

7.2. Детали механизма газораспределения

Распределительные зубчатые колеса

Распределительный вал приводится во вращение зубчатыми колесами (рис. 38, а - в), реже - цепью (рис. 38, з). Отечественные карбюраторные двигатели, за некоторым исключением, имеют зубчатый привод распределительного вала, состоящий, как правило, из двух зубчатых колес. Одно колесо установлено на коленчатом валу, а другое на распределительном. Оба колеса имеют косые зубья для плавного зацепления и уменьшения шума при работе. С этой же целью зубчатые колеса распределительных валов двигателей автомобилей ГАЗ изготавливают из текстолита. Распределительные зубчатые колеса, установленные на коленчатых валах, делают из стали или легированного чугуна. Дизель КамАЗ-740 (рис. 38, в) имеет пять распределительных зубчатых колес, расположенных в задней части блока цилиндров.

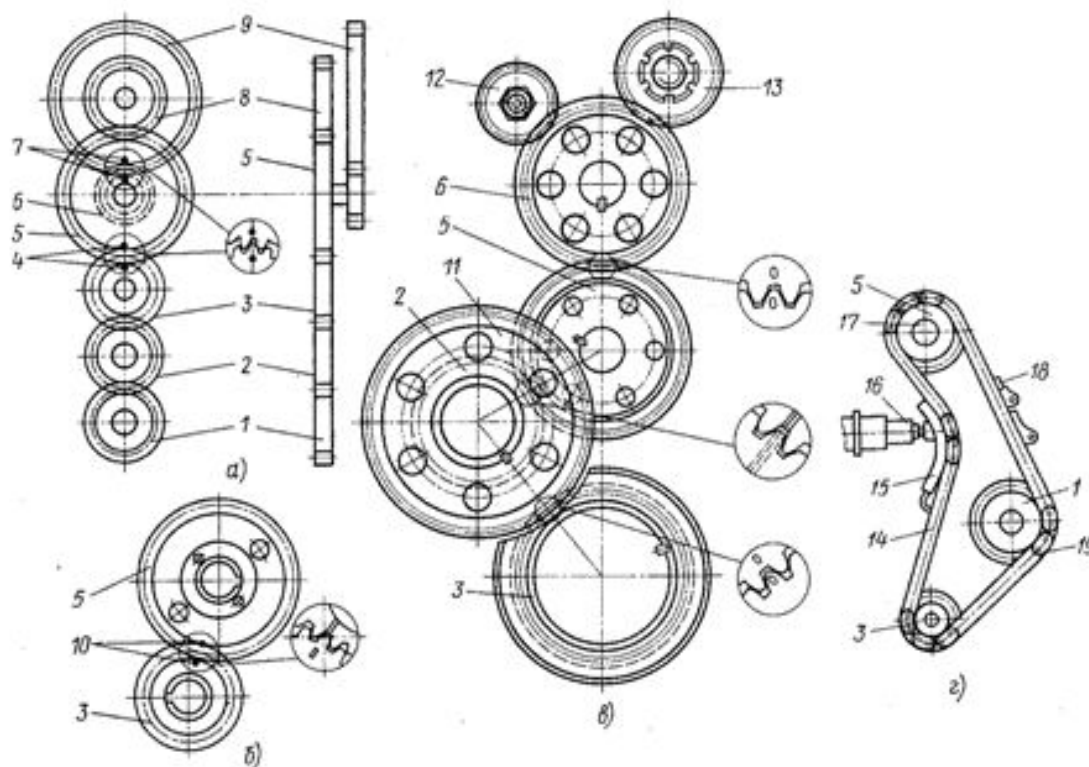


Рис. 38 - Приводы механизма газораспределения двигателей:

а — ЯМЗ-236; б — автомобилей ЗИЛ-130 и ГАЗ-53А; в — КамАЗ-740; ? — автомобиля ВАЗ-2107 "Жигули"; 1 — зубчатое колесо при вода масляного насоса; 2 и 11 — промежуточные зубчатые колеса; 3 — распределительное зубчатое колесо коленчатого вала; 4, 7 и 10- метки; 5 — зубчатое колесо распределительного вала; 6 и 9 — зубчатые колеса привода топливного насоса; 8 — зубчатое колесо привода вентилятора; 12 — зубчатое колесо привода насоса гидроусилителя рулевого привода; 13 — зубчатое колесо привода компрессора; 14 — ведомая ветвь цепи; 15 — башмак натяжного механизма; 16 — натяжной механизм; 17 — распределительный вал; 18 — успокоитель; 19 — ведущая ветвь цепи.

