

ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ДВИГАТЕЛЕЙ (ПО МАТЕРИАЛАМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЖУРНАЛОВ)

Материал подготовил к.т.н. Г.В. Мельник

Настоящий обзор, выполненный по материалам последних выпусков зарубежных отраслевых журналов «Diesel Progress International», и «Diesel & Gas turbine Worldwide» посвящен вопросам снижения вредных выбросов дизелей, актуальность которых в последнее время становится все более очевидной. Это следует хотя бы из того, что удельный вес данной тематики в периодических специализированных изданиях продолжает возрастать.

При создании любых новых двигателей первоочередной задачей является обеспечение соответствия действующим и перспективным экологическим нормативам ЕС и США. Эта цель, как известно, может быть достигнута разными средствами, которые принято разделять на «внутренние» (под этим подразумевается совершенствование рабочего процесса) и «внешние» (т. е. очистка ОГ). Типичным примером использования «внутренних» средств является новая серия двигателей MTU 2000 Tier 4, описанная в одной из представленных ниже статей. Снижение вредных выбросов здесь достигается с помощью рециркуляции отработавших газов (EGR), выполненной по запатентованной фирмой схеме с использованием так называемых цилиндров-доноров (часть цилиндров двигателя, выделенных для работы на EGR). Такое решение, в сочетании с двухступенчатым высоким наддувом, системой впрыска «common rail» и интеллектуальной электронной системой управления, позволило уже сегодня обеспечить требования уровня Tier 4 без использования средств газоочистки.

Для снижения вредных выбросов мощных двигателей фирма «Emitec» рассматривает возможность использования типовых систем впрыска мочевины, широко применяемых на автомобильных дизелях. С этой целью разработано устройство, позволяющее объединить ряд дозирующих форсунок или насосов

в один агрегат, который может устанавливаться на двигателях мощностью до 3–4 МВт. При этом подача мочевины в общий коллектор может осуществляться с помощью специально адаптированного общепромышленного насоса большой производительности.

Фирма «Rowaco» предлагает систему экспресс-анализа отработавших газов MEGA-S мощных двигателей, работающую на основе инфракрасной спектроскопии, которая может найти применение как на крупных предприятиях, так и в небольших ремонтных мастерских. Система предназначена в том числе для управления процессами SCR в составе дизельных двигателей.

Фирма «Puritech» (Германия) разработала метод очистки фильтров частиц с помощью прецизионного обдува сжатым воздухом, позволяющий намного повысить эффективность очистки и сократить время на эту операцию, а также повысить срок службы сажевых фильтров.

Продолжается развитие альтернативных экологически чистых источников энергии. Рассматривается первый опыт использования топливных элементов в пропульсивной установке крупного судна. Мощность блока топливных элементов на основе расплавленного карбоната, установленного на судне обеспечения нефтедобычи «Viking Lady», составляет 330 кВт. Разработаны проекты более мощных (до 8,3 МВт) топливных элементов аналогичного назначения на жидком водороде. Отмечается, что для производства жидкого водорода путем электролиза может быть использована избыточная (не отдаваемая в сеть) энергия ветровых электростанций. Как показывают расчеты, в 2020 г. суммарная мощность прибрежных ветровых электростанций в одной только экономической зоне Германии составит порядка 3 ГВт. До 30 % этой энергии не может быть отдано в сеть, что позволяет использовать эту энергию для производства водорода.

ДИЗЕЛИ MTU ВЫХОДЯТ НА УРОВЕНЬ TIER 4

На выставке «Bauma China» в Шанхае представлено новое семейство двигателей MTU серии 2000. Двигатели, соответствующие требованиям по уровню вредных выбросов EPA Tier 4 interim и Tier 4 final (промежуточная и финальная стадии), предназначены для китайского механического оборудования, поставляемого на экспорт.

Дизели MTU серии 2000 работают в качестве привода экскаваторов, большегрузных самосвалов, вилочных погрузчиков, мощных буровых агрегатов, портовых и самоходных кранов. Новые двигатели уже готовы для промышленных поставок.

Семейство MTU 2000 включает V-образные 12- и 16-цилиндровые двигатели с объемом ци-

линдра 2,23 л. Номинальная мощность — от 567 до 1163 кВт.

По словам представителей MTU, расход топлива дизелей серии 2000 Tier 4 interim на 10 % меньше, чем у их предшественников, кроме того, они отличаются увеличенными интервалами техобслуживания ряда компонентов, таких как форсунок и топливные насосы высокого давления. Поэтому стоимость их жизненного цикла на 8 % меньше, чем у предыдущего поколения двигателей (серия MTU 2000 EPA Tier 2).

Новые двигатели отличаются повышенной прочностью и надежностью, достигнутыми за счет усиления коленвала и картера. Необходимость усиления вызвана тем, что давление сгорания в



Двигатель MTU 2000 EPR Tier 4

новых двигателей достигает 230 бар. Усилены также стальные кованые поршни, прочность которых увеличена при одновременном снижении веса, а ужесточение размерных допусков позволило снизить уровень шума. Двигатель имеет два встроенных воздухоохладителя (промежуточный и выходной) с медными теплообменниками, сохраняющими работоспособность при низком качестве охлаждающей жидкости. Несмотря на появление целого ряда новых компонентов и усиление механической прочности силовых элементов, по удельной мощности новые двигатели не отличаются от своих предшественников.

Наработка двигателей MTU 2000 Tier 4 на испытательных стендах составила более 10 000 ч, кроме того, эти двигатели устанавливались на различных машинах для проведения эксплуатационных испытаний. Испытания, в частности, были проведены на 100-тонном карьерном самосвале Тегех в Южной Африке.

Для снижения вредных выбросов до уровня Tier 4 без использования средств очистки ОГ газов были применены следующие четыре ключевые технологии: рециркуляция отработавших газов (EGR) с промежуточным охлаждением, регулируемый двухступенчатый наддув, система впрыска топлива с постоянным давлением «common rail» и интеллектуальный электронный блок управления двигателем (ECU ADEC).

Как известно, оптимизация по выбросам частиц и NO_x требует различных взаимоисключающих настроек. Для устранения этого противоречия фирма использовала следующий подход: температура сгорания была снижена с целью снижения выбросов NO_x , одновременно поддерживался коэффициент избытка воздуха, достаточный для снижения выбросов частиц.

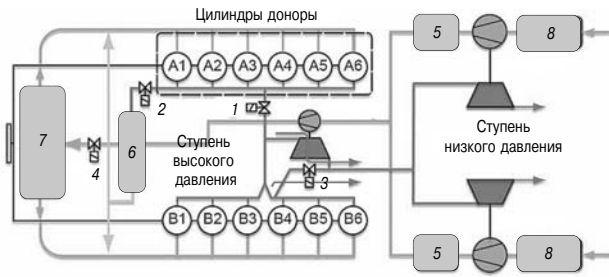
Основная задача системы EGR — увеличение теплоемкости заряда. Как объясняют специалисты MTU, каждому режиму работы двигателя соот-

ветствует определенное количество впрыскиваемого топлива, при сгорании которого выделяется необходимое количество тепла. Температура заряда в цилиндре при этом повышается. При наличии рециркуляции отработавших газов увеличивается теплоемкость заряда, снижая максимальную температуру сгорания.

