

## Занятие 18-19.

### **Устройство системы охлаждения двигателя. Элементы системы охлаждения двигателя**

Мощностные, ресурсные и экономические показатели поршневых ДВС зависят от температурного режима, имеется оптимальный диапазон температур 90...105°C, при котором двигатель развивает максимальную мощность, а расход топлива минимален.

В результате сгорания рабочей смеси в цилиндрах выделяется большое количество тепла, вызывающее интенсивный нагрев деталей двигателя. Перегрев стенок цилиндров и камер сгорания, поршней и клапанов, т.е. работа двигателя при повышенном тепловом режиме, приводит к следующим основным отрицательным явлениям: вязкость смазочного масла уменьшается, в связи с чем оно плохо удерживается в зазорах трущихся пар, что приводит к увеличению износов и снижению срока службы; коэффициент наполнения цилиндра уменьшается, что приводит к снижению мощности; возрастает опасность детонации из-за преждевременного воспламенения рабочей смеси; возможно заклинивание поршня в гильзе.

Переохлаждение двигателя, т.е. работа при пониженном тепловом режиме, также приводит к ряду отрицательных явлений: смазка загустевает, силы трения возрастают, износы повышаются, мощность снижается; условия смесеобразования ухудшаются, поэтому расход топлива увеличивается; происходит конденсация паров топлива в камере сгорания и разжижение масла в картере; в дизелях переохлаждение двигателя приводит к засмолению поршневых колец.

Для обеспечения работы двигателя в наиболее благоприятном, оптимальном, тепловом диапазоне необходимо 25...30% тепла, выделяющегося при сгорании топлива, принудительно отводить в окружающую среду. Для этой цели служит система охлаждения.

В автотракторных двигателях внутреннего сгорания применяются два типа систем охлаждения – **жидкостная** и **воздушная**. При воздушной системе охлаждения обремененные наружные поверхности блока цилиндров и головки омываются мощным потоком воздуха, создаваемым вентилятором, т.е. отводимое тепло передается непосредственно окружающей среде.

В двигателях с **жидкостной** системой охлаждения тепло от нагретых деталей передается промежуточному теплоносителю – охлаждающей жидкости. В зависимости от факторов, вызывающих циркуляцию охлаждающей жидкости, различают три вида жидкостного охлаждения: **термосифонную**, **смешанную** и **принудительную**. В термосифонной системе циркуляция теплоносителя основана на разности удельных масс жидкости, нагретой в водяной рубашке и охлажденной в радиаторе. В смешанной системе термосифонная циркуляция усиливается центробежным насосом. В принудительной системе циркуляция охлаждающей жидкости осуществляется исключительно за счет работы центробежного насоса, приводимого от коленчатого вала двигателя.

Наибольшее применение в автотракторных двигателях получила принудительная система, т.к. благодаря интенсивной циркуляции охлаждающей жидкости емкость системы в этом случае невелика.

Жидкостные системы охлаждения могут быть открытые и закрытые. В открытой системе охлаждающая жидкость постоянно соединяется через пароводящую трубку к атмосферой.

На рис. 1. показана схема жидкостной системы охлаждения с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости (воды).

Водяная рубашка блока цилиндров 11 и головки блока 10, радиатор и патрубки через заливную горловину заполнены водой. Вода омывает стенки цилиндров и камер сгорания работающего двигателя и, нагреваясь, охлаждает их. Центробежный водяной насос 3 нагнетает воду в рубашку блока цилиндров, из которой нагретая вода поступает в рубашку головки блока и затем по верхнему патрубку 7 вытесняется в радиатор. Охлажденная в радиаторе вода по нижнему патрубку 15 возвращается к насосу 30.

Циркуляция жидкости в зависимости от теплового состояния двигателя изменяется с помощью термостата 9. При температуре охлаждающей жидкости ниже 70...75°C основной клапан термостата закрыт. В этом случае жидкость не поступает в радиатор (циркулирует по малому контуру через патрубков 8), что способствует быстрому прогреву двигателя до оптимального теплового режима. При нагревании термочувствительного элемента термостата до 70...75°C основной клапан термостата начинает открываться и пропускает воду в радиатор, где она охлаждается. Полностью термостат открывается при 83...90°C. С этого момента вода циркулирует по радиаторному (большому) контуру. Температурный режим двигателя регулируется также с помощью поворотных жалюзи 1, путем изменения воздушного потока, создаваемого вентилятором 4 и проходящего через радиатор.

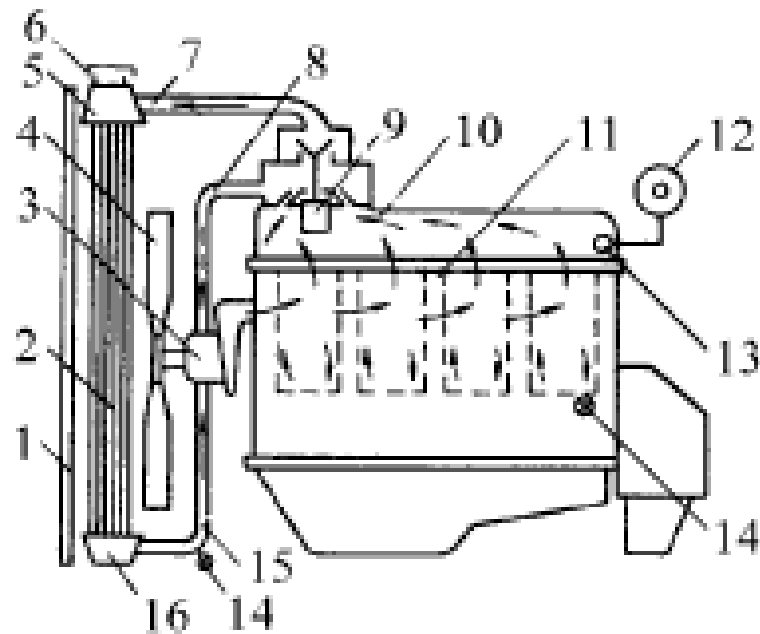


Рисунок 1 Схема жидкостной системы охлаждения: 1 – жалюзи; 2 – сердцевина радиатора; 3 – водяной насос; 4 – вентилятор; 5 – верхний бачок радиатора; 6 – пробка радиатора с паровоздушным клапаном; 7 – верхний патрубок; 8 – перепускной патрубок; 9 – термостат; 10 – водяная рубашка головки; 11 – водяная рубашка блока цилиндров; 12 – термометр; 13 – датчик термометра; 14 – сливной кран; 15 – нижний патрубок; 16 – нижний бачок радиатора

В последние годы наиболее эффективным и рациональным способом автоматического регулирования температурного режима охлаждения является изменение производительности самого вентилятора. Опытные данные показывают, что при работе грузового автомобиля с полной нагрузкой при температуре окружающего воздуха в диапазоне от - 1 до + 27°C фактический расход воздуха, необходимый для поддержания оптимального теплового режима двигателя, составляет в среднем около 40% производительности вентилятора. Поэтому применение автоматического управления вентилятором позволяет повысить эксплуатационную экономичность двигателя на 5...7%. В пробке 6 заливной горловины радиатора установлен паровоздушный клапан, который соединяет систему охлаждения с атмосферой при повышении избыточного давления до 0,1 МПа или возникновения разрежения свыше 0,013 МПа.

Вода из системы охлаждения сливается через сливные краны 14, установленные на нижнем патрубке 15 и в нижней части рубашки блока цилиндров.

**Водяная рубашка** 11 (рис. 1) двигателя образована двойными стенками головки и блока цилиндра. У большинства двигателей вода подводится в верхнюю часть водяной рубашки, где размещена водораспределительная труба, что позволяет более интенсивно охлаждать наиболее нагреваемые участки двигателей и обеспечивать сравнительно одинаковые температурные условия по всей высоте цилиндров.

**Радиатор** (рис. 2). По устройству сердцевины радиаторы разделяются на две группы: с водяными трубками (трубчатые) и с воздушными трубками (сотовые). Преобладающее применение получили трубчатые радиаторы с медными или латунными оребренными трубками. Перепад температур воды при входе и выходе из радиатора при принудительной циркуляции составляет 5...10°C.

**Паровоздушный клапан** (рис. 4) служит для сообщения закрытой системы охлаждения с атмосферой. Представляет собой сочетание двух клапанов – парового (выпускного 6) и воздушного (впускного 9). Паровой клапан открывается при давлении более 0,120...0,135 МПа (на некоторых моделях при 0,2 МПа) и перепускает пар в атмосферу.

Повышенное давление в системе позволяет повысить температуру кипения воды до 105...108°C и, следовательно, уменьшить парообразование. Если давление в системе находится в пределах от 0,120...0,135 МПа до 0,095...0,098 МПа, оба клапана закрыты.

Воздушный клапан открывается при давлении ниже 0,095...0,098 МПа и соединяет систему с атмосферой. Этим трубки радиатора предохраняются от деформации при охлаждении двигателя, когда в системе охлаждения создается вакуум.

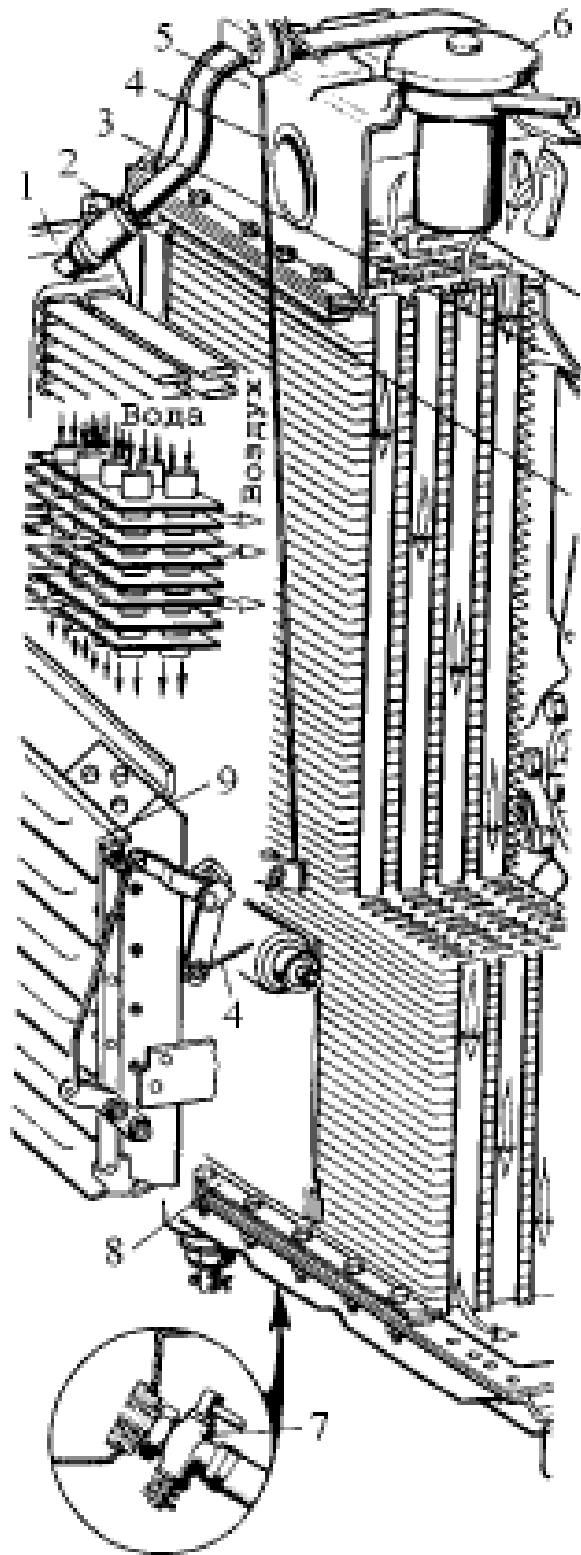


Рисунок 2 Радиатор жидкостной системы охлаждения: 1 – радиатор смазочной системы; 2 – вентилятор; 3 – кожух вентилятора; 4 – трос; 5 – водяной радиатор; 6 – крышка заливной горловины; 7 – кран; 8 – нижний бачок; 9 – жалюзи

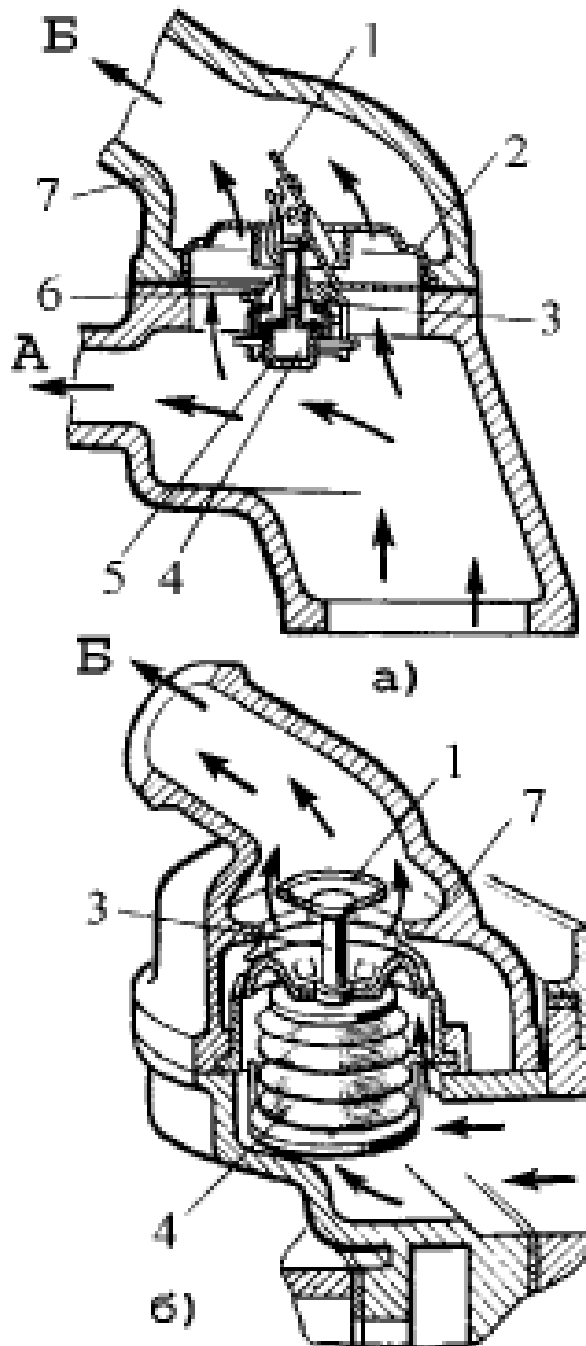


Рисунок 3 Схемы термостатов: а) с твердым наполнителем; б) с жидким наполнителем: 1 – клапан; 2 – корпус клапана; 3 – шток; 4 – наполнитель; 5 – баллон; 6 – возвратная пружина; 7 – корпус; А – направление потока жидкости в насос; Б – направление потока жидкости в радиатор

**Вентилятор.** Служит для усиления потока воздуха, проходящего через сердцевину радиатора. Большое распространение получили четырех- и шести лопастные вентиляторы со штампованными лопастями. Привод выполняется обычно клиноременной передачей, и реже – шестеренчатой.

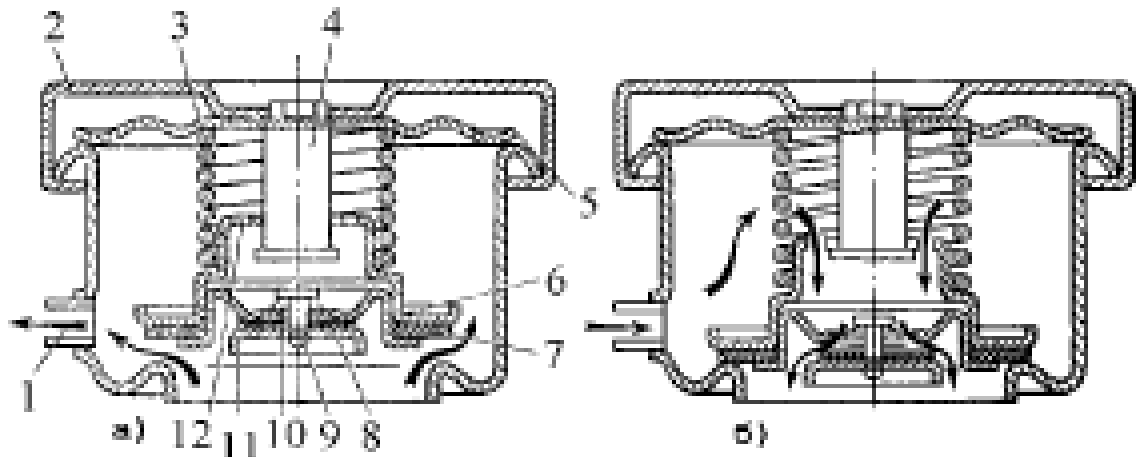


Рисунок 4 Паровоздушный клапан: а) выпуска пара; б) впуск воздуха: 1 – паропроводящая трубка; 2 – корпус пробки радиатора; 3 – пружина выпускного клапана; 4 – стойка; 5 – запирающая пружина; 6 – выпускной клапан; 7 – прокладка выпускного клапана; 8 – прокладка впускного клапана; 9 – впускной клапан; 10 – пружина впускного клапана; 11 – седло впускного клапана; 12 – отверстие для поступления воздуха

В последнее время распространение получает привод вентилятора от электродвигателя. Преимуществом такого привода является независимость частоты вращения вентилятора от частоты вращения коленчатого вала двигателя и возможность обеспечения различного потока воздуха в зависимости от степени нагрева двигателя и даже при заглушенном двигателе (равномерное его охлаждение после длительной работы).

**Водяной насос** (рис. 5). В водяной системе охлаждения применяются одноступенчатые центробежные насосы низкого давления. Они конструктивно просты, имеют небольшие габаритные размеры, обеспечивают высокую производительность.

Принцип действие насоса заключается в следующем вращающаяся крыльчатка 2 отбрасывает поступающую воду из всасывающего канала 3 к стенкам корпуса 1, и она по подводящему каналу направляется в водораспределительный канал 4 блока цилиндров. Нагнетательный канал расширяется в направлении вращения крыльчатки, скорость проходящей по каналу воды снижается, а давление повышается.

Конструктивное исполнение и привод насоса зависят от его расположения. При нижнем расположении насос выполняется в самостоятельном агрегате, а привод его осуществляется шестеренчатой передачей.



Рисунок 5 Центробежный насос: 1 – улиткообразный корпус; 2 – вращающееся колесо (крыльчатка); 3 – всасывающий канал; 4 – подводящий канал

При верхнем расположении насос конструктивно объединяется с вентилятором, имеет общий с вентилятором вал, а привод осуществляется клиноременной передачей. Верхнее расположение насоса имеет ряд преимуществ: меньшее число сальниковых уплотнений, меньшие масса и потери мощности на привод.

Жидкостный насос (помпа) центробежного типа служит для обеспечения принудительной циркуляции жидкости в системе охлаждения

Состоит из:

1. корпуса насоса
2. вала
3. крыльчатки насоса
4. сальника
5. подшипников

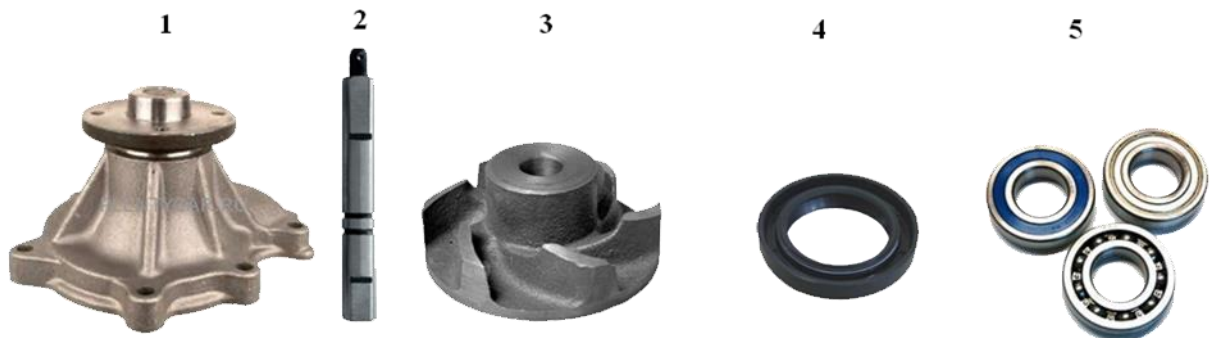


Рисунок 6 Детали водяного насоса

**Т е р м о с т а т** ( рис. 3). Этот прибор предназначен для автоматического регулирования температуры охлаждающей жидкости и ускорения прогрева двигателя в период пуска. Регулирование осуществляется изменением сечения для прохода жидкости, поступающей из водяной рубашки в радиатор.

Термостаты бывают с жидким наполнителем (рис. 3, б) (сильфонные) и твердым наполнителем (рис. 3, а) (термоклапаны). Последние применяются в закрытых жидкостных системах охлаждения, когда избыточное давление сопоставляет 0,1 МПа и более.

В качестве заполнителя термостата с твердым наполнителем используется церезин. Принцип работы такого термостата заключается в следующем: при температуре 70...85 С церезин плавится и, расширяясь, перемещает основной клапан 1 (рис. 3, а) в сторону открытия, охлаждающая жидкость начинает циркулировать через радиатор. При снижении температуры церезин затвердевает и уменьшается в объеме, при этом под действием возвратной пружины 6 основной клапан 1 закрывается, а вода через боковой клапан направляется в водяной насос, т. е. циркулирует по малому кругу.

Термостат с жидким наполнителем (рис. 3, б) включает днище, к которому припаян сиффон 5, несущий на себе вспомогательный клапан и полый шток 3 с основным клапаном 1. Сиффон изготовлен в виде цилиндрической гармошки из тонкой латуни, заполнен легкокипящей жидкостью (смесь воды и этилового спирта). Работает такой термостат следующим образом. При температуре воды ниже 70°С давление насыщенных паров жидкости в сиффоне 5 низкое и он сжат. При этом основной клапан 1 полностью закрыт, а вспомогательный открыт. Вода в это время циркулирует по малому кругу (минуя радиатор). При температуре воды выше 70°С под давлением паров в сиффоне 5 стакан растягивается, а шток 3 и клапаны выдвигаются. Через открывшийся основной клапан вода проходит в радиатор.

При температуре воды выше 85 С° вспомогательный клапан полностью закрывает боковые окна корпуса и циркуляция воды по малому кругу прекращается.

**Шторки радиатора** (жалюзи 9, рис. 2). Регулирование интенсивности воздушного потока, проходящего через радиатор, осуществляется поворачивающимися шторками (жалюзи), установленными перед радиатором. Шторки поворачивают вручную системой тяг и рычагов, выведенных в кабину водителя. Такой способ применяется одновременно с регулированием циркуляции воды термостатом.

Некоторые двигатели имеют устройство для автоматического поворачивания шторок радиатора. В этом случае термостат связан системой рычагов с поворачивающимися, шторками. По мере изменения температуры охлаждающей воды термостат или приоткрывает шторки или закрывает их полностью. Наряду с жидкостной системой охлаждения используется также и **в о з д у ш н а я с и с т е м а** охлаждения (некоторые модели тракторных четырехтактных двигателей, двухтактные пусковые двигатели и двигатели бензомотоинструмента). Воздушная система охлаждения имеет ряд существенных достоинств: простота конструкции, отпадает потребность в охлаждающей жидкости, очистке от накипи и устранении течи, исключается опасность размораживания двигателя.

При воздушной системе охлаждения теплота от стенок камер сгорания и цилиндров отводится непосредственно потоком воздуха. Цилиндры и головки блока двигателей с воздушным охлаждением делают ребренными, что значительно увеличивает площадь поверхности их охлаждения. Если двигатель многоцилиндровый, то цилиндры как правило выполняют отдельно, а затем устанавливают в общий блок.

Схема системы воздушного охлаждения приведена на рис. 7.



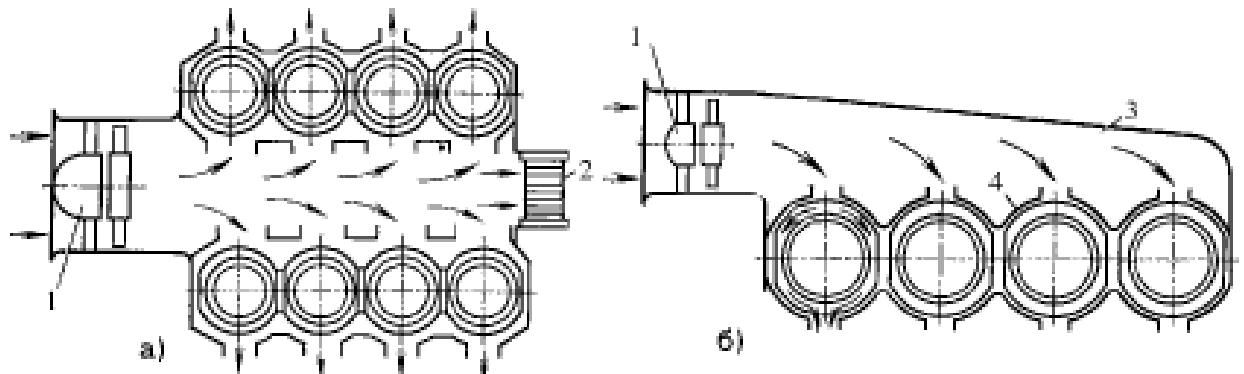


Рисунок 7 Схемы воздушного охлаждения двигателей: а – V-образного; б – рядного; 1 – вентилятор с встроенной гидромуфтой; 2 – масляный радиатор; 3 – кожух; 4 – дефлектор

При работе двигателя воздух поступает к вентилятору через направляющий аппарат, а затем нагнетается под кожух. От кожуха воздушный поток с большой скоростью подается к цилиндрам и головкам, проходит между ребрами и охлаждает нагретые узлы и детали. Эффективное и равномерное охлаждение достигается применением дефлекторов, представляющих собой направляющие устройства для подачи потока воздуха к ребренным поверхностям с определенной скоростью и направлением. Воздух в первую очередь подается к наиболее горячим местам головки цилиндров – к перемычкам между седлами клапанов, к свечам зажигания (карбюраторные и газовые двигатели) или к форсункам в дизелях.

Привод вентилятора осуществляется от коленчатого вала с помощью ременной передачи через гидромуфту, встроенную в вентилятор. Регулирование температурного режима в этом случае обеспечивается автоматически за счет изменения расхода масла через гидромуфту.

Наряду с указанными достоинствами воздушная система охлаждения имеет и недостатки: неравномерно охлаждаются цилиндры в многоцилиндровых двигателях, трудно обеспечивается оптимальное охлаждение при переменной нагрузке, повышенный шум двигателя, большой расход мощности на привод вентилятора.