**Лекция 8.**

**Конструкция ДВС. Эксплуатация ДВС**.

**ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

В качестве силовых установок для привода электрогенераторов целесообразно применение экономичных четырехтактных дизелем с однорядным расположением блока цилиндров мощностью до 100 кВт, с двухрядным V-образным расположением — мощностью до 750 кВт, а двухтактных дизелей со встречно-движущимися поршнями мощностью свыше 1000 кВт. В среднем длина V-образного двигателя уменьшается примерно на 30 %, а масса сни­жается на 20...25 % по сравнению с однорядным дизелем, причем мощность, число и рабочий объем цилиндров у них одинаковы.

Четырехтактные двигатели большой мощности изготовляют двухрядными — двенадцатицилиндровыми. При угле смещение кривошипов 120° уравновешиваются силы инерции поступательно движущихся и вращающихся масс при любом угле развала цилиндров; наибольшая равномерность хода этих двигателей достигается при угле развала 60°.

Наименьшую удельную массу имеют двигатели с V-образным расположением цилиндров. Масса уменьшается вследствие того, что блок-картер и коленчатый вал короче, чем у однорядного двигателя. На каждые два цилиндра, расположенные в одном отсеке V-образного двигателя, приходится лишь один участок картера, который неизбежно удлиняется в конструкциях с последовательним размещением шатунов на одной шейке вала. В случае использования центральных шатунов (главного и прицепного или [вильчатого и внутреннего), когда оси обоих цилиндров одного отсека будут расположены в одной плоскости, масса блок-картера уменьшается.

Современный дизель состоит из ряда механизмов, систем и уст­ройств. В свою очередь, каждый механизм или система могут быть разбиты на отдельные группы и узлы, представляющие собой обычно самостоятельные сборочные единицы. В любом двигателе можно выделить следующие механизмы, системы и группы.

**Остов дизеля** образуют неподвижные (корпусные) детали, прочно скрепленные между собой с помощью резьбовых соединений или отлитые совместно, включающие в себя: фундаментную раму или поддон, картер, блок цилиндров, головку (крышку) блока цилиндров.

**'Кривошипно-шатунный механизм** состоит из движущихся деталей, воспринимающих давление газов и преобразующих поступательное движение во вращательное. В него входят группы: поршневая, шатунная и коленчатого вала.

**Механизм газораспределения** служит для осуществления выпуска продуктов сгорания и впуска в цилиндр свежего заряда. Механизм состоит из впускных и выпускных органов и деталей, распределительного вала и привода к нему (шестеренного) от коленчатого вала.

**Система питания** (топливная система) состоит из деталей и механизмов, обеспечивающих подготовку и распыливание топлива, а также регулирование качества или количества заряда, вводимого в цилиндр дизеля. Система питания дизелей вклю­чает топливные баки, топливоподкачивающий насос (низкого давления), фильтры, топливный насос высокого давления, форсунки и топливопроводы.

**Система смазывания** объединяет отдельные устройства и механизмы, служащие для подачи масла к движу­щимся деталям для уменьшения трения и отвода выделяющейся теплоты. К ним относятся масляные насосы, фильтры, маслосбор­ники, холодильники водомасляные и т.п.

**Система охлаждения** обеспечивает охлаждение деталей, соприкасающихся с горячими газами. Охлаждение может производиться водой, воздухом, а также маслом и топливом (охлаждение поршней, форсунок). В зависимости от принятого способа охлаждения в данную систему входят различные устройства и механизмы для подвода охлаждающей жидкости к деталям и теплообменные аппараты.

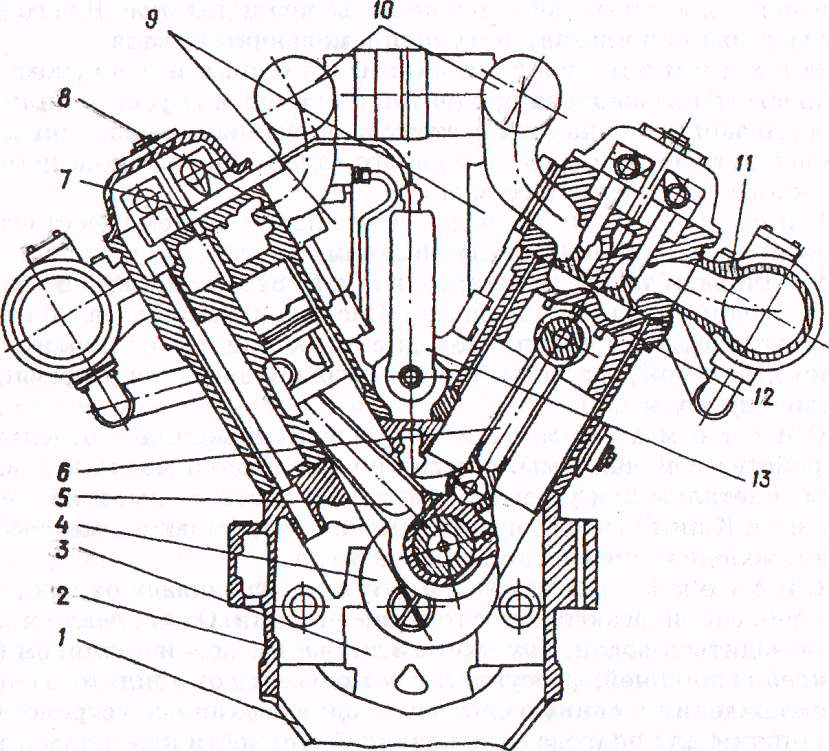
**К продувочным и наддувочным устрой­ствам** для зарядки цилиндров свежим воздухом относятся продувочный насос (нагнетатель в двухтактных дизелях), наддувочный агрегат (турбокомпрессор), детали привода, ресивер, воздуш­ный фильтр.

**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДИЗЕЛЕЙ**

Дизели типа 12ЧН18/20 — четырехтактные, высокооборот­ные, двенадцатицилиндровые, V-образные с газотурбинным надду­вом приведены на рис. 1. Общий вид дизеля показан на рис. 2. Картер состоит из верхней и нижней частей, отлитых из сплава алюминия. Блок-цилиндры (моноблоки) алюминиевые coстоят из рубашек и стальных азотированных втулок; угол развала блоков 60°. Моноблоки крепятся на верхнем картере силовыми шпильками. Коленчатый вал кованый из легированной стали, азо­тированный. Главные и прицепные шатуны штампованные, дву­таврового сечения, из легированной стали. Поршни, штампован­ные из сплава алюминия; поршневой палец плавающего типа. Газораспределительный механизм с верхним расположением кла­панов и верхним размещением кулачкового распределительного вала. Распределительных валиков по два на каждом моноблоке; клапанов по два впускных и два выпускных. Топливный насос высокого давления по конструкции блочного типа, двенадцатиплунжерный, а топливоподкачивающий насос — шестеренного типа.