В двигателях MTU используется фирменная система EGR высокого давления с промежуточным охлаждением, отличающаяся наличием цилиндров-доноров. В новых двигателях серии 2000 только четыре из двенадцати цилиндров (в 12-цилиндровом варианте) являются донорами, работающими на рециркуляцию. В 16-цилиндровом варианте таких цилиндров пять. При максимальной степени рециркуляции все ОГ из цилиндров-доноров идут в систему EGR, в то время как остальные цилиндры работают на турбокомпрессоры. По мнению MTU, преимущество подобной схемы заключается в том, что в условиях высокого противодавления работают только цилиндры-доноры, перекачивающие отработавшие газы на линию всасывания.

В двигателях с турбонаддувом давление на всасывании всегда выше, чем на выпуске, поэтому перекачивание ОГ невозможно без затраты энергии. В обычных системах EGR высокого давления эта проблема решается одним из двух способов: либо созданием вакуума на всасывании за счет специальной настройки турбокомпрессора или дросселирования потока, либо повышением противодавления на выпуске, чтобы рециркуляция стала возможной. В обоих случаях сопутствующий рост насосных потерь чаще всего приводит к снижению КПД двигателя. Использование цилиндров-доноров решает эту проблему, давая возможность повысить степень рециркуляции ОГ примерно до 30 %. При этом устраняются такие нежелательные явления, как увеличение расхода топлива, заметный черный дым, засорение впускного тракта и промежуточных охладителей, а также загрязнение масла плотными сажевыми фракциями, вызывающее необходимость более частой его смены. Это возвращает нас к проблеме компромисса между выбросами частиц сажи и NO_x .

Применение системы EGR без дополнительных мер, направленных на поддержание достаточного коэффициента избытка воздуха, может привести к недостатку необходимого для сгорания кислорода. Это происходит по двум причинам: отработавшие газы занимают часть объема цилиндра, уменьшая тем самым количество находящегося в нем воздуха, а снижение температуры заряда в следующем цикле тормозит процесс окисления частиц. Именно этими соображениями руководствовались разработчики новой концепции EGR.



Система EGR в двигателях серии 2000:

1 — заслонка цилиндров-доноров (управление рециркуляцией); 2 — вентиль EGR (управление/отключение рециркуляции); 3 — байпас турбины высокого давления (контроль давления воздуха); 4 — дроссель системы терморегулирования; 5 — охладитель воздуха ступени низкого давления; 6 — охладитель системы EGR; 7 — охладитель воздуха ступени высокого давления; 8 — воздушный фильтр

Поскольку часть объема цилиндра занята отработавшими газами из системы EGR, требуется принять меры для обеспечения количества кислорода, необходимого для качественного сгорания топлива. Иначе говоря, необходимо увеличить плотность заряда, что достигается за счет повышения давления наддува. В новых двигателях MTU серии 2000 применяется система двухступенчатого турбонаддува, в которой ступень высокого давления, состоящая из одного турбокомпрессора, включена последовательно со ступенью низкого давления, состоящей из двух турбокомпрессоров. Для регулирования давления наддува используется перепускная заслонка.

Таким образом, двухступенчатый наддув позволяет устранить дымление, несмотря на наличие EGR. Охлаждение наддувочного воздуха также двухступенчатое. Система состоит из промежуточного воздухоохладителя, находящегося между ступенями низкого и высокого давления, и выходного воздухоохладителя, находящегося между ступенью высокого давления и впускным коллектором.

Новые двигатели MTU серии 2000 способны развивать 100 %-ную номинальную мощность на высоте до 4000 м, и могут работать на высоте до 5000 м лишь с незначительным снижением мощности. Двигатели развивают максимальный крутящий момент в диапазоне от 1100 до 1600 об/мин, а номинальную мощность — в диапазоне от 1600 до 2100 об/мин. Подобные характеристики существенно расширяют диапазон возможного применения этих двигателей в качестве идеального варианта привода для различных силовых установок.

Решающая роль в снижении вредных выбросов до уровня Tier 4 при сохранении низкого расхода топлива принадлежит системе управления всеми параметрами процесса сгорания. В частности, элек-

тронная система управления ADEC обеспечивает регулирование начала и конца впрыска топлива, величину и закон подачи топлива в каждом цикле. Это достигается применением быстродействующих форсунок с электронным управлением, на входе которых поддерживается постоянное (регулируемое) давление топлива.

Учитывая ограниченные возможности механических систем впрыска топлива, фирма MTU еще в 1996 г. разработала собственную систему common rail для быстроходных дизелей серии 2000. Для достижения требований EPA Tier 4 подобная система особенно важна, так как позволяет одновременно снизить выбросы NO_x и частиц. Высокое (до 2500 бар) давление впрыска обеспечивает хорошее испарение топлива и равномерное его смешивание с воздухом, что является условием качественного сгорания с малым количеством сажи и высокой топливной экономичности.

Такой подход позволяет получить полностью управляемый процесс сгорания. Новый электронный блок (ECU ADEC 9) управляет гораздо большим, по сравнению с предыдущими моделям, количеством параметров, датчиков и исполнительных устройств. Для облегчения интеграции нового электронного блока в систему управления приводимого оборудования он снабжен встроенным интерфейсом SAE J1939 CAN, а также замкнутой системой управления двумя независимыми вентиляторами, и имеет множество калибруемых входов и выходов.

*Taking it to Tier 4
Diesel Progress International, October 2012*

**СНИЖЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ
МОЩНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

В Европе и в США действуют одинаково жесткие требования к выбросам двигателей для внедорожных машин мощностью до 560 кВт. Что касается более мощных двигателей, то их выбросы в Европе до сих пор не нормируются вообще, а в США действуют менее жесткие нормативы. В то же время существуют отдельные отраслевые нормативные документы, в частности, для главных судовых и тепловозных двигателей, а также для двигателей генераторных установок.

Основным способом достижения уровня требований EPA Tier 4 final может стать селективное каталитическое восстановление NO_x (SCR). Данная технология обеспечивает эффективную очистку от окислов азота (NO_x) в присутствии специального катализатора и при наличии восстановителя, в качестве которого обычно используется водный раствор мочевины.

Восстановитель впрыскивается в поток ОГ малыми порциями с помощью прецизионных

дозировочных устройств. Его подача рассчитывается на основании значений текущего массового расхода NO_x и требуемой степени восстановления. В качестве дозирующих устройств обычно используются дозирочные насосы или клапаны. Дозировочные насосы используются в случаях, когда распыливание реагента через сопловые отверстия форсунок осуществляется сжатым воздухом. В отсутствие сжатого воздуха распыливание осуществляется за счет давления жидкости в управляемом клапане с широтно-импульсной модуляцией, который устанавливается в системе выпуска перед катализатором.

Самое сложное — добиться того, чтобы раствор мочевины в потоке отработавших газов полностью испарился, и вся мочевина в ходе реакции превратилась в аммиак, равномерно распределенный по объему отработавших газов. Последнее чрезвычайно важно с точки зрения оптимизации степени конверсии NO_x и предотвращения отложений на катализаторе, что является одним из основных условий безопасной работы

Фирма «Emitec» разработала компактное устройство, названное универсальной смесительной трубой, куда входят клапан впрыска и расположенный дальше по ходу потока катализатор, имеющий специальную структуру типа Emitec MX. Это устройство можно устанавливать в выхлопных трубах самой различной конфигурации, при этом нет необходимости каждый раз проводить новые типовые испытания.

Поскольку производительность насосов и форсунок подачи мочевины, предназначенных для автотракторных двигателей, для более мощных двигателей могут оказаться недостаточными, фирма разработала устройство, позволяющее использовать на одном двигателе несколько таких насосов, одновременная работа которых организуется с помощью специального программного обеспечения.

