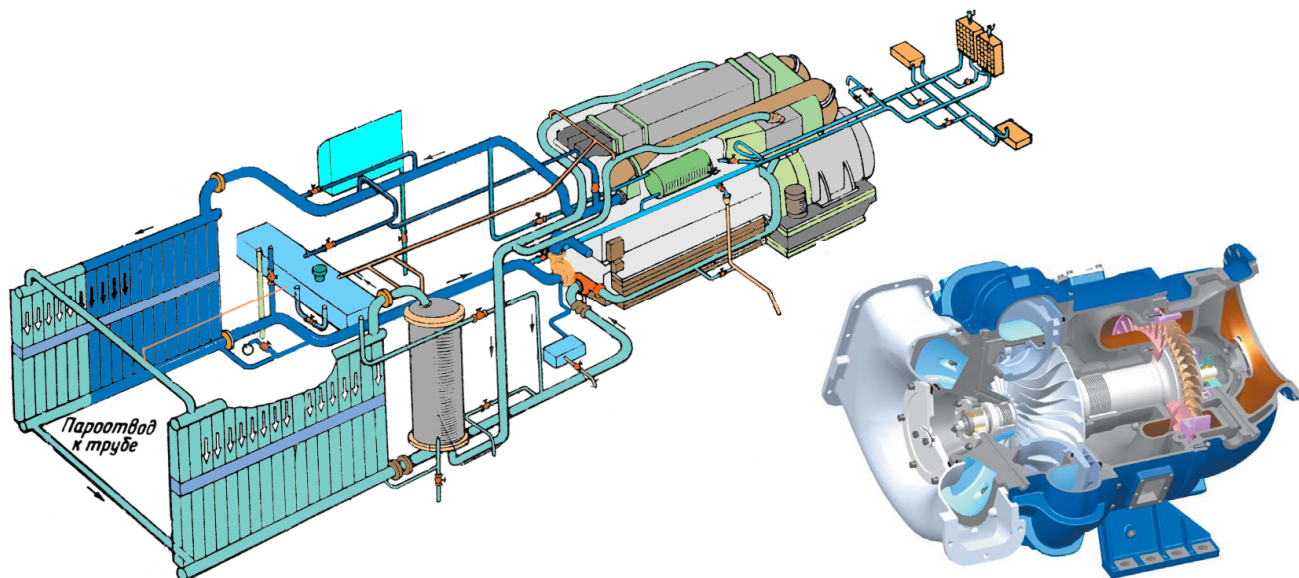


Горьковская железная дорога – филиал Открытого акционерного общества «Российские железные дороги»

**Горьковский учебный центр профессиональных
квалификаций –
Нижегородское подразделение**



МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по предмету:

«Устройство и ремонт тепловозов»

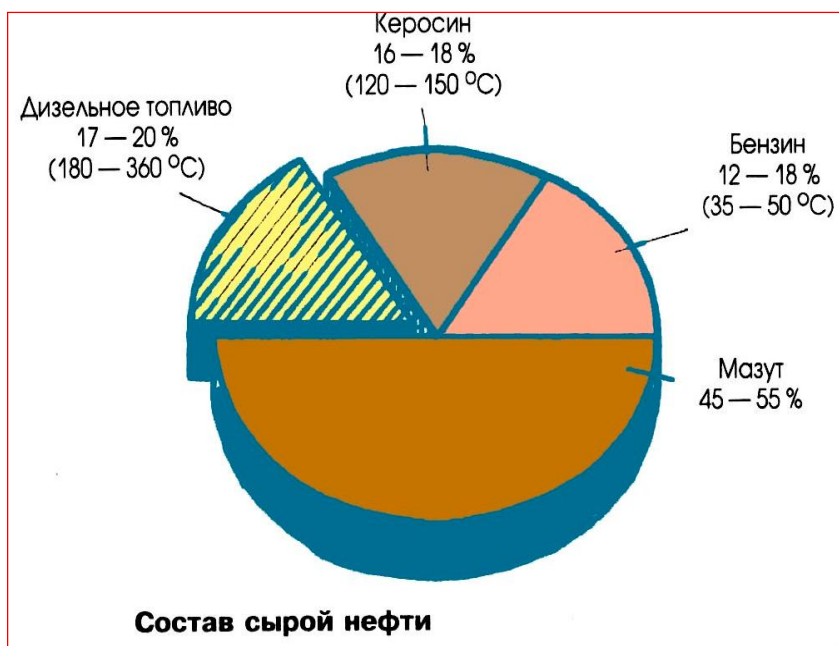
Раздел: **Системы обеспечивающие работу
дизеля**

Наименование профессии:

Машинист тепловоза

Код профессии: **14241**

Дизельное топливо



Это - жидкий продукт, использующийся как топливо в дизельном двигателе. Обычно под этим термином понимают топливо, получающееся из керосиново-газойлевых фракций прямой перегонки нефти.

Основные эксплуатационные показатели дизельного топлива

Цетановое число
Фракционный состав
Вязкость и плотность
Низкотемпературные свойства
Самовоспламеняемость

Теплота сгорания дизельного топлива в среднем составляет 42624 кДж/кг (10180 ккал/кг).

- Цетановое число, определяющее высокие мощностные и экономические показатели работы двигателя;
- Фракционный состав, определяющий полноту сгорания, дымность и токсичность отработавших газов двигателя;
- Вязкость и плотность, обеспечивающие нормальную подачу топлива, распыливание в камере сгорания и работоспособность системы фильтрации;
- Низкотемпературные свойства, определяющие функционирование системы питания при отрицательных температурах окружающей среды и условия хранения топлива;
- Самовоспламеняемостью называется способность дизельного топлива воспламениться без источника зажигания. Самовоспламеняемость топлива оценивается цетановым числом, и от нее зависит протекание процесса сгорания топлива в цилиндрах двигателя.

Виды дизельного топлива

Дизельное топливо летнее от 0 °C и выше

Дизельное топливо зимнее от -20 °C до 0 °C

Дизельное топливо арктическое от -50 °C до -20 °C

Принято следующее условное обозначение дизельного топлива.

Например:

Л-0,2-40 – здесь Л – летнее, 0,2 – содержание серы 0,2 %, 40 – температура вспышки °C;

З-0,2-35 – здесь З – зимнее, 0,2 – содержание серы 0,2 %, 35 – температура застывания -35 °C;

арктического топлива отражается только содержание серы А-0,4 – А – арктическое, 0,4 – содержание серы в %.

Топливо летнее

<http://locomotive.nethouse.ru/locotruck.ru>

Плотность: не более 860 кг/м³.

Температура вспышки: 62° С.

Температура застывания: -5 ° С.

Получается смещением прямогонных, гидроочищенных и вторичного происхождения углеводородных фракций с температурой выкипания 180-360 °С.

Рост температуры конца выкипания приводит к усиленному закоксовыванию форсунок и дымности.



Дизельное топливо летнее, применяемое при температурах окружающего воздуха выше 0 °С, предназначено для быстроходных дизельных и газотурбинных двигателей наземной и судовой техники.

Марки летнего дизельного топлива

Дизельное топливо ДТ-Л-0.2-62, высший сорт (летнее)

Дизельное топливо автомобильное (ЕН 590)

Сорт С (летнее)

Топливо дизельное зимнее

Марки зимнего дизельного топлива

Дизельное топливо автомобильное ДЗП-0,2 (зимнее t -15С)

Дизельное топливо автомобильное (ЕН 590) Сорт Е (зимнее t -15С)

Дизельное топливо ДТ-З (зимнее -35С)

Дизельное топливо автомобильное ДЭКп-З (зимнее t -35С)

Плотность: не более 840 кг/м³.

Температура вспышки: 40 °С.

Температура застывания: -35 °С.

Получается смещением прямогонных, гидроочищенных и вторичного происхождения углеводородных фракций с температурой выкипания 180-340 °С.

Так же зимнее дизельное топливо получается из летнего дизельного топлива добавлением депрессорной присадки, которая снижает температуру застывания топлива, однако слабо меняет температуру предельной фильтруемости. Кустарным способом в летнее дизельное топливо добавляют до 20% керосина ТС-1 или КО, при этом эксплуатационные свойства практически не меняются.



Производство зимнего топлива обходится дороже, но без предварительного подогрева невозможно использовать летнее топливо при -20 °С, например. Ещё одной проблемой является повышенное содержание воды в дизельном топливе. Вода отслаивается при хранении дизтоплива и собирается внизу, т.к. плотность дизтоплива меньше 1 кг/л. Водяная пробка в магистрали полностью блокирует работу двигателя.

Топливоподающие системы классифицируют:

Непосредственного действия и аккумуляторного действия.

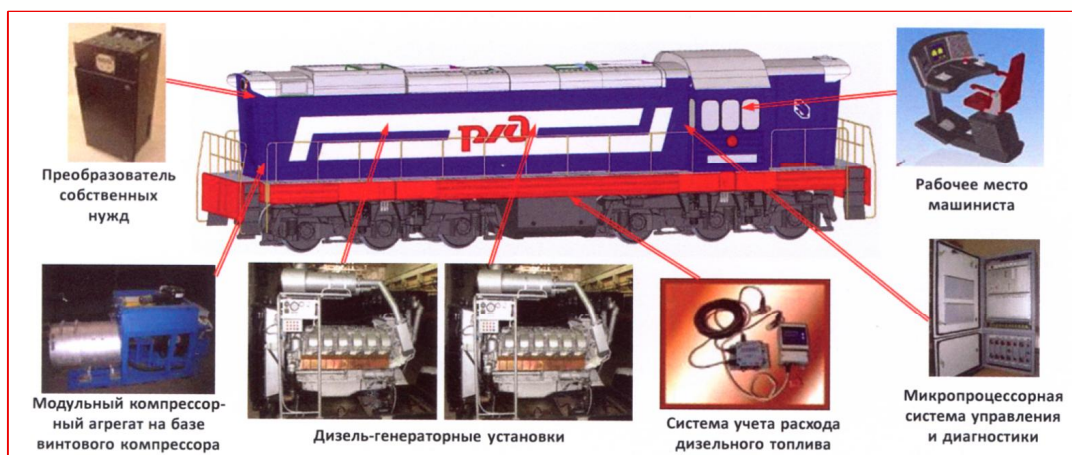
В системах непосредственного действия впрыскивание топлива в камеру сгорания производится под давлением, создаваемым ТНВД в определенные интервалы рабочего цикла.

Применяют на тепловозах.

В системах аккумуляторного действия топливо нагнетается в емкость, в котором поддерживается высокое давление.

Из емкости топливо направляется в нужный момент и в необходимом количестве в камеру сгорания цилиндра.

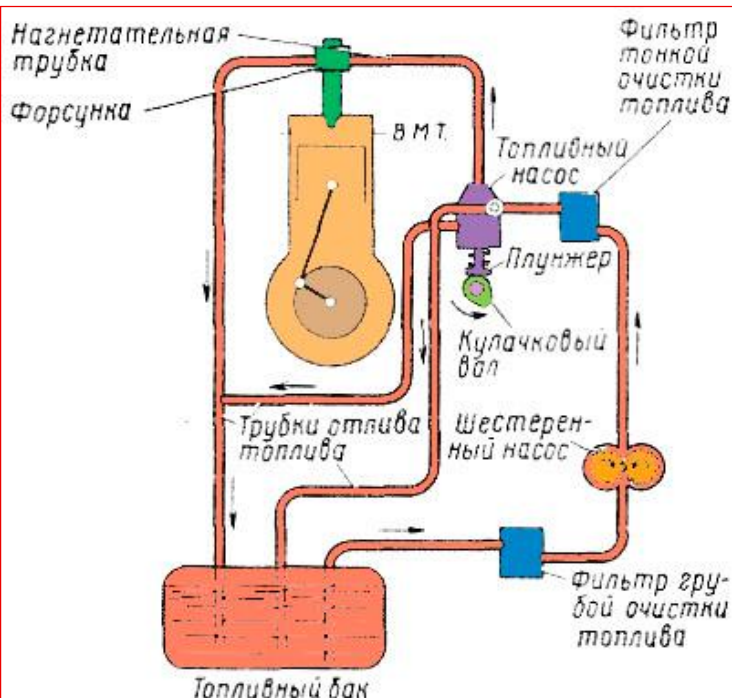
Используется при микропроцессорной техники.



Топливная система предназначена для хранения, подогрева в холодное время, фильтрации и поддержания заданного давления топлива.

Существует три принципиальных схемы топливных систем:

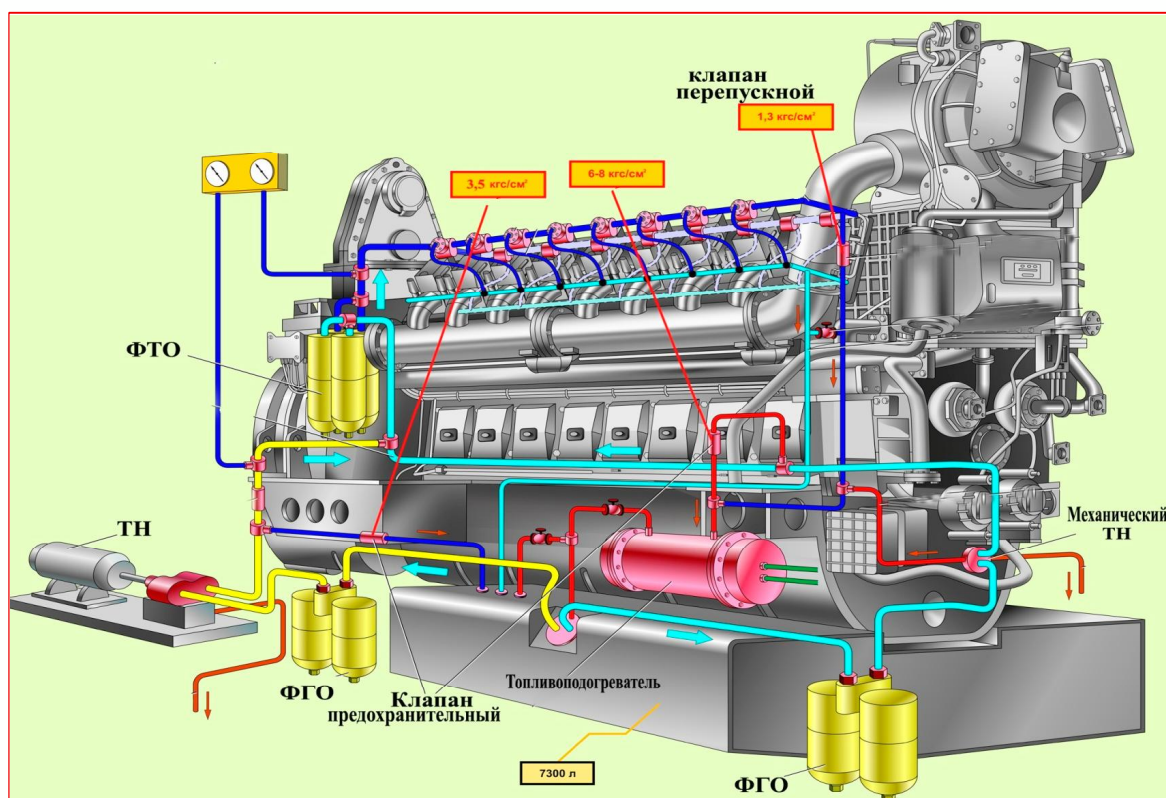
Замкнутая (ТЭ116, ТЭП70, М62),
Полузамкнутая (ТЭ10, ЧМЭЗ, ТЭМ2), и
Тупиковая (на маломощных дизелях).



Во всех типах топливо из бака засасывается через фильтра и поступает в коллектор ТНВД, где часть топлива забирается насосами и впрыскивается форсунками в цилиндры, остальное сливается обратно в бак.

При замкнутой системе - топливо многократно проходит через фильтра, обеспечивая очистку и более стабильный температурный режим.

При полузамкнутой системе топливо также циркулирует, как и при замкнутой, кроме топливного коллектора, который становится тупиковым участком системы при работе дизеля под нагрузкой, нарушая температурный режим.



При тупиковой системе топливо не циркулирует во всасывающей полости, а только нагнетается в топливный коллектор, чем облегчает работу ТН.

Топливную систему условно разделяют на систему низкого давления и высокого.

- Низкого давления служит для бесперебойной подачи подготовленного топлива (подогретого и очищенного) в систему высокого давления, начиная с момента запуска дизеля.

В систему входят топливный бак, топливоподогреватель, ТН и ручной, фильтра (ФГО и ФГО, трубопровод с клапанами и вентилями, контрольно-измерительные приборы.



- Высокого давления предназначена для непосредственного впрыска топлива в рабочие цилиндра дизеля в строго определенные моменты времени.

Система включает в себя ТНВД, форсунки, трубопроводы высокого давления.



Топливная система дизеля 10Д100 состоит:

Топливный бак вместимостью 7300 л.
Фильтров (ФГО, ФТО),
Топливоподкачивающий насос ТН с электрическим приводом

Клапанов (перепускной, предохранительный, аварийный),
ТНВД (20) и форсунок (20),
ОРЧО
Подогреватель топлива, манометры,

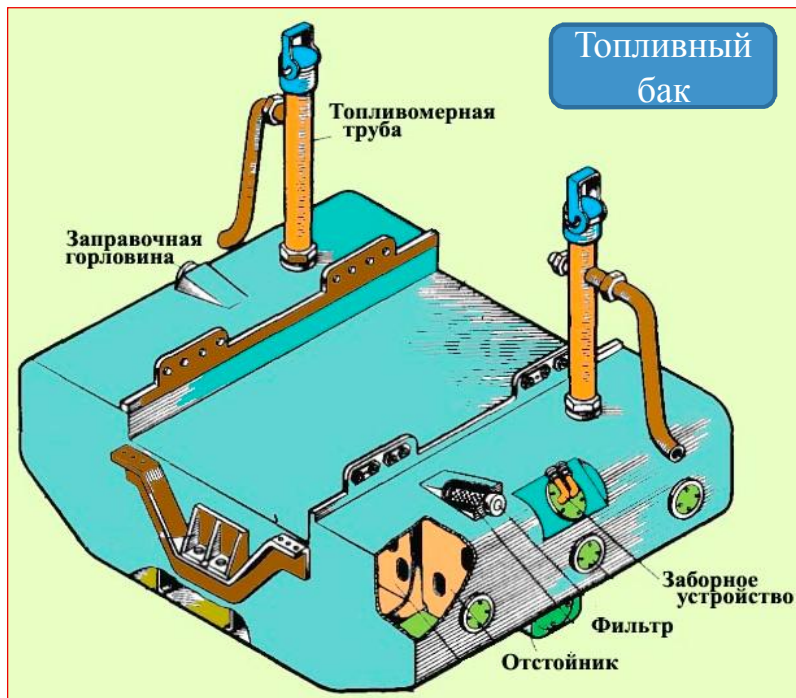
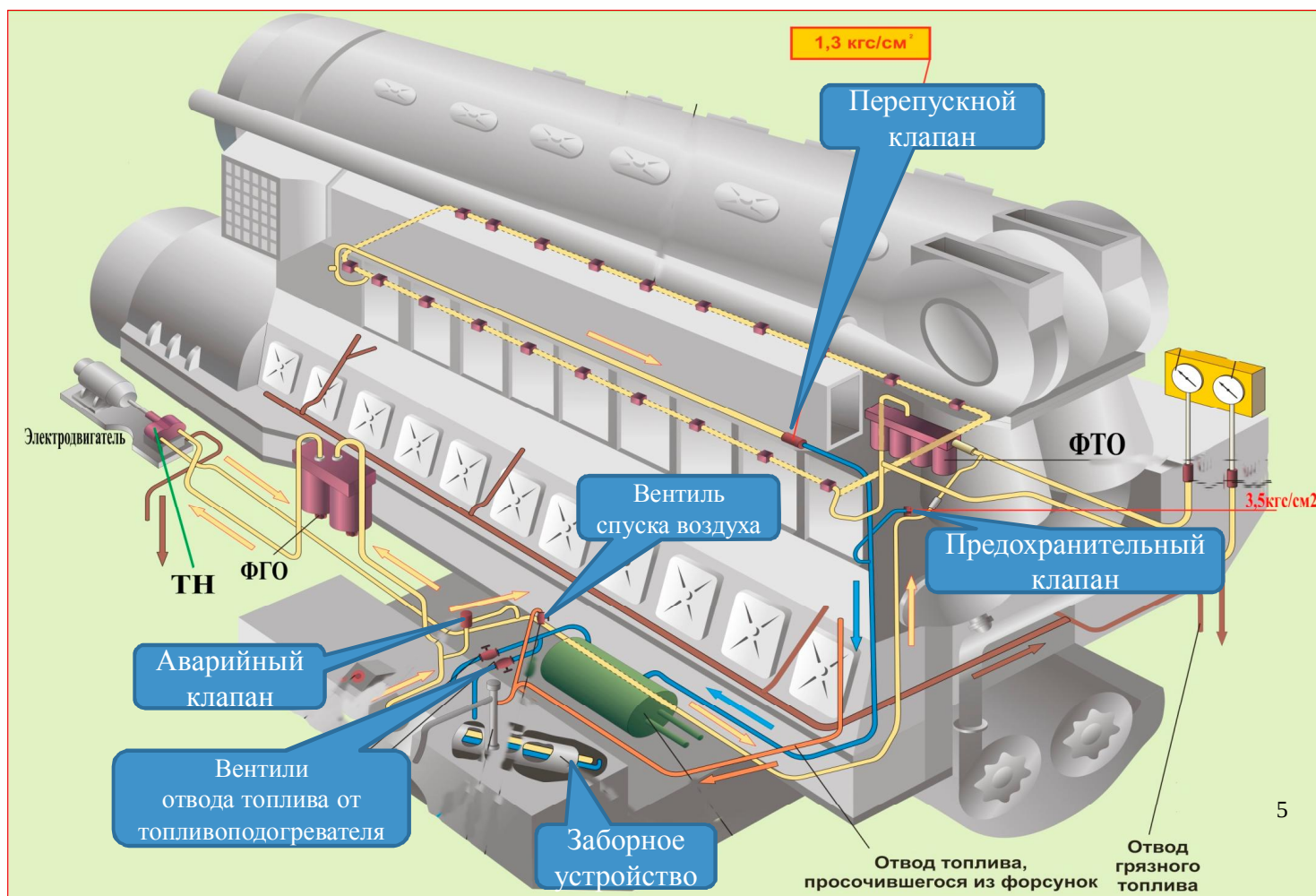


Схема циркуляции топлива дизеля 10Д100

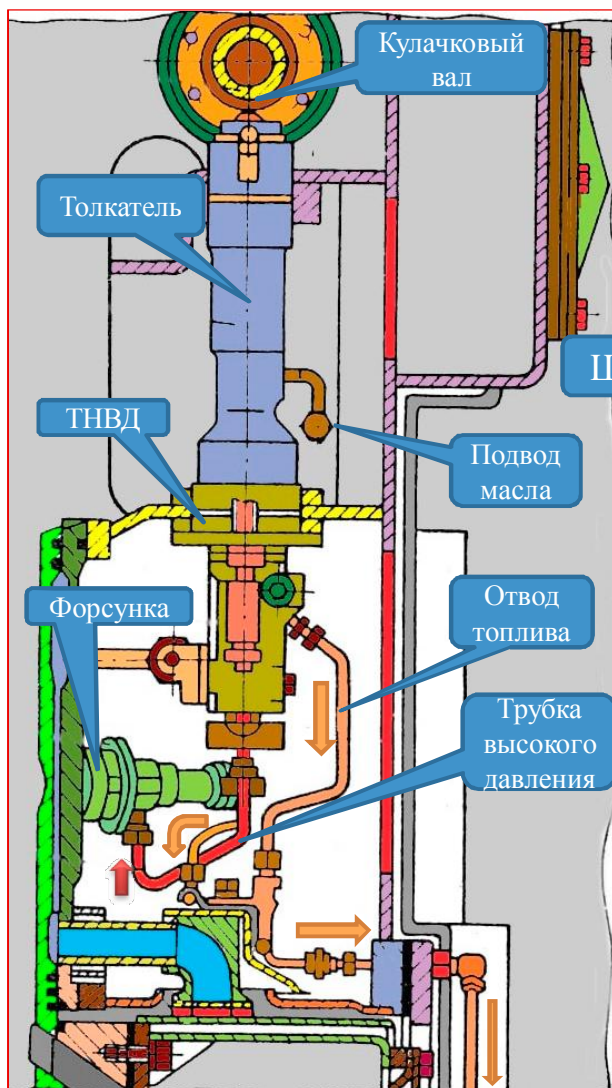
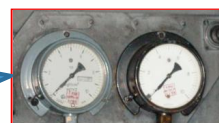


Через заборное устройство в **ТБ**, топливо засасывается **ТН** проходит **ФГО**, и через **предохранительный клапан отрегулированный на давление (3-3,5 кгс/см²)**, нагнетается через **ФТО** в топливный коллектор ТНВД, где для поддержания давления в коллекторе установлен **перепускной клапан отрегулированный на давление (1-1,3 кгс/см²)**, далее топливо нагнетается в форсунки по трубкам высокого давления ТНВД.

Топливо, которое не поступило в ЦВ сливается обратно в ТБ по коллектору слива чистого топлива.



Манометры до и после ФТО



Щиток
Коллектор слива топлива

Существует две системы топлива, чистого и грязного топлива.

- Система чистого топлива состоит: **ФТО**, топливного коллектора, **20 ТНВД** с толкателями, **20 форсунок** с трубками высокого давления, перепускной клапан и трубопровод.

Система грязного топлива состоит из:

Коллектора слива топлива форсунок и насосов, 20 щитков и сливных трубопроводов.

От форсунок грязное топливо сливается по коллектору в топливный бак возле заборного устройства.

Из отсека топливной аппаратуры блока дизеля 6 грязное топливо сливается в бак с противоположной стороны.

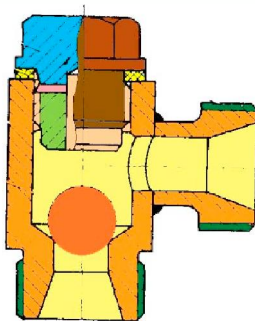
Перепускной клапан служит для поддержания необходимого избыточного давления топлива на всасывании ТНВД на всех режимах работы дизеля.



Клапан отрегулирован на давление открытия (1,3 кгс/см²).



Предохранительный клапан служит для защиты системы от излишнего топлива при превышении давления свыше (3 – 3,5 кгс/см²) на аварийном режиме и при запуске, а также при нормальном режиме.



Аварийный клапан служит для работы системы при выходе из строя топливоподкачивающего агрегата, где топливо минуя ФГО через клапан поступает к ФТО и в топливный коллектор засасывается плунжерами ТНВД.

Мощность дизеля развивается не более 2/3 номинальной.

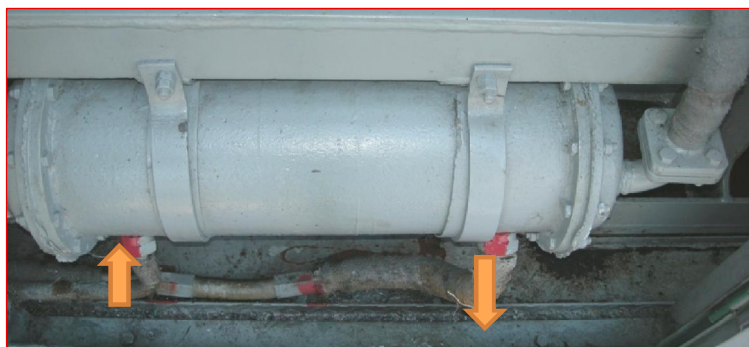
Подогрев топлива

Для подогрева топлива в холодное время необходимо открыть вентиль, который перепускает горячую воду из системы дизеля к топливоподогревателю.



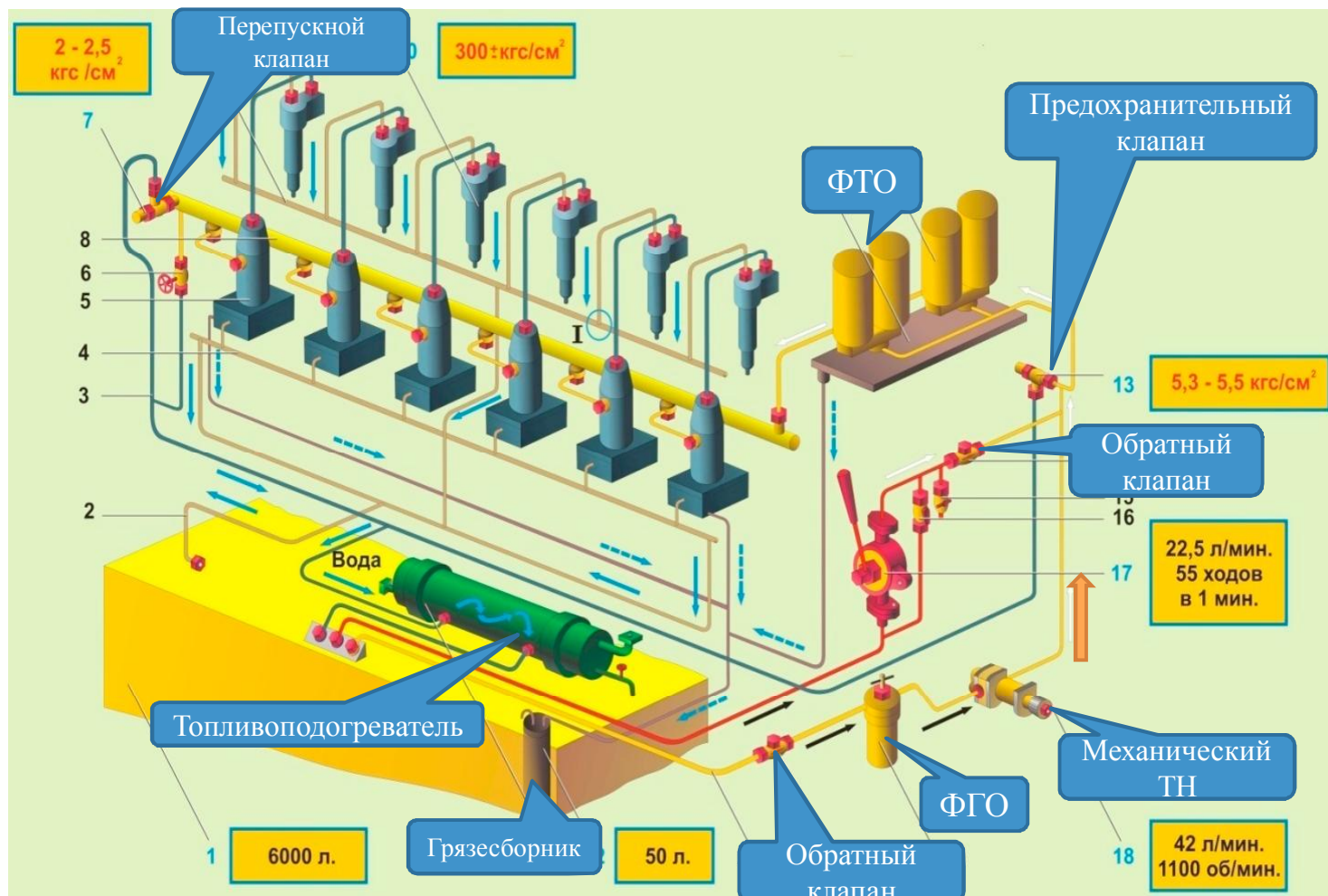
Топливо от клапанов

Сбрасываемое топливо перепускным и предохранительным клапанами поступает в топливоподогреватель, где подогревается топливо и в зависимости от положения вентилей топливо будет поступать в ТБ или к заборнику.



<http://locomotive.nethouse.ru/locotruck.ru>

Схема циркуляции топлива дизеля 310DR



На дизелях 310DR применяют топливopодкачивающий насос с механическим приводом от коленчатого вала. При аварийных режимах используют ручной насос.



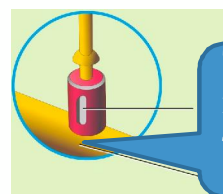
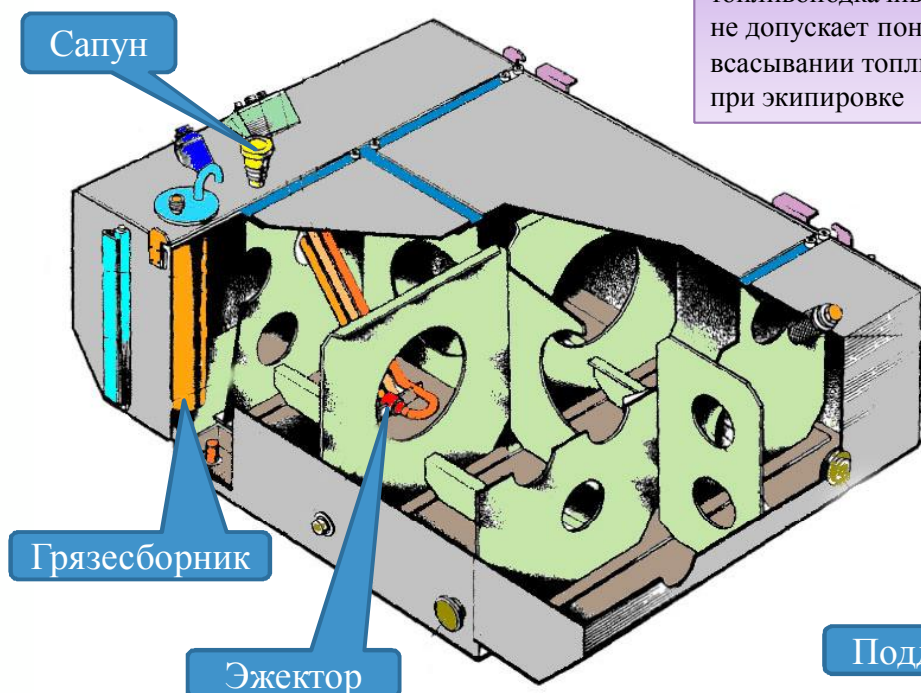
При вращении коленчатого вала, топливopодкачивающий насос **ТН** засасывает топливо из бака через обратный клапан и **ФГО**, нагнетая через предохранительный клапан, который отрегулирован на давление ($5,3 - 5,5 \text{ кгс/см}^2$) в **ФТО**, где топливо очищается и поступает в коллектор ТНВД, далее топливо нагнетается к ТНВД, которые согласно работе цилиндров будут нагнетать топливо в трубопроводы высокого давления к форсункам, после под давлением в цилиндры дизеля.

В зависимости от оборотов и нагрузки дизеля давление в топливном коллекторе поддерживается перепускным клапаном, который отрегулирован на давление ($2,0 - 2,5 \text{ кгс/см}^2$) и большую часть рабочего времени клапан открыт, где избыток топлива сбрасывается в топливный бак по сливной трубе через топливopодогpеватель.

Параллельно клапану установлен вентиль, используемый в 8 ремонтных работах.

Для слива чистого топлива от **ТНВД** и форсунок имеется коллектор слива чистого топлива. Для контроля за сливом топлива из форсунок, имеются специальные окна в коллекторе, где течь не допускается.

Для поддержания давления в баке и облегчения работы топливopодкачивающего насоса имеется сапун который не допускает понижения давления воздуха при всасывании топлива и исключает повышения давления при экипировке



Топливный коллектор слива топлива от форсунок



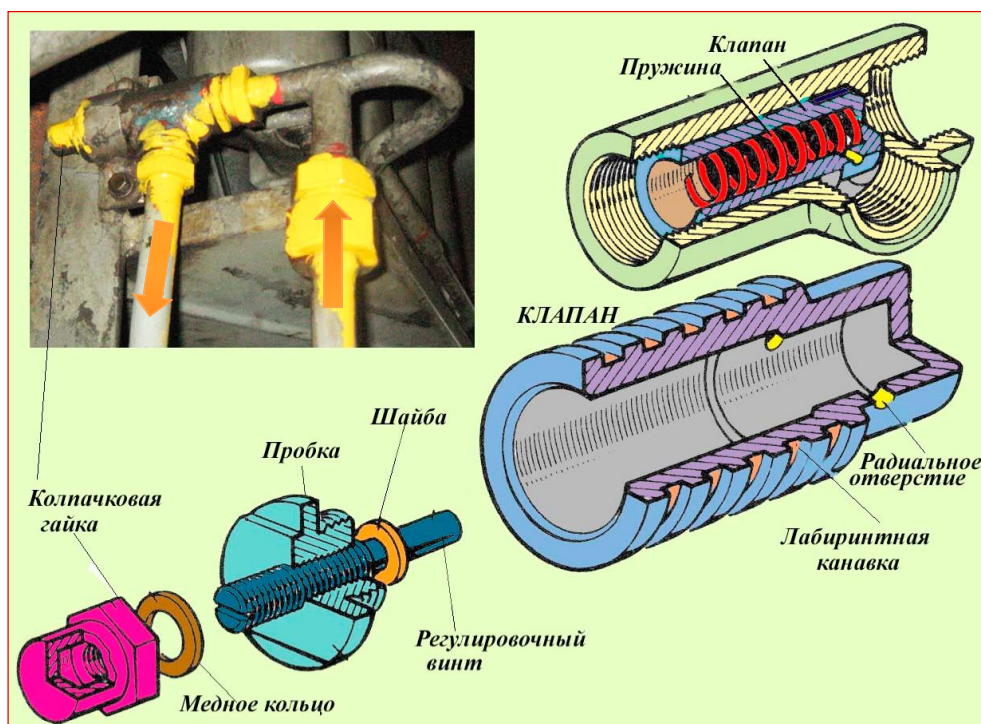
Поддон

Для слива грязного топлива с поддона от **ФТО** и с верхней плиты отсека распределительного вала сливается по коллектору грязного топлива в грязесборник установленный в топливном баке вместимостью 50 литров и имеющий трубу для сообщения с атмосферой.

Назначение и устройство клапанов топливной системы

Предохранительный клапан топливной системы дизеля **310 DR** отрегулированный на давление (**5,3 -5,5 кгс/см²**) служит для защиты топливной системы от высокого давления, а также при засорении **ФТО**.

Большую часть рабочего времени клапан закрыт.

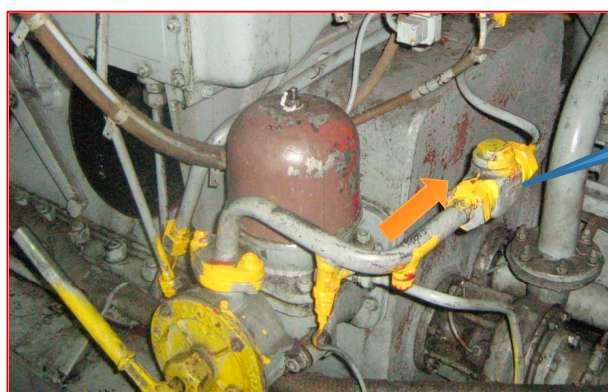


По конструкции перепускной и предохранительный клапан отличаются только регулировкой давления.

В стальном корпусе установлен стальной клапан имеющий пять лабиринтных канавок для уплотнения в корпусе. Два радиальных отверстия в клапане служат для разгрузки, если топливо будет просачиваться между корпусом и клапаном.

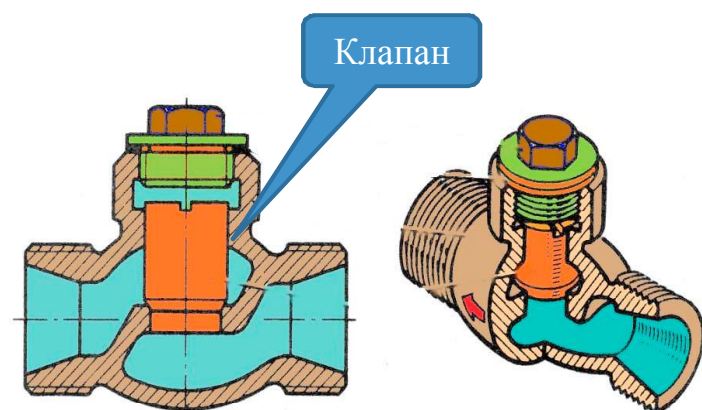
Обратный клапан (в системе установлено два клапана), перед ФГО и после ручного насоса

- Служат для пропуска топлива в одном направлении.



Клапан после ручного насоса

Так как в системе используется топливоподкачивающий насос с механическим приводом, то при длительной остановки дизеля последующий пуск будет затруднен. Для удержания топлива в топливном коллекторе и облегчения пуска используют два обратных клапана.



В чугунном корпусе имеется специальная перегородка в которое садится стальной клапан, где за счет перегородки клапан поднимается только в одном направлении топлива.

Топливоподкачивающий и ручной насосы

Служит для подъема топлива из бака, преодоления потерь давления в фильтрах и подачи под давлением к ТНВД и для обеспечения циркуляции в системе.

На тепловозах применяются насосы шестеренчатого типа, с электроприводом или с механическим в зависимости от марки дизеля.

При аварийных режимах устанавливают дополнительные ручные или с электрическим приводом насосы.

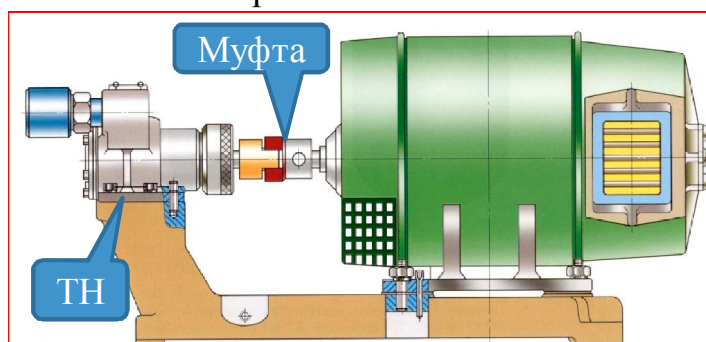
Параметры	Дизеля	
	310DR	10Д100
Подача топлива	2520 л/ч 42 л/мин	1620 л/час 27 л/мин
Частота вращения шестерен	При частоте вращения КВ 750 об/мин 1100 об/мин	1350 об/мин Постоянная
Привод	Механический от КВ через шестерни ГМН	Электрический от Эл. двигателя типа П21
Аварийный насос	Ручной насос крыльчатого типа, Подача 22,5 л/мин	Аварийный клапан работа от плунжеров ТНВД

Для привод топливopодкачивающего насоса на дизелях 10Д100 применяют электродвигатель типа П21 который установлен на одной плите с насосом и составляют агрегат.

Он имеет постоянную частоту вращения независимо от оборотов дизеля тем самым обеспечивая одинаковое давление при циркуляции давления на холостом ходу или на максимальных оборотах.



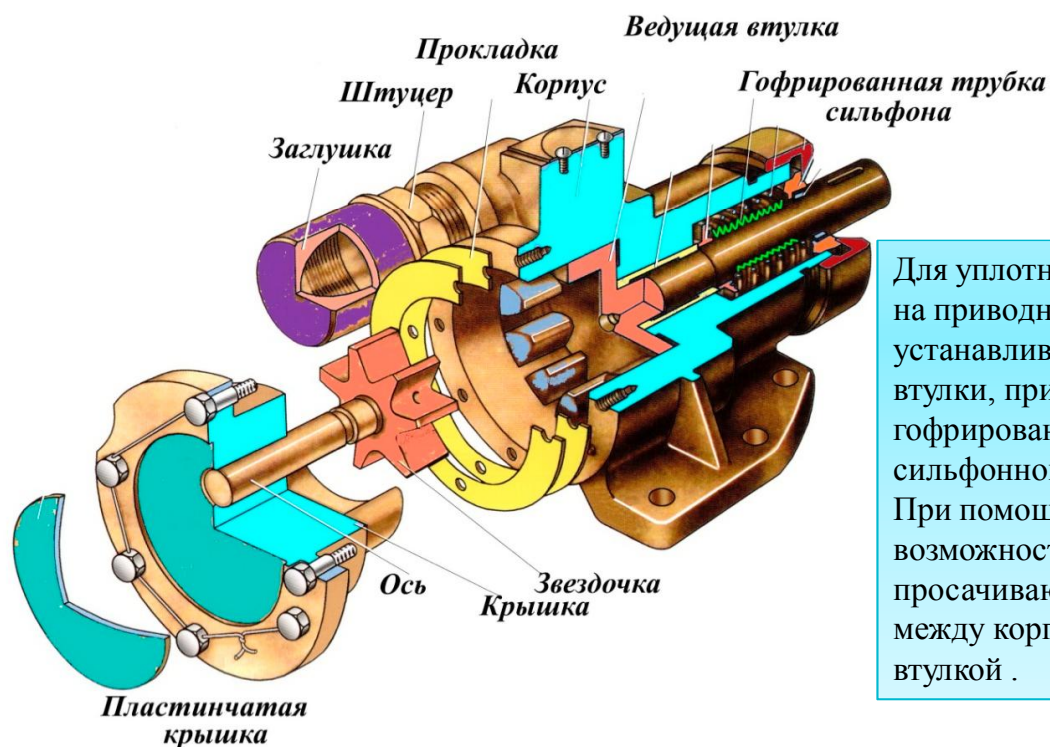
Плита



Соосность оси двигателя с осью насоса регулируют прокладками. Стабильность центровки валов насоса и двигателя обеспечивается установкой штифтов.

Муфта соединительная состоит из ведущей и ведомой полумуфт которые посажены на валы при помощи шпонок. Штифт исключает продольные перемещения. Между лепестками полумуфт с натягом вставляют резиновые пальцы, а стопорным кольцом ограничивается продольное перемещение.

Устройство насосов шестеренного типа.



Для уплотнения топливной полости на приводном валике устанавливают две бронзовые втулки, припаянные к латунной гофрированной втулке (уплотнение сильфонного типа). При помощи пружины исключается возможность попадания топлива, просачивающегося по зазору между корпусом и стальной втулкой.

Состоит из корпуса и крышки с серповидным выступом которая имеет запрессованную ось. На оси свободно вращается ведомая шестерня (звездочка), входящая в зацепление с ведущей шестерней, имеющей внутренние зубья (корончатая), посажена на приводной валик который соединяют с муфтой эл. двигателя.

Утечка по валику допускается не более одной капли в минуту.

Топливо по штуцеру поступает во всасывающую полость и через впадины между зубьями шестерен и при вращении топливо захватывается зубьями и двумя потоками сверху и снизу серповидного выступа поступает в нагнетательную полость насоса.

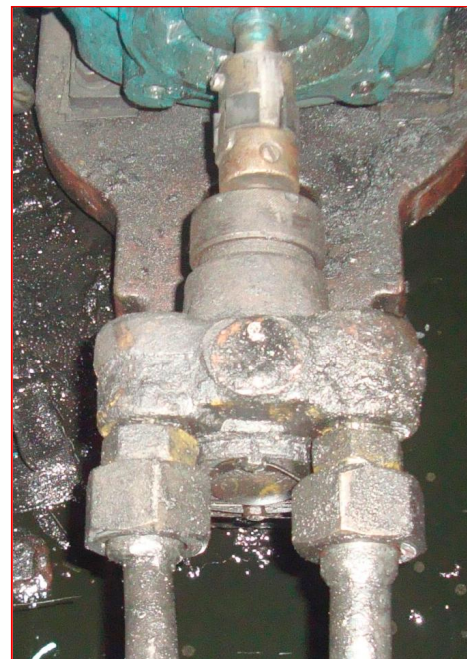
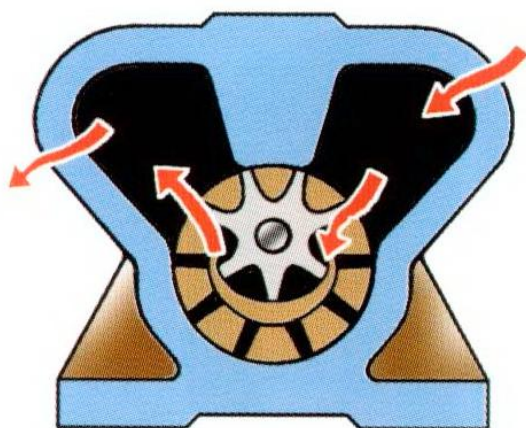


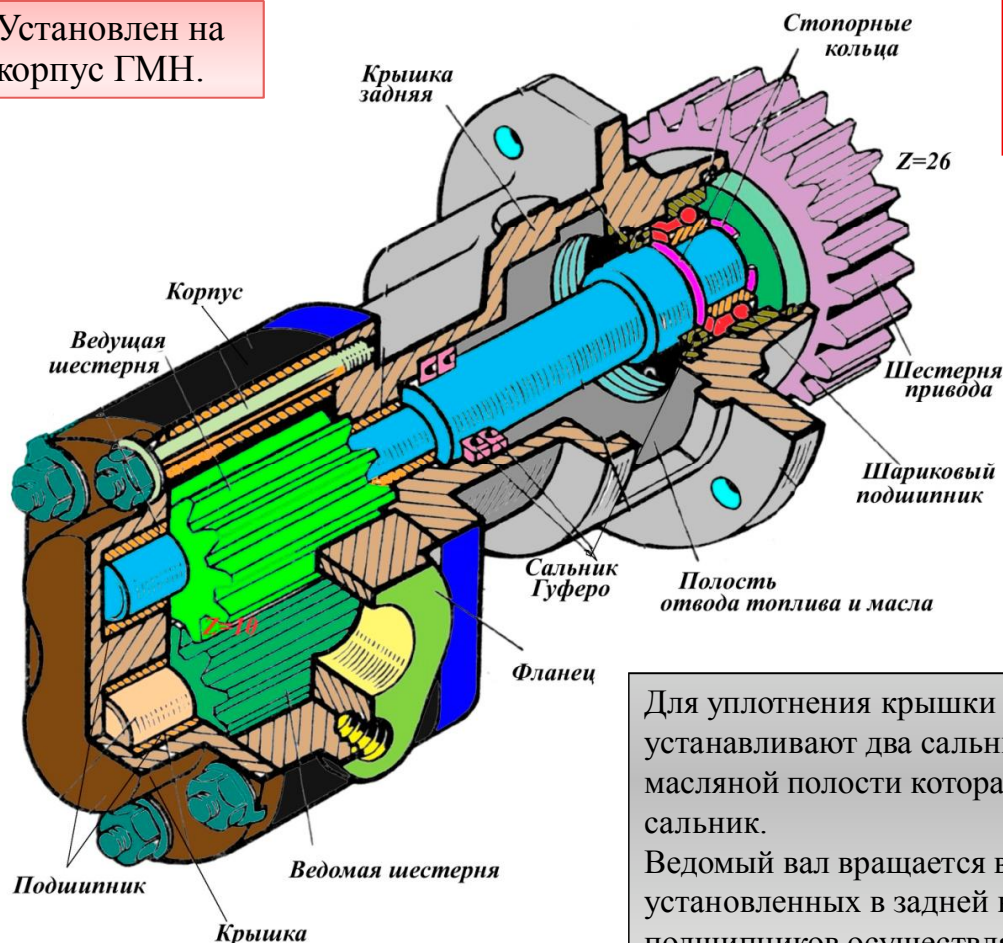
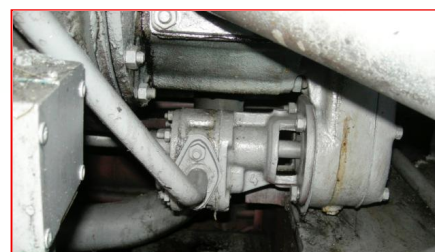
Схема работы насоса



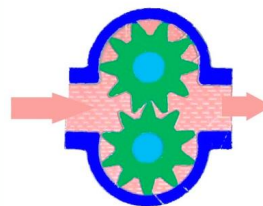
Так как звездочку и втулки пригоняют к корпусу насоса, крышке и к серповидному ее выступу исключается возможность обратного протекания топлива из нагнетательной во всасывающую полость.

Топливоподкачивающий насос дизеля 310 DR.

Установлен на корпус ГМН.



Между топливным и масляным сальником в передней крышке имеется полость для вытекания просочившегося топлива и масла.



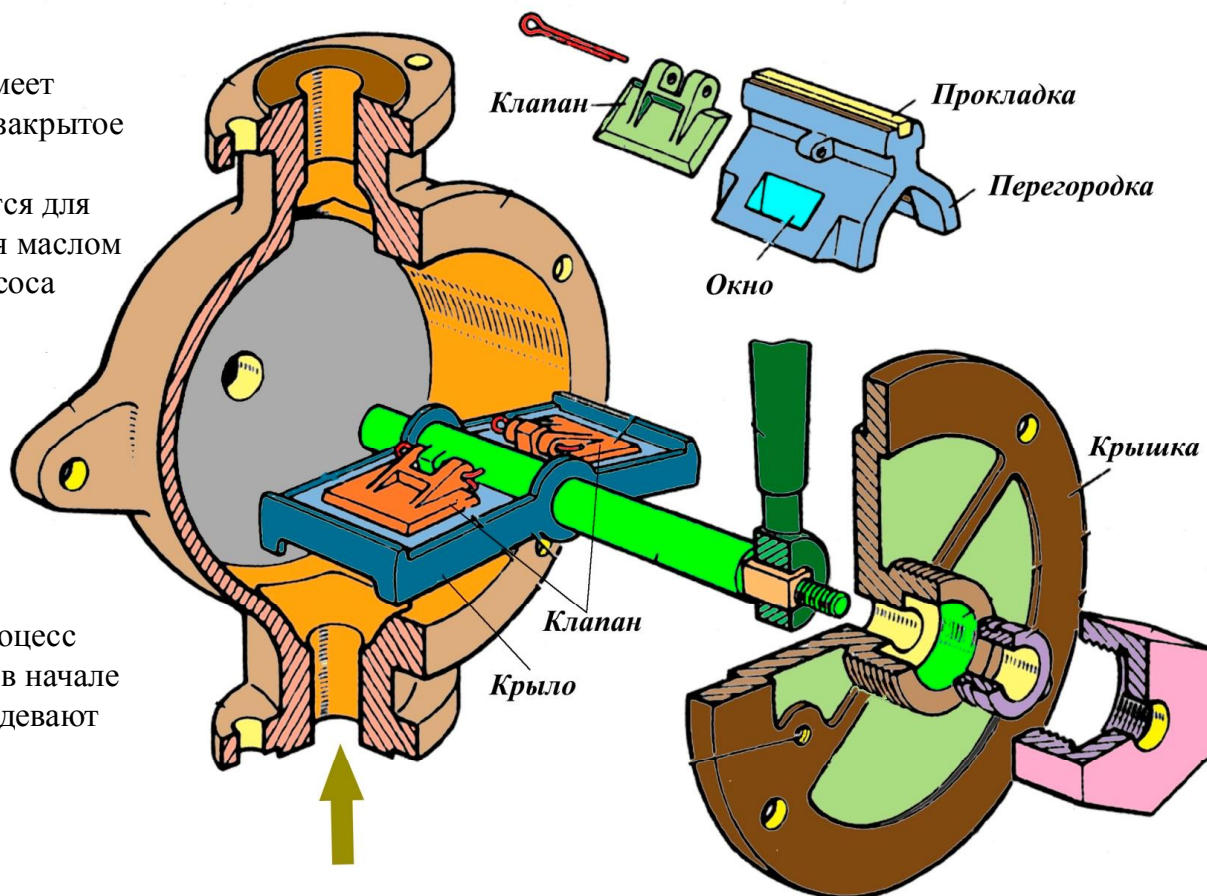
Для уплотнения крышки от топливной полости устанавливают два сальника на ведущем валу, а от масляной полости которая смазывает шестерню один сальник. Ведомый вал вращается в двух бронзовых втулках установленных в задней крышке. Смазка втулочных подшипников осуществляется топливом.

Ручной насос.

Состоит из перегородки - имеющая два окна закрывающиеся клапанами и крыло из латуни с двумя окнами которые также закрыты клапанами на одной оси.

Крышка имеет отверстие закрытое пробкой используется для заполнения маслом камеры насоса

облегчая процесс всасывания в начале работы и надевают ручку.



Топливные фильтра

В топливной системе установлены три вида фильтров:

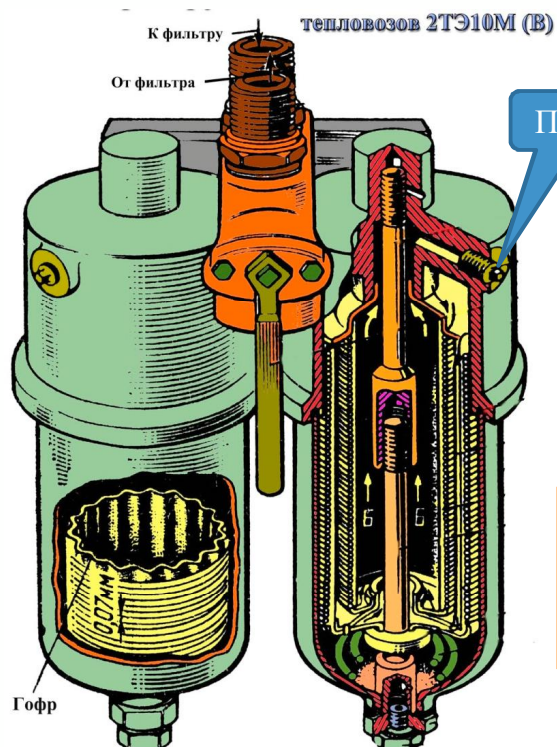
- Предварительной очистки – сетки заправочных горловин которые задерживают крупные частицы грязи.
- ФГО – задерживают частицы крупнее 50 мкм.
- ФТО – не пропускающий частицы размером более 4 мкм.



Топливные фильтра служат для очистки дизельного топлива от попавших в него посторонних твердых частиц.

ФГО устанавливают перед ТН, ФТО перед ТНВД

На дизелях 10Д100 у ФГО - Очистительные элементы состоят из гофрированного металлического стакана на которые навита латунная лента специального профиля, где между витками расстояние составляет $0,07-0,09$ мм.



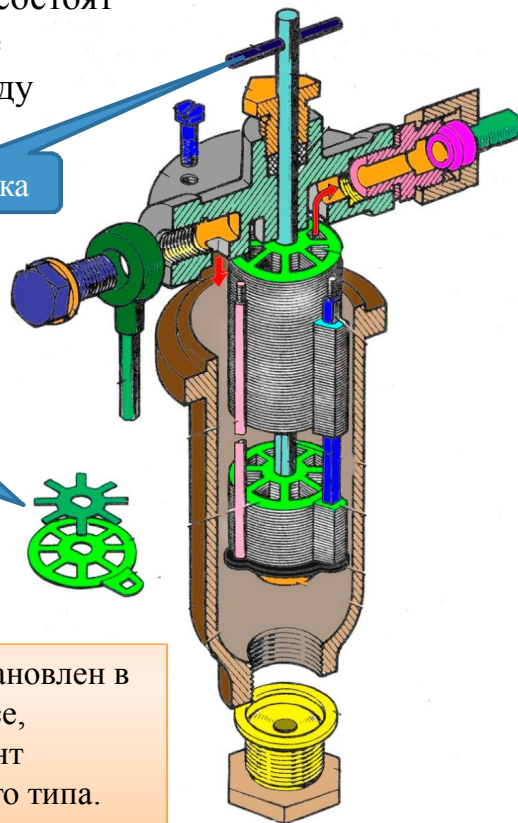
Корпус имеет трехходовой кран для отключения одного из фильтрующих элементов очистки.

