

Занятие 21-22.

Устройство системы смазки двигателя. Элементы системы смазки двигателя

Одним из недостатков поршневых двигателей внутреннего сгорания является наличие большого количества движущихся деталей, имеющих значительные поверхности трения. При этом трущиеся (сопряженные) пары работают при высоких температурах и воспринимают значительные динамические нагрузки.

Трение вызывает износ трущихся деталей, выделение тепла и требует затрат мощности. Принято различать трение **сухое**, **полусухое**, **полужидкостное** и **жидкостное**.

При **сухом** трении рабочие поверхности деталей сухие и непосредственно соприкасаются одна с другой (в практических условиях сухое трение не существует).

При **жидкостном** трении рабочие поверхности полностью разделены достаточно толстым слоем масла.

При **полужидкостном** трении масляный слой не полностью разделяет трущиеся поверхности. В этом случае в местах разрыва масляного слоя неровности трущихся поверхностей могут соприкоснуться между собой (граничное трение). Полужидкостное трение наиболее характерно для цилиндропоршневой группы деталей.

Следует отметить, что для сухих поверхностей в автотракторных подшипниках скольжения коэффициент трения равен примерно 0,1. При переходе к полусухому трению коэффициент трения снижается примерно в 10 раз, а при жидкостном трении он уменьшается до 0,01...0,001.

Таким образом, для обеспечения долговечной работы двигателя при минимальных затратах мощности на привод всех его механизмов необходима смазка трущихся поверхностей. В связи с этим все поршневые ДВС имеют смазочную систему – совокупность устройств, которые подают масло в необходимом количестве к трущимся поверхностям. Введение слоя масла между трущимися поверхностями поршневых ДВС не только снижает трение и износ деталей, но и выполняет следующие функции: отвод тепла, возникающего вследствие трения; защита деталей от коррозии; очистка трущихся поверхности от нагара и продуктов износа; уплотнение рабочей полости цилиндра.

Система смазки двигателей автомобилей и тракторов должна обеспечивать: бесперебойную подачу масла к трущимся деталям при работе на различных скоростных и нагрузочных режимах и в различных условиях эксплуатации; высокую степень очистки масла от механических примесей; возможность длительной работы двигателя под нагрузкой без перегрева масла.

В зависимости от способа подачи масла к трущимся поверхностям различают системы смазки **разбрызгиванием**, **под давлением**, **самотёком** и **комбинированную**. Также существует смазочная система с «сухим» катетером, в которой смазочное масло находится в специальном резервуаре и при помощи дозирующего устройства подается к трущимся поверхностям.

Система смазки разбрызгиванием вследствие своего несовершенства (зависимость подачи, масла от уровня, быстрое старение, окисление масла, отсутствие надежной фильтрации) распространения не получила. Не получила широкого

распространения смазочная система с «сухим» ввиду своей сложности и высокой стоимости (применяется только на некоторых гоночных и спортивных машинах).

В системе смазки под давлением подача масла к трущимся поверхностям осуществляется принудительно масляным насосом по специальным маслопроводам. Из-за конструктивной сложности в чистом виде она не применяется.

У большинства автотракторных двигателей применяют системы смазки комбинированные, в которых сочетаются способы подачи масла разбрызгиванием и под давлением. Под давлением масло подводится к коренным и шатунным подшипникам коленчатого вала, к подшипникам распределительного вала, к осям коромысел и наконечникам штанг, к втулкам распределительных шестерен. В некоторых конструкциях под давлением смазывается сопряжение верхней головки шатуна с поршневым пальцем, а также организуется принудительный впрыск масла на поверхность зеркала цилиндра. Остальные трущиеся детали двигателя смазываются разбрызгиванием.

В основу работы комбинированной системы смазки различных двигателей положена одна и та же принципиальная схема (рис. 1). Масло из масляного поддона 1 через маслоприемник 6 нагнетается шестеренчатым насосом, состоящим из двух секций. Основная секция насоса 7 подает масло к фильтру грубой очистки 10, включенному последовательно. Параллельно фильтру включен перепускной клапан 9, пропускающий неочищенное масло, минуя фильтр, в главную масляную магистраль 12 в тех случаях, когда давление перед фильтром возрастает (засорение фильтрующего элемента, высокая вязкость масла при пуске, большая частота вращения коленчатого вала). Клапан 9 регулируется на перепад давления при входе и выходе из фильтра на 0,08...0,28 МПа. Давление нагнетания основной секции насоса ограничивается редукционным клапаном 8. При давлении выше установленной нормы клапан открывается и лишнее масло сливается в картер. Клапан 8 регулируется на давление 0,3...0,4 МПа у карбюраторных двигателей и 0,7...0,8 МПа у дизелей.