Для еще более мощных двигателей, где необходимо иметь несколько форсунок, на базе общепромышленного насоса большой производительности был разработан специальный насос подачи восстановителя, конструкция которого



Рис. 1. Коллектор для распределения раствора мочевины на несколько форсунок



Рис. 2. Смесительная труба

учитывает специфику применения на мощных двигателях. Раствор мочевины из насоса поступает в специальный коллектор (см. рис. 1), где распределяется между нужным количеством отдельных форсунок, тем самым обеспечивая равномерную подачу мочевины по объему выхлопной трубы. Например, на «Emitec» выполнен технический проект установки подачи мочевины для двигателей мощностью 3–4 МВт, включающей шесть смесительных труб, конструкция которых была ранее успешно испытана на различных внедорожных машинах и на крупных двигателях нескольких типов (рис. 2).

Обширный опыт, накопленный при испытаниях и доводке отдельных форсунок и смесительных труб, позволяет комбинировать их в устройствах, предназначенных для мощных двигателей. Тем самым изготовители форсунок получают возможность воспользоваться проверенными технологиями, не прибегая к новым испытаниям. Материальные затраты, связанные с подобными испытаниями, оказались бы весьма значительными, учитывая малую серийность мощных двигателей.

Катализаторы для мощных двигателей должны обладать более высокими показателями качества, а именно меньшими удельным весом и объемом, низким аэродинамическим сопротивлением (так как повышение противодавления на выпуске увеличивает расход топлива), а также большей механической и термической прочностью.

В таких двигателях уже успешно применяются металлические блоки для носителей катализатора самых различных форм и мелкоячеистые структуры из очень тонкой фольги. Могут производиться серийно металлические блочные носители с круглыми, квадратными, овальными или шестигранными ячейками. Размер блока может подбираться индивидуально. Например, в некоторых установках используются блоки диаметром более

600 мм, тогда как в других случаях предпочтение отдается модульным конструкциям из серийно выпускаемых элементов диаметром до 400 мм. Блочные носители с шестигранными ячейками позволяют сформировать структуру почти идеально круглого сечения, представляющую собой надежную и экономичную конструкцию с малым удельным весом и хорошей теплоизоляцией.

Плотность ячеистой структуры может меняться в зависимости от целевых показателей (например, заданного соотношения занимаемого объема к противодавлению) и исходных условий, например, качества топлива. Соответственно может выбираться размер блока либо с более развитой поверхностью теплообмена, либо с меньшим аэродинамическим сопротивлением. Структура металлического носителя, такого как, например, Emitec LS, может содержать элементы, усиливающие турбулизацию потока.

Существует также довольно большой выбор каталитических покрытий для металлических блочных носителей. В автомобилях, внедорожных машинах и в стационарных установках в этом качестве чаще всего используются $TiO_2-V_2O_5$, а также железо-цеолитные или медно-цеолитные композиции.

Уже сейчас SCR успешно используются в тепловозных, главных судовых и стационарных двигателях мощностью 560 кВт и выше. Применение данной технологии в двигателях большей мощности имеет свою специфику, и промышленность готова предложить рынку проверенные технические решения.

Dr. Raimund Muller. Large Engine Emission Control Diesel & Gas Turbine Worldwide, November 2012

СИСТЕМА ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДЛЯ МОЩНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Шведская фирма «Rowaco» разработала систему Mega-5 — автономный мобильный агрегат для взятия проб и анализа отработавших газов мощных двигателей. Устройство состоит из аналитического блока со встроенным инфракрасным спектрометром на основе преобразования Фурье (FTIR) и фильтрующего блока. Устройство Mega-5 используют для проведения исследований двигателей и испытаний катализаторов, предназначенных, главным образом, для тяжелых грузовиков.

В соответствии с требованиями ЕЕА и ЕРА анализатор способен быстро и точно измерять выбросы вредных веществ с отработавшими газами любого состава, в том числе образующиеся при сжигании нетрадиционных топлив.

Система Mega-5 полностью автоматизирована. Она включает программное обеспечение, средства



Газоаналитическая система Mega-5

диагностики и калибровки. Управление системой производится с помощью встроенной клавиатуры и 17-дюймового ЖК-монитора. Предусмотрена также возможность дистанционного управления с удаленного компьютера по протоколу TCP/IP. Помимо всех видов нормируемых вредных выбросов система может измерять выбросы веществ, которые пока не нормируются. Аппарат может выполнять анализы как сухих, так и влажных проб, поддерживая при этом постоянную температуру газов на уровне 190 °С (значение по умолчанию, может регулироваться), тем самым исключая возможные потери тех или иных компонентов пробы. Блок отбора проб обеспечивает поступление в инфракрасный анализатор равномерного, без пульсаций, потока газа при постоянной температуре, очищенного от твердых частиц. Система рассчитана на большие расходы отработавших газов, что позволяет увеличить частоту пробоотбора и регистрацию состава газов с частотой до 5 Гц, а также вести измерения на переходных режимах.

Как отмечает представитель «Rowaco», необходимость выполнения требований Euro 6 и ЕРА 1065 (стандарт на методы испытаний двигателей) приводит к усложнению систем газоочистки. Все шире применяется селективное каталитическое восстановление (SCR), и все большее распространение получают альтернативные виды топлив. Устройство Mega-5 позволяет измерять содержание любых компонентов отработавших газов быстро и с высокой точностью. Оно может устанавливаться, в частности, на транспортных средствах.

В системе использован анализатор MultiGas 2030HS, способный одновременно измерять содержание самых разнообразных компонентов отработавших газов, как традиционных, так и нетрадиционных. MultiGas 2030HS представляет собой быстродействующий газоанализатор на основе FTIR с высоким разрешением, специально приспособленный для работы с отработавшими газами. Он способен одновременно измерять содержание до 30 различных газов с частотой 5 Гц.

Газоанализатор MultiGas 2030HS выполнен на основе высокоскоростного FTIR-спектрометра, рассчитанного на тяжелые условия работы. Спектрометр содержит запатентованную пробоотборную ячейку объемом 200 мл, рассчитанную на расход газа до 100 стандартных литров в минуту, не создавая при этом дополнительного противодавления, способного повлиять на точность измерений. Газоанализатор содержит высокочувствительный детектор на основе теллурида кадмия (МСТ), охлаждаемый жидким азотом. По словам представителя «Rowaco», прибор имеет чрезвычайно прочную конструкцию, рассчитанную на применение в условиях внедорожных транспортных средств.

Для достижения необходимой надежности результатов важно обеспечить точное измерение и регистрацию значений давления и температуры газового потока. Для сглаживания пульсаций потока используется диафрагменный насос с подогревом, снабженный специальным демпфером с нулевым мертвым пространством.

Повышение точности измерений обеспечивается также правильным размещением температурных датчиков системы пробоотбора и газоанализатора. Это способствует повышению точности измерений на переходных режимах. Подогреваемый фильтр частиц из нержавеющей стали, размещенный в фильтрующей коробке, защищает газоанализатор и повышает его оптическую эффективность. Фильтрующая коробка может иметь два либо четыре канала, что позволяет организовать пробоотбор из разных точек системы выпуска.

Газоаналитическую систему Mega-5 применяют для исследования и доводки двигателей тяжелых грузовиков с SCR, где используются различные катализаторы, в том числе фильтры частиц (DPF), окислительные катализаторы (DOC) и цеолитовые поглотители NO_x (LNT). Устройство может использоваться при работе двигателя на альтернативных топливах. Кроме того, с его помощью можно измерять содержание аммиака (NH₃) при сертификационных испытаниях системы SCR.

«Rowaco» работает с целым рядом фирм, таких как «Scania Cummins», «Volvo Cars» и «John-

son Matthey», участвуя в их программах по уменьшению вредных выбросов, использованию альтернативных топлив и созданию катализаторов для тяжелых условий работы.