При вращении зубчатого колеса 3 (рис 38, з) в движение приходит цепь, приводящая в действие распределительный вал и масляный насос. При эксплуатации автомобиля цепь постепенно изнашивается и вытягивается. Натяжной механизм позволяет своевременно подтягивать цепь, а успокоитель 18 — гасить ее колебания больше зубьев, чем колесо коленчатого вала. При сборке двигателя необходимо по меткам соединять зубчатые колеса, установленные на коленчатом и распределительном валах, а при сборке дизеля также и зубчатые колеса привода топливного насоса. Это позволит привести в соответствие вращение коленчатого вала и перемещение поршней с открытием и закрытием клапанов, подачей топлива из форсунок в цилиндры двигателя и не нарушать фазы газораспределения.

Распределительный вал. Он передает движение от коленчатого вала через кулачки клапанам, открывая и закрывая их. Определенная последовательность открытия клапанов обусловлена соответствующим расположением кулачков. Распределительный вал 1 (рис. 39) вместе с кулачками 8 штампуют из углеродистой стали 45 (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ЗИЛ-130, ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, МАЗ-5335, КамАЗ-5320 и др.) или отливают из серого чугуна (двигатели автомобилей «Москвич» и «Жигули»).

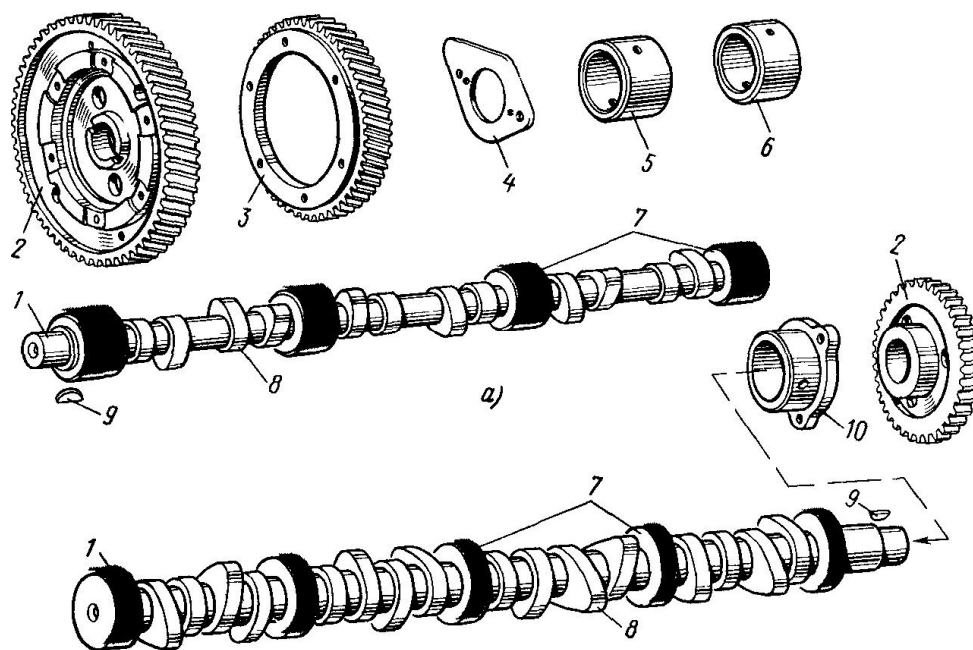


Рис. 39. Детали механизма газораспределения дизелей:

Детали механизма газораспределения дизелей а - ЯМЗ-236, б - КамАЗ-740,
 1 - распределительный вал, 2 — зубчатое колесо распределительного вала,
 3 — ведущее зубчатое колесо привода топливного насоса, 4 — упорный фланец,
 5 — передняя опорная втулка, 6 — задняя втулка, 7 — опорные шейки,
 8 — кулачки распределительного вала, 9 — шпонка, 10 — корпус подшипника с фланцем

В четырехцилиндровом двигателе распределительный вал имеет восемь кулачков, в шестицилиндровом — двенадцать, в восьмицилиндровом — шестнадцать, т. е. по два кулачка на цилиндр. Каждый кулачок управляет одним клапаном — впускным или выпускным.

На распределительном валу могут находиться также зубчатое колесо привода распределителя зажигания и масляного насоса (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130) и эксцентрик привода топливного насоса. Эксцентрик может быть изготовлен как одно целое с распределительным валом или привернут к нему болтом (двигатель автомобиля ГАЗ-53А). Рабочие поверхности кулачков, опорных шеек, эксцентриков и зубчатых колес стальных распределительных валов подвергают термической обработке и шлифованию для повышения их надежности и износостойкости. У чугунных валов для этих же целей кулачки и опорные шейки отбеливают.