После фильтра грубой очистки поток масла разделяется на две части. Меньшая часть поступает в фильтр тонкой очистки 11, подключенный параллельно, и после очистки сливается в картер; большая часть нагнетается в главную масляную магистраль 12 и смазывает под давлением коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, подшипники распределительного вала. Далее за счет золотникового устройства, образуемого лысками и канавками на опорных шейках распределительного вала, масло прерывистым (пульсирующим) потоком поступает под давлением к осям коромысел, к втулкам распределительных шестерен и к узлу осевой фиксации распределительного вала.

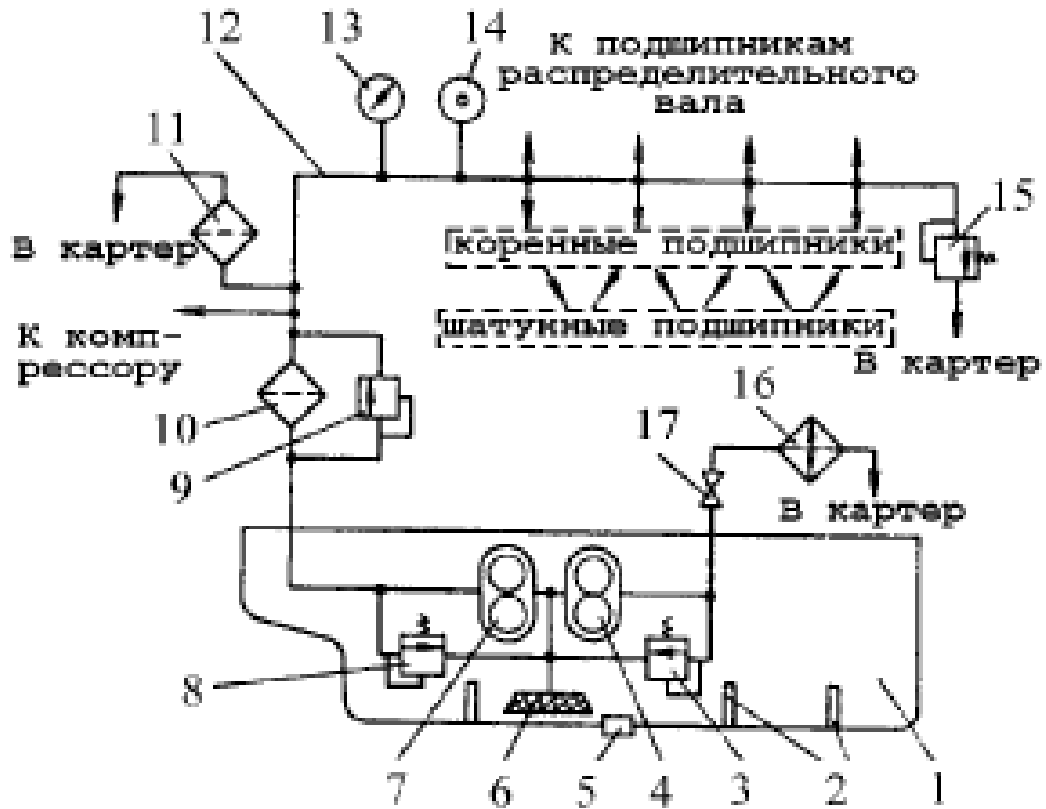


Рисунок 1 Принципиальная схема комбинированной системы смазки: 1 – масляный поддон; 2 – перегородки; 3 – предохранительный клапан радиаторной секции; 4 – радиаторная секция масляного насоса; 5 – магнитная пробка; 6 – масло приемник; 7 – основная секция масляного насоса; 8 – редукционный клапан; 9 – перепускной клапан; 10 – фильтр грубой очистки; 11 – фильтр тонкой очистки; 12 – главная масляная магистраль; 13 – манометр; 14 – термометр; 15 – сливной клапан; 16 – масляный радиатор; 17 – кран отключения масляного радиатора

Все другие детали (рабочие поверхности цилиндров, кулачки распределительного вала, зубья шестерен распределения и т. д.) смазываются мельчайшими каплями масла (туманом), вытекающего из подшипников коленчатого вала и разбрызгиваемого вращающимися деталями двигателя. В современных автотракторных двигателях для обеспечения надежной смазки зеркала цилиндра применяется периодический впрыск масла из отверстий в нижних (кривошипных) головках шатуна.