Рукоятка

Пробка

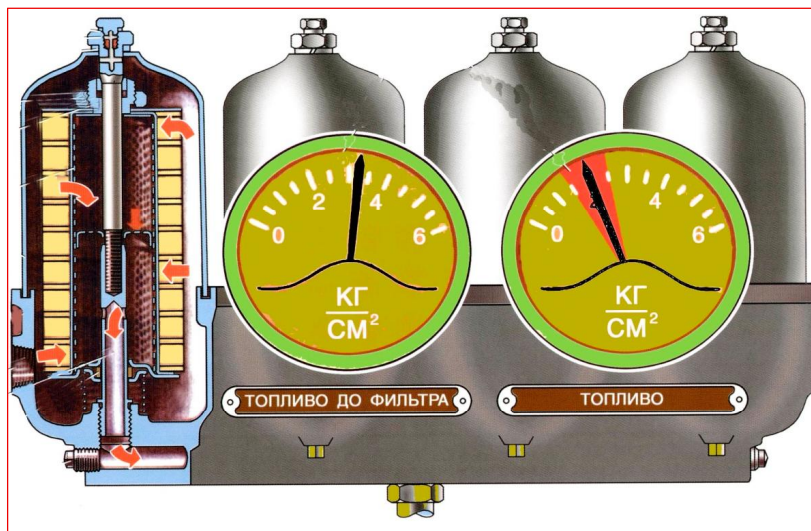
Рабочая и промежуточная пластины

На дизелях 310R установлен в алюминиевом корпусе, фильтрующий элемент пластинчато-щелевого типа.



Состоящий из стальных рабочих пластин между которыми находятся промежуточные пластины (звездочки) надетых на один стержень.

ФТО



Имеет четыре секции с бумажными фильтрующими элементами которые крепят на стержне и закрывают колпаком.

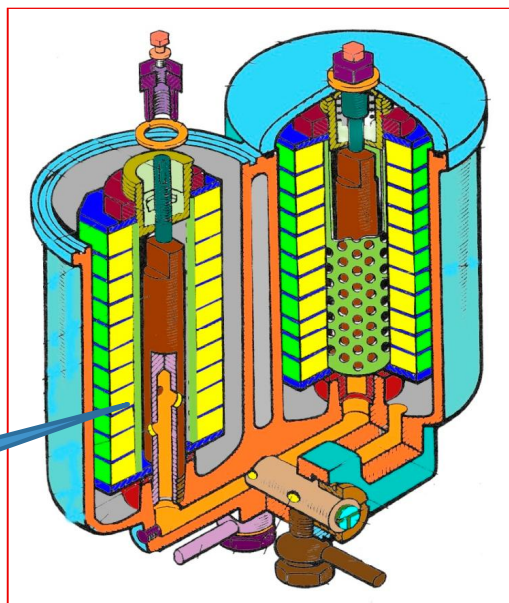
Бумажные элементы заменяют через 50 тыс.км пробега.

Контроль за состояниями фильтрующих элементов осуществляется по манометрам на дизелях 10Д100.

На дизелях 310DR установлено два двухсекционных алюминиевых корпуса, каждый из корпусов объединены в нижней части при помощи прилива в котором имеются каналы с переключательной пробкой с тремя рабочими положениями:

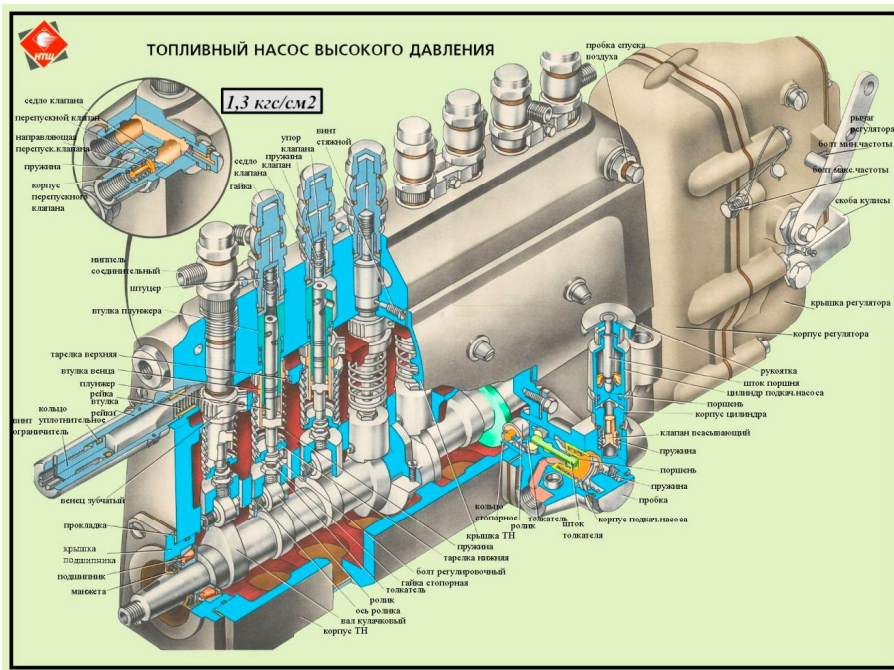
- 1 – включены обе секции.
- 2 – только левая.
- 3 – только правая.

Фильтрующий элемент



Плунжерного типа служит для подачи топлива под высоким давлением в форсунку.

- Делят на секционные 10Д100, 310DR, Д49 и блочные которые объединены в одном корпусе (несколько насосных секций 14Д40).

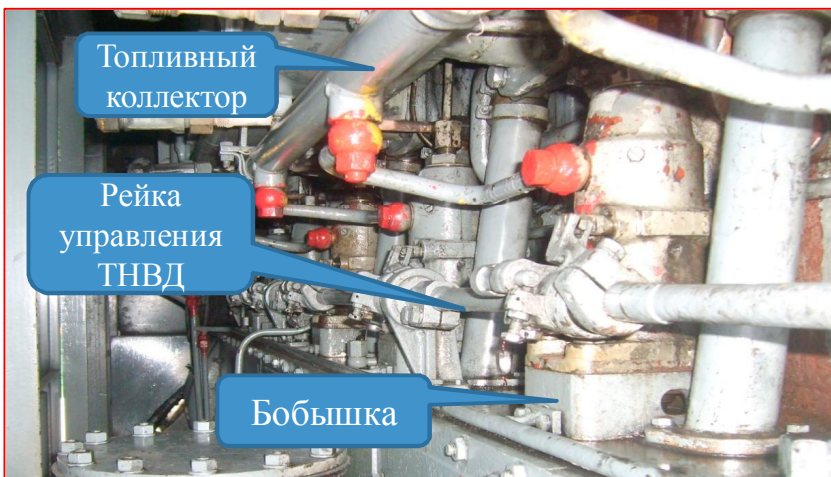


Блочные насосы меньше в размерах имеют скрытый механизм привода реек. Разная длина трубок высокого давления что влияет на неравномерность подачи топлива по цилиндрам.

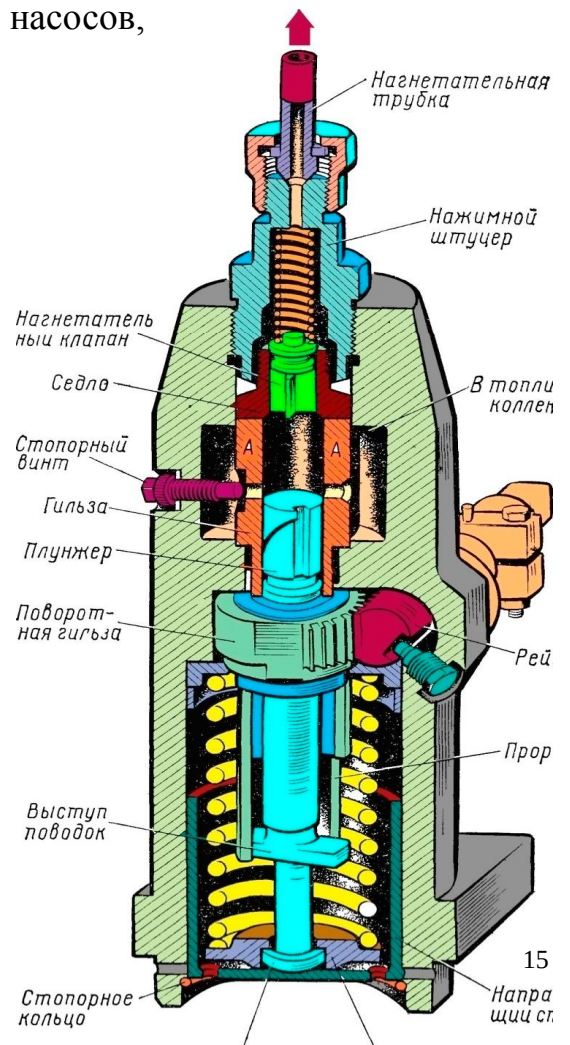
Секционные проще заменить, легко регулировать, и имеют улучшенную равномерность подачи топлива по цилиндрам также короткие нагнетательные трубки одинаковой длины.

Недостаток плунжерных насосов – незначительный срок службы плунжерных пар, Приблизительно 3 – 5 тыс.ч. для быстроходных и 10 – 30 тихоходных.

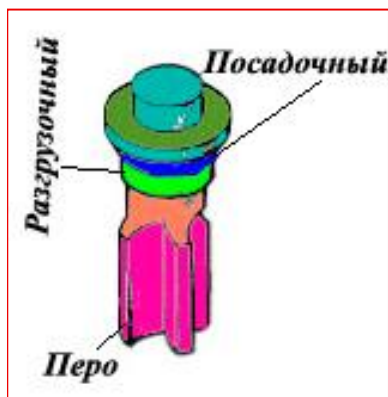
На дизелях 310DR устанавливают шесть секционных насосов, крепят через бобышку к горизонтальному листу распределительного вала.



В чугунный корпус устанавливают:
нагнетательный клапан с корпусом и возвратной пружиной,
стальную гильзу с плунжером (прецизионная пара)
на гильзу поворотную втулку с зубчатым венцом.
После вставляют стальной стакан, возвратную пружину и две тарелки.



В верхней части насоса при помощи пружины прижимается клапан к седлу своего корпуса, через резиновое уплотнительное кольцо нажимным штуцером.

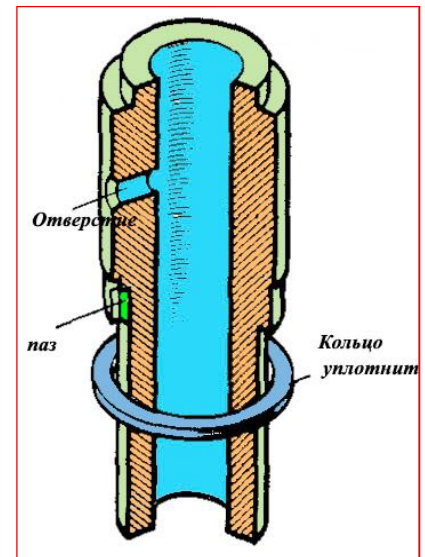


Клапан имеет четыре направляющих пера и два пояска, один конический для притирки к седлу и цилиндрический для разгрузки клапана.

Благодаря цилиндрическому пояску во время нагнетания он вынужден подниматься, а после отсечки садясь в свое седло освобождает большой объем над ним понижая давление в трубке высокого давления, предотвращая подтекание.

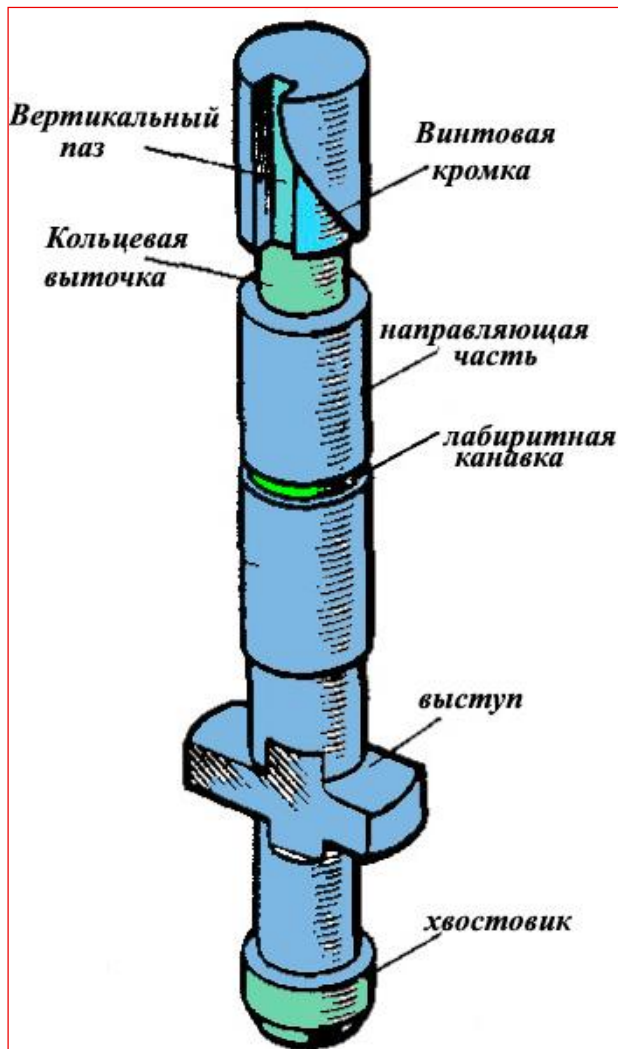
Стальная гильза имеет паз для фиксации в корпусе, тем самым исключается проворот в корпусе. Седло клапана опирается на верхний торец гильзы. Соприкасающиеся поверхности седла клапана и гильзы притираются для исключения протечек топлива.

Верхняя часть гильзы является рабочей (испытывает высокое давление топлива) и она утолщена.



Для поступления топлива в камеру гильзы имеется два отверстия по 6 мм.

Ход плунжера в гильзе 20 мм



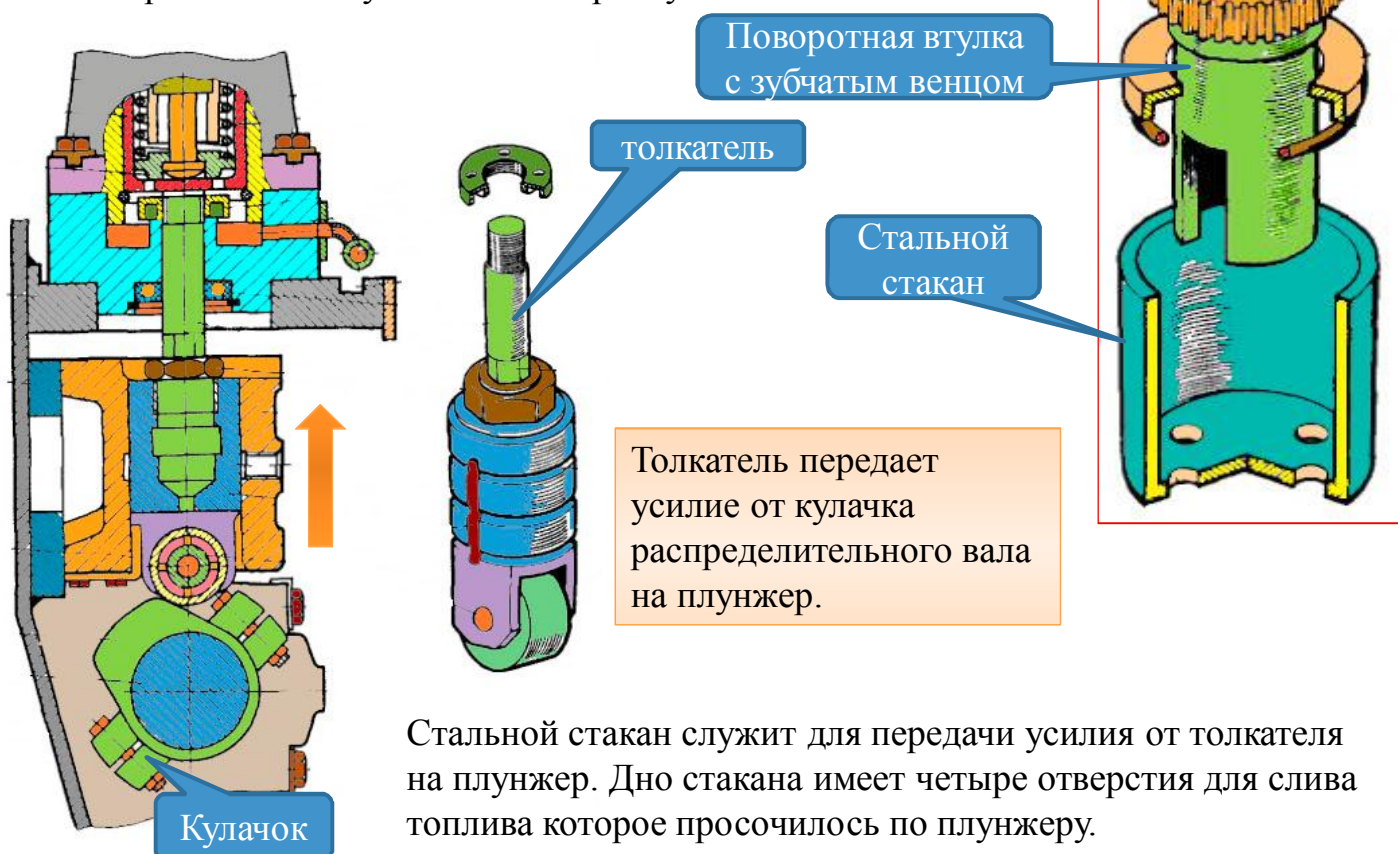
Плунжер это цилиндрический стержень имеющий в верхней части головку с вертикальным пазом шириной 4мм, горизонтальный вырез и винтовую кромку.

- Вертикальный паз (4 мм) соединяет над плунжерное пространство с кольцевой выточкой.
- Винтовая кромка является регулирующей. С ее помощью изменяется количество топлива, подаваемого плунжером.
- Горизонтальный вырез (кольцевая выточка) служит для равномерного распределения по втулке топлива, которое играет роль смазывающего материала.
- В средней части имеет лабиринтную канавку (2 мм) для уменьшения просачивания топлива по плунжеру.
- В нижней части имеет два плеча и цилиндрический хвостовик.

Поворотная втулка зубчатым венцом входит в зацепление с зубчатой рейкой насоса.

В нижней части имеет вырезы для входа плеч плунжера.

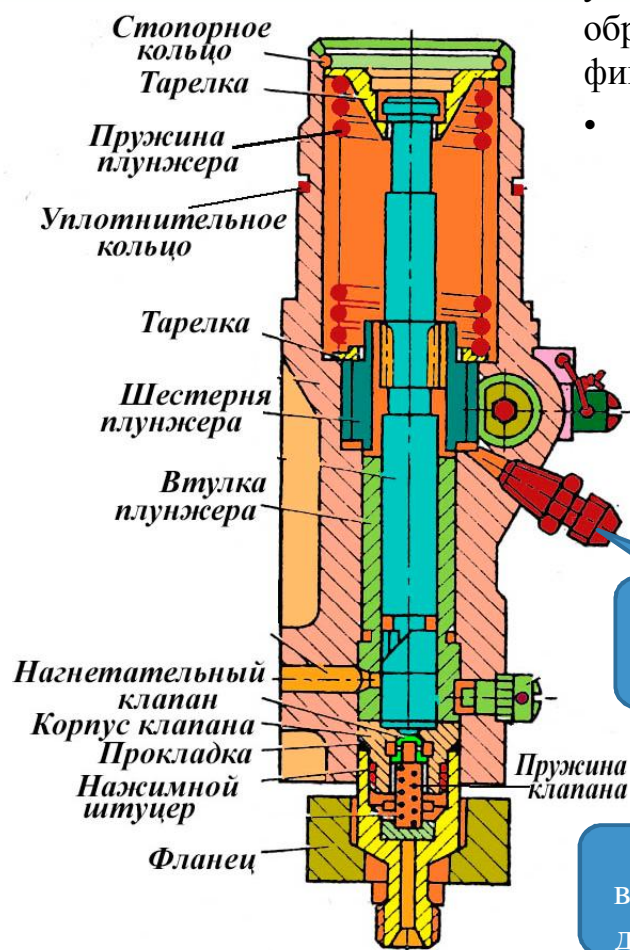
Продолжительность рабочего хода плунжера можно изменять за счет поворота его во втулке на некоторый угол.



ТНВД дизеля 10Д100

Состоит из корпуса фасонной отливки в который устанавливают плунжер и стальную гильзу образующие прецизионную пару, где втулка фиксируется стопорным винтом.

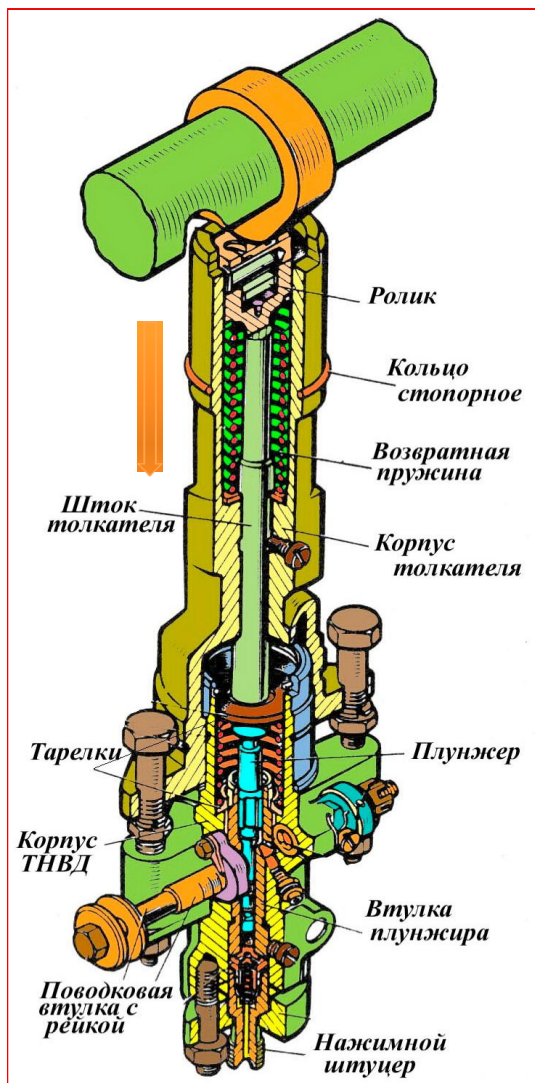
- Плунжер имеет шлицы на которые надевают шестерню входящую в зацепление с зубчатой рейкой, а выше шестерни устанавливают кольцо которое ограничивает от осевого перемещения.



Слив чистого топлива от плунжера

Трубка высокого давления





Рейка пустотелая внутри которой вставлен регулировочный болт с поводковой втулкой и прижимается пружиной, а на конце имеет деления для регулировки.

Пружина служит на случай заедания рейки она стремится вывести тяги управления на уменьшение подачи топлива.

Гильза прижимается корпусом нагнетательного клапана который служит для разобщения от плунжерной полости трубки высокого давления.

Клапан прижимается через медное кольцо и штуцер фланцем установленного на шпильках. Корпус и клапан составляют прецизионную пару.

Чтобы предотвратить разжижение масла топливом насосы распределяют по подаче на три группы.

- 1 гр. 70-80г.
- 2 гр. 81-90г.
- 3 гр. 91-105г.

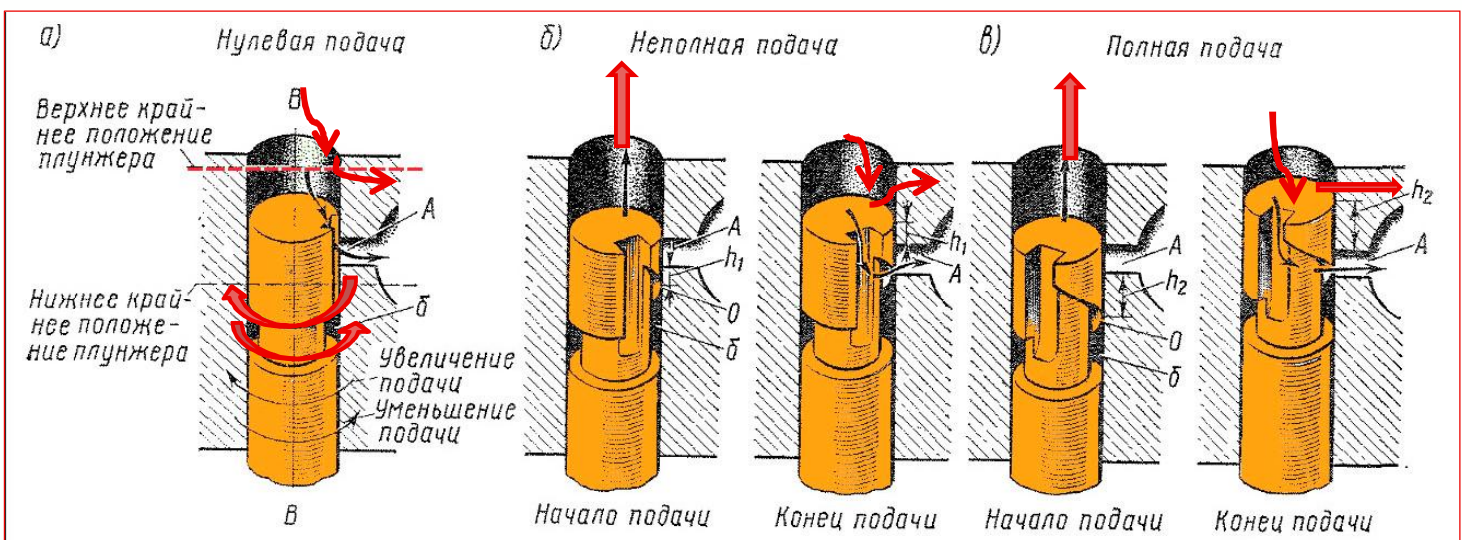
Ход плунжера (15,8 мм).

Где на один дизель устанавливают только одной группы.

Верхней головкой корпуса насоса вставлен в расточку корпуса толкателя и притянут болтами.

Принцип работы ТНВД

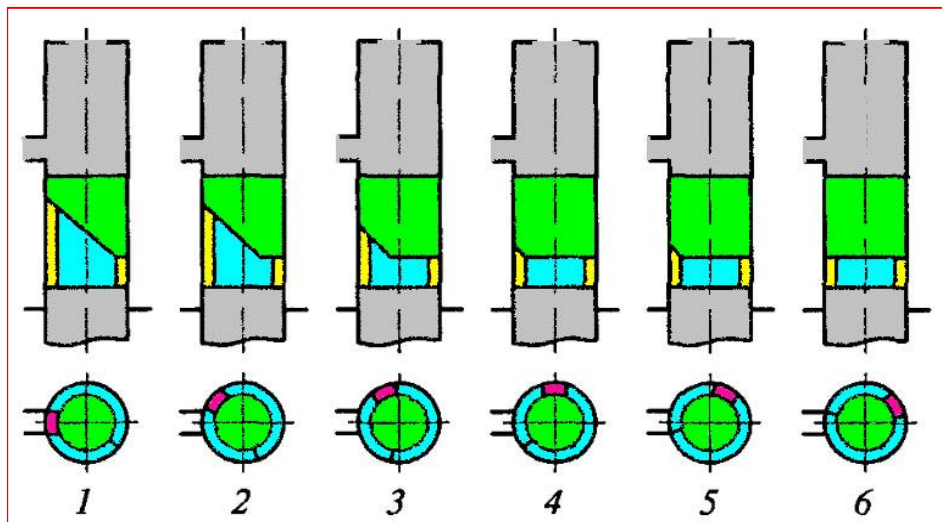
Топливо из коллектора под давлением поступает в корпус насоса и через два отверстия в гильзе в надплунжерное пространство далее под действием толкателя плунжер перемещается и своей кромкой перекрывает оба отверстия в гильзе.



До перекрытия часть топлива вытесняется обратно в коллектор и объем над плунжерного пространства уменьшается, а давление увеличивается и оно будет достаточное для преодоления усилия пружины нагнетательного клапана, который перепускает топливо в трубку высокого давления.

При дальнейшем подъеме плунжера кромка открывает одно отверстие в гильзе сообщая над плунжерное пространство с коллектором, где давление падает еще до конца хода плунжера. Нагнетательный клапан садится в седло закрывая проход топлива.

Изменение порции топлива достигается поворотом плунжера вокруг своей оси при помощи зубчатой рейки, где кромка плунжера будет раньше или позже перекрывать отверстия в гильзе.



Чтобы предотвратить разжижение масла топливом насосы распределяют по подаче на три группы. На дизелях 10Д100.

1 гр. 70-80г.

2 гр. 81-90г.

3 гр. 91-105г.

Где на один дизель устанавливают только одной группы.

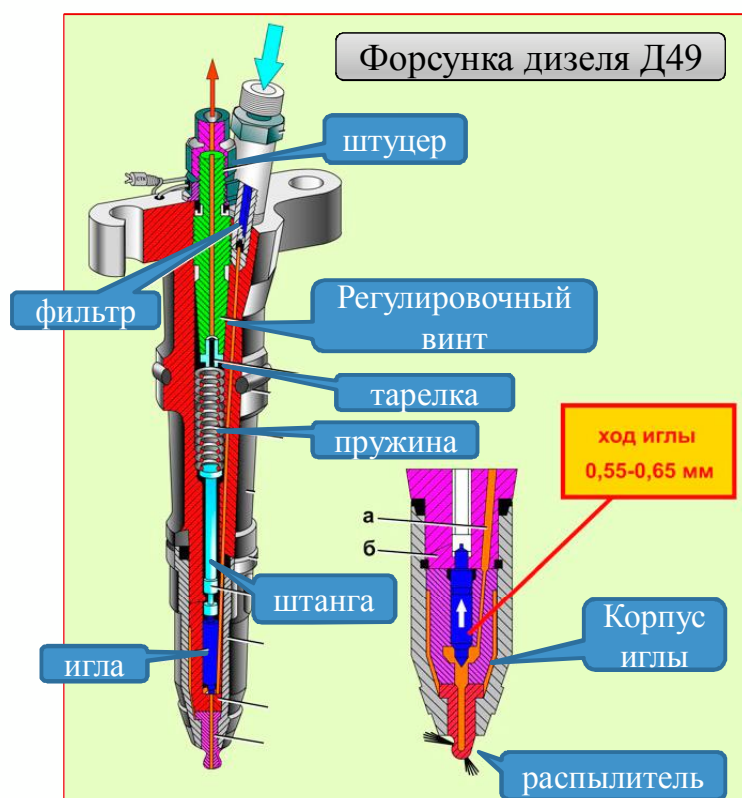
Если паз плунжера совмещен с отверстием в гильзе (1), то топливо в цилиндры не поступает, т.к. над плунжерное пространство сообщается с топливным коллектором.

Форсунки тепловозных дизелей

Форсунки являются неотъемлемыми спутниками ТНВД и работают они совместно.

По классификации форсунки разделяют:

Открытого типа и закрытого.

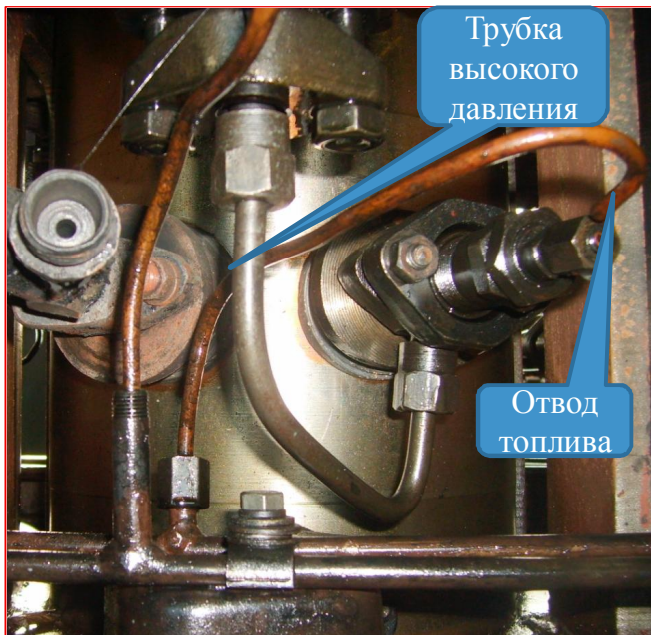


Форсунки открытого типа применяют на дизелях малой мощности они не имеют запирающей подвижной иглы и пружины. Давление впрыска, начало и конец подачи топлива полностью зависят от характеристик ТНВД, трубопровода или специального дозирующего устройства.

Недостаток – подтекание топлива после окончания впрыска в цилиндр.

Форсунки закрытого типа по способу запирания иглы подразделяют на форсунки с механическим, гидравлическим, пневматическим, электрическим и комбинированным запорным устройством.

Распыливающие устройства – это корпус иглы распылителя и сопловые наконечники – могут выполняться цельными (ПД1М, 310DR) и составными (10Д100, 14Д40, Д49).



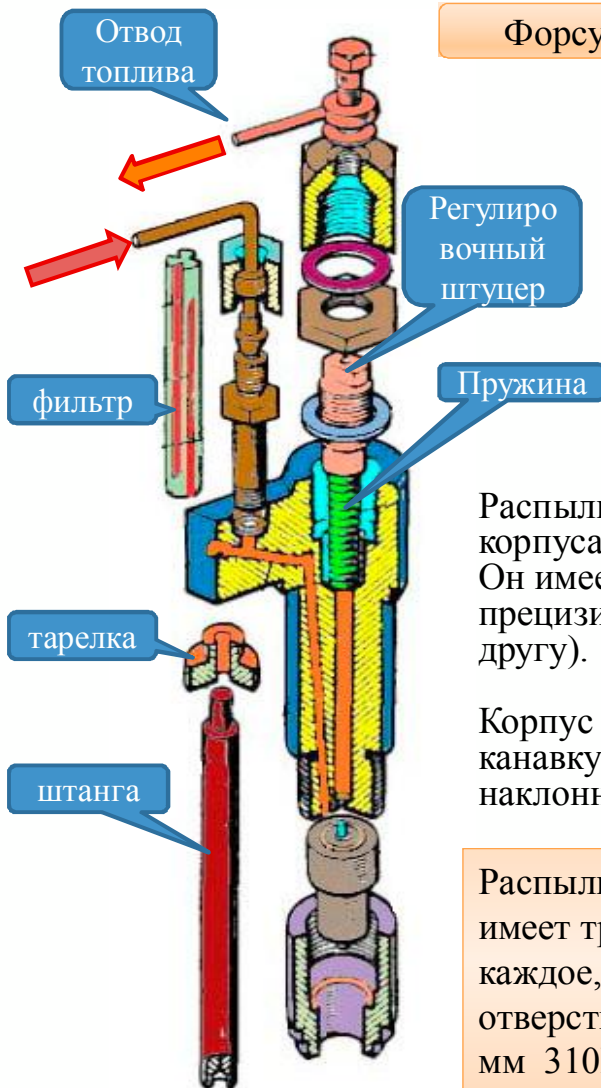
Форсунки обеспечивают впрыскивание топлива в камеру сгорания в мелкораспыленном виде. Чем меньше диаметр капель тем быстрее они нагреваются и лучше смешиваются, улучшая горение.

Форсунки различаются конструкцией распылителя, размерами проходных сечений, количеством и размерами сопловых отверстий, массой и размерами.

Топливо подается через форсунки под высоким давлением от 200 до 1200 кгс/см².

Состоит из стального корпуса имеющий бурт в который устанавливают. Распылитель, ограничитель подъема иглы, щелевой фильтр, сопловый наконечник и стакан с пружиной.

Форсунка дизеля 310DR



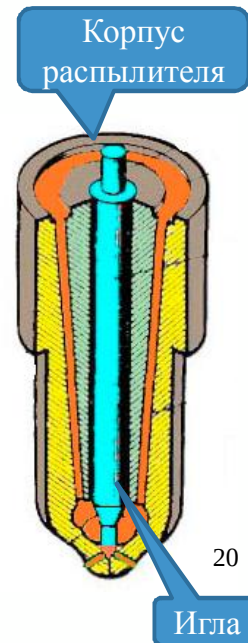
Имеет стальной корпус в котором размещают штангу она опирается нижней частью в иглу, а верхней через тарелку и пружину в регулировочный штуцер. Выступ и корпус форсунки имеет наклонные каналы.

Для очистки топлива в штуцер подвода топлива вставляют щелевой фильтр имеющий шесть тупиковых канавок.

Распылитель крепят в нижней части корпуса форсунки. Он имеет корпус с иглой составляющие прецизионную пару (притерты друг к другу).

Корпус имеет в верхней части кольцевую канавку которая соединяется с тремя наклонными каналами в корпусе.

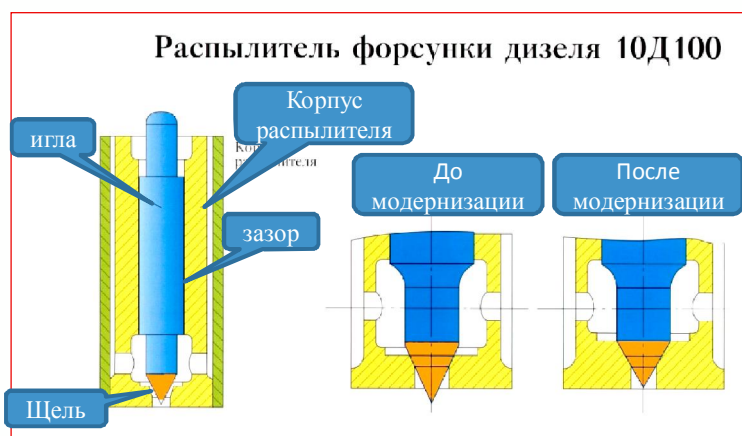
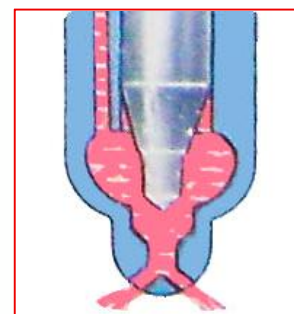
Распылитель форсунки дизеля 10Д100 имеет три отверстия диаметром 0,56 мм каждое, форсунки дизелей 11Д45 восемь отверстий диаметром 0,4 и 0,35 мм и 0,42 мм 310DR.



Игла имеет в нижней части два конических пояска, где нижним садится в седло корпуса, а на верхний действует давление топлива из трех наклонных отверстий для подъема иглы.

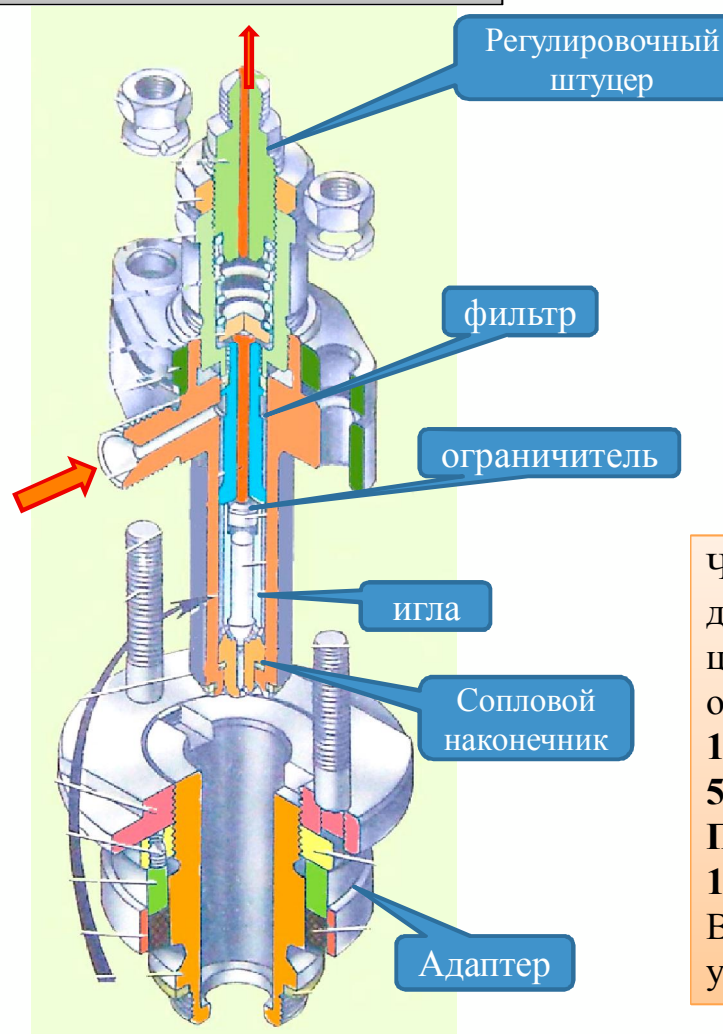
Скорость струи топлива, выходящей из форсунки, достигает 250—350 м/с. Для сравнения скорость звука 330 м/с.

Давление рассчитывается таким образом чтобы обеспечить необходимую дальнбойность струи, но так чтобы не попадало на стенки цилиндра, что будет приводить к охлаждению.



Качество распыливания топлива определяется тонкостью, однородностью, дальнбойностью и углом конуса струи. Чем выше давление впрыска, меньше диаметр сопловых отверстий и больше противодействие сжатого воздуха, тем меньше размеры капель и лучше равномерность распыливания и процесс сгорания топлива. Тонкость распыливания оценивается диаметром капель.

Форсунка дизеля 10Д100



Чем короче трубка высокого давления, тем лучше для впрыска топливной порции.

После нагнетания ТНВД топлива на конце иглы возрастает до **300 кгс/см²** и поднимает иглу (**0,4 – 0,7 мм**) преодолевая усилие пружины открывает доступ в камеру сгорания. **210 кгс/см² (0,45-0,05) у 10Д100.**

Чем больше рабочий объем цилиндра тем доза подаваемого топлива больше. цикловая подача на максимальных оборотах составляет:

14д40 – 1,38 г.
5Д49 – 1,44г.
ПД1М – 1,46г.
10Д100 – 0,54*2г

В режиме холостого хода в 7 – 20 раз уменьшается.



Могут возникнуть в процессе работы топливной системы.

- Засорение трубопроводов и фильтров
- Попадание воздуха в топливную систему
- Недостаточная подача топлива ТН
- Засорение отверстий распылителя форсунки
- Износ плунжерных пар ТНВД
- Заедание иглы распылителя
- Нарушение регулировки момента и равномерности подачи топлива ТНВД в цилиндры



Контрольные вопросы

- Назначение топливной системы низкого давления?
- Перечислите элементы, которые входят топливную систему низкого давления?
- Назначение топливной системы высокого давления?
- Перечислите элементы, которые входят топливную систему высокого давления?
- Какой тип топливной системы применяется на дизелях?
- Показатель, характеризующий самовоспламеняемость топлива в цилиндрах?
- Показатель, характеризующий качество распыливания и однородность рабочей смеси ?
- Показатель, характеризующий свойство топлива испаряться?
- Какую длину имеют топливопроводы высокого давления для каждого цилиндра?
- На какое давление регулируют предохранительный клапан топливной системы дизеля ?
- На какое давление регулируют перепускной клапан топливной системы дизеля?
- Как создается высокое давление в ТНВД?
- На какую высоту поднимается игла распылителя в форсунке дизеля?
- Какой тип форсунки применяют на дизелях?
- Какое давление создается в форсунках дизелей для подъема иглы?

Основные принципы работы регуляторов тепловозных дизелей



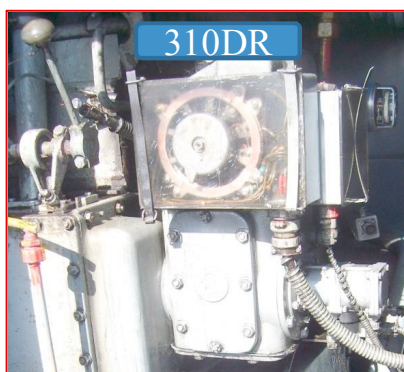
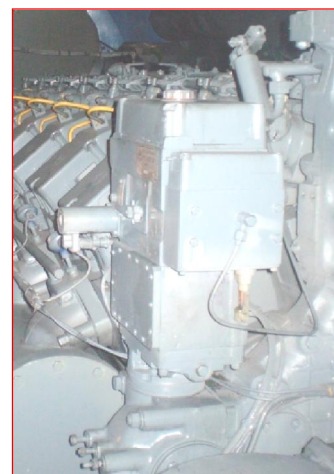
10Д100

Поддержание постоянной заданной частоты вращения коленчатого вала на каждой позиции КМ вне зависимости от нагрузки дизеля.

Нагрузка дизеля – это мощность, которую от него отбирают передача (электрическая, гидравлическая) к движущим колесам тепловоза и вспомогательные агрегаты.

Обеспечивают возможность использования полной мощности дизеля при различных условиях движения тепловоза и при включении и выключении вспомогательных агрегатов.

7РС2 на дизелях типа Д49

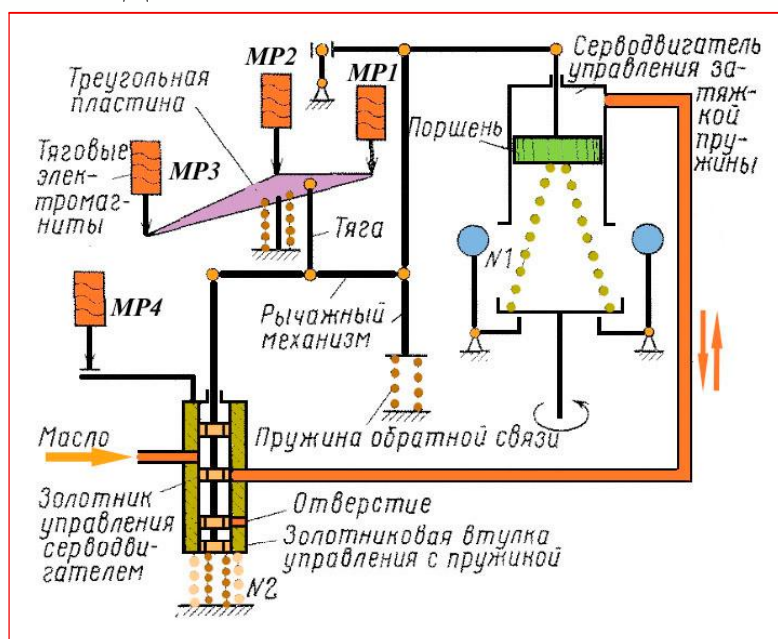


310DR

На тепловозных дизелях устанавливаются изодромные (равнобегающий) регуляторы непрямого действия с обратной связью.

Объединенный Регулятор Числа оборотов дизеля 10Д100 и 310DR.

- Непрямого действия – используется сервомотор (гидроусилитель).
- Всережимный, т.е. пружина имеет затяжку по числу позиций КМ.
- Центробежный – действие основано на центробежных силах, возникающих при разных значениях частоты вращения его грузов.
- **Объединенный** - за счет регулирования внешнего момента на валу **ТГ** т.е. по частоте вращения и нагрузки дизеля, через регулятор мощности RPM – 310DR, ИД – 10Д100.



Служит для поддержания постоянной заданной частоты вращения коленчатого вала и поддержания постоянной мощности ДГУ в определенных пределах положения КМ. Для дистанционного управления дизелем и остановки. Для защиты дизеля от перегрузки и от понижения давления масла в системе.

Резистор

Нагрузка

Верхний серводвигатель

Рычаг

Пружина-компенсатор

Поршень с отверстиями

Цилиндр

Нижний серводвигатель

Нижний золотник

0 100 мм

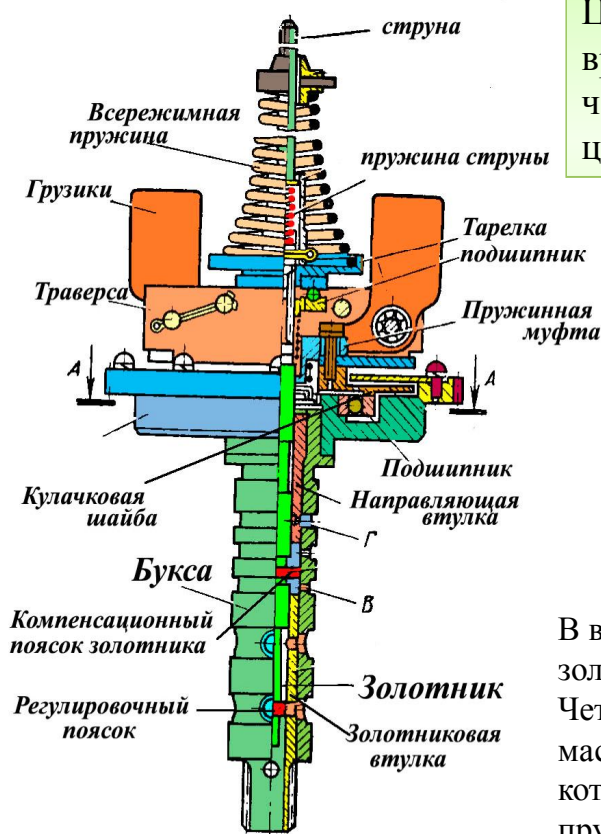
Выключающее устройство (**МР5**) отключает **ИД** во время пуска дизеля и при боксовании **КП**.

[illegible]

- Серводвигатель дистанционного управления всережимной пружиной
- Силовой поршень (гидроусилитель) связанный через масляный канал с блокировочным магнитом *БМ*
- Золотниковая часть управления с центробежным элементом
- Золотниковая часть управления электромагнитами *МР*
- Золотниковая часть управления *ИД* (регулятора мощности)
- Буферный поршень (изодром)
- Масляный насос
- Гидро-аккумулятор
- Корректор нагрузки

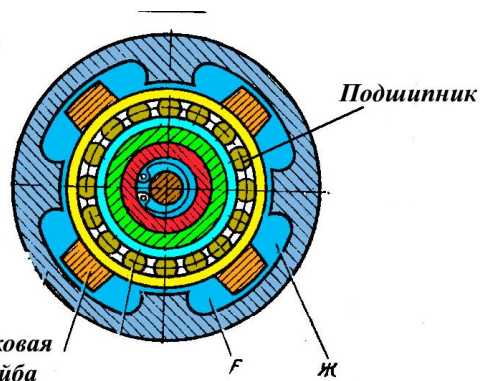
24

- **Регулятор скорости - Измеритель частоты вращения и серводвигатель.**
- Измеритель центробежного типа состоит из двух грузов с траверсой и всережимной пружины.
- Золотниковая часть вращается в центре (привод от НКВ).



Центробежный измеритель (датчик) частоты вращения коленчатого вала, преобразующий частоту вращения коленчатого вала в центробежную силу вращающихся грузов.

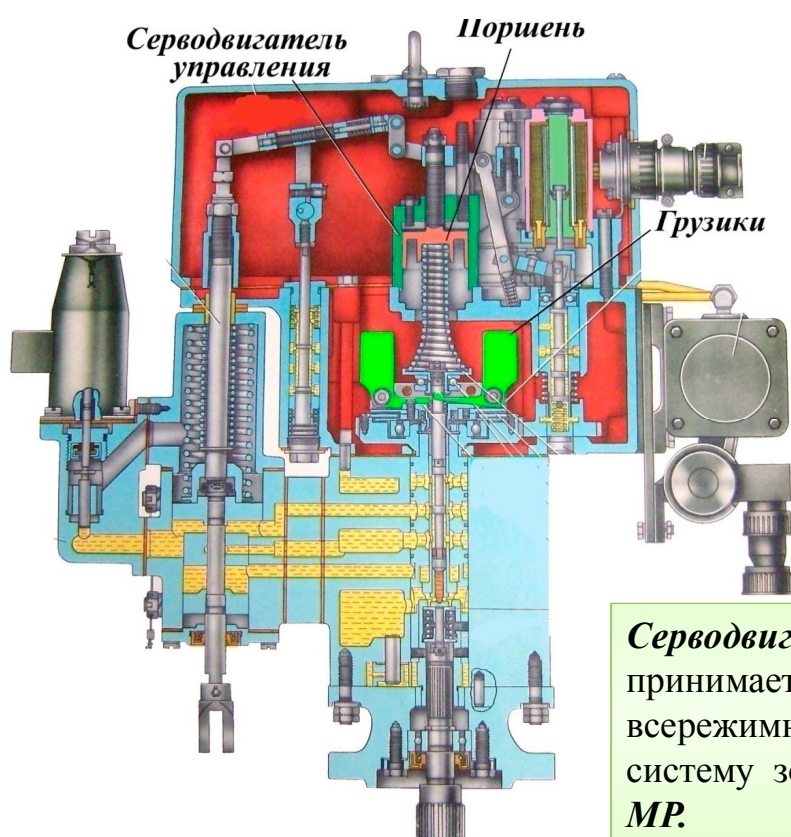
Полости в шестерни, кулачковая шайба и пружинная муфта составляют пружинно-гидравлический демпфер, который гасит колебания привода регулятора.



В верхней части крепят шестерню для привода золотниковой части электромагнитов **МР**. Четыре полости в шестерне предназначены для заполнения маслом и в них входят четыре кулачковые шайбы на которых крепят траверсу с двумя грузами и фланец с пружинной муфтой.

Золотниковая часть управления - это букса в которой находится золотник с подвижной втулкой.

- Золотник управляет движением поршня сервомотора (ГУ).
- Букса имеет по своей длине отверстия и проточки с которыми она сообщается с корпусом регулятора.



Грузики - качаются на игольчатых подшипниках своих осей, а концы рычагов через тарелки и шариковый подшипник упираются в пружину измерителя, а пружина в поршень **серводвигателя управления**. **Центробежная сила вращающихся грузов уравнивается усилием всережимной пружины.**

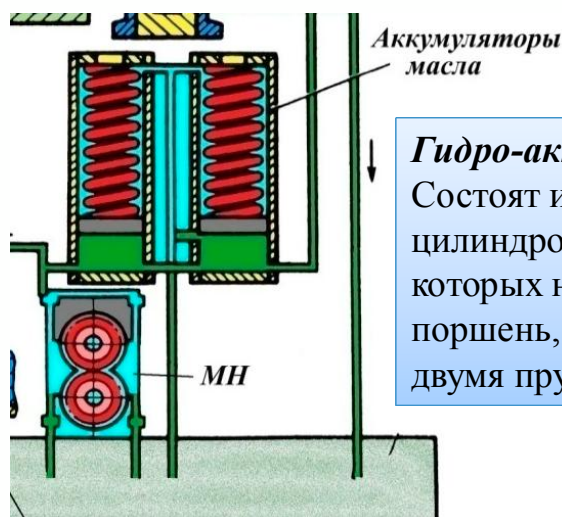
Серводвигатель регулятора скорости принимает сигнал **от КМ** и управляет затяжкой всережимной пружины, через рычажную систему золотниковой части электромагнитов **МР**.

- **Гидравлический Усилитель регулятора** имеет силовой поршень с обратной пружиной он обеспечивает усилие необходимое для перемещения реек **ТНВД**.
- В верхней части через коромысло и рычаг связан с поршнем серводвигателя управления.



Шток в крышке уплотняют сальником, а для соединения с рычажной системой в нижней части имеет серьгу.

Масляный насос создает давление масла в корпусе регулятора $6-7 \text{ кгс/см}^2$ и нагнетает в гидро-аккумуляторы, которые служат для создания запаса масла постоянного давления, после поступает в пространство между дисками золотников.

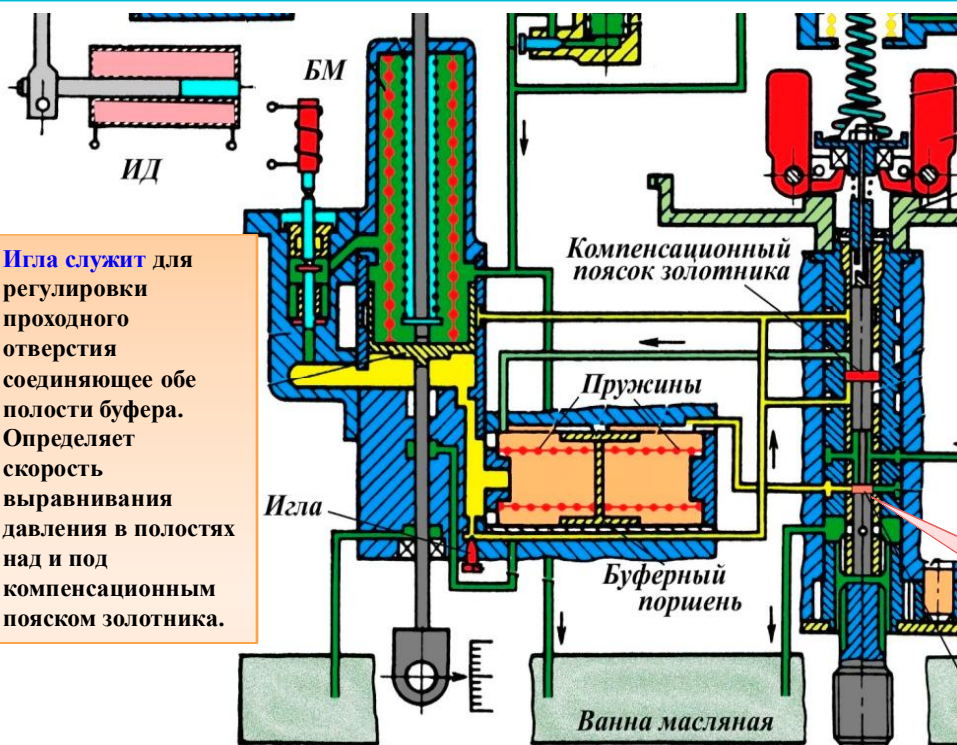


Гидро-аккумуляторы

Состоят из двух цилиндров, в каждом из которых находится поршень, нагруженный двумя пружинами.

Буферный поршень (компенсатор)

Изодромная обратная силовая связь При наличии гибкой обратной связи удастся сохранить постоянной частоту вращения вала дизеля при разных нагрузках. служит для устойчивого процесса регулирования.



Игла служит для регулировки проходного отверстия соединяющее обе полости буфера. Определяет скорость выравнивания давления в полостях над и под компенсационным пояском золотника.

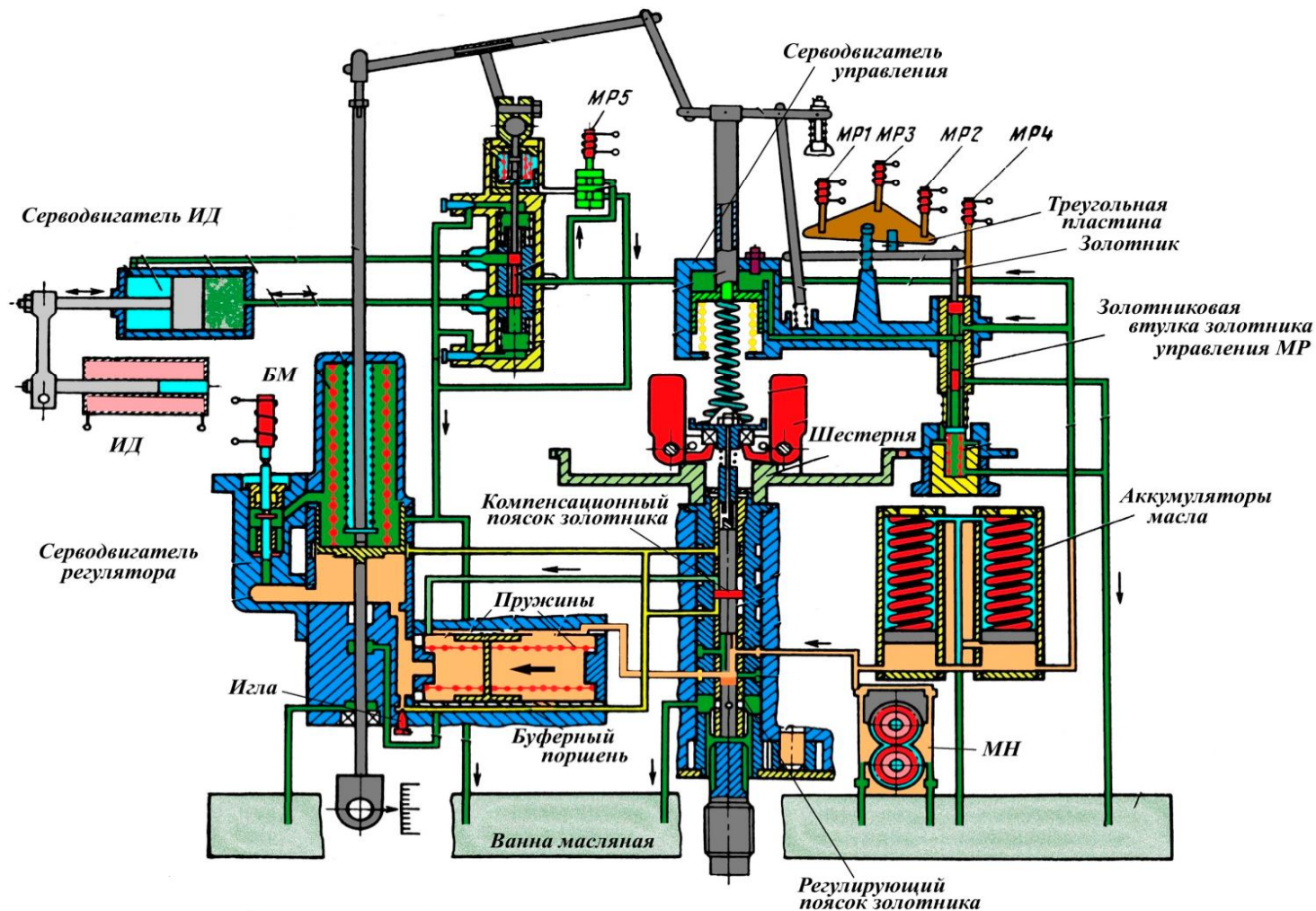
Состоит:

Поршень с двумя пружинами, дросселирующая игла.