Охлаждение водяное двухконтурное или радиаторное. Смазы­вание под давлением, с сухим картером; маслонагнетающий на­сос - с центрифугой (в последних модификациях без центрифуги), маслооткачивающий насос - шестеренного типа.

Запуск дизеля обеспечивается сжатым воздухом. Регулятор обо­ротов дизеля - всережимный, непрямого действия, с упруго-присо­единенным катарактом. Наддув осуществляется двумя турбоком­прессорами, расположенными на выхлопных трактах на монобло­ке, или турбокомпрессором, расположенным в передней части дизе­ля на выхлопных коллекторах дизеля.



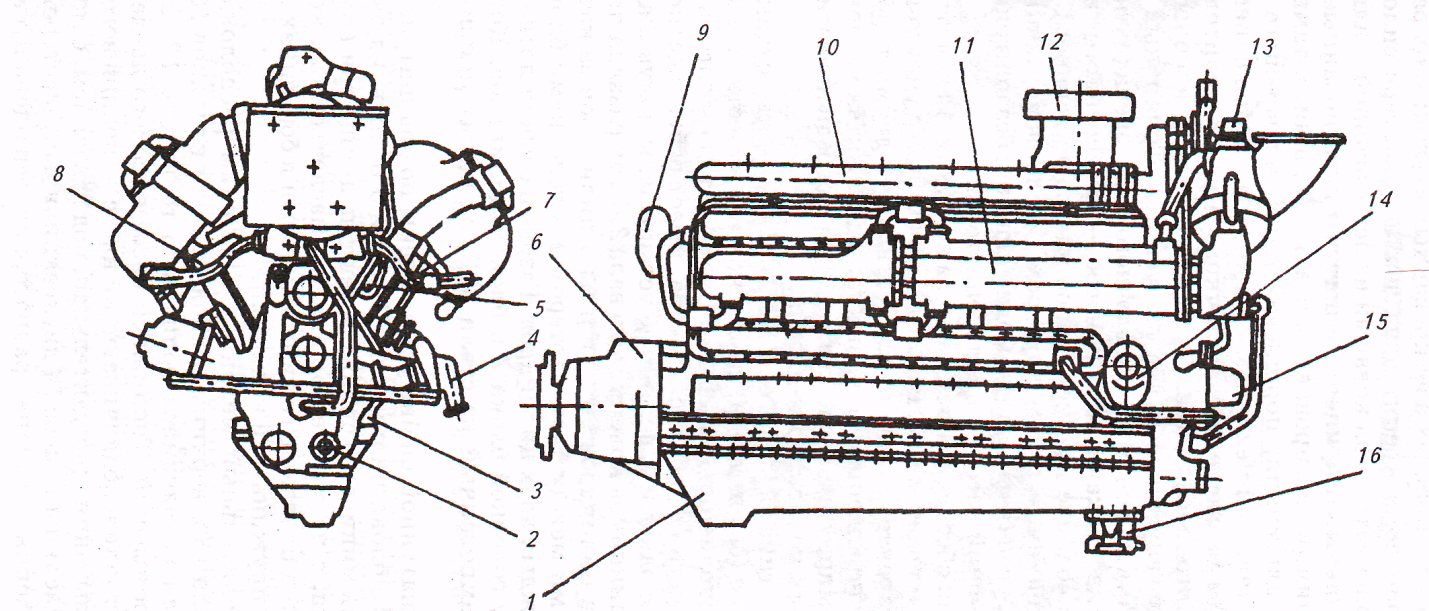
**Рис. 1.** Поперечный разрез V-образного моноблочного дизеля 12ЧН18/20:

*1,2* — картеры нижний и верхний; *3* — подвеска; *4* — коленчатый вал; *5,6* — шатуны

основной и прицепной; 7 — форсунка; *8* — моноблок; 9 — фильтр топливный; *10* —

трубопровод кольцевой всасывающий; *11* — коллектор выпускной; *12* — поршень; *13* —

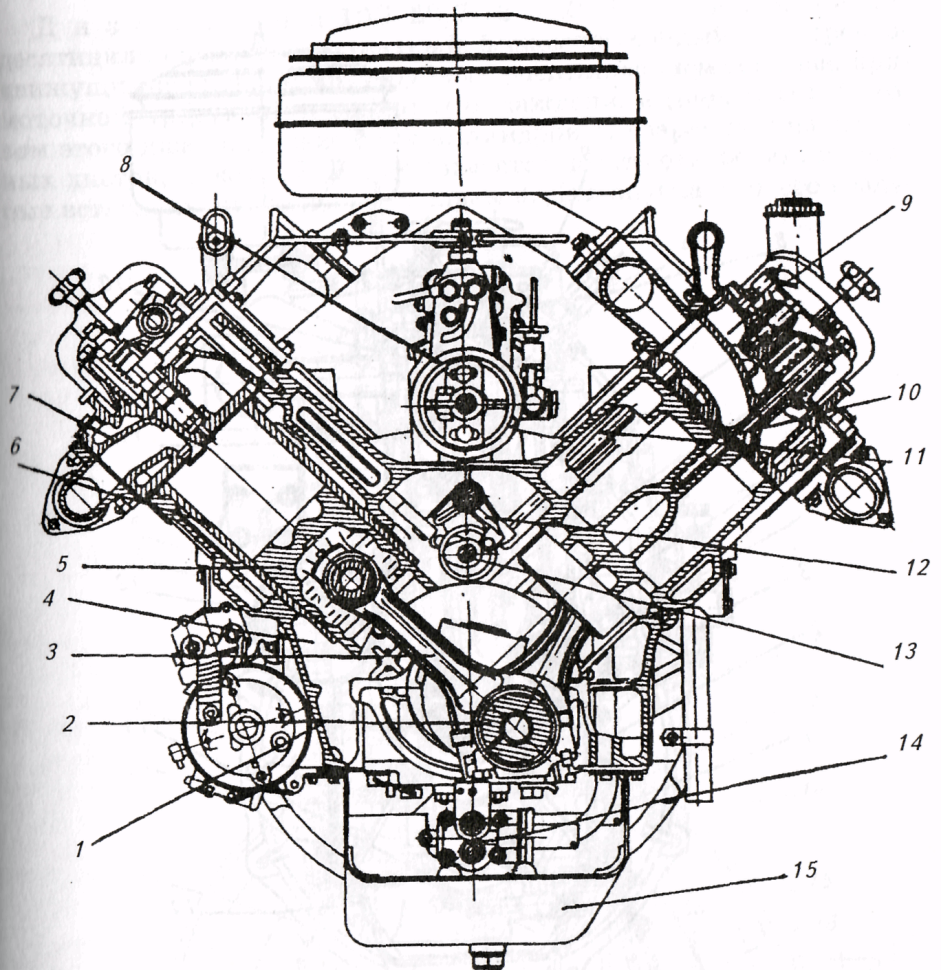
топливный насос высокого давления



**Рис. 2.** Общий вид V-образного дизеля с газотурбинным наддувом:

2,3 — нижний и верхний картеры; *2* — двухсекционный насос; *4* — насос 1-го контура; 5 — воздухораспределитель; *6* — носок отбора мощности; *7,8* — правый и левый моноблоки; *9* — топливный фильтр; *10* — кольцевой всасывающий трубопровод; 22 — выпускной коллектор; *12* — воздухозаборный патрубок; 23 — турбокомпрессор; 24,*16* — маслонагнетающий и маслооткачивающий насосы; 25 — центробежное реле скорости