В качестве подшипников для распределительного вала чаще всего применяют запрессованные в блок цилиндров втулки, залитые антифрикционным сплавом. Диаметры опорных шеек распределительного вала обычно одинаковые (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и ЗИЛ-130), но бывают и разные для облегчения сборки (автомобиль ГАЗ-24 «Волга»).

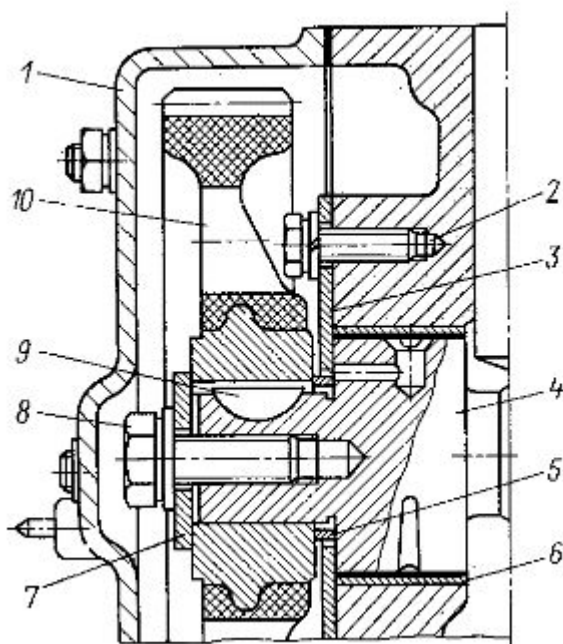


Рис. 40. Упорный фланец распределительного вала

1 — крышка блока распределительных зубчатых колес, 2 и 8 — болты, 3 — упорный фланец, 4 — распределительный вал, 5 — распорное кольцо, 6 — втулка подшипника распределительного вала, 7 — шайба, 9 — шпонка, 10 — зубчатое колесо

Наличие на распределительном валу колеса с косыми зубьями приводит к возникновению силы, стремящейся сдвинуть вал вдоль его оси. Распределительные валы двигателей автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130 и МАЗ-5335 удерживаются от осевых перемещений упорным фланцем 4 (рис. 39) или 3 (рис. 40), установленным с зазором между ступицей колеса 10 и торцом передней опорной шейки вала 4. Зазор обеспечен тем, что толщина упорного фланца меньше толщины распорного кольца 5 на 0,1 — 0,2 мм (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и ГАЗ-24 «Волга») или на 0,08 — 0,208 мм (двигатель автомобиля ЗИЛ-130). Упорный фланец стальной; рабочие поверхности его термически обработаны и фосфатированы для улучшения приработки. Фланец прикреплен двумя болтами 2 к передней стенке блока цилиндров. Корпус 10 заднего подшипника (см. рис. 39, б) двигателя КамАЗ-740 имеет фланец, который исключает осевые смещения распределительного вала. Колесо 10 (рис. 40) установлено на распределительном валу 4 на шпонке 9. Смещение колеса исключено установкой болта 8, ввернутого в торец распределительного вала.

Толкатели. Усилия от кулачка распределительного вала к клапану или штанге передает толкатель, изготовленный из стали или чугуна. Рабочую поверхность толкателей для повышения их долговечности закаливают и шлифуют. Износ будет меньше, если толкатели чугунные, а распределительный вал стальной. Если толкатель и вал стальные, то на тарелку толкателя наплавляют отбеленный чугун. Тарельчатые толкатели (рис. 41, а) получили распространение в двигателях с нижним расположением клапанов. Кольцевая канавка на наружной поверхности толкателя необходима для смазывания пары толкатель — отверстие в блоке цилиндров. В толкатель 3 ввернут регулировочный болт 4 с контргайкой 5. В двигателях с верхним расположением клапанов (автомобили ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-3102 «Волга», ЗИЛ-130 и др.) применяют цилиндрические толкатели (рис. 41, б) с одними или двумя отверстиями для слива масла. Рабочую поверхность толкателя, соприкасающуюся с кулачком распределительного вала, обрабатывают по сфере. Поверхности толкателя и кулачка изнашиваются меньше и равномернее, если толкатель может поворачиваться при набегании кулачка. Вращение толкателя достигается в результате смещения от его оси точки касания с кулачком. Кулачок распределительного вала имеет небольшую конусность, если толкатель обработан по сфере. Толкатели размещают в отверстиях, выполненных в блоке цилиндров или в нижней стенке клапанной коробки.