В главной масляной магистрали установлен сливной клапан 15, который обеспечивает более точное поддержание давления непосредственно у подшипников коленчатого вала. Сливной клапан перепускает лишнее масло в поддон картера, когда давление в главной масляной магистрали 12 выше 0,25...0,45 МПа.

Давление масла перед поступлением в подшипники коленчатого вала контролируется манометром 13, а температура масла – термометром 14, установленными на щитке контрольных приборов.

Нормальная температура масла в автотракторных двигателях, нагруженных до полной мощности, должна находиться в пределах 80...90°C.

При такой температуре и номинальной частоте вращения коленчатого вала давление масла должно составлять 0,25...0,45 МПа. Минимальное давление масла в системе допускается не ниже 0,08 МПа.

Для охлаждения масла при работе двигателя с большой нагрузкой или при температуре воздуха выше 20°C краником 17 включают масляный радиатор 16. Масло в радиатор нагнетается радиаторной секцией насоса 4. Охлажденное в радиаторе масло сливается в поддон картера. Если запорный кран 17 масляного радиатора закрыт или масло слишком густое, редукционный клапан 3 ограничивает наибольшее давление в пределах 0,12...0,15 МПа, сливая излишек масла в поддон.

М а с л я н ы й н а с о с (рис. 2) должен подавать масло под давлением, гарантирующим проникновение масла в зазоры между трущимися деталями и сохранение оптимальной величины масляного слоя. У автотракторных двигателей широко применяются насосы шестеренчатого типа. Они просты по устройству и надежно работают. Шестеренчатые насосы выполняются с числом секций от одной до трех. Производительность масляных насосов до 400 л/ч, а мощность, затрачиваемая на привод – до 1,0 кВт. Привод масляного насоса осуществляется шестерней 5, выполненной на распределительном валу, или шестерней, находящейся в постоянном зацеплении с распределительными шестернями двигателя.