Дизели типа 6Ч 13/14 и 84 13/14 — четырехтактные, высокооборотные (без наддува), выпускаются в шести- и восьми­цилиндровом исполнении (рис. 3). Блок-картер *1* отлит из кремнемагниевого чугуна с добавкой титана, имеет ребра жесткости и разделен перегородками *4,* в которые установлены полувкладыши коренных подшипников коленчатого вала *2.* Угол развала правого и левого блоков цилиндров 90°. Гильзы *6* цилиндров зажаты ан­керными связями между блок-картером *1* и головками блоков 7, общими для каждых двух цилиндров. Газовый стык уплотнен про­кладкой между головкой блока 7 и блоком цилиндров. Коленча­тый вал *2,* штампованный из стали 50Г, на щеках привинчены противовесы.



**Рис. 3.** Поперечный разрез V-образного блок-картерного дизеля

На каждой шатунной шейке установлены по два шатуна 3 для левого и правого блока цилиндров. Поршни 5 отлиты из высоко­кремнистого алюминиевого сплава, имеют на днище три компрес­сионных кольца, а на тронке поршня два маслосъемных кольца. Поршневой палец плавающего типа закреплен в бобышках порш­ня стопорными пружинными кольцами.

Газораспределительный механизм с нижним расположением кулачкового вала *13 и* верхним расположением клапанов *10* име­ет рокерный или качающийся роликовый толкатель *12,* привод штанг *11* и коромысел *9.* Топливный насос высокого давления *8* блочного типа, топливоподкачивающий насос — поршневого.

Система смазывания принудительная, под давлением, с мокрым картером *15.* Масляный насос *14* двухсекционный, шестеренный. Система охлаждения — водяная радиаторная, оснащена пусковым подогревателем в зимнее время года. Регулятор оборотов всере­жимный, прямого действия. Система пуска электростартерная.

**ДЕТАЛИ ОСТОВА И МЕХАНИЗМОВ ДИЗЕЛЯ**

Остов дизеля является основной несущей частью, обеспечи­вающей прочность и жесткость соединенных между собой конст­рукций, на которые подвешиваются все агрегаты и механизмы дви­гателя. В зависимости от конструкции остов дизеля может вклю­чать в себя:

верхний и нижний картер (поддон), моноблок с гильзами (см. рис. 1);

блок-картер, нижний картер (поддон), головку блок-картера (см. рис. 3);

верхний и нижний картер (поддон), блок цилиндров с гильзами, головку блоков цилиндров.

Блок-картер представляет собой конструкцию, объединяющую верхний картер и блок цилиндров.

Все неподвижные детали остова соединены между собой анкер­ными связями, шпильками и болтовыми соединениями.

Газовый стык между головкой блока и блок-картером уплот­нен металлоасбестовой прокладкой, которая обжимается усилием анкерных связей на бурте гильзы, выступающей над плоскостью цилиндров блок-картера или блок-цилиндров. Эта прокладка так­же обеспечивает гидравлическую плотность стыка головки блока и гильз цилиндров. С целью исключения попадания охлаждаю­щей жидкости из зарубашечного пространства блок-картера и бло­ка цилиндров в масляный поддон блок-картера и для обеспечения температурных перемещений нижней части гильз по отношению к блок-картеру при их неравномерном нагреве в проточках нижней части гильз установлены уплотнительные кольца из маслостойкой резины.

Опорами для коренных шеек коленчатого вала служат поперечные перегородки верхнего картера или блок-картера. Подвески являются нижними половинками опор и в соединении с верхним картером образуют гнезда под коренные вкладыши подшипников коленчатого вала. Смазка к коренным шейкам коленчатого вала поступает по маслоподводящим каналам подвесок. На наружной поверхности половин вкладышей проточены кольцевые канавки с радиально просверленными в них отверстиями, выходящими на внутреннюю поверхность вкладыша. Через эти отверстия масло, поступающее из нагнетающей магистрали по сверлениям в под­весках и заполняющее кольцевые канавки, выходит на рабочую поверхность вкладышей.

Моноблок представляет собой конструкцию, объединяющую го­ловку и блок цилиндров в одной отливке. На верхней части моно­блока крепят детали механизма газораспределения, устанавливают

В отверстия форсунки и клапаны, крепят впускные и выпускные коллекторы, ввертывают бронзовые втулки для установки пуско­вых клапанов.

*Кривошипно-шатунный механизм* является основным рабочим механизмом поршневого двигателя, он воспри­нимает давление газов и преобразует прямолинейное возвратно-поступательное движение поршней во вращательное движение ко­ленчатого вала. Эти две функции, выполняемые механизмом, и обес­печивают решение сложной проблемы, связанной с преобразовани­ем тепловой энергии топлива в механическую работу при сжига­нии топлива в цилиндре двигателя внутреннего сгорания.

В быстроходных дизелях применяют тронковые кривошипно-шатунные механизмы, основными движущимися частями которых являются: поршневая группа, шатунная группа и группа коленча­того вала.

*Поршневая группа* включает в себя поршень, поршневый палец и поршневые (компрессионные и маслосъемные) кольца, стопорные пружинные кольца или заглушки поршневого пальца. Назначение ее состоит в том, чтобы воспринимать давле­ние газов и через шатун передавать это давление на коленчатый вал, уплотнять надпоршневую полость цилиндра с целью исключе­ния прорыва газов в картер и излишнего проникновения смазоч­ного масла, а также чтобы управлять газообменом в двухтактных дизелях.

*Поршень* имеет форму стакана, состоит из двух частей: головки (днища) и направляющей части (тронка), часто называемой юбкой поршня. Днище поршня имеет снаружи специальную куполооб­разную форму, способствующую наиболее эффективному смесеобра­зованию и сгоранию впрыскиваемого топлива. В стенках днища проточены канавки под поршневые кольца, отделяемые друг от друга перемычками. Ребра на внутренней поверхности днища обес­печивают жесткость днища поршня и несколько улучшают усло­вия теплоотвода. При сборке дизеля поршни комплектуются по массе с шатунами и другими деталями поршневой группы.