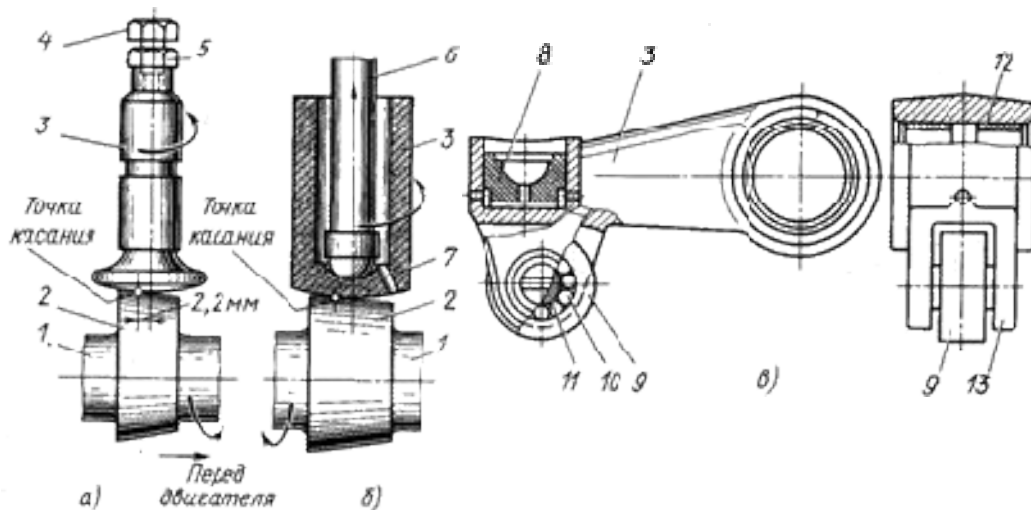


Рис. 41. Толкатели

а — тарельчатый со сферической опорной поверхностью, б — цилиндрический (поршневой), в — рычажный, 1 — распределительный вал, 2 — кулачок, 3 — толкатель, 4 — регулировочный болт, 5 — контргайка, б — штанга, 7 — отверстие для слива масла, 8 — пята, 9 — ролик, 10 — игольчатый подшипник, // — ось ролика, 12 — втулка, 13 — вилка толкателя

В дизеле ЯМЗ-236 применяют подвесные рычажные толкатели 3 (рис. 41, в), свободно установленные на разрезной оси, расположенной на четырех опорах над распределительным валом. Ось 11 ролика 9 вращается в игольчатых подшипниках 10, установленных в вилке 13 толкателя. Ролик перекачивается по кулачку распределительного вала. Следовательно, трение скольжения заменено трением качения. Сверху в толкатель запрессована стальная пята 8 со сферической поверхностью, на которую опирается пустотелая штанга, передающая движение коромыслу.

Штанги. Усилие от толкателя к коромыслу передают штанги. Их изготавливают из алюминиевого прутка (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-53-12, ГАЗ-53А), стального прутка с закаленными концами (двигатель автомобиля ЗИЛ-130) или стальной трубки (дизели ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 и др.). Использование штанг из алюминиевого прутка обеспечивает постоянство тепловых зазоров в клапанах. Блоки цилиндров и головки блоков указанных двигателей отлиты из алюминиевого сплава. Во время работы двигателя они нагреваются и имеют одинаковые коэффициенты линейного расширения, что и штанги. На концы штанг б напрессовывают стальные термически обработанные наконечники для шарнирного соединения с толкателем и регулировочным винтом коромысла. Верхний конец штанги движется не прямолинейно, а описывает дугу, радиус которой равен меньшему (короткому) плечу коромысла.