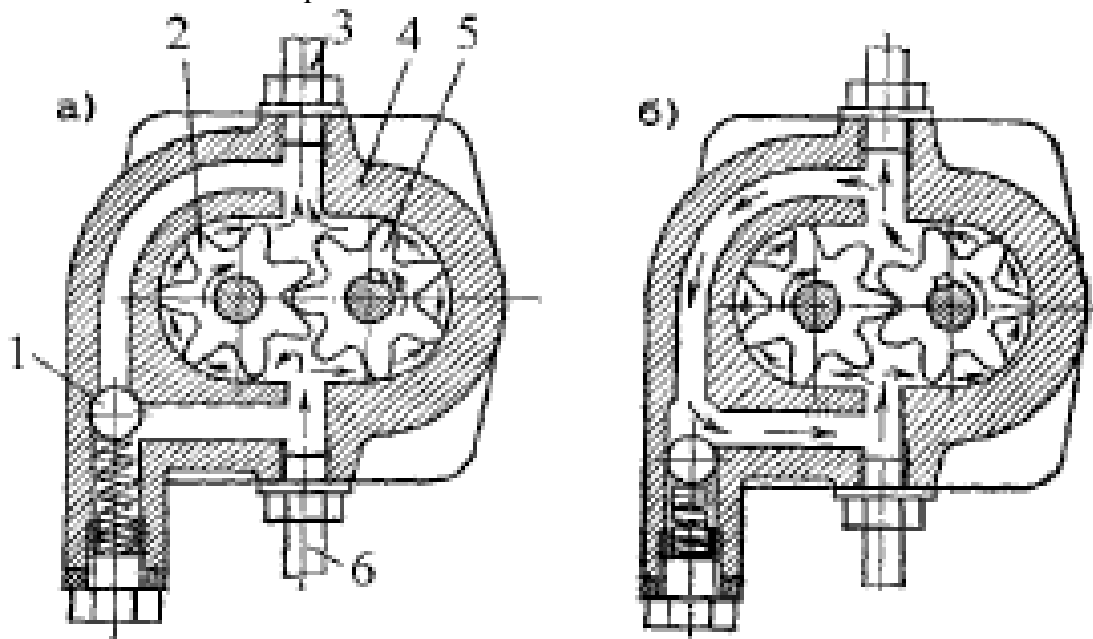


Рисунок 2 Схема работы масляного насоса: а – при нормальном давлении; б – при повышенном давлении в системе смазки: 1 – редукционный клапан; 2 – ведомая шестерня; 3 – отвод масла из нагнетательной полости; 4 – корпус насоса; 5 – ведущая шестерня; 6 – подвод масла во всасывающую полость насоса

Маслоприемники насоса бывают неподвижными или плавающими и снабжаются сетчатыми фильтрами для предварительной очистки масла. По сравнению с неподвижным плавающий маслоприемник дает возможность забирать масло в насос из верхних, наиболее чистых слоев, так как отстой и металлические частицы находятся в нижних слоях масла.

Р е д у к ц и о н н ы й к л а п а н . Давление, создаваемое насосом, зависит от частоты вращения, вязкости масла, размера зазоров и состояния двигателя. В процессе работы двигателя частота вращения и вязкость масла изменяются в широких пределах. Изменяется и состояние двигателя. Износ деталей приводит к увеличению зазоров в сопряженных узлах, при этом количество масла, вытекающее через зазоры, возрастает. Для бесперебойной подачи масла ко всем сопряженным узлам производительность масляного насоса рассчитывается со значительным избытком, покрывающим возможные колебания давления. При давлении выше нормы редукционный клапан 1 (рис. 2) перепускает избыток масла в картер или во всасывающую полость насоса.

Редукционный клапан предохраняет систему от повреждений при чрезмерном повышении давления (рис. 2, б). Это важно при пуске непрогретого двигателя, когда вследствие большой вязкости масла давление, создаваемое насосом, резко возрастает также при засорении магистрали. Редукционный клапан устанавливается в корпус насоса и обычно пропускает от 40 до 50% масла, нагнетаемого насосом.

П е р е п у с к н о й к л а п а н 5 (рис. 3) служит для временного автоматического (полного или частичного) отключения масляных фильтров или масляного радиатора. Устройство перепускного клапана такое же, как редукционного клапана.

Перепускной клапан масляных фильтров полностью или частично перепускает масло, минуя фильтр, в магистраль в тех случаях, когда фильтр засорился или в периоды поступления масла в количестве, превосходящем пропускную способность фильтра.

Перепускной клапан масляного радиатора (если имеется) перепускает масло внутри насоса или на слив, минуя радиатор в те периоды, когда температура масла ниже нормальной и охлаждать его нет необходимости, например, во время пуска.

М а с л я н ы й р а д и а т о р . При повышенных температурах окружающей среды температура картерного масла значительно возрастает. Повышение температуры влечет за собой преждевременное старение масла, понижает его вязкость, ухудшает охлаждение и уменьшает мощность двигателя.

Для автоматического поддержания температуры масла в определенных, оптимальных границах и для более интенсивного принудительного охлаждения масла применяют специальные масляные радиаторы: воздушно- и водомасляные.

Воздушно-масляный радиатор размещается перед водяным радиатором. Охлаждение масла обеспечивается потоком воздуха, создаваемым вентилятором. Такие радиаторы получили широкое применение. По сравнению с водомасляными они интенсивно охлаждают масло, имеют меньшую массу, более просты и надежны. Водомасляный радиатор может быть размещен в любом месте двигателя, но должен быть связан с системой охлаждения. Охлаждение масла обеспечивается потоком воды, циркулирующей в системе охлаждения и омывающей радиатор.

М а с л я н ы е ф и л ь т р ы . В процессе работы двигателя качество масла значительно ухудшается в результате явлений химического разложения, насыщения влагой, разжижения топливом, загрязнения механическими примесями, всегда сопутствующих работе двигателя.

Накапливающиеся в масле твердые частицы имеют размер 1...2 мкм, реже – 3...5 мкм. Иногда размер частиц достигает 60...120 мкм, что значительно превосходит величину зазоров в сопряженных узлах и вызывает интенсивный износ деталей двигателя.

