

в нерасчетных режимах, когда они проявляются положительно.

На основании полученных результатов разработан регламент линии по мелкосерийному производству медных вкладышей для ремонтных предприятий, специализирующихся на ремонте двигателей внутреннего сгорания.

Казахстан является одним из крупнейших производителей меди. Поэтому организация производства медных вкладышей из отечественной меди, существенно повышающих качественные показатели подшипников скольжения ДВС и их экономические показатели, позволит республике не только обеспечить свой транспортный сектор качественной продукцией, но и выйти на международный рынок с

конкурентноспособной продукцией двигателестроения.

Список литературы:

1. Коровчинский М.В. Теоретические основы работы подшипников скольжения, М. Машиностроение, 1959.
2. Крагельский И.В. Трение и износ. М. Машиностроение, 1968.
3. Гаркунов Д.Н. Триботехника. М. Машиностроение, 1989.
4. Кугель Р.В. Испытание на надежность машин и их элементов. М. Машиностроение, 1982.
5. Повышение износостойкости на основе избирательного переноса. Под редакцией Гаркунова Д.Н. М. Машиностроение, 1977.

УДК 621.431

О.К. Безюков, д-р техн. наук, В.А. Жуков, канд. техн. наук, О.В. Жукова, канд. техн. наук

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ СУДОВЫХ ДВС ПУТЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ХИМИКО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ

Введение

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) в настоящее время являются основным элементом подавляющего большинства энергетических установок речных и морских судов. Наметившееся в последнее время возрождение российского флота требует решения комплекса задач по дальнейшему совершенствованию как конструкции двигателей, так и их технической эксплуатации. Наряду с совершенствованием традиционно важнейших систем питания и смазки необходимо уделять внимание и системе охлаждения, т.к. интенсивность охлаждения существенно влияет на большинство эксплуатационных

показателей двигателя: топливную экономичность, ресурс, токсичность и дымность отработавших газов. Рациональное охлаждение должно обеспечить минимизацию тепловых потерь и затрат мощности на прокачивание теплоносителя, а физико-химические свойства теплоносителя должны исключить появление в полостях охлаждения таких негативных процессов, как кавитационно-коррозионные разрушения и накипеобразование.

1. Формулирование проблемы

Кавитационно-коррозионные разрушения и процессы накипеобразования являются по данным мно-

гочисленных литературных источников основными факторами лимитирующими надежность и эффективность систем охлаждения судовых ДВС.

Актуальность защиты элементов машин от коррозии подтверждается статистическими данными, приводимыми в работе [1].

В настоящее время общий металлофонд Российской Федерации составляет 1,6 млрд.т. Его распределение по отраслям промышленности представлено в табл. 1.

Таблица 1. Распределение металлофонда РФ по отраслям млн.т)

Общий	1600
Промышленность	750
Транспорт	400
Сельское хозяйство	150
Прочие конструкции	300

Таким образом, транспорт занимает второе место по концентрации металлоресурсов России. При этом 40-50 % машин и их элементов работают в агрессивных средах, 30 % - в слабо агрессивных, и только 10 % не требуют активной антикоррозионной защиты.

Наиболее часто в системах охлаждения судовых ДВС встречаются щелочноземельные накипи, состоящие из карбонатных, сульфатных, силикатных, фосфорных солей и гидроксидов Ca и Mg : CaCO_3 , CaSO_4 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaSiO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и другие. Находящаяся в системе охлаждения накипь причиняет двигателю значительный вред, ухудшая его эксплуатационные показатели и техническое состояние. Низкие коэффициенты теплопроводности накипи приводят к тому, что, даже при незначительном слое отложений, резко меняется тепловой режим работы деталей дизеля. При слое накипи толщиной в 1 мм температура стенок цилиндра превышает температуру при отсутствии отложений на 100-200° С. Сниже-

ние теплоотвода в систему охлаждения на 30 % в процессе эксплуатации соответствует толщине накипи в центральной зоне днища головки и в верхнем поясе гильзы около 1,5 мм.

Повышение температурного режима работы двигателя из-за ухудшения отвода тепла при наличии накипи приводит к повышенному расходу топлива и снижению мощности двигателя. По имеющимся данным [2] при слое накипи от 0,5 мм до 1,2 мм имеет место снижение мощности на 7-13 %, а перерасход топлива достигает при этом 4-10 % .

Снижение теплового сопротивления слоя отложений и поддержание его на постоянном уровне позволит значительно, на 20 % и более форсировать многие двигатели без внесения конструктивных изменений в систему охлаждения, снижения надежности и долговечности дизелей.

1.1. Общие положения

Предотвращение или ингибирование данных негативных процессов осуществляется путем различных методов водоподготовки, наибольшее распространение среди которых получило введение в охлаждающую жидкость присадок, изменяющих физико-химические свойства теплоносителей.

По своему составу и характеру действия существующие присадки делятся на химические и водоземulsionные.

Химические присадки пассивируют металлы, создавая на их поверхности защитные окисные пленки, способствуют переводу в шлам накипеобразователей и нейтрализации кислотности воды (повышению показателя pH).

Присадки водоземulsionного типа - это антикоррозионные масла, которые при растворении в воде образуют с ней устойчивую эмульсию белого цвета. При омывании эмульсией охлаждаемых поверхностей на них образуется пленка масла, предотвращающая коррозионные разрушения и образова-

ние отложений. Недостатком присадок этого типа является опасность местных перегревов из-за ухудшения теплообмена при увеличении толщины масляной пленки, что возможно при увеличении концентрации эмульсии в охлаждающей жидкости.

Присадки на масляной основе способны образовывать пленку, толщина которой в течение 500-1000 часов работы дизеля может достигать 0,3-0,5 мм. В ней под действием высокой температуры (выше 170 С) и в результате каталитического действия металлической поверхности развиваются деструктивные процессы с образованием продуктов уплотнения [3], способствующих возникновению перегревов дизелей. Именно поэтому дизеле-строительные фирмы "Бурмейстер и Вайн" и "Зульцер" не рекомендуют применять водоземulsionные присадки в форсированных дизелях.

2. Результаты исследований

Целью проведенных исследований была разработка многофункциональных присадок химического типа для основных видов теплоносителей систем охлаждения судовых ДВС, а также совершенствование технической эксплуатации ДВС.

2.1. Разработка состава присадок

При выборе компонентов присадок учитывалось прежде всего учитывались их совместимость с теплоносителями: отсутствие таких явлений как расслоение, вспениваемость, выпадение осадка. Компоненты должны обеспечивать высокую эффективность при малых концентрациях (суммарная масса присадки должна составлять не более 0,5 %), а также должны быть негорючими, взрывобезопасными, нетоксичными.

Для воды разработаны композиции, в состав которых вошли силикат натрия, поверхностно-активное вещество Синтанол ДС-10, полиакриламид, молибдат аммония. При использовании в качестве

охлаждающей жидкости растворов этиленгликоля (Тосолов) в состав присадки входят полиакриламид, поливиниловый спирт и Синтанол ДС-10. В обоих случаях для обеспечения нормальной работы систем охлаждения в состав присадок вводится в небольшом количестве пеногаситель.

Предложенные присадки прошли комплекс лабораторных и эксплуатационных испытаний

2.2. Испытания присадок

Исследования процессов кавитационно-коррозионных разрушений проводились с использованием гравиметрических и потенциостатических методов. Коэффициенты защиты разработанных присадок к воде составляют для черных металлов – 90-95 % , для цветных металлов - 50-75 %. Введение присадок в серийно выпускаемые тосолы обеспечивает снижение их коррозионной агрессивности по отношению к черным металлам на 40-60 %, к цветным металлам – на 10-20 %.

Антинакипинные свойства присадок обеспечиваются присутствием в их составе поверхностно-активных веществ и растворимых полимеров. Поверхностно-активные вещества адсорбируются в виде мономолекулярной пленки на поверхности зародышевых кристаллов, препятствуя их росту и адгезии на поверхности [4]. Полимеры, входящие в состав присадок, находятся в растворах в виде мицеллярных образований и предотвращают коагуляцию твердых частиц в широком диапазоне содержания твердой фазы. Эффективная защита от накипи теплоотдающих поверхностей была установлена в процессе частичной разборки систем охлаждения и осмотра ее элементов.

Таким образом, разработанные присадки позволяют решить две основные проблемы, возникающие при эксплуатации жидкостных систем охлаждения: предотвратить или существенно снизить кавитационно-коррозионные разрушения и накипеобразо-

вание. Необходимо отметить, что в состав присадок входят компоненты, способные повлиять на процессы теплообмена. Эта особенность потребовала дополнительных исследований.

Термометрирование гильзы цилиндров позволило установить, что введение в охлаждающие жидкости полиакриламида за счет ламиненризации пристеночного слоя жидкости приводит к повышению температуры гильзы на различных режимах работы при теплообмене без кипения на 5-10 °С. Введение поверхностно-активного вещества приводит к уменьшению поверхностного натяжения, что облегчает образование паровых пузырей при теплообмене в присутствии фазовых переходов, интенсифицируя процесс отвода теплоты. Следствием указанных изменений теплофизических свойств охлаждающей жидкости явилось понижение температуры гильзы цилиндров на 3-7 °С [5].

Моторные испытания позволили оценить работоспособность присадок в условиях реальных систем охлаждения, а также показали, что «утепление» цилиндровой втулки за счет изменения теплофизических свойств охлаждающих жидкостей не приводит к перегреву двигателя, но при этом сокращает тепловые потери через систему охлаждения. Следствием сокращения тепловых потерь явилось снижение удельного эффективного расхода топлива испытываемых двигателей на 2-4 % на режимах близких к номинальному и 5-8 % на режимах частичных нагрузок и холстом ходу.

2.3. Совершенствование эксплуатации систем охлаждения

На сегодняшний день отсутствуют государственные стандарты, регламентирующие требования к охлаждающей жидкости, в отличие от топлив и смазочных материалов. Их заменяют отраслевые стандарты и технические условия. В связи с этим, в ре-

шении поставленной задачи следует выделить следующие этапы:

- определение основных параметров, характеризующих эксплуатационные свойства охлаждающих жидкостей, так называемые браковочные показатели;
- выявление закономерностей, описывающих динамику старения охлаждающих жидкостей в процессе эксплуатации;
- определение пороговых значений выбранных параметров, лимитирующих возможность использования охлаждающих жидкостей;
- выбор методов и приборов для оперативного контроля качества охлаждающей жидкости;
- разработка рекомендаций по поддержанию оптимального химического состава охлаждающих жидкостей.

В случае выхода какого либо из браковочных показателей за допустимые значения возникает необходимость замены охлаждающей жидкости или восстановления ее эксплуатационных свойств. Восстановление свойств может быть осуществлено путем дополнительного введения присадок. В настоящее время отсутствуют обоснованные рекомендации по продолжительности эксплуатации охлаждающих жидкостей, периодичности дополнительного введения в них восстанавливающих присадок и определения их необходимого количества. Такие рекомендации позволили бы, во-первых, повысить надежность систем охлаждения и двигателей в целом и, во-вторых, сократили бы эксплуатационные расходы, связанные с необоснованно ранней заменой охлаждающих жидкостей.

Заключение

Введение разработанных присадок химического типа в охлаждающие жидкости двигателей внутреннего сгорания обеспечивает не только повышение их надежности за счет предотвращения кавитационно-

коррозионных разрушений и накипеобразования, но и способствует снижению расхода топлива.

Для повышения эффективности применения присадок необходимо определить параметры, наиболее существенно зависящие от эксплуатационных воздействий, вывести зависимости этих параметров от времени и других факторов, разработать рекомендации по совершенствованию эксплуатации жидкостных систем охлаждения путем мониторинга свойств рабочих сред, оперативному контролю и восстановлению свойств охлаждающих жидкостей.

Список литературы:

1. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В.

Коррозия и защита от коррозии / Под ред. И.В. Семеновой – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с. 2. *Моисеев А.Ф. Предупреждение образования накипи в автомобильных двигателях. – М.: Транспорт, 1971.- 128 с.* 3. *Овсянников М.К., Петухов В.А. Судовые дизельные установки. Справочник.- Л.: Судостроение, 1986.- 424 с.* 4. *Громогласов А.А., Копылов С.А., Пильщиков А.П. Водоподготовка: Процессы и аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с.* 5. *Туззов Л.В., Безюков О.К., Жуков В.А., Ларин В.А. Исследование влияния присадок к охлаждающей жидкости дизелей на процессы теплоотдачи // Двигателестроение.- 1996. - №1. - С. 46-51.*

УДК 621.431: 621.436

А.Н. Пойда, д-р техн. наук, И.В. Парсаданов, д-р техн. наук, Д.Г. Сивых, асп.

**МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ЗАГРУЗКИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ
В ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Общая постановка проблемы и её связь с научно-практическими задачами

Обобщенные модели эксплуатации двигателей [1], построенные на основе экспериментальных данных о характере и времени их загрузки, применяются для получения важных оценок: эксплуатационных показателей расходов топлива и масла, выбросов с ОГ вредных веществ, идентифицируют для оценок и прогнозирования усталостной и длительной прочности деталей цилиндропоршневой группы тракторных и комбайновых двигателей. Их можно использовать также для маршрутного нормирования расхода топлива автомобилей. Однако серьёзным препятствием к широкому применению таких моделей являются материальные затраты на получение

информации о режимах эксплуатации двигателей определенного назначения, так как её получают в результате сложных исследований с применением специальных датчиков и дорогостоящей аппаратуры.

В то же время современные энергетические установки автомобилей или тракторов оснащаются микропроцессорными системами управления (МПСУ), в которых для дозирования топлива и управления используют информацию о частоте вращения коленчатого вала и расходе воздуха.

Проблема получения экспериментальных данных для формирования обобщенных моделей эксплуатации о характере и времени загрузки автотракторных дизелей может быть решена путем монито-