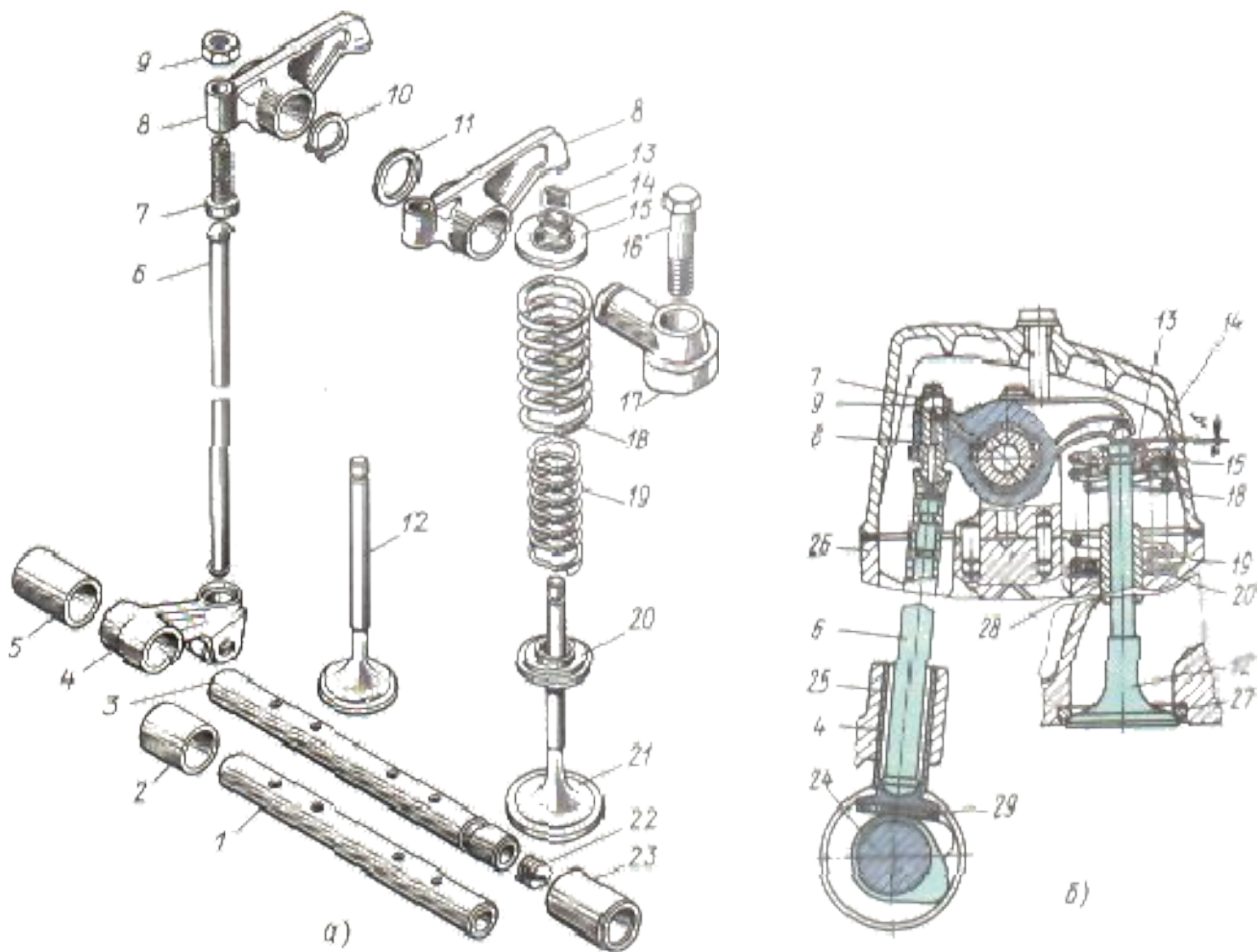


Рис. 42. Детали и схема механизма газораспределения дизелей

а — ЯМЗ-236, 6 — КамАЗ-740, 1 — средняя ось толкателей, 2 — распорная втулка, 3 — крайняя ось толкателей, 4 — толкатель, 5 — промежуточная втулка, 6 — штанга, 7 — регулировочный винт 8 — коромысло, 9 — контргайка, 10 — стопорное кольцо, // — упорная шайба, 12 — выпускной клапан. 13 — сухарь, 14 — втулка 15 — тарелка пружины, 16 — болт, 17 — ось коромысел, 18 — внешняя пружина, 19 — внутренняя пружина. 20 — шайба, 21 — впускной клапан, 22 — пробка, 23 — задняя втулка оси толкателей, 24 — распределительный вал, 25 — направляющая толкателей, 26 — головка цилиндра, 27 — седло клапана, 28 — направляющая втулка, 29 — наплавка на толкателе, А — тепловой зазор

Коромысла. Усилие от штанги к клапану передает коромысло, которое представляет собой стальной неравноплечий рычаг; длинное плечо расположено над клапаном, а штангой В коротком плече есть отверстие, в которое ввернут регулировочный винт 7 (рис 42, а), удерживаемый от самоотвертывания контргайкой 9. При работе двигателя штанга нажимает на короткое плечо коромысла, а его длинное плечо — на стержень клапана. Коромысла выполняют неравноплечим для уменьшения хода толкателя и штанги, а также снижения сил инерции. Поверхность конца коромысла, называемую бойком, соприкасающуюся со стержнем клапана, и поверхность регулировочного винта, соприкасающуюся с наконечником штанги, термически обрабатывают и шлифуют для повышения их надежности и износостойкости. В

отверстие ступицы коромысла запрессовывают бронзовую втулку (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, КамАЗ-5320 и др.) с кольцевой канавкой на внутренней поверхности для распределения масла и подачи его к регулировочному винту. В коротком плече коромысла есть отверстие, по которому поступает масло к винту 7 (рис 42, б). Винт имеет кольцевую канавку и канал для подвода масла к наконечнику штанги.