Чтобы понизить износ сопряженных деталей, необходимо непрерывно очищать масло в процессе работы двигателя с помощью специальных масляных фильтров. Наиболее распространены на ДВС механические центробежные фильтры.

Различают фильтры предварительной, грубой и окончательной, тонкой очистки масла. Фильтры для грубой очистки обычно включаются последовательно с насосом и пропускают весь поток масла, нагнетаемый в магистраль. Фильтры тонкой очистки подключаются параллельно и очищают только часть масла.

Механические фильтры (рис. 3) обладают способностью задерживать твердые частицы и небольшую часть смолистых веществ. Их снабжают различными фильтрующими элементами; металлической сеткой, тонкими металлическими профилированными лентами, металлическими пластинами 1, войлочными пластинами, хлопчатобумажными очесами и нитками, бумажными пластинами и др. Ленточные, пластинчатые и сетчатые фильтры осуществляют грубую очистку масла, войлочные и бумажные – тонкую.

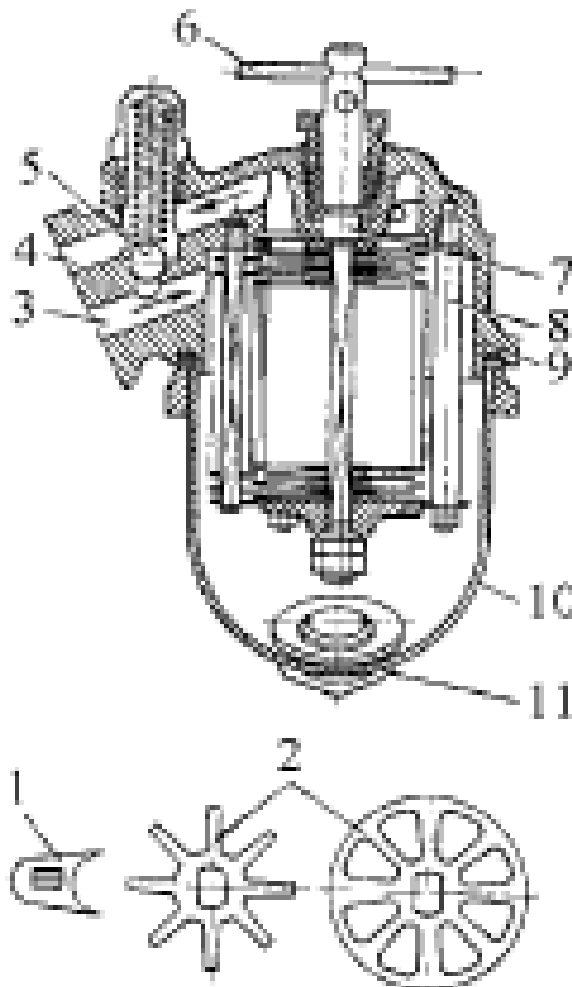


Рисунок 3 Механический фильтр:

1 – очищающая пластина; 2 – фильтрующая пластина; 3 – входной канал; 4 – выходной канал; 5 – перепускной клапан; 6 – рукоятка; 7 – стержень; 8 – стойка; 9 – корпус; 10 – отстойник; 11 – пробка

Центробежные фильтры. Чаще всего применяются реактивные масляные центрифуги (РМЦ), основными частями которой (рис. 4) являются: корпус 11, ротор 3, ось 4 (нижней своей частью ввернута в корпус фильтра), остов ротора 7, насадок 8, пустотелая ось 9, маслоотводящая трубка 10, масляные каналы 12 и 13 и кольцевая полость 14.