Bo Svensson. A simpler way to sample. Diesel Progress International, September 2012

НОВЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ФИЛЬТРОВ ЧАСТИЦ

В настоящее время керамический фильтр частиц, прошедший определенное число чисток, подлежит замене.

Однако при переходе к стандартам Евро 6 эта ситуация может измениться, и фильтры частиц будут очищаться значительно реже.

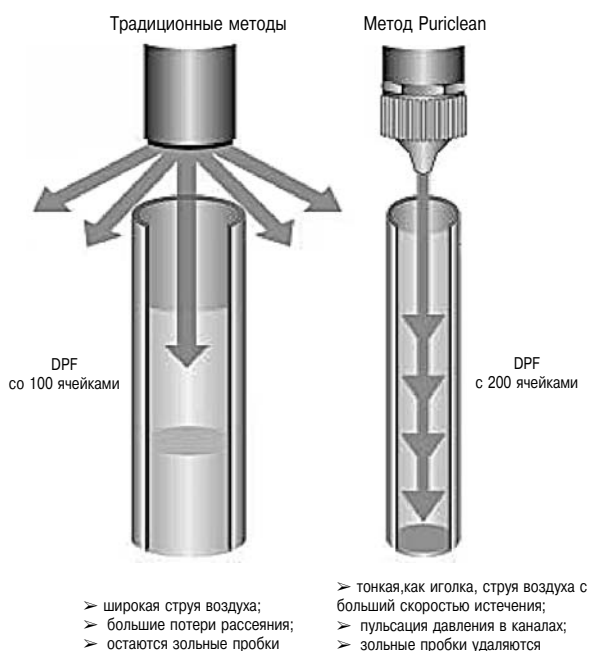
Ответственность за работу фильтров, установленных на двигателях, несут службы послепродажного сервиса продавца. В будущем возможность заняться очисткой фильтров самостоятельно может серьезно заинтересовать производителей основного оборудования. По расчетам компании «Puritech», в 2016 г. в Европе ежедневно будет проходить очистку порядка 10 000 фильтров.

Эта процедура может быть существенно упрощена за счет использования разработанного «Puritech» очистного устройства типа Puriclean. Устройство предназначено для очистки керамических фильтров с помощью прецизионной импульсной подачи сжатого воздуха через микроскопические сопловые отверстия.

Puriclean — это простая в использовании система, обладающая большими возможностями. Изначально она предназначалась для мастерских по ремонту грузовиков, и, кроме того, в несколько измененной конфигурации могла быть использована производителями новых машин. Данная технология может быть с успехом применена как на крупных специализированных предприятиях, где чистят тысячи фильтров в день, так и в небольших мастерских с относительно малыми объемами работ.

Уже сегодня система Puriclean применяется на заводах «Hitachi», выпускающих внедорожную технику, расположенных в разных странах мира. Заключен контракт с фирмой «Omniplus», обслуживающей автобусы «Mercedes-Benz» и «Setra». Система используется всеми фирменными станциями техобслуживания на территории Германии, а собранная ими зола возвращается «Puritech» для утилизации. «Puritech» является также эксклюзивным партнером «Mercedes-Benz» на территории Германии по модернизации фильтров DPF для тяжелых грузовиков.

Степень очистки фильтров от сажи превышает 99 %, и достигается это исключительно за счет сжатого воздуха. Применяемые в настоящее время керамические фильтры содержат от 100 до 200 ячеек на квадратный дюйм, при этом лучшие



из существующих систем очистки могут обеспечить степень очистки не более 70 %.

Для того чтобы выполнялись требования Евро 6, ячеистая структура фильтрующего элемента должна иметь 300–350, а возможно, и 400 ячеек на квадратный дюйм, и даже на таком плотном фильтре «Puriclean» обеспечивает заявленную степень очистки.

Традиционно применяемые технологии — это либо термоочистка (фильтр кладется в печь, где выжигается сажа), вызывающая быстрое старение каталитического покрытия, либо очистка сухим льдом или жидким азотом, которые, обладая абразивными свойствами, столь же быстро разрушают каталитическое покрытие, либо очистка водой или паром, которая не только портит покрытие, но и разрушает опорный слой, соединяющий подложку со стальной основой.

Puriclean удаляет не только отложения золы в каналах сотовой структуры фильтра, но и спрессованную золу, обычно забивающую выходы каналов фильтра. Такие зольные «пробки», по твердости не уступающие бетону, удаляются с помощью очень тонких струй сжатого воздуха с большой скоростью истечения, что позволяет восстановить исходную эффективность фильтра.

Технология позволяет поддерживать постоянные интервалы техобслуживания на протяжении срока службы фильтра, при этом процесс очистки занимает от 30 до 60 минут и может выполняться в ходе регламентного техобслуживания машины. Согласно расчетам, выполненным с учетом расходов на обслуживание, экономическая эффективность данной технологии может составить до 1000 Евро (или 1440 долларов) в день

на фильтр, принимая во внимание, что, например, при термической очистке транспортное средство выводится из эксплуатации на срок до 24 часов.

Снижение эксплуатационных расходов способствует также то обстоятельство, что в данном случае отпадает необходимость в вентиляционной трубе, поскольку использованный воздух отводится в НЕРА-фильтр для очистки. Для питания системы нужна обычная сеть на 220 В и стандартный источник сжатого воздуха.

Система Puriclean может быть оборудована специальной емкостью для сбора наночастиц. Эти мельчайшие частицы золы могут быть использованы в производстве стройматериалов.

Двигателестроители требуют, чтобы производители фильтров вели строгую отчетность по очистке всех фильтров, в том числе по эффективности очистки. Система Puriclean генерирует такие отчеты, причем они могут быть совмещены с отчетами устройства Puritest, измеряющего противодавление на выпуске по сигналам нескольких датчиков, установленных в разных точках.

Система Puriclean с равной эффективностью может быть использована для чистки фильтров любых других производителей.

Roberta Prandi. The Afterlife Of Aftertreatment Diesel Progress International, July-August 2011

СУДОВАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА НА ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Рост стоимости топлива и ужесточение требований к вредным выбросам относятся к числу важнейших проблем, с которыми сталкивается судостроение. Одним из наиболее перспективных направлений исследований, направленных на снижение расхода топлива и вредных выбросов, является использование топливных элементов в качестве источника энергии для судовой силовой установки.

Известны примеры успешного использования топливных элементов в пропульсивных комплексах яхт, речных такси и малых паромов. Однако топливные элементы могут быть использованы также и на более крупных судах, что позволит существенно сократить (а в перспективе — полностью ликвидировать) выбросы NO_x , SO_x , несгоревших углеводородов и частиц.

При использовании в качестве топлива чистого водорода можно свести к нулю также выбросы CO и CO_2 . Кроме того, намного уменьшаются шум и вибрация, а также снижается трудоемкость технического обслуживания. При этом первоочередными задачами становятся снижение стоимости топливных элементов, которая пока остается достаточно высокой, улучшение их массогабаритных показателей и повышение срока службы.

Автономный независимый фонд Det Norske Veritas в сотрудничестве с Wartsila смонтировал силовую установку на базе топливных элементов на судне снабжения буровых платформ «Viking Lady», принадлежащем компании «Eidesvik Offshore ASA». Эта работа выполнялась в рамках проекта FellowSHIP, в ходе которого топливные элементы на основе расплавленного карбоната (MCFC) фирмы MTU (Германия) были адаптированы для работы в судовых условиях. Блок топливных элементов MCFC мощностью 330 кВт стал первым устройством подобного типа, установленным на судне, а теплоход «Viking Lady» стал первым судном, оборудованным высокотемпературным блоком MCFC. Блок топливных элементов со вспомогательными устройствами размещен в большом контейнере. В другом аналогичном контейнере размещены трансформаторы, преобразователи и шины постоянного тока. Общий вес контейнеров составляет 100 тонн. На последующих этапах работы планируется создание полностью интегрированной системы, весогабаритные показатели которой будут существенно ниже.