*Поршневой палец* служит осью в шарнирном соединении пор­шня с шатуном и воспринимает все передающиеся между ними силовые нагрузки. В процессе работы палец может свободно пово­рачиваться как в головке шатуна, так и в бобышках поршня, что способствует более равномерному его изнашиванию. Осевая фикса­ция плавающего пальца осуществляется с помощью дюралевых заглушек или стопорных пружинных колец.

*Поршневые кольца* изготовляют так, чтобы в цилиндре у них сохранялся определенный зазор между разрезными концами. Раз­резы, или замки кольца, делают прямыми (перпендикулярно боко­вым поверхностям), косыми (под углом 45° к боковым поверхно­стям) и ступенчатыми. Для увеличения срока службы поршневых колец на наружную поверхность наносятся защитные покрытия из молибдена, пористого и твердого хрома и олова. Для уменьше­ния прорыва газов в картер замки колец во время сборки распола­гаются диаметрально противоположно (через 180°).

*В шатунную группу* входят шатуны, комплект подшипников, шатунные болты с гайками и элементами их фикса­ции. Шатуны предназначены для передачи движения от поршня к коленчатому валу. Верхняя головка шатуна служит для соеди­нения с поршнем при помощи поршневого пальца, а нижняя разъем­ная — для соединения его с шейкой коленчатого вала. В верхнюю головку запрессована бронзовая втулка, а в нижнюю — с натягом установлен разъемный вкладыш, состоящий из двух частей: верх­ней и нижней половины.

*В группу коленчатого* вала входят коленчатый вал, противовесы, маховик и другие узлы.

*Коленчатый вал* предназначен для преобразования силы давле­ния газов на поршни двигателя в крутящий момент и передачи последнего на приводной вал. Коленчатый вал состоит из колен, расположенных в трех плоскостях, повернутых друг к другу под одинаковым углом (120°, 180°).

Для уравновешивания дизеля с числом цилиндров меньше де­сяти и для разгрузки коренных подшипников от центробежных сил инерции на щеках вала привинчивают *противовесы,* в сборе с которыми вал балансируется. Уравновешенность такого дизеля от моментов сил инерции поступательно движущихся частей обеспе­чивается выносным противовесом, напрессованным на передний носок коленчатого вала, и выносными массами на маховике. Но­сок и хвостовик коленчатого вала уплотняются резиновыми самоподжимными сальниками и маслоотражательными кольцами. На переднем носке коленчатого вала напрессована шестерня привода газораспределительного механизма и навешенных на дизель агре­гатов, а на хвостовике крепится *маховик* или фланец отбора мощ­ности. На маховик напрессован или закреплен болтами зубчатый венец, с которым при запуске дизеля шестерня электростартера входит в зацепление.

Газораспределительный механизм предназначен для своевременного в соответствии с порядком работы цилиндров дизеля впуска свежего заряда воздуха, выпуска от­работавших газов и герметизации камеры сгорания на такте сжа­тия и рабочего хода (расширения).

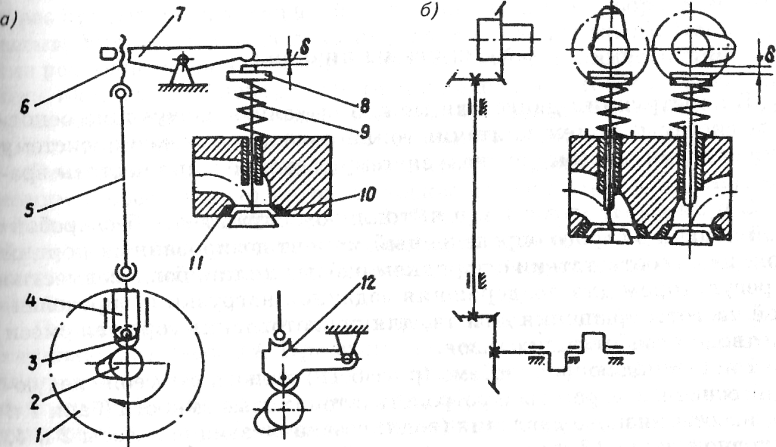
На четырехтактных дизелях применяют газораспределительные механизмы с верхним расположением клапанов и с нижним или нерхним расположением кулачкового вала. Привод кулачкового вала осуществляется от коленчатого вала дизеля.

Механизм газораспределения с нижним расположением кулач­кового вала (рис. 4, а) состоит из шестерни *1,* кулачкового вала *2,* роликов 3,толкателей *4* в виде цилиндра или рычага — рокера I *12,* штанги *5,* регулировочного винта *6,* коромысла *7,* тарелей *8,* пружин *9,* клапанов *10* и седел *11.*

Механизм газораспределения с верхним расположением кулач­кового вала (рис. 4, б) применяется в дизелях большой мощно­сти, чтобы изменение размеров при нагревании деталей механизма газораспределения не нарушало плотной посадки клапана в гнезде. Между клапаном и коромыслом или клапаном и кулачком распределительного вала должен быть зазор 5, величина которого устанавливается с помощью регулировочного винта*6* (рис. 6.17, а) или резьбовой тарели. Каждый кулачок управляет только одним клапаном — впускным или выпускным. Кулачки расположены на валу в определенном положении в соответствии с порядком работы цилиндров двигателей и согласно фазам газораспределения.

Для более равномерного изнашивания опорных цилиндрических направляющих поверхностей толкатель одновременно с прямолинейным движением совершает вращательное движение вокруг cвоей оси.

Клапан *10* (рис. 4, а) прижимается к седлу *11* клапанной пружиной *9,* которая одним концом упирается в выточку на го­ловке цилиндров, а другим — в опорную шайбу *8.*



**Рис. 4.** Газораспределительный механизм: *а* — с верхним расположением клапанов и нижним расположением кулачкового вала; *б* — с верхним рас­положением клапанов и кулачкового вала

При набегании кулачкового вала *2* на ролик 3 толкатель *4* приподнимается вверх и через штангу *5* и регулировочный винт *6* поворачивает коромысло *7.* Длинное плечо коромысла, упираясь и торец стержня, перемещает клапан в направляющей втулке, за­прессованной в головку цилиндра. При этом клапан отходит от седла *11* и надпоршневая полость цилиндра сообщается с атмосфе­рой.