В головку блока ввернуты шпильки, на которых установлены стойки и ось с коромыслами. От продольного смещения по оси коромысла удерживаются распорными пружинами, прижимающими их к стойкам и стопорным кольцам. На дизелях ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 оси 17 коромысел выполнены как одно целое со стойками. Каждое коромысло качается на отдельной оси. От бокового смещения коромысло удерживается упорной шайбой 11 и стопорным пружинным кольцом 10.

Клапаны. Назначение клапана — открывать и закрывать впускное или выпускное отверстия, расположенные в головке блока (двигатели с верхним расположением клапанов) или в блоке цилиндров (двигатели с нижним расположением клапанов). Основными частями клапана являются головка и стержень. Клапан должен надежно изолировать цилиндр во время тактов сжатия и рабочего хода от впускного или выпускного трубопровода и оказывать в открытом положении возможно меньшее сопротивление движению газов. Плавный переход от головки клапана к его стержню уменьшает сопротивление клапана при обтекании его газами. Чтобы клапан плотно прилегал к седлу, на его головке делают фаску, которую шлифуют и притирают к фаске седла. Головки (или тарелки) впускного и выпускного клапанов могут быть как одинакового диаметра, так и разного. Обычно головку впускного клапана делают большего диаметра для улучшения наполнения цилиндра. Например, размеры клапанов двигателя автомобиля ГАЗ-53А: диаметр головки впускного клапана 47 мм, а выпускного 36 мм. В дизеле КамАЗ-740 диаметр тарелки впускного клапана 51 мм, а выпускного 46 мм.