Топливные элементы MCFC могут работать на самых различных топливах, таких как, например, метанол, природный газ, биогаз или водород. Пропульсивная установка «Viking Lady» работает на сжиженном природном газе (LNG), так что дополнительного топлива для MCFC не потре-

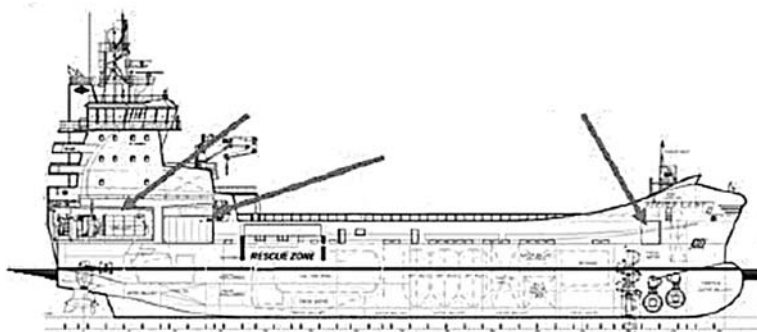


Схема расположения топливных элементов и контейнеров на «Viking Lady»



Контейнеровоз, спроектированный «Future Ship»

бовалось. Постоянный ток, вырабатываемый MCFC, преобразуется в переменный ток с помощью инверторов, подключенных к судовой сети переменного тока. Пропульсивная установка может работать как от топливных элементов, так и от главных генераторов.

Использование LNG, содержащего, по сравнению с традиционными судовыми топливами, значительно меньше углерода, позволяет существенно снизить уровень выбросов в атмосферу CO (оксида углерода) и CH₄ (метана). При этом уровень выбросов NO_x пренебрежимо мал, а поскольку топливо для топливных элементов очищается от серы, уровень выбросов SO_x равен нулю. Выбросы частиц также отсутствуют, поскольку это топливо не может содержать тяжелые углеводороды.

Наработка силовой установки «Viking Lady» в условиях навигации в Северном море превышает 7000 моточасов. Ее электрический КПД с учетом внутреннего потребления составляет 44,5 %. Большой объем отходящих газов с высокой температурой создает возможность эффективной утилизации энергии с помощью паровых турбин или других машин, работающих по циклу Ренкина. Утилизация тепла позволяет повысить общий КПД установки до 55 %.

Система почти полностью лишена движущихся частей, поэтому создаваемый ею уровень шума и вибрации, а также трудоемкость технического обслуживания минимальны. В ежедневном техобслуживании система практически не нуждается, однако требуется периодическая замена топливных ячеек, так как запланированного ресурса их работы без ухудшения характеристик — 40 000 моточасов — достичь пока не удалось. На практике это означает, что срок службы топливных элементов сегодня составляет около пяти лет, тогда как большая часть остальных элементов силовой установки имеет срок службы порядка 20 лет. Над увеличением ресурса еще предстоит поработать.

Очередной проект на эту тему, запланированный на 2013 г., предусматривает создание гибридной установки, в которую входит аккумуляторная батарея, работающая совместно с двигателями внутреннего сгорания и топливным элементом. Судно с гибридной пропульсивной установкой в определенных ситуациях, например, при некоторых видах ходовых испытаний и при маневрировании в акватории порта, сможет работать только на аккумуляторах и топливных элементах, без помощи

тепловых двигателей. Ожидается, что использование новых аккумуляторов позволит снизить расход топлива и выбросы углекислого газа на 20–30 %. При такой экономии топлива срок окупаемости «Viking Lady» составит два года.

Наиболее подходящими объектами для использования топливных элементов являются паромы с короткими маршрутами и грузовые суда, работающие на внутренних линиях, поскольку большая мощность им не нужна, а дозаправка топливом для них проблемы не составляет. Germanischer Lloyd одобрил два концептуальных проекта судов на водородных топливных элементах — паром и экологически чистый контейнеровоз. Чтобы судно могло быть квалифицировано как «плавсредство с нулевыми выбросами», необходимо полностью устранить выбросы как при работе его энергетической установки, так и в процессе производства топлива. Germanischer Lloyd предлагает использовать избыток энергии немецких ветровых электростанций для выработки жидкого водорода с помощью электролиза.

Чтобы обеспечить соответствие жестким ограничениям на выбросы серы в акватории Балтийского моря, вступающим в силу с 2015 г., паромный оператор Scandlines обратился к компании «FutureShip», филиалу GL Group, за помощью в создании парома на топливных элементах. Челночный паром рассчитан на перевозку 1500 пассажиров и будет иметь площадки для размещения автомобилей общей протяженностью 2200 метров. Запасов жидкого водорода, хранящегося в палубных танках, должно хватить на 48 часов работы. Мощность топливных элементов составит 8,3 МВт, а емкость аккумуляторных

батарей — 2,4 МВт·ч. Размеры топливных элементов выбраны из условия достижения скорости 17 узлов. Чтобы повысить скорость до 18 узлов, нужно дополнительно подключить четыре винторулевые колонки мощностью по 3 МВт с питанием от аккумуляторной батареи. Для повышения КПД применяются роторы Флеттнера, использующие эффект Магнуса. Судно обеспечения для Northern European использует жидкий водород для топливных элементов и аккумуляторную батарею. Топливные элементы, способные развивать мощность до 5 МВт, питают две винторулевые колонки, обеспечивающие скорость до 15 узлов. Пиковое потребление энергии обеспечивается аккумуляторной батареей. В танках содержится 920 м³ жидкого водорода, которого хватает на 10 суток непрерывной работы.

GL также предлагает использовать энергию ветра для производства водорода с помощью электролиза. Ветровая электростанция мощностью 500 МВт способна производить количество жидкого водорода, достаточное для работ трех судов снабжения, используя для этого лишь избыток энергии, который не может быть отдан в сеть. Как показывают расчеты, в 2020 г. суммарная мощность прибрежных ветровых электростанций в одной только в экономической зоне Германии составит порядка 3 ГВт.

До 30 % этой энергии не может быть отдано в сеть, что позволяет использовать эту долю энергии для производства водорода.

Bill Siuru. Ships powered by fuel cells Diesel & Gas Turbine Worldwide, November 2012

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

Журнал «Двигателестроение» является ежеквартальным научно-техническим изданием, посвященным проблемам развития, проектирования, изготовления и эксплуатации поршневых двигателей.

Текст рукописи должен быть представлен в двух экземплярах на бумаге формата А4, с обязательным приложением электронной версии в формате Microsoft Word 2000/2003. Формулы в электронной версии должны быть набраны с использованием редактора формул Microsoft Equation 3.0. За достоверность набора формул несет ответственность автор. При использовании в наборе специальных шрифтов последние прилагаются в электронном виде. Электронные копии иллюстраций представляются отдельными файлами в форматах: TIF, JPG (не менее 300 dpi, черно-белые полутонные изображения).

Представляя рукопись статьи в редакцию, автор должен сообщить о ее предыдущих публикациях.

Рукопись статьи должна иметь рекомендацию к публикации в журнале (направление) от организации, где выполнялась работа, а также акт экспертной комиссии с указанием того, что рукопись не содержит сведений, запрещенных к публикации в открытой печати.