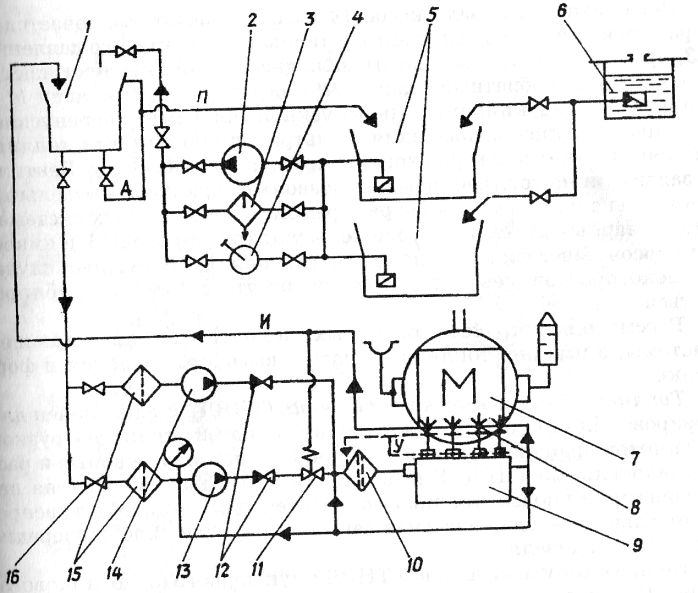
Некоторые дизели имеют по две-три пружины на каждом клапа­не, что дает возможность уменьшить размеры пружин и увеличить надежность работы клапанов и пружин. При этом пружины имеют разные направления витков и размещены одна внутри другой.

**СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЕЙ**

В конструкции двигателя можно выделить следующие основ­ные системы: системы питания топливом, систему смазки, систему охлаждения, систему пуска и систему регулирования частоты вра­щения.

**Система питания топливом** служит для бесперебой­ной подачи в строго определенный момент дозированных порций топлива в соответствии с порядком работы цилиндров и совместно с регулятором для поддержания заданной нагрузки и определен­ной частоты вращения дизеля; для приготовления горючей смеси и отвода отработавших газов.

Топливоподающая система (рис. 5) включает в себя следую­щие основные агрегаты и устройства: топливные емкости (баки *1* и *5),* насосы низкого давления (топливозакачивающие насосы *2* и *4,* основной насос *13* и вспомогательный — топливопрокачивающий *14),* топливный насос высокого давления *9,* форсунки *8,* фильтры грубой *3, 15* и тонкой *10* очистки топлива, трубопроводы низкого и высокого давления, запорно-регулирующую арматуру *11, 12, 16.*



**Рис. 5.** Принципиальная схема топливоподающей системы дизеля

Наполнение топливных емкостей *5* осуществляется самотеком через приемный колодец 6, оборудованный сливной воронкой, сет­чатым фильтром и задвижками (кранами, вентилями). Пополне­ние расходного бака! топливом производится топливозакачивающим насосом *2 с* электрическим приводом, а при отсутствии на­пряжения в сети — вручную насосом *4.* Иногда топливо во время пополнения расходного бака пропускается через сепаратор 3.

Расходный бак оборудован датчиком контроля уровня топлива, который обеспечивает автоматическое включение и выключение топливозакачивающего насоса *2.* В случае переполнения бака *1* топливо самотеком сливается в емкость *5* по трубе *П*. Для слива отстоя и аварийного слива топлива на трубопроводе *А* установлен сливной кран.

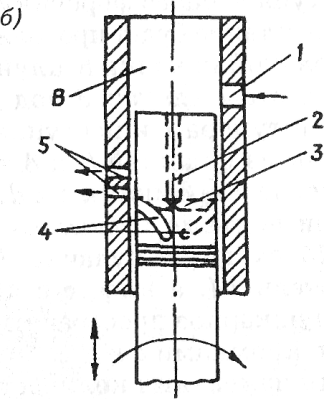
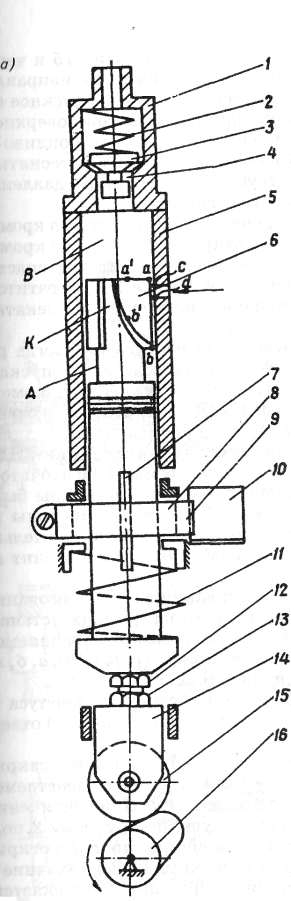
Перед пуском дизеля автоматически включается топливопро­качивающий насос *14.* При этом происходит заполнение системы топливом и удаление из нее воздуха. Топливо из бака *1* через фильтр грубой очистки *15,* насос *14,* обратный клапан *12* и фильтр тонкой очистки *10* поступает к топливному насосу высокого дав­ления *9.* Доза топлива по трубопроводу высокого давления посту­пает к форсунке *8* и впрыскивается в цилиндр дизеля *7.* Отсечное (излишнее) топливо отводится от насоса *9* по трубопроводу *И* в расходный бак *1.*

После запуска дизеля насос *14* автоматически отключается и в работу включается основной топливный насос низкого давления *13,* приводимый от коленчатого вала дизеля. Топливо поступает к насосу *9* через обратный клапан *12* и редукционный клапан *11* и фильтр *10.* Редукционный (перепускной) клапан *11* перепускает топливо в случае загрязнения фильтра тонкой очистки топлива *10.* Загрязнение фильтров контролируется по манометру. Вентили и задвижки на топливопроводах позволяют отключать отдельные элементы системы для осмотра и ремонта. В топливных системах стационарных дизелей часто используют трубопроводы У и емкос­ти просочившегося (условно грязного) топлива. В частных случа­ях некоторые элементы схемы могут отсутствовать или дублиро­ваться.

*Топливный насос высокого давления* (ТНВД) предназначен для дозирования цикловой подачи топлива в соответствии с нагрузкой и частотой вращения дизеля. Различают многоплунжерные и рас­пределительные ТНВД. В многоплунжерных насосах каждая на­сосная секция подает топливо в определенный цилиндр, а в распре­делительных — одна насосная секция подает топливо поочередно в цилиндры дизеля.

По принципу действия все ТНВД плунжерного (золотникового) типа. Плунжеры имеют фигурные проточки *К* (рис. 6, а) или спиральные (винтовые) канавки *4* (рис. 6, б), выполняющие роль распределительного золотника. Эти выточки-проточки, пово­рачиваясь вокруг оси при поступательном движении плунжера от­носительно втулки, регулируют дозу впрыскиваемого топлива. Кон­струкция секции ТНВД изображена на рис. 6.

