, при этом величина перемещения рейки и изменения цикловой подачи определяется величиной перемещения поршня и упора.

При уменьшении частоты вращения коленчатого вала давление турбоком-прессора падает, уменьшается давление в полости мембраны, золотник 12 под действием пружины 11 смещается влево и рабочая кромка торцевой поверхности золотника перекрывает сливные окна поршня. В подпоршневой полости давление масла растёт, поршень сдвигается влево до момента открытия сливных окон и через упор 2 и рычаг 19 сдвигает рейку в сторону уменьшения подачи. Таким образом, изменение давления воздуха в полости мембраны приводит к изменению положения золотника, поршень автоматически отслеживает положение золотника и обеспечивает соответствующее перемещение рейки ТНВД. Величина перемещения рейки и изменение цикловой подачи определяется величиной перепада давления в полости мембраны и характеристикой пружины корректора.

При увеличении давления наддува около 0,06 МПа (0,6 кгс/см<sup>2</sup>) ограничение подачи корректором снимается.

При останове двигателя корректор обеспечивает автоматическое включение пусковой подачи. Демонтаж исправного корректора по наддуву вместе с проставкой 20 в эксплуатации не рекомендуется, так как затем возможна неправильная установка рычага 19 относительно рейки, ведущая к разному двигателю.

В случае необходимости демонтажа (например, при ремонте) при последующей установке корректора на регулятор отвести скобой кулисы двигателя рейку насоса в положение выключенной подачи и вставить корректор проставкой в корпус регулятора. Затем отпустить скобу кулисы. После этого необходима проверка регулировки корректора по наддуву, а также проверка регулятора на выключение подачи топлива.

#### *1.1.2.1. Основные регулировки, предусмотренные конструкцией регулятора частоты вращения.*

1. Минимальная частота вращения холостого хода регулируется болтом 7 (рисунок 1) и корпусом буферной пружины 9 (рисунок 3).
2. Максимальная частота вращения холостого хода (начало выброса рейки) регулируется болтом 4 (рисунок 1).
3. Номинальная мощность (подача) регулируется болтом 10, подрегулируется винтом 19 (рисунок 3).
4. Предварительное натяжение пружины регулятора (разность оборотов, соответствующих полному выключению и началу выключения подачи топлива) регулируется винтом 7 (рисунок 3).
5. Подача топлива при 500 мин<sup>-1</sup> регулируется гайкой обратного корректора 12 (рисунок 3).
6. Предварительное натяжение пружины обратного корректора (обороты начала срабатывания корректора) регулируется корпусом корректора 13 (рисунок 3).

К особенностям регулировки следует отнести то, что для обеспечения уменьшенного усилия на рычаге управления, рычаг пружины, при регулировке частоты вращения начала действия регулятора, должен быть максимально при-близен к упору в корпусе регулятора, ограничивающему его поворот. Подрегулировку начала действия регулятора производить винтом двуплечего рычага.

#### *1.1.3. Топливоподкачивающий насос.*

Топливоподкачивающий насос 9 (рисунок 1) поршневого типа предназначен для подачи топлива из топливного бака через фильтры грубой и тонкой очистки к топливному насосу высокого давления. Производительность топливopодкачивающего насоса в 3-4 раза превышает производительность топливного насоса высокого давления, что гарантирует стабильность процесса топливоподачи от цикла к циклу.

Топливopодкачивающий насос крепится на корпусе насоса высокого давления и приводится в действие от эксцентрика кулачкового вала. Над всасывающей полостью топливopодкачивающего насоса установлен ручной топливopокачивающий насос поршневого типа, предназначенный для заполнения магистрали низкого давления топливом после технического обслуживания системы питания или установки топливного насоса на двигатель.

#### *1.1.4. Гаситель крутильных колебаний.*

Гаситель крутильных колебаний 3 (рисунок 1) устанавливается на конической поверхности переднего конца кулачкового вала с натягом, создаваемым кольцевой гайкой и фиксируется от проворота шпонкой, установленной в паз кулачкового вала.

Обладая большим моментом инерции, гаситель крутильных колебаний уменьшает неравномерность вращения кулачкового вала топливного насоса высокого давления, выполняя функцию, аналогичную функции маховика двигателя.