Заглавие статьи должно быть кратким (не более 120 знаков), точно отражающим ее содержание.

Для оперативного решения вопросов, связанных с подготовкой рукописи к публикации, а также для размещения электронной версии журнала в НЭБ должны быть представлены сведения об авторах:

- фамилия, имя, отчество (полностью);
- ученая степень и звание;
- полное наименование места работы;
- полный почтовый адрес;
- действующие контактные телефоны, e-mail).

Обязательными приложениями к рукописи являются: реферат, в котором четко и сжато изложены основные цели и результаты работы объемом от 700 до 1200 знаков; код УДК; ключевые слова.

Заглавие статьи, название организаций, ФИО авторов, ключевые слова и реферат необходимо присылать на русском и английском языках.

Объем статьи не должен превышать 25 тыс. знаков, включая таблицы и список литературы. Иллюстрации в виде графиков, диаграмм, схем и фотографий оформляются в виде приложений к тексту рукописи. Все приложения к тексту рукописи представляются на отдельных листах, а в электронной копии — в виде отдельных файлов. Формулы, иллюстрации и таблицы должны быть пронумерованы в порядке упоминания и снабжены поясняющими (подписными) подписями. Все обозначения на иллюстрациях должны быть объяснены (расшифрованы) в тексте или в подрисовочных подписях и соответствовать обозначениям в тексте.

При написании формул необходимо использовать общепринятые обозначения физических величин по Международной системе единиц (ГОСТ 8.417–2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин). Ссылки на цитируемые источники необходимо оформлять в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 05–2008.

Если представленные в редакцию рукописи не удовлетворяют перечисленным требованиям, то они могут быть доработаны по согласованию с автором сотрудниками редакции. Услуги редакции по доработке рукописей статей платные.

Рукописи статей, поступившие в редакцию, рецензируются специалистами. Если у рецензента имеются обоснованные критические замечания, статья возвращается автору на доработку.

Авторское право на конкретную статью принадлежит авторам. Ответственность за содержание статьи несет также автор. При перепечатке статьи или ее части ссылка на журнал обязательна.

Публикация в журнале учитывается ВАК в качестве печатного научного труда. Рукописи, направленные в редакцию, авторам не возвращаются.

Редакция журнала

УДК 621.436

Плавник П.Г., Лерман Е.Ю. Российские высокооборотные дизели — сегодня и завтра // Двигателестроение. — 2012. — № 4. — С. 3–7.

Ключевые слова: высокооборотные судовые дизели, технические параметры, компоновочные решения, производство отечественных компонентов, координация НИОКР.

Представлены основные технические параметры и компоновочные решения базового образца высокооборотного судового дизеля нового поколения. Предлагаются меры по координации научных проектов ФЦП с целью обеспечения производства отечественных компонентов.

Табл. 2. Ил. 2. Библ. 6 назв.

УДК 621.436.

Новиков Л.А. Моделирование характеристик перспективного высокооборотного судового дизеля в различных вариантах конфигурации // Двигателестроение. — 2012. — № 4. — С. 8–14.

Ключевые слова: судовые дизели, топливная система, common rail, регистровый наддув, цикл Миллера, моделирование рабочего процесса.

Представлены результаты численного моделирования рабочего процесса и выбросов (NO_x) главного судового дизеля V-12 мощностью $P_e = 1650$ кВт при частоте вращения $n = 2250$ об/мин. Показано, что при различных вариантах конфигурации двигателя, может быть обеспечено соответствие требованиям международного стандарта IMO Tier-2 по выбросам NO_x при значении расхода топлива 195 г/кВт·ч. Достижение перспективной нормы IMO Tier-3 следует обеспечить за счет установки на дизеле системы очистки газов. Ил. 16. Библ. 1 назв.

УДК 621.785

Ципленкин Г.Е., Коженков А.А., Иовлев В.И., Сухарев А.Н., Потанин В.А. Проектирование рабочих колес турбокомпрессора для ОАО «Пензадизельмаш» // Двигателестроение. — 2012. — № 4. — С. 15–23.

Ключевые слова: турбокомпрессоры, методы трехмерного моделирования, оптимизация характеристик, реактивное колесо компрессора, осевая турбина с пакетным бандажом. Методами трехмерного компьютерного моделирования выполнено проектирование рабочих колес турбокомпрессора со степенью повышения давления 3,8 для дизеля 6ЧН26,5/31 мощностью 1500 кВт ОАО «Пензадизельмаш». Оптимизированы характеристики реактивного колеса компрессора и осевой турбины с пакетным бандажом. Ил. 13. Библ. 4 назв.

УДК 621.43

Лашко В.А., Пассар А.В. Концепции проектирования проточной части турбины комбинированного двигателя // Двигателестроение. — 2012. — № 4. — С. 24–27.

Ключевые слова: осевая турбина, сопловой аппарат, методы проектирования.

Предложены концепции проектирования проточной части турбины комбинированного двигателя. Разработанные концепции показали практическую значимость при настройке агрегатов наддува в эксплуатации и при проектировании турбин турбокомпрессоров комбинированных двигателей. Ил. 3. Библ. 18 назв.

УДК 662.997

Алехин С.А., Бычков В.З., Вакуленко В.В., Грищок А.В., Клименко Н.В., Нестеренко С.В., Щербаненко Г.В. Многофункциональная присадка ИКСОЛ к охлаждающей жидкости для теплообменных систем // Двигателестроение. — 2012. — № 4. — С. 28–29.

Ключевые слова: ДВС, высокотемпературные системы охлаждения, охлаждающая жидкость, ингибитор коррозии. Разработан ингибитор коррозии и солеотложений — присадка ИКСОЛ к охлаждающей жидкости. Присадка

совместима с этиленгликолевыми антифризами и позволяет использовать природную воду с различной жесткостью. По результатам испытаний присадка ИКСОЛ рекомендована к применению в высокотемпературных системах охлаждения ДВС. Табл. 3. Библ. 5 назв.

УДК 621.431

Обозов А.А., Таричко В.И. Развитие методов и систем технического диагностирования ДВС // Двигателестроение. — 2012. — № 4. — С. 30–34.

Ключевые слова: ДВС, техническое диагностирование, развитие методов и алгоритмов, бортовые системы.

Проводится анализ методов и систем технического диагностирования двигателей внутреннего сгорания. Рассмотрены методы тестового и функционального диагностирования. Описаны алгоритмы работы стационарных, комбинированных и бортовых систем диагностирования ДВС.

Библ. 9 назв.

УДК 656.13(1-21):621.43.06:504.3.064.36:338.14

Ложкина О.В., Марченко В.С., Новиков В.Р., Ложкин В.Н. Оценка удельных выбросов окислов азота легковым автотранспортом // Двигателестроение. — 2012. — № 4. — С. 35–41.

Ключевые слова: автомобильные двигатели, образование NO_x , трансформация NO_x в атмосфере, эксплуатационные испытания, корректировка методов расчета выбросов. Приводится анализ механизма образования окислов азота в камерах сгорания двигателей автомобилей, описаны механизмы трансформации NO_x в атмосфере и особенности негативного воздействия на человека и окружающую среду. Представлены результаты экспериментальных исследований удельных выбросов NO_x легковыми автомобилями различных экологических классов в зависимости от скоростного режима в диапазоне скоростей от 0 до 120 км/ч. Разработаны рекомендации по внесению изменений в метод расчета выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков.

Табл. 3. Ил. 4. Библ. 25 назв.