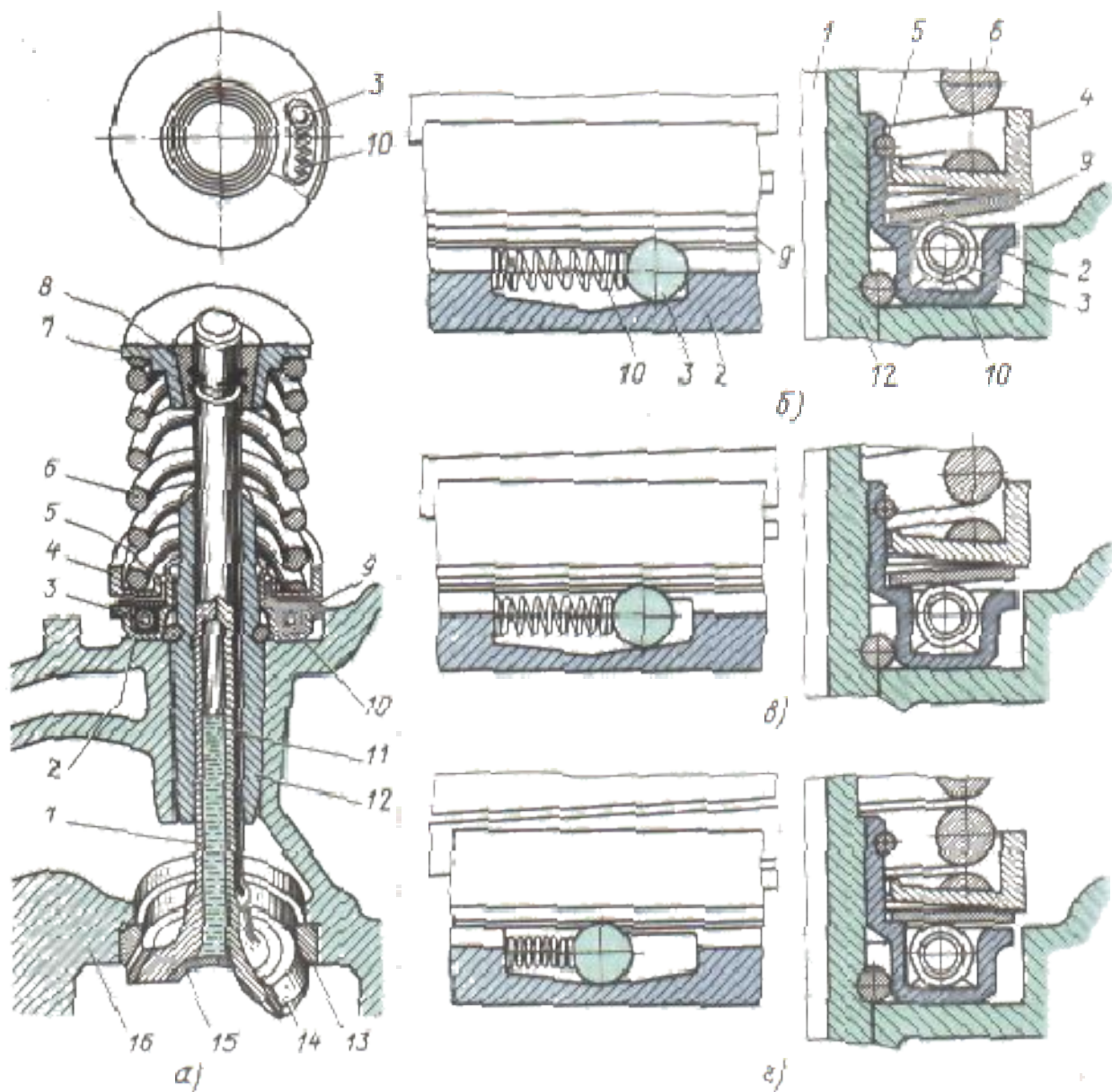


Рис. 43. Выпускной клапан двигателя автомобиля ЗИЛ-130 с механизмом вращения

а — выпускной клапан и механизм вращения, *б—г* — соответственно начальное, рабочее и конечное положения механизма вращения; 1— выпускной клапан, 2 — корпус механизма вращения, 3 — шарик; 4 — опорная шайба; 5 — замковое кольцо; 6 — пружина клапана; 7 — тарелка пружины; 8 — сухарь; 9 — дисковая пружина; 10 — возвратная пружина, 11—натриевый наполнитель; 12 — направляющая втулка, 13 — седло клапана; 14 — жаростойкая наплавка; 15—заглушка; 16 - головка блока

Клапаны работают при высокой температуре и подвергаются коррозионному действию газов. В особо тяжелых условиях работают выпускные клапаны. Поэтому металл, применяемый для их изготовления, должен быть коррозионно- и износостойким. Этим требованиям удовлетворяет высоколегированная сталь.

Если клапан закрыт, то между концом его стержня и регулировочным болтом толкателя или между концом стержня клапана 12 и бойком коромысла 8 (рис. 42, б) должен быть определенный тепловой зазор *А*. В двигателях с нижним расположением клапанов для их нормальной работы устанавливают соответствующий тепловой зазор

регулирующим болтом, ввернутым в толкатель. В двигателях с верхним расположением клапанов для регулировки теплового зазора служит винт, ввернутый в короткое плечо коромысла. Тепловой зазор для впускных и выпускных клапанов у холодных двигателей автомобилей ГАЗ-53А, ЗИЛ-130, МАЗ-5335 равен 0,25 — 0,30 мм. Если тепловые зазоры во время работы двигателя увеличиваются, то клапаны начинают стучать и ухудшается наполнение цилиндров свежим зарядом смеси и их очистка от отработавших газов. При уменьшении тепловых зазоров клапаны неплотно прилегают к седлам и их фаски обгорают. Мощность двигателя в обоих случаях снижается, а также нарушаются фазы газораспределения.

Тепловые зазоры регулируют при такте сжатия, когда поршень первого цилиндра находится в ВМТ и оба клапана закрыты. Регулировку производят обычно согласно порядку работы цилиндров двигателя (1-2 - 4 - 3; 1-3-4-2 и т. д.) или по рекомендации, указанной в заводской инструкции.

Отработавшие газы вызывают коррозию и повышенный износ седел выпускных клапанов, поэтому седла делают вставными (см рис. 42 и 43) из жаростойкого чугуна. Если двигатель имеет механизм газораспределения с верхними клапанами и головку блока, отлитую из алюминиевого сплава, то под все клапаны в головке блока запрессовывают седла из жаростойкого чугуна (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, КамАЗ-5320 и др.). В дизеле ЯМЗ-236 под выпускные клапаны также запрессованы седла.

