

УДК 629

**СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ
СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ****Е.А. ДУБОВИК***(Представлено: И.В. ХОМИЧ)*

Рассмотрен принцип проектирования и конструирования системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания. Анализируются предназначение, виды, выполняемые функции и структура систем охлаждения. Также рассмотрены возможности повышения эффективности работы системы охлаждения ДВС за счет использования электронных средств управления.

Двигатель работает безотказно и экономично только строго при определенном тепловом режиме. Показатели двигателей, их экономичность и надежность в значительной мере зависят от способности системы охлаждения обеспечивать тепловой режим независимо от частоты вращения коленчатого вала, нагрузочного режима и внешних возмущающих факторов, в том числе и окружающей среды.

Система охлаждения двигателя внутреннего сгорания – совокупность устройств, обеспечивающих подвод охлаждающего хладагента к нагретым деталям двигателя и отвод от них в атмосферу лишней теплоты, которая должна обеспечивать оптимальную степень охлаждения и возможность поддержания в требуемых пределах теплового состояния двигателя при различных режимах и условиях работы. На автомобиле перенос теплоты от двигателя осуществляется теплоносителями. В качестве теплоносителя применяются жидкость или воздух.

На современных автомобилях система жидкостного охлаждения, помимо основной функции, выполняет ряд других функций, в том числе:

- 1) нагрев воздуха в системе отопления, вентиляции и кондиционирования;
- 2) охлаждение масла в системе смазки;
- 3) охлаждение отработавших газов в системе рециркуляции отработавших газов;
- 4) охлаждение воздуха в системе турбонаддува;
- 5) охлаждение рабочей жидкости в автоматической коробке передач.

К системе охлаждения предъявляются требования, которые согласно разработке фирмы «Cummins Engine Company» можно квалифицировать следующим образом:

- следует добиваться максимума от возможностей системы охлаждения, которая должна соответствовать спецификам двигателя, ни при каких условиях не должна быть превышена максимальная верхняя температура охладительного резервуара, приводимая в списке характеристик двигателя;

- система охлаждения должна иметь устройство для удаления поступающего воздуха и независимо от типа используемой системы деаэрации удалять воздух в то время, которое определено характеристикой двигателя;

- должна быть предусмотрена возможность для расширения охлаждающей жидкости на 4...6% от общего объема системы;

- при работе двигателя на больших оборотах и холостом ходу давление у входа в жидкостный насос должно быть больше, чем атмосферное, температура хладагента должна находиться в пределах 83...89 °С;

- должно выполняться условие относительных потерь жидкости из замкнутой системы, равных, по меньшей мере, минимально возможному опорожнению, указанному в характеристике двигателя;

- система охлаждения должна вентилироваться в процессе заполнения, а также должна существовать возможность ее заполнения со скоростью порядка 22,7 л/мин, приблизительно до 90% от ее емкости;

- системы охлаждения должны иметь устройства аварийной сигнализации в случае критического повышения температуры хладагента. Такой сигнал может быть как звуковым, так и визуальным.

Тепловое состояние двигателя – показатель комплексный, зависящий как от конструктивных особенностей, параметров самого двигателя, так и от системы охлаждения, ее компоновки, а также условий эксплуатации транспортного средства. Тепловое состояние двигателя существенно влияет на его экономичность и надежность, в этой связи система охлаждения оценивается следующими параметрами и показателями:

- функциональные параметры, определяющие работоспособность системы;
- конструктивные параметры, определяющие габариты и массу соответствующих компонентов, их компоновку и расположение на автомобиле;
- эксплуатационные показатели, определяющие надежность системы.

Критерий оценки этих требований – функциональная работоспособность системы в заданных условиях при минимальных экономических затратах на изготовление и в эксплуатации, высокая надежность.

Система охлаждения должна обеспечивать заданную температуру охлаждающей жидкости на всех скоростных и нагрузочных режимах двигателя. При этом затраты мощности двигателя на привод вентилятора и водяного насоса должны быть наименьшими.

Затраты мощности на работу системы охлаждения можно оценить таким понятием, как удельный расход:

$$\varepsilon = N_{CO} / N_E,$$

где $N_{CO} = N_B + N_{B.H.}$ – соответственно мощность на привод вентилятора и водяного насоса; N_E – эффективная мощность, развиваемая двигателем.

При прочих равных условиях система тем более совершенна, чем меньше удельный расход мощности. Современные системы охлаждения транспортных средств расходуют около 2...3% максимальной мощности двигателя.

Примером решения указанных требований может послужить разработка концерна DaimlerAG, который начал в 2012 году выпускать бензиновые 4-цилиндровые двигатели M270 и M274 рабочим объемом 1,6 и 2 л. При разработке данных двигателей особое внимание было уделено системе охлаждения. Интенсивность циркуляции охлаждающей жидкости и ее температура регулируются электроникой в зависимости от режима работы. При холодном пуске и последующем прогреве циркуляция жидкости через двигатель полностью отсутствует, поэтому он быстро приобретает рабочую температуру. Работа термостата также регулируется электроникой, которая изменяет его характеристику в зависимости от режимов работы двигателя. Сдерживание роста температуры отработавших газов обогащением смеси используется только при движении автомобиля со скоростями свыше 200 км/ч. Охлаждающие каналы в головке цилиндров расположены в два этажа. Нижние каналы заужены для повышения скорости охлаждающей жидкости в них. В частности, ширина каналов, проходящих между свечами зажигания и форсунками, уменьшена до 3 мм. Благодаря этому обеспечивается интенсивное охлаждение этих компонентов, а также перемычек между клапанами. Каналы второго этажа имеют относительно большие сечения, поэтому охлаждающая жидкость движется в них медленно, не создавая излишнюю нагрузку на насос.

В последнее время по причине требований уменьшения норм выброса вредных веществ в атмосферу (оксиды азота, углеводороды, оксиды углерода), т.е. выполнения норм Евро 5, Евро 6, многие автопроизводители стали устанавливать на своих двигателях двухконтурные системы охлаждения.

Применение двухконтурной системы охлаждения позволяет пропускать потоки жидкости через головку цилиндров и через блок цилиндров отдельно, они могут иметь различные температуры.

Применение двухконтурной системы охлаждения и электрического насоса имеет следующие преимущества:

- ускоряется прогрев блока цилиндров, охлаждающая жидкость через который не прокачивается вплоть до температуры 105 °С;
- повышенные температуры блока цилиндров способствуют снижению потерь на трение в кривошипно-шатунном механизме;
- сниженный температурный уровень головки цилиндров обеспечивает лучшее охлаждение камер сгорания, в результате чего повышается наполнение цилиндров и снижается склонность смеси к детонации, при одновременном уменьшении оксидов азота в сгорающей топливовоздушной смеси.

Для того чтобы двигатель максимально быстро достиг своей рабочей температуры после запуска в двухконтурных системах охлаждения, может применяться отключаемый насос системы охлаждения. Включение насоса осуществляется при достижении температуры охлаждающей жидкости 30°С.

Применение системы охлаждения с электронным регулированием температуры позволяет регулировать температуру жидкости при частичной нагрузке двигателя в пределах от 95 до 110 °С и при полной нагрузке – от 85 до 95 °С.

Система охлаждения двигателя с электронным регулированием оптимизирует температуру охлаждающей жидкости в соответствии с нагрузкой двигателя. Согласно программе оптимизации, заложенной в память блока управления двигателем, посредством действия термостата и вентиляторов достигается требуемая рабочая температура двигателя. Таким образом, температура охлаждающей жидкости приведена в соответствие с нагрузкой двигателя.

Основными отличительными составляющими системы охлаждения с электронным регулированием от обычной является наличие распределителя охлаждающей жидкости с электронным термостатом. В связи с введением электронного регулирования системы охлаждения в блок управления двигателем

поступает следующая дополнительная информация: электропитание термостата; температура охлаждающей жидкости на выходе из радиатора; управление вентиляторами радиатора; положение потенциометра у регулятора системы отопления.

В W-образных двигателях, в частности в W12 отличительной способностью системы охлаждения является создание встречных потоков охлаждающей жидкости в головке блока цилиндров: до 66% антифриза со стороны выпуска и примерно 34% потока со стороны впуска. Это обеспечивает выравнивание температуры по всей головке блока и эффективное охлаждение зон установки свечей зажигания и выпуска отработавших газов. Такое распределение потока жидкости называют перекрестным охлаждением.

Заключение. Температурный режим двигателей внутреннего сгорания оказывает большое влияние на расход топлива и токсичность отработавших газов. Исходя из изложенного видим, что совершенствованию системы охлаждения современных двигателей уделяется большое внимание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якубович, А.И. Системы охлаждения двигателей тракторов и автомобилей / А.И. Якубович, Г.М. Кухаренок, В.Е. Тарасенко. – Минск : БНТУ, 2011. – 254 с.
2. Савич, Е.Л. Легковые автомобили / Е.Л. Савич. – Минск : Новое знание, М. : ИНФРА», 2013. – 758 с.
3. Cummins Engine Company (Rev. 9/82) Printed in U.S.A. Bulletin 3382685, Inc.– Columbus, Indiana 47201
4. Богданов, Ю.В. Термодинамика инжекторного ДВС / Ю.В. Богданов // Автомобиль и сервис. – 2014. – № 4. – С. 18–21.