

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ НА НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

П.А. Красножон, к.т.н, доц., Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург
В.А. Янчеленко, к.т.н, доц., Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

Рассмотрены вопросы влияния на надежность и ресурс двигателей экологически безопасных охлаждающих жидкостей. Лабораторным ультразвуковым методом проведены испытания кавитационных и эрозионных разрушений деталей двигателей из чугуна, алюминия, азотированных, хромированных и чистых сталей при контакте с различными жидкостями в условиях высоких температур.

Снижение экологической опасности автомобильного транспорта является актуальной проблемой. Важный компонент этой опасности — применение низкотемпературных охлаждающих жидкостей на основе этиленгликоля в системах охлаждения автомобильных поршневых двигателей.

Этиленгликоль — сильный пищевой яд. При перевозке и хранении этих жидкостей тара должна маркироваться несмываемой краской «Яд». Попадание жидкости на землю не допускается. После использования жидкость должна утилизироваться. Обслуживающий персонал при получении, хранении, транспортировке и применении этих жидкостей должен соблюдать строгие правила безопасности.

Указанные ядовитые жидкости широко применяются на автомобильном транспорте. К ним относятся антифризы А-40, А-65, тосол А-40М и другие, в том числе и зарубежного производства.

В настоящей работе рассмотрены результаты лабораторных испытаний экологически безопасного антифриза «Север А-40ПГ» отечественной разработки, предлагаемого для использования в качестве низкотемпературной жидкости в системах охлаждения автомобильных двигателей при температуре окружающей среды до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Цель проведенных испытаний состоит в проверке способности антифриза «Север А-40ПГ» защищать охлаждаемые поверхности дизельных двигателей автомобилей от кавитационных и

эрозионных разрушений и обеспечивать надежность (требуемый ресурс) эксплуатации автомобилей.

Антифриз «Север А-40ПГ» представляет собой водный раствор пропиленгликоля с антикоррозионными, противоизносными и антипенными присадками, является взрыво- и пожаробезопасной, нетоксичной охлаждающей жидкостью.

Этот антифриз обладает улучшенными экологическими характеристиками. Его производство уже освоено и является безотходным; гарантийный срок эксплуатации не менее 5 лет. Стоимость безопасного антифриза не превышает стоимости токсичных охлаждающих жидкостей, используемых на производстве в настоящее время.

Параллельно проводились испытания способности чистой водопроводной воды и воды с экологически безопасной водоземлемой присадкой «Экстрол» (в количестве 0,8 % от объема воды) защищать охлаждаемые поверхности от кавитационных и эрозионных разрушений.

Испытания предлагаемого антифриза проводились в сравнении с содержащими этиленгликоль экологически опасными охлаждающими жидкостями.

Методика испытаний. Использовался лабораторный ультразвуковой метод [1, 2] с применением магнитострикционных вибраторов, в основе работы которых лежит явление магнитострикции — деформация вещества под действием переменного магнитного поля. Такой метод позволяет проводить испытания с наибольшим приближением к условиям кавитационно-коррозионных разрушений в двигателях внутреннего сгорания и, кроме того, с минимальными затратами средств и времени.

Образцы из испытываемых материалов погружаются в ту или иную охлаждающую жидкость, а затем при включении вибратора подвергаются кавитационному воздействию. При этом образцы либо закрепляются на вибраторе и вместе с ним приводятся в колебательное движение, либо располагаются в непосредственной близости

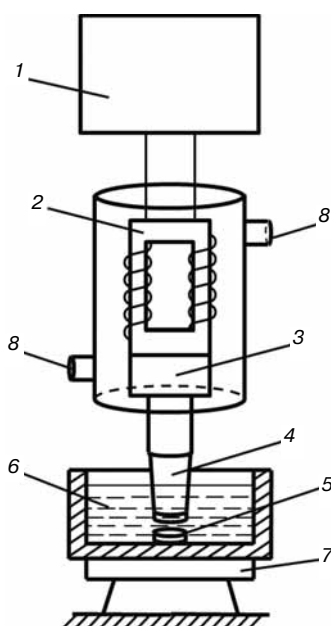


Рис. 1. Экспериментальная установка

под работающим вибратором (рис. 1).

Укрепленный на концентраторе вибратора и подвергающийся разрушению образец материала имитирует разрушение вибрирующей цилиндровой втулки; образец же, укрепленный под концентратором, имитирует условия разрушения неподвижной поверхности рубашки или блока цилиндров.

Кавитационные испытания могут проводиться как в неподвижном объеме

жидкости, так и в движущихся потоках в специальных циркуляционных системах, которые с большим приближением моделируют реальные условия эксплуатации.

На рис. 1 изображен один из стендов для кавитационных испытаний. Он состоит из стендового ультразвукового генератора 1, магнитострикционного вибратора 2, концентратора 3, волновода 4, испытываемого образца 5, ванны с жидкостью 6, нагревательного элемента с терморегулятором 7. Отверстия 8 служат для циркуляции воды, охлаждающей вибратор.

Испытания проводятся следующим образом. Образец металла какой-либо детали помещается в ванну с жидкостью на определенном расстоянии относительно волновода. При включении ультразвукового генератора в магнитострикционном вибраторе возбуждаются ультразвуковые колебания, которые усиливаются с помощью концентратора и закрепленного на нем волновода, помещенного в жидкость.

При этом вблизи образца возникает область, состоящая из кавитационных пузырьков, воздействие которых на поверхность образца приводит к разрушению его поверхности.