В верхней части втулки 5 расположено впускное отверстие с кромками *cud,* которое является также отсечным (рис. 6, *а).* На рис. 6,б показано два ряда отверстий: всасывающее (впуск­ное) отверстие *1* втулки и перепускные (отсечные) отверстия 5.



**Рис. 6.** Топливный насос высокого давления

Сверху к торцу втулки 5 (рис. 6, а) прижимается седло-штуцер *1 с* нагнетательным клапаном 3 и пружиной *2.* К штуце­ру *1* подсоединяется трубопровод высокого давления. Плунжер *6* имеет продольную канавку-К, соединяющую кольцевую канавку с надплунжерным пространством Б. Часть верхней кромки вы­полнена по винтовой линии. Конструкция головки плунжера мо­жет выполняться и по схеме, показанной на рис. 6, *б,* где вместо винтовой кромки изготовлены спиральные (винтовые) канавки *4,* соединенные с надплунжерным пространством *В* вертикальным (осевым) каналом *2* и горизонтальным (поперечным) каналом 3.

На плунжере стяжным винтом с помощью хомута *8* закреплен зубчатый сектор *9,* входящий в зацепление с зубчатой рейкой *10,* соединенной с регулятором оборотов дизеля (рис. 6, а). Переме­щение плунжера *6* вверх (нагнетание) осуществляется от кулачкового вала *16* через ролик толкателя *14.* Толкатель в верхней части имеет регулировочный винт *12 с* контргайкой *13,* который по­зволяет регулировать момент начала подачи топлива секцией ТНВД. Секция ТНВД работает следующим образом. При нахождении плунжера *6* в крайнем нижнем положении впускное отверстие с кромками с и d открыто и полости *А* и *В* заполнены топливом.

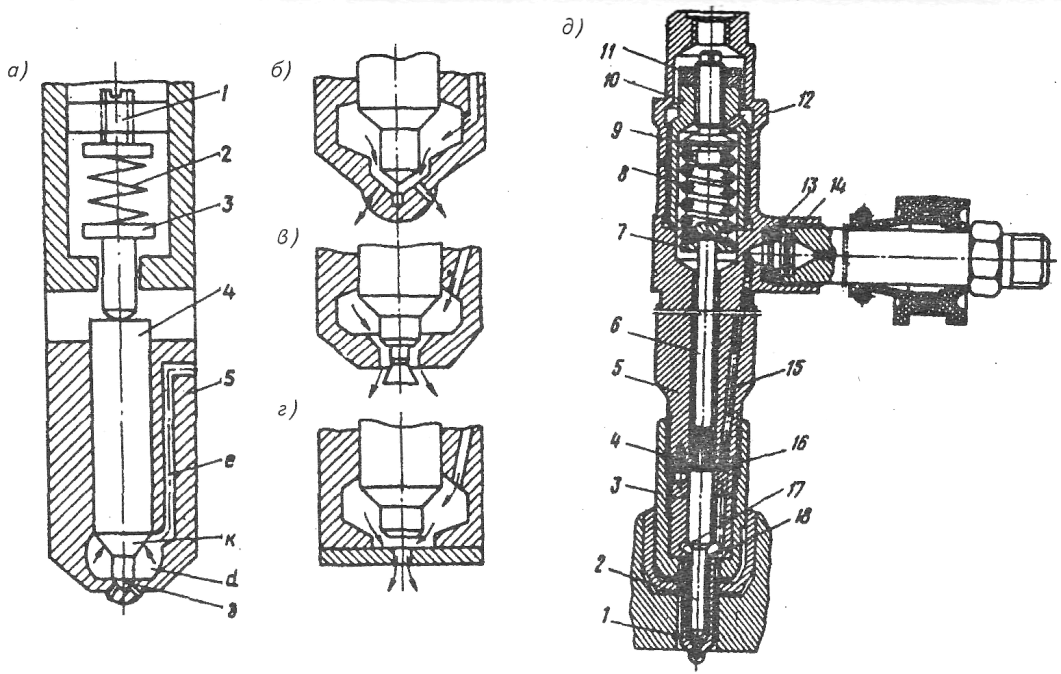
При вращении вала *16* его кулачок набегает на ролик *15* и через толкатель 4 и винт 12 поднимает плунжер *6* вверх по направляющей 7. При этом топливо будет вытесняться через впускное от­верстие *1* во втулке до тех пор, пока плунжер боковой поверхнос­тью не перекроет отверстие с кромкой *с.* В этот момент топливо из надплунжерного пространства *В* начнет интенсивно вытесняться через нагнетательный клапан 3 в трубопровод высокого давления и поступать через форсунку в камеру сгорания.

Нагнетание будет продолжаться до тех пор, пока винтовая кромка продольной канавки *К* плунжера *6* не откроет отверстие по кромке *d.* При этом клапан 3 под действием пружины *2* плотно сядет к седло штуцера *1* и поступление топлива к форсунке прекратится, так как из полостей *В и А* топливо начнет интенсивно вытекать в отверстие с кромками *с и d.*

При подъеме толкателя *14* пружина *11* сжимается. Когда ро­лик *15* сходит с кулачка *16,* пружина разжимается и опускает толкатель *14,* а вместе с ним и плунжер *6* вниз. В этот момент надплунжерное пространство секции ТНВД после открытия отвер­стия с кромками *c* u *d* заполняется новой порцией топлива.

Для изменения количества подаваемого топлива секции ТНВД поворачивают плунжер с помощью зубчатой рейки *10* и зубчатого сектора (венца) *9.* Чтобы подача топлива во все цилиндры была одинаковой, все секции ТНВД должны быть отрегулированы на одинаковую подачу топлива путем поворота плунжера относительно сектора *9,* для чего предварительно ослабляют стяжной винт на хомуте *8.*

*Форсунка* предназначена для впрыскивания в камеру сгорания топлива в мелкораспыленном виде. Обычно на дизелях устанав­ливают форсунки закрытого типа с гидравлически управляемой иглой: штифтовые (рис. 7, в) и бесштифтовые (рис. 7, *а, б, г).* Конструкция форсунки показана на рис. 7, *д.*



**Рис. 7.** Форсунка: *а* — закрытая форсунка:

*1* - регулировочный винт; *2* - пружина; *3* -нажимная штанга; *4* - игла; 5 - корпус распылителя; *е* - канал подвода топлива; *к* - конус; *d* - камера давления; *з* - запорный конус; *б* - многодырчатый распылитель; *в* - штифтовой распылитель;

*г* - бесштифтовой распылитель; *д* - конструкция форсунки:

1 - сопло распылителя; *2* - игла; 3 - накидная гайка; *4* - штифт; 5 - корпус; *6* - штанга; 7 - подпятник; *8* - пружина; *9* - регулировочный винт; *10* - штуцер; *11* - контргайка; *12* - колпак; *13* - переходник; *14* - фильтр; *15, 16* - каналы подвода топлива; *17* - полость давления; *18*- корпус распылителя

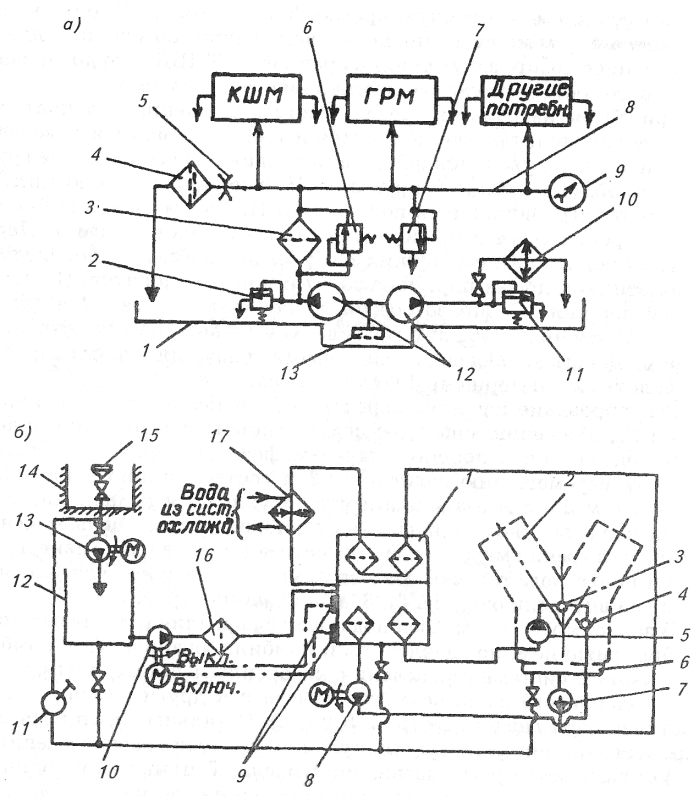
Распылитель безштифтовой форсунки состоит из корпуса «5 с несколькими (рис. 7, *а, б)* или с одним (рис. 7, *в, г)* отвер­стиями и иглы *4.*

Игла *4* (рис. 7, а) под действием пружины *2* плотно закры­вает доступ к распыливающим отверстиям. Топливо, нагнетаемое плунжером ТНВД, заполняет канале и камеру d. При увеличении давления в камере *d* игла *4,*преодолевая усилие пружины *2,*под­нимается вверх и топливо впрыскивается в цилиндр через откры­тое отверстие распылителя 5. После отсечки в ТНВД давление в камере *d* падает и игла *4* под действием пружины *2* опускается, прекращая подачу топлива в камеру сгорания. Необходимое уси­лие затяжки пружины *2* регулируется винтом *1.*

*Регулятор частоты вращения* предназначен для поддержания заданной частоты вращения коленчатого вала путем изменения дозы топлива, подаваемого ТНВД при изменении нагрузки на дизель. Для поддержания заданного режима работы дизеля наибольшее применение получили всережимные регуляторы с механической связью между чувствительным элементом и органом регулирования. *Всережимным* называют такой регуля­тор, который воздействует на орган регулирования подачи топлива при всех частотах вращения коленчатого вала дизеля.

Регулятор крепится на ТНВД и приводится во вращение от коленчатого вала дизеля через редуктор.

*Система смазывания* служит для подачи масла к трущимся поверхностям подвижных деталей дизеля с целью умень­шения сил трения между ними, герметизации цилиндров двигателя и частично отвода теплоты. Систему смазывания двигателя условно делят на внутреннюю (рис. 8, *а)* и внешнюю (рис. 8, *б).*



**Рис. 8.** Принципиальная *схема,* системы смазывания дизеля:

а — схема внутренней системы смазывания дизеля:

*1* — поддон; 2,*11 —* предохранительный клапан; 3, *4 —* фильтр; 5 — дроссель- *6 —*

перепускной клапан; 7 — редукционный клапан; *8 —* главная масляная магистраль- *9* -

манометр; *10 -* холодильник; *12 -* двухсекционный насос; *13* — маслозаборник;

*б* — схема внешней системы смазывания:

*1~* циркуляционный маслобак; *2 —* дизель; 3 — главная масляная магистраль- *4 —* обратный клапан; 5 - маслонагнетающий насос; *в -* поддон; *7 -* маслооткачивающий насос; « — маслопрокачивающий насос; *9 —* датчики уровня; *10 —* маслоподкачивающий насос; *I1 -* ручной насос; *12* - расходный маслобак; / *3 -* маслоперекачивающий насос-*1*4 — приемный колодец; *13 —* заливочная горловина; *16 —* фильтр; *17—* водомасляный

холодильник

В зависимости от способа подачи масла различают смазывание разбрызгиванием, под давлением и комбинированное. При комби­нированной системе смазывания к коренным и шатунным шей­кам коленчатого вала, осям коромысел и к другим узлам масло поступает под давлением (рис. 8, а). Остальные трущиеся по­верхности (цилиндры, поршни, кулачки, шестерни распределения и др.) смазываются разбрызгиванием масла. Топливный и водяной насосы, топливный насос высокого давления, регулятор частоты вращения, вентилятор и механизмы пуска имеют самостоятельные (локальные) устройства смазывания. Регуляторы дизеля, как пра­вило, имеют автономную масляную систему, что повышает каче­ство регулирования частоты вращения и вырабатываемой электро­энергии.

Принципиальная схема обработки и подачи масла под давлени­ем в дизель показана на рис. 8, *б.*

*Система охлаждения* служит для принудительного отвода теплоты от деталей работающего дизеля и поддержания их температуры в допустимых пределах.

При перегреве дизеля резко ухудшается смазывание трущихся деталей, так как высокая температура вызывает разложение, кок­сование масла и приводит к образованию нагара на стенках цилиндров, на головках клапанов и поршней, а это, в свою очередь, ухудшит отвод теплоты от деталей.

Высокий и неравномерный нагрев деталей приводит к термиче­ским перенапряжениям и деформациям; при этом уменьшаются зазоры и повышается износ, а в худшем случае возникает заедание и поломка деталей.

Перегрев выпускных клапанов влечет неплотное прилегание рабочей фаски клапана к седлу, коробление и прогорание клапана. Поршневые кольца пригорают и теряют упругость, вследствие чего происходит прорыв газов в картер и наблюдается резкое падение мощности дизеля. Поршни заклиниваются в цилиндрах, что при­водит к обрыву шатунов, поломке коленчатого вала, картера и ди­зеля в целом.