УДК 621.431

Данилов А.М., Шевченко Е.Б. О производстве дизельных топлив в соответствии с регламентом таможенного союза // Двигателестроение. — 2012. — № 4. — С. 42–44.

Ключевые слова: технический регламент, качество моторных топлив, присадки к малосернистым топливам, рапсовый метиловый эфир.

Приведены требования нового Технического регламента (ТР) к качеству моторных топлив, поступающих на рынок стран-участниц Таможенного союза, вступившего в силу с 31.12.2012. Рассмотрены способы достижения нормативных требований регламента за счет применения различных присадок к топливу, в том числе противоизносных, антистатических, депрессорно-диспергирующих и т. д. Показана возможность улучшения качества малосернистых топлив за счет добавок рапсового этилового эфира (биодизеля). Табл. 2. Ил. 4.

УДК 621.436

Мельник Г.В. Технологии и оборудование для снижения вредных выбросов двигателей (по материалам специализированных журналов) // Двигателестроение. — 2012. — № 4. — С. 45–53.

Ключевые слова: дизели, технологии снижения выбросов, очистка газов, измерения выбросов, топливные элементы, опыт эксплуатации.

Выполнен обзор материалов последних выпусков зарубежных отраслевых журналов «Diesel Progress International» и «Diesel & Gas turbine Worldwide» по вопросам снижения вредных выбросов дизелей. Рассмотрены методы контроля снижения вредных выбросов дизелей. Приведены результаты испытаний пропульсивной судовой установки мощностью 330 кВт на топливных элементах. Ил. 8.

UDC 621.436

Plavnik P.G., Lerman E.Yu. Russian High-Speed Diesel Engines Today and Tomorrow // Dvigatelistroyeniye. — 2012. — № 4. — P. 3–7.

Keywords: High-speed marine diesel engines, performance, layout, domestic-make components, R&D coordination.

New generation of high-speed marine diesel engine is presented. A basic model of a new engine family is described, including general layout, principal features and specifications. Furthermore, proposals are set forth for coordination of projects covered by Federal Target-Oriented Program concerning domestic manufacturing of engine components.

2 ill., 2 tables, 6 ref.

UDC 621.436

Novikov L.A. New High-Speed Marine Diesel Engine: Modeling of Fuel Efficiency and Environmental Performance for Various Configurations // Dvigatelistroyeniye. — 2012. — № 4. — P. 8–14.

Keywords: marine diesel engines, fuel supply system, common rail, split supercharge system, Miller cycle, combustion simulation.

The results are presented of combustion numerical simulation for V-12 marine diesel engine rated at 1650 kW @ 2250 RPM, with particular stress on NO_x performance. The engine (in several alternative configurations) is demonstrated as capable of meeting IMO Tier-2 specification for NO_x emission, fuel consumption not exceeding 195 g/kW·h. Further improvement (to IMO Tier-3 level) can be achieved through use of an exhaust aftertreatment system. 16 ill., 1 ref.

UDC 621.785

Tsyplemkin G.E., Kozhenkov A.A., Iovlev V.I., Sukharev A.N., Potanin V.A. Designing Turbocharger Wheels for JSC PENZDIESELMASH engines // Dvigatelistroyeniye. — 2012. — № 4. — P. 15–23.

Keywords: turbochargers, 3-D modeling, performance optimization, compressor reaction wheel, axial turbine with packet-type shroud.

3-D simulation was employed to design wheels for new turbocharger (boost rate 3.8) to feature type 6CHN26,5/31 diesel engine rated at 1500 kW manufactured by JSC PENZDIESELMASH. 3-D simulation contributed into optimization of compressor reaction wheel and axial turbine with packet-type shroud. 13 ill., 4 ref.

UDC 621.43

Lashko V.A., Passar A.V. Turbocharger Turbine Blading Section: Design Concepts // Dvigatelistroyeniye. — 2012. — № 4. — P. 24–27.

Keywords: axial turbine, nozzle block, design methods.

Suitable design concepts for turbocharger turbine blading section are discussed. Proposed concepts proved instrumental at turbocharger designing and tuning, both in-factory and on-site. 3 ill., 18 ref.

UDC 662.997

Alekhin S.A., Bychkov V.Z., Vakulenko V.V., Gritsiuk A.V., Klimenko N.V., Nesterenko S.V., Scherbanenko G.V. IXOL — Multifunctional Additive for Coolants Used in Heat Exchangers // Dvigatelistroyeniye. — 2012. — № 4. — P. 28–29.

Keywords: internal combustion engines, high-temperature cooling systems, coolant, corrosion inhibitor.

The additive in question named IXOL acts as a rust preventer and inhibits salt sedimentation. The additive is compatible with ethylene glycol-based antifreezes and natural water regardless of its hardness. The additive passed appropriate tests and was certified for high-temperature cooling systems. 3 tables, 5 ref.

UDC 621.431

Obozov A.A., Tarichko V.I. Diagnostics in Diesel Engines: Methods and Systems // Dvigatelistroyeniye. — 2012. — № 4. — P. 30–34.

Keywords: internal combustion engines, technical diagnostics, development of methods and algorithms, onboard systems.

Methods and systems of technical diagnostics in diesel engines are discussed. Test and functional diagnostic methods are closely examined. Diagnostic algorithms are described for stationary, combined and onboard diagnostic systems. 9 ref.

UDC 656.13(1-21):621.43.06:504.3.064.36:338.14

Lozhkina O.V., Marchenko V.S., Novikov V.R., Lozhkin V.N. Evaluation of Nitrogen Oxides Emissions from Passenger Cars // Dvigatelistroyeniye. — 2012. — № 4. — P. 35–41.

Keywords: car engines, NO_x generation, NO_x transformation in atmosphere, field tests, correction of emission calculation methods.

The article considers mechanism of NO_x generation in combustion chambers of automotive engines, mechanisms of NO_x transformation in atmosphere, and its negative effects on human health and environment. Furthermore, test results are presented of car engine NO_x emission performance vs. car speed for a variety of car (environmental) classes. Recommendations are offered for the improvement of emission evaluation methods as far as traffic streams are concerned. 3 ill., 4 tables, 25 ref.

UDC 621.431

Danilov A.M., Shevchenko E.B. Diesel Fuel To Be Produced in Compliance with Customs Union's Regulations // Dvigatelistroyeniye. — 2012. — № 4. — P. 42–44.

Keywords: technical regulation, motor fuel quality, additives for low-sulfur fuels, rape methyl ether.

The article discusses motor fuel specifications set by Technical Regulation (TR) effective as of 31.12.2012. Said TR apply to motor fuels admitted to the market of Customs Union's participants. Possible ways of attaining Technical Regulation's specifications are considered, including use of various additives, such as antiwear, antistatic, depressing/dispersing etc. Furthermore, rape methyl ether is shown as an additive capable to improve quality of low-sulfur fuel (biodiesel). 2 tables, 4 ill.

UDC 621.436

Melnik G.V. Technologies and Equipment to Reduce Noxious Emissions from Engines (as Presented in Dedicated Periodicals) // Dvigatelistroyeniye. — 2012. — № 4. — P. 45–53.

Keywords: diesel engines, emissions reduction technologies, aftertreatment, exhaust measurement, fuel cells, field experience.

The review covers recent issues of dedicated international magazines, such as «Diesel Progress International» and «Diesel & Gas Turbine Worldwide», as far as clean air problems are concerned. Emission control methods are considered. Test results are described of marine propulsion system rated at 330 kW powered with fuel cells. 8 ill.