Нагревательный элемент с терморегулятором обеспечивает в ванне требуемую температуру жидкости, соответствующую реальным условиям эксплуатации детали. Закрепляя на концентраторе тот или иной волновод, можно регулировать амплитуду его колебаний. В качестве критерия оценки величины разрушений

используется величина потерь массы образцов, взвешиваемых до и после проведения испытаний.

Однако потери массы образцов в качестве критерия кавитационно-коррозионных разрушений не всегда достаточно объективно позволяют оценить интенсивность разрушений, особенно при кавитационной эрозии, когда разрушения носят характер отдельных, проникающих в глубину пор и каналов.

Подобные разрушения, способные привести к быстрому выходу из строя деталей, недостаточно полно характеризуются только усредненной величиной общей потери массы образца.

Кроме того, при оценке степени кавитационной эрозии по уменьшению веса образцов (величина которого часто находится в пределах точности взвешивания) этот показатель служит не только характеристикой эрозии рабочей поверхности, но и степени коррозии всей поверхности образца (вследствие роста на ней окислов). При снятии окисла промывкой образца каким-либо методом

Таблица 1

Скорости разрушений по глубине, мм/ч, образцов из специального чугуна (хромированного и без обработки) в различных охлаждающих жидкостях при температуре 95 °С

Тип охлаждающей жидкости	Хромированные образцы	Образцы без обработки
Антифриз «Север А-40ПГ»	0,005	0,007
Антифриз А-65	0,016	0,016
Антифриз А-40М	0,021	0,021
Тосол А-40М	0,014	0,013
Вода без присадки	0,042	0,043
Вода с водоэмульсионной присадкой «Экстрол» в количестве 0,8 %	0,011	0,012

Таблица 2

Скорости разрушений по глубине, мм/ч, закаленных, азотированных и хромированных образцов из стали 38ХМЮА при температуре 60 °С в различных охлаждающих жидкостях

Тип охлаждающей жидкости	Закаленные образцы	Азотированные образцы	Хромированные образцы
Антифриз «Север А-40ПГ»	0,006	0,005	0,004
Антифриз А-65	0,015	0,014	0,016
Антифриз А-40М	0,015	0,015	0,016
Тосол А-40М	0,008	0,008	0,009
Вода без присадки	0,039	0,044	0,034
Вода с водоэмульсионной присадкой «Экстрол» в количестве 0,8 %	0,014	0,013	0,013

Таблица 3

Скорости разрушений по глубине, мм/ч, образцов из алюминия А19 при разных температурах в различных охлаждающих жидкостях

Тип охлаждающей жидкости	25 °С	60 °С	95 °С
Антифриз «Север А-40ПГ»	0,026	0,072	0,049
Антифриз А-65	0,205	0,180	0,163
Антифриз А-40М	0,125	0,090	0,105
Тосол А-40М	0,024	0,112	0,108
Вода без присадки	0,418	0,180	0,098
Вода с водоземulsionной присадкой «Экстрол» в количестве 0,8 %	0,026	0,072	0,049

не исключается погрешность вследствие растворения основного металла, а при взвешивании образцов без снятия окислов — погрешность из-за окисления их поверхности. При этом вес образцов может даже возрасти.

В связи с этим при оценке кавитационно-коррозионных разрушений целесообразно определять не только потерю массы образца, но и использовать одновременно другие критерии, например, оценивать глубину разрушений.

Результаты испытаний. В табл. 1–3 представлены результаты испытаний образцов некоторых металлов, применяемых для изготовления цилиндрических втулок и блоков транспортных двигателей, на ультразвуковой моделирующей установке в различных охлаждающих жидкостях. Испытаниям подвергались как образцы с различными защитными покрытиями, так и без покрытий.

Проведенные испытания показали, что предлагаемая охлаждающая жидкость — антифриз «Север А-40ПГ» с улучшенными экологическими

свойствами обладает высокой способностью защиты охлаждаемых поверхностей автомобильных двигателей от кавитационных и эрозионных разрушений.

Эти показатели лучше, чем у экологически опасных антифризов А-40М, А-65 и тосола А-40М. Показатели защиты образцов при воздействии водопроводной воды с водоземulsionной экологически безопасной присадкой «Экстрол» в количестве 0,8 % несколько лучше показателей экологически опасных антифризов и тосола.

Как следует из полученных результатов, показатели разрушения охлаждаемых поверхностей образцов при использовании чистой водопроводной воды в три и более раз превышают аналогичные показатели всех других испытанных жидкостей.

Заключение

Таким образом, выполненные лабораторные испытания показали возможность использования экологически безопасной охлаждающей жидкости «Север А-40ПГ» без ухудшения ресурсных показателей автомобильных двигателей при летней и зимней (до температуры окружающей среды не ниже –40 °С) эксплуатации автомобилей.

Литература

1. Красножон П.А., Янчеленко В.А. Ускоренные ультразвуковые методы испытаний материалов, покрытий и технических жидкостей для автомобилей на эрозионную и коррозионную стойкость. Сборник «Проблемы теории и практики автомобильного транспорта». Вып. 4. — СПб.: Изд-во СЗТУ, 2011. — С. 55–62.
2. Стативкин Г.П., Красножон П.А., Витвинский В.Е., Янчеленко В.А. Способ исследования коррозии и эрозии металлов. А. с. № 1821687 от 10.04.1990 г. Бул. изобретений № 22. — 1993 г.