Переохлаждение дизеля сопровождается ростом механических потерь из-за повышения вязкости масла, ухудшения процессов сме­сеобразования и сгорания, в результате чего повышается расход топлива. Конденсация паров воды в картерной полости интенси­фицирует коррозионное изнашивание. В отработавших газах по­вышается содержание углеводородов несгоревшего топлива и вы­сокотоксичных альдегидных соединений.

Функции регулируемого принудительного отвода теплоты вы­полняет чаще всего жидкостная система охлаждения. Воздушные системы охлаждения в отечественных дизелях не нашли примене­ния. В качестве охлаждающей жидкости применяется вода, эмуль­сия и низкозамерзающие жидкости (антифризы). Система охлаж­дения может быть радиаторной (рис. 9, а) и двухконтурной (рис. 9,6).

В радиаторную систему охлаждения (рис. 9, а) входят блок охлаждения *1 с* расширительным баком *2,* резервуар 3, масляный холодильник б, регулятор температуры воды 7, насос *8,* трубопрово­ды и запорно-регулирующая арматура, предохранительный клапан *4,* вентиль 5.

Охлаждение дизеля обеспечивается циркуляцией воды в замк­нутой системе с помощью насоса *8* центробежного типа. Вода по соответствующим трубопроводам подводится в рубашки монобло­ков, откуда через водяные полости выхлопных коллекторов она попадает в водяную полость турбокомпрессора, а затем к регуля­тору температуры воды 7. Регулятор автоматически поддерживает оптимальную температуру воды на выходе из дизеля на всех режи­мах работы путем распределения воды по двум направлениям: часть воды проходит по перепускной линии (короткий контур) — от регулятора 7 в масляный холодильник *6* и далее в насос *8;* другая часть воды проходит от регулятора 7 через блок охлажде­ния *1,* масляный холодильник *6* и далее в насос *8* (длинный кон­тур). Количество воды, проходящей через короткий и длинный кон­туры, зависит от температуры воды на выходе из дизеля. Вода, циркулируя по замкнутому контуру, охлаждается в блоке охлаж­дения *1.* При работе электровентилятора воздух просасывается через радиатор и отбирает теплоту от охлаждающей воды.

Двухконтурная система охлаждения дизеля (рис. 6.24, *б)* вклю­чает первый контур охлаждения, который состоит из расшири­тельного бака *1,* теплонагревателя *2,* маслосборного бакаЗ, прокачивающего насоса *4,* насоса первого контура *5,* термостата *6,* хо­лодильника 7, а также трубопроводов.

Второй контур включает холодильник 7, термостат *6,* насос вто­рого контура *8,* резервуар *9* и брызгальный бассейн *10.* В первом контуре под действием насоса 5 циркулируемая вода отбирает теп­лоту от дизеля в водо-водяной холодильник первого контура ох­лаждения и отдает теплоту через холодильник 7 второго контура охлаждения в брызгательный бассейн *10.* Для обеспечения подо­грева воды и масла дизеля при необходимости предусмотрены на­греватели *2,* размещенные соответственно в расширительном баке *1* и масляном баке *3.*

Термостаты *6* обеспечивают переключение потока охлаждаю­щей воды в зависимости от ее температуры в теплообменнике. До достижения допустимого значения температуры вода циркулирует по первому контуру, минуя холодильник 7. После нагрева до уста­новленного предела термостат переключает поток воды к холо­дильнику 7.

Во втором контуре вода насосом *8* прокачивается через холо­дильник 7 второго контура, отбирает теплоту первого контура ох­лаждения и подается в брызгальный бассейн *10,* отдавая в даль­нейшем теплоту в атмосферу за счет испарения и стекает затем в сборный резервуар *9.*

Для контроля температуры воды в трубопроводах системы ус­тановлены датчик дистанционного термометра и датчик комбини­рованного реле температуры, дающий импульс на аварийную оста­новку дизеля при достижении температуры воды 105 °С на выхо­де из дизеля.

Система пуска предназначена для прокручивания коленчатого вала дизеля от постороннего источника энергии. При этом обеспечивается удовлетворительное протекание процессов сме­сеобразования, сжатия и самовоспламенения топлива.

Минимальная частота вращения коленчатого вала, при которой появляются первые вспышки в двигателе, называется пусковой и у дизелей она должна составлять 150...300 об/мин. При вращении коленчатого вала крутящий момент затрачивается на преодоление сопротивления сжатию воздуха, а также на преодоление сопротив­лений, вызываемых трениями механизмов и систем дизеля. Кроме того, в период пуска нужен избыток крутящего момента для разго­на движущихся масс двигателя от состояния покоя до пусковой частоты вращения. Для запуска дизелей применяют *электростар­теры* и воздушные системы пуска.

Принципиальная схема системы пуска электростартером пока­зана на рис. 6.25. Электростартер *4* представляет собой электро­двигатель постоянного тока последовательного возбуждения с вклю­чающим устройством *2* и механизмом привода. Стартер питается от аккумуляторной батареи *1.* В период пуска шестерню 7 старте­ра вводят в зацепление с зубчатым венцом *8* маховика дизеля. Стартер должен иметь достаточную мощность для вращения коленчатого вала с требуемой частотой, автоматически выключаться после пуска двигателя и не включаться во время его работы. Элек­трическая цепь стартера *4* замыкается контактами *2Р* специаль­ного реле стартера *6,* включаемого электромагнитом (соленоидом 5) с дистанционным управлением, которое осуществляется с помо­щью включателя *2,* обмотки *3* и контактов *IP* реле пуска.

Сцепление приводной шестерни 7 с зубчатым венцом *8* махо­вика также осуществляется соленоидом *5.* Последовательность включения шестерен 7 и *8* и замыкания контактов электрической цепи стартера следующая: сначала в зацепление вводится шестер­ня, а затем замыкается электрическая цепь стартера. Чтобы избе­жать разносных оборотов якоря стартера после запуска дизеля, шестерню 7 устанавливают на муфте свободного хода роликового или фрикционного типа. Электромагнитный привод исключает воз­можность ошибочного включения стартера при работающем дизе­ле, так как при работающем генераторе исключается действие элек­тромагнита 5 приводного механизма. По этой же причине после запуска дизеля шестерня 7 автоматически выходит из зацепления с зубчатым венцом 8.

*Воздушная система пуска* (пуск сжатым воздухом) является наиболее распространенной для большинства стационарных дизе­лей большой мощности. Сжатый воздух, поступая через пусковые клапаны в надпоршневую полость цилиндра при нахождении пор­шня в ВМТ на такте начала расширения, производит перемещение поршня к НМТ и проворачивает коленчатый вал дизеля.