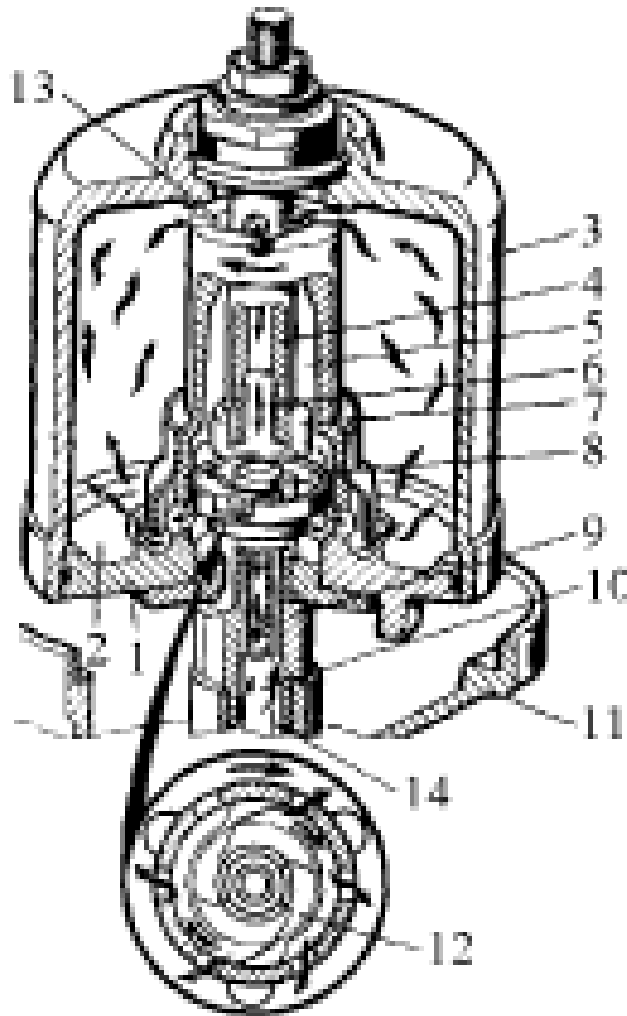


Рисунок 4 Полнопоточная активно-реактивная центрифуга:

1 – основание; 2 – внутренняя полость ротора; 3 – ротор; 4 – ось; 5 – маслозаборная трубка; 6 – маслоотводящий канал; 7 – остов ротора; 8 – насадок; 9 – пустотелая ось; 10 – маслоотводящая трубка; 11 – корпус; 12 и 13 – каналы; 14 – кольцевая полость

Во время работы двигателя масло от насоса поступает через каналы корпуса в кольцевую полость 14 между осью 4 и трубкой, затем через радиальные отверстия оси проходит под отражатель и заполняет пространство ротора. В нем поток масла разделяется: часть неочищенного масла (около 20 %) идет на привод ротора и через форсунки стекает в картер. Основной же поток очищенного масла по верхнему ряду

радиальных отверстий в корпусе ротора и его оси поступает в маслоотводящую трубку 10, а далее – в масляную магистраль.

При вращении ротора на его внутренних стенках под действием центробежных сил осаждаются взвешенные в масле механические примеси (продукты износа, продукты старения масла и др.) с удельным весом, превышающим плотность масла, ротор вращается с высокой скоростью (до 6000 мин⁻¹) за счет реакции вытекающей струи масла. РМЦ проста, удобна и надежна в эксплуатации. Она сокращает эксплуатационные затраты, увеличивает срок службы масла и способствует снижению износа деталей двигателя.

Отложения, накапливающиеся в роторе, незначительны и медленно ухудшают фильтрующие свойства. Пропускная способность не зависит от количества отложений.

Система вентиляции картера предназначена для уменьшения выброса вредных веществ из картера двигателя в атмосферу. При работе двигателя из камер сгорания в картер могут просачиваться отработавшие газы. В картере также находятся пары масла, бензина и воды. Все вместе они называются картерными газами. Скопление картерных газов ухудшает свойства и состав моторного масла, разрушает металлические части двигателя.

На современных двигателях применяется принудительная система вентиляции картера закрытого типа. Система вентиляции картера у разных производителей и на разных двигателях может иметь различную конструкцию. Вместе с тем можно выделить следующие общие конструктивные элементы данной системы (рис.5): маслоотделитель 1, клапан вентиляции картера 2 и воздушные патрубки.

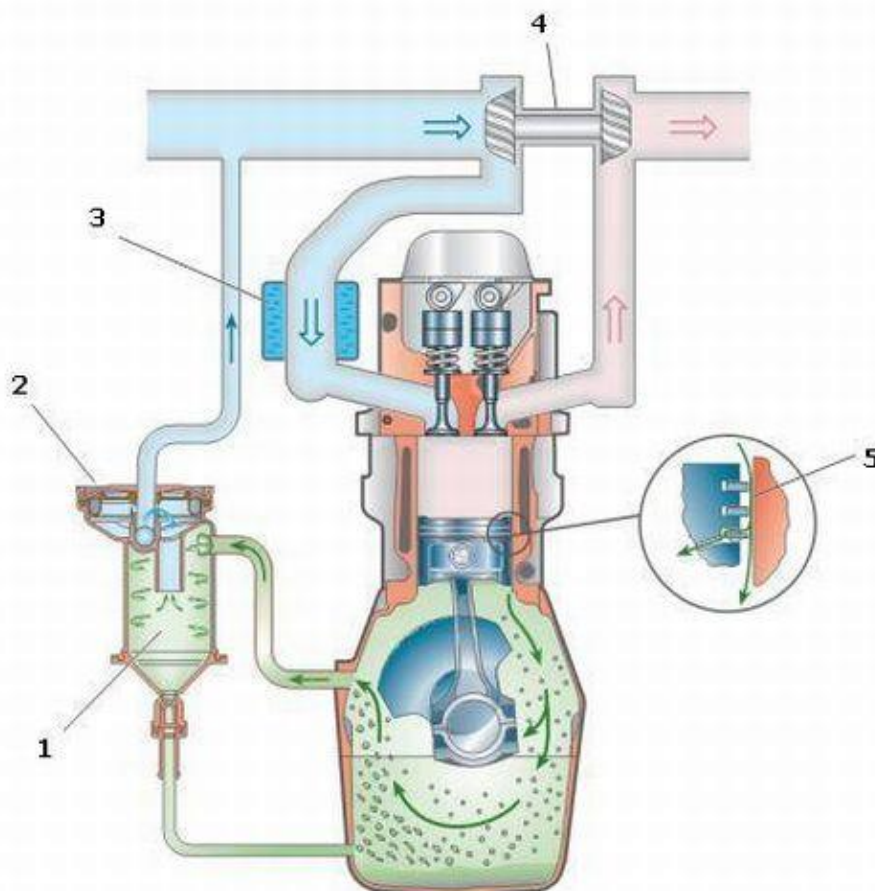


Рисунок 5 Система вентиляции картера

Маслоотделитель предотвращает попадание паров масла в камеру сгорания двигателя, тем самым уменьшает образование сажи. Различают лабиринтный и циклический способы отделения масла от газов. Современные двигатели оборудованы маслоотделителем комбинированного действия.

В лабиринтном маслоотделителе (другое наименование успокоитель) замедляется движение картерных газов, за счет чего крупные капли масла оседают на стенках и стекают в картер двигателя.

Центробежный маслоотделитель производит дальнейшее отделение масла от картерных газов. Картерные газы, проходя через маслоотделитель, приходят во вращательное движение. Частицы масла под действием центробежной силы оседают на стенках маслоотделителя и стекают в картер двигателя.

Для предотвращения турбулентности картерных газов после центробежного маслоотделителя применяется выходной успокоитель лабиринтного типа. В нем происходит окончательное отделение масла от газов.

Клапан вентиляции картера служит для регулирования давления поступающих во впускной коллектор картерных газов. При незначительном разряжении клапан открыт. При значительном разряжении во впускном канале клапан закрывается.

Работа системы вентиляции картера основана на использовании разряжения, возникающего во впускном коллекторе двигателя. Посредством разряжения газы выводятся из картера. В маслоотделителе картерные газы очищаются от масла. После чего, газы по патрубкам направляются во впускной коллектор, где смешиваются с воздухом и сжигаются в камерах сгорания.

В настоящее время на автотранспорте применяется два типа **систем отопления**: автономные и с использованием теплоты охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания. В легковых автомобилях наибольшее распространение получили системы второго типа (рис. б). Они ограничиваются в качестве источника теплоты двигателем внутреннего сгорания, что обеспечивает их малую стоимость и простоту конструкций. Принципиальным недостатком этих систем отопления является то, что они могут эксплуатироваться только при работающем ДВС.

В грузовиках и автобусах широко используются системы автономного отопления. Основой этих систем являются жидкостные или воздушные подогреватели, работающие на дизельном топливе, реже на бензине. Такие подогреватели могут также использоваться для предпускового прогрева ДВС в холодное время года. Существенным преимуществом автономных отопителей является то, что они работают независимо от двигателя. Это, несомненно, удобно при длительных стоянках, особенно зимой. При движении автомобиля подогреватель, как правило, отключается, и для отопления используется теплота охлаждающей жидкости ДВС, то есть система первого типа преобразуется в систему второго типа.