Компенсационный пояс на золотнике и для подвода масла к поршню буфера регулирующий пояс.

Регулирующий пояс.

Обе полости буфера сообщаются между собой непосредственно для улучшения переходных процессов (при больших изменениях нагрузки), а также соединяются с каналами над и под компенсационным пояском золотника буксы.



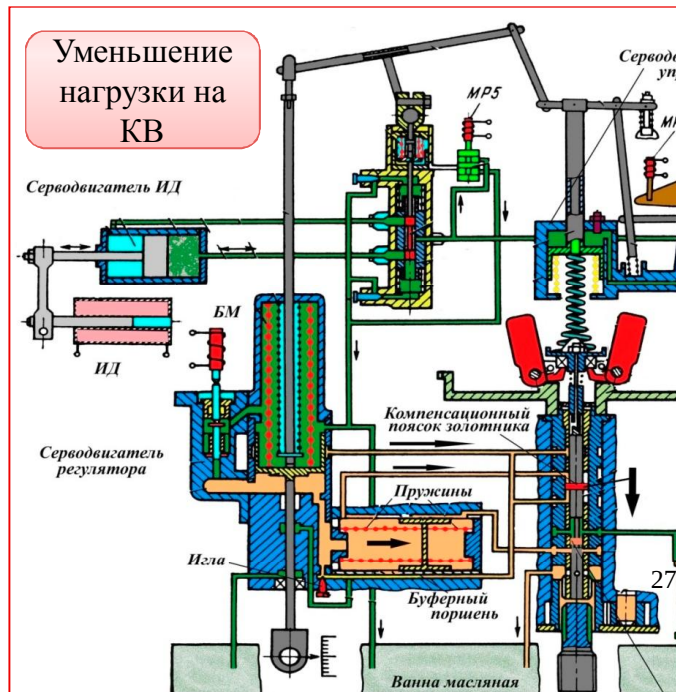
- Золотник и силовой поршень **ГУ** находятся в нижнем положении.
- При раскрутке **КВ** дизеля начинает вращаться масляный насос регулятора, где под давлением нагнетает масло в полость буфера смещая поршень (влево) и вытесняя масло под силовой поршень для его подъема. (Т.е. вывода реек ТНВД на максимальную подачу топлива).

При установившемся режиме.

Золотник своим регулирующим пояском перекрывает доступ масла к буферу, где давление масла под силовым поршнем **ГУ** и в буфере выравнивается

При уменьшение нагрузки - Частота вращения вала увеличивается грузы расходятся поднимая золотник который регулирующим пояском перепускает масло из буфера которое вытесняется под действием пружины силового поршня сервомотора в масляную ванну регулятора.

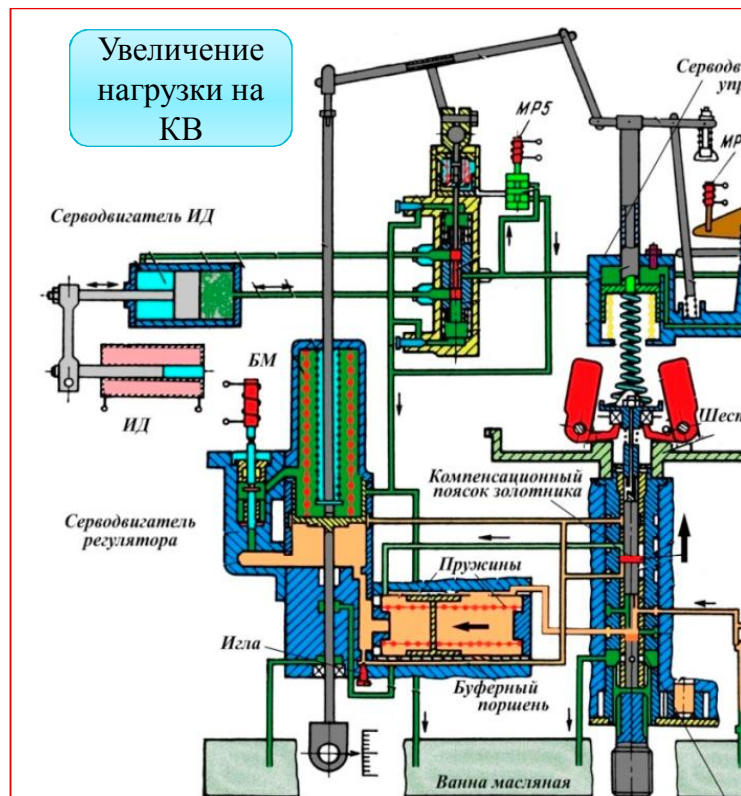
Давление возрастает до тех пор пока вместе с действующей вниз силой всережимной пружины не уравнивается сила грузов и не опустит золотник который регулирующим пояском перекрывает окно слива из буфера.



При увеличении нагрузки - Частота вращения вала дизеля уменьшается грузы сходятся золотник опускается, открывает канал от аккумуляторов в буфер.

Одновременно при движении буферного поршня и поршня **ГУ** перепад давления в обеих полостях буфера передается в полость над и под компенсационный поясок золотника, т.к. в нагнетаемой полости буфера давление больше, чем в вытесняемой то и более высокое будет под пояском золотника и оно будет возрастать до тех пор пока оно **вместе с силой от грузов** не преодолеет усилие всережимной пружины и не поднимет золотник который перекрывает **регулирующим пояском доступ масла в буфер**.

После перекрытия канала, поршень буфера возвращается в среднее положение и давление в полостях выравнивается через иглу.



Дистанционное управление частотой вращения вала ДГУ (электрогидравлическое управление).

Золотник и втулка снизу имеют возвратные пружины, где пружина золотника входит в контакт с рычагом треугольной пластины (**MP1,2,3**), а пружина втулки удерживает якорь **MP4**.

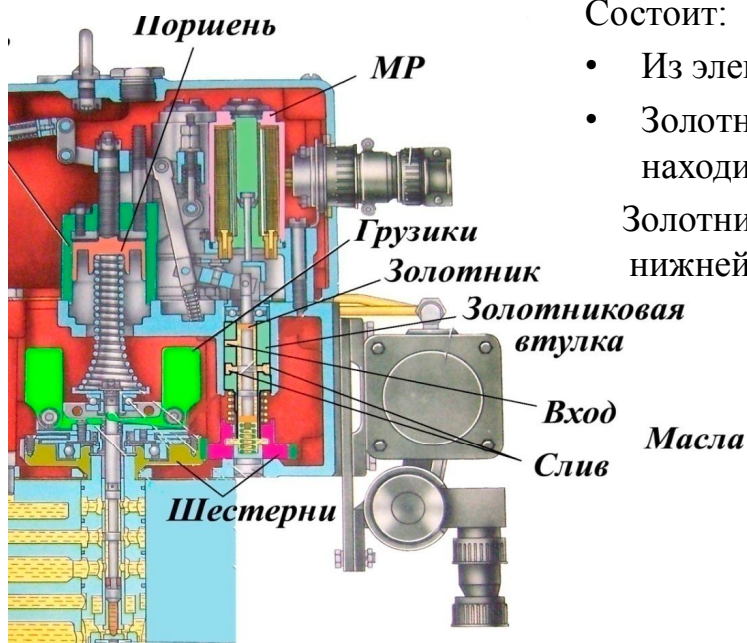


Электромагниты

Состоит:

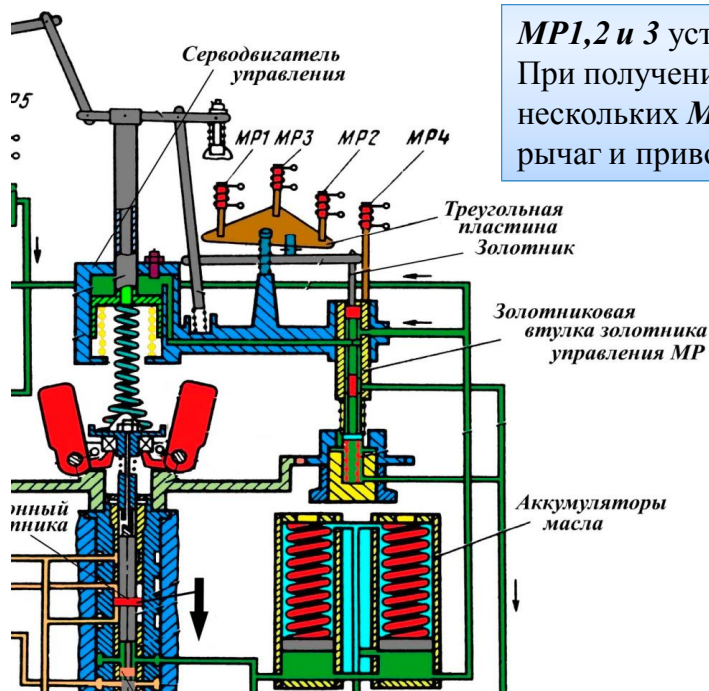
- Из электромагнитов **MP1-MP4**
- Золотникового устройства (втулка в которой находится золотник).

Золотник имеет два диска в верхней части и в нижней.



Втулка имеет три окна одно в верхней для подвода масла (регулирующие отверстие оно определяет скорость затяжки пружины) и два для слива в средней и в нижней части. На нижнюю часть втулки посажена шестерня которая входит в зацепление с шестерней измерителя скорости.

- **Электромагниты МР** – служат для изменения положения золотника, т.е. подачи масла в серводвигатель управления который воздействует на всережимную пружину изменяя центробежную силу грузиков.
- Для обеспечения устойчивости процесса задания частоты вращения имеет жесткую обратную связь состоящую из тяги и двух рычагов, где тяга при помощи рычагов соединена с тягой поршня серводвигателя управления и с золотником **МР**.



МР1,2 и 3 устанавливаются на треугольную пластину.

При получении питания или обесточивании одного или нескольких **МР** треугольная пластина смещается воздействуя на рычаг и приводя в движение золотник.

МР4 действует противоположно МР1,2,3.

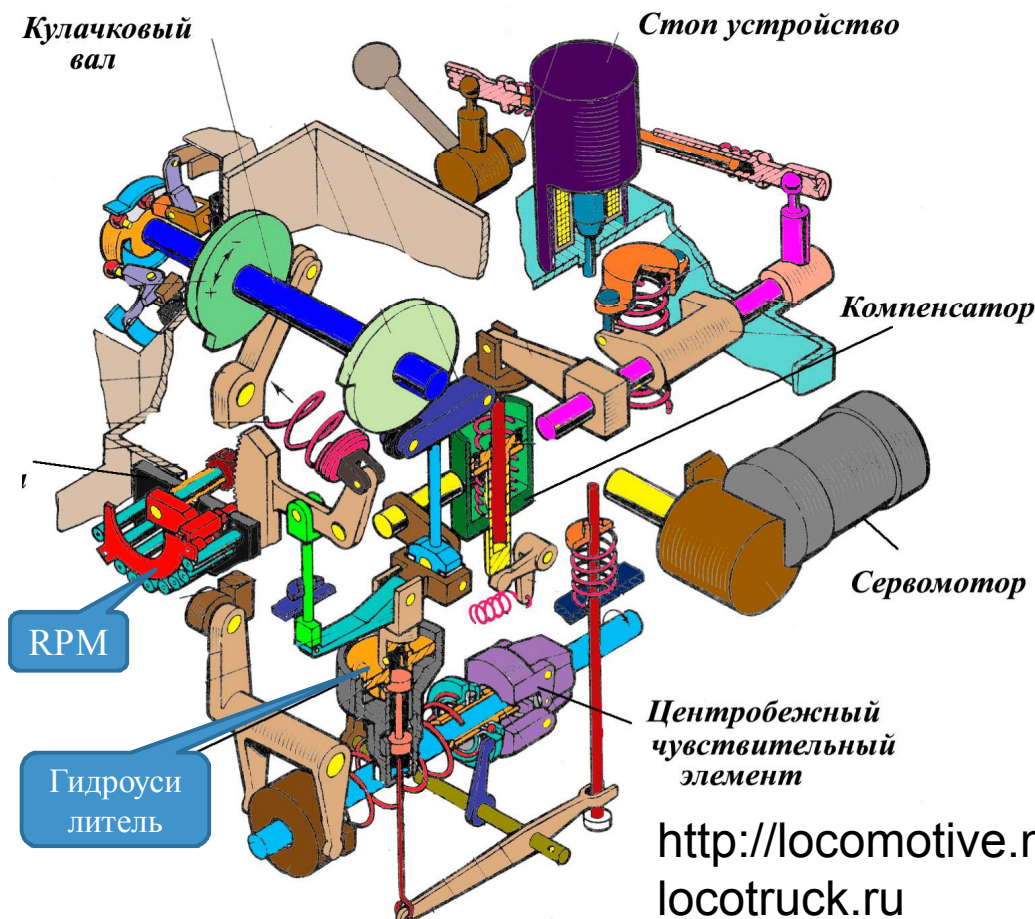
МР4 управляет золотниковой втулкой смещая вниз, открывая окно на слив масла из поршня управления, где обратная связь перемещает золотник вниз перекрывая окно в золотниковой втулке диском золотника.

Включением **трех МР** в определенной последовательности достигается семь различных ступеней.

При обесточивании **МР4** втулка под действием пружины поднимается и открывает подвод масла к поршню серводвигателя управления.

МР4 в комбинации с МР1,2,3 удваивает число ступеней затяжки всережимной пружины.

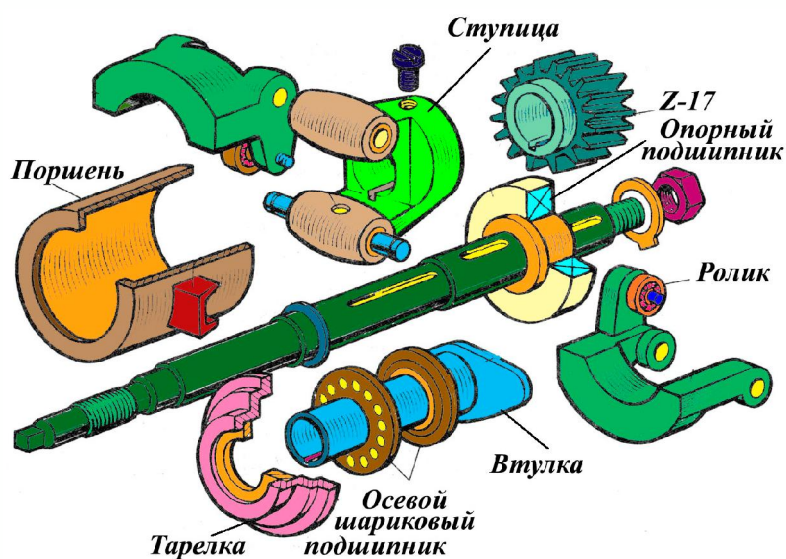
Регулятор числа оборотов дизеля 310DR обеспечивает защиту дизеля от перегрузки и от понижения давления масла в системе.



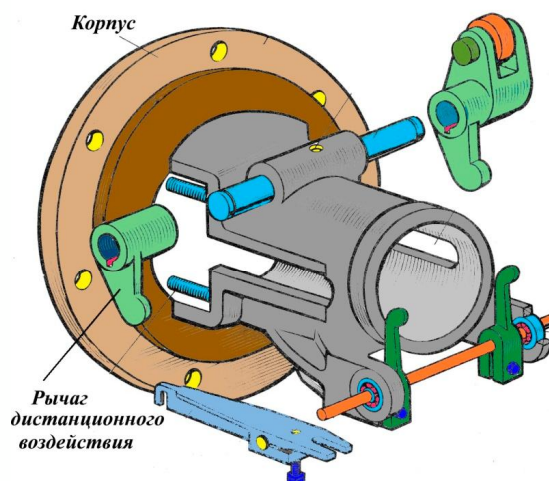
Состоит:
Центробежного чувствительного элемента,
Гидравлического усилителя, Компенсатора неравномерности хода, Регулятора мощности (RPM), Механизма остановки дизеля (ЭМОД).

Центробежный чувствительный элемент.

Состоит из двух центробежных грузов, которые расположены на ступице имеющей форму вилки и посажены на входной вал, который установлен в нижнем корпусе в двух шариковых подшипниках.



Грузики имеет форму двуплечего рычага, где малое плечо имеет ролик, а большое выполняет роль груза.

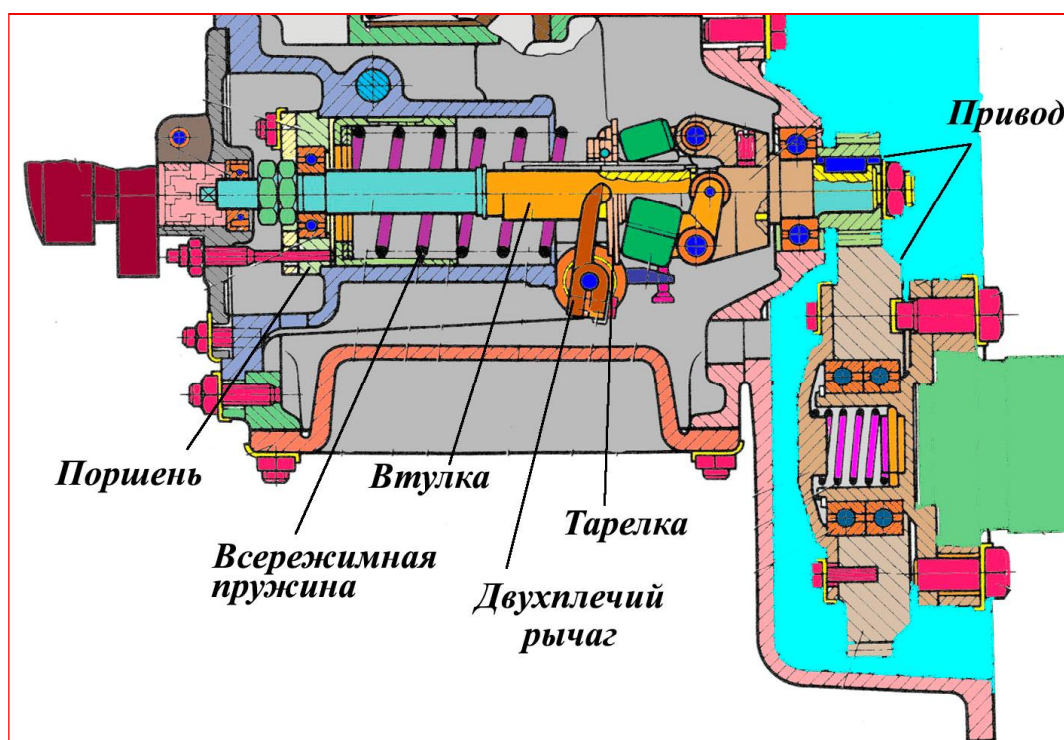


Всережимная пружина упирается в поршень который имеет свой корпус. В выступы поршня упирается двуплечий рычаг который закреплен на валу в корпусе поршня.

В нижней части корпуса в двух шарикоподшипниках установлен валик, который имеет два одноплечих рычага в средней части они упираются в тарелку всережимной пружины

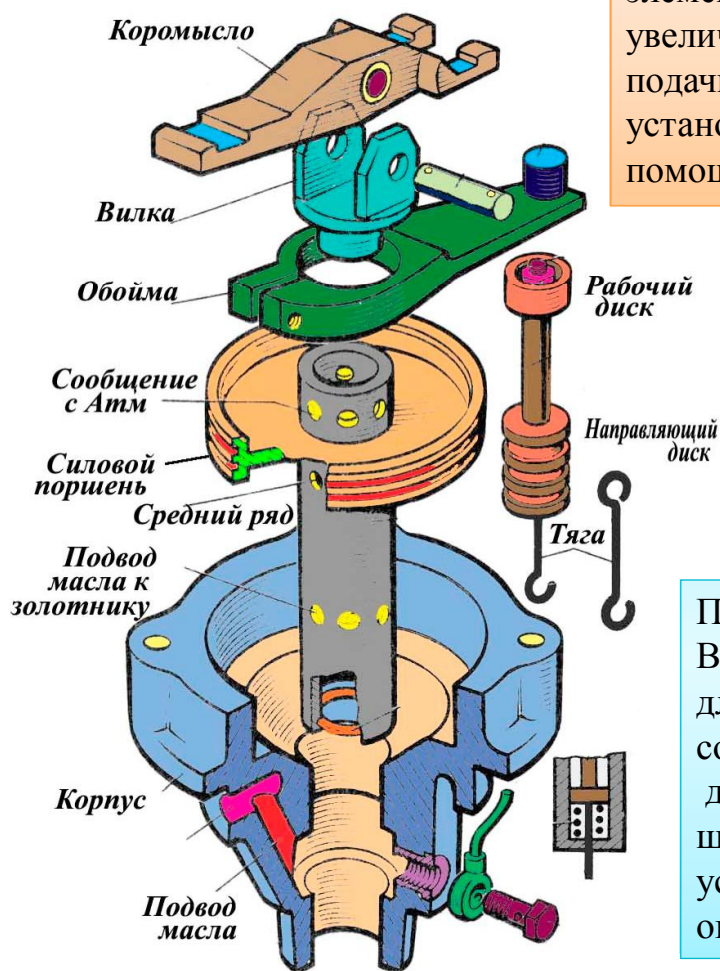
Бронзовая втулка установлена на входном валу и вращается вместе с валом постоянно взаимодействуя с всережимной пружиной через упорный шариковый подшипник и тарелку.

Втулка вдоль вала перемещается на **7,5 мм**, где ограничением для нее является кольцо на валу.



Гидравлический усилитель.

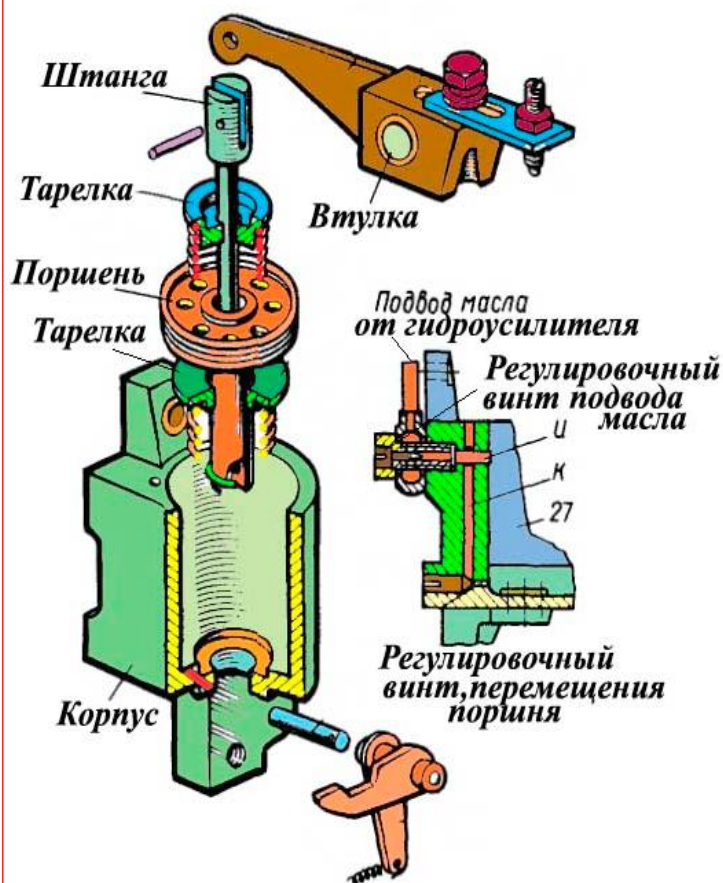
Служит для усиления сигнала от центробежного элемента поворачивая вал управления ТНВД на увеличение подачи топлива, а для уменьшения подачи топлива служит возвратная пружина установленная на регулировочном валу при помощи двуплечего рычага



В чугунном корпусе находится стальной силовой поршень с пустотелым штоком в котором расположен золотник с возвратной пружиной.

Поршень имеет две кольцевые канавки. В верхней части штока закрепляют обойму для управления компенсатором, вилку для соединения с коромыслом, где длинное плечо имеет паз под передаточную штангу регулятора мощности, а в короткое устанавливают шаровую опору под ограничительную штангу.

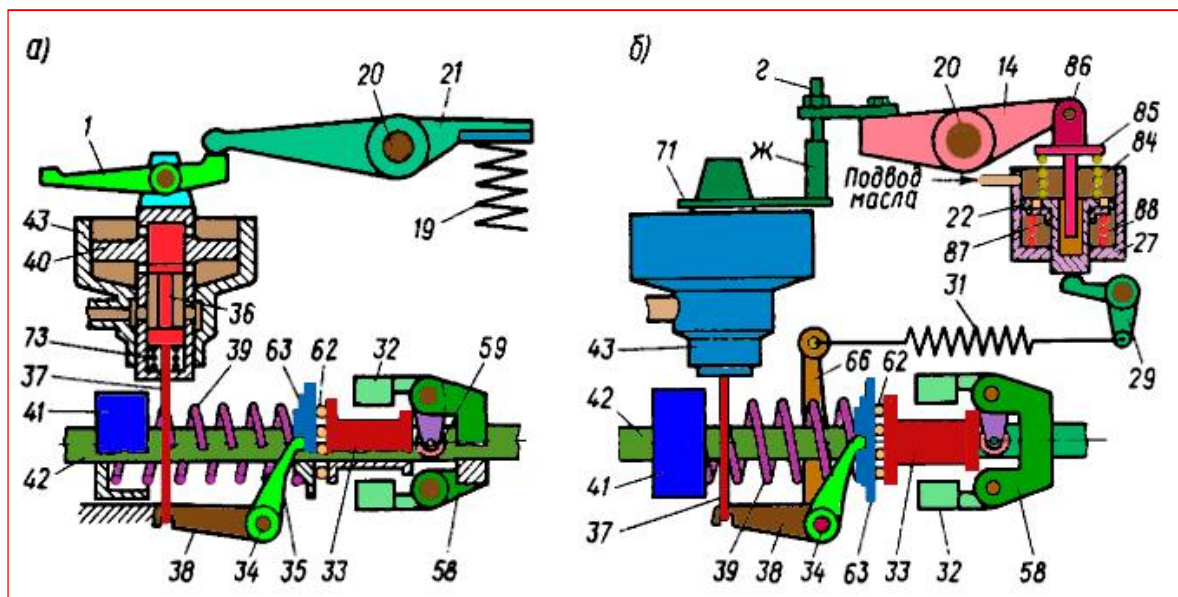
Компенсатор. Служит для уравнивания центробежного элемента.



В чугунном корпусе установлен стальной поршень с пустотелым штоком имеющий в нижней части ограничительное кольцо. Поршень имеет полукруглую уплотнительную канавку, а сверху отверстия закрываемые тарелкой прижимаемой пружиной. В верхней части поршень имеет пружину с тарелкой (тарельчатый клапан — перепускает масло под поршень) внутри которых проходит штанга входящая в зацепление с длинным плечом рычага установленного на регулировочном валу.

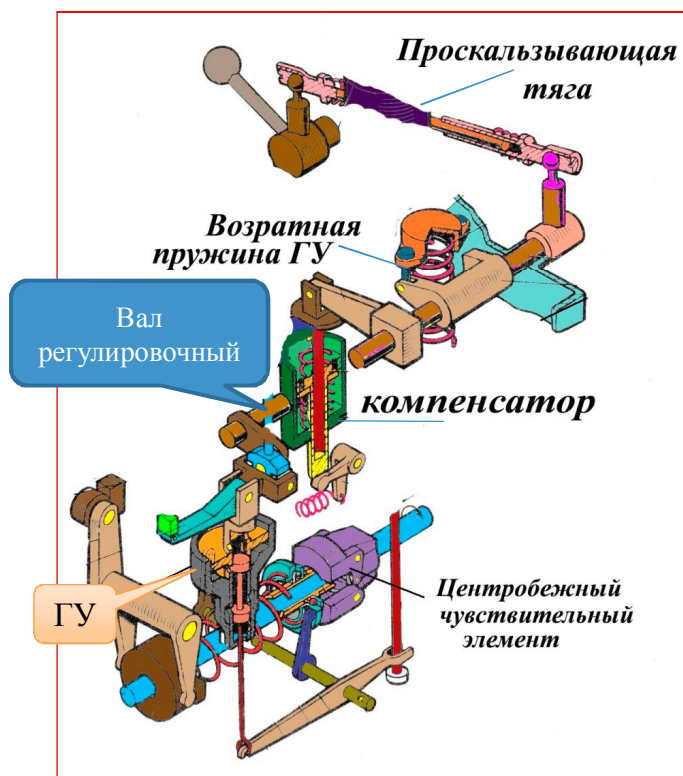
Изменение нагрузки.

При вступлении в работу вспомогательного оборудования, изменяется частота вращения **КВ** на уменьшение. Грузики сходятся становясь меньше силы пружин (золотника **73**, центробежной **39**, компенсаторной **31**), т.е. пружины действуют через тарелку **63**, подшипник **62** и втулку **33** уравнивают грузы.



Золотниковая пружина **73** поднимает золотник **36**, который нижней кромкой перепускает масло из системы в полость под силовой поршень гидроусилителя. (в штоке средний ряд отверстий).

Поршень **40** начинает подниматься вверх (вслед за золотником) преодолевая усилие обратной пружины **19** и через коромысло **1** на гидроусилителе и двуплечий рычаг **21** обратной пружины поворачивают регулировочный вал **20** в сторону увеличения подачи топлива. А через выступ обоймы **71** и регулировочный винт **2** воздействует на рычаг **14** компенсатора, и под его воздействием поршень **22** (компенсатора) опускается.



Для синхронной работы движение поршня замедляется при помощи масла, которое поступает от ГУ .

Шток поршня давит на верхнее плечо рычага **29** под компенсатором который натягивает пружину **31** увеличивая усилие на тарелку **63** всережимной пружины **39**.

Регулировочный вал

Служит для передачи усилия от гидроусилителя на вал управления ТНВД, через проскальзывающую тягу. На вал закрепляют двуплечий рычаг для возвратной пружины ГУ, рычаг для связи поршня с компенсатором.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Какие функции выполняют регулятор частоты вращения и регулятор мощности в системе автоматического регулирования ДГУ.
- Что означают понятия «изодромная обратная связь», «всережимный регулятор»?
- Для чего в регуляторах применяется гибкая обратная связь по скорости перемещения рабочего органа?
- Назначение гидроусилителя ОРЧО дизеля?
- Назначение компенсатора регулятора дизеля?
- Почему регулятор дизеля называют непрямого действия?
- Почему регулятор дизеля называют центробежным?
- Что входит в центробежный измеритель?
- Как изменяется центробежная сила вращающихся грузов регулятора дизеля?
- Какую роль выполняет центробежный элемент регулятора дизеля?
- Зачем нужна обратная жесткая связь золотника гидроусилителя с компенсатором?
- Какие действия происходят в регуляторе при увеличении нагрузки на КВ?
- Какие действия происходят в регуляторе при уменьшении нагрузки?

<http://locomotive.nethouse.ru/>
locotruck.ru

Управление дизелем

Механизм выключения рядов ТНВД.

В системе управления на левой и верхней правой тяги установлен механизм отключения ТНВД.

Предназначен для предотвращения разжижения масла топливом.

Отключение происходит

На правой стороне дизеля отключает 5-ть ТНВД, при помощи ВП9 на нулевой и 1-й позиции Х/Х., а также на 1-й позиции под нагрузкой (цилиндры 2,3,6,8,9).

На левой стороне дизеля при помощи ВП6 отключается 10-ть ТНВД на всех позициях Х/Х.



При работе дизеля на нулевой и 1-й позициях работают пять ТНВД на правой стороне (1,4,5,7,10 цилиндры).

Дизель в режиме работы работает *на 5-ти, 10-ти, 15-ти и 20-ти насосах.*

- На 5-ти ТНВД Х/Х

Нулевая и 1-я позиция работают цилиндры правой стороны 1,4,5,7,10.

- На 10-ти ТНВД

со 2-й по 15-ю на Х/Х все 10-ть правого ряда.

- На 15-ти ТНВД

с 1-й позиции под нагрузкой 10-ть левого и 5-ть правого ряда.

- На 20-ти ТНВД

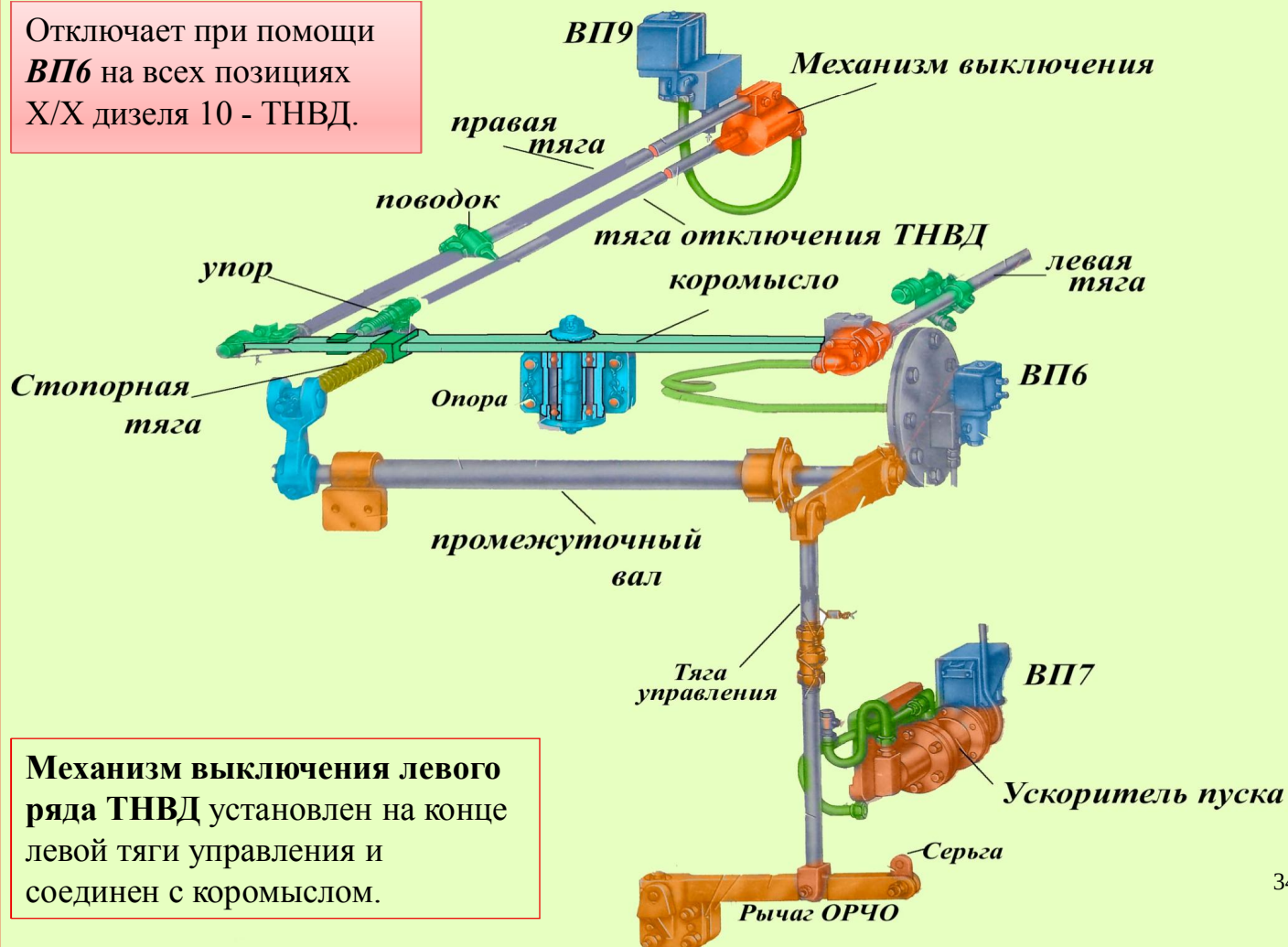
Под нагрузкой со 2-по 15 позиции КМ.

И во время запуска дизеля.



На дизелях 10Д100М оборудованных двухрежимными форсунками, механизм отключения 5-ти ТНВД с правой стороны дизеля отключен или не установлен.

Отключает при помощи **ВП6** на всех позициях Х/Х дизеля 10 - ТНВД.



Механизм выключения левого ряда ТНВД установлен на конце левой тяги управления и соединен с коромыслом.

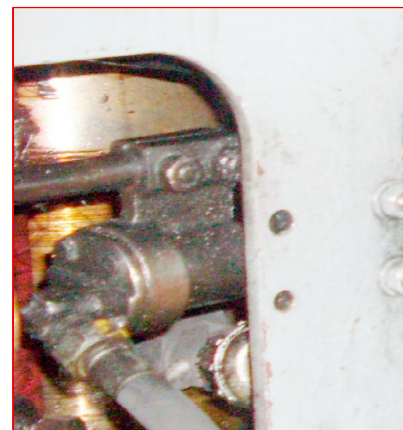
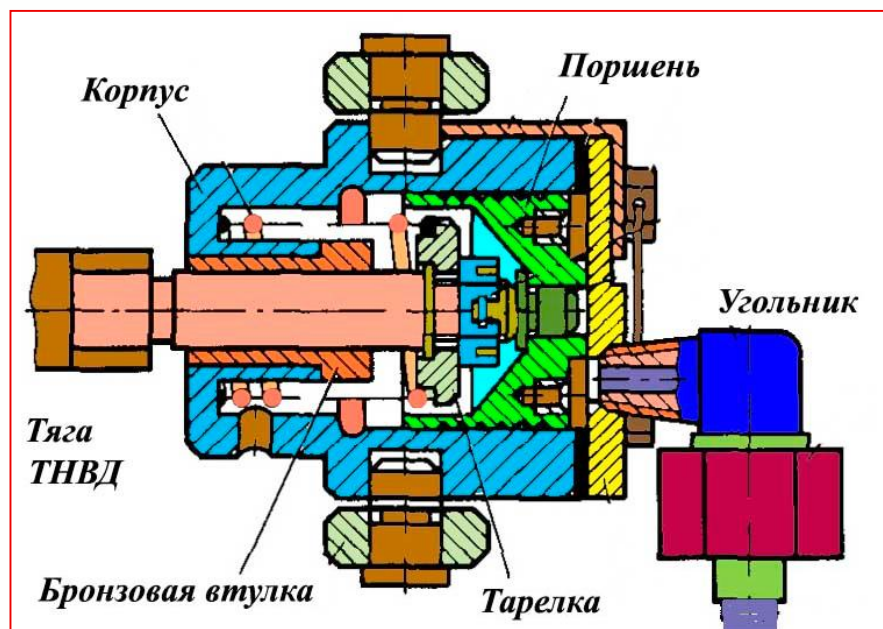
Пневмопривод отключения ТНВД

Поршень прижат к крышке при помощи пружины.

В крышку завернут угольник для подвода воздуха от **ВП6**.

На Х/Х воздух поступает под давлением **5-6 кгс/см²** преодолевает усилие пружины и передвигает поршень который передвигает правую тягу (нижнюю) выключая насосы **2,3,6,8,9**.

Состоит из корпуса в который установлен бронзовый поршень, возвратная пружина и тарелка.



Верхняя тяга связана с коромыслом и рейками ТНВД 1,4,5,7 и 10-м цилиндрами управляется ОРД

Ускоритель пуска дизеля.

- Служит для облегчения запуска дизеля после продолжительной работы, т.к. в регуляторе масло нагревается и уменьшается его вязкость и падает подача масла насосом тем самым увеличивая время на запуск при создании давления.
- Ускоритель во время запуска подает дополнительную порцию масла в серводвигатель обеспечивая ускоренный подъем штока ГУ.**



Установлен с левой стороны на блоке при помощи кронштейна около **ОРЧО** и с ним соединен двумя масляными трубками сливной и нагнетательной.

ВП7 (электронепневматический вентиль) перепускает воздух и воздушный поршень преодолевая усилие пружины передвигается вместе с масляным поршнем, который выжимает масло из нагнетательной полости сервомотора по трубке в гидро-аккумуляторы регулятора, создавая давление и ускоряя перетекания масла под силовой поршень **ГУ**.

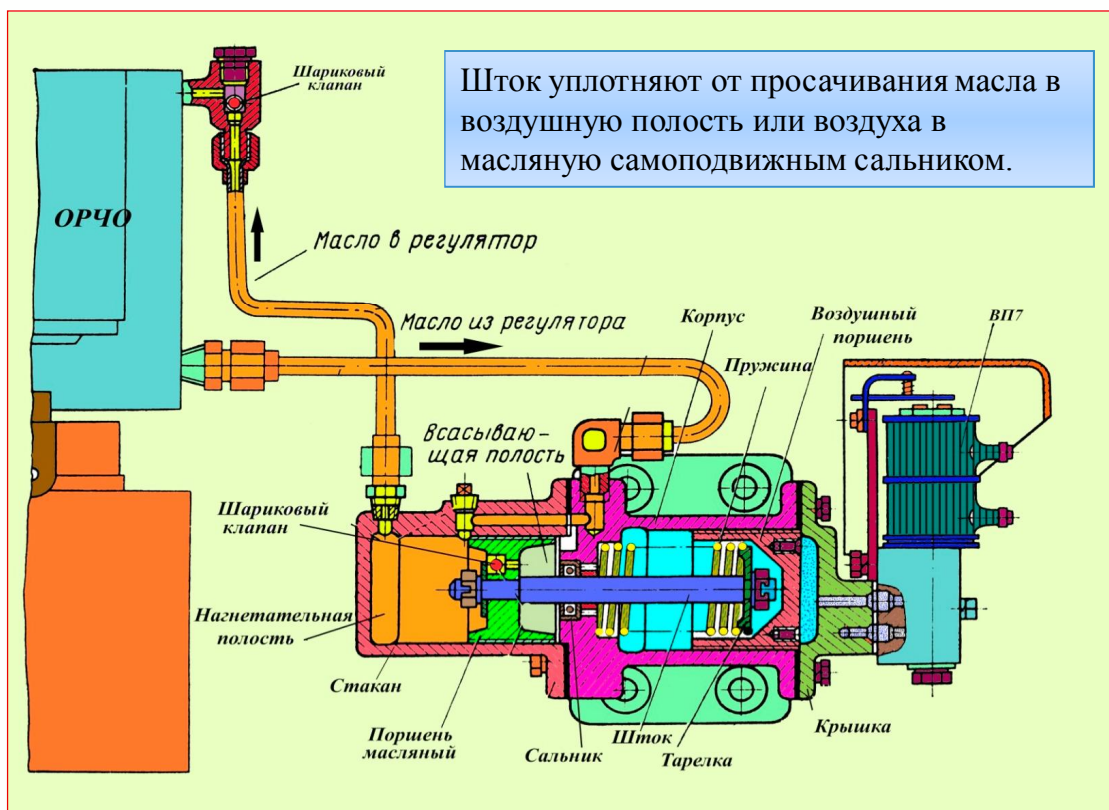
Масляная полость сервомотора ускорителя соединена с масляной ванной регулятора

Состоит:

Из корпуса в котором расположен воздушный поршень имеющий возвратную пружину и тарелку, связанный при помощи штока с масляным поршнем, который установлен в стакан. В поршне установлен перепускной шариковый клапан.

для предотвращения перетекания масла из регулятора также устанавливают шариковый клапан.

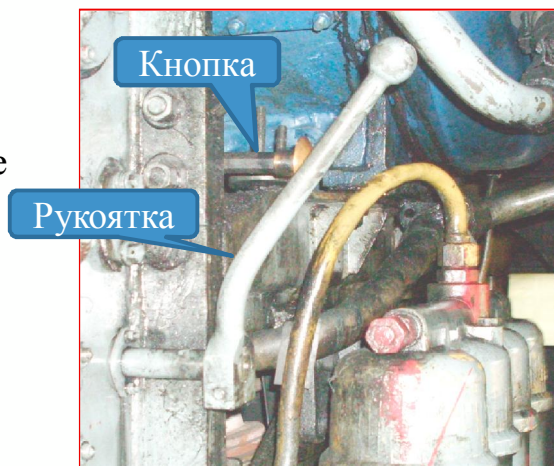
Когда катушка **ВП7** теряет питание, воздух выходит в **АТМ**, а пружина возвращает поршень, где масло из всасывающей полости через клапан перетекает в нагнетательную.



Аварийная остановка дизеля.

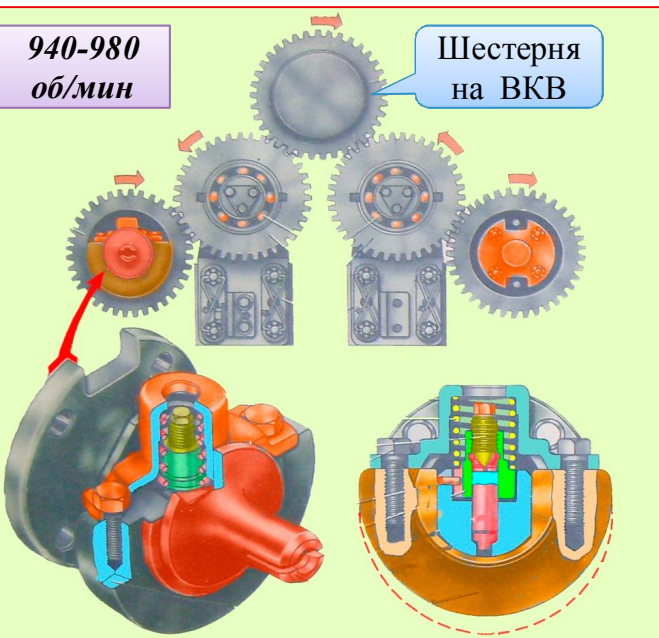
Служит для аварийной остановки дизеля и при увеличении частоты вращения вала дизеля выше допустимой.

- Установлен внутри отсека управления с правой стороны.
- Состоит из автомата выключения, вала взвода и механизма аварийной остановки.

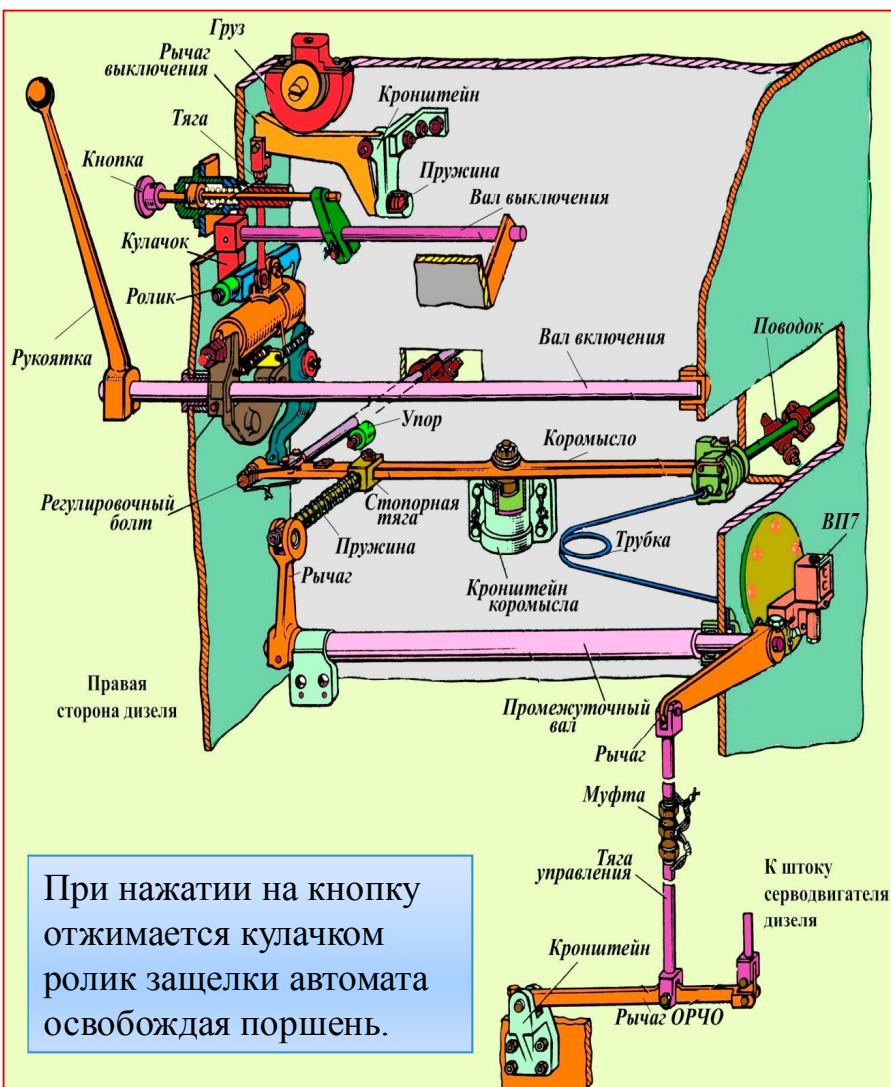


**940-980
об/мин**

Шестерня
на ВКВ

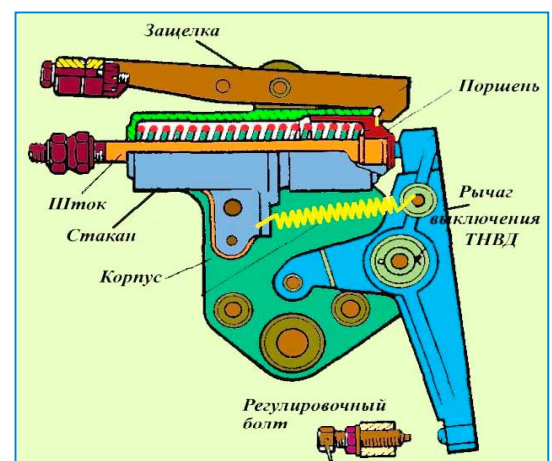


Автомат выключения останавливает дизель при помощи подковообразного груза, который устанавливают на кулачковый вал привода **ТНВД** с правой стороны. Срабатывает когда частота вращения вала дизеля достигает **940-980 об/мин** под действием центробежных сил преодолевает усилие своей пружины ударяет по нижнему рычагу выключателя 36 воздействуя на тягу.

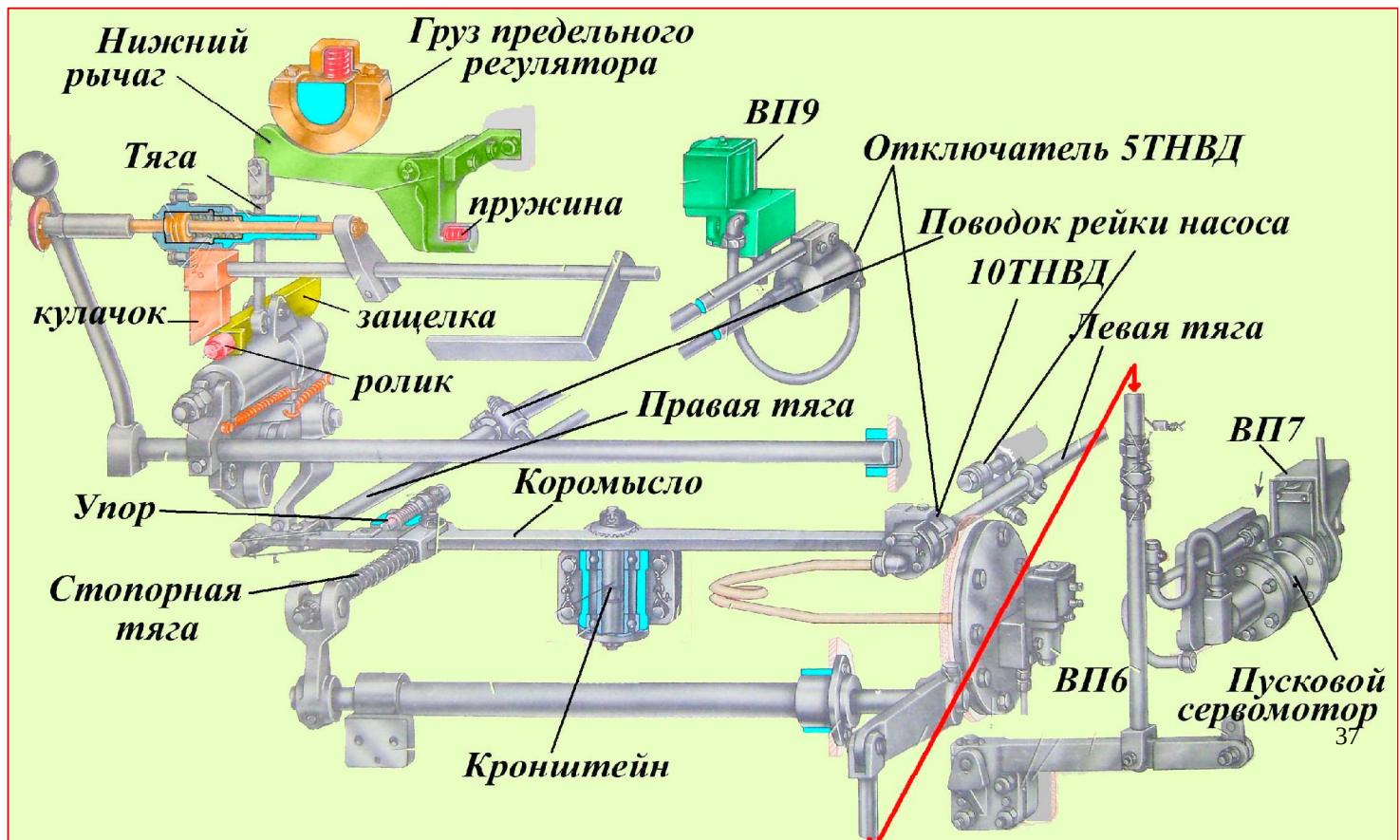


В стакан устанавливают поршень со штоком и пружиной. Поршень имеет кольцевую выточку на переднем торце для зацепления зуба защелки которая удерживает поршень в взведенном состоянии.

При взводе шток автомата возвращают в первоначальное положение рукояткой повторного включения.



Тяга опускаясь нажимает на защелку с зубом, освобождает поршень который под воздействием пружины выходит и при помощи штока воздействует на верхний конец рычага выключения, где нижний конец упирается в болт коромысла, тем самым отжимая и передвигая тяги управления в положение нулевой подачи.



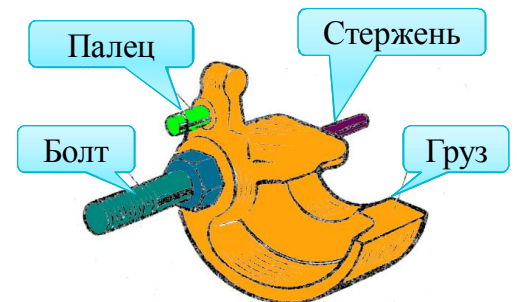
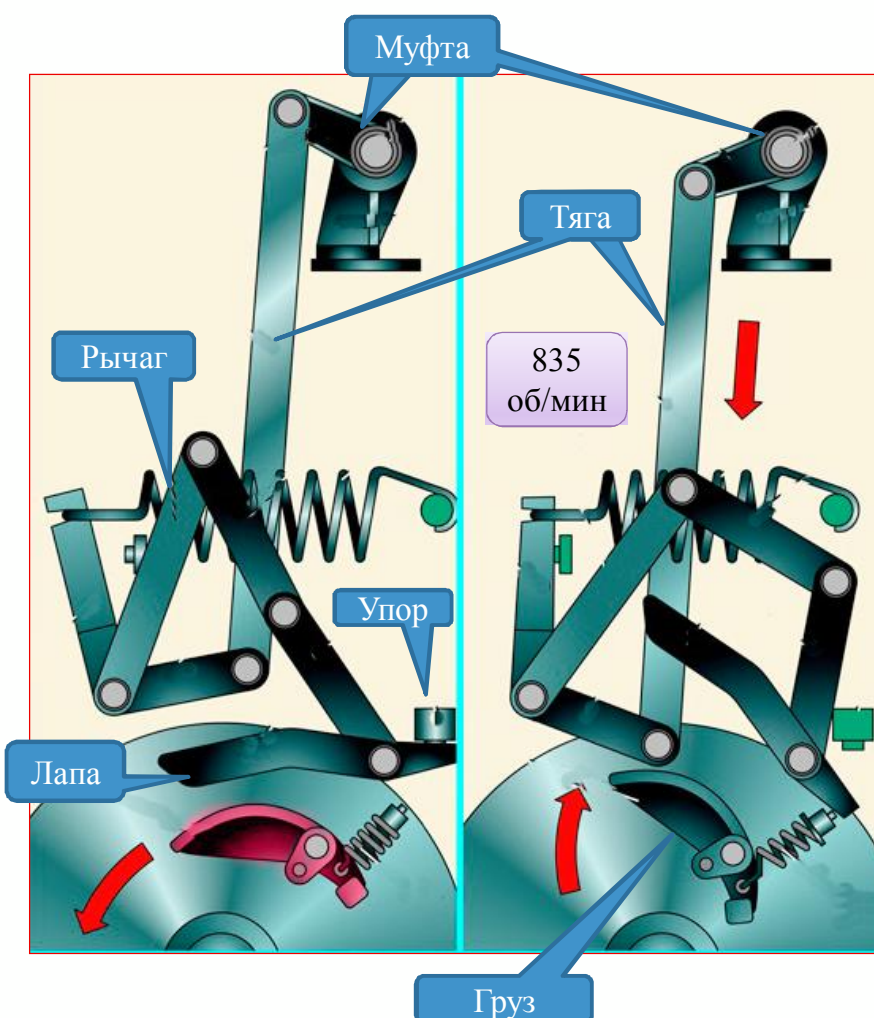
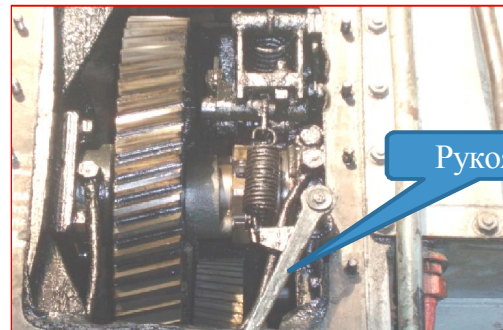
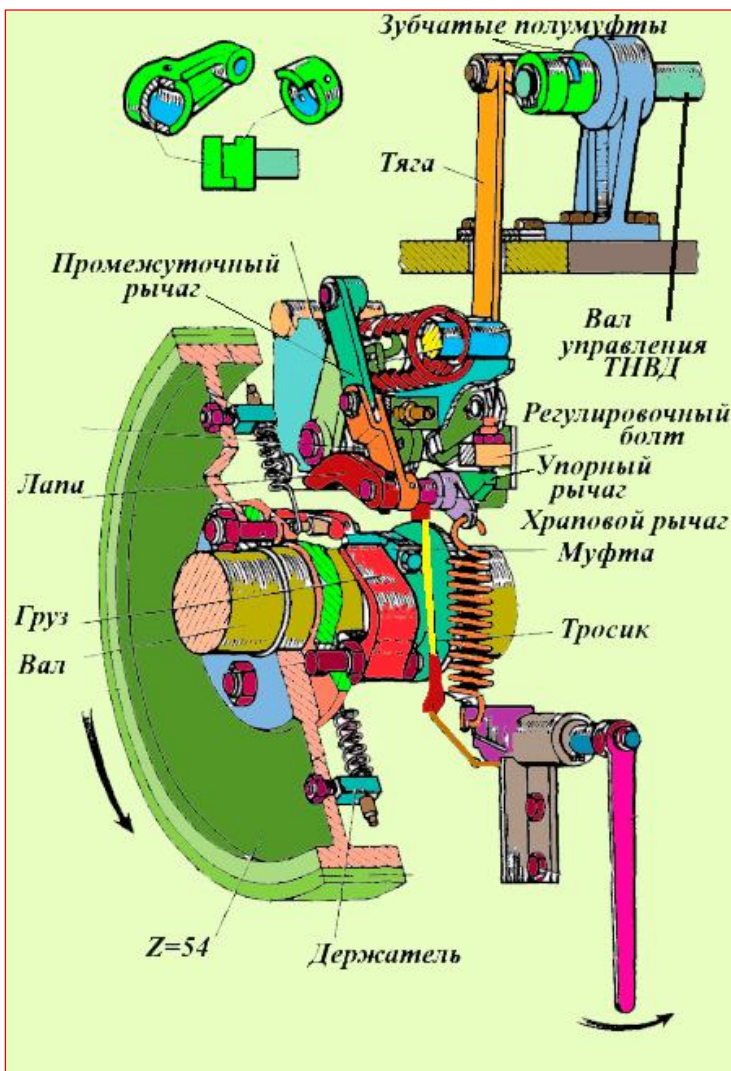
Предельный регулятор дизеля 310DR.

