

УДК 621.431

В.А. Жуков, канд. техн. наук

ЗАДАЧА МНОГОФАКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ОХЛАЖДЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ДВС

Введение

Достижение современного уровня надежности двигателей, требуемых экономических и экологических показателей их работы возможно лишь при условии выбора наилучших конструкций его деталей и узлов и оптимальной и согласованной работы систем двигателя на всех эксплуатационных режимах. В последнее время традиционно наибольшее внимание уделялось совершенствованию систем топливоподдачи, оптимизации процессов смесеобразования и сгорания, при этом недостаточно полно использовались ресурсы конструктивного совершенствования системы охлаждения и оптимизации режимов ее работы.

Формулирование проблемы

Для совершенствования работы системы охлаждения с целью повышения надежности двигателей, улучшения их экономических и экологических показателей необходимо проанализировать процессы, протекающие в системах охлаждения, параметры, характеризующие работу системы и их связь с эксплуатационными показателями двигателя (ресурсом, удельным эффективным расходом топлива, токсичностью отработавших газов и шумностью работы).

Общие положения

Для форсированных двигателей наиболее приемлемой является жидкостная система охлаждения, как способная обеспечить требуемый теплосъем с теплонагруженных деталей.

В полостях систем охлаждения при работе двигателя протекают, оказывая взаимное влияние следующие процессы:

- теплоотвод от поверхностей деталей (вынужденной конвекцией с переходом к пузырьковому пристеночному кипению на режимах максимальной мощности и в наиболее нагретых зонах);

- кавитационно-коррозионные разрушения поверхностей деталей, зависящие от химической агрессивности охлаждающих сред;

- образование отложений на охлаждаемых поверхностях (продукты коррозии, накипь).

Работу системы охлаждения можно охарактеризовать рядом параметров, разбив их на следующие группы:

Конструктивные (количество контуров охлаждения, способы подвода и распределения охлаждающей жидкости по полостям охлаждения, характерные размеры полостей охлаждения и т.д.); Режимные (количество отводимой теплоты, скорость циркуляции жидкости, давление в системе, температура жидкости);

Водно-химические (тип и состав теплоносителя, его теплофизические и химические характеристики).

Размеры полостей и каналов зарубашечного пространства определяются в большинстве случаев технологическими соображениями.

Удельное количество теплоты, отводимое от двигателя системой охлаждения, составляет на номинальных режимах работы от 12 до 35 %, а с переходом на долевые нагрузки эти потери еще более возрастают. Очевидно, что для повышения эффективности двигателей тепловые потери, в том числе, и через систему охлаждения необходимо сокращать.

В перспективных системах охлаждения сокращение тепловых потерь осуществляется за счет повышения температуры охлаждающей жидкости. Экспериментальные данные о влиянии повышения температурного уровня системы охлаждения на основные параметры рабочего цикла двигателя, приведенные в работах [2,3], позволяют утверждать, что высокотемпературное охлаждение может обеспечить улучшение большинства характеристик двигателя, в связи с чем, ее можно рассматривать, как одну из перспективных систем охлаждения ДВС [4]. При этом недостаточно внимания уделяется обоснованному выбору температуры охлаждающей жидкости и совершенствованию водно-химических режимам охлаждения, т.е. составу теплоносителя и его свойствам.

Результаты исследований

Целью проводимых исследований является совершенствование водно-химических режимов охлаждения, т.е. создания охлаждающей жидкости, свойства которой максимально отвечают эксплуатационным требованиям: защищают охлаждаемые поверхности от кавитационно-коррозионных разрушений и накипеобразования, а также оптимизируют процесс теплоотвода от деталей двигателя.

Разработка присадок к охлаждающим жидкостям

Основными теплоносителями жидкостных систем охлаждения являются вода и антифризы различных марок, представляющие, главным образом, смеси воды и этиленгликолевых спиртов. Наиболее действенный способ улучшения свойств теплоносителей - введение в их состав присадок, состав которых, в большинстве случаев, не раскрывается производителем. Назначение применяемых присадок - ингибирование кавитационно-коррозионных разрушений и

накипеобразования. Целью проведенных исследований было создание многофункциональной присадки, позволяющей решать не только традиционные задачи защиты, но и способной влиять на процессы теплообмена.

Тестирование большого числа веществ позволило выделить поверхностно-активные вещества (ПАВ) и полимеры, растворимые в воде и этиленгликолевых жидкостях и не конфликтующие с ними, т.е. не вызывающие вспенивание, расслоение, выпадение осадка. Данные вещества явились основой для разрабатываемых присадок.

Исследование коррозионных свойств теплоносителей

Проверка защитных свойств разработанных присадок осуществлялась при различных температурах теплоносителей двумя методами: гравиметрическим и потенциостатическим, что обеспечило достоверность полученных результатов.

Присадки эффективно ингибируют коррозионные разрушения в теплоносителях, не прошедших предварительную подготовку и снижают коррозию в тосолах промышленного производства, содержащих традиционные присадки. Коэффициент защиты присадками черных металлов составляет 95-98%, для цветных металлов и сплавов 50-75 %. С повышением температуры коэффициенты защиты возрастают.

Исследование теплофизических свойств теплоносителей

Растворимые высокополимеры и ПАВ, присутствуя в растворах в малых концентрациях способны влиять на их теплофизические свойства благодаря изменению коэффициента поверхностного натяжения и характера течения в пристеночном пограничном слое.

При использовании в качестве теплоносителя воды в условиях конвективного теплообмена при турбулентном режиме течения ламинеризация пограничного слоя и увеличение его толщины приводят к снижению коэффициента теплоотдачи на 15-25 %. В условиях поверхностного кипения в результате уменьшения поверхностного натяжения и образования большего количества пузырьков коэффициент теплоотдачи возрастает на 4-7 % .

Исследования, этиленгликолевых охлаждающих жидкостей, содержащих полимерные присадки, проведенные в горизонтальной трубе и в контуре, моделирующем зарубашечное пространство двигателя, подтвердили изменение интенсивности теплообмена.

При конвективном теплообмене сокращение тепловых потерь приводит к повышению среднего температурного уровня гильзы цилиндров на 7-10 °С. Проведенные расчеты позволили оценить влияние «утепления» втулки на ее теплонапряженное состояние и протекание рабочего процесса. Изменение рабочего процесса аналогично тому, что наблюдается при повышении температурного уровня охлаждающей жидкости [4].

Моторные испытания теплоносителей

Моторные испытания, проведенные на базе бензинового двигателя ВАЗ 2108, подтвердили влияние присутствия присадок на процессы теплообмена и протекание рабочего процесса.

В результате испытаний было зафиксировано снижение расхода топлива на долевых нагрузках и режимах холостого хода, сокращение времени про-

грева двигателя, уменьшение токсичности отработавших газов, что подтвердило выводы, полученные при расчетных исследованиях.

Заключение

Комплексные исследования разработанных присадок к охлаждающим жидкостям позволяют утверждать, что совершенствование водно-химических и эксплуатационных режимов, прежде всего температуры, обеспечивает решение многофакторной задачи оптимального охлаждения ДВС. Оптимизация режимов охлаждения повышает надежность двигателя за счет эффективной защиты от коррозии; повышает экономичность двигателя за счет сокращения расхода топлива; улучшает экологические характеристики двигателя за счет воздействия на рабочий процесс и снижение токсичности отработавших газов.

Список литературы:

1. Костин А.К., Ларионов В.В., Михайлов Л.И. *Теплонапряженность двигателей внутреннего сгорания: Справочное пособие.* – Л.: Машино-строение, 1979. – 222 с.
2. *Жидкостное охлаждение автомобильных двигателей* / А.М. Кригер, М.Е. Дискин, А.Л. Новенников, В.И. Пикус. – М.: Машиностроение, 1985. – 176 с.
3. Петриченко Л.М. *Системы жидкостного охлаждения быстроходных двигателей внутреннего сгорания.* – Л.: Машиностроение, 1975. – 224 с.
4. *Теория двигателей внутреннего сгорания* / Под ред. Н.Х. Дьяченко. – Л.: Машиностроение, 1974 – 552 с.