Перечень статей, опубликованных в журнале «Двигателестроение» за 2012 год

РАЗВИТИЕ ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ В РОССИИ

1. Итоги торгов по лотам подпрограммы «Создание и организация производства в РФ в 2011–2015 гг. дизельных двигателей и их компонентов нового поколения», разыгранных в 2012 г. (№ 1. С. 3–6).

КАФЕДРЕ ДВИГАТЕЛЕЙ

И ТЕПЛОВЫХ УСТАНОВОК ВИТИ — 70 ЛЕТ

1. Смирнов А.В. «Энергетическая эффективность тепло-силовых и теплогенерирующих установок». Юбилейная научно-техническая конференция, посвященная 70-летию

кафедры (№ 2. С. 3–5).

2. **Кривов В.Г., Сайданов В.О., Дружинин П.В., Прутчиков И.О.** Автономные энергоэффективные установки на базе ДВС. Научные разработки и практический опыт использования (№ 2. С. 6–9).

РАСЧЕТЫ. КОНСТРУИРОВАНИЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ

1. **Раенко М.И., Рыжов В.А.** Оценка прочностной надежности крышек цилиндров транспортных дизелей по критерию долговечности (№ 1. С. 7–17).

2. **Обозов А.А., Старокожев М.А.** Двухблочный роторно-поршневой двигатель (№ 1. С. 18–22).

3. **Байбурин Ф.З., Дергачев А.В., Кляцкий Д.А., Бурова Е.Ю.** Математическая модель двигателя с регистровым наддувом (№ 2. С. 10–12).

4. **Цветков Ю.Н., Сабуров С.А., Татулян А.А.** Влияние дисульфида молибдена в твердом смазочном покрытии, нанесенном на юбки поршней, на эффективные показатели дизеля (№ 2. С. 13–18).

5. **Еникеев Р.Д., Домбровский О.П., Резванов Д.Р.** Двухтактный бензиновый двигатель с регулированием мощности методом изменения состава смеси (№ 2. С. 19–24).

6. **Акчурин Х.И., Химич В.Л., Миронычев М.А.** Повышение термического КПД рабочего цикла ДВС с изохорным подводом теплоты (№ 2. С. 25–29).

7. **Кукис В.С., Куколев М.И., Костин А.И., Дворцов В.С., Ноздрин Г.А., Абакшин А.Ю.** Перспективы улучшения характеристик двигателя Стирлинга (№ 3. С. 3–6).

8. **Еникеев Р.Д., Домбровский О.П., Гарипов М.Д.** Экспериментальные характеристики двухтактного бензинового двигателя с высокой степенью сжатия (№ 3. С. 7–11).

9. **Плавник П.Г., Лерман Е.Ю.** Российские высокооборотные дизели — сегодня и завтра (№ 4. С. 3–7).

10. **Новиков Л.А.** Моделирование характеристик перспективного высокооборотного судового дизеля в различных вариантах конфигурации (№ 4. С. 8–14)

СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ. АГРЕГАТЫ

1. **Пенкин А.Л.** Газовый аккумулятор в системе подачи природного газа в двигатель внутреннего сгорания (№ 1. С. 23–26).

2. **Ципленкин Г.Е., Иовлев В.И.** Данные Регистра Ллойда по отказам турбокомпрессоров на дизелях морского флота (№ 1. С. 27–29).

3. **Ципленкин Г.Е., Коженков А.А., Иовлев В.И., Сухарев А.Н., Потанин В.А.** Проектирование рабочих колес турбокомпрессора для ОАО «Пензадизельмаш» (№ 4. С. 15–27)

4. **Лашко В.А., Пассар А.В.** Концепции проектирования проточной части турбины комбинированного двигателя (№ 4. С. 24–15)

5. **Алехин С.А., Бычков В.З., Вакуленко В.В., Гришук А.В., Клименко Н.В., Нестеренко С.В., Щербаненко Г.В.** Многофункциональная присадка ИКСОЛ к охлаждающей жидкости для теплообменных систем (№ 4. С. 28–29)

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЕ

1. **Добролюбов И.П., Савченко О.Ф.** Выбор совокупности косвенных диагностических параметров для измерительной экспертной системы ДВС (№ 2. С. 30–33).

2. **Обозов А.А., Таричко В.И.** Развитие методов и систем технического диагностирования ДВС (№ 4. С. 30–34).

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. **Андреев В.В.** Современные материалы и эффективные технологии изготовления базовых деталей мощных дизельных двигателей (№ 2. С. 34–38).

2. **Иванов Д.А., Засухин О.Н.** Повышение конструктивной прочности машиностроительных материалов в результате сочетания термической и газоимпульсной обработки (№ 3. С. 12–15).

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

1. **Борисенков Е.Р., Валеев Д.Х., Гумеров И.Ф., Искандаров Ф.Ф., Карпов А.И., Куликов А.С., Кучев С.М., Хафизов Р.Х., Гатауллин Н.А.** Дизели КамАЗ для внедорожной техники, соответствующие требованиям Правил ЕЭК ООН № 96-02 (№ 1. С. 30–34).

2. **Хватов В.Ф., Волкодаева М.В., Левкин А.В.** О количестве автотранспортных средств на автомагистралях и качестве атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге (№ 1. С. 35–39).

3. **Агтия А.М.А., Кульчицкий А.Р.** Влияние структуры водотопливной эмульсии на экологические и экономические показатели дизеля (№ 3. С. 16–20).

4. **Пушин В.П.** Применение метода электропроводности для анализа структуры дизельной сажи (№ 3. С. 21–25).

5. **Ложкина О.В., Марченко В.С., Новиков В.Р., Ложкин В.Н.** Оценка удельных выбросов окислов азота легковым автотранспортом (№ 4. С. 35–41).

ТОПЛИВО. СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. **Галышев Ю.В., Шабанов А.Ю., Зайцев А.Б.** Исследование эффективности моющих присадок к бензину на моторном стенде (№ 1. С. 40–43).

2. **Карташевич А.Н., Гурков Г.Н., Плотников С.А., Бузииков Ш.В.** Влияние добавки этанола к воздуху на эффективные показатели тракторного дизеля (№ 1. С. 44–47).

3. **Данилов А.М., Шевченко Е.Б.** О производстве дизельных топлив в соответствии с регламентом таможенного союза (№ 4. С. 42–44).

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЕЙ

1. **Назаров А.Д.** Способ компенсации суммарной неуравновешенной массы деталей КШМ двигателей V-8 при их изготовлении и ремонте (№ 3. С. 26–30).

2. **Герасиди В.В., Жук А.Н., Николаев Н.И.** Применение твердых материалов для очистки проточной части турбокомпрессоров (№ 3. С. 31–33).

3. **Васькевич Ф.А., Калинин О.Д.** Особенности конструкции ТНВД дизеля 5S70MC-C и их влияние на технико-экономические показатели (№ 3. С. 34–39).

ГИПОТЕЗЫ. ДИСКУССИИ

Жмудяк Л.М., Жмудяк А.Л., Абрамов Е.Г. Результаты математического моделирования однопоршневого свободнопоршневого двигателя (№ 3. С. 37–39).

НОВОСТИ ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

1. **Мельник Г.В.** Технические средства и элементы управления работой систем ДВС (№ 1. С. 48–57).

2. **Мельник Г.В.** Тенденции развития двигателестроения за рубежом. По материалам конгресса СИМАС 2010 (№ 2. С. 39–53).

3. **Совке С. и др.** Контроль выбросов NO_x в мощных газовых двигателях по давлению в цилиндре (материалы конгресса СИМАС 2010) (№ 3. С. 40–51).

4. **Мельник Г.В.** Технологии и оборудование для снижения вредных выбросов двигателей (по материалам специализированных журналов) (№ 4. С. 45–53)