Служит для защиты дизеля от разноса, если частота вращения коленчатого вала достигнет 825-845 об/мин.

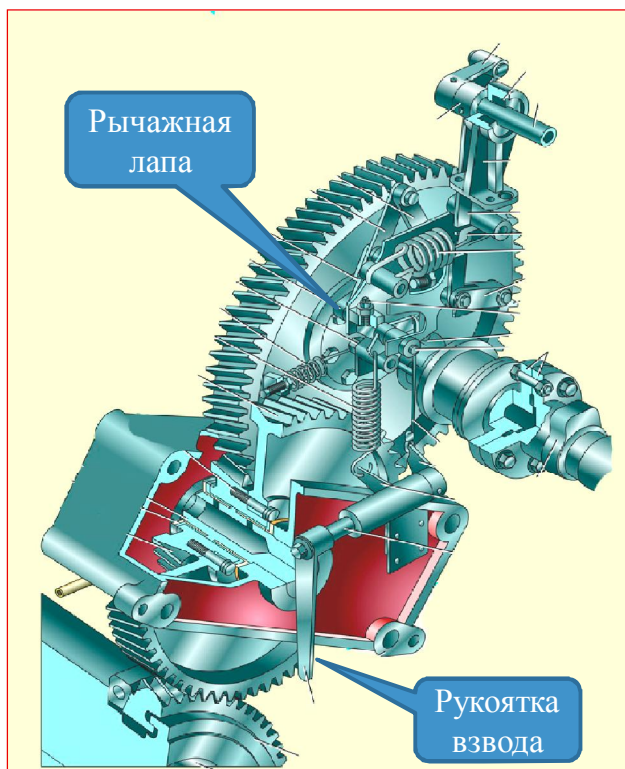
- Установлен в отсеке привода распределительного вала.

Состоит из двух центробежных грузов, механического усилителя и механизма взвода.

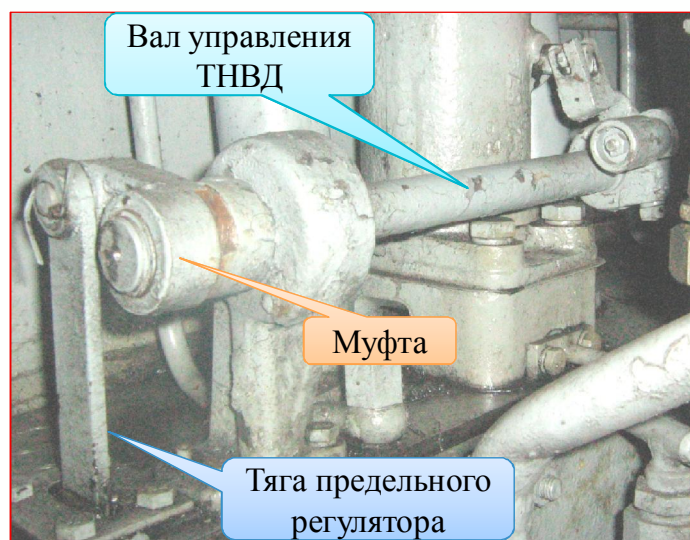
Механический усилитель служит для отключения **ТНВД** путем поворота вала управления.



Короткие плечи грузов с одной стороны имеют болты для зацепления пружины которая отрегулирована на растяжение при частоте вращения коленчатого вала 835 об/мин с другой стороны стержень который входит в пазы разъемной муфты она обеспечивает расхождение грузов на одинаковый угол, где поворот одного груза через стержень и муфту передается другому.



В корпус устанавливают два вала, один имеет рычажную лапу, короткий рычаг для соединения с промежуточным рычагом, упорный рычаг которым он упирается в регулировочный болт и храповой рычаг для зацепления с пружиной и ручкой взвода.



Второй вал имеет рычаг для связи валов через промежуточный с пружиной, которая работает на растяжение, и рычаг для связи с зубчатой полумуфтой вала управления ТНВД.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Назначение механизма отключения ТНВД?
- На каких позициях при работе дизеля отключают 10 ТНВД?
- Какие цилиндры работают на холостом ходу дизеля?
- Почему на дизелях 10Д100М отключают ВП9?
- Что входит в устройство механизма отключения ТНВД?
- Назначение ускорителя пуска дизеля и его принцип работы?
- Что такое аварийная остановка дизеля?
- Принцип работы автомата выключения?
- Что входит в устройство предельного регулятора на дизелях 310DR?
- Как происходит остановка дизеля при срабатывании предельного регулятора на дизелях 10Д100 и 310DR?

Назначение и условия работы системы воздухообеспечения дизеля.

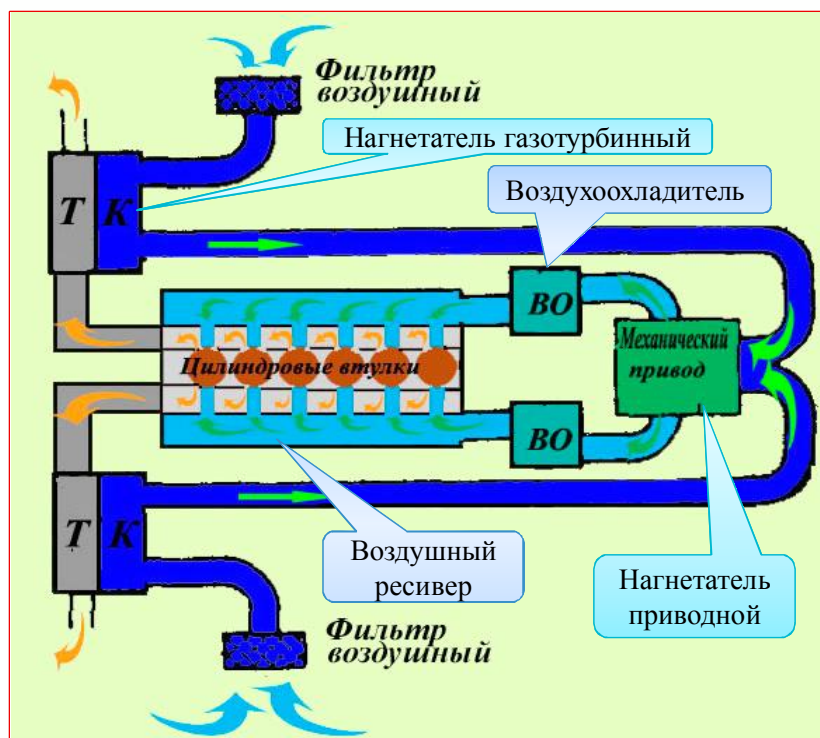
Для снабжения необходимым количеством чистого воздуха под избыточным давлением и наполнения цилиндров, а также для их продувки.



Воздух забирается извне тепловоза через воздухоприемные устройства.

Устройства, обеспечивающие подачу воздуха в дизель:

Воздухоприемные средства
Воздухоочистители
Нагнетатели воздуха
Воздухоохладитель
Воздушный ресивер
Выпускные коллекторы



Системы и агрегаты наддува дизеля различают

- По типу нагнетателя (Роторный и центробежный)
- Типу привода нагнетателя (Механический и газовый)
- Наличие и конструкция системы промежуточного охлаждения надвучного воздуха

Роторный имеет два типа

Роторный (объемный) отсутствует внутреннее сжатие.

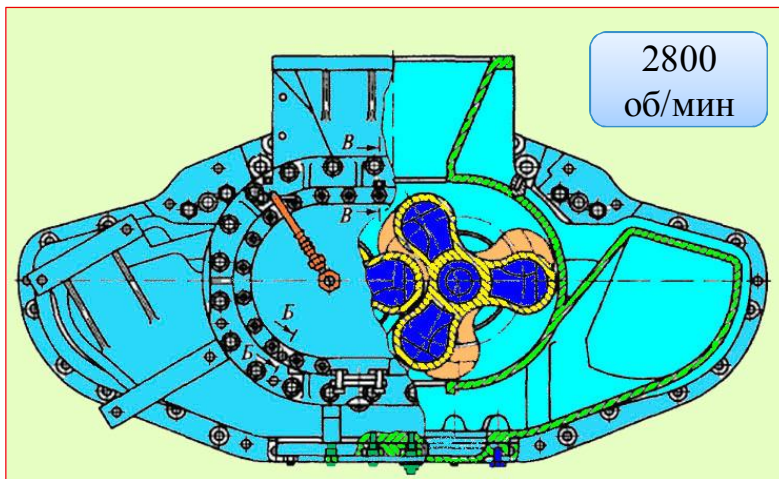
Роторно-шестеренный или компрессор с внешним сжатием

Имеет небольшой кпд до 75%.

Высокую зависимость от степени повышения давления и величины зазоров между лопатками роторов нагнетателя, невысокие (до 1,5) значения степени повышения давления в номинальном режиме работы. Сильный шум и пульсации давления во впускном коллекторе.



Применяют на тепловозах серии М62 с дизелями 14Д40 в качестве второй ступени наддува.



В объемных нагнетателях воздух, заключенный между лопастью ротора и корпусом, переносится без сжатия от всасывающего к нагнетательному патрубку, т.е. отсутствует так называемое внутреннее сжатие.

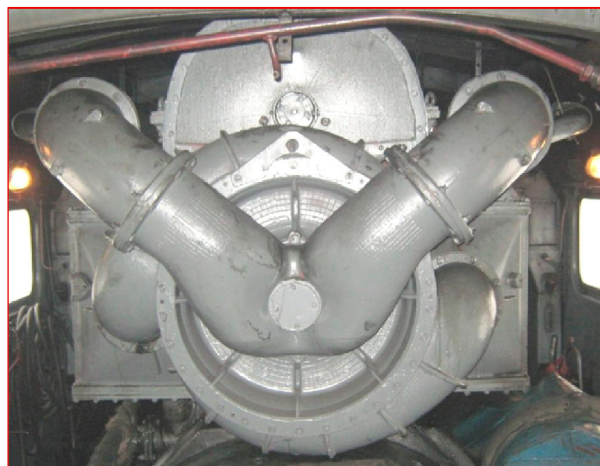
Поэтому эти нагнетатели называют – **Роторно-шестеренные или компрессорами с внешним сжатием.**

Состоит из корпуса, двух трехлопастных роторов и эластичной муфты, шестерен связи. Лопасти роторов – спиральные, что обеспечивает плавную подачу воздуха и уменьшает шум во время работы.

Нагнетатель приводится во вращение через упругую муфту и торсионный валик, предохраняющие ротор от крутильных колебаний дизеля, а зубчатые колеса привода – от перегрузки при резком изменении частоты вращения коленчатого вала.



Центробежный нагнетатель

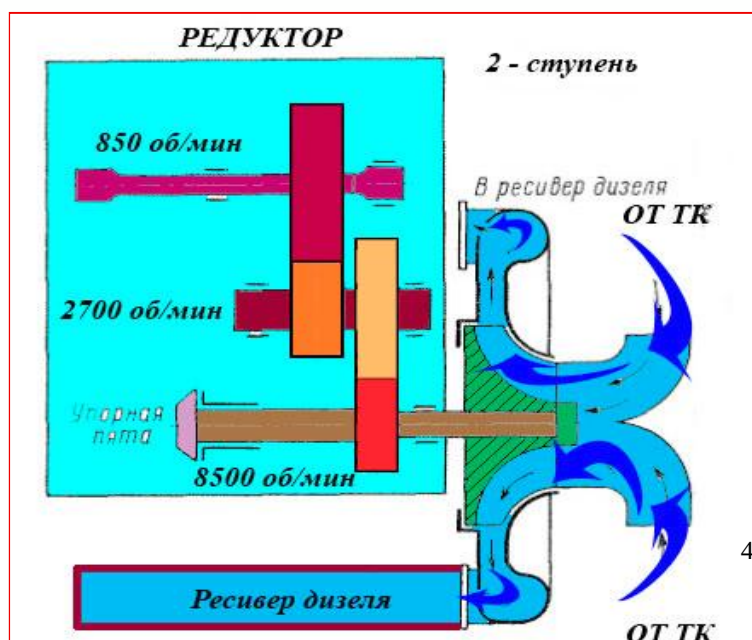


Относится к лопаточным машинам, принцип которых основан на ускорении потока воздуха центробежными силами инерции в межлопаточном канале рабочего колеса, вращающегося с большой угловой скоростью

С ростом частоты вращения КВ двигателя возрастает давление наддува и увеличивается мощность на привод компрессора. Поэтому для механического объемного способа наддува существует предел, соответствующий давлению наддува $P = 0,16 - 0,17 \text{ кгс/см}^2$.

Имеет высокое значение КПД до 85% в широком диапазоне изменения режимов работы. Обеспечивает высокие (до 4,0) степени повышения давления. Благодаря небольшой массе ротора он работает с высокой частотой вращения. Этим обеспечивается возможность совместной работы с газовыми турбинами.

Применяют только для нагнетателей второй ступени в комбинированных системах наддува двухтактных дизелей.

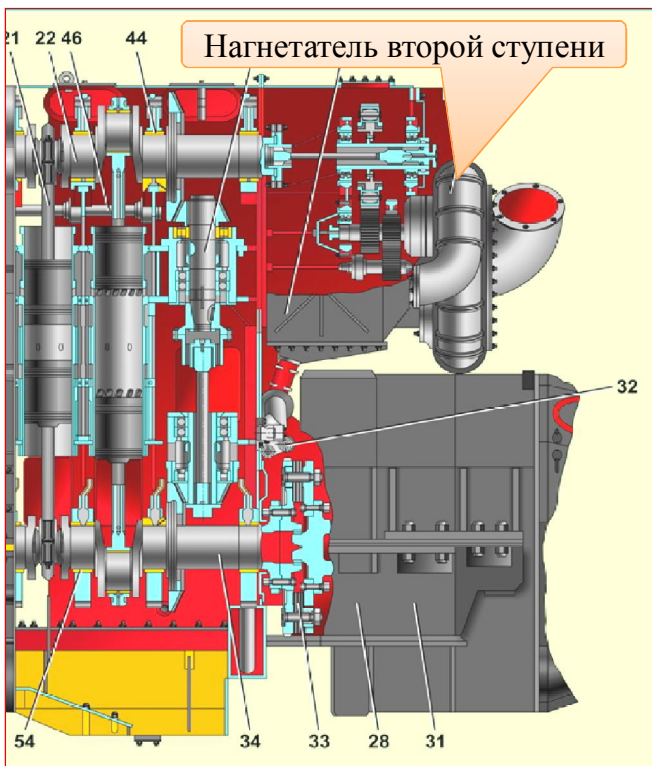


Применяют три вида привода агрегатов воздухообеспечения дизелей:

Механический
Газотурбинный
Комбинированный

Турбо-наддув - предназначен для отвода отработавших газов (продувка) и смены заряда воздуха в цилиндрах дизеля.

Наддув – это принудительная подача в цилиндры увеличенного заряда воздуха. Способствует улучшению процесса сгорания топлива.



Механический привод применяется только для нагнетателей второй ступени в комбинированных системах наддува двухтактных дизелей.

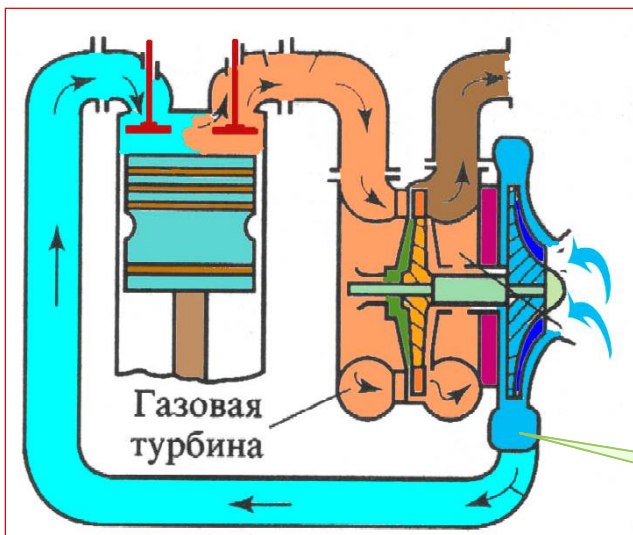
Осуществляется воздушным компрессором (объемным или центробежным), приводимым от коленчатого вала, через зубчатую передачу.

- Обеспечивает хороший пуск двигателя и удовлетворительную его приемистость. Подача воздуха в дизель возрастает пропорционально частоте вращения КВ.
- Недостатком является ухудшение экономичности двигателя вследствие значительных затрат мощности на привод воздушного компрессора, а также ограничением уровня наддува до умеренных значений.

Газотурбинный привод

В качестве агрегата наддува используется турбокомпрессор, сочетающий в себе два агрегата (газовую турбину и воздушный компрессор).

Называется способ принудительного сжатия и подачи воздуха в цилиндры двигателя посредством использования энергии отработавших газов двигателя.



Газовая турбина

Преимущество газотурбинного наддува заключается в использовании энергии отработавших газов, доля которой достигает 30 – 35% всей энергии, полученной в двигателе от сгорания топлива.

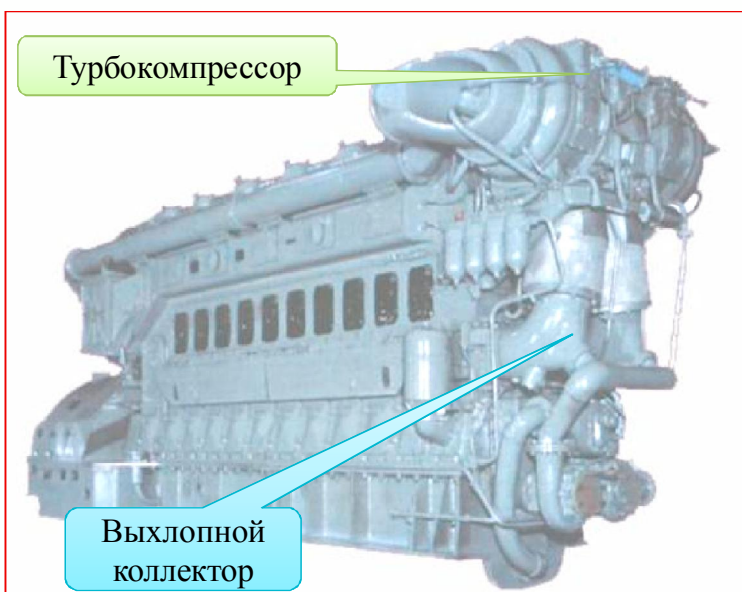
Воздушный компрессор

При этом способе наддува достигается повышение мощности двигателя в 1,3 – 2,5 раз⁴²

Комбинированный (двухступенчатый) наддув на дизелях 10Д100.

В первую ступень наддува входит:

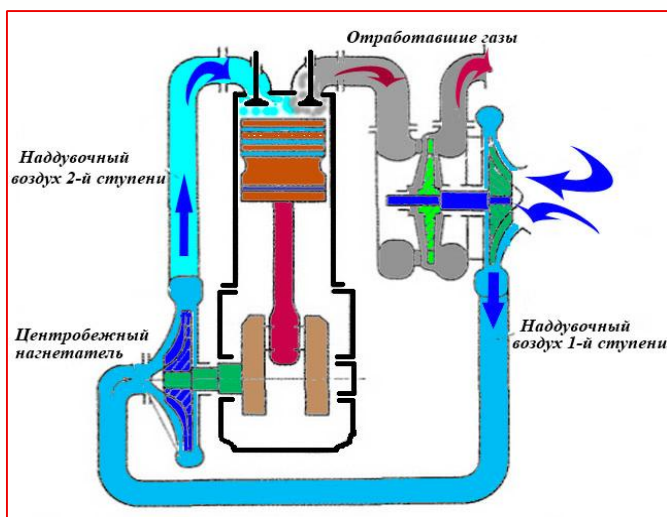
- Два автономных турбокомпрессора типа ТК-34Н-04С.



Вторая ступень наддува:

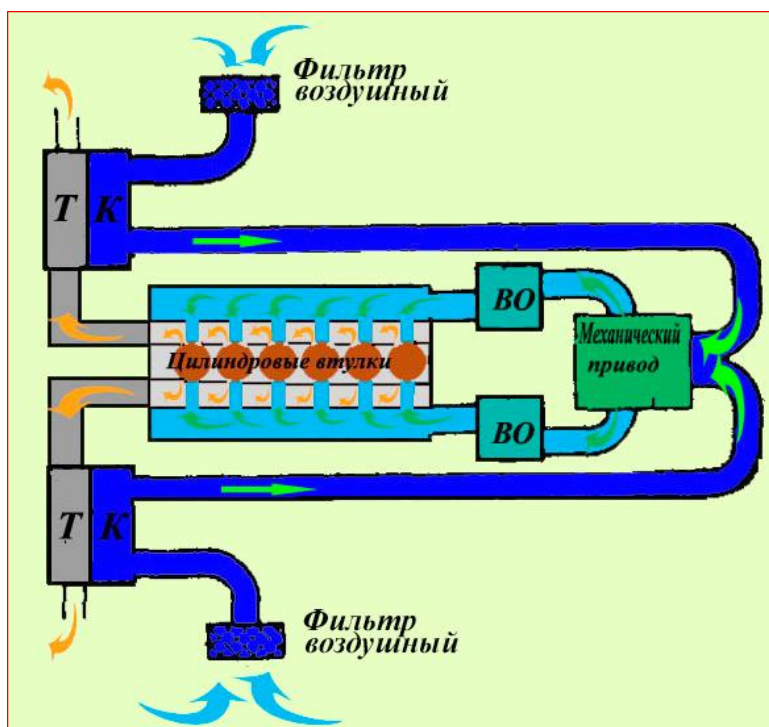
Нагнетатель 2-й ступени с приводом от ВКВ. Обеспечивает дизель надувочным воздухом.

Служит для подачи свежего воздушного заряда в цилиндры и очистки цилиндров от продуктов сгорания.



Принудительная подача в цилиндры увеличенного заряда воздуха способствует улучшению процесса сгорания топлива, повышению литровой мощности и уменьшению удельной массы дизеля без существенного изменения его габаритных размеров.

В момент запуска турбокомпрессоры и на холостом ходу не работают т.к. недостаточно энергии выпускных газов из-за низкой температуры.



Воздух будет подаваться нагнетателем 2-й ступени, который приводится в действие механическим способом, и подача его от энергии газов не зависит.



Преимущество последовательного сжатия воздуха является возможность получения высоких значений давления наддува, улучшения условий пуска и работы двигателя в⁴³ переходных режимах. (10Д100, 14Д40, 11Д45).

Центробежный нагнетатель второй ступени с редуктором.

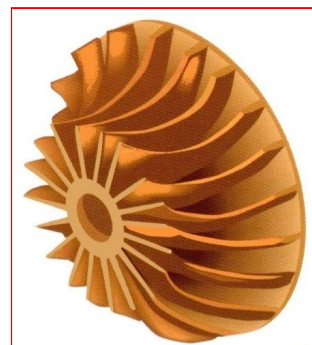
Служит для подачи воздуха в цилиндры при пуске, когда **ТК** еще не работают и для дополнительного сжатия надувочного воздуха после **ТК (первой ступени)** при работе под нагрузкой.



Корпус нагнетателя крепят к корпусу редуктора и закрывают алюминиевой крышкой. Улиточную часть соединяют с охладителями воздуха. К задней стенке крепят лопаточный диффузор.

Колесо нагнетателя алюминиевое полуоткрытого типа устанавливают на шлицах нижнего вала редуктора и закрепляют гайкой.

Подача воздуха на максимальных оборотах КВ составляет – **6 кг/с**
Давление надувочного воздуха - **1,13 кгс/см²**

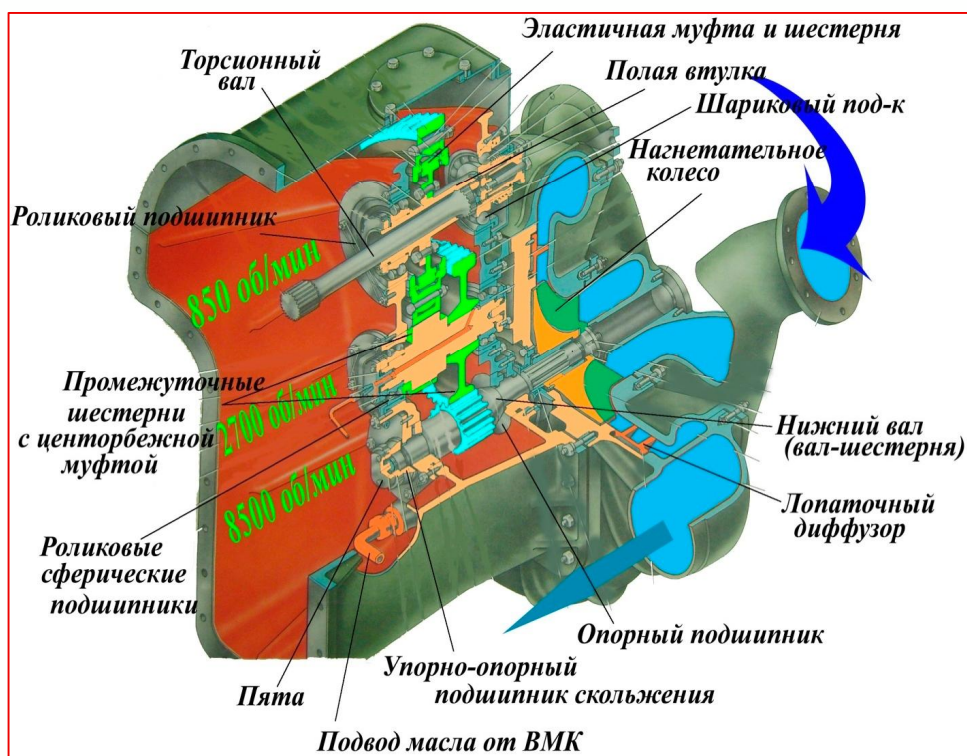


Редуктор двухступенчатый, повышающий. передаточное отношение 10, где частота вращения при 850=8500 об/мин.

Вращающий момент от ВКВ передается через торсионный вал, полую втулку, шестерню с упругой муфтой, промежуточную шестерню, шестерню нижнего вала с центробежной муфтой и на рабочее колесо.

Составная шестерня имеет упругую пружинную муфту, которая предохраняет редуктор, смягчая ударные нагрузки от ВКВ.

Фрикционная муфта на промежуточном валу, вмонтирована в шестерню - защищает компрессор от перегрузки при резких изменениях скорости вращения вала дизеля при пуске.



Полая втулка внутри имеет муфту соединяющуюся с торсионным валом. Вал вращается в двух подшипниках в роликовом и шариковом радиально-упорном.

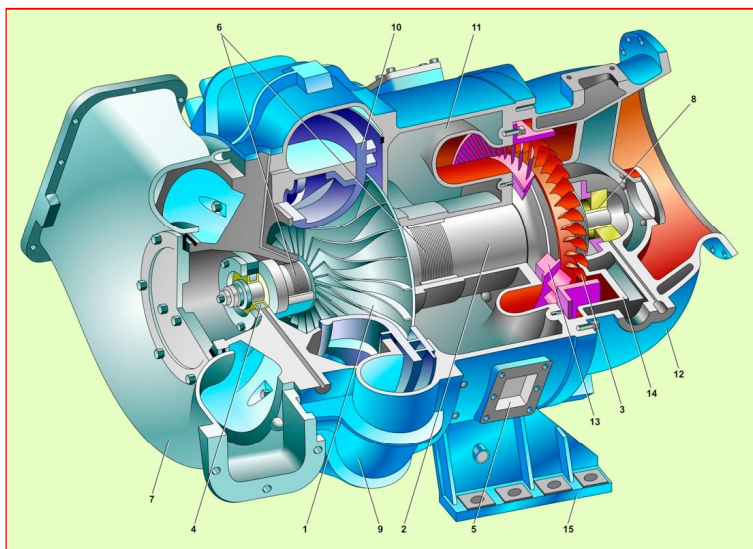
Эластичная Муфта Шестерня входит в зацепление с малой шестерней промежуточного вала (составляет одно целое с валом), вращается в радиально-упорном и опорном роликовых сферических подшипниках.

Большая шестерня посажена при помощи шпонки на промежуточный вал.

Передаёт вращение на вал шестерню привода нагнетательного колеса.

Нижний вал вращается в подшипниках скольжения.

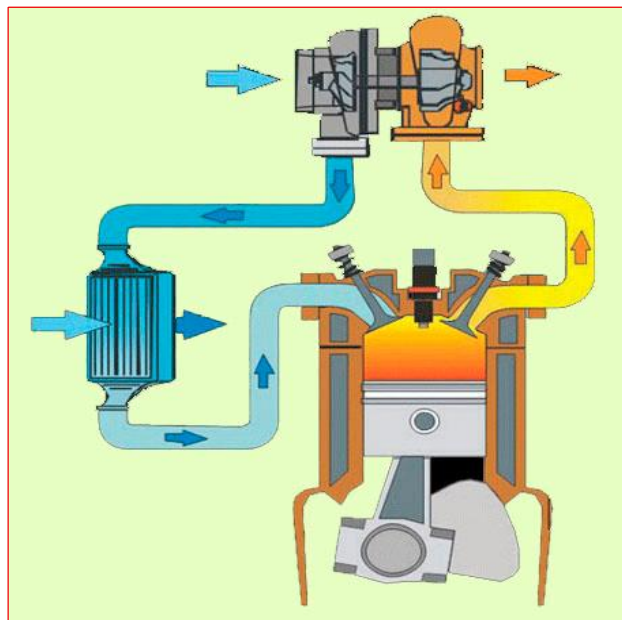
Агрегат, состоящий из турбины и компрессора, закрепленных на одном валу, называется турбокомпрессором;



Размеры компрессора определяются количеством воздуха, требуемого для двигателя, и скоростью вращения турбины.

С повышением нагрузки дизеля возрастает количество выпускных газов, что ведет к увеличению скорости их истечения на лопатки турбины и частоты вращения компрессора.

Воздух в компрессоре сжимается до заданного давления наддува и поступает в ресивер наддувочного воздуха или в воздухоохладитель, а затем в цилиндры дизеля.



Назначение, устройство и принцип действия турбокомпрессора

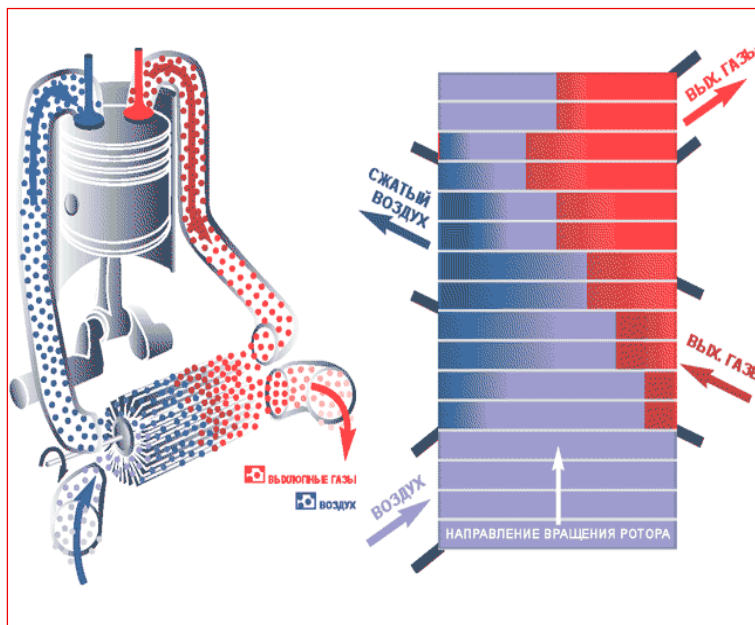
Это компрессор, или воздушный насос, который приводится в работу от турбины.

Турбина вращается за счет использования энергии потока отработавших газов.

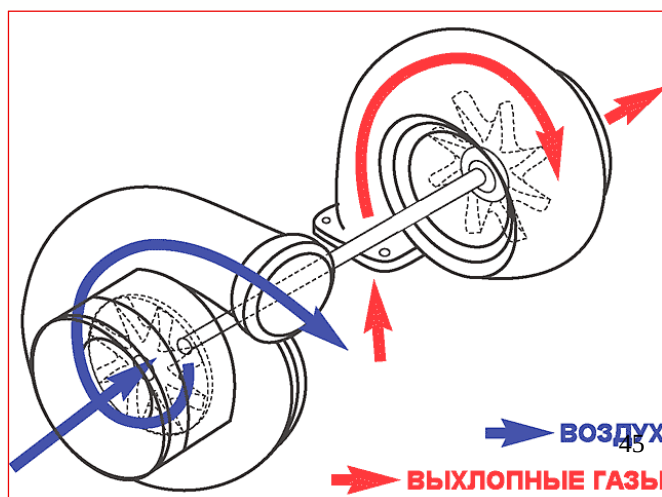
Между дизелем и турбокомпрессором существует связь только через поток отработавших газов.

Частота вращения турбокомпрессора напрямую не зависит от числа оборотов двигателя.

зависит от количества выпускных газов. Т.е. от количества сжигаемого топлива.



Дизель с газотурбинным наддувом обладает свойством саморегулируемости.



Сравнительная характеристика турбокомпрессоров

Параметры	ТК-34Н	ТК-41	PDH50V
Частота вращения ротора. (Об/мин)	18 000	25 000	18 800
Степень повышения давления	1,3 – 1,9	3,5 – 4,0	0,6 - 1,52
Максимальная температура газов перед турбиной,(°C)	650	700	600
Расчетный моторесурс, ч	20 000		8 000
Установлен на дизеле	10Д100	1А-9ДГ	310DR

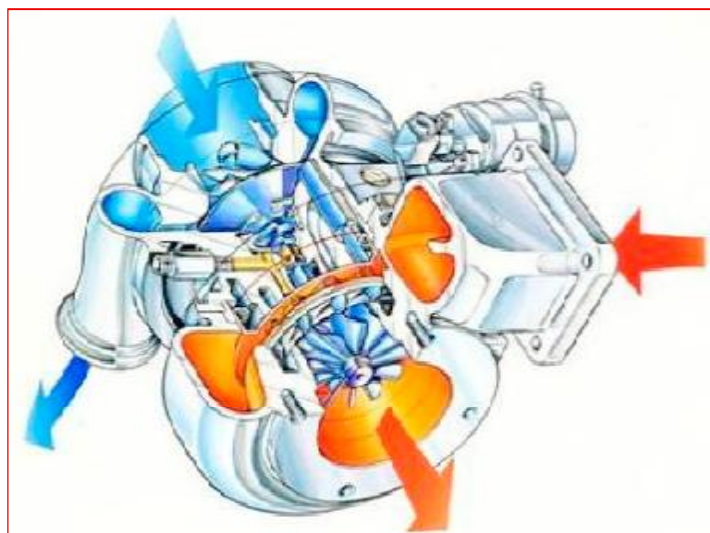
Степень повышения давления - это отношение давления воздуха после нагнетателя к давлению воздуха на входе в нагнетатель.

Низкого давления = 1,3:1,9 (Н)

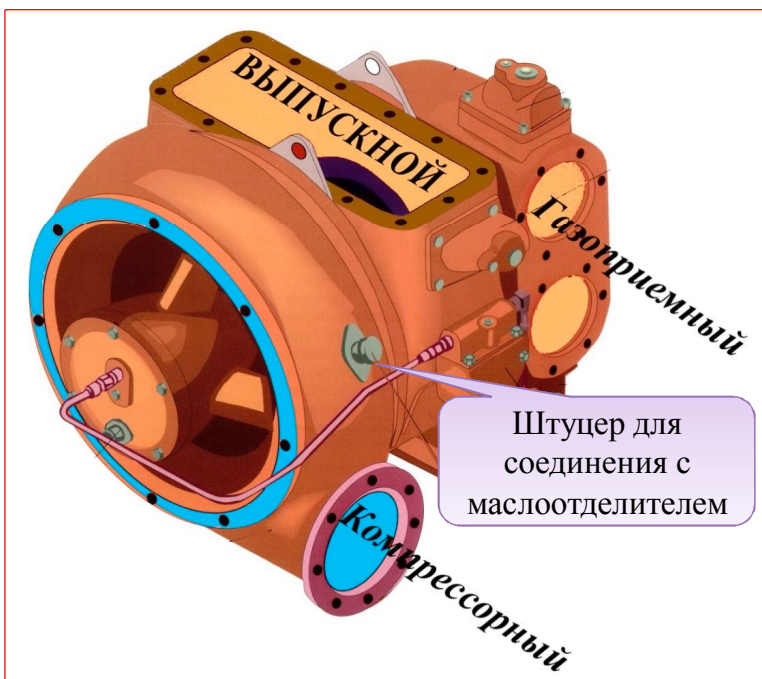
Среднего = 2:2,5 (С).

Высокого давления = 2,5:3,5 (В)

Чем выше степень повышения давления воздуха, тем при прочих равных условиях достигается большая мощность.



Устройство турбокомпрессора типа ТК-34



Компрессорный корпус соединен, через маслоотделитель с картером дизеля для отсоса газов.

Газоприемный и выпускной корпуса имеют полости для охлаждения.

Состоит из осевой одноступенчатой газовой турбины и центробежного одноступенчатого компрессора (нагнетателя).

Имеет три составных корпуса: Газоприемный, выпускной и компрессорный, которые между собой соединяют при помощи шпилек.



Газоприемный и компрессорный корпуса в центральной части имеют полости для установки подшипников, которые закрывают крышками. В подшипниках вращается вал ротора.

Газоприемный корпус



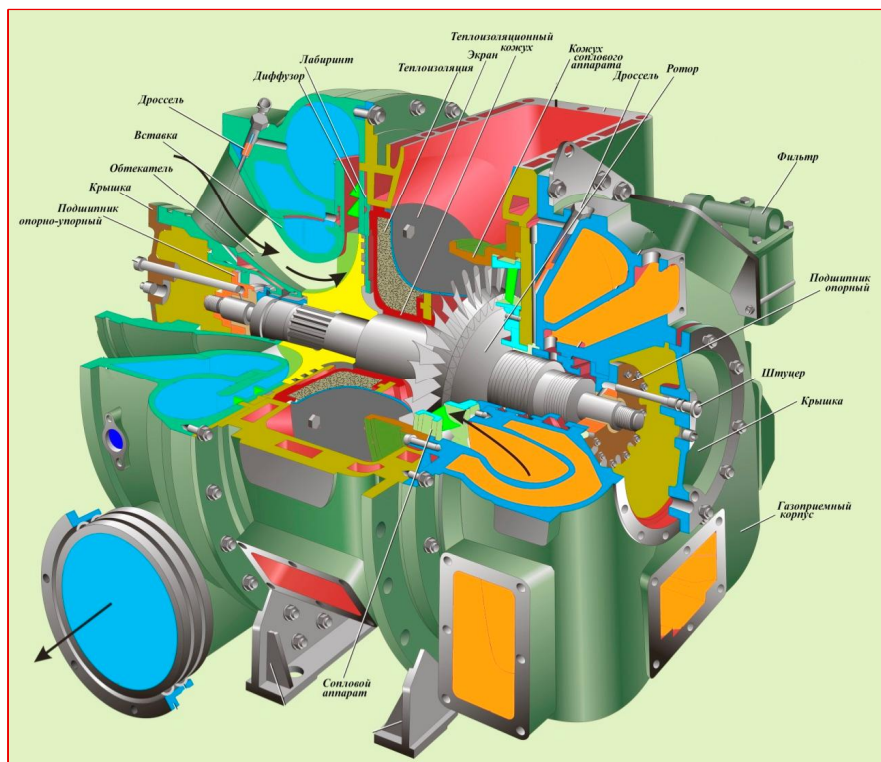
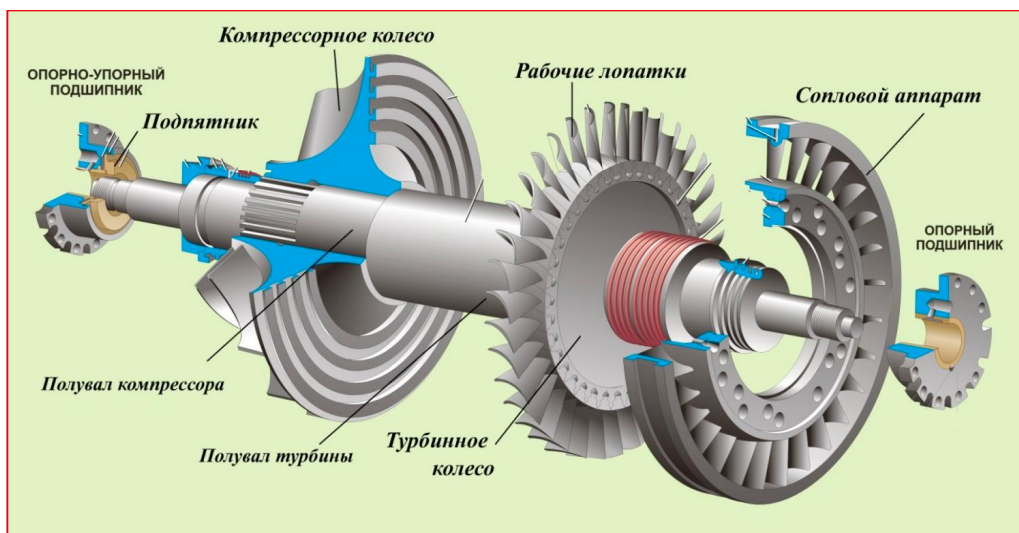
Упорно-опорный подшипник со стороны компрессорного колеса воспринимает усилия направленные от рабочего колеса турбины к компрессору.

Опорный подшипник установлен со стороны турбинного колеса имеет стальной корпус с запрессованной в него бронзовой втулки и крепят к газоприемному корпусу шпильками.

Ротор это сварной вал который имеет два пустотелых полувала, два рабочих колеса (турбинного и компрессорного).

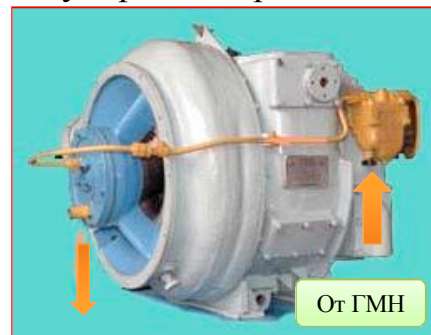


Компрессорный корпус



Упорная часть подшипника — это отдельный плоский подпятник из бронзы в котором имеются канавки для смазки на рабочем торце.

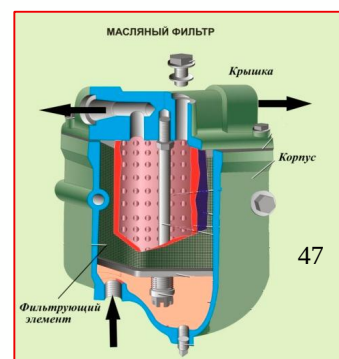
Подпятник имеет упругий элемент из набора металлических пластин и слоя масла между ними он служит для компенсации перекосов упорного торца.



Для смазки подшипников ротора масло поступает от нагнетательной трубы **ГМН** через свой масляный фильтр.



Давление масла перед подшипниками ротора не менее 2,5 кгс/см²



Колесо компрессора полуоткрытого типа, изготовлено из алюминиевого сплава и закреплено на одном из полувалов шлицевым соединением и прессовой посадкой.



Колесо компрессора

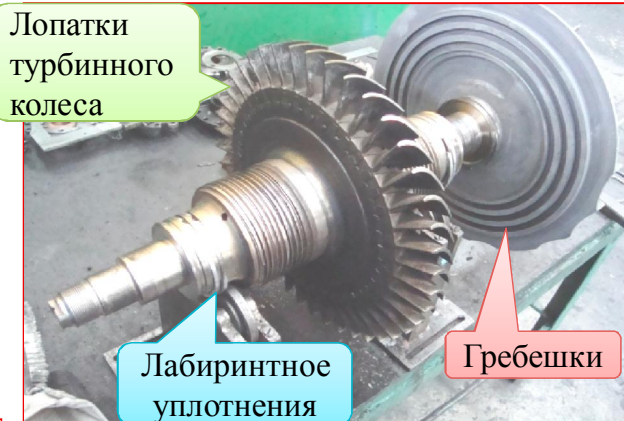
На обоих концах вала ротора расположены уплотнения, препятствующие проникновению масла из полости подшипников во всасывающую полость компрессора, а также в газовую полость.

Состоит:

из двух упругих колец, размещенных в ручьях полувалов, и лабиринтов, образованных гребешками на полувалах и втулками в корпусе.



Колесо турбины – изготовлено из жаропрочной стали и сварено между полувалами. Рабочие лопатки колеса крепят к диску при помощи замков елочного типа тем самым при повреждении лопатки позволяет заменить.



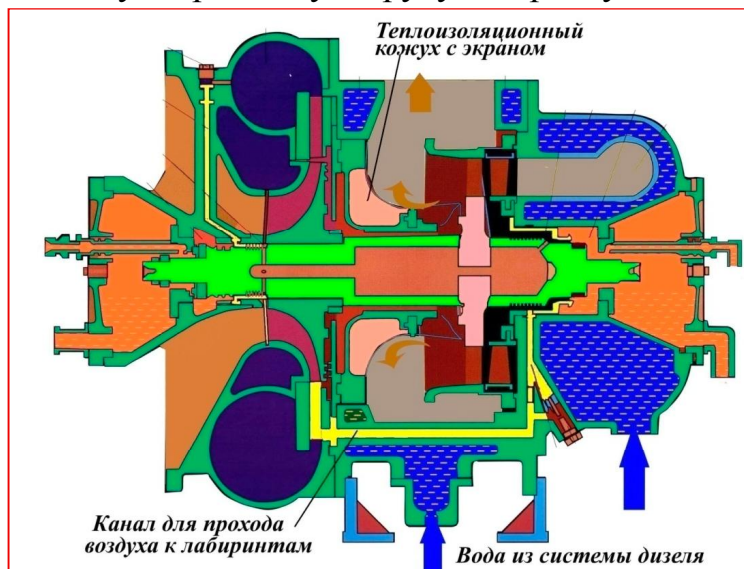
Лопатки турбинного колеса

Лабиринтное уплотнения

Гребешки

Кольцевые выступы (гребешки) на колесе компрессора сопрягаются с подобными выступами на разъемном неподвижном диске-лабиринте создавая лабиринтное уплотнение препятствующие утечкам сжатого воздуха в газовую полость выпускного корпуса.

Просочившийся воздух и газы из лабиринта удаляются через отверстия во втулке и по каналу в дренажную трубу на крышу тепловоза.



Теплоизоляционный кожух с экраном

Канал для прохода воздуха к лабиринтам

Вода из системы дизеля

Между кольцами и лабиринтами, через дроссель подводится воздух под давлением из компрессорного корпуса.

Между компрессорным корпусом и компрессорным колесом установлен диффузор в виде диска с лопатками. повышает давление воздуха и уменьшает гидравлические потери в воздушном потоке.

Диск с лопатками образует решетку и закрывается вставкой, уплотняется резиновым кольцом и фиксируется штифтом.

Решетка сокращает траекторию движения частиц воздуха от колеса компрессора - это приводит к уменьшению потерь на трение.

ТК34 Н подача воздуха – 3 кг/с, наддув 1,8 кгс/см²

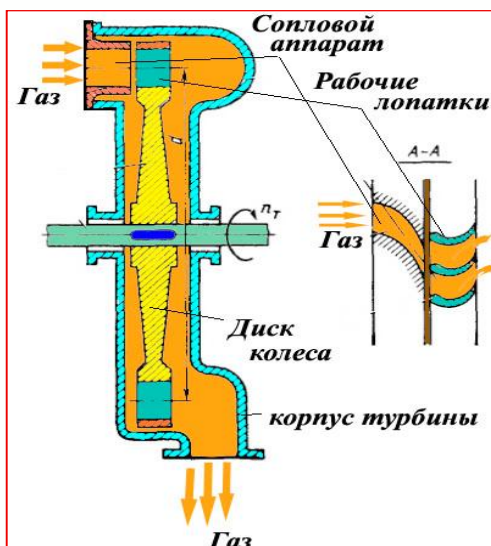


Сопловой аппарат

это неподвижный лопаточный венец, который расположен перед рабочими лопатками турбинного колеса и крепится к газоприемному корпусу вместе с чугунным кожухом.

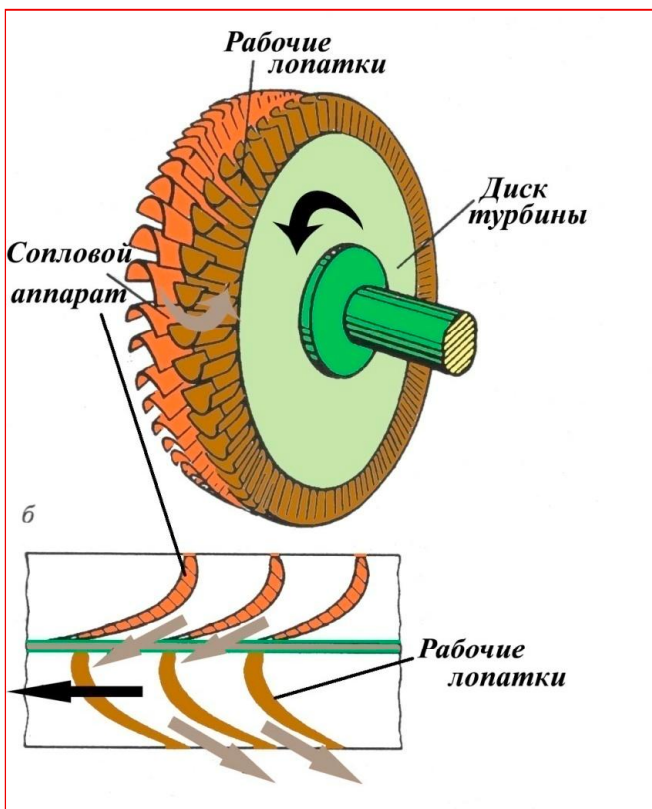
Кожух предотвращает утечку газа из турбинного колеса в радиальном направлении и обеспечивает безопасность в случае обрыва лопаток турбины. Лопаточный венец набран из отдельных секторов, которые соединяют с внутренним кольцом при помощи сварки.

Облегчает создание постоянного потока отработанных газов на роторе турбины и делает возможным регулировку потока.



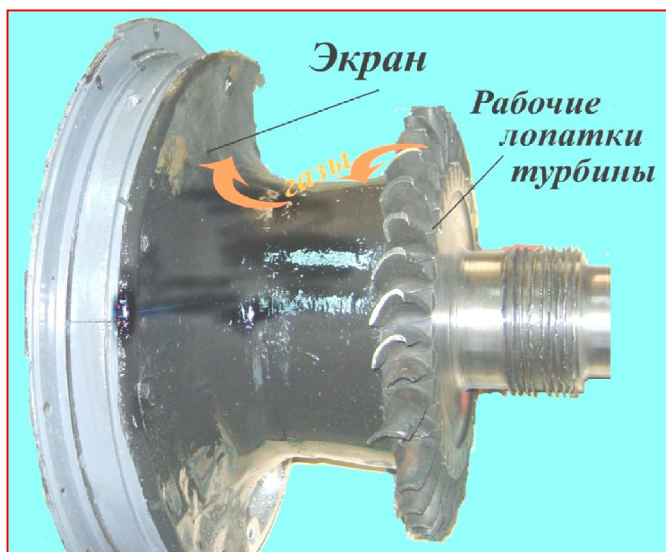
Служит для расширения отработавших газов, придания высокой скорости и необходимого направления на лопатки турбинного колеса.

Газы с избыточным давлением на выпуске расширяются, приобретают значительную скорость и направляются на рабочие лопатки колеса турбины.



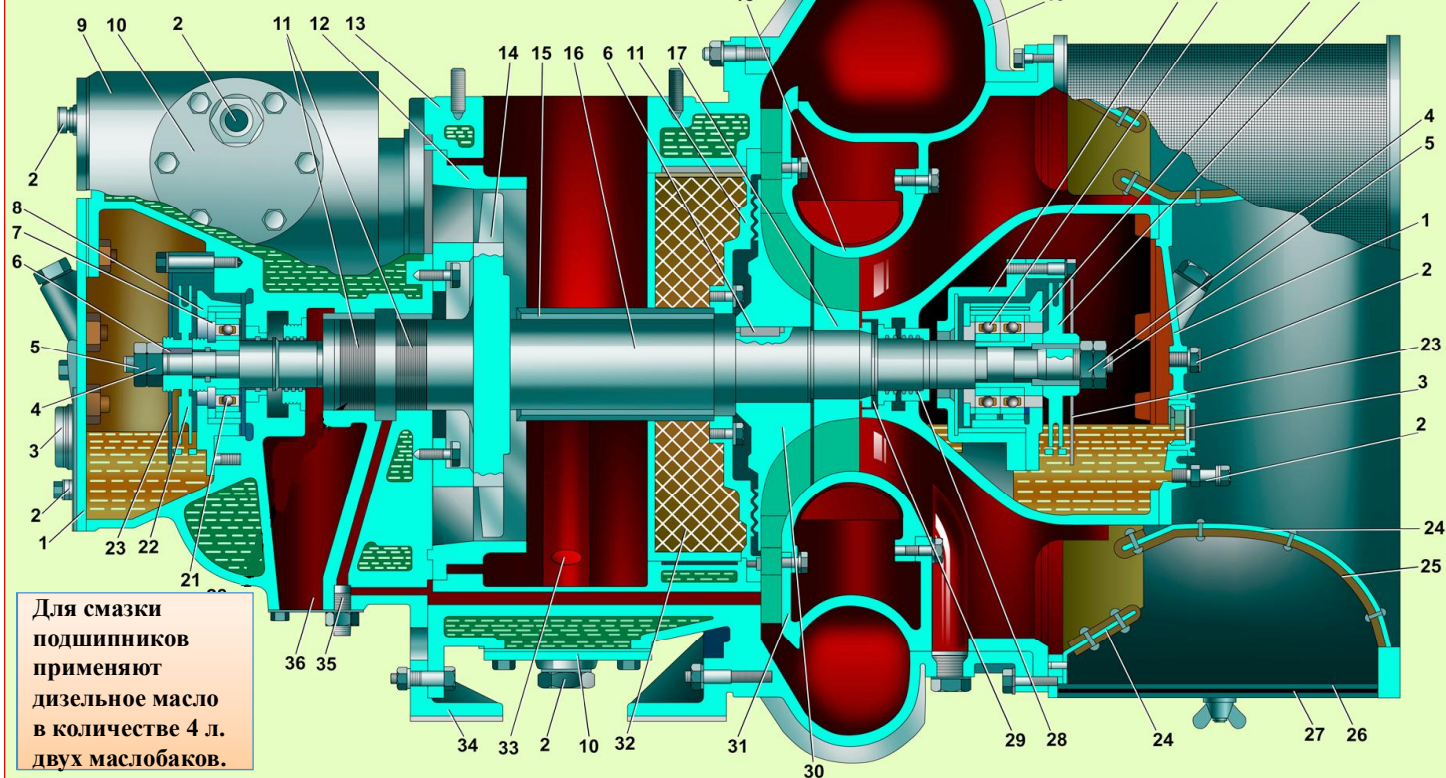
Кинетическая энергия движения газов преобразуется в энергию вращения колеса турбины.

Для уменьшения теплового воздействия отработавших газов на нагретаемый воздух на вал ротора и компрессорную часть агрегата в выпускном корпусе установлен теплоизоляционный кожух с экраном.



Экран служит для направления потока газов, который совместно с чугунным кожухом образуют канал для выхода газов из турбины с наименьшим сопротивлением.

Турбокомпрессор типа PDH50V

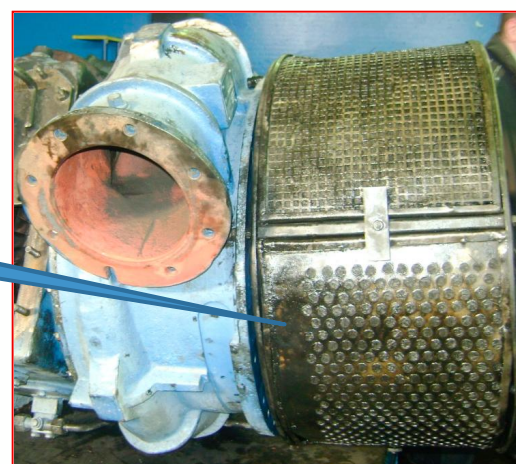


- | | | | |
|-------------------------------------|--|--|---|
| 1. Крышка подшипниковой полости | 11. Лабиринтные гребешковые уплотнения | 21. Шарикоподшипник | 31. Диффузор |
| 2. Пробка | 12. Сопловый аппарат | 22. Насосный центробежный диск | 32. Теплоизоляционный материал |
| 3. Маслоуказатель | 13. Средний корпус турбины | 23. Защитный диск | 33. Отверстия с пробкой для очистки выпускной полости |
| 4. Гайка | 14. Лопатки турбины | 24. Направляющий конус | 34. Кронштейн |
| 5. Контргайка | 15. Кожух ротора | 25. Звукопоглощающий изоляционный материал | 35. Дроссель |
| 6. Шпонка | 16. Ротор турбокомпрессора | 26. Рамка каркаса | 36. Сетки |
| 7. Торцовые уплотнительные пластины | 17. Заборник | 27. Фильтрующая кассета | 37. Внутренняя втулка подшипника |
| 8. Корпус подшипниковой опоры | 18. Направляющая часть корпуса компрессора | 28. Лабиринтное заполнение | 38. Радиальные уплотнительные пластины |
| 9. Газоприемный корпус турбины | 19. Корпус компрессора | 29. Крепежные кольца | 39. Внешняя втулка подшипника |
| 10. Фланец | 20. Постель подшипниковой опоры | 30. Рабочее колесо компрессора | 40. Воздухоочиститель |



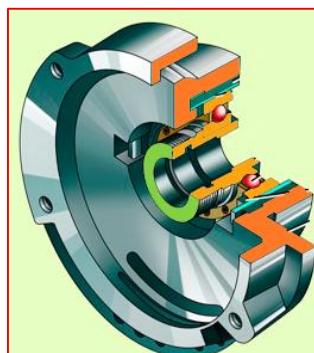
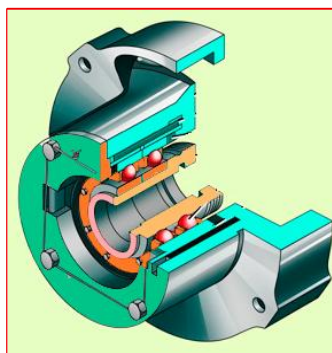
С газоприемным корпусом соединяют два выхлопных патрубка и уплотняют тремя чугунными жаропрочными кольцами.

Для отвода несгоревшего топлива и масла имеется дренажная труба.



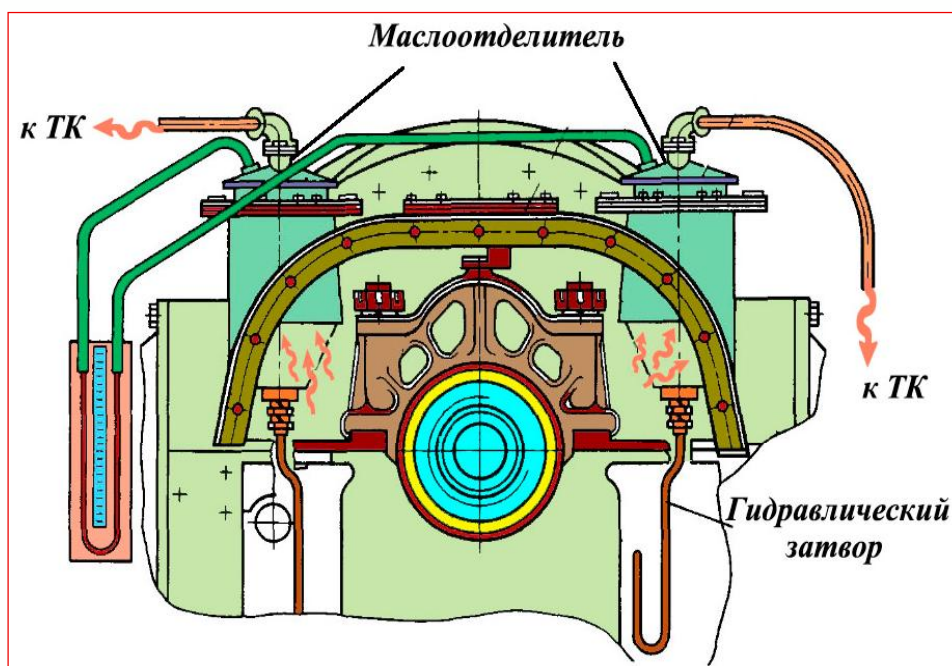
К компрессорному корпусу крепят воздушный фильтр и уплотняют от нагревания выпускными газами теплоизоляцией. (Металлический кожух в котором расположена стекловата)

Вал ротора вращается в трех подшипниках качения, где со стороны турбины опорный шариковый подшипник, а со стороны рабочего два опорно-упорных шариковых подшипника.



Система вентиляции картера

Служит для удаления взрывоопасной смеси паров масла и газов путем отсоса всасывающими полостями **ТК** обеспечивая непрерывную вентиляцию картера при работе дизеля.



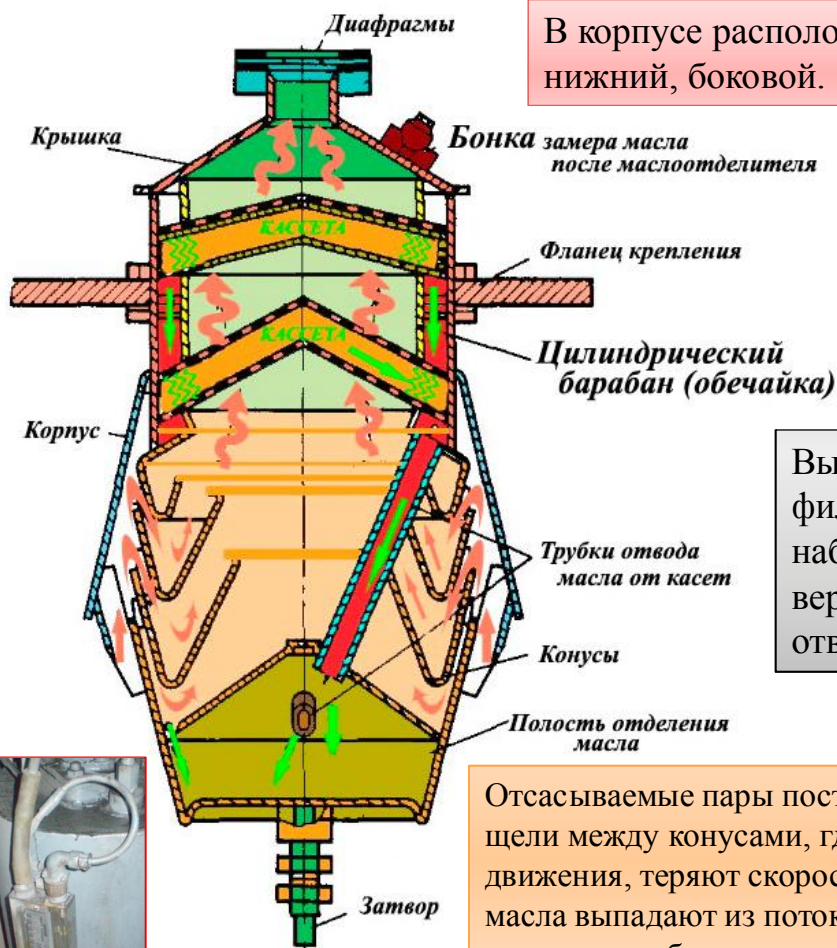
На крышке установлена бонка через которую замеряют давление после маслоотделителя. (диафрагмой регулируют разрежения в картере 10 – 40 мм. вод. с т).

Состоит из двух маслоотделителей, которые устанавливают на крышку блока дизеля.

Служат для очистки отсасываемых из картера паров от частиц масла чтобы не попало в цилиндры.

Имеют две трубы вентиляции картера соединяющие всасывающую полость **ТК** с ними и двух гидравлических затворов, крышки.

7 мм. вод. ст. по дифманометру давление в картере приводит к срабатыванию световой сигнализации на ПУ «Давление в картере». Свыше 30 мм. вод.ст. приводит к остановке дизеля, через РУ7.



В корпусе расположены конусы - верхний, средний, нижний, боковой.

Конусы изменяют направление движения отсасываемых газов. соединяют между собой ребрами образуя щели.

Выше конуса устанавливают две фильтрующие кассеты с проволоочной набивкой (тонкая проволока канитель) верхней и нижней, обечайка, трубки отвода масла и диафрагма.

Отсасываемые пары поступают в маслоотделитель и проходят в щели между конусами, где резко изменяется направление движения, теряют скорость в 2 раза вследствие чего капельки масла выпадают из потока и оседают на стенках конусов и по сливным трубам стекают в сборную полость которая расположена внизу и через гидравлический затвор обратно в картер.



дифманометр

Системы и устройства выпуска отработавших газов дизеля

Системы выпуска отработавших газов дизеля включают в себя выпускные коллекторы, глушители шума и искрогасители.

При газотурбинном наддуве – отработавшие газы от цилиндров дизеля по выпускной системе поступают сначала в турбокомпрессор, затем в атмосферу.



Системы газотурбинного наддува подразделяют:

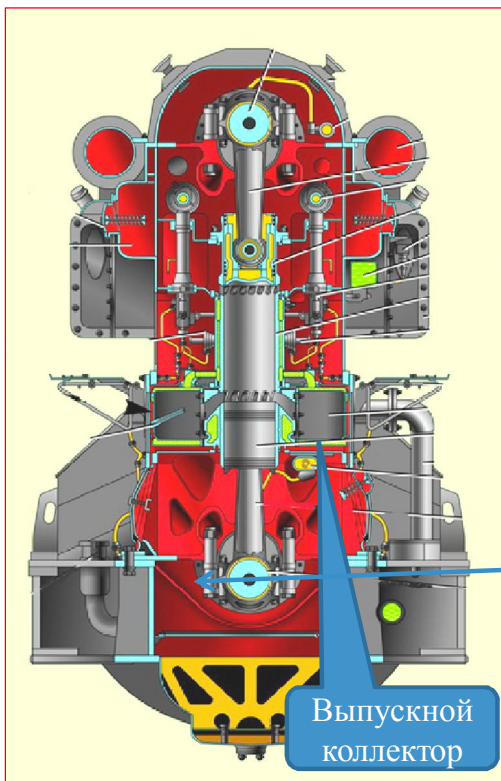
Изобарный

Импульсный

С преобразователями импульсов



Что бы обеспечить достаточное для работы турбины значение температуры отработавших газов в выпускном коллекторе в цилиндры дизеля подается некоторое избыточное количество топлива, а наличие высокого давления газов перед турбиной затрудняет очистку цилиндра.



При изобарном способе – давление газов в выпускном коллекторе и перед турбиной сохраняется примерно постоянным за цикл работы двигателя.

Объем выпускного коллектора не менее чем в пятнадцать раз превышает рабочий объем одного цилиндра, чем обеспечивается демпфирование колебаний давления в коллекторе, вызванных выпусками из отдельных цилиндров.

КПД турбины при постоянном давлении газа перед ней выше чем при переменном.

Мгновенный набор частоты вращения коленчатого вала и нагрузки при изобарной системе сопровождается резким ухудшением показателей рабочего процесса из-за медленного нарастания частоты вращения ротора и давления наддува и низкого коэффициента избытка воздуха в цилиндре.

Наддув осуществляется выпуском газов из всех цилиндров дизеля в общий коллектор.



При переменном давлении газов (импульсный).

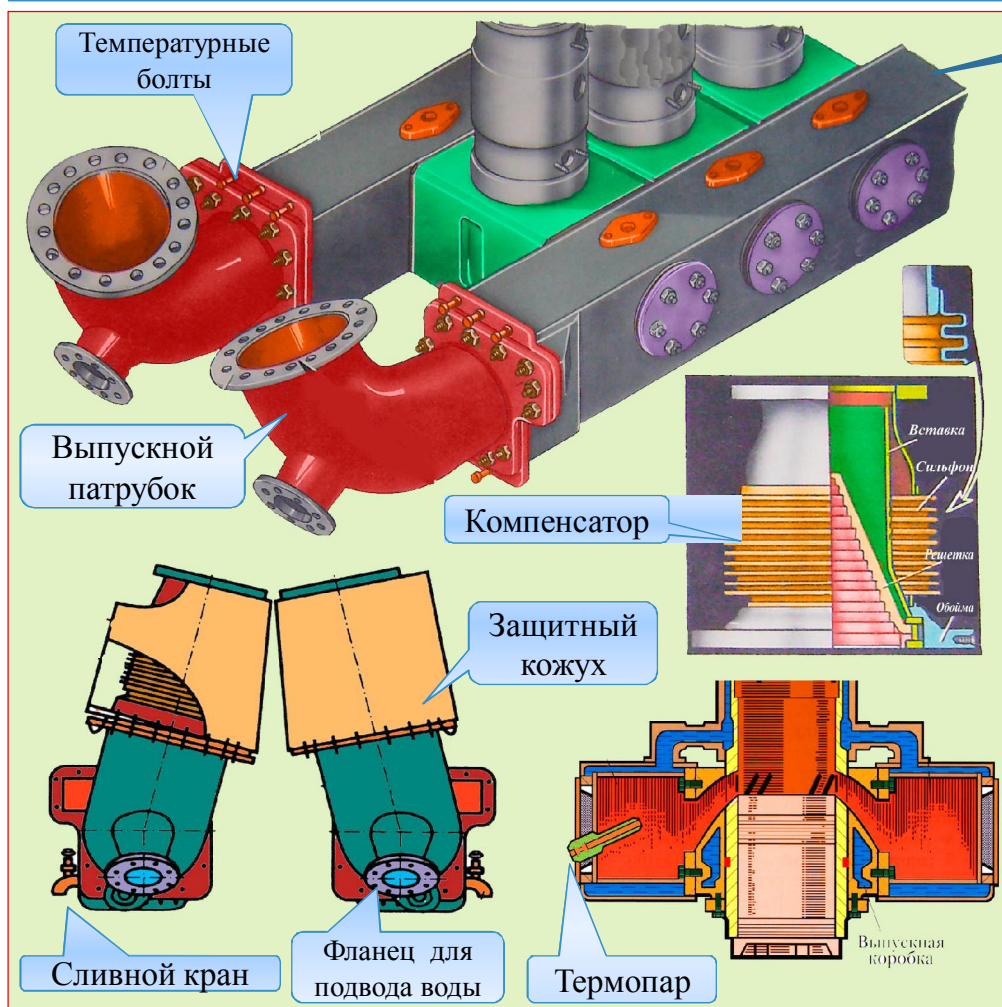


Давление газов в выпускном коллекторе и перед турбиной изменяется за цикл работы двигателя в относительно больших пределах. Используется два и более выпускных коллекторов, каждый из которых присоединен к ограниченному числу цилиндров (не более 3-4). Происходит лучшая очистка цилиндра от отработавших газов и продувка его свежим воздухом.

Импульсный наддув обеспечивает полное использование энергии отработавших газов, что дает возможность получить при одинаковом расходе газов мощность импульсной турбины большую, чем у турбины постоянного давления. Обеспечивают надежную работу воздухообеспечения тепловозных дизелей на пониженной частоте вращения КВ, а также в переходных режимах их работы.

Эффективность быстро уменьшается по мере увеличения уровня форсирования дизеля по давлению наддува. Поэтому такие системы, применяют на дизелях с низким и средним уровнем форсирования.

Выхлопная система дизеля 10Д100



Выхлопной коллектор

Выпускные газы по выпускным коллекторам поступают к выпускным патрубкам и через защитные решетки и компенсаторы двумя параллельными потоками попадают в газоприемные корпуса ТК – 34 и удаляются в атмосферу через систему выпуска.



Компенсатор сильфонного типа служит компенсации теплового расширения выпускного патрубка и при неточностях установки.

Внутри имеет цилиндрический патрубок который ограждает сильфон от непосредственного воздействия потока выпускных газов.



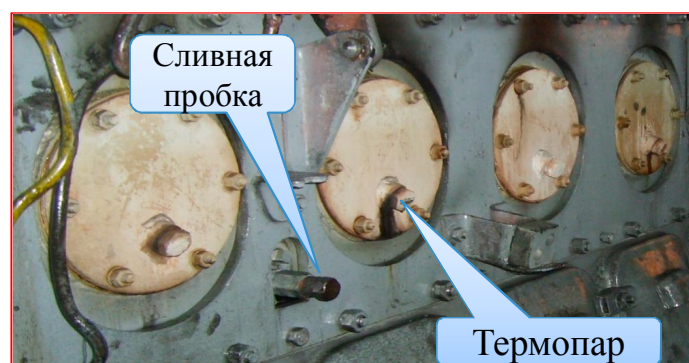
Выпускные коллектора имеют люка для осмотра и очистки выпускных окон втулок цилиндров.

С правой стороны в крышках имеются гнезда для установки термопар для замера температуры выпускных газов по цилиндрам.

Для слива воды из выпускных коллекторов и патрубков имеются краны и отверстия с пробками.

Для контроля перегрева дизеля в конце каждого выхлопного коллектора устанавливают по шесть температурных болтов (три сверху и три снизу).

Для удаления несгоревшего топлива и масла служит дренажные отверстия с пробкой. При поломках поршневых колец предусмотрены ловушки, а в компенсаторах защитные решетки предохраняют сопловой аппарат и лопатки рабочего колеса ТК от поломки.

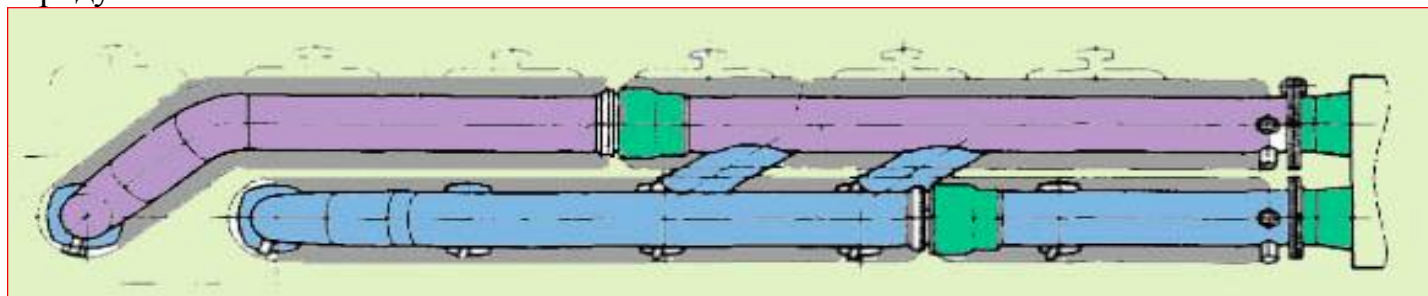


На дизеле 310 DR два выпускных коллектора, обеспечивают пульсирующий поток газов идущий к турбине.

Верхний соединен через патрубки к 1, 4 и 5 цилиндрическим крышкам.

Нижний ко второй, третьей и шестой.

Такое соединение предусмотрено для снижения давления к моменту продувки в следующем цилиндре которое происходит после поворота коленчатого вала на 240 градусов.



Из-за температурного изменения коллектор состоит из двух частей соединенных между собой с зазором и уплотнены тремя жаропрочными чугунными кольцами.

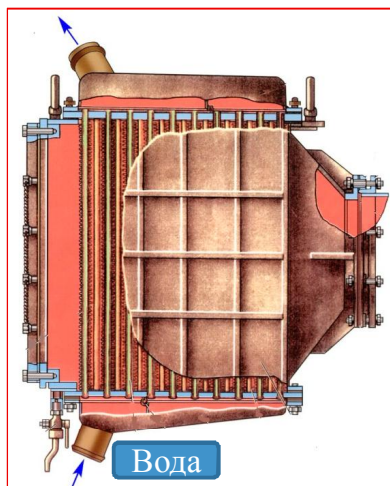
После обматывают асбестовым шнуром, обшивают стеклотканью и закрывают оцинкованным стальным кожухом.

Патрубок крепится к фланцу коллектора через медно-асбестовую прокладку, а с турбиной через три чугунных кольца.

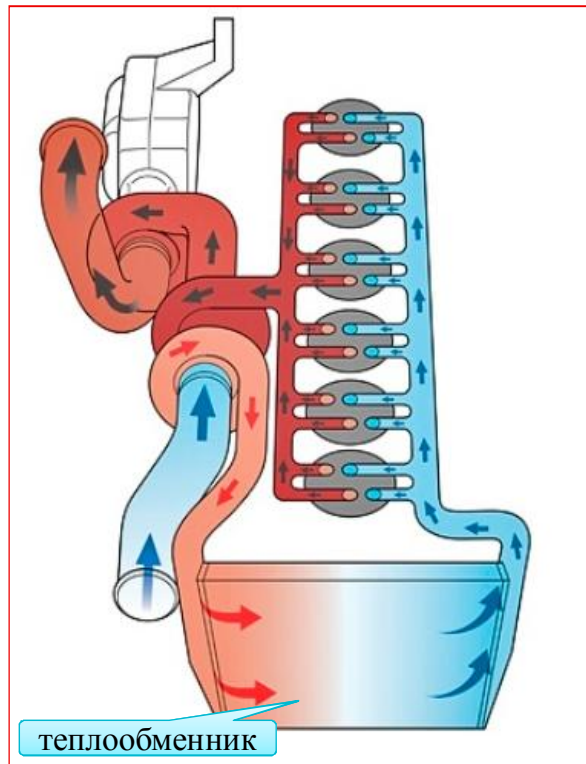
ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ СИСТЕМЫ НАДДУВА

- С ростом давления наддува увеличивается количество теплоты, выделяющейся за цикл в цилиндре дизеля, что приводит к возрастанию количества теплоты, передаваемой от газов к деталям цилиндропоршневой группы.

Тепловозные дизели в основном оборудованы системами промежуточного охлаждения наддувочного воздуха с поверхностным (рекуперативными) теплообменниками, в которых передача теплоты от воздуха в охлаждающую среду происходит через разделяющую их теплопередающую поверхность.



Для увеличения воздушного заряда цилиндров.

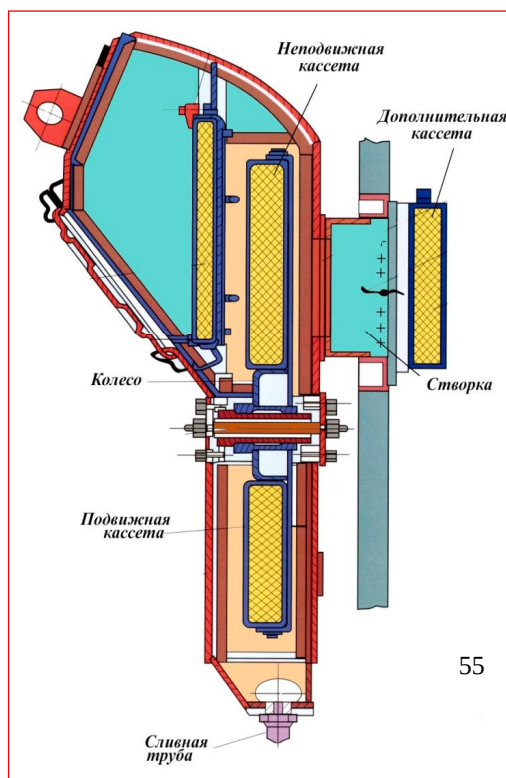
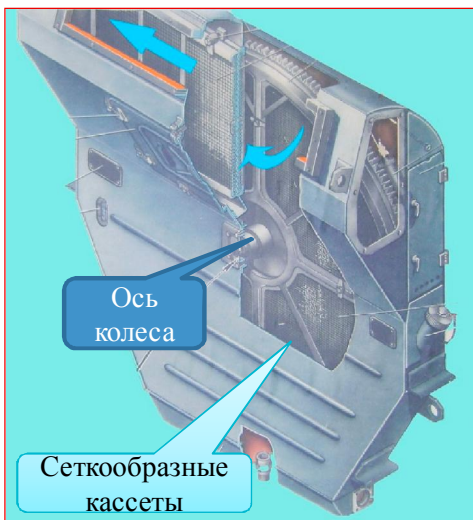


Охлаждение воздуха на каждые 10 градусов дает увеличение мощности на 3 – 4 % и снижение удельного расхода топлива примерно на 1,5 – 2 г/(кВтч)

Система очистки воздуха

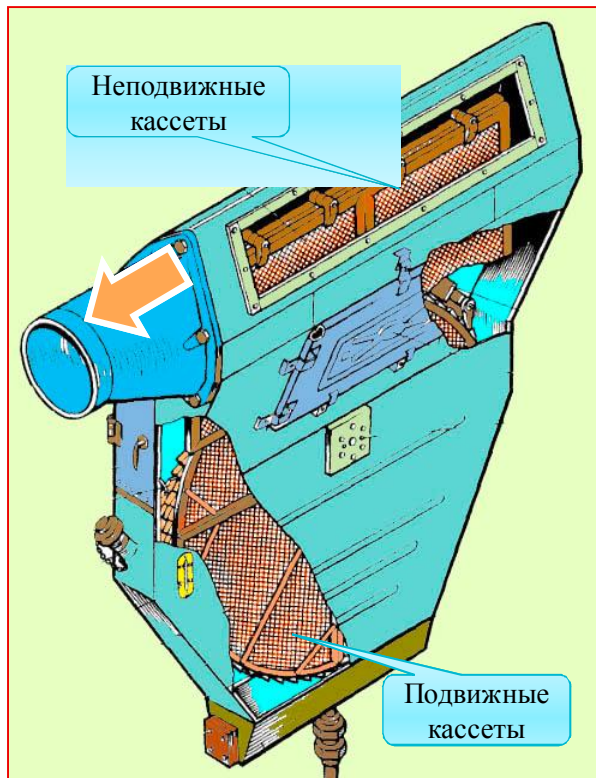
Для очистки воздуха на тепловозе установлены два одинаковых воздухоочистителя непрерывного действия **ФНД**.

Состоит из корпуса, где нижняя часть является масляной ванной которая имеет маслоотстойник со сливной трубой.



На тепловозах применяют различные по принципу действия и конструкции воздухоочистители: сетчатые, циклонные, набивные, маслопеночные.

Улавливание пыли в воздухоочистителях происходит за счет использования инерции частиц пыли при изменении направления потока воздуха, а удержание уловленных частиц пыли осуществляется благодаря смачиванию поверхностей кассет маслом.



В корпусе размещают две ступени фильтрующих элементов.

Первая ступень - это четыре подвижные сеткообразные кассеты которые закрепляют в корпусе колеса.

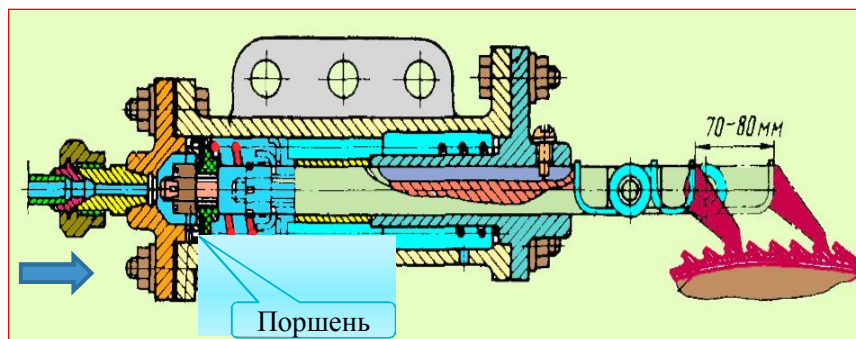
Колесо имеет зубчатый венец.

Кассеты набирают из четырнадцати сеток из них восемь гофрированных с ячейками и шесть плоских, где сетки находятся в металлической рамке.

Нижняя часть колеса постоянно находится в масле очищая кассеты от пыли.

- Вторая ступень – это две неподвижные очистительные кассеты состоящие из сетки из них две наружные плоские, а средняя разделительная.

Для вращения колеса установлен пневматический привод который поворачивает с частотой до 1 об/час. Воздух поступает от ЗРД, когда компрессор переходит в режим Х/Х.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Назначение системы воздухообеспечения дизеля?

Что входит в систему воздухообеспечения дизеля?

Какие способы наддува применяют на тепловозах?

На какие типы подразделяют системы газотурбинного наддува?

Что такое Газовая турбина?

Из каких частей состоит корпус турбокомпрессора?

Что такое Степень повышения давления?

Что применяют для уменьшения теплового воздействия от отработавших газов на нагнетаемый воздух и ротор?

Что такое диффузор и его назначение?

Назначение соплового аппарата и его сущность работы?

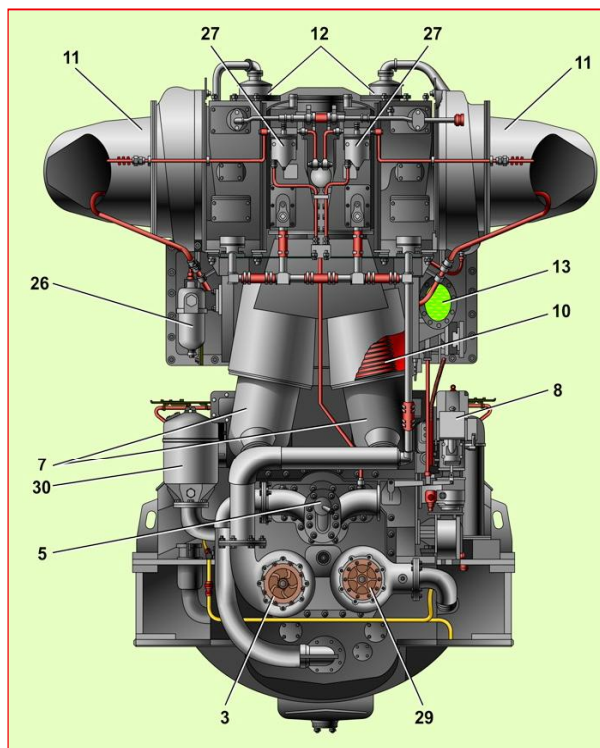
В каких подшипниках вращается вал ротора и как они смазываются?

Почему наддувочный воздух охлаждается перед поступлением в цилиндры?

Какие воздушные фильтры применяют на тепловозных дизелях?

служат для уменьшения износа и снижения потерь на работу при трении деталей в различных механизмах и поэтому они являются такими же конструктивными элементами как и механизмы.

Масло охлаждает нагретые детали, защищает от коррозии, препятствует прорыву продуктов сгорания из цилиндров в картер.



Масла, применяемые для смазывания поршневых двигателей внутреннего сгорания, называют моторными.

В зависимости от назначения их подразделяют на масла для дизелей, масла для бензиновых двигателей и универсальные моторные масла, которые предназначены для смазывания двигателей обоих типов.

Все современные моторные масла состоят из базовых масел и улучшающих их свойства присадок.

По температурным пределам работоспособности моторные масла подразделяют на летние, зимние и всесезонные.

Вязкость масла

Основная физико-механическая характеристика масла возникающая между молекулами жидкости при перемещении и она определяет меру текучести.

Чем больше вязкость масла тем меньше его текучесть и от нее зависит коэффициент трения.

Недостаточная вязкость приводит к повышению трения, нагреву и усиленному износу подшипников.

Большая вязкость ведет к потере мощности на трение и к снижению к.п.д. дизеля.

При нагреве вязкость уменьшается, а при охлаждении увеличивается.

С повышением давления масла вязкость увеличивается.



Использование зимой летних сортов масел ведет к дополнительному расходу топлива до 8%;

Использование зимних масел летом — к повышенному износу двигателя, увеличению расхода масла на угар.

От значения вязкости зависит прокачиваемость по масляной системе, отвод тепла от трущихся поверхностей, их чистота. Это обеспечивает масло с меньшей вязкостью.

ГОСТ 17479.1–85 обозначение моторных масел сообщаемое потребителю основную информацию об их свойствах и области применения. Стандартная марка включает следующие знаки:

- буква М (моторное), цифру или дробь, указывающую класс или классы вязкости (последнее для всесезонных масел), одну или две из первых шести букв алфавита, обозначающих уровень эксплуатационных свойств и область применения данного масла.
- Универсальные масла обозначают буквой без индекса или двумя разными буквами с разными индексами.
- Индекс 1 присваивают маслам для бензиновых двигателей, индекс 2 — дизельным маслам.



М-8з/10В2 моторное, где 8 – класс вязкости при температуре (-)18 градусов = 10400 сСт (санти Стокс), буква 3 означает что масло содержит загущающие (полимерные) присадки и предназначено для зимнего или всесезонного масла, 10 – вязкость масла при температуре 100 градусов 10 санти Стокс.

Индекс вязкости – это показатель, характеризующий зависимость вязкости масла от изменения его температуры. Это величина без размера, она не измеряется в определенных единицах – это просто число. Чем выше такой индекс вязкости масла для мотора, тем шире температурный диапазон масла для обеспечения работоспособности мотора.

Назначение системы смазки

- поддержание необходимого давления масла
- обеспечения жидкостного режима трения в подшипниках коленчатого вала и других трущихся узлах дизеля, охлаждения поршней дизеля и отвода теплоты, образующейся при трении, от смазываемых узлов дизеля и его агрегатов, а также для удаления от рабочих поверхностей трущихся узлов дизеля продуктов их износа, предупреждение прорыва газов в картер путем заполнения зазоров в ручьях колец.



Дизель	Количество масла в системе.	Марка масла	Тепловоз
10Д100	1500 кг	М14В2	2ТЭ10М,В,У
2А5Д49	1250 кг.	М14Г2	ТЭП70, 2ТЭ10Мк, 2ТЭ116
14Д40	950 кг.	М14В2	М62
ПД1М	430 кг.	М12Б, М14Б, М12БР	ТЭМ2
310DR	650 кг.		ЧМЭЗ

Смешивание масел разных марок не допускается.

Выбор наиболее эффективного сорта масла с присадками, исходя из уровня форсирования и условий эксплуатации, для поддержания жидкостного трения.

Предусмотрено шесть групп моторных масел. А, Б, В, Г, Д, Е.

А,Б,В и Г называют универсальные масла и их маркируют без цифровых индексов, а группы Д, Е только в дизелях.

Группа по эксплуатационным свойствам		Область применения.	
А		Нефторсированные карбюраторные, дизельные двигатели.	
Б	Б1	Малофторсированные	карбюраторные.
	Б2		дизельные.
В	В1	Среднефторсированные	карбюраторные.
	В2		Дизельные.
Г	Г1		карбюраторные.
	Г2		Дизельные.
Д		Высокофторсированные	Дизельные работающие в тяжелых условиях.
Е		Малооборотные дизели работающие на тяжелом топливе.	

Зарубежные масла делят на семь типов по вязкости.

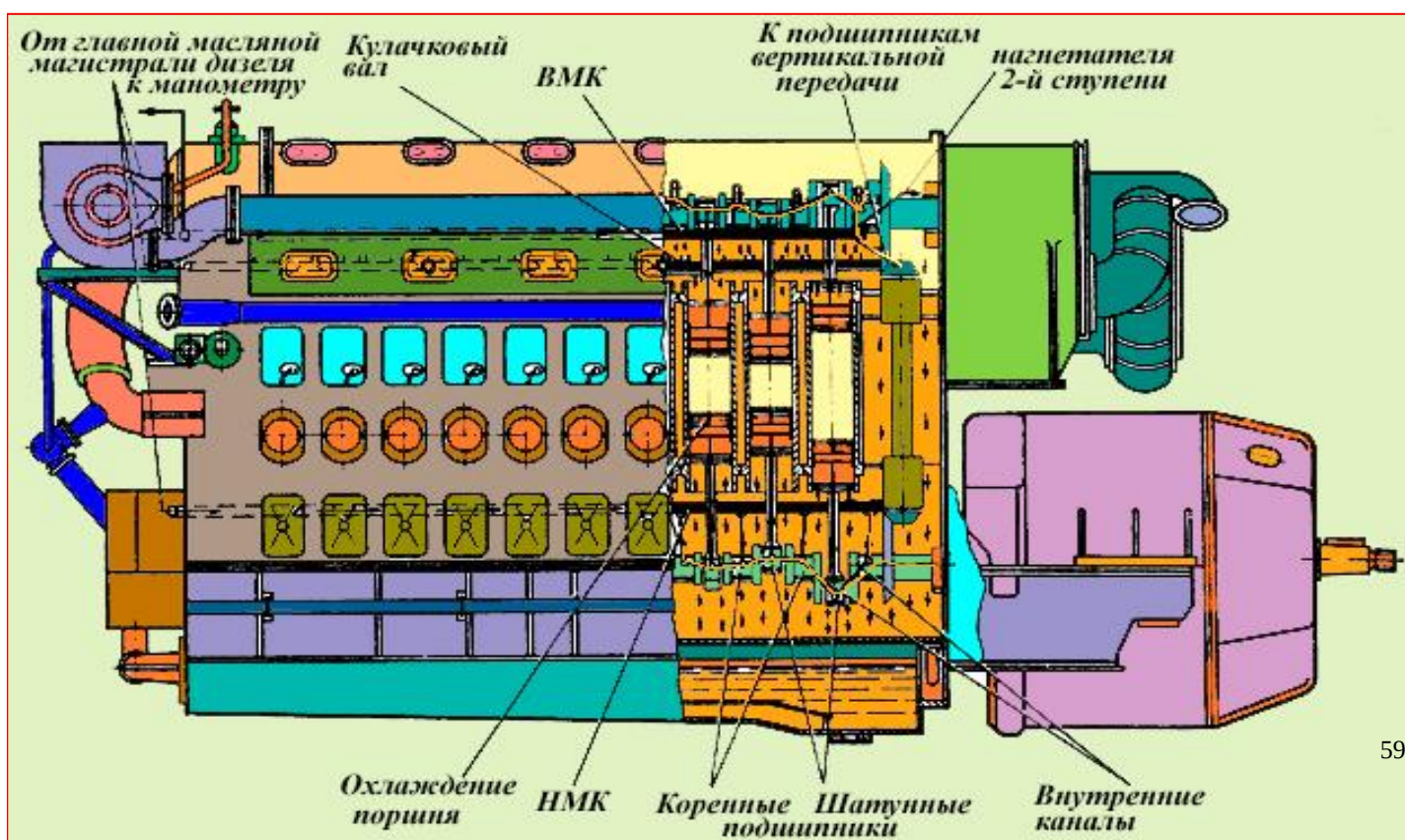
Зимние масла 0W, 5W, 10W, 15W, 20W вязкость при температуре.

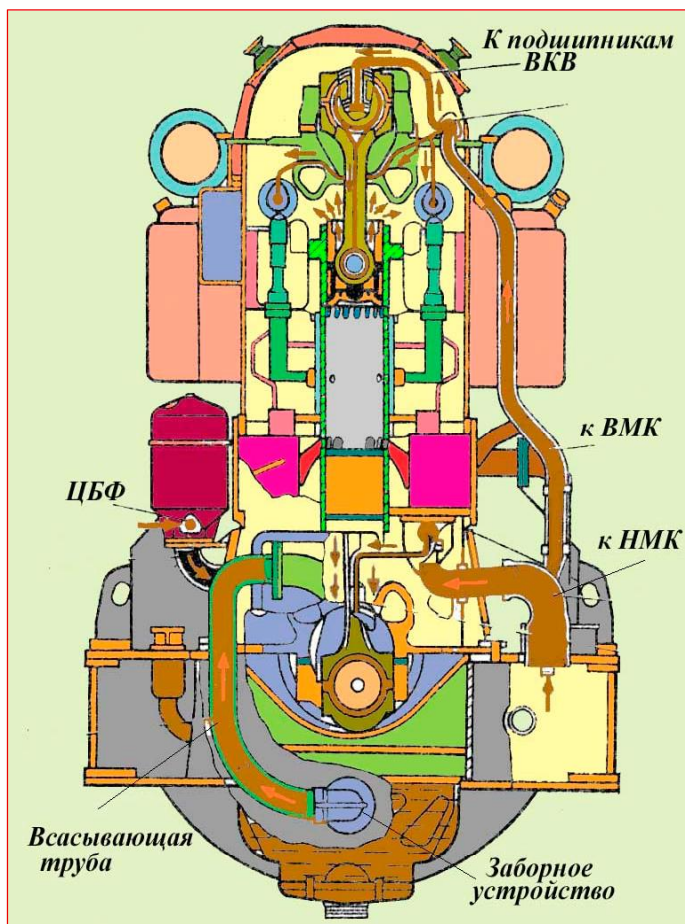
Летние 20, 30, 40, 50 – вязкость при температуре 100 градусов.

Всесезонные маркируют двойным номером 20W/40, 5W/30.

Система смазки дизеля

Для обеспечения работоспособности дизелей, система смазки оборудована устройствами для хранения масла, подвода его к трущимся поверхностям, очистки, охлаждения, а также контроля смазывания и состояния масла.





Масляная система дизелей замкнутая, циркуляционная.

- Состоит из внутренней смазочной системы дизеля и внешней системы, которая обеспечивает циркуляцию, охлаждение и очистку масла.
- Для создания необходимого давления масла в системе смазки до начала работы дизеля, чтобы уменьшить износ и предупредить задиры, а также уменьшить мощность необходимую для раскрутки коленчатого вала в систему входит маслопрокачивающая.

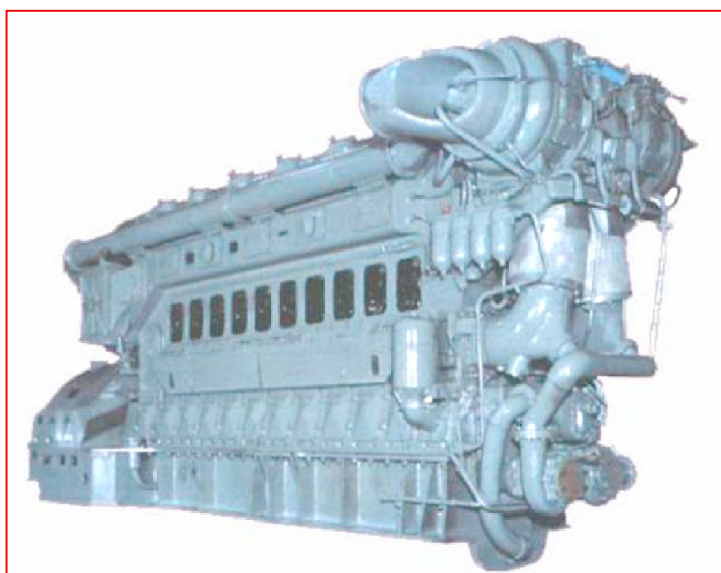
Внутренняя система обеспечивает подведение масла ко всем трущимся и теплонапряженным деталям дизеля.

Внешняя система включает в себя масляные насосы, охлаждающие устройства, фильтры, клапана и трубопроводы.

Смазывание дизеля происходит - путем разбрызгивания масла.
С принудительной подачей масла.
Смешанная (комбинированная) система смазки.

Схема циркуляции масла дизеля 10Д100.

Масляную систему дизеля условно разделяют на пять взаимосвязанных контуров:



Главный контур – служит для смазки трущихся поверхностей дизеля и подшипников *ТК*, вспомогательных механизмов – *ЗРР, ПРР, ГМР, ФТО* – для очистки масла.

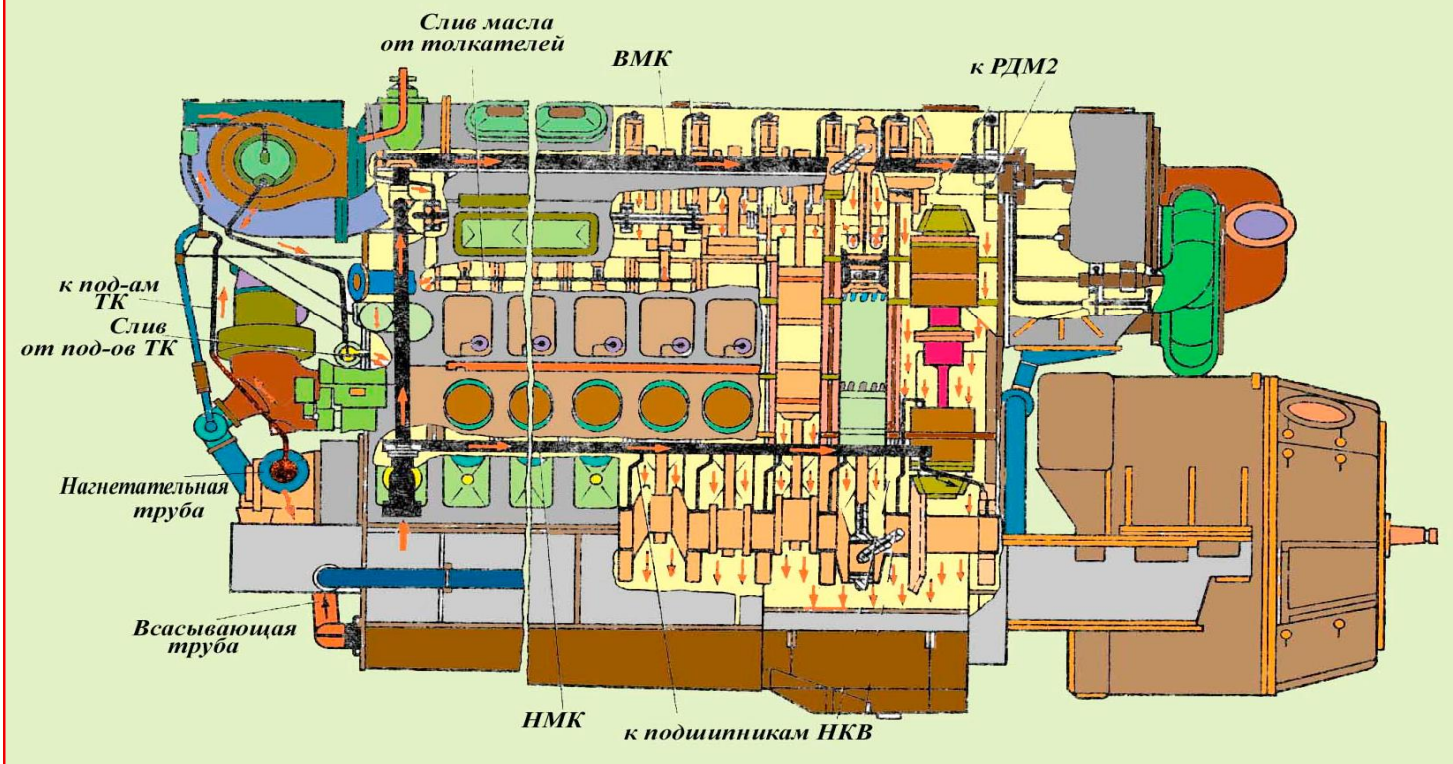
Контур ЦБФ – для дополнительной очистки масла до 4%.

Контур маслопрокачивающего агрегата – для смазки дизеля перед запуском.



Температура масла на выходе из дизеля измеряется по электротермометрам установленных на *ПУ* в обеих секциях и должна быть в пределах **60 – 80** градусов, максимально допустимая не более **86 градусов**.

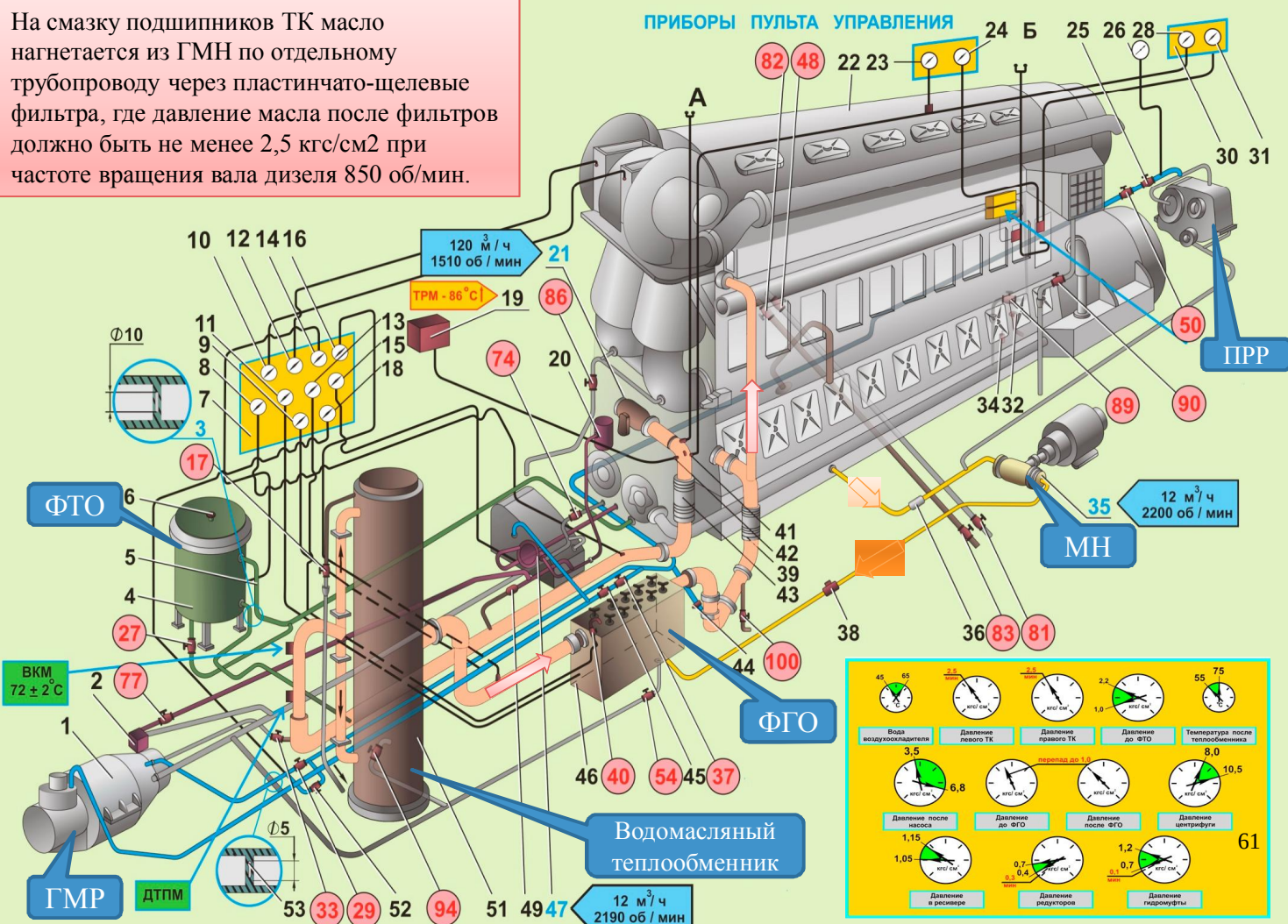
Повышение температуры масла выше нормы приводит к понижению вязкости масла и уменьшению прочности масляной пленки и ускоряется процесс окисления.



ГМН засасывает масло из картера и нагнетает в теплообменник, где масло охлаждается и поступает в **ФГО**, после очищенное масло нагнетается в нижний и верхний масляные коллекторы дизеля далее на смазку коренных и шатунных шеек и смазки пальца, также на охлаждения днища поршней после сливается в картер.

От **ВМК** смазывается пара конических шестерен вертикальной передачи, редуктор нагнетателя **2-ступени** и подшипники валов привода **ТНВД**.

На смазку подшипников ТК масло нагнетается из ГМН по отдельному трубопроводу через пластинчато-щелевые фильтры, где давление масла после фильтров должно быть не менее 2,5 кгс/см² при частоте вращения вала дизеля 850 об/мин.



Давление масла в системе после насоса находится в пределах 3,5 - 6 кгс/см². при частоте вращения вала дизеля 850 об/мин (контролируется по манометру в дизельном помещении).

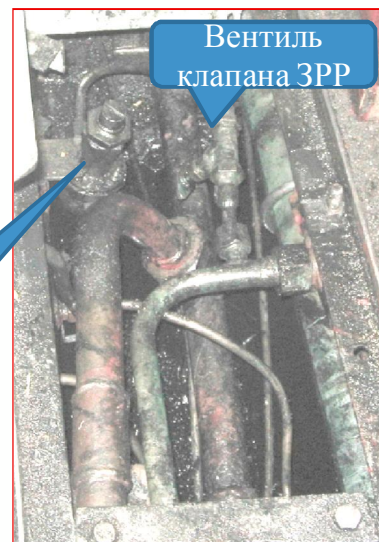
Давление в конце ВМК должно быть не менее 2 кгс/см² при 850 об/мин и 0,7 кгс/см² при 400 об/мин (контролируется по манометру на ПУ в кабине машиниста).

Контур вспомогательных механизмов (ПРР, ЗРР, ГМР)

Часть масла после ФГО (через предохранительный клапан отрегулированный на давление 0,7-0,8 кгс/см², на сериях В) нагнетается на смазку ЗРР и ПРР через редукционные клапаны отрегулированные на давление 0,4-0,7 кгс/см²,



Редукционный клапан



На смазку ГМР масло поступает через запорный клапан и дроссель с диаметром отверстия 5 мм отрегулированный на давление 0,7-1,2 кгс/см², где дроссель работает при выходе из строя запорного клапана и поддерживает требуемое давление.



Масло из редукторов откачивается своими насосами в картер дизеля.

- Для отключения подачи масла к редукторам и для поддержания необходимого давления в случае выхода из строя клапана устанавливают вентили (37, 50) .
- На некоторых сериях в редукторах используют индивидуальную смазку.



Контур ФТО



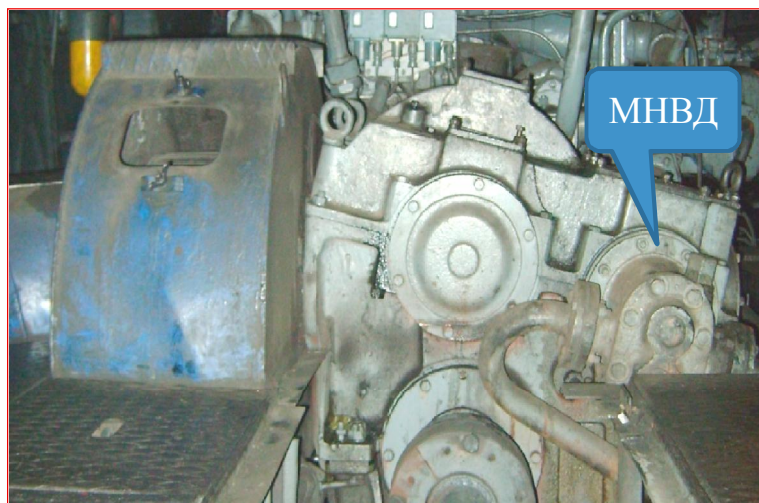
Часть масла после ГМН – 4% от нагнетательной трубы, по отдельному трубопроводу, через дроссель (диаметром отверстия 10 мм для создания давления 1-2,2 кгс/см², которое контролируется по манометру) поступает к фильтрующим элементам очищается и сливается в картер.

Химический состав масел и их эксплуатационные свойства резко изменяются в процессе эксплуатации — под воздействием высоких температур, кислорода воздуха, продуктов неполного сгорания топлива, конденсирующейся воды, картерных газов, каталитического действия металлов и старых продуктов окисления..

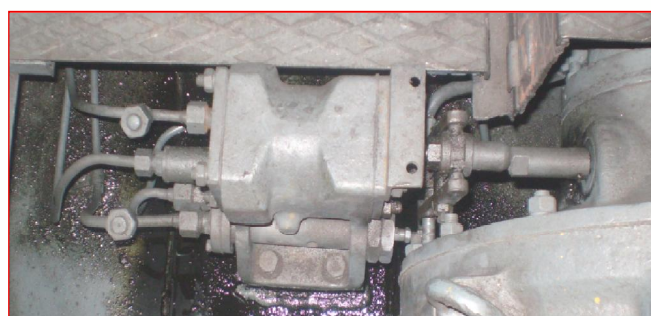
Если при падении давления в масляной системе объем масла в картере повышается, значит в него попало несторевающее топливо (или вода) и его необходимо срочно заменить.

Контур ЦБФ (гидродинамический)

Масло из картера по отдельному трубопроводу засасывается масляным насосом высокого давления (**МНВД**) который установлен на **ЗРР** и нагнетается через перепускной клапан отрегулированный на давление **8-10,4 кгс/см²**, в центробежный фильтр, где избыточное давление сбрасывается в трубопровод главного контура. Очищенное масло сливается в картер.

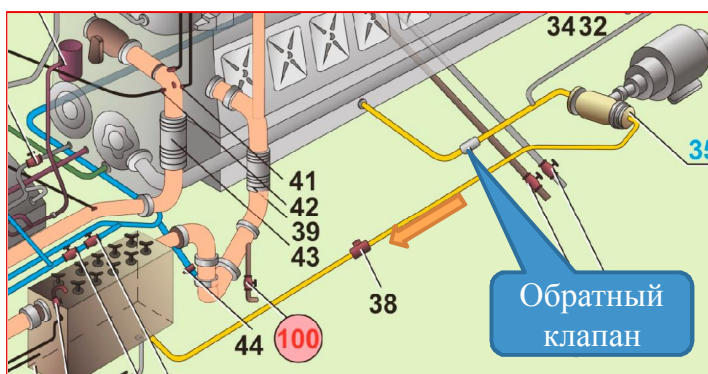
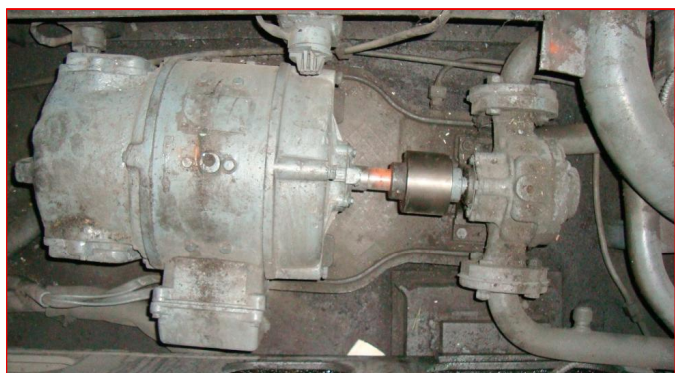


От контура **ЦБФ** по отдельному трубопроводу, через вентиль 77 масло поступает к сервомотору автоматики холодильника.

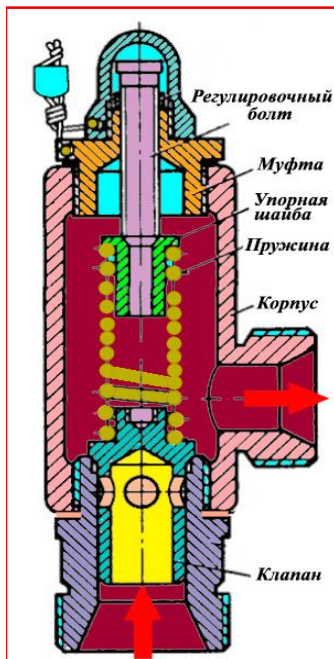


Контур маслопрокачивающего агрегата.

Масло через обратный клапан засасывается из картера дизеля маслопрокачивающим агрегатом и нагнетает под давлением **0,5 кгс/см²** через **ФГО** к верхнему и нижнему масляным коллекторам.



Много узлов работает в условиях полужидкостного или граничного трения, коэффициент которого зависит от качества масла, часто называемого маслянистостью, от наличия соединений, способных образовывать масляную пленку на металле. К таким узлам относятся, например, пара "шейка — вкладыши подшипников коленчатого вала" в момент пуска двигателя, поршневые кольца в момент нахождения поршня в верхней мертвой точке (когда вязкость масла и скорость поршня имеют минимальные значения).



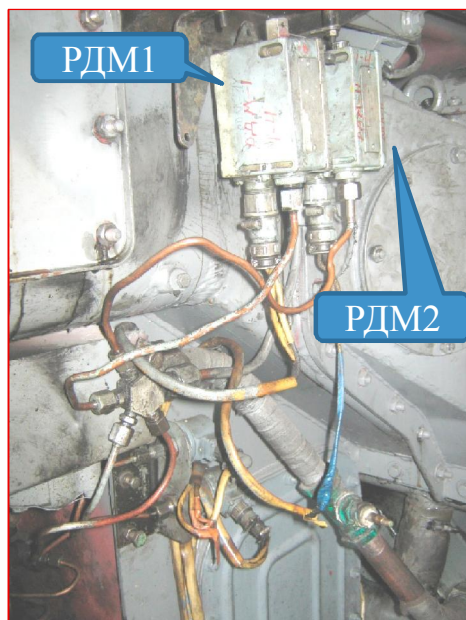
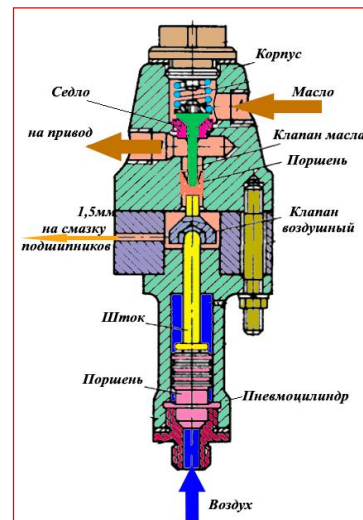
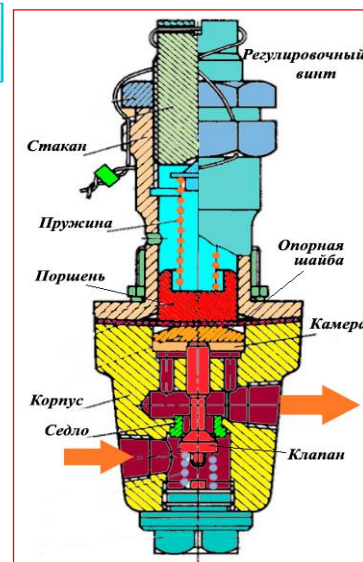
Предохранительный клапан (отрегулирован на давление $0,7 - 0,8$ кгс/см²) исключает переполнение маслом редукторов при остановке дизеля и прокачке системы перед запуском. При снижении давления ниже установленного клапан закрывает проход масла.

Редукционный клапан отрегулирован на постоянное давление $0,4 - 0,7$ и не менее $0,3$ кгс/см² на Х/Х.

служит для поддержания постоянного заданного давления в редукторах. При превышении давления уменьшает поток масла, а при падении давления масла увеличивает.

Запорный клапан ($0,7-1,2$ кгс/см²) служит для перекрытия подачи масла в **ГМР** при закрытии жалюзи.

Для смазывания подшипникового узла **ГМР** масло поступает через отверстие в клапане диаметром $1,5$ мм.



Защита масляной системы дизеля от пониженного давления.

В системе установлено два реле давления масла типа КРМ (комбинированное) и подключены к ВМК.

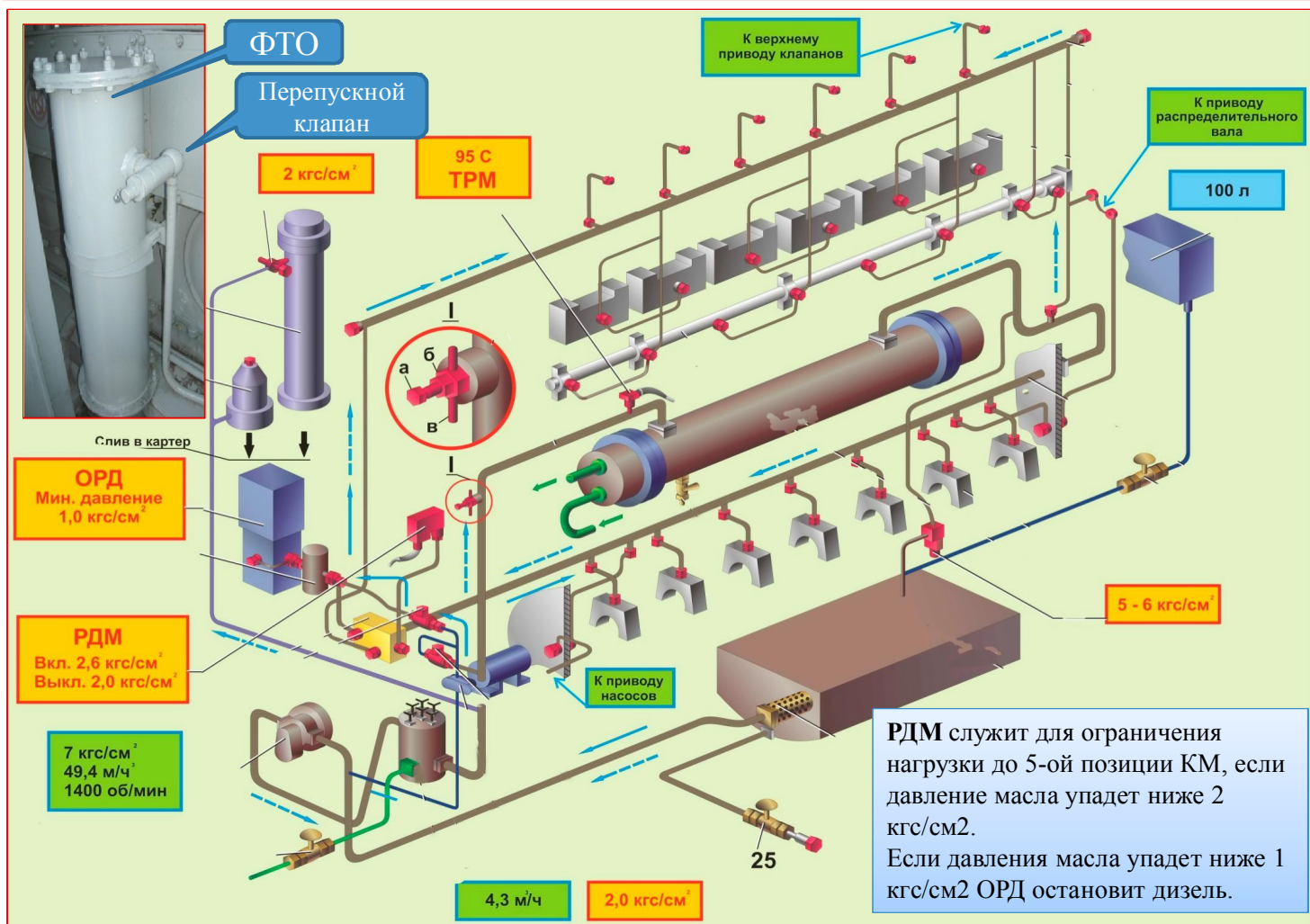
РДМ1 - контролирует давление в конце ВМК и включается при создании давления во время запуска $0,5 - 0,6$ кгс/см², ЕСЛИ ДАВЛЕНИЕ УПАДЕТ НИЖЕ НОРМЫ КОНТАКТЫ РДМ1 РАЗБИРАЮТ ЦЕПЬ НА БМ, КОТОРЫЙ ОСТАНОВИТ ДИЗЕЛЬ.

РДМ2 – ограничивает нагрузку дизеля до 12 позиции КМ, если давление упадет до $1,1 - 1,2$ кгс/см², контакты РДМ2 разбирают цепь на катушку РУ2, что приводит к сбросу нагрузки.

Переполнение картера маслом выше верхнего уровня при заправке не допускается это приводит к увеличению отложения нагара в цилиндропоршневой группе.

Ниже нижнего уровня приводит к понижению давления в масляной системе и недостаточному поступлению масла к трущимся деталям. Приводит к задиру и преждевременному износу. Уменьшается подача к поршням для охлаждения.

Схема циркуляции масла дизеля 310DR

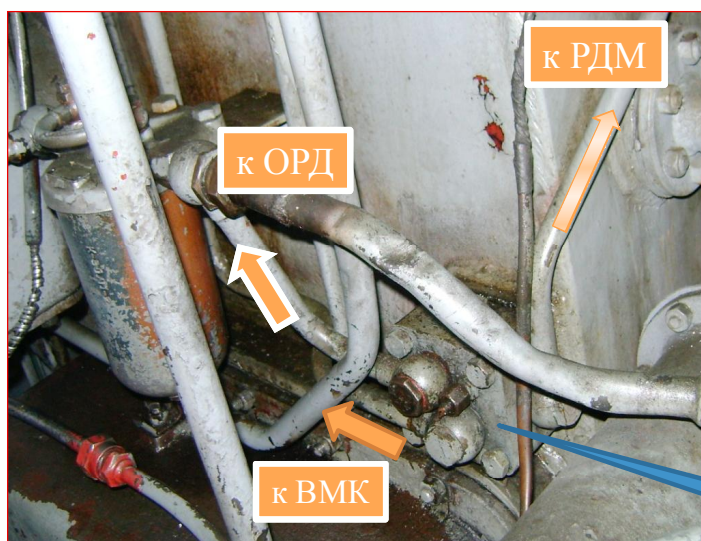


Основная часть (внутренняя система) идет в теплообменник для охлаждения и по выходу расходится в верхний и нижний масляный коллекторы.

Из **НМК** по семи трубкам поступает на смазку коренных, шатунных подшипников и на охлаждение поршней.

На смазку привода насосов и антивибратора по трубке от НМК.

От **ВМК** для смазки подшипников распределительного вала, а также толкателей привода клапанов и ТНВД.



на НМК в передней части имеется распределительная коробка, которая направляет масло по трем направлениям:

- Через фильтр к ОРД
- Датчику РДМ
- К ВМК где масло соединяется с маслом которое поступает из теплообменника.

От ВМК по шести трубкам масло поступает к верхнему приводу клапанов, а по четырем к корпусу толкателей и подшипников вала.

Контур очистки масла

Другая часть от ФГО направляется для очистки к ЦБФ и ФГО масла.

Контур вспомогательного оборудования

через вентиль от ФГО масло подводится к ГМР.

Контур маслопрокачивающего насоса.

Состоит из маслопрокачивающего агрегата, двух обратных клапанов.

- 1. закрывает выход масла при работе дизеля
- 2. для защиты электродвигателя, при большой вязкости масла, открывает второй путь на теплообменник.



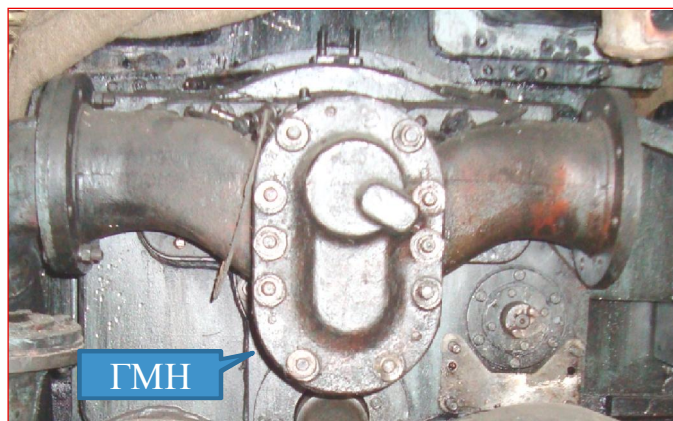
МН засасывает масло из картера по отдельному трубопроводу перед ГМН и через обратный клапан нагнетает под давлением 1,5 – 2,0 кгс/см² к маслораспределительной коробке, где в течении 25 – 30с обеспечивает жидкостное трение деталей перед пуском дизеля. Масло поступает к ОРД через фильтр для вывода реек ТНВД на максимальную подачу топлива.

Для защиты масляной системы после теплообменника установлен разгрузочный клапан отрегулированный на давление 5-6 кгс/см².

Для контроля за температурой масла перед теплообменником установлено термореле (РТМ) которое регулируют на включение при температуре 95 градусов для оповещения машиниста путем включения зуммера и сигнальной лампы ЛСД1 на ПУ.



Масляный насос. Шестеренного типа.



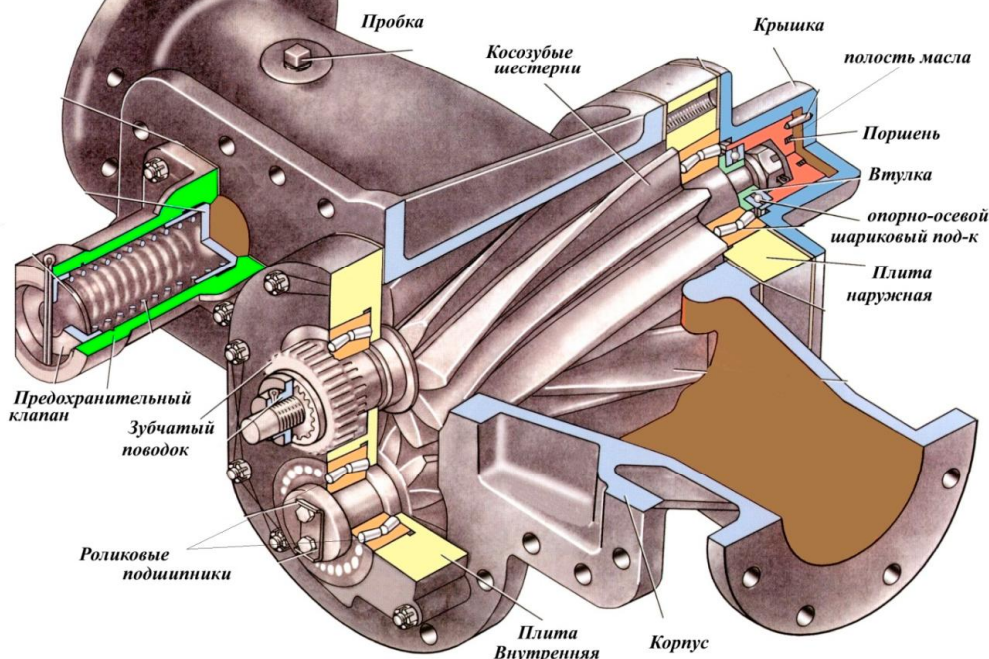
Устанавливают на плите насосов, привод от КВ. Обеспечивает циркуляцию масла в системе дизеля и вспомогательного оборудования.



Давления масла в системе контролируют по манометру расположенного на общем щитке в дизельном помещении

Дизель	310DR		10Д100			Д49
Насос	ГМН	МН	ГМН	МНВД	МН	ГМН
Частота вращения шестерен, Об/мин	1400		1510	2200		1550
Подача масла, м3/ч	49,4 (49400л)	4,3 (4300л)	120 (120000л)	12 (12000л)		110 (110000л)
Срабатывание предохранительного клапана, кгс/см ²	7	-	5,5	10,5	-	9
Тип шестерни	прямозубые		косозубые			

Валы вращаются в радиально-сферических подшипниках, которые запрессовывают в расточки плит.



Состоит:

чугунный корпус с двумя патрубками, один имеют фланец для крепления к дизельной раме, а второй к нагнетательной трубе.

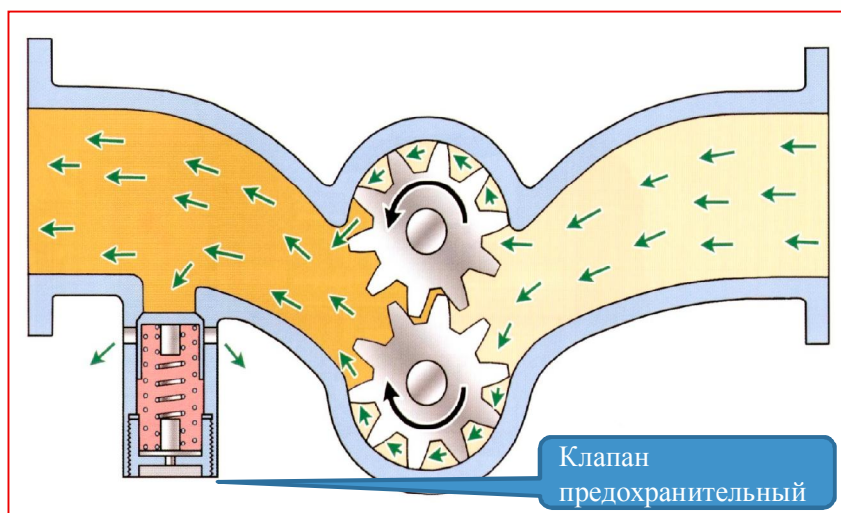
Внутренней и наружной плит, двух косозубых шестерней, крышки в которой расположено разгрузочное устройство, предохранительный клапан.

Плиты служат для осевого упора косозубых шестерен. В косозубом зацеплении рабочих шестерен появляются осевые силы, для их устранения применяют разгрузочное устройство.

Косозубые шестерни обеспечивают больший захват масла и дают большую производительность по сравнению с прямозубыми.

На хвостовик ведущего вала устанавливают зубчатый поводок, а с другой стороны втулку и шариковый подшипник который упирается в поршень.

Разгрузочное устройство – разгружает торец ведущей шестерни от осевого усилия при помощи давления масла. Устанавливают в крышку с передней стороны насоса.



Для ограничения давления масла в нагнетательной полости устанавливают предохранительный клапан. Состоит из корпуса в который установлен поршень с двумя пружинами. Корпус имеет седло в которое поршень упирается пружинами и регулируется на давление 5,5кгс/см².

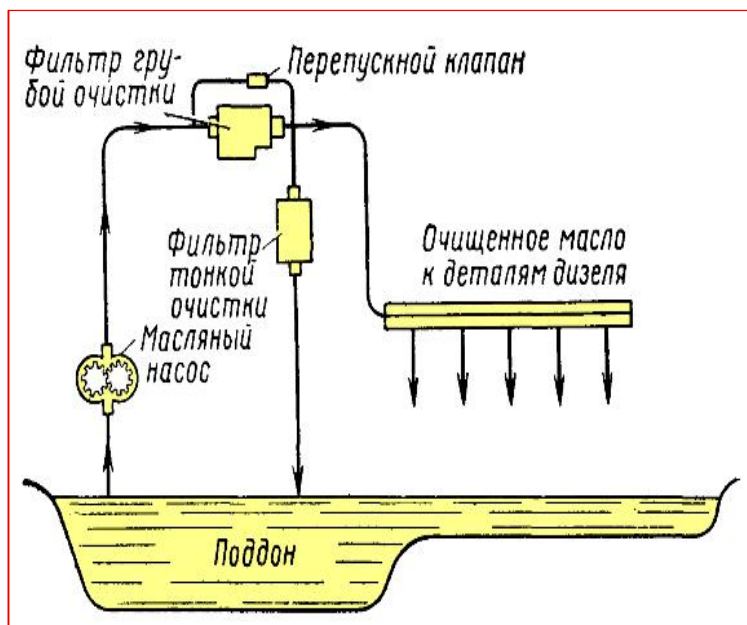
Неисправности насосов

уменьшение подачи
падение давления в нагнетательной полости
трещины и износ корпусов, подшипниковых планок, крышек, втулок
разрушение подшипников
падение давления и подачи насоса является следствием увеличенного бокового зазора между зубьями шестерен и торцевого зазора между шестернями и корпусными деталями.

На ТОЗ, ТР1 и ТР2 прослушивают при работающем дизеле на посторонние шумы и стуки. Проверяю крепление и на наличие течи масла. На ТРЗ и всех КР снимают и разбирают, испытывают на стенде.

Система очистки масла дизеля

- Очистка масла в системах смазки тепловозных дизелей осуществляется путем непрерывной его фильтрации.
- Для надежности очистки система фильтрации масла состоит из нескольких различных фильтров, включенных последовательно или параллельно.

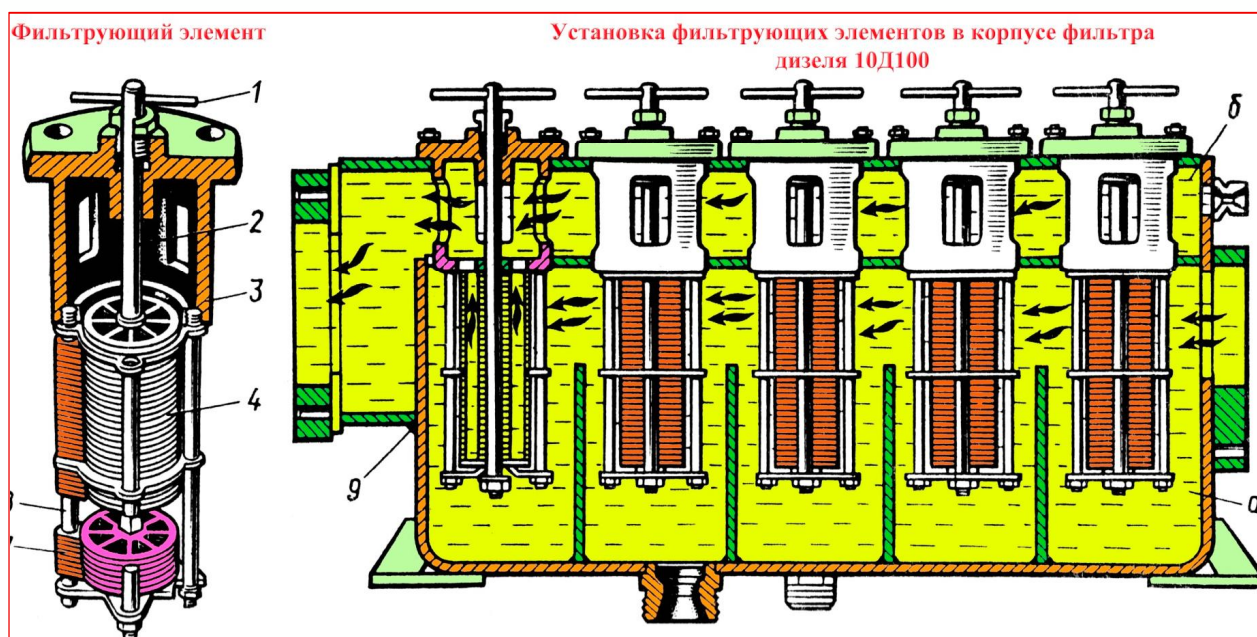


Фильтры масляные - предназначены для предотвращения износа двигателей путем очистки масла от загрязняющих частиц в процессе его циркуляции. Фильтры сохраняют чистоту и качество масла, предотвращают износ подшипников, а также способствуют более продуктивной и экономичной работе двигателей внутреннего сгорания.

<http://locomotive.nethouse.ru/>
locotruck.ru

ФГО

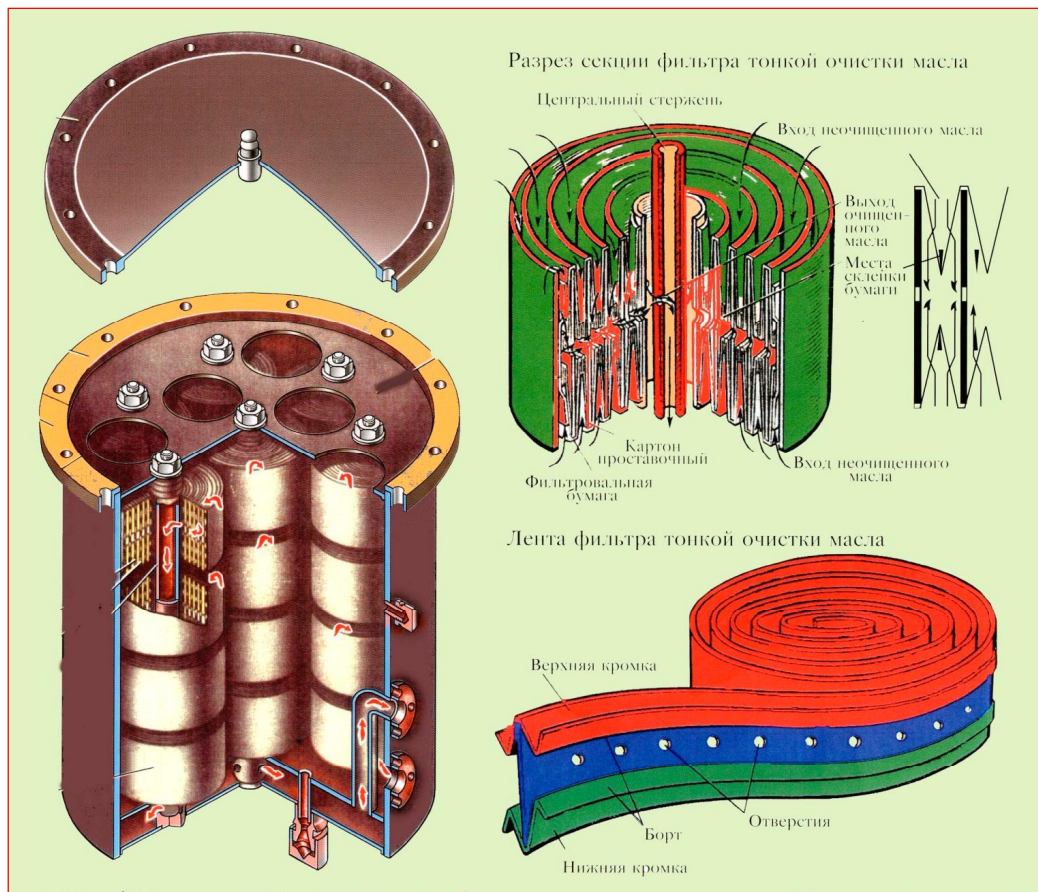
На тепловозных дизелях применяют пластинчато-щелевые, проволочно-щелевые (ленточные) и сетчатые фильтры.



У щелевого фильтра фильтрующий элемент состоит из чередующихся дисков и звездочек сделанных из тонкой листовой стали (толщиной от 0,05 до 0,15мм). Механические примеси застревают в зазорах (между пластинами).

Пластинчато-щелевого типа имеют наиболее низкие показатели по протеканию масла, пропускной способности, гидравлическим характеристикам и качеству фильтрации.

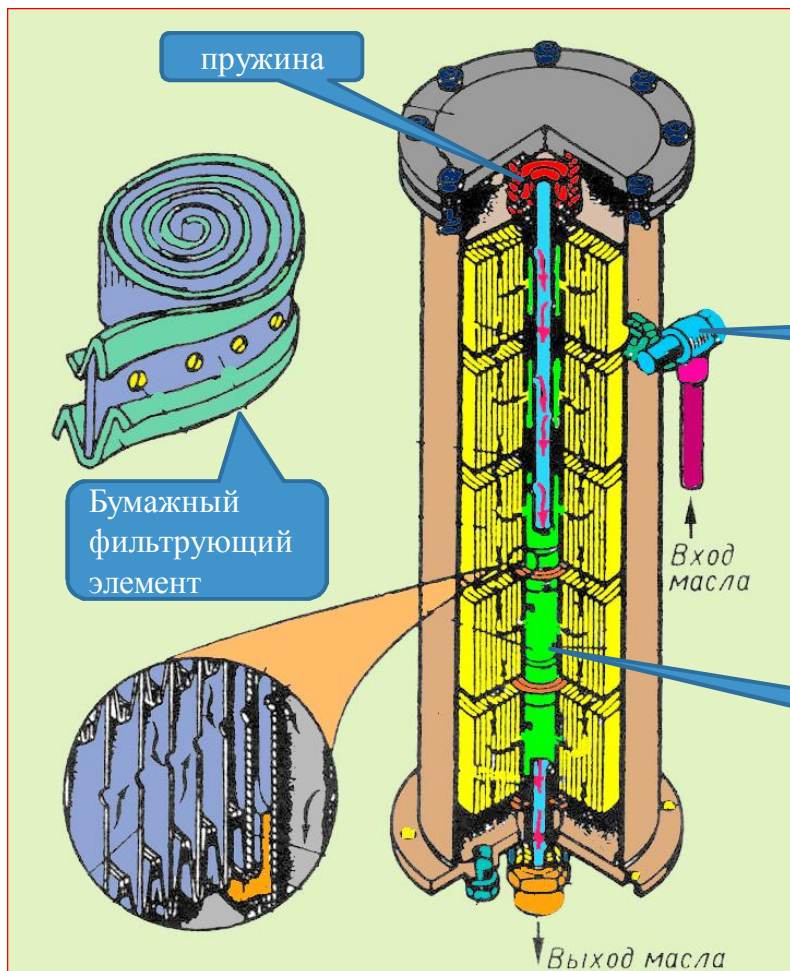
В качестве фильтрующего элемента служат две согнутые пополам в долевом направлении полосы фильтровальной бумаги, края которых отогнуты по всей длине на 8мм. Отделяет взвешенные в масле частицы размером 20 – 30 мкм. Тем самым непрерывно освежает масло в системе.



через фильтрующие элементы масло проходит примерно 10 – 15% циркулирующего в системе.

Длина каждой полосы 15м и ширина 116мм. Полоса из гофрированного картона, где по всей длине в центре пробиты отверстия диаметром 5мм на расстоянии 10мм.

Установлено 28 фильтрующих элементов, пропускная способность их 5000-5500л/ч.



Имеет пять бумажных фильтрующих элементов состоящих из перфорированной картонной полосы, спирально намотанной на пластмассовую втулку имеющую четыре отверстия.

Перепускной клапан

Масло поступает в фильтр через перепускной клапан отрегулированный на давление 2 кгс/см².

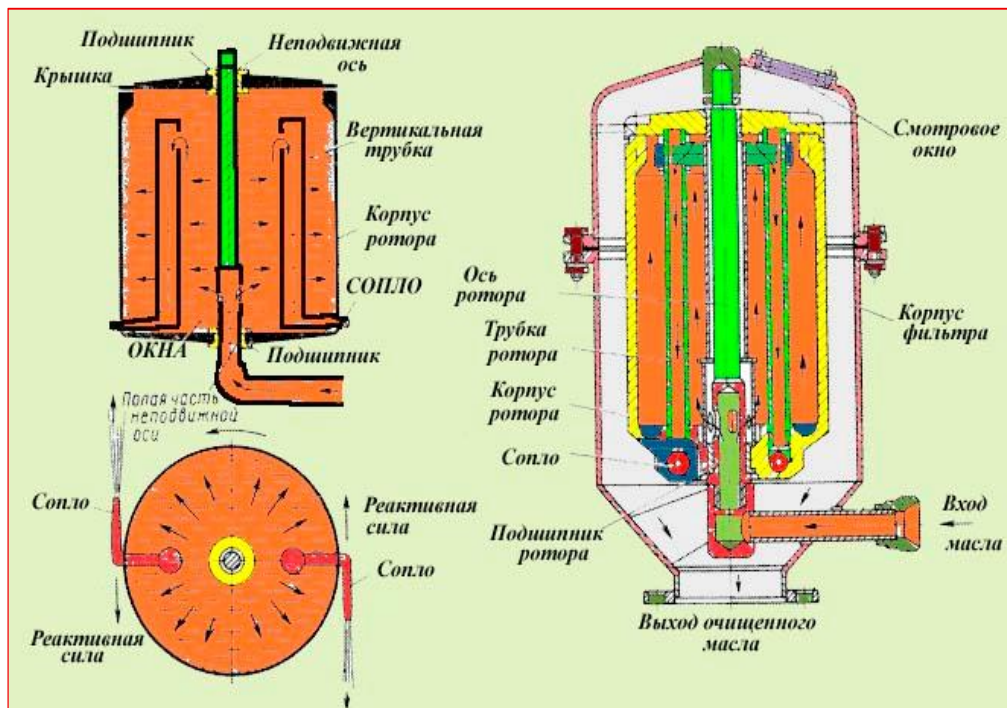
Во время прокачки дизеля маслом перед пуском клапан закрыт.

Стержень пустотелый с пятью радиальными отверстиями

Центробежный фильтр ЦБФ

Для тонкой очистки масла от механических примесей.

Работает от реактивных сил, возникающих при истечении масла с большой скоростью через сопловые отверстия.



Под действием центробежных сил механические примеси в масле, отбрасываются на стенки неподвижного корпуса фильтра и откладываются на его поверхности в виде густой массы. Через ЦБФ проходит примерно 5 – 10% масла. Подача 4-5 т/ч и очищает масло от наиболее тяжелых механических примесей уменьшая тем самым абразивный (соскабливание) износ деталей.

Реактивное действие струи заставляет ротор вращаться с частотой 5000 – 6000 об/мин.



Крепят на патрубке корпуса привода насосов.

Имеет алюминиевый корпус и крышку.

В центре вворачивают пустотелую ось из стали на нее надевают ротор из алюминия состоящий из ребристого днища и крышки.

На крышку закручивают два сопла (2 мм) которые развернуты друг от друга на 180 градусов и защищены от засорения сеткой.

Частота вращения ротора 7700 при давлении масла 5 кгс/см² и температуре масла 80 градусов.

Выходя из отверстия в оси, масло перемещается в роторе, установленном на подшипниках оси и подходит к сопловым наконечникам ротора. Вытекая из сопел, масло развивает реактивную силу, заставляющую ротор вращаться.

При вращении масла механические частицы под действием центробежной силы отбрасываются на стенки ротора, а чистое масло выбрасывается через сопла в корпус и через окна стекают в картер.

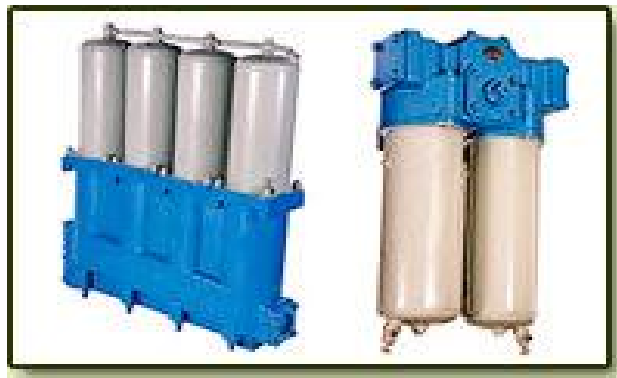


пропускают через себя полный поток



Фильтрующий элемент очистки масла 545.00.000.
(Нарва 6-4-04)

В фильтрующем элементе применена фильтровальная бумага, армированная металлической гальванизированной сеткой, обеспечивающей номинальную тонкость фильтрации 25 мкм.



В корпус установлены перепускные клапаны тарельчатого типа, которые предохраняют фильтрующие элементы от разрушения при повышении перепада давления масла.

- Фильтрующие элементы полнопоточного фильтра масла очистке и промывке не подлежат.
- После 500 – 600 ч работы дизеля или при перепаде давления между входом масла в фильтры и выходом из них, равном $1,8 \text{ кгс/см}^2$, они подлежат замене.
- Внутренние полости корпуса фильтра при этом промывают.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Что определяет вязкость масла и какую роль выполняет?

Величина давления масла при которой останавливается дизель?

На какое давление отрегулирован предохранительный клапан главного масляного насоса дизеля и его назначение?

Какое давление создает главный масляный насос в масляной системе дизеля и чем оно обосновано?

Какое давление создает маслопрокачивающий насос перед запуском дизеля?

Максимальная частота вращения шестерен главного масляного насоса дизеля?

С какой частотой вращается ротор центрифуги при нормальном давлении масла в системе смазки дизеля и принцип работы?

Какое количество масла заливается в дизель?

Какие характерные неисправности встречаются у насосов?

Служит для отвода и рассеивания тепла в атмосферу от дизеля, что обеспечивает нормальную работу дизеля в течении длительного времени, независимо от нагрузки.



Сильный нагрев деталей дизеля требует интенсивного охлаждения их водой, температура которой должна быть достаточно высокой во избежание появления трещин в блоке, цилиндрических втулках, крышках цилиндров и корпусах турбонагнетателя.

Системы охлаждения подразделяют :



В открытых водяных системах - вода через водяной бак связана с атмосферой, что ограничивает избыточное давление в трубопроводах и рабочую температуру воды в пределах 85–90 °С (предел 95 °С).

В закрытых водяных системах вода находится под избыточным давлением, предупреждающим ее кипение.

Вода не связана с атмосферой, т.е. она циркулирует в герметичном трубопроводе, что позволяет поднять давление выше атмосферного и температуру кипения выше 100° С.



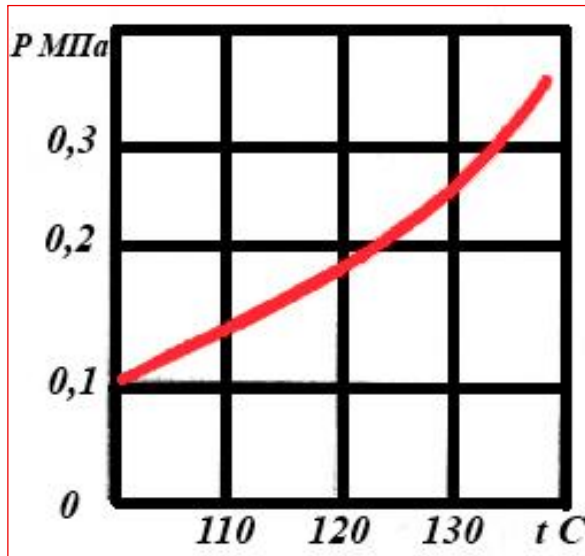
- Высокотемпературные закрытые системы работают при температуре **120°C и выше**. Она должна иметь повышенное давление, исключающее кипение и образования паровых пробок. Уменьшаются потери тепла в воду.
- Низкотемпературные закрытые системы охлаждения имеют температуру воды в пределах **105 °С**

Все отечественные тепловозы с закрытыми водяными системами имеют низкотемпературное охлаждение (2ТЭ116, ТЭП70). Избыточное давление создается за счет герметизации водяного бака, что позволяет повышать температуру воды до 105 °С без её кипения. Бак оборудуется предохранительным клапаном, который срабатывает при избыточном давлении $P_d = (0,05 \div 0,07)$ МПа и при разряжении $P_r = (0,005 \div 0,007)$ МПа.

Температура кипения зависит от величины избыточного давления в системе.

- Из зависимости видно, что чем выше давление, тем выше температура кипения воды.
- Повышение давления ограничено возможностью нарушения уплотнений цилиндрических гильз дизеля и прочностью трубок радиаторов.

Испытание серийных радиаторов под давлением 0,4 МПа в течение 400 ч не вызвало их повреждения.



Преимущества водяной системы закрытого типа

- Существенно снижаются размеры охлаждающих устройств и затраты мощности на привод вентилятора (чем выше рабочая температура воды, тем больше эффективность охлаждающих устройств).
- Повышается КПД тепловоза за счет снижения затрат мощности на вспомогательные нужды.
- Улучшается организация рабочего процесса в цилиндрах дизеля за счет повышения рабочей температуры, что снижает расход топлива.
- Уменьшаются температурные деформации цилиндрических гильз за счет снижения перепада температур.

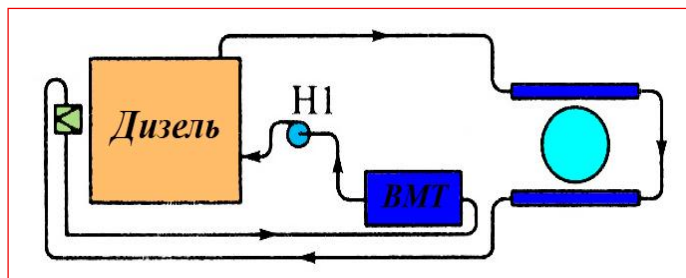
Недостатки водяной системы закрытого типа.

- Системы этого типа требуют использования специальных, термостойких резиновых уплотнений в дизеле.
- При высоких температурах воды происходит увеличение температуры масла, что приводит к быстрому его старению (старение ускоряется в 1,5–2 раза).
- Повышение температуры масла ускоряет износ трущихся деталей дизеля.
- Для предупреждения этого явления необходимо использовать термостойкие сорта масел.

Движение жидкости по замкнутому трубопроводу называется циркуляцией.

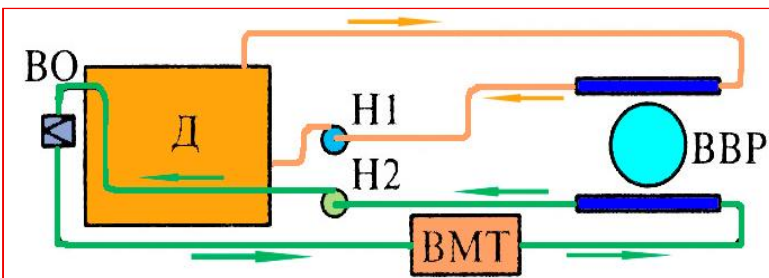
Различают циркуляцию естественную и принудительную.

Одноконтурная система



Вода отводит тепло от нагретых узлов дизеля.

Двухконтурная система



Добавляется контур отвода тепла от масла и надувочного воздуха.

Н1, Н2 – водяные насосы, ВМТ- водомасляный теплообменник, ВО – воздухоохладитель, ВВР - водовоздушный радиатор.



В процессе работы дизеля разность температур воды на выходе и входе дизеля не должна превышать более 10 градусов.

Каждый контур дизелей 10Д100 и 310DR имеет систему открытого типа с принудительной циркуляцией воды. Циркуляцию воды в каждом контуре осуществляет специальный насос, получающий привод от коленчатого вала дизеля.

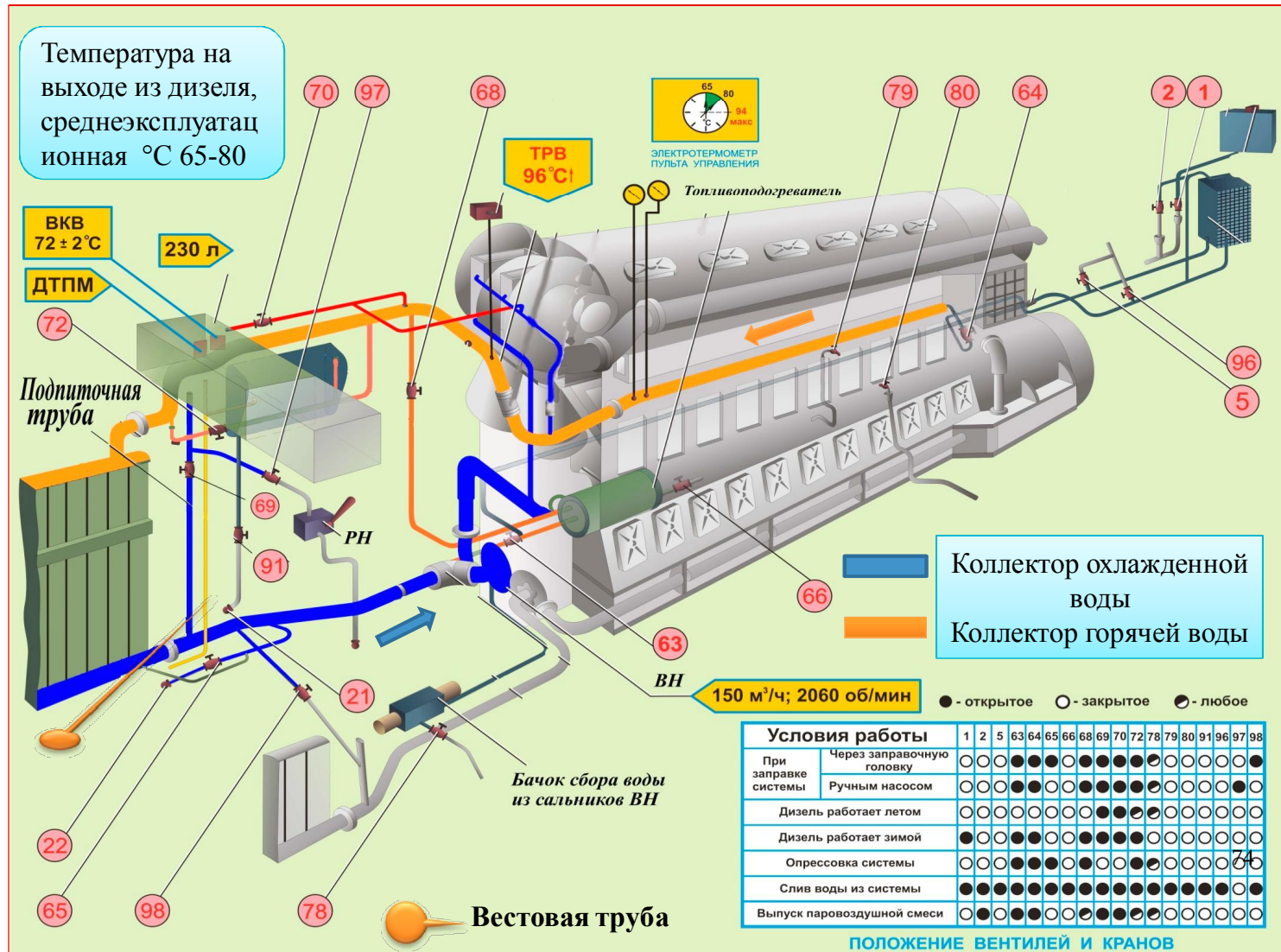
СХЕМА ЦИРКУЛЯЦИИ ВОДЫ в системе дизеля 10Д100

Контур охлаждения дизеля (основной)

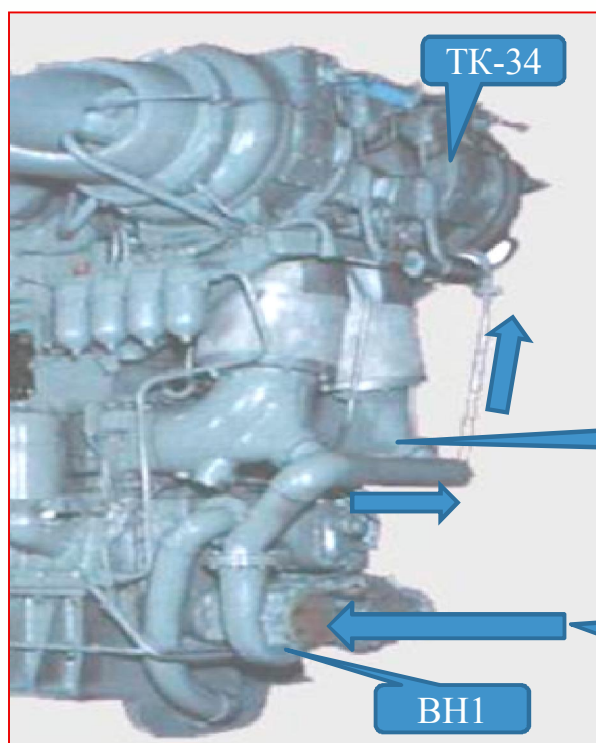
Обеспечивает охлаждение дизеля (Выхлопных коллекторов, ЦВ, ТК-34), а также для подогрева топлива, обогрева кабины машиниста в холодное время года.

На охлаждение дизеля отводится 13 радиаторных секций большого и малого фронта с левой стороны тепловоза. Для циркуляции воды по системе используется водяной насос центробежного типа, установленный с передней стороны дизеля. Снабжение дизеля водой производят через вентиль 65.

Для пополнения системы из-за парообразования и утечек, а также допустимого разрежения на всасывании водяного насоса имеется подпиточная труба, через которую вода пополняется из расширительного бака, через вентиль в коллектор охлажденной воды минуя радиаторные секции.



Охлажденная вода засасывается центробежным насосом из 13 радиаторных секций Большого и Малого фронта с левой стороны тепловоза и под давлением нагнетается в водяную полость двух патрубков выпускных коллекторов цилиндров дизеля после поступает в водяные полости левого и правого выпускного коллектора, а также по отдельному трубопроводу вода поступает на охлаждение двух ТК-34, после охлаждения турбинного и выхлопного корпуса выходит в коллектор горячей воды.

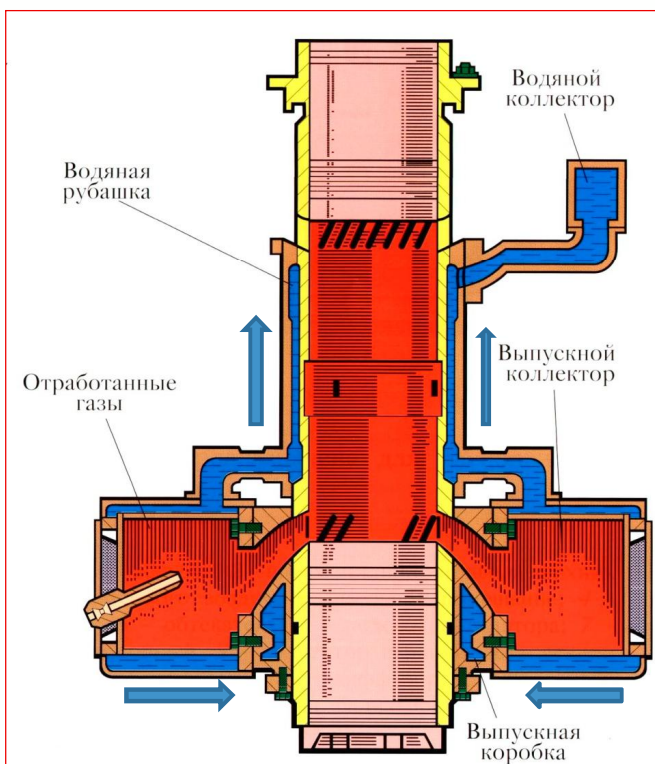
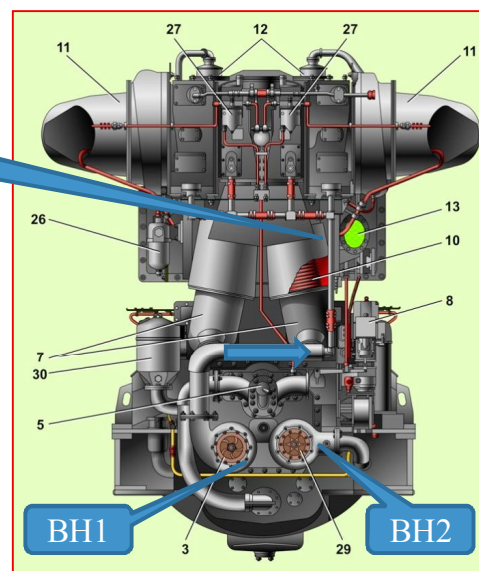


От коллектора горячей воды и **ТК** подводится трубка для отвода пара при перегреве воды, (тем сам, исключая воздушную пробку) через открытый вентиль **70** в расширительный бак.

Подвод воды к ТК

Выпускные патрубки

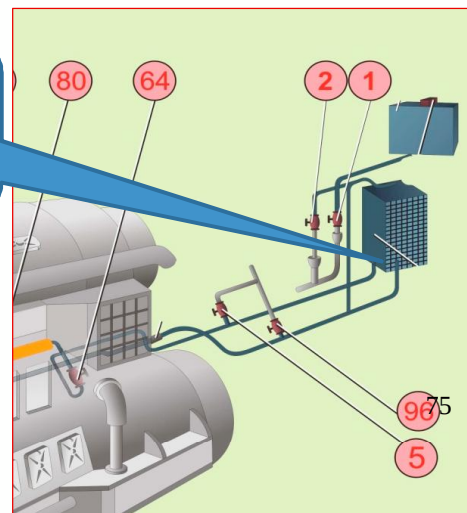
Вода из радиаторных секций



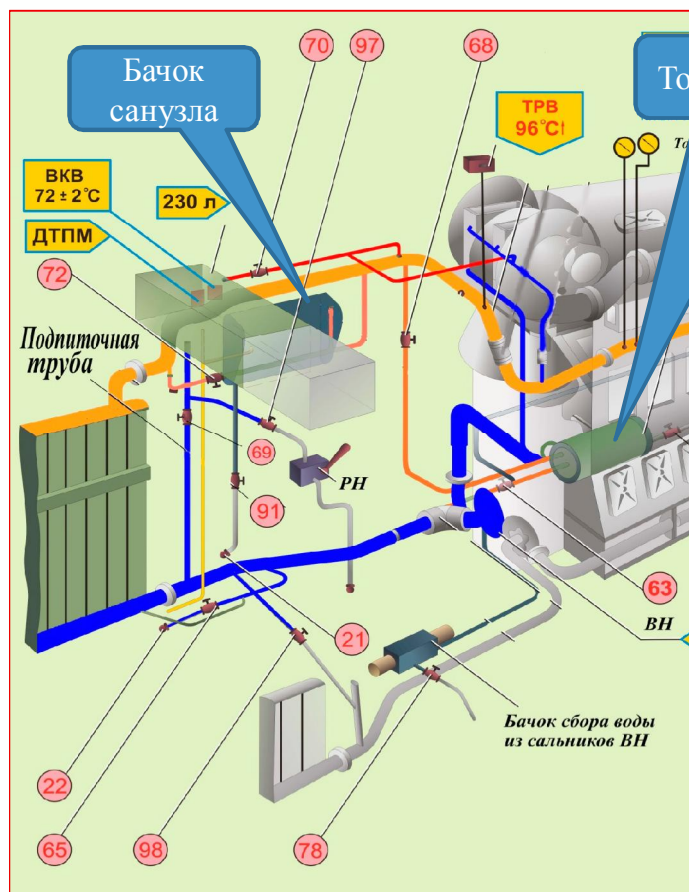
Вода проходит по нижней части выпускных коллекторов, где поступает в выпускные коробки двумя параллельными потоками, охлаждает нижнюю часть ЦВ и через окна выходит в верхнюю полость выпускных коллекторов, далее по переходным патрубкам в рубашки ЦВ охладив втулки выходит по патрубку в коллектор горячей воды поступает в радиаторные секции на охлаждение.

Радиаторные секции в кабине машиниста

Для обогрева кабины вода поступает из коллектора горячей воды, подводится по отдельному трубопроводу через вентиль (**64**) к радиаторным секциям калорифера, где после сливается по трубе, через вентиль (**20,63**) во всасывающую полость перед насосом.



Для подогрева топлива вода поступает из коллектора горячей воды по отдельному трубопроводу через вентиль (68) после подогрева топлива вода отводится через вентиль (63) во всасывающую трубу перед насосом.



Для заправки пресной водой бачка санузла используют вентиль 91, подогрева воды в бачке вентиль 72.

Утечки воды через сальники от водяных насосов собираются в бачок, который устанавливают на нагнетательную трубу главного контура масляной системы (в зимнее время предотвращая замерзания воды в бачке) и отводятся через вентиль 78 наружу.

Контур охлаждения надувочного воздуха и масла дизеля

Снабжение вспомогательного контура производят через вентиль 16. Подпитка системы из расширительного бака, через подпиточную трубу и открытый вентиль 15.



Вода засасывается из 19 радиаторных секций Большого и Малого фронта правого ряда и из шести секций Большого и Малого фронта левого ряда ВН2 и нагнетается по одной трубе к двум воздухоохладителям, охладив воздух вода из каждого воздухоохладителя отводится по отдельным трубопроводам в стояк, где соединяется и поступает в теплообменник для охлаждения масла и после выходит в радиаторные секции.

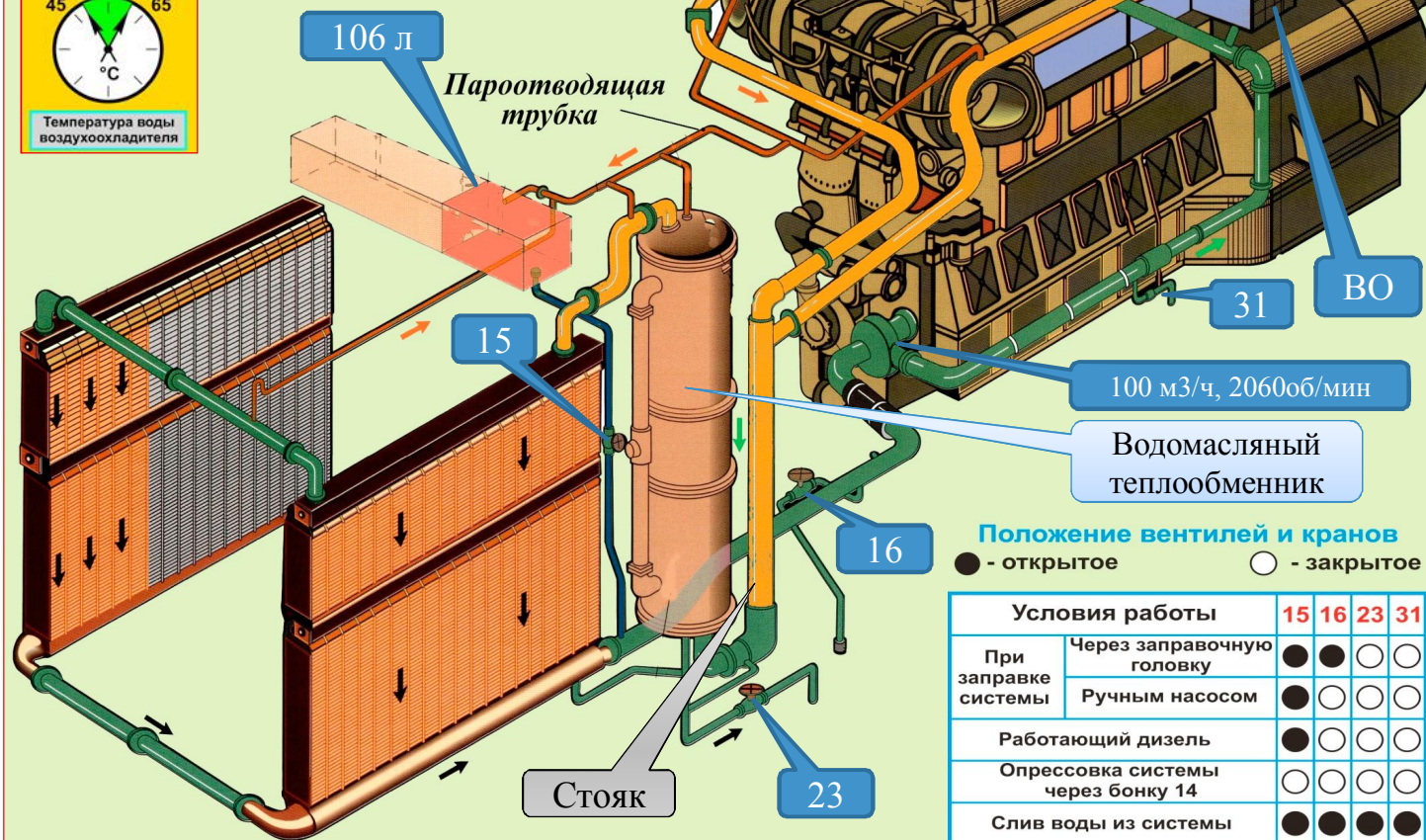
Для отвода паровоздушной смеси имеются трубы из трубопроводов от воздухоохладителей и теплообменника, которые отводят пар в расширительный бак.

Для контроля за температурой на входе в воздухоохладитель на общей щитке в дизельном помещении устанавливают термометр.



Температура на выходе из ВО и теплообменника, среднеэксплуатационная °C 60-80.

TPM86 °C



Водяная система дизеля 310DR

Для охлаждения воды основного контура используются шестнадцать, а вспомогательного контура — восемь водяных секций, установленных в шахте холодильника с передней стороны кузова. Оба контура объединены через расширительный бак, укрепленным над радиаторными секциями.

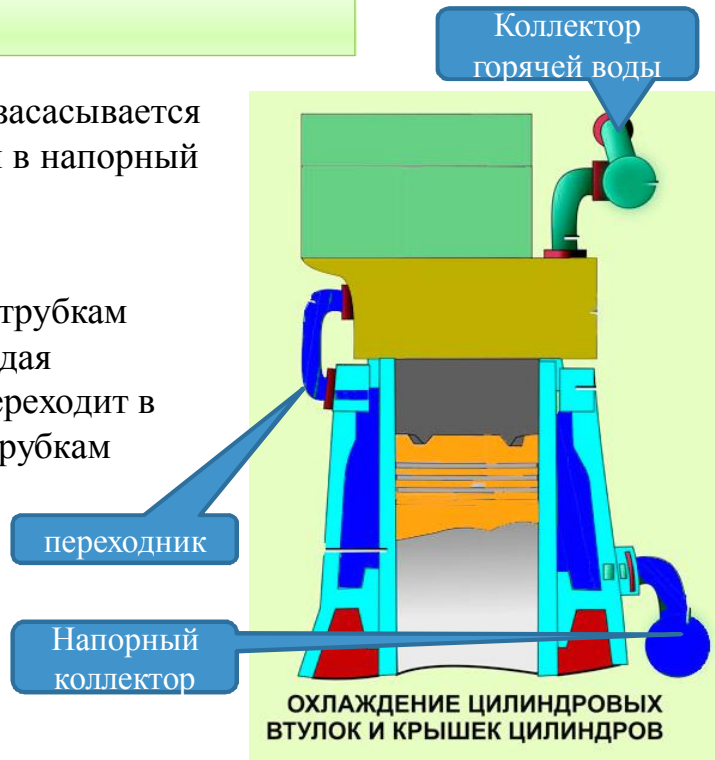


Во время снабжения дизеля водой используют заправочные вентили **400 и 401**. Для пополнения системы из-за парообразования и утечек, а также допустимого разрежения на всасывании водяного насоса имеются подпиточные трубы (**10 и 27**), через которые вода пополняется из расширительного бака в коллектор охлажденной воды (перед насосом) минуя радиаторные секции.

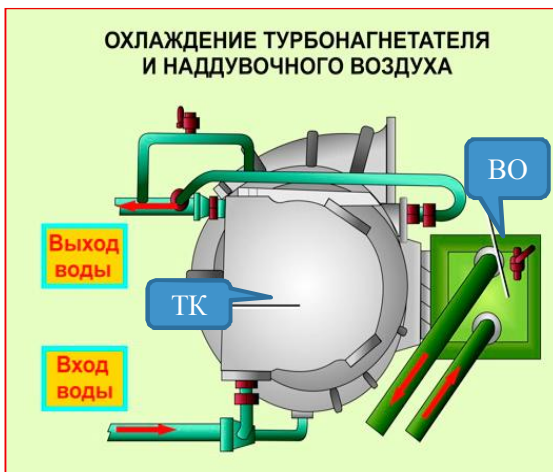
Контур охлаждения дизеля (основной)

Охлажденная в 16 секциях радиатора вода засасывается насосом (*основного контура*) и нагнетается в напорный коллектор охлажденной воды.

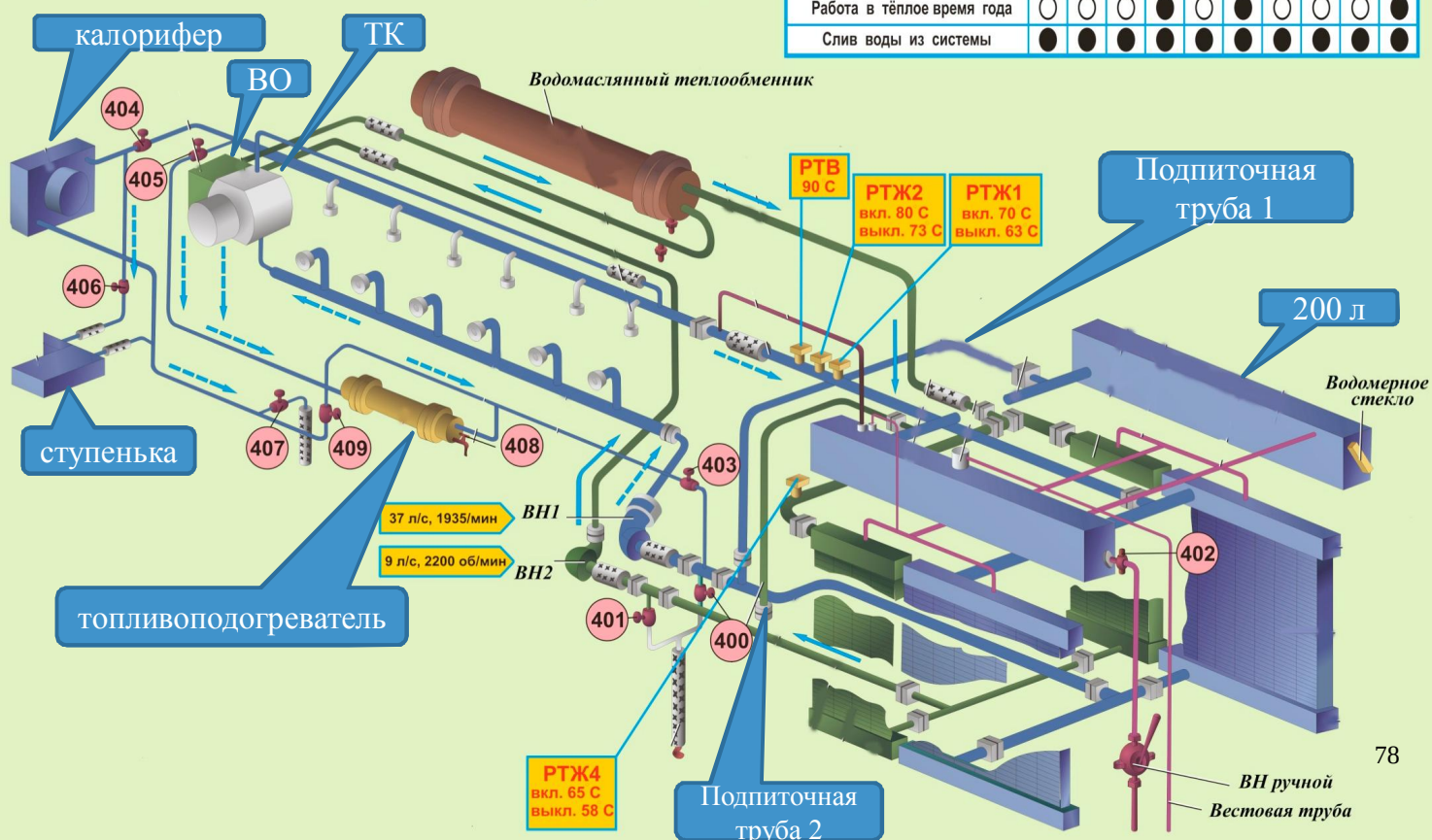
Из напорного коллектора вода по шести патрубкам поступает в водяные полости блока, охлаждая цилиндры втулки, вода по патрубкам переходит в крышки цилиндров, охлаждает их и по патрубкам выходит в коллектор горячей воды.



Часть воды из напорного коллектора по отдельному трубопроводу направляется к турбонагнетателю для охлаждения газоприемного и выхлопного корпуса. После охлаждения турбонагнетателя вода выходит в коллектор горячей воды и далее в радиаторные секции для охлаждения.

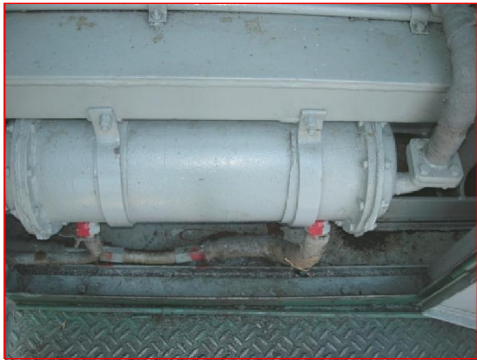


Температура воды в основном контуре поддерживается в пределах 70 — 85 °С, вспомогательном — 60 — 70 °С.



Обогрев кабины и топлива

часть горячей воды от коллектора через вентили (**404, 406**) поступает к радиаторным секциям калорифера и на обогрев ступеньки под ногами машиниста в кабине.



Через вентиль (**405**) горячая вода поступает к топливopодогpевателю.

Отдав тепло в калорифере, ступеньке и топливopодогpевателе вода, минуя секции радиатора отводится во всасывающий трубопровод, через вентиль **403** перед насосом основного контура.

Вспомогательный контур

Водяной насос вспомогательного контура засасывает охлажденную воду из 8-ми радиаторных секций и нагнетает в охладитель надувочного воздуха.

Из охладителя вода поступает в водомасляный теплообменник, где, проходя по его трубкам, охлаждает дизельное масло, после отводится в радиаторные секции.

<http://locomotive.nethouse.ru/>
locotruck.ru

Водяной насос.

Применяются насосы центробежно-лопастного типа.

Центробежного типа. Привод от НКВ через шестерную передачу.

Обеспечивает необходимую интенсивность циркуляции воды в системе.

Отличаются размерами рабочего колеса, т.е. производительностью и уплотнением со стороны привода.

Условно насос разделяют на два основных узла:

Неподвижная часть – корпус в виде улитки.

Вращающаяся часть – крыльчатка с валом.



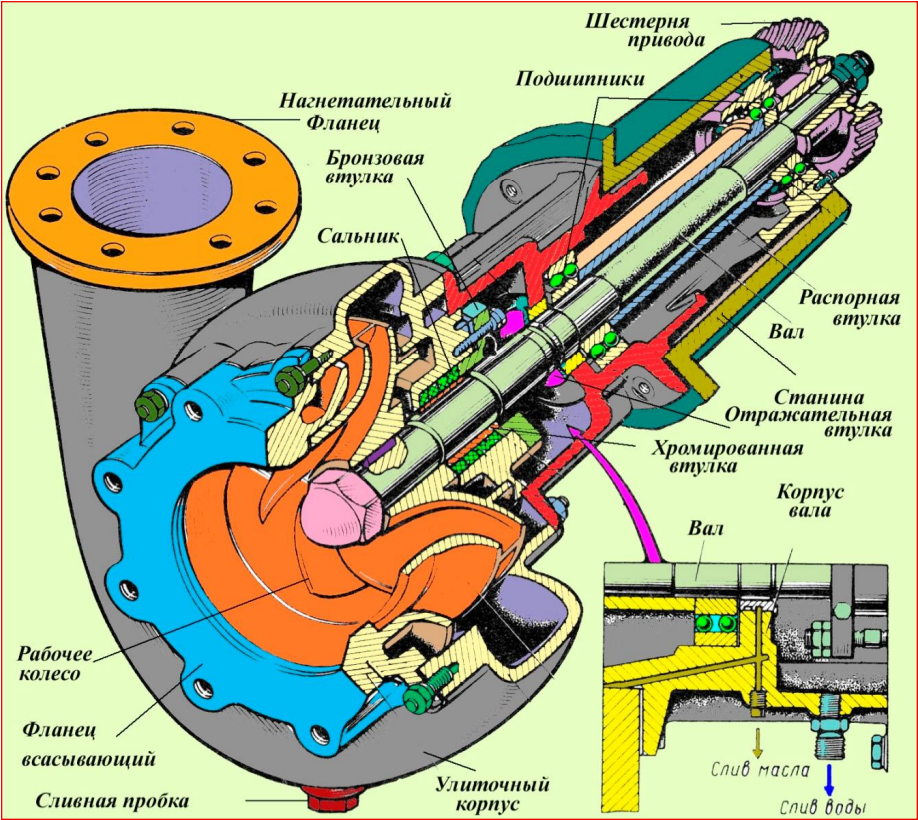
На вал устанавливают шестерню привода и рабочее колесо.

Смазываются предварительно при сборке насоса среднеплавкой смазкой марки УС2(Л).

Шестерня и шарикоподшипники смазываются путем разбрызгиванием от НМК.

Просочившееся масло отводится в картер по каналу под подшипником со стороны рабочего колеса.

Состоит из чугунного корпуса и станины в котором устанавливают длинный вал с двумя опорами в станине:
 со стороны дизеля из двух радиальных подшипников
 со стороны колеса из одного подшипника радиально-сферического между которыми установлена распорная втулка.



Рабочее колесо - это бронзовое центробежное колесо закрепленное при помощи гайки с левой резьбой и стопорной шайбы.

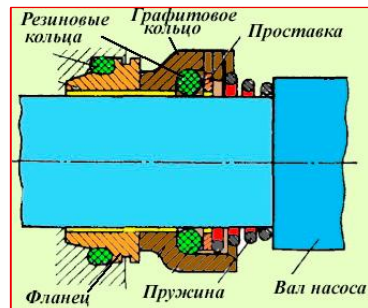
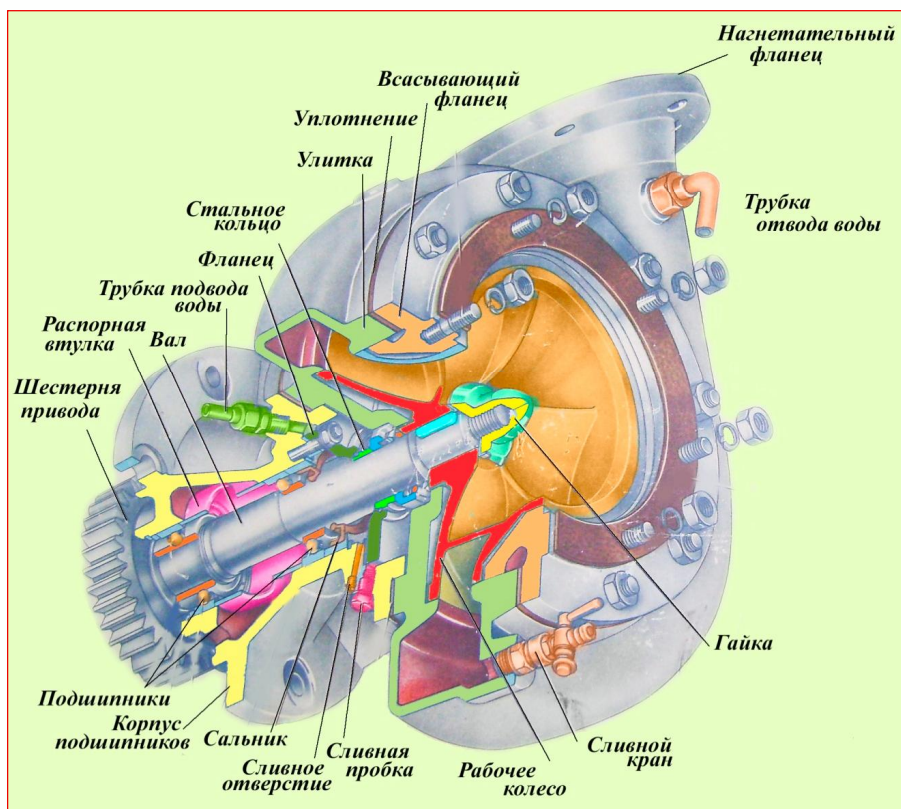
Для защиты от попадания масла на ступицу рабочего колеса устанавливают отражательную втулку имеющая гребешок которое препятствует попаданию воды в масло, она является рабочей поверхностью для сальника.

Для слива воды и масла имеется штуцер откуда попадает в дренажную трубку.

Водяная полость отделена от подшипника сальником который устанавливают на стальную хромированную втулку для защиты вала от износа.
 Состоит из трех – пяти сальниковых колец изготовленных из асбестового графитизированного промаслянного шнура и поджимаемых нажимной бронзовой втулкой.

Тип насоса	Частота вращения об/мин	Подача насоса л/ч.	Направление вращения рабочего колеса	Уплотнения на валу
Основного контура дизель 310 DR	1935	133200 37 л/с	По часовой	Сальник Гетца 10 капель в мин
Вспомогательного контура	2200	32400 9 л/с	Против часовой	
Дизель 10Д100 Основного	2060	150 м³/ч	По часовой	Графитовая набивка 30-60 капель в минуту
Вспомогательного	1965	100 м³/ч	По часовой	

Вал вращается в двух радиальных подшипниках, имеет дистанционную втулку с отверстиями для прохода смазки от привода насосов. Для привода вала крепят косозубую шестерню. Задний подшипник является опорно-упорным.



Для уплотнения водяной полости применяют сальник Гетца. Состоит:

из неподвижного кольца, графитового кольца (угольный элемент), пружина и проставочное кольцо, двух резиновых колец.

Сальник во время работы охлаждается водой которая поступает в камеру сальника через трубку соединенную с нагнетательным патрубком насоса (улиткообразного канала), а также исключает воздушную пробку.

Неисправности водяных насосов

- Излом валов
- Трещины и ослабление рабочего колеса на валу
- Снижение подачи и уменьшение давления нагнетания воды из-за увеличения радиальных зазоров между корпусом и рабочим колесом
- Износ втулки или вала, сопрягающихся с сальниковым уплотнением
- Трещины в корпусе
- Износ и повреждение подшипников.

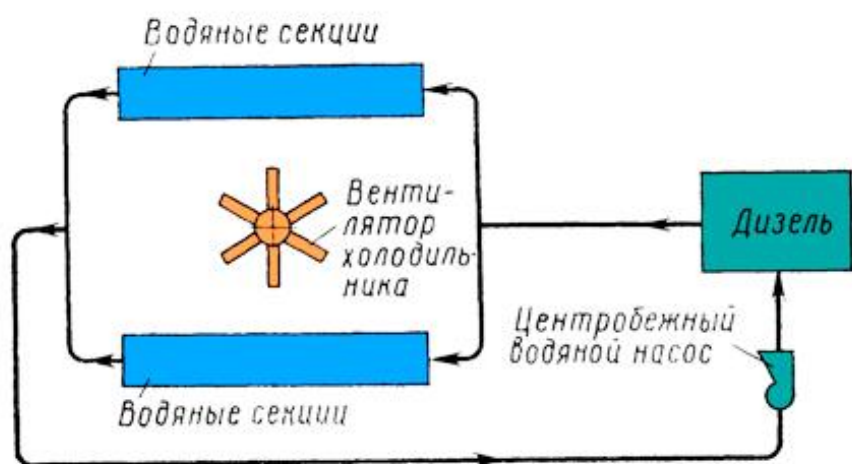


Контрольные вопросы

- На какие типы подразделяют систему охлаждения по связи с Атм.?
- От чего зависит температура кипения воды дизеля?
- Что предусмотрено на водяном коллекторе дизеля для выпуска воздуха из системы охлаждения?
- Как пополняется система во время работы дизеля?
- Какой тип водяной системы охлаждения применяют на тепловозных дизелях?
- Какую частоту вращения имеет вал центробежного насоса, основного и вспомогательного контуров водяной системы дизеля?
- В каких подшипниках вращается вал центробежного насоса у дизелей 10Д100 и 310DR?
- Что используют для уплотнения водяной полости центробежных насосов?
- Сколько водяных секций отводится на охлаждения дизеля?

Охлаждающие устройства и приводы вентиляторов

Принцип отвода тепла в охлаждающих устройствах заключается в отводе тепла водой, где вода подводится к трубчатым секциям радиаторов системы охлаждения, расположенным фронтом с боков кузова в специальной закрытой камере (шахте). Между трубками секций по всему фронту их расположения проходит подаваемый вентилятором воздух. Воздух, проходя между трубками и их оребрением, забирает тепло от теплоносителя и нагретый выбрасывается из шахты в атмосферу.



Количества тепла, отводимого от жидкости (воды или масла), будет зависеть от времени, количества, температуры и скорости ее циркуляции по трубкам, а также скорости, количества и температуры воздуха.

Расход воды на испарение и утечки на 100 км пробега, примерно 5-7 л.

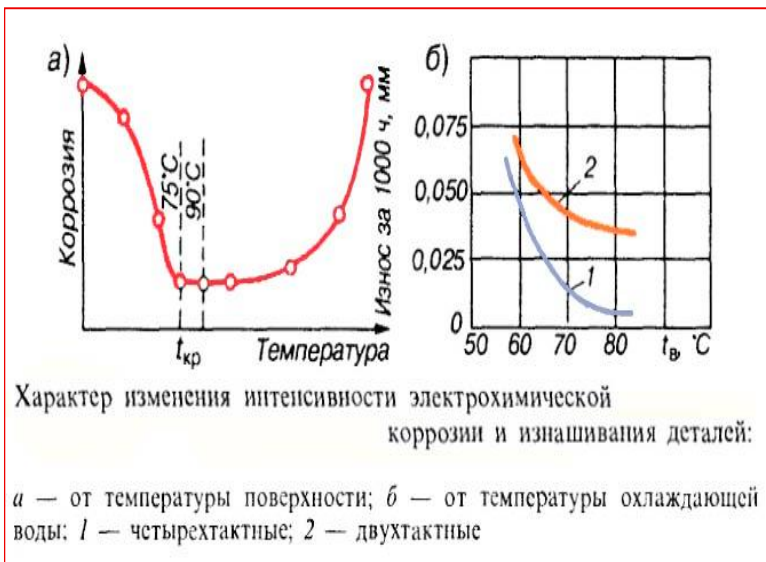
- Объем воды установлен из расчета 1,1 – 1,35 л/кВт

Требования к воде, применяемой для охлаждающих систем тепловозов.

Водяная система должна заправляться пресной, кипяченой водой с антикоррозионными присадками.

Некипяченая вода приводит к образованию накипи и приводит к перегреву дизеля.

Показатель	тепловоз				
	2ТЭ10М	ТЭП70	М62	ТЭМ2	ЧМЭЗ
Масса воды в системе, кг	1450	1200	950	1000	1100
Емкость расширительного бака, л.	336 230/106			200 150/50	400 200/200



Характер изменения интенсивности электрохимической коррозии и изнашивания деталей:

а — от температуры поверхности; б — от температуры охлаждающей воды; 1 — четырехтактные; 2 — двухтактные

К преимуществам воды как теплоносителя, наряду с широкой доступностью, относят: высокую удельную теплоемкость и теплопроводность, пожарную безопасность и отсутствие токсичности.

Недостатками воды являются: способность образовывать накипь и шлам, агрессивное воздействие на металл, высокая температура замерзания и увеличение объема (10%), образующегося при этом льда, по сравнению с объемом жидкости, что увеличивает давление на стенки до 250 МПа и вызывает разрушение.

Полости дизеля, контактирующие с охлаждающей водой, подвергаются коррозии и кавитационной эрозии, накипи и шлама.

- Коррозией называют разрушение металлов и сплавов, происходящие при химическом взаимодействии их с окружающей средой.
- Кавитацией называют явление парообразования и выделения воздуха, обусловленное понижением давления в жидкости при нормальной температуре.
- Накипь состоит из выделившихся из воды солей кальция и магния, взвешенных продуктов коррозии и механических загрязнений.
- Шлам представляет собой илоподобные частицы и продукты разрушенной накипи, коагулирующие и оседающие в застойных зонах системы охлаждения.

Обязательная водоподготовка перед заливкой воды в дизель требует удаления солей временной жесткости путем кипячения, последующего отстаивания и фильтрации воды.



На 1 м³ воды добавляют 350 г каустической соды, 500 г тринатрийфосфата и 4 кг **нитрита натрия**.

Использование каустической соды в качестве присадки способствует уменьшению образования накипи, которая, обладая низкой теплопроводностью, препятствует передаче тепла от нагретых деталей дизеля охлаждающей воде.

К охлаждающим устройствам дизеля относятся:

- Охлаждающие устройства (ОУ) предназначены для отвода тепла от жидкости к атмосферному воздуху.

В охлаждающие устройства входят:

- радиаторы, теплообменники, воздушные каналы, трубопроводы и устройства регулирования работы охлаждающих устройств.

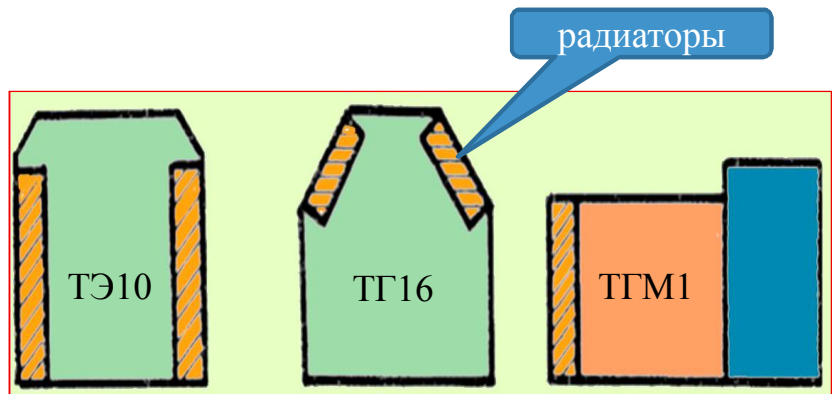


Требования, предъявляемые к охлаждающим устройствам.

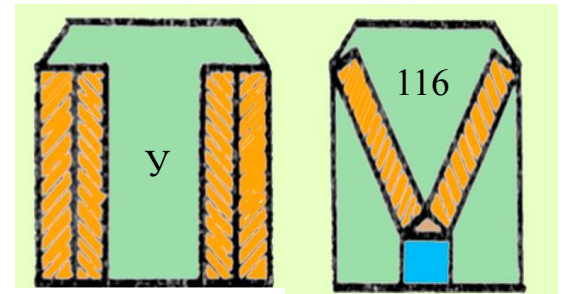
Охлаждающие устройства должны обеспечить: теплорассеивающую способность при температуре наружного воздуха от – 50 до + 40 0С, при которой возможна нормальная реализация номинальной мощности тепловоза; минимальные затраты мощности на привод вентиляторов; минимальные затраты цветных металлов; полную автоматизацию работы охлаждающих устройств; высокую надежность оборудования.

Охлаждающие устройства разделяются по следующим признакам:

- **по схемам системы охлаждения** – воздушная (масло и вода охлаждаются воздухом – ТЭМ2);
- **смешанная** (вода охлаждается воздухом, масло – водой. По этой схеме работают все современные тепловозы);
- **по месту расположения радиаторов:**
- **боковое** (ТЭ10, 2ТЭ116, ТЭМ2, ЧМЭЗ);
- **крышное** (ТГ16);
- **лобовое** (ТГМ1);



По форме расположения радиаторов:
вертикальное (ТЭ10, М62, ТЭМ2, ЧМЭЗ);
V-образное (2ТЭ116, 2ТЭ121);



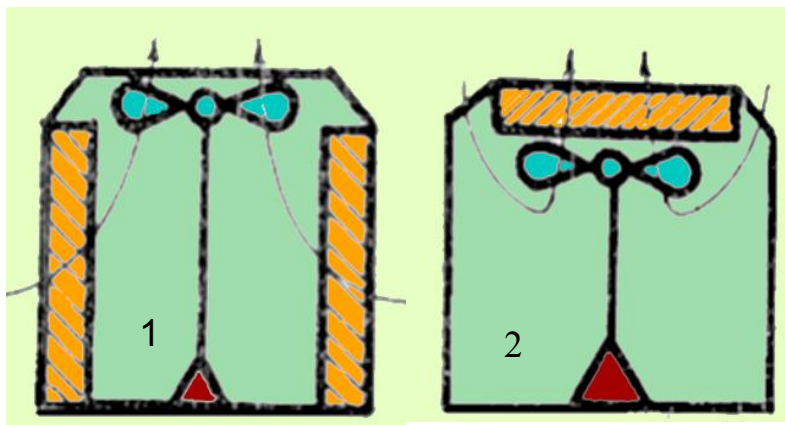
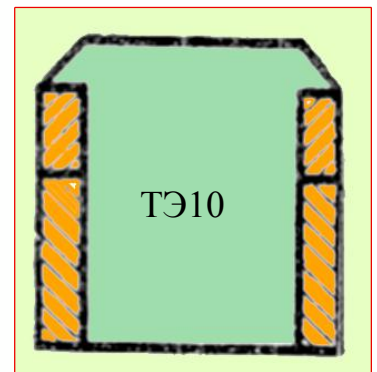
По числу рядов радиаторов
однорядное (ТЭ10, М62, 2ТЭ116, ТЭМ2, ЧМЭЗ);
двухрядное (ТЭ10У);

По этажности радиаторов

- **одноэтажные** (2ТЭ116, М62, ТЭМ2, ЧМЭЗ);
- **двухэтажные** (ТЭ10);

Преимущество двухэтажного расположения радиаторов

- снижение длины фронта холодильника.
- Расположение на одной стороне радиаторов 1-го и 2-го контуров не дает возможности отдельного регулирования температуры воды и масла.
- Раздельное расположение радиаторов 1-го и 2-го контуров (М62) позволяет осуществлять раздельное регулирование температур воды и масла.



По схеме работы вентиляторов

1. **на всасывание** (все отечественные тепловозы);
2. **на нагнетание**.

По конструкции шахты – каркасная, блочная.

Каркасная шахта составляет единое целое с кузовом тепловоза.

Блочная шахта может демонтироваться относительно кузова вместе со всеми элементами системы охлаждения, что позволяет производить их ремонт вне кузова локомотива;

Наиболее эффективной является схема работы вентиляторов на нагнетание, так как в этом случае через вентилятор проходит холодный воздух, тем самым увеличивая его производительность.

- Недостатком такой схемы является трудность компактного расположения радиаторов на крыше тепловоза;

По количеству вентиляторов

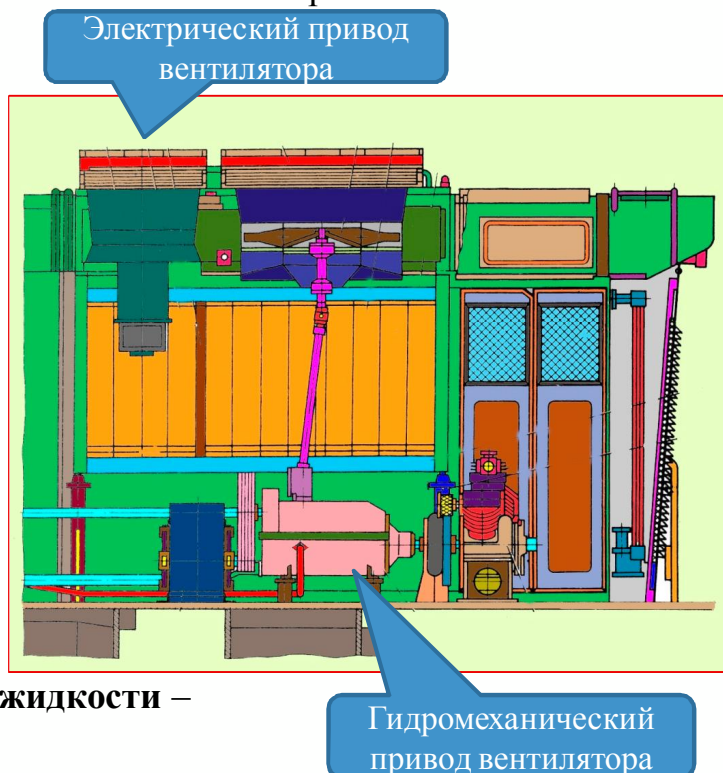
- один (ТЭМ2, ТЭ10),
- два (2ТЭ121, ЧМЭ3), три (2ТЭ126),
- четыре (2ТЭ116).

По типу привода вентилятора

Механический (ТЭМ2, ТЭ3);
 Гидромеханический (2ТЭ10В, М62);
 Электрический (2ТЭ116, 2ТЭ121);
 Гидростатический (ТЭП70);
 Комбинированный (ЧМЭ3)

По способу регулирования температуры жидкости –

- Ручной (все тепловозы);
- дистанционный (ТЭ3);
- автоматический (2ТЭ10В, 2ТЭ116, ТЭП70, ТЭМ2, ЧМЭ3).

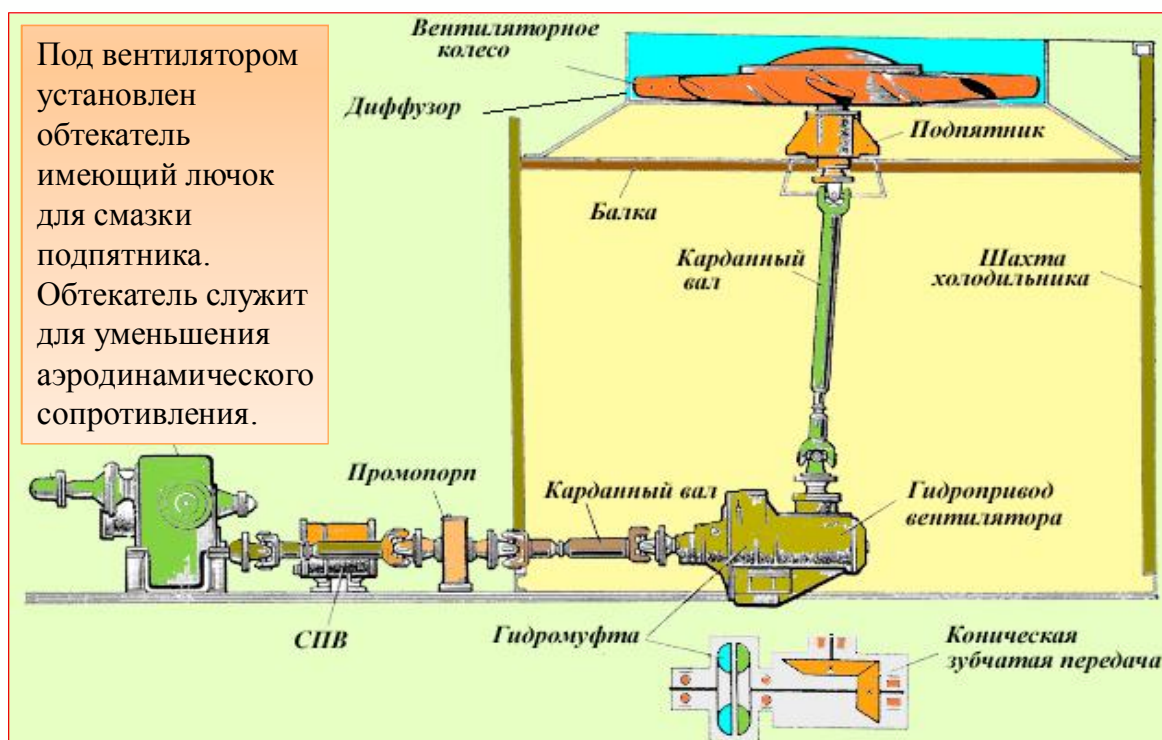


Устройство шахты холодильника. Размещение оборудования в шахте. Жалюзи и их привод.

ХОЛОДИЛЬНАЯ КАМЕРА

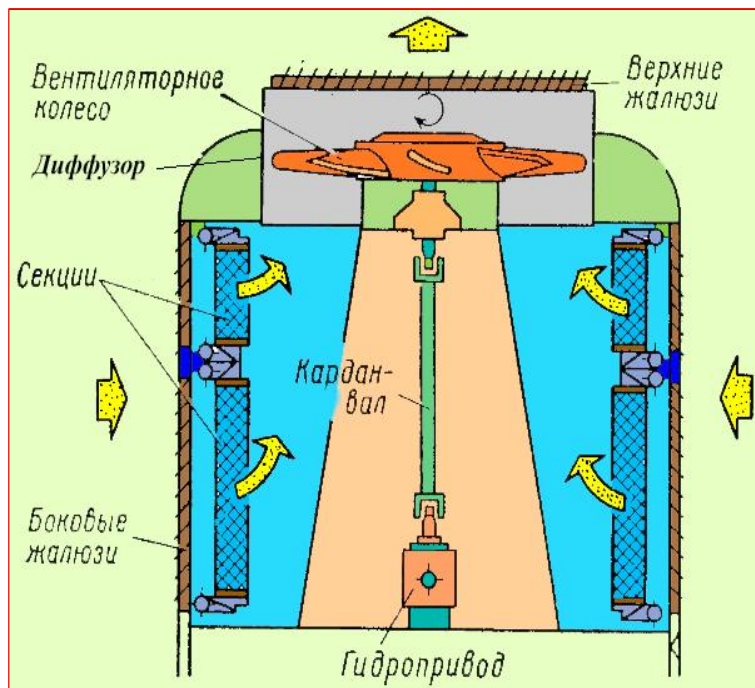
Занимает часть кузова тепловоза, называемой шахтой холодильника.

Состоит из секций радиатора, коллекторов, вентилятора и его привода, жалюзи и системы управления жалюзи.



Диффузор служит для направления нагретого воздуха из шахты.

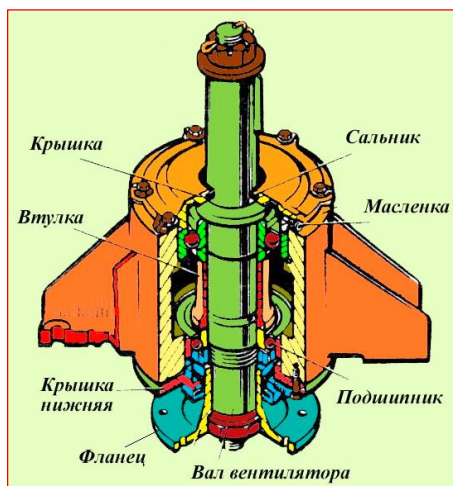
- Он имеет окна с заслонками через которые теплый воздух подводится к секциям для обогрева в зимнее время.



Стенки арки, обтекатель и диффузор обеспечивают выход нагретого воздуха из шахты (аэродинамические). Верхняя балка соединяет переднюю и заднюю стенки и служит одновременно опорой подпятника вентиляторного колеса.



Шахта разделена на две камеры, где для прохода имеет арку. Для ремонтных работ на стенках арки имеются большие и малые люка.



Подпятник.

В корпус подпятника установлен вал вентиляторного колеса с подшипниками.

Верхний подшипник- является упорным и воспринимает осевые усилия от вентиляторного колеса, после закрывают крышкой которая имеет масленку для добавления смазки.

Нижний подшипник - воспринимает усилия неуравновешенных масс вентилятора.

Для смазки подшипников имеется масленка.

Жалюзи и их привод.

- Боковые служат для регулирования температур охлаждающих систем дизеля путем изменения количества воздуха, прогоняемого вентилятором.
- Верхние путем открытия и закрытия жалюзи.

Привод через тягу от пневматического цилиндра при дистанционном управлении.

- ВПЗ и ВП4 –жалюзи воды, верхние и на запорный клапан.
- ВП4 и ВП5 – жалюзи масла, верхние и на запорный клапан.



Пневмопривод

Охлаждающее устройство тепловоза с рециркуляцией воздуха.

Рециркуляция воздуха – это система, позволяющая часть нагретого воздуха направлять в дизельное помещение, а оттуда – к фронту радиаторов смешения с атмосферным воздухом.



Преимущества охлаждающих устройств с рециркуляцией воздуха:

автоматически поддерживается стабильная (с отклонением $\pm 3^{\circ}\text{C}$) среднеэксплуатационная температура воды и масла;

повышается надежность радиаторов, за счет уменьшения частоты включения вентиляторов и подачи равномерного по температуре потока воздуха;

повышается температура воздуха и давление в дизельном помещении;

поддерживается более высокая температура воды и масла, что улучшает процесс сгорания топлива в цилиндрах, уменьшает нагароотложение в

выпускном тракте и в турбокомпрессоре, а в конечном счете экономится топливо до 5 %.

Водяные радиаторные секции охлаждающего устройства и теплообменники

По конструкции секции радиаторов одинаковы и различаются длиной рабочей части трубок.

Секции представляют поверхностный трубчатый одноходовой охладитель с перекрестным ходом теплоносителей (жидкость – воздух).

Радиаторы классифицируются по следующим признакам: водяные – на серийные и укороченные; масляные – на гладкотрубчатые и с турбулизаторами.

Тепловоз	2ТЭ10М	ТЭП70	М62	ТЭМ2	ЧМЭЗ
Количество секций, шт. Всего Основного контура Вспомогательного контура	38/38 13м 13Б 25м 25Б	17/30 Наклонно 3гидр.пр	15/15 15 15	24 12 6 6 масляных	24 16 8
Длина секций, мм.	Б - 1356 М - 686	1206		1356	884

Теплообменники (водовоздушные, водомасляные, водотопливный, воздуховодяные).

Служат для отвода тепла от жидкостей или от воздуха.

Если теплообменник отводит тепло от жидкостей в атмосферу его называют радиатор.

Теплообменники классифицируются по следующим признакам:

по схеме движения воды и масла – вода внутри трубок, масло – снаружи и, наоборот;

числу ходов жидкости – два, три и более;

типу охлаждающего элемента – гладкотрубные, ребристотрубные и с

турбулизирующими вставками.



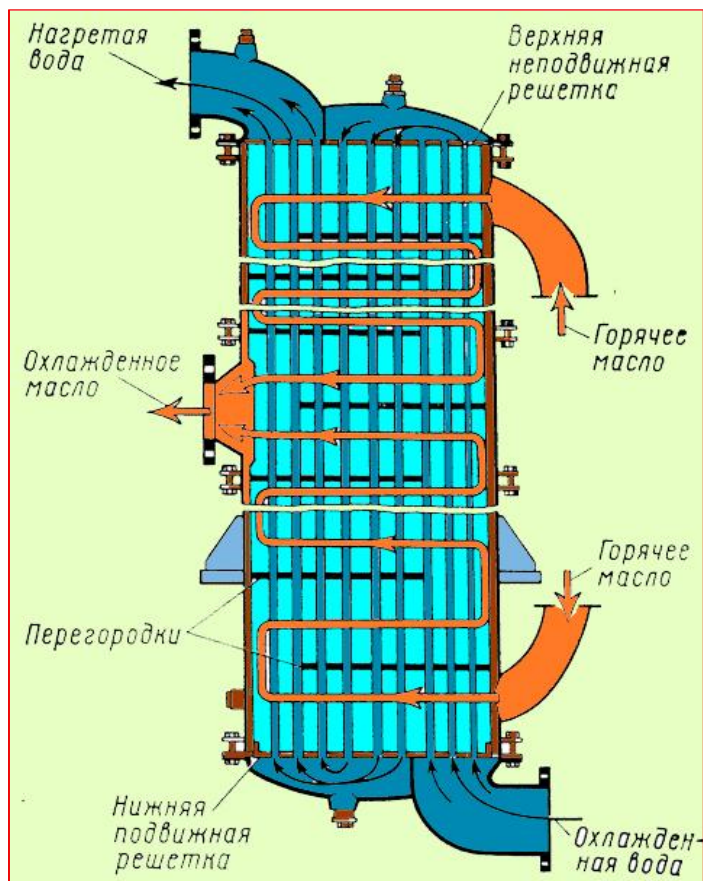
Охлаждение масла в водомасляном теплообменнике (ВМТ):

исключает воздействие низких температур охлаждающего воздуха на масло;

упрощает систему регулирования температуры масла;

снижает вес охлаждающих устройств за счет высокого коэффициента теплопередачи водомасляного теплообменника.

<http://locomotive.nethouse.ru/>
locotruck.ru



Имеет три корпуса нижний средний и верхний которые соединяют между собой болтами.

Собран из 955 медных трубок которые закрепляют в нижней и верхней решетке. Для обеспечения теплообмена применяют сегментные перегородки которые делят теплообменник на четырнадцать полостей.

Для создания трехходового потока воды в теплообменнике в крышках имеются перегородки.

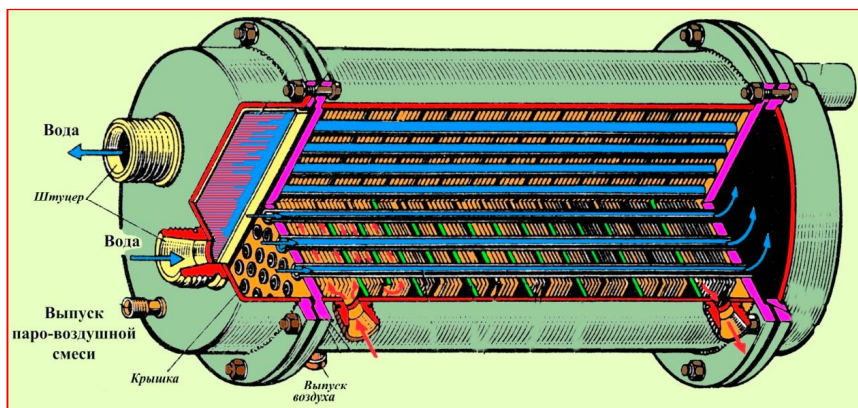
Верхний и нижний корпус имеют патрубки с фланцами для подвода масла.

Средний корпус имеет патрубок с фланцем для отвода масла.

Для выпуска воздуха предусмотрены штуцера на верхней крышке.

Для слива воды из теплообменника предусмотрен штуцер в нижней крышке.

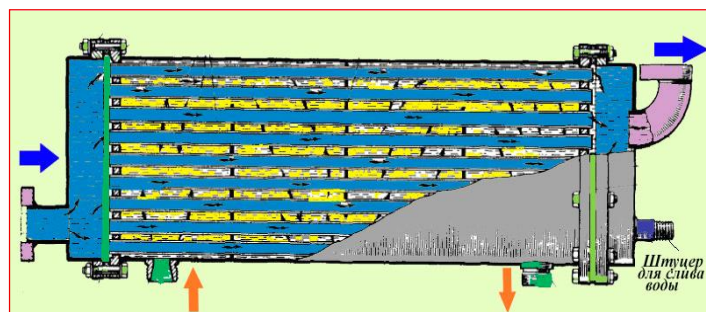
ТОПЛИВОПОДОГРЕВАТЕЛЬ



Горячая вода проходит сначала по трубкам нижней части, а потом по трубкам верхней части совершая два хода. Для выпуска воздуха в крышку ввернут полый болт.

Состоит из цилиндрического резервуара в котором установлено 88 стальных трубок которые оребрены пластинами из белой жести. Резервуар имеет внутри сегментообразные перегородки для зигзагообразного перемещения топлива, что позволяет топливу совершать 10 ходов. Снаружи имеет штуцера для подвода и отвода топлива.

Топливонагреватель дизеля 310 DR состоит из стального корпуса имеющий два штуцера для соединения с топливной системой, а для подвода воды две крышки и 123 медные трубки.



Бак расширительный обеспечивает возможность увеличения объема воды при нагревании.

Служит для пополнения потерь воды из водяной системы из-за утечек и парообразования, отводит паровоздушные смеси из системы в Атм.

- Поддерживает разрежение на всасывании водяных насосов в допустимых пределах



Для соединения расширительного бака с атмосферой к заливочной горловине прикреплена сигнальная (вестовая) труба, выведенная под главную раму тепловоза. При экипировке тепловоза воду набирают до тех пор, пока она не начнет вытекать через сигнальную трубу.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Какие недостатки существуют, при использовании воды для охлаждения дизеля?
- Как называется система, которая позволяет часть нагретого воздуха направлять в дизельное помещение?
- Что относится к охлаждающим устройствам?
- Какие требования предъявляют к охлаждающим устройствам?
- По каким признакам разделяют охлаждающие устройства?
- Какие способы регулирования температуры жидкости применяют?
- Что такое радиаторная секция?
- Что такое теплообменник и как его классифицируют?
- Какую функцию выполняет расширительный бак системы охлаждения дизеля?

<http://locomotive.nethouse.ru/>
locotruck.ru

Привод вентиляторов холодильных камер.

- Механический, от дизеля через фрикционную муфту ТЭМ2.
- Электрический с индивидуальным электродвигателем переменного (2ТЭ116) или постоянного тока (ЧМЭЗ) для каждого вентилятора.
- Гидромеханический (Гидродинамический) ТЭ10М, М62У.
- Гидростатистический привод с плавным регулированием частоты вращения применяется на ТЭП70, ТГ16. без механической связи вала вентилятора с валом дизеля.
- Комбинированный – электрический и гидродинамический ЧМЭЗ.



Привод (ТЭ10М) от ЗРР через карданные валы, промежуточный вал.
ЧМЭЗ от КВ через поводковый и промежуточный вал.

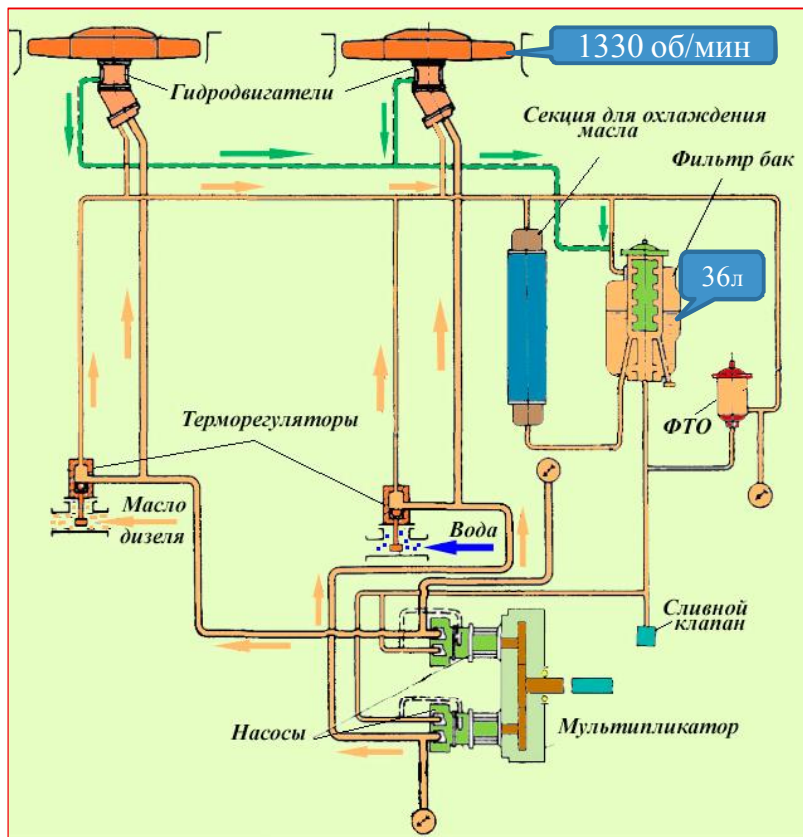
Применение гидромуфты снижает крутильные колебания в валопроводах, вызываемые тормозным моментом, при резком изменении частоты вращения вала дизеля.

Вентилятор холодильника включается фрикционной муфтой, которая не позволяет осуществлять плавное регулирование температур жидкости при постоянной частоте вращения коленчатого вала дизеля, что ведет к перерасходу топлива.



Недостатки фрикционной муфты: быстрый износ фрикционных дисков, что требует частой регулировки муфты, а при ремонте – их замены; включения муфты при большой частоте вращения вентиляторного колеса и выключения её после сброса позиций контроллера машиниста, могут приводить к разрушению деталей валопровода и к скручиванию валов.

Гидростатический привод вентилятора тепловоза ТЭП70



Передача мощности осуществляется за счет высокого давления жидкости (0, 8–1,6 кгс/см²), что требует создания специальных условий для обеспечения герметичности трубопроводов. Гидростатический привод позволяет осуществлять плавное бесступенчатое регулирование температуры воды и масла. Он обладает большой перегрузочной способностью по мощности и крутящему моменту, низким уровнем шума и вибрации.

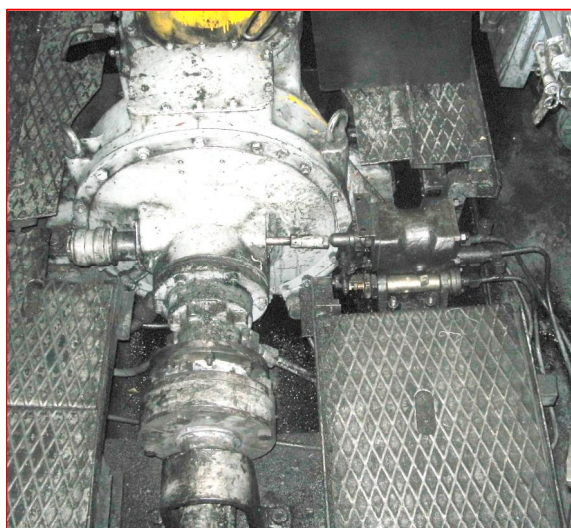
К недостаткам привода следует отнести:

сложность устройства гидромашин, наличие большого количества трубопроводов и необходимость использования специального масла (минерального, индустриального).

Гидродинамический привод

Обеспечивает плавное регулирование частоты вращения вентилятора.

Состоит из гидромуфты переменного наполнения.

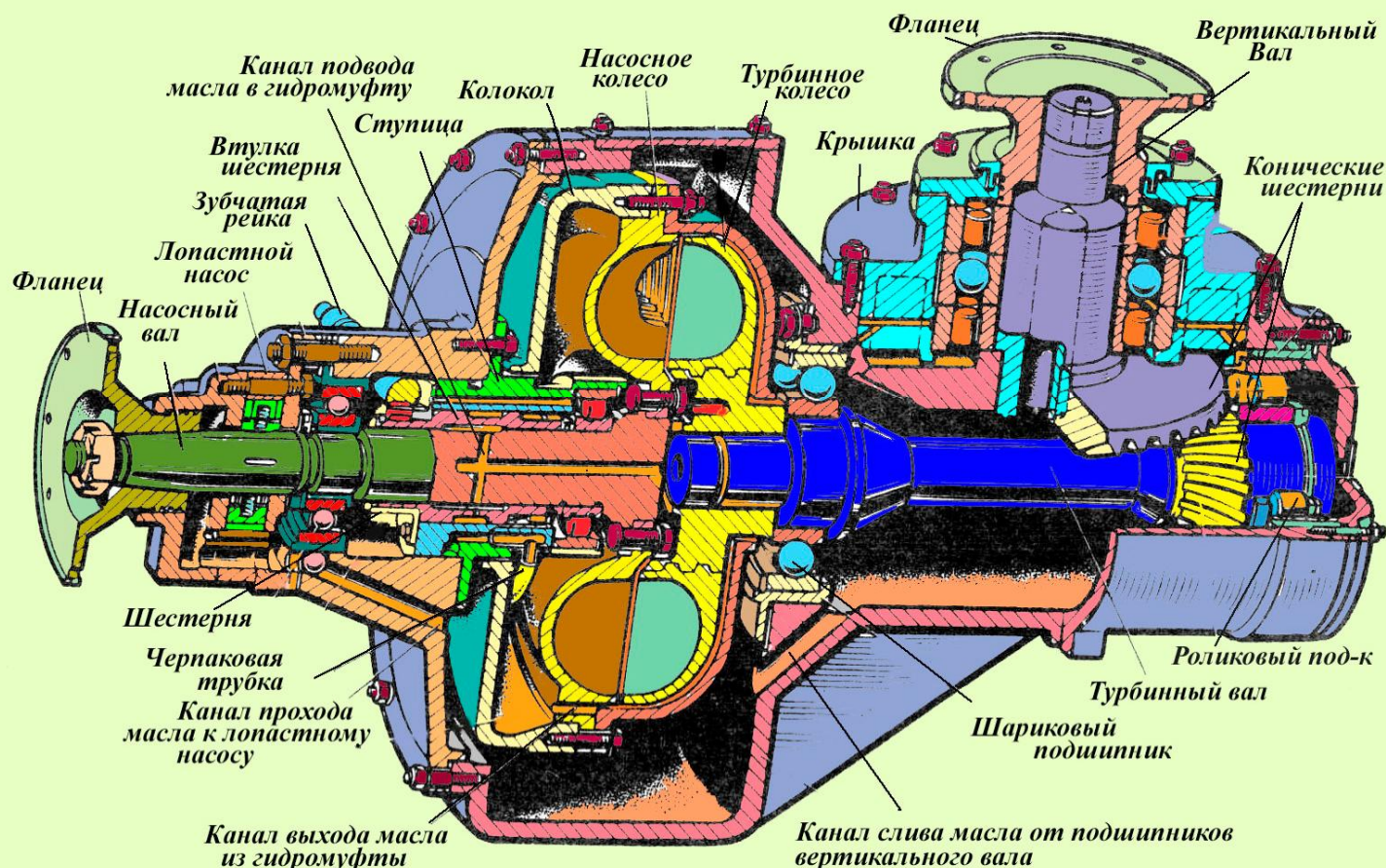


Корпус
Насосное колесо с валом
Турбинное колесо с валом



Механическое движение от насосного колеса к турбинному передается маслом за счет его вращающего движения в межлопаточном пространстве. Турбинное колесо получает вращение под напором масла, создаваемым насосным колесом в ту сторону, что и насосное колесо, но имеет отставание, называемое скольжением, величина которого зависит от степени заполнения круга циркуляции маслом.

Частота вращения вентиляторного колеса при неизменной частоте вращения коленчатого вала дизеля достигается степенью заполнения маслом внутренней полости гидромуфты. Чем больше масла, тем выше частота вращения вентиляторного колеса.



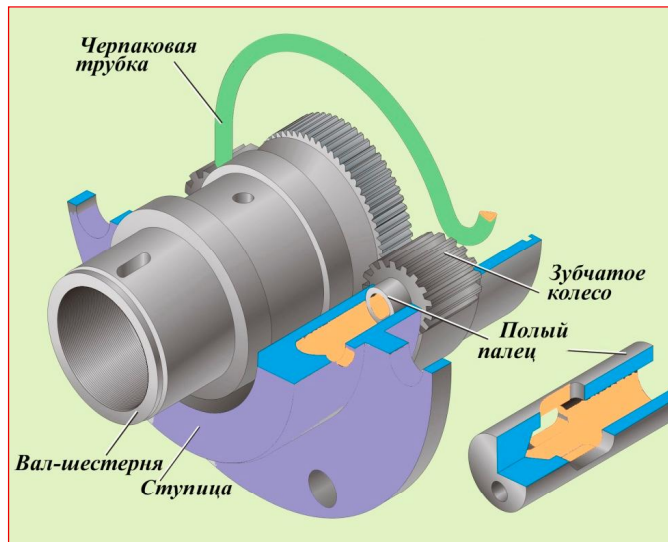
Состоит из чугунного корпуса имеющего две полости поделенный поперечной перегородкой на две части переднюю для размещения гидромуфты и заднюю для установки углового редуктора



На валу привода (насосный вал) закреплен фланец для соединения через карданную передачу и промежуточную опору с валом ЗРР, также на вал крепят ступицу с шариковым подшипником для связи с зубчатой рейкой регулировки гидромфты, а с другой стороны крепят насосное колесо, где с ним жестко связаны две чаши (колокол). Вал вращается в двух шариковых подшипниках.

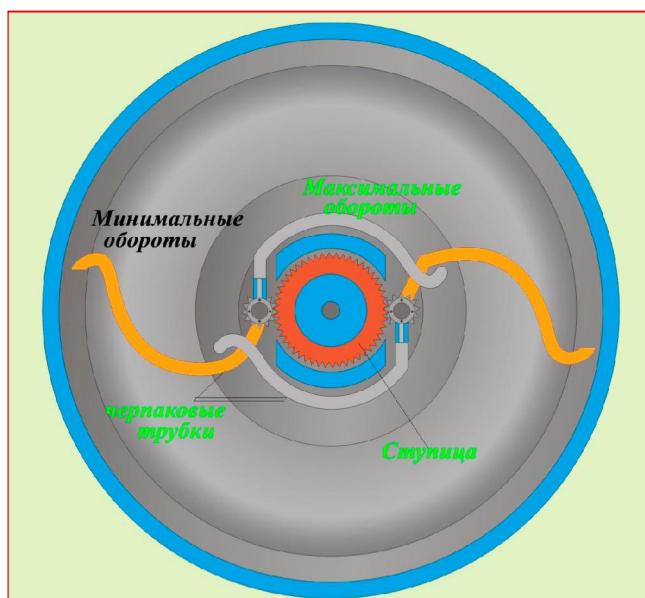
Для соединения с атмосферой и уравнивания давлений в верхней точке корпуса установлен сапун.

Между ступицей и валом привода устанавливают втулку-шестерню, имеющую с одной стороны нарезанные зубья с другой насаженную шестерню, где зубчатый венец шестерни связан с зубчатой рейкой, а зубья втулки входят в зацепление с двумя шестернями приваренных к концам черпаковых трубок.



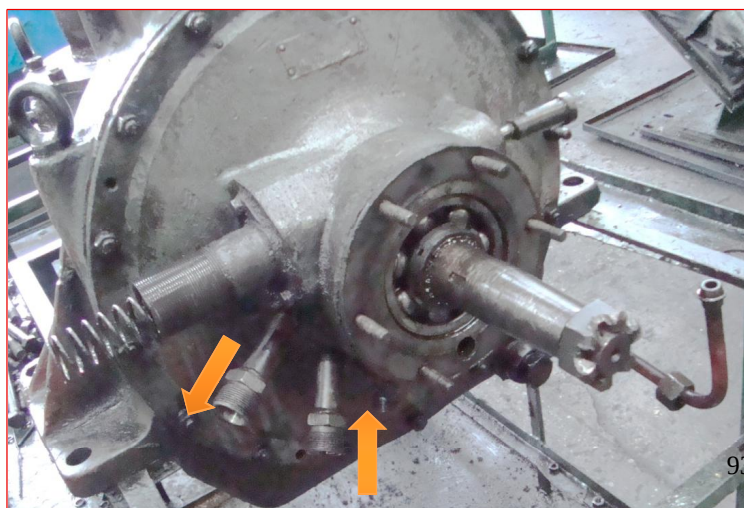
шестерни на пустотелых пальцах закрепляют на ступице.

Черпаковые трубки служат для откачки масла из гидромфты. От положения черпаковых трубок зависит круг циркуляции.

