

## НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ДИЗЕЛЕЙ

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

Обзор посвящен вопросам охраны окружающей среды от воздействия вредных выбросов двигателей. Как известно, отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания являются одним из основных источников загрязнения воздушного бассейна токсичными окислами азота, углерода и серы, а также продуктами неполного сгорания. В обзор включены материалы, относящиеся к развитию международной нормативной базы в этой области, и краткие описания некоторых эффективных технических решений, направленных на ограничение вредных выбросов.

### ОГРАНИЧЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ — ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ

Точка зрения независимой исследовательской фирмы

Уже в течение достаточно долгого времени экологические нормативы и технические средства их достижения являются самой животрепещущей темой для двигателестроителей, поставщиков транспортной техники и оборудования. В качестве наиболее заинтересованных сторон они внимательнейшим образом следят за всеми новинками технологий в области топливоподачи, сгорания, охлаждения и очистки газов. Однако мало кто из них имеет возможность взглянуть на эти вещи более широко, чтобы оценить эффективность технологии для защиты окружающей среды в более общем аспекте.

Исключением являются независимые международные компании, к услугам которых время от времени обращаются почти все крупные производители. Одна из таких компаний — немецкая фирма «FEV Motorentechnik» занимается разработкой исследованиями и испытаниями технологий, связанных со снижением выбросов стационарных, автомобильных и промышленных двигателей внутреннего сгорания. Этой теме было посвящено интервью главного инженера отдела рабочих процессов дизелей компании FEV Томаса Керфера (Thomas Koerfer) для журнала Diesel Progress.

Фирма со штаб-квартирой в Аахене (Германия) имеет несколько технических центров в Германии, США и Китае; ей принадлежат более 100 современных испытательных дизельных стендов, расположенных в разных странах мира. Фирма имеет в своем составе шесть отделов — конст-

рукторский, механических испытаний, электроники, рабочих процессов и применения бензиновых двигателей, рабочих процессов и применения дизелей и отдел акустики. Помимо испытательных стендов, фирма обладает уникальным исследовательским оборудованием, например, двигателями с прозрачными стенками для разнообразных оптических измерений и камерой высокого давления для прецизионного анализа процессов впрыска и сгорания. Есть лаборатории гидравлики, процессов впрыска и химических реакций, имеющие в своем распоряжении оборудование для фундаментальных термодинамических исследований.

По словам Керфера, основные усилия исследователей направлены на оптимизацию процесса сгорания в форсированных двигателях, т. е. снижение выбросов при сохранении приемлемого КПД. Новые технологии впрыска и смесиобразования в сочетании с рециркуляцией и повышением плотности заряда существенным образом изменили термодинамику рабочего процесса.

Новые технические решения в сочетании с современными средствами моделирования и испытаний позволяют значительно точнее отрегулировать параметры рабочего процесса в соответствии с постоянно растущими техническими требованиями. Это, в свою очередь, дает возможность снизить требования, предъявляемые к системам очистки отработавших газов и увеличить интервал регенерации катализатора. Отвечая на вопрос, можно ли с помощью новых технологий, таких, как, например, HCCI (самовоспламенение однородной смеси за счет сжатия) и common rail, выполнить требования существующих экологических нормативов без очистки отработавших газов, Керфер отметил серьезный прогресс в совершенствовании рабочего процесса. Однако, по его словам, резервы этого направления еще не исчерпаны. Необходимо дальнейшее совершенствование конструктивных решений, а также систем электронного управления и контроля. При этом должен быть обеспечен надежный и устойчивый процесс сжигания всех сортов топлива, имеющихся на мировом рынке и обладающих самыми разнообразными характеристиками.

По мнению FEV, сочетание апробированных «внутренних» технологий снижения выбросов и

систем внешней очистки газов является наиболее реалистичным путем достижения целевых показателей на 2010 г. для США и Европы.

При выходе на новый уровень выбросов должны учитываться нормативы как US 2010, так и Евро-6, чтобы, ориентируясь на них, выработать надежные технические решения, сочетающие в себе экологическую безопасность и экономичность. По мнению Керфера, при создании новых конструкций решающее значение будут иметь вопросы стоимости и трудоемкости разработок. Если, например, на сегодняшний день в действующих макетах достигнуто значение давления впрыска топлива 3000 бар, то это еще не значит, что такие решения будут готовы к внедрению в серийное производство к 2010 г. Говоря об очистке газов, Керфер отметил, что перспективы метода селективной каталитической очистки (SCR) в Европе и в США различны: в то время как Европе уже существует обширная сеть сбыта технического карбамида, в Америке еще не решили, нужна ли им такая сеть. Признав, что основным направлением развития метода SCR является использование жидкого раствора карбамида, Керфер обратил внимание на присутствие этому методу конструктивные сложности и ограничения.

