

Список литературы:

- [1] Беляев И.Г. Эксплуатация судовых утилизационных установок. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1987. – 175 с.
[2] Справочник по теплообменным аппаратам/ П.И. Бажан, Г.Е. Канавец, В.М. Селиверстов. – М.: Машиностроение, 1989. – 365 с.
[3] Хряпченков А.С. Судовые вспомогательные и утилизационные котлы: Учебное пособие. – 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: судостроение, 1988. – 296 с.

Н.Ф. Попов, М.Н. Попов, А.Н. Котков
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ ДВС, РАБОТАЮЩИЕ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

Использование СПГ на флоте оправдано не только с технико-экономической точки зрения, но и экологической. СПГ по сравнению с традиционным нефтяным топливом понижает содержание вредных компонентов выпускных газов: окиси углерода, окислов азота и углеводородов до 30%, 85% и 45% соответственно.

Перспективность применения СПГ в качестве основного топлива для судов в настоящее время ни у кого не вызывает сомнения.

Отечественный опыт, накопленный, в частности, на дизелестроительном заводе «Двигатель Революции», затем «РУМО», а также последние исследования, выполненные фирмами Ford, Wartsila, Mann, B&W, Samsung и др., показали техническую возможность и экономическую целесообразность такого использования СПГ на транспорте.

Поэтому назрел вопрос о модернизации ЭУ современных судов с использованием ГД и ДГ, приспособленных к работе на СПГ с переоборудованием судовых систем.

В статье достаточно подробно приведен обзор и проанализированы результаты новейших исследований по этим направлениям.

Материалы, изложенные в статье, могут быть использованы как в НИОКР, так и в учебном процессе.

Из истории создания ДВС известно, что один из первых работоспособных двигателей, созданных во Франции Ленуаром в 1860 году, работал на смеси воздуха и светильного газа, изобретенного его соотечественником инженером Лебоном в 1801 году. Светильный газ получали в то время, нагревая древесные опилки или каменный уголь без доступа воздуха. Его использовали, сжигая в фонарях, освещающих улицы Парижа.

Ленуар впервые предложил воспламенять смесь светильного газа с воздухом от электрической искры в цилиндре ДВС, примерно на середине хода поршня.

Позже Николай Отто, в поисках способов экономии светильного газа, пришел к выводу, что смесь светильного газа с воздухом необходимо сначала сжать и только затем поджигать в начале хода поршня.

Современные исследования показывают, что уменьшение удельного расхода топлива примерно на 13% является наиболее важным преимуществом двигателя, работающего на природном газе.

Другое важное преимущество заключается в сокращении удельного расхода воздуха двигателем примерно на 30–40%.

Следовательно, существует возможность уменьшить размеры двигателя при той же мощности, что весьма важно для двигателей, используемых на транспортных средствах.

Третьим весьма важным преимуществом является то, что в выхлопных газах двигателей, работающих на природном газе, на 25–30% уменьшается содержание окиси углерода, на 85–90% – окиси азота. В них не содержится ни сажи, ни серосоединений, ни олефиновых углеводородов, которые под действием солнечного света соединяются с окислами азота, образуя наиболее неприятную по запаху и вредную для здоровья часть выхлопных газов.

ОАО «Газпром» планирует построить терминал по бункеровке судов сжиженным природным газом (СПГ) на побережье Финского залива до конца 2014 года, а впоследствии и в Черноморском регионе.

Европейская комиссия готовит директиву, в соответствии с которой 23 ключевых морских порта Евросоюза должны создать пункты для заправки судов СПГ к 2020 году.

В настоящее время разрабатываются единые стандарты для таких терминалов, проводится соответствующая работа в Международной морской организации (ИМО) и Международной организации по стандартам (ISO).

Отечественные двигатели в бывшем СССР и РФ, в частности, выпускаемые ранее заводом «Двигатель Революции», а затем «РУМО», марок 36/45 и 22/28 были адаптированы для работы на природном газе и использовались в составе дизельгенераторов в местах его добычи, накоплен опыт в их проектировании, строительстве и эксплуатации.

Он может стать востребованным при разработке подобных моделей на современном уровне с системами автоматизации и приборами, обеспечивающими безопасность работы ДВС.

СПГ обладает следующими преимуществами: труднее всего воспламеняется в сравнимых условиях; значительно легче воздуха при температуре окружающей среды; дает большой охлаждающий эффект; не является токсичным; предохраняет систему топливоподачи от коррозии и загрязнений; не образует воспламеняющейся смеси в резервуаре, если хранить в парообразном состоянии.

Положительным свойством СПГ является не только то, что он находится в топливном баке при очень низкой температуре (около – 160°C), но также и то, что этот вид топлива представляет собой очень стабильное соединение, которое может нагреваться до температуры 650°C.

Однако СПГ имеет следующий недостаток: он быстро образует пар при сжигании, так как закипает при температуре около – 162°C.

Зарубежные фирмы «Wartsila NSO Corporation» и «Caterpillar» широко и планомерно ведут работы по адаптации своих двигателей к работе на многих видах топлива: природном газе, дизтопливе, мазуте и ряде других видов топлива, что придает им исключительную топливную гибкость.

Конструкция двигателей в основе та же, что и у дизельных двигателей, работающих на тяжелом горючем. В обозначении двигателя та же логика, что и у дизельных двигателей, за исключением буквенного обозначения. В SG-моделях имеется свеча зажигания. В DF-моделях за зажигание смеси отвечает форсунка. DF-модели (Dual Fuel) могут работать на обычном дизельном горючем. Смена горючего может происходить во время работы двигателя. Предшественник DF – GP-модель – представляет собою более старое поколение, в котором газовую смесь надо было сжимать до впрыска в цилиндр, что требовало дорогого и подверженного поломкам дополнительного устройства.

Фирма «Caterpillar» выпускает в настоящее время двигатели с диапазоном мощностей от 93 до 16 000 кВт. В последние годы широкое развитие получили двигатели серий 3400, 3500 и 3600, конвертированные для работы на природном газе по циклу Николая Отто.

Возможность переключения на наиболее экономичный или доступный вид горючего является важным фактором в условиях колебания цен на топливо. Переход с од-

ного топлива на другое можно осуществлять на работающем двигателе, например, если прерывается подача газа. Газопоршневые установки «Caterpillar» имеют стабильные рабочие параметры. При соблюдении правил эксплуатации их ресурс до капитального ремонта может быть увеличен до 7–8 лет.

При прочих равных условиях, газа в сжиженном состоянии на борту судна может быть размещено в 2,5–3 раза больше, чем в сжатом, а это обеспечивает судну возможность работы в течение 5–20 дней без бункеровки и является приемлемым для судов многих типов.

На сегодняшний день такие компании, как Samsung, Wartsila предлагают комплексные решения для флота, включая линейку современных ДВС, систем для хранения и топливоподготовки, систем мониторинга состояния СПГ и систем безопасности.

Скандинавские страны относительно давно используют СПГ как топливо для судов с небольшой автономностью плавания, скоростных паромов и т.п.. Но с недавнего времени наметилась устойчивая тенденция к переоборудованию на СПГ танкеров, не являющихся газовозами, а также судов оффшорной индустрии.

Wartsila предлагает танки для хранения СПГ на борту судна 13 различных размеров и 6 диаметров, вместимостью от 50 до 530 м³ в зависимости от потребностей СЭУ. Предлагается контейнер-цистерна (КЦ), предназначенная для приема, хранения, выдачи СПГ и служит как тара, для транспортировки железнодорожным, морским, речным и автомобильным транспортом.

КЦ в РФ изготовлен в исполнении v, категории 1 по ГОСТ 15150 и имеет сертификат Российского Морского Регистра Судоходства.

Wartsila предлагает испытанное оригинальное газораспределительное устройство закрытого типа. Оно может быть установлено непосредственно в МП судна, имеет компактные размеры и легко интегрируется в судовые системы, что делает обслуживание модуля незатруднительным.

Система газового топлива на двигателе включает в себя следующее встроенное оборудование: топливные газовые трубы низкого давления; газовый впускной клапан для каждого цилиндра; фильтры на каждом газовом клапане; общие трубы вентиляции клапанов; газопроводы с двойными стенками; газовые клапаны (по одному на цилиндр) с электронным управлением. В системе управления двигателем можно регулировать количество газа, подаваемого в каждый цилиндр.

Выпускной клапан газовой Common Rail системы используется для выпуска газа из общей системы, когда двигатель переводится от работы на газовом режиме для дизельного режима работы. Клапан автоматически приводится и контролируется системой управления двигателем.

Главная система впрыска топлива находится в использовании, когда двигатель работает в дизельном режиме. Когда двигатель работает в режиме газ, топливо течет через основную систему впрыска топлива и позволяет мгновенно перейти на дизельный режим.

Система впрыска топлива включает следующее основное оборудование для каждого цилиндра: топливный насос, труба высокого давления, двухтопливный клапан впрыска (для основного и пилотного впрыска).

Система впрыска пилотного топлива используется для воспламенения воздушно-газовой смеси в цилиндре при работе двигателя в газовом режиме. Она использует ту же самую внешнюю систему подачи топлива в качестве основного и включает в себя: фильтр Pilot топлива, насос высокого давления, общие трубопроводы и многотопливный клапан для каждого цилиндра.

Газ и пилотное топливо впрыскиваются посредством электромагнитного клапана и эксплуатируются под электронным управлением «Common Rail» системы.

Двигатель всегда запускается на дизельном топливе.

В настоящее время обществом международных операторов газозовов и газовых терминалов (ОМОГТ) разработаны принципы обращения с СПГ на судах и терминалах, которыми необходимо руководствоваться при его использовании.

Основная проблема внедрения системы использования газа на судах – это размещение емкостей СПГ, которые требуют большего пространства, нежели емкости для традиционного топлива. Поэтому в ближайшее время, очевидно, потребителями СПГ станут суда, у которых есть значительные свободные пространства. Это ледоколы, паромы, ро-ро, суда снабженцы, буксиры, земснаряды.

По прогнозам к 2020 году и далее СПГ займет около 20% общего бункеровочного топлива.

Вчерашний день предлагал нам, как вариант решения проблемы, выбор между низкосернистым тяжелым и дизельным топливом. Но постоянный рост цен на традиционное топливо в комплексе с высочайшими экологическими требованиями вынуждают искать новые и относительно дешевые пути решения проблемы. Один из них – использование в РФ на судах сжиженного природного газа.

М.Х. Садеков, Ю.Б. Стасевич
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

СНИЖЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ СУДОВЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ ПУТЕМ ПЕРЕВОДА ИХ НА ВОДОТОПЛИВНУЮ ЭМУЛЬСИЮ

Дизель, вырабатывая механическую энергию за счет окисления топлива воздухом, в процессе работы осуществляет непрерывный тепломассообмен с окружающей атмосферой. Он забирает воздух и потребляет топливо, затем выбрасывает отработавшие газы, состоящие из части воздуха и продуктов окисления топлива. Таким образом, воздух, поступающий в цилиндр дизеля, совершает определённый термодинамический цикл, претерпевая при этом химические изменения, в результате чего превращается в ОГ – сложную газовую смесь со множеством компонентов. Четыре компонента – N_2 , O_2 , CO_2 и H_2O – составляют свыше 99–99,9% объёма газа, остальные 0,1–1,0% объёма ОГ – это примеси, которые являются вредными для окружающей среды.

При выпуске в атмосферу ОГ обычно рассеиваются и вступают в контакт с человеком уже в сильно разбавленном состоянии. Концентрация ряда вредных компонентов и температура газов в основном снижаются до безопасного уровня, но бывают зоны, где это вещество концентрируется в количествах, оказывающих вредное действие на живой организм и природу. Это обстоятельство заставляет искать пути снижения вредных веществ. К наиболее опасным веществам можно отнести CO , NO_x , SO_2 , бенз(а)пирен, альдегиды (А), углеводороды (УВ).

Для нейтрализации отрицательных последствий от работы дизелей на окружающую среду большой интерес представляет применение ВТЭ, что позволяет существенно уменьшить содержание вредных веществ, (NO_x , сажи) в выпускных газах при сохранении или даже улучшении топливной экономичности. Накоплен определённый опыт эксплуатации различных по конструктивному исполнению установок на судах речного флота, таких как ВТЭ-1, ВТЭ-2, ВТЭ-3 (НГАВТ), УЗГС-5000 (СПбГУВК), ТОК-2 (ВГАВТ), УПЭ-1 с электролизером (ВГАВТ) и др.

Положительное влияние применения ВТЭ на токсичность и топливную экономичность подтверждается следующими результатами.

В экспериментах ВГАВТ на дизеле 6 VD 26/20 AL-1 [39] при работе на ВТЭ моторного топлива ДТ ГОСТ 1667-68 с содержанием воды 10–12 %, получено снижение