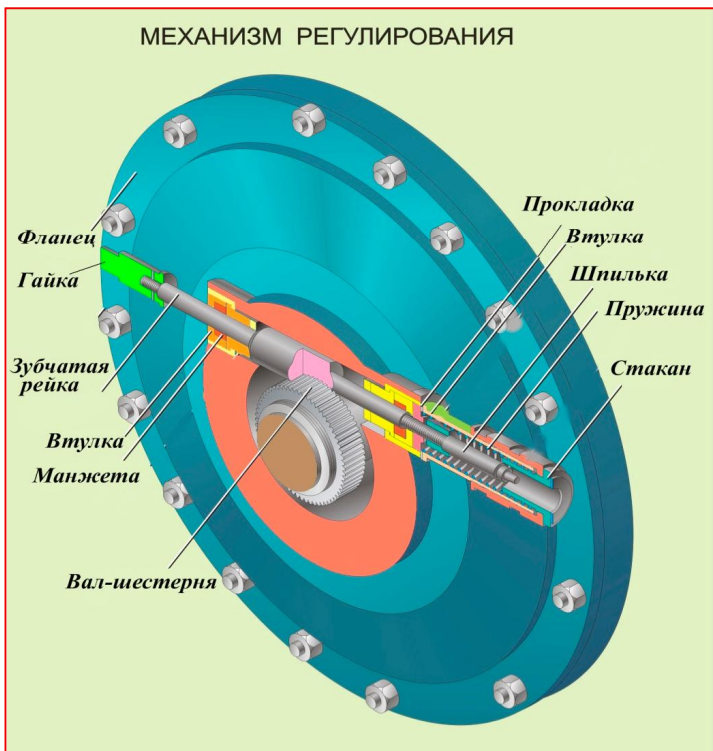


Если концы втулок будут ближе к центру, то масло из гидромфты будет откачено только та часть потока которая занимала пространство внутри кольца с радиусом равному расстоянию носка трубки от оси вращения колес. Количество циркулируемого масла будет по принципу сообщающихся сосудов.

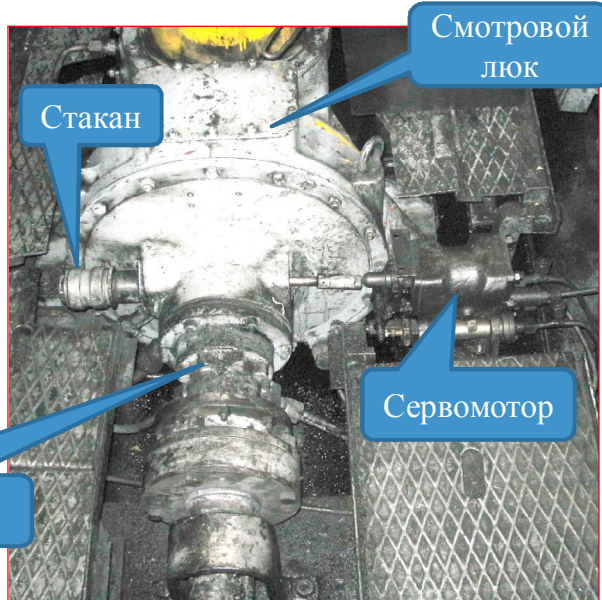
Если концы втулок будут занимать периферийное положение то все масло будет откачено из колокола, где исключается вращение турбинного колеса.



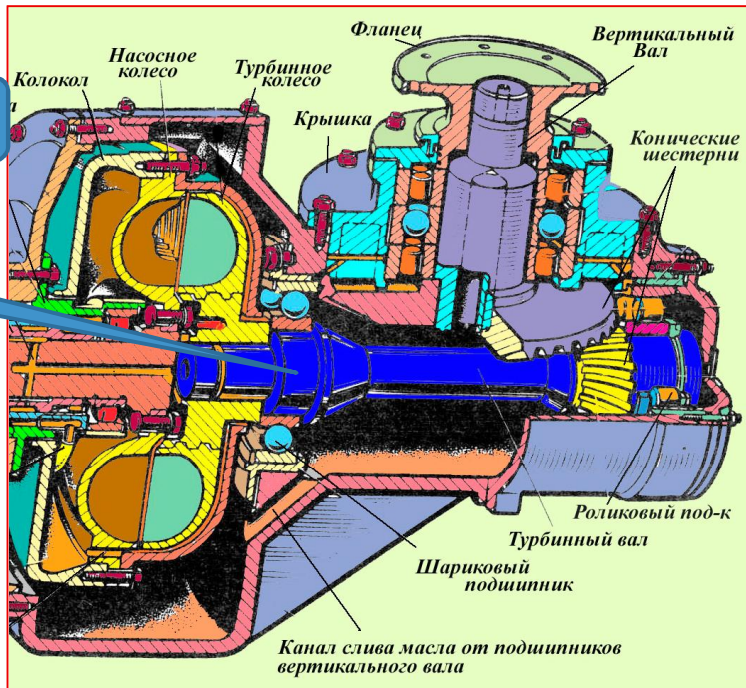
Для ручного управления положением черпаковых трубок осуществляется при помощи зубчатой рейки, где максимальный выход 42 – 44 мм. (206 мм черпаковых трубок)



Зубчатая рейка входит в зацепление с зубчатым венцом на втулке, при свинчивании гайки со стакана рейка перемещаясь, передает движение валу шестерне, которая выводит черпаковые трубки на больший диаметр.



Колокол это две чаши из алюминия, образуют дополнительный объем, который удерживает масло в гидромуфте при передаче вращающего момента. Внутри колокола находятся два колеса, насосное и турбинное. Колеса обращены радиальными лопатками друг к другу, образуют совместно кольцевую полость, разделенную лопатками – 40 шт. на насосном и 42 шт на турбинном колесе.

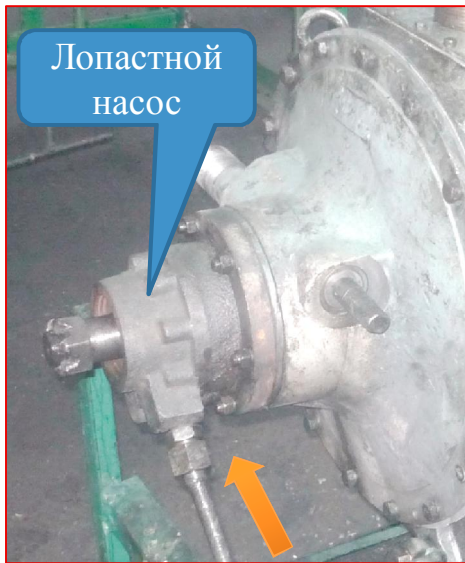


На конический хвостовик турбинного вала напрессовывают турбинное колесо. Турбинное колесо получает вращение под напором масла, создаваемым насосным колесом в ту сторону, что и насосное, но имеет отставание, (скольжение) величина которого зависит от степени заполнения круга циркуляции маслом.

Турбинный вал имеет коническую шестерню с круговыми зубьями и вращается в радиально- 94 упорном шариковом и опорном роликовом подшипнике.

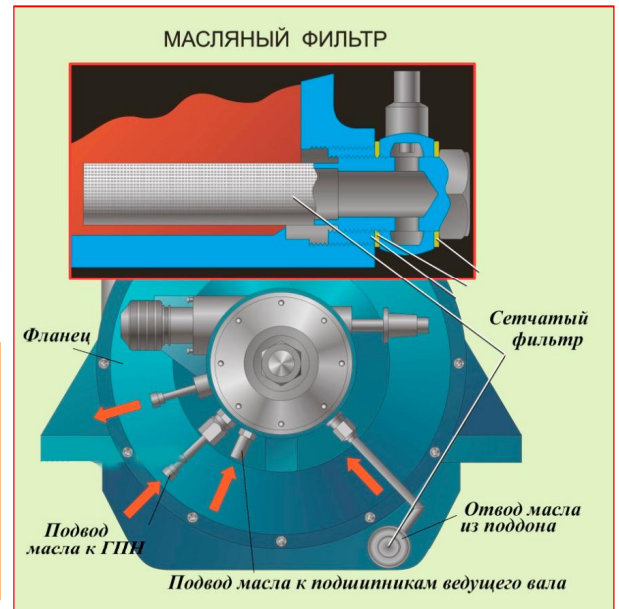
Угловой редуктор состоит из горизонтального и вертикального валов с фланцами связанных коническими шестернями.

Вертикальный вал имеет коническую шестерню и подшипниковый узел из двух роликовых подшипников и одного шарикового подшипника.



Полость для гидромуфты в нижней части имеет емкость для масла.

Из емкости масло отсасывается через фильтр лопастным насосом приводимый от вала привода через шестерни.

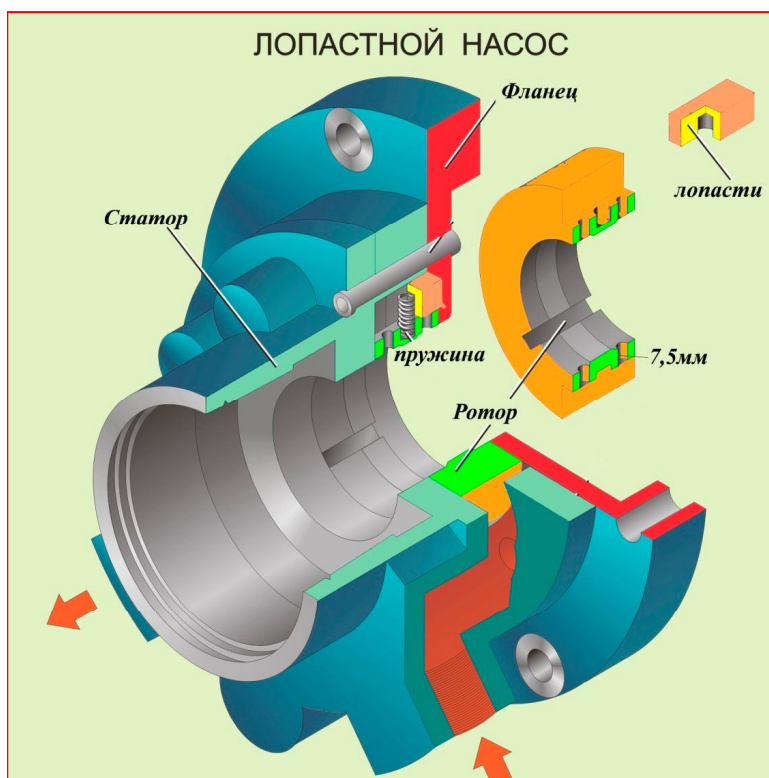
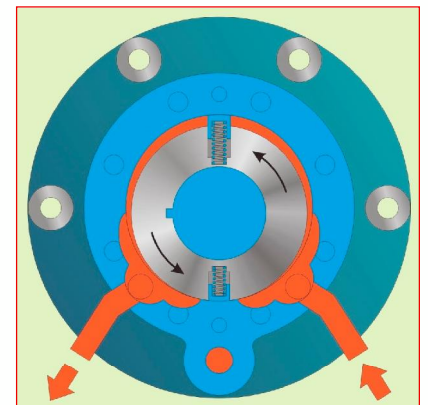


Фильтр – это полый болт с осевым и радиальным отверстиями к которому приварен стальной каркас с напаянной стальной или латунной сеткой имеющей размер ячейки 1,5-2мм, под головку болта устанавливают уплотнительные медно-асбестовые прокладки.

Насос установлен на шпильках фланцем к фланцу гнезда подшипника.

Имеет крышку, статор, ротор и фланец из чугуна.

Подача насоса при температуре масла 60-80 градусов составляет 22-25 л/мин.



Статор в средней части имеет углубление, которое образует всасывающую и нагнетательную полости они соединены с каналами в приливах крышки, а в крышку вкручивают штуцера для соединения с всасывающим и нагнетательным трубопроводом системы.

Ротор вращаясь лопастями создает разрежение во всасывающей полости и через фильтр масло по трубопроводу из корпуса и далее лопастями перекачивает в нагнетательную полость и в картер.

Для смазки подшипников масло поступает через подводящий штуцер и проходит между гнездом подшипника вала привода и торца ступицы, заполняя эту полость, после поступает к подшипнику в ступице. На смазку подшипников вертикального вала и турбинного вала масло поступает через отдельный штуцер в корпус над подшипниками и стекая смазывает далее идет на смазку углового редуктора и подшипников турбинного вала. После масло скапливается в нижней части корпуса и через фильтр откачивается лопастным насосом.



На смазку подшипников вертикального вала



Гидромуфта заполняется маслом из системы дизеля под давлением 0,3-1,2 кгс/см², через штуцер ввинченный в отверстие фланца далее по каналу во фланце и ступице, кольцевому зазору между втулки-шестерни и валом привода, далее по каналам внутри вала привода во внутреннюю полость между колесами гидромуфты, после по отверстиям в насосном колесе поступает в чашу.

При вращении поток масла проникает через кольцевую щель между насосным и турбинным колесами, а концы трубок входят в эту полость между колоколом и насосным колесом открытыми концами и через пустотелые пальцы отводят масло из гидромуфты в дизель.

Гидромеханический редуктор дизеля 310 DR имеет две гидромуфты

- Служит для передачи вращения от коленчатого вала на главный вентилятор и тормозной компрессор при помощи кинематической энергии жидкости дизельного масла.

Чугунный корпус имеет перегородками, которыми создаются четыре отсека, соединяющиеся через отверстия в нижней части для прохода масла к сливной трубе.



Корпус подшипников

Смотровой люк



Отвод масла

К переднему торцу гидромуфты крепят корпус с подшипниками для вала привода компрессора.

В корпус входят два подшипника **роликовый (опорный)** и **шариковый (опорно-упорный)** между которыми устанавливают дистанционные втулки.

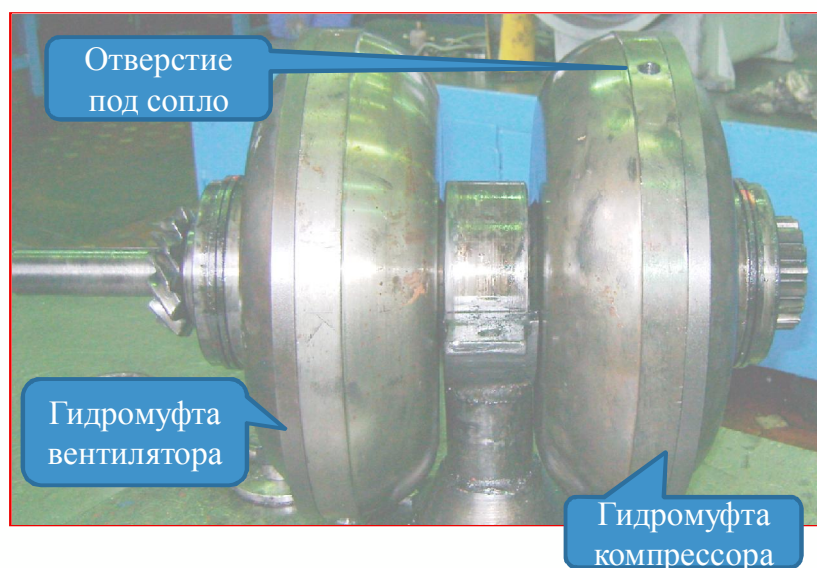
Вал привода компрессора соединяют с корончатой шестерней

На насосный вал установлено два насосных колеса и коническая шестерня входящая в зацепление с шестерней входного вала.

Вал вращается в трех шариковых подшипниках, два в первом отсеке корпуса и один на переднем торце.

Турбинные колеса чугунные и имеют прямые радиальные лопасти. Колеса посажены на ступицу имеющую восемь сквозных отверстий для прохода масла.

Ступицу крепят на пустотелый **вал – шестерню** (изготавливают за одно целое).



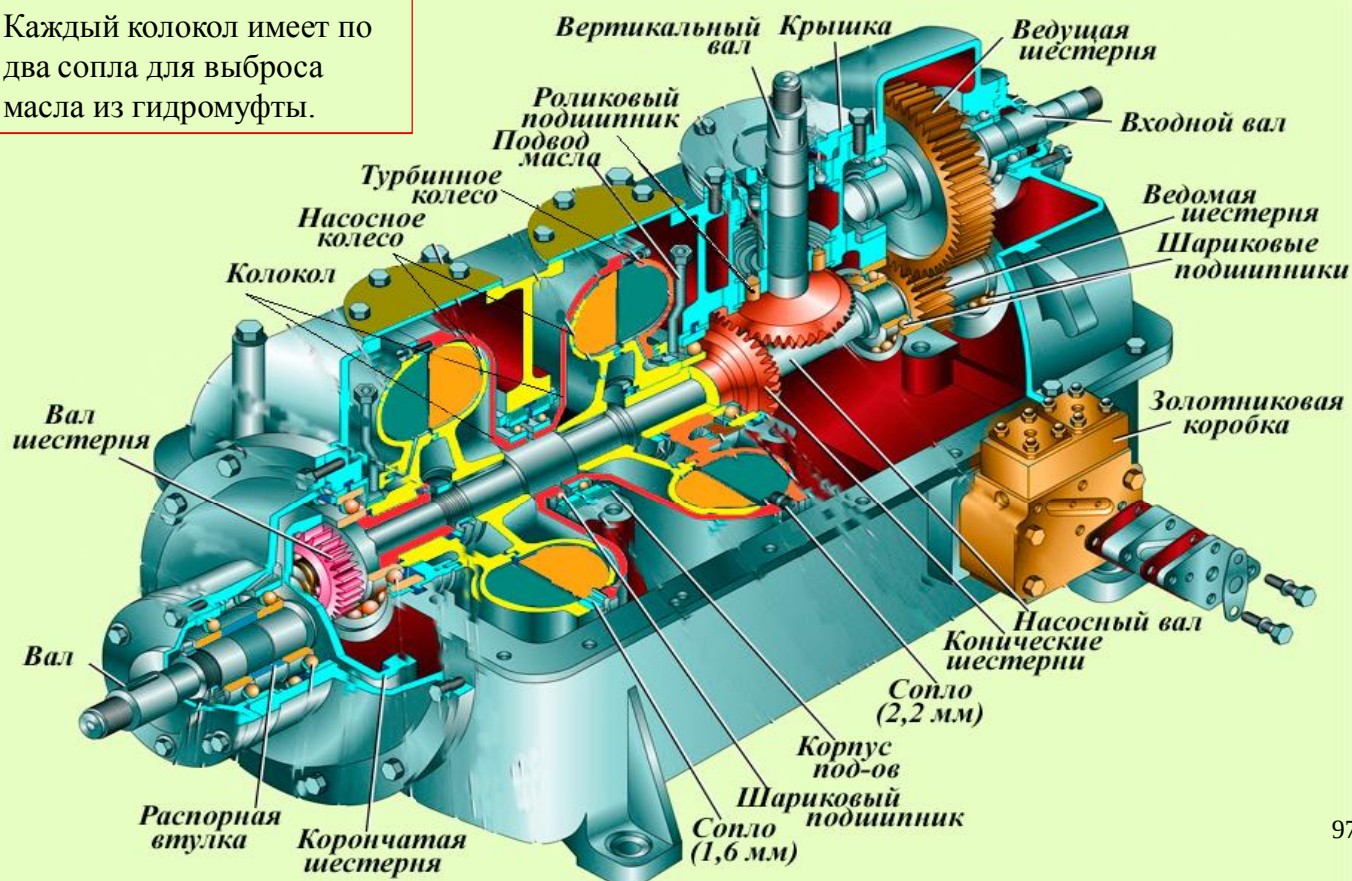
Коническая шестерня турбинного колеса входит в зацепление с шестерней вала вентиллятора (охлаждения дизеля).

Каждая гидромуфта имеет турбинное колесо и колокол.

Для привода компрессора применяют вал-шестерню которая имеет цилиндрическую форму входящую в зацепление с внутренними зубьями корончатой шестерни на валу привода компрессора.

На турбинные колеса крепят колокол при помощи болтов они создают полость гидромуфты. В ступице турбинного колеса имеется кольцевая канавка с восемью сквозными наклонными отверстиями (для прохода и заполнения полости гидромуфты маслом).

Каждый колокол имеет по два сопла для выброса масла из гидромуфты.



Параметры гидромуфты	2ТЭ10М	ЧМЭЗ
Число оборотов ведущего вала, об/мин	2470	350 - 750
Число оборотов вентиляторного колеса, об/мин	100-1160	0- 1500
Частота вращения на выходе привода компрессора, об/мин	—	500 - 1070
Вес гидромуфты, кг	352 (510)	430

Конструкционные отличия ГМР	2 ТЭ10М	ЧМЭЗ
Управление	Автоматическое при помощи сервомотора. Ручное	Автоматическое при помощи золотниковой коробки
Маслооткачивающий насос	Лопастной на входном валу	Самотеком
Насосное колесо	Вращается совместно с колоколом	Вращается в полости колокола
Отвод масла из полости гидромуфты	Регулируемый черпаковыми трубками	Не регулируемый По два сопловых отверстия

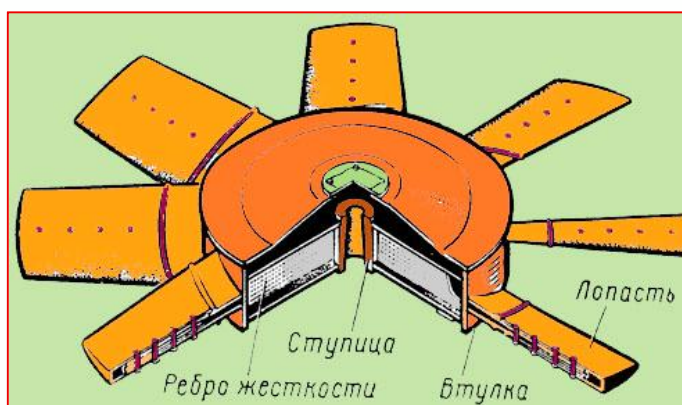
Конструкция вентиляторов охлаждающего устройства

- Характеризуются значительными величинами расхода воздуха и сравнительно небольшими аэродинамическими сопротивлениями воздушных трактов.
- Этим условиям лучше удовлетворяют осевые вентиляторы, которые экономичней, проще по конструкции, компактнее и легче чем центробежные.

Применяются следующие типы вентиляторов:

Прямые, незакрученные, пустотелые лопасти, изготовленные из тонколистовой стали толщиной 2 мм. Вентиляторы этого типа установлены на тепловозах ТЭМ2, ЧМЭЗ.

Крученые лопасти с равномерной закруткой. Установлены на тепловозах ТЭ10, 2ТЭ116, 2ТЭ121. Применение вентиляторов с закрученными лопастями позволяет реализовать больший КПД, чем у вентиляторов с прямыми лопастями.





Контрольные вопросы

- Какие виды приводов вентиляторов холодильных камер применяют?
- Как работает гидростатический привод вентиляторов?
- Из чего состоит гидромурфта переменного наполнения?
- Как изменяется частота вращения вала вентилятора?
- Что такое колокол?
- Как происходит передача вращения от коленчатого вала к вентилятору холодильника?
- Назначение лопастного насоса и его принцип работы?
- Чем отличаются ГМР тепловоза 2ТЭ10М от ГМР тепловоза ЧМЭЗ?

<http://locomotive.nethouse.ru/>
locotruck.ru

Система Автоматического Регулирования Температуры на тепловозе

САРТ позволяет изменять теплорассеивающую способность охлаждающих устройств в зависимости от изменения режима работы дизеля, колебаний температур атмосферного воздуха, поддерживая уровень температур в заданном пределе без участия локомотивной бригады.



Система управления жалюзи регулирует величину потока охлаждающего воздуха в зависимости от температуры охлаждающей жидкости.

Применение САРТ повышает экономичность работы дизеля, уменьшает износ его деталей, предотвращает повреждения радиаторов и облегчает работу локомотивной бригады.

На тепловозах типа ТЭ10 система состоит:
 Сервомотор привода ГМР
 Температурных датчиков типа Т-35 (4 шт.),
 Температурных преобразователей привода
 сервомотора типа ДТПМ (2 шт.),
 Электропневматических вентилей -
 ВП2, ВП3, ВП4, ВП5,
 Пневматический привод жалюзи (4 шт.).



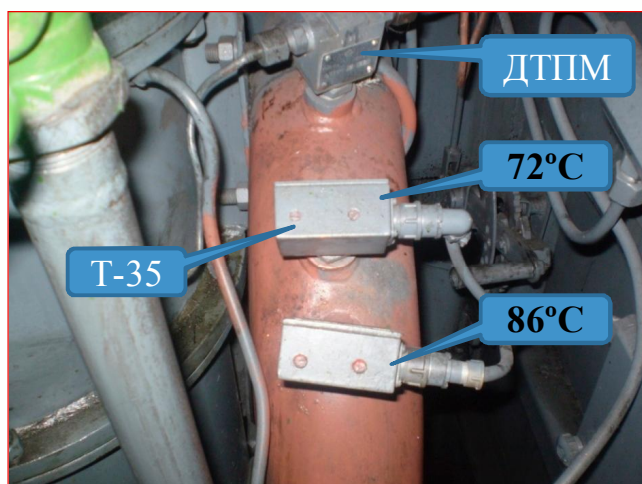
Температурные датчики



На тепловоза типа ЧМЭЗ
 Золотниковая коробка привода ГМР
 Температурных датчиков типа Т35 (5 шт.).
 Электропневматических вентилей -
 ВПЖ1, ВПЖ2, ВПЖ4.
 Пневматический привод жалюзи (6 шт.).

Коллектор горячей воды

На коллектор горячей воды устанавливают дистанционные преобразователи типа ДТПМ (пневмопривода гидромурфты) температуры и два датчика – реле температуры типа Т-35.



Т-35 - Состоит из термосистемы (манометрическая жидкость), где в корпусе имеется переключатель который обеспечивает замыкание и размыкание контактов.

Для регулирования срабатывания реле имеется винт, где для уменьшения температуры срабатывания поворачивают против часовой, для увеличения по часовой. **Открытие жалюзи 72°C, сброс нагрузки 86°C.**

ДТПМ – служат для пропуска пневматического сигнала в пневмоцилиндр сервомотора, давление которого прямо пропорционально температуре воды и масла.

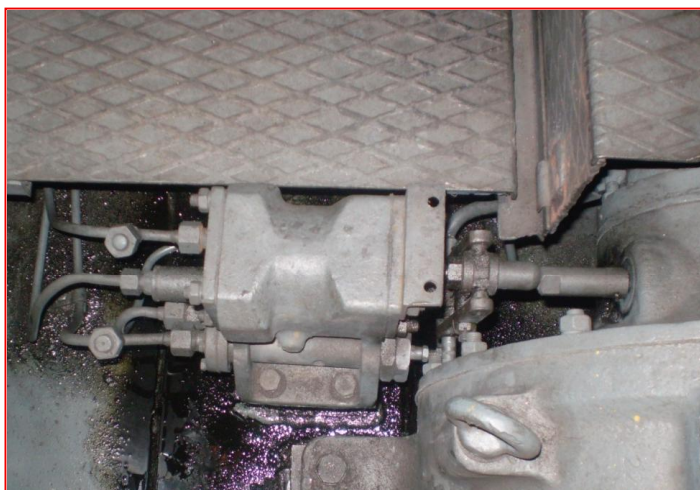
К преобразователю подводится воздух из цепей управления под давлением **5 - 6 кгс/см²** который воздействует на управляющий клапан, при температуре **78-84 С**, (что будет соответствовать полному выходу рейки гидромурфты).



ДТПМ Сравнивает усилие от давления паров заполнителя термосистемы на сильфоне и выходном давлением на мембране.

При уменьшении давления паров заполнителя излишнее выходное давление сбрасывается в Атм. через клапан.

Датчик типа Т-35 входит в систему автоматического регулирования температуры воды и масла и предназначен для подачи сигнала на открытие жалюзи и открытия запорного клапана при температуре воды на выходе из дизеля **72С**.

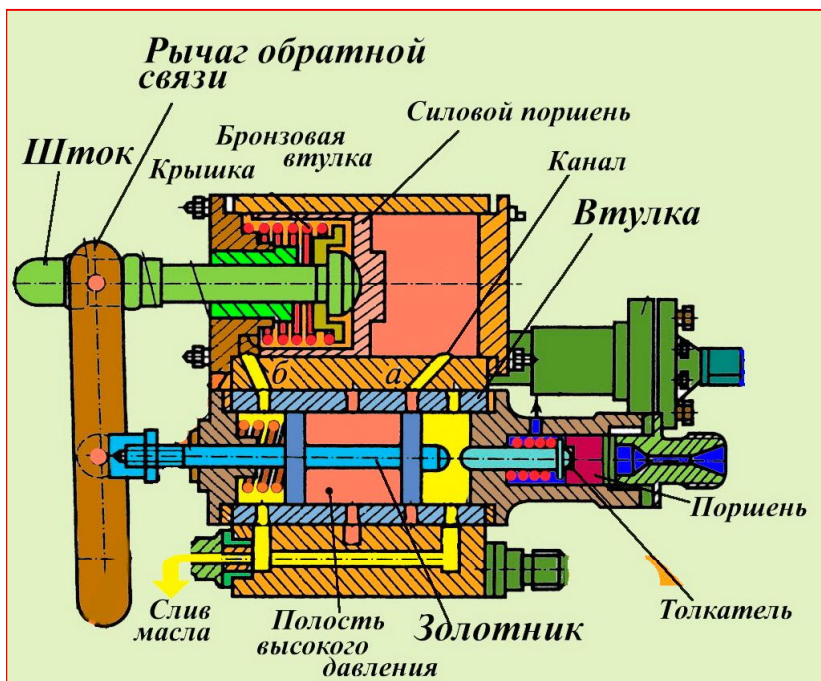


Если открытия жалюзи недостаточно для снижения температуры в работу включается система управляющая изменением частоты вращения вентиляторного колеса.

Сжатый воздух от преобразователя ДТПМ при температуре 73-75 градусов составляет 2кгс/см2.

Для усиления пневмосигнала от преобразователя в систему автоматики включают гидравлический сервомотор.

Сервомотор состоит:



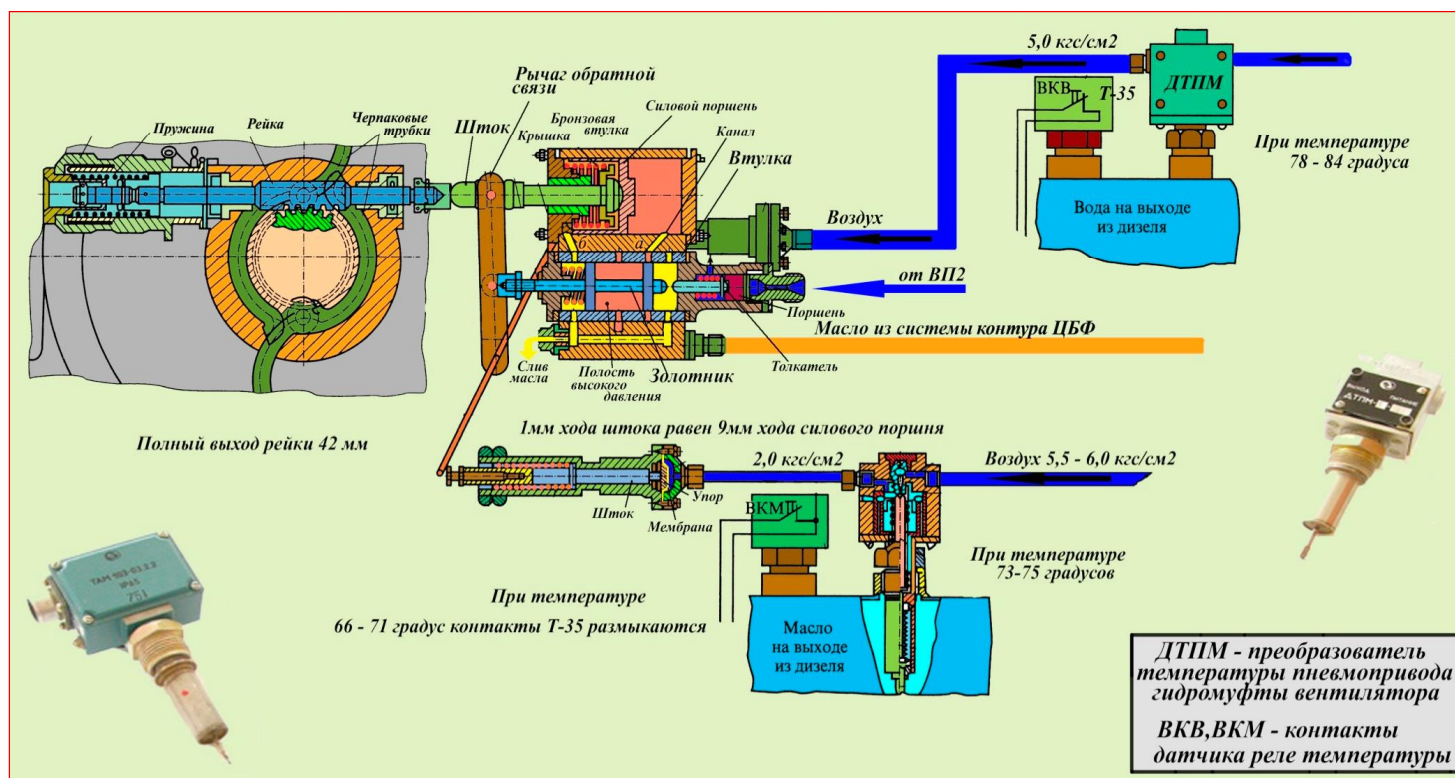
Воздух от **ДТПМ** перемещая шток через регулировочный болт воздействует на рычаг обратной связи и перемещает золотник, который перепускает масло из полости силового поршня в полость золотника и далее на слив.

Поршень со штоком и возвратной пружины
Втулки с золотником и обратной пружины
Рычаг обратной связи
Трех пневмоприводов

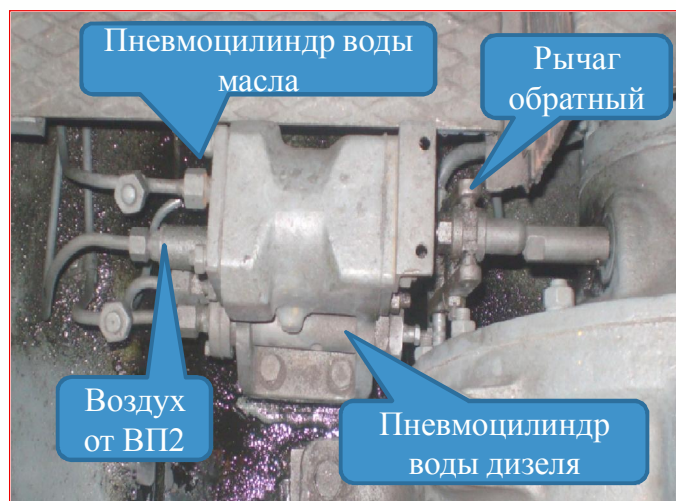
В корпус устанавливают силовой поршень имеющий шток и возвратную пружину. В нижней части имеется втулка в которой есть четыре канала для сообщения масла с полостью силового поршня и в ней перемещается золотник.

Поясок золотника открывает канал через который масло из полости силового поршня сливается и под действием его пружины поршень перемещается₁₀₁ и выдвигает рейку гидромурфты.

Золотник имеет два пояска которые образуют полость высокого давления и через рычаг обратной связи связан со штоком силового поршня. С другой стороны втулки золотника крепят пневмоцилиндры в которых установлены поршень с толкателем и пружиной, где воздух поступает от пневмовентили привода вентилятора **ВП2**.



Пока поясок золотника не перекроет канал, рейка будет выходить под действием пружины.



При температуре воды **78-84°C** давление в **ДТПМ** будет составлять **5 кгс/см2**, где выход рейки будет максимальным.

Воздух поступает в пневмоцилиндр который через мембрану и шток с регулировочным болтом воздействует на рычаг обратной связи и перемещает золотник влево.

По мере остывания воды уменьшается пневматический сигнал поступающий от **ДТПМ** к пневмоцилиндру и шток с регулировочным болтом отходит от обратного рычага и золотник под действием пружины перемещается в право

открывая канал через который масло поступает из полости высокого давления в полость поршня сервомотора и под давлением поршень преодолевает усилие пружины через шток задвигает рейку гидромфты.

1мм хода штока пневмоцилиндра приходится на 9 мм хода силового поршня. 5 мм хода штока пневмоцилиндра, что составляет 5 градусов изменения температуры 102 регулируемой жидкости.

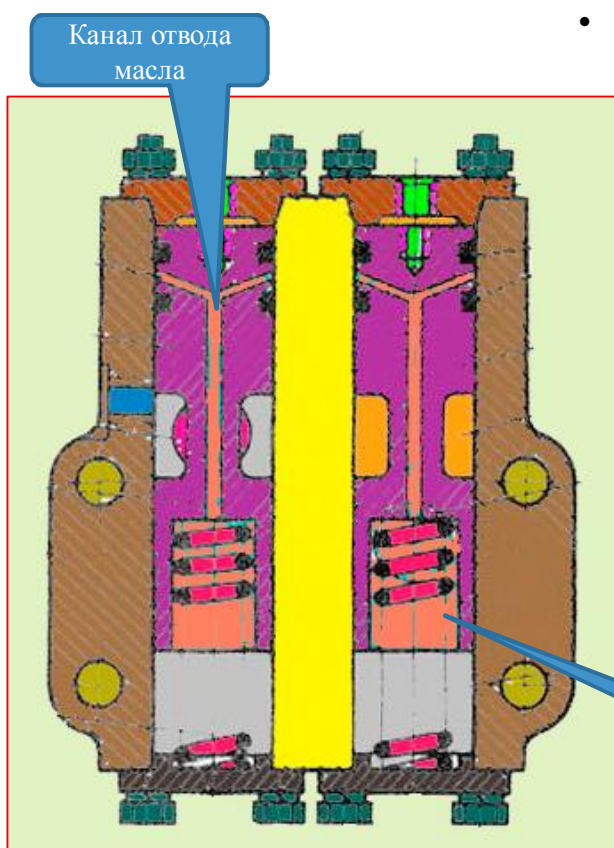
Золотниковая коробка.

- Служит для пропуска масла из системы дизеля в гидромуфту.
- Управляет включением и отключением гидромуфт.
- Устанавливают на левой стороне корпуса.
- В чугунном корпусе находятся два золотника которые в верхней и нижней части закрываются крышками.
- К верхним крышкам крепят штуцера к которым подсоединяют воздушные трубки.
- К левой от регулятора давления к правой от ВПЖ2.
- В нижние упираются пружины.

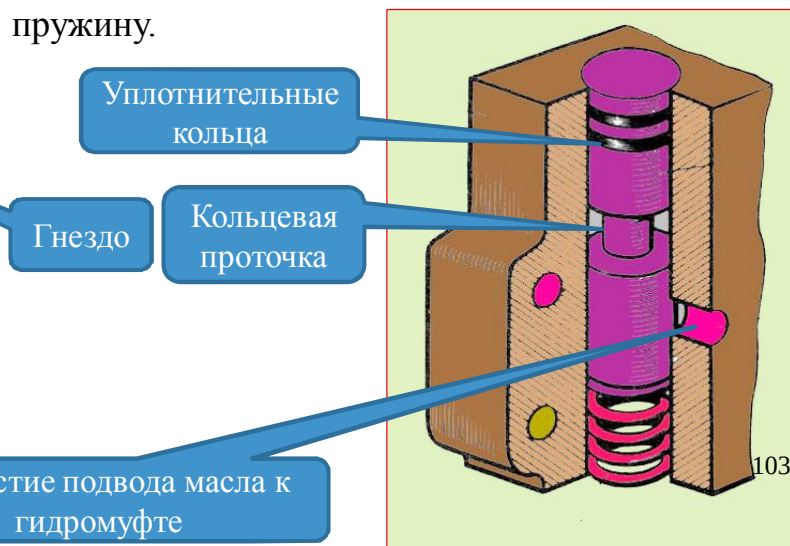


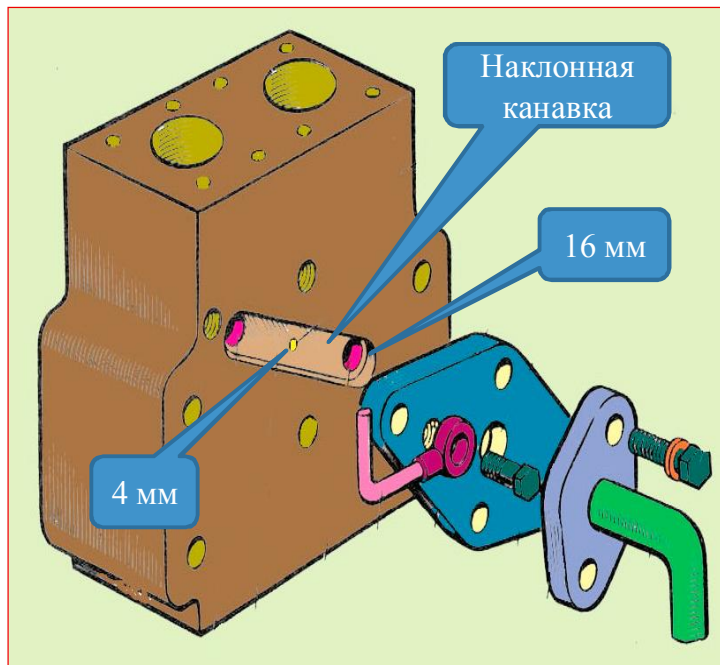
Для включения компрессора используют регулятор давления отрегулированный на включении 7,5 кгс/см² и выключении 8,5 кгс/см². В ГР.

Для смазки подшипников привода главного вала вентилятора и вала компрессора масло отводится по отдельным трубкам.



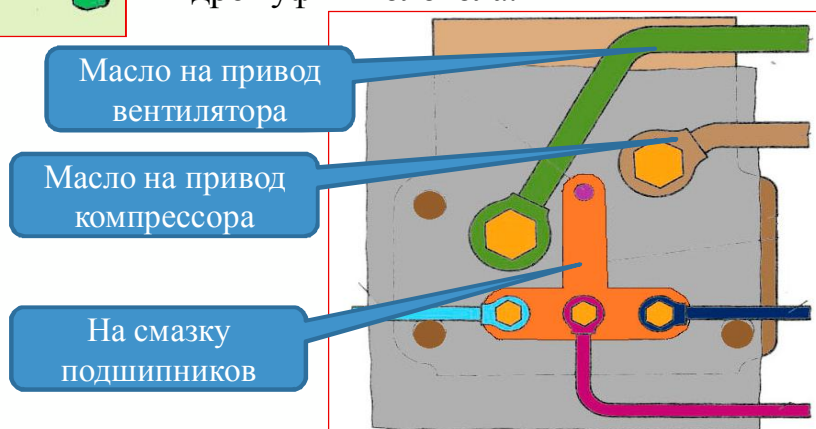
- Золотник в верхней части имеет два резиновых кольца установленных в канавках для уплотнения воздушной полости от масляной. Между кольцами имеются две наклонные канавки которые отводят просочившееся масло в нижнюю полость. В средней части имеется кольцевая проточка шириной 20 мм и глубиной 10 мм. Для пропуска масла. В нижней расточено гнездо под возвратную пружину.





По центральной трубке масло поступает для смазки подшипников привода компрессора.

На смазку подшипников вала вентилятора масло поступает по трубки от штуцера.



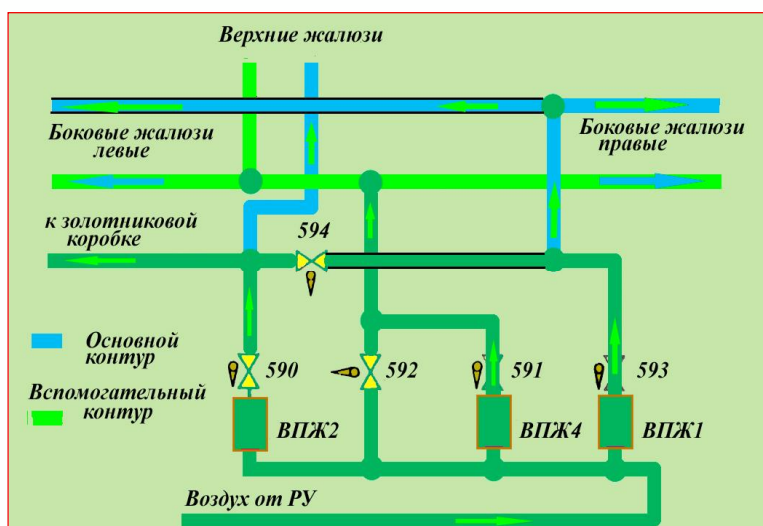
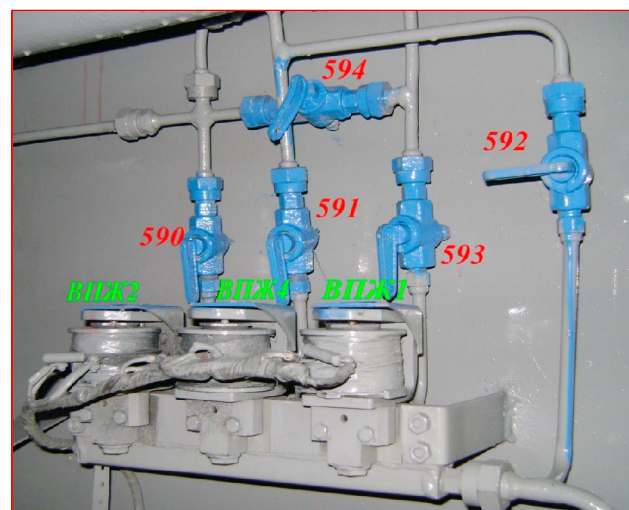
Терморегуляторы автоматического управления вентилятором холодильника и жалюзи.

РТЖ1, РТЖ2, (Реле температурные жалюзи), устанавливают на коллектор горячей воды

РТЖ1, 2 на выходе воды из дизеля

РТЖ 4 на выходе воды после теплообменника
Электропневматические вентили ВПЖ1,2,4 служат для привода жалюзи, управляются РТЖ1,2,4.

Режимный переключатель на ПУ, который включают в положение «Включено»



Автоматическое охлаждение дизеля.

При нагреве дизеля до 70°C открываются боковые жалюзи основного контура.

При нагреве до 80°C открываются верхние жалюзи и включается главный вентилятор.

При нагреве 65°C градусов открываются боковые и верхние жалюзи вспомогательного контура и включается электродвигатель вентилятора MBX.



Контрольные вопросы

- Назначение САРТ и, что регулирует?
- Что входит в САРТ?
- Что такое температурный датчик и его назначение?
- Что такое температурный преобразователь и его назначение?
- Назначение сервомотора и его принцип работы?
- При какой температуре открываются жалюзи?
- Как поступает масло к сервомотору и к гидромуфте?
- Что такое золотниковая коробка и ее назначение?
- Как работает САРТ на тепловозе ЧМЭЗ?

<http://locomotive.nethouse.ru/>
locotruck.ru

Распределительные редукторы тепловоза 2ТЭ10М

Распределительные редукторы по конструкции однотипны и содержат большое количество унифицированных деталей:

Цилиндрические шестерни

Конические шестерни

Ведущий, нижний и промежуточный валы

Валы привода вентилятора охлаждения ТЭД

Маслооткачивающие лопастные насосы и фильтры

Гнезда подшипников и подшипники

Задний распределительный редуктор

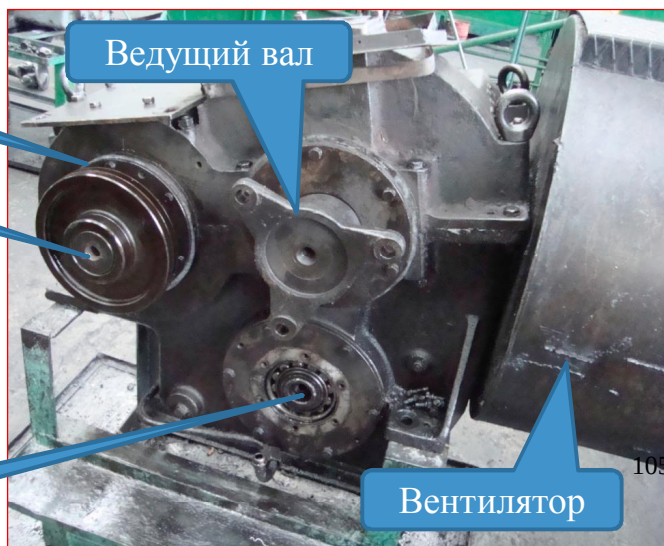
Привод СПВ

Промежуточный вал

Ведущий вал

Нижний вал

Вентилятор



Отличаются установкой конической шестерни на промежуточном валу для обеспечения необходимого направления вращения колес центробежных вентиляторов охлаждения ТЭД

ЗРР приводится в работу через вал отбора мощности и обеспечивает передачу мощности через промежуточную опору на ГМР, центробежный вентилятор охлаждения ТЭД (задней тележки), МНВД, СПВ.

Состоит из чугунного корпуса имеющий два разъемных картера. верхний имеет съемные крышки для осмотра шестерен и подшипников, а для сообщения с АТМ. установлен сапун.

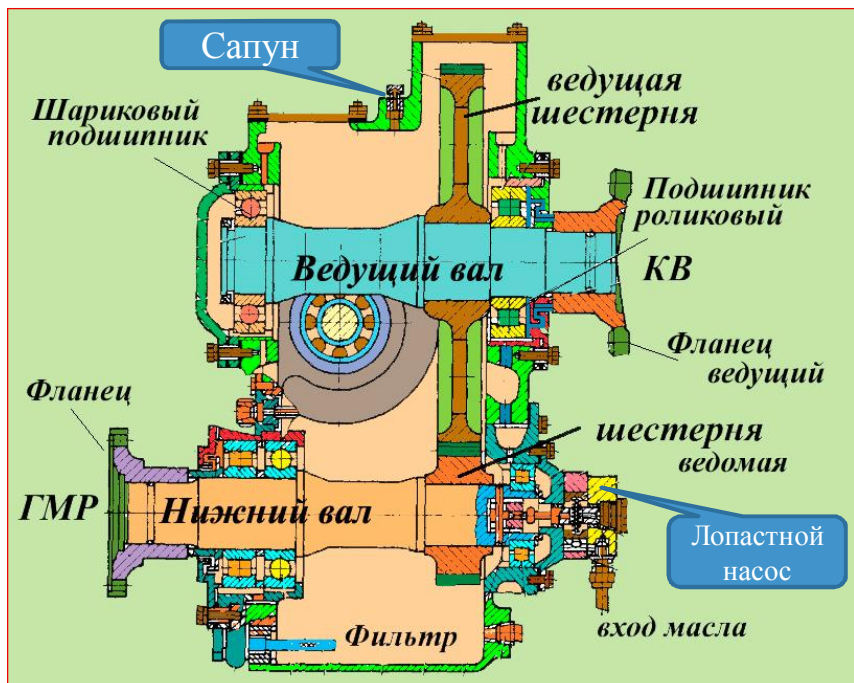


ЗРР передает мощность от КВ
1. ведущий вал (который при номинальной мощности передает 157 кВт)
2. вал привода ГМР (нижний) (127 кВт)
3. промежуточный вал (28кВт) (привода шестерни МНВД) (6кВт)
4. вал привода вентилятора охлаждения ТЭД задней тележки. (24кВт) имеющий частоту вращения 2200 об/мин.

ПРР передает мощность 98 кВт. (Напрямую от ведущего вала 44 кВт).

КТ-7 – 44 кВт с ведущего вала/ От ведущей шестерни на нижний вал с шестерней (Z42) для привода ДА – 27 кВт. (1820 об/мин).

На промежуточный вал с шестерней (Z38) и через пару конических шестерен (Z25 и Z23) на привод вентилятора охлаждения ТЭД – 27 кВт.

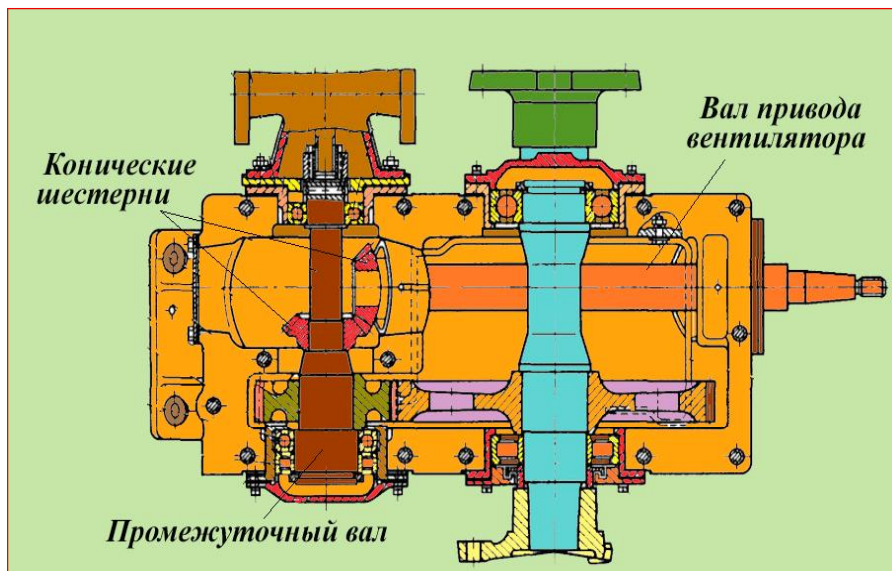


Ведущий вал имеет шестерню (90 зуб.) и установлен в верхнюю расточку корпуса. опирается на два подшипника. Вращающий момент от шестерни передает на вращение двум валам нижнему, на привод ГМР (ДА) и к промежуточному валу на привод МНВД.

Привод на ГМР (ДА), установлен в нижней расточке корпуса и опирается на шарикоподшипник со стороны конуса и на роликоподшипник со стороны шестерни там же в торце имеется расточка для установки втулки с квадратным отверстием куда заходит хвостовик валика лопастного насоса.

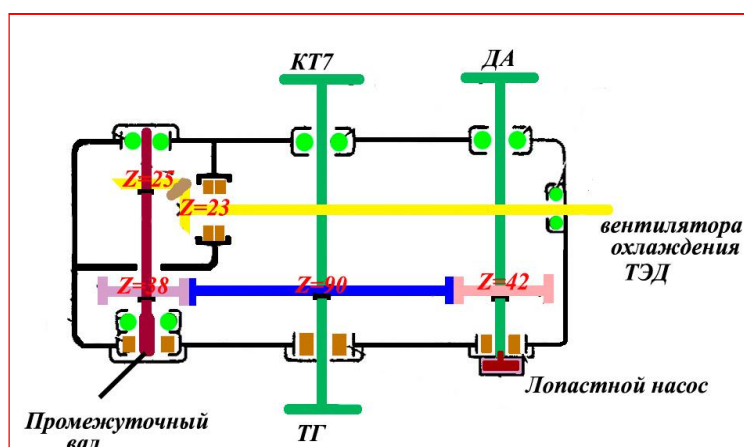
Нижний вал с шестерней (31 зуб) у ПРР (42 зуб) входит в зацепление с шестерней ведущего вала (Z-90).

Шариковые подшипники несут радиальную и осевую нагрузку, фиксируя вал в осевом направлении. Сферический роликовый подшипник воспринимает радиальную нагрузку.

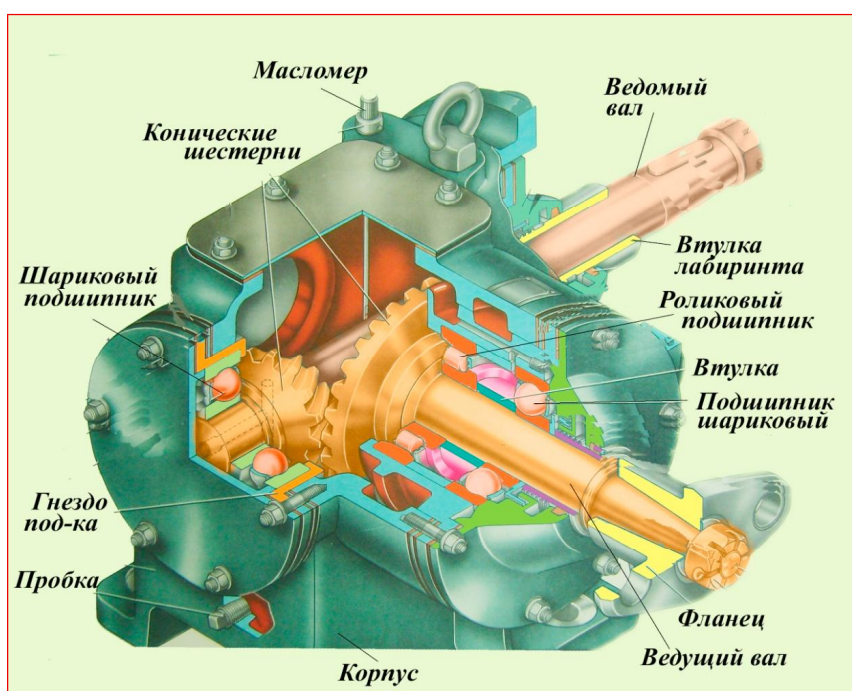


Промежуточный вал имеет цилиндрическую шестерню (Z38) для зацепления с ведущей шестерней и коническую (Z25) которая входит в зацепление с конической шестерней (Z23) установленной на вал привода вентилятора.

Лопастной насос служит для откачки масла из корпуса. Масло, собирающееся на дне нижнего картера, постоянно откачивается в поддон дизеля через сетчатый фильтр. Подача масла насоса не менее 14 л/мин при частоте вращения 2000 об/мин.



Редуктор для привода вентилятора охлаждения тягового генератора. Привод от ВКВ через одноступенчатый редуктор с конической парой шестерен.



Редуктор установлен и прикреплен к фундаментной опоре, укрепленной на корпусе тягового генератора.

Ведущий вал редуктора передает мощность от ВКВ к валу вентилятора через пару конических шестерен (18,4 кВт), которая потребляется центробежным вентилятором.

Смазка подшипников и шестерен индивидуальная, дизельным маслом путем разбрызгивания шестернями. Полная замена масла через 50 000 км пробега.

Список литературы

- А.В. Скалин; В.Е. Кононов; В.Д. Шаров. «Справочник машиниста тепловоза» 2004г.
- О.Г. Куприенко. Тепловозы. «Назначение и устройство» 2006г.
- Л.А. Собенин; В.И. Бахолдин; О.В. Зинченко. «Устройство и ремонт тепловозов» 2006г.
- А.А. Пойда; Н.М. Хуторянский; В.Е. Кононов. «Механическое оборудование устройство и ремонт» 1991г.
- И.В.Дмитриенко. «Текущий ремонт и техническое обслуживание локомотивов» 1999г.
- С.П. Филонов. Тепловоз ТЭ10М. «Руководство по эксплуатации и обслуживанию» 1985г.
- С.П. Филонов и др. «Тепловозы «ТЭ10М и 3ТЭ10М устройство и работа»1986г.
- З.Х. Нотик. Тепловозы ЧМЭЗ; ЧМЭЗТ; ЧМЭЗЭ. 1996г.
- Ю.Н.Ветров, М.В. Приставко «Конструкция тягового подвижного состава» 2000г.
- А.Э. Симсон, А.З.Хомич, А.А.Куриц «Двигатели внутреннего сгорания» 1980г.
- Е.А. Никитин, В.М. Ширяев, В.Г. Быков. «Тепловозные дизели типа Д49» 1982 г.
- В.Т. Данковцев, В.И. Киселев, В.А. Четвергов «Техническое обслуживание и ремонт локомотивов» 2007г.
- Н.Г. Заболотный Устройство и ремонт тепловозов управление и техническое обслуживание тепловозов 2007г.

<http://locomotive.nethouse.ru/>
locotruck.ru