Стержень клапана перемещается в направляющей втулке, обеспечивающей посадку клапана на седло без перекоса. В большинстве двигателей применены пористые порошковые втулки 12 (рис. 43), обладающие хорошими антифрикционными свойствами. Стержни клапанов дизеля КамАЗ-740 на длине 120 мм от торца графитизированы. Стержни впускного и выпускного клапанов хромируют (двигатель автомобиля ЗИЛ-130). Все эти технологические и конструктивные мероприятия повышают надежность клапанного механизма. На конце стержня клапана есть выточка для соединения с пружиной 6 (постоянно находящейся в сжатом состоянии) и клапаном при помощи сухарей 8 и тарелки 7. Пружина клапана способствует его плотной посадке на седло и прижимает толкатель к кулачку распределительного вала. Пружина 6 имеет постоянный шаг. Для повышения надежности двигателя автомобиля ГАЗ-24 «Волга» пружину изготавливают из высокопрочной пружинной проволоки и термически

обрабатывают. Для предотвращения вибрации клапана при большой частоте вращения коленчатого вала шаг витков делают переменным. Конец пружины с меньшим шагом обращен вниз в сторону головки клапана. Иногда на клапан устанавливают не одну пружину, а две — с разным направлением навивки, чтобы исключить заклинивание (дизели ЯМЗ-236 и КамАЗ-740). При наличии двух пружин (см. рис. 42, *а* и *б*) уменьшается их длина, повышается надежность двигателя (при поломке одной пружины клапан будет удерживаться другой) и улучшается резонансная характеристика клапанного механизма. В соединении клапана с пружинами при помощи сухарей и тарелки используется коническая втулка (двигатели ЯМЗ-236, автомобилей КамАЗ-5320, ГАЗ-53А и др.), плотно охватывающая сухари. Тарелка опирается на торец конической втулки, а во фланец тарелки упираются одна или две пружины. При таком соединении клапана с пружинами уменьшаются силы трения между ними, и клапан может повертываться во время работы двигателя. Вследствие этого значительно возрастает срок службы клапана, его седла и направляющей втулки, так как уменьшается односторонний износ этих деталей. На стержень впускного клапана (например, в двигателе автомобиля ГАЗ-24 «Волга») надевают колпачок из маслостойкой резины для устранения возможного подсоса масла (при тактах впуска) в камеру сгорания через зазор между втулкой и стержнем. Для этих целей на верхней части направляющей втулки (дизель КамАЗ-740) устанавливают уплотнительную манжету.

Выпускной клапан *1* двигателя автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 43) имеет жаростойкую наплавку *14* на фаске, несмотря на то, что он изготовлен из жаростойкой стали. В стержне клапана просверлено глухое отверстие, заполненное наполовину или на две трети натриевым наполнителем и закрытое заглушкой *15*. Во время работы двигателя натрий плавится (температура его плавления равна 98 °С) и превращается в жидкость. При возвратно-поступательном движении клапана в направляющей втулке *12* натрий перемещается, омывает головку клапана и отводит от нее теплоту к стержню и втулке. При охлаждении клапана повышается надежность его работы, а следовательно, и двигателя. клапана. Во время работы выпускной клапан принудительно поворачивается специальным механизмом (рис. 43), корпус которого расположен в головке блока. В корпусе *2* по окружности расположено пять наклонных углублений для шариков *3* с возвратными пружинами *10*. На верхнюю часть корпуса надеты с зазором дисковая пружина *9* и опорная шайба *4*. Пружина *6* клапана одним концом опирается на тарелку *7*,

а другим — на опорную шайбу 4. Если клапан закрыт, то усилие пружины через шайбу передается дисковой пружине 9 и шарикам 3. Внутренней кромкой дисковая пружина опирается на заплечики корпуса, а на ее наружную кромку действует пружина 6 клапана через опорную шайбу 4.

При открытии клапана пружина 6 сжимается, и сила, передаваемая дисковой пружине 9, возрастает. Пружина 9 распрямляется, и между ее внутренней кромкой и заплечиками корпуса появляется зазор. После выпрямления дисковой пружины на шарики передается усилие двух пружин. Шарик, перекатываясь по наклонным углублениям корпуса, сжимают возвратные пружины 10, поворачивая (вследствие трения) дисковую пружину вместе с опорной шайбой, которая, в свою очередь, вызывает поворот пружины 6 одновременно с клапаном. Во время закрытия клапана пружина 6 распрямляется, давление уменьшается, и прогиб дисковой пружины 9 возрастает. Дисковая пружина 9 внутренней кромкой снова опирается на заплечики корпуса и освобождает шарики, возвращающиеся в исходное положение под действием возвратных пружин 10.