В некоторых случаях целесообразно рассмотреть возможность применения накопительного нейтрализатора («азотной ловушки»). С точки зрения затрат оба варианта — SCR и азотная ловушка — практически одинаковы; в первом случае основные расходы связаны с драгметаллами, во втором — с наличием дополнительного оборудования, включая насос и накопительный бак. Однако азотная ловушка увеличивает расход топлива, что делает данное решение неприемлемым для грузового транспорта.

В некоторых случаях может оказаться целесообразным гибридный вариант, т. е. комбинация метода SCR и азотной ловушки. Последняя может быть использована в течение ограниченного времени после холодного пуска, пока температура SCR реактора не достигнет значений, необходимых для его нормальной работы. Еще одно направление совершенствования SCR процесса — бортовой генератор аммиака, позволяющий отказаться от таких дополнительных компонентов, как бак жидкого аммиака с насосом. Все перечисленные варианты позволяют обеспечить более эффективное снижение выбросов во всем диапазоне режимов работы двигателя.

Еще одна область, где необходимы интенсивные исследования — это альтернативные топлива и, в частности, их влияние на характеристики двигателя, включая его ресурс. Ассортимент альтернативных топлив постоянно и

быстро растет, что делает изучение всех аспектов их применения актуальной и сложной задачей. Даже если ограничиться только обычным дизельным топливом, то, учитывая огромное его разнообразие во всем мире и быстрое расширение сферы применения дизелей, становится понятным объем работ, необходимых для создания надежного продукта.

Помимо разработки новых технологий для американского рынка, FEV ведет интенсивные исследования и в других направлениях, начиная от применения керосина в системах топливоподачи высокого давления вплоть до чистого биотоплива, или адаптации топлива B10 к серийной продукции, в первую очередь в том, что касается систем очистки газов. Кроме того, FEV имеет большой опыт в использовании водородного топлива. Водородными системами компания занимается с 1970 г.

Еще один резерв повышения экономичности и экологических показателей — оптимизация рабочего процесса с учетом индивидуальных свойств каждого конкретного вида топлива. В частности, использование водорода, обладающего значительно более высокой скоростью горения, позволяет обеспечить высокоэффективную работу на обедненной смеси при долевых нагрузках.

Недавно были опубликованы результаты проведенных FEV испытаний опытного двигателя, перевод которого с бензина на водород позволил повысить индикаторный КПД с 29 до 39 %.

Помимо альтернативных топлив, FEV участвует в нескольких программах создания транспортных средств с гибридным дизель-электрическим приводом; в рамках этих программ были разработаны несколько прототипов пассажирских внедорожников.

По словам Керфера, работа над гибридным приводом должна основываться на едином подходе с четко обозначенной целью; в данном случае такой целью может быть, например, оптимизация расхода топлива в функции от относительного времени работы автомобиля без использования ДВС с учетом характеристик трансмиссии.

Отвечая на вопрос о том, как скажется ужесточение экологических нормативов на программах создания новых двигателей, Керфер отметил, что, согласно прогнозам, стоимость разработки и производства существенно возрастет. Поэтому будет сохраняться тенденция к снижению числа базовых семейств двигателей; при этом будет расширяться область применения каждого типа двигателя при одновременной диверсификации его рынков сбыта и используемых видов топлив с учетом различных экологических стандартов. Это повлечет за собой усложнение конструкции

и большую гибкость в использовании таких комплектующих изделий, как системы впрыска, турбокомпрессоры и т. п.

FEV вносит свой вклад в этот процесс, разрабатывая новые более гибкие и надежные технологии с интеллектуальными адаптивными системами управления.

*The Broader View Of Emissions  
Diesel Progress International Edition,  
May–June 2008*

### **ПЕРЕСМОТР НОРМАТИВОВ ЕС, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ ТЕПЛОВОЗНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

В выпуске журнала «Euromot News» за май–июнь 2007 г. обсуждались нормативы выбросов, принятые директивой ЕС 1997/68/ЕС, с дополнениями согласно директивам 2002/88/ЕС (выбросы бензиновых двигателей малой мощности) и 2004/26/ЕС (двигатели и тепловозов и речных судов). Ниже приводится краткий обзор того, что было сделано в этой области за прошедшее время.

Службы Еврокомиссии завершили первую стадию пересмотра действующей редакции, и в конце декабря прошлого года опубликовали предварительный отчет по всем пунктам программы пересмотра. Были образованы рабочие группы из представителей всех заинтересованных сторон, которым было поручено заново оценить резервы дальнейшего снижения выбросов РМ и NO<sub>x</sub> для двигателей различных применений и обсудить необходимость изменений предельно допустимых значений для существующих уровней 3b и 4 (табл. 1).

Одновременно Главное Управление ЕС по промышленности и предпринимательству поручило независимой экспертной организации провести работу по оценке соответствующего экологического эффекта, которая должна быть завершена в текущем году. При этом должны быть оценены экономические, экологические и социальные последствия принятия нормативов, являющихся, согласно выводам предварительного отчета, технически осуществимыми, с тем, чтобы дать возможность законодателям обоснованно выбрать оптимальные решения.

Чтобы обеспечить экспертную организацию необходимой технической информацией со стороны двигателестроителей и других участников процесса, а также для оценки проделанной работы, ЕС продолжает устраивать регулярные встречи заинтересованных сторон. Ожидается, что результаты данной программы будут опубликованы осенью 2008 г.

В то же время следует иметь в виду, что сроки ввода в действие данных поправок еще необходимо обсудить с ЕС и Европарламентом, за

которыми, в соответствии с регламентом Евро-союза, остается последнее слово.

Вместе с тем, учитывая наличие целого ряда вопросов, по которым нужно будет принимать оперативные решения, органы Еврокомиссии сейчас обсуждают возможность применения упрощенной процедуры утверждения, называемой «comitology». Хартия ЕС предусматривает возможность принятия решений на уровне сообщества с помощью «комитета», состоящего из представителей государств-членов ЕС и действующего под председательством Еврокомиссии. Большая часть упомянутых выше оперативных вопросов, подлежащих рассмотрению таким комитетом, относится к расхождениям между нормативами ЕС и США, в частности в том, что касается свойств эталонных топлив, определения мощности двигателя, испытательных циклов для сертификации, надежности и гарантийных сроков для внешних систем газоочистки и т. п. В феврале нынешнего года запущен совместный проект Еврокомиссии и двигателестроителей по созданию портативных систем измерения вредных выбросов (Portable Emission Measurement Systems — PEMS), который посвящен, главным образом, эксплуатационным испытаниям и «хитростям» производителей, пользующихся несовершенством типовых испытательных циклов.

*Nonroad Engine Regulations Updated  
Diesel Progress International Edition,  
May–June 2008*

### **КАТАЛИТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ТЕПЛОВОЗНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Американская фирма «Harco Manufacturing Co.», производитель высокотехнологичных глушителей и устройств для очистки ОГ, недавно объявила о начале продаж катализатора (DOC — Diesel Oxidation Catalyst) для очистки выбросов тепловозов.

Это — совместная разработка «Harco» и «Motive Power Inc.», филиала «Wabtec Corp.» Каталитический преобразователь, названный «Harco Eliminator», расположен над дизелем на месте глушителя. Его габариты — 1330×740×770 мм. Конструкторам пришлось решать проблемы, типичные для тепловозной техники — как вписаться в ограниченное пространство под капотами и как обеспечить вибростойкость изделия. Надо было подумать и о том, как предотвратить засорение катализатора, снижающее его способность задерживать частицы сажи.

Первые испытания «Harco Eliminator» по методике федерального стандарта США для тепловозов и тепловозных двигателей (40 CFR Part 92) проводились на тепловозном дизеле EMD 16-645 F3B.

## Предварительный отчет за 2007: предложения заинтересованных сторон по пересмотру нормативов

Типы двигателей	Предложения заинтересованных сторон
<b>ДВС для стационарных установок (испытательный цикл С1)</b>	
Строительные машины, сельскохозяйственная техника и дизель-генераторы (мощность 37–560 кВт)	Не менять требования существующих этапов 3b и 4
Малые машины (мощность 0–8 кВт и 8–19 кВт)	1) оставить все без изменений; 2) полностью гармонизировать с нормами ЕРА (США); 3) 0–8 кВт — оставить все без изменений, 8–19 кВт — гармонизировать
Крупные машины ( $P_e > 560$ кВт)	1) оставить все без изменений; 2) выделить новый класс по мощности — $> 130$ кВт; 3) выделить новый класс по мощности — $> 560$ кВт
Специальные тракторы для садов и виноградников	Для них предлагается сделать исключения в части требований по этапам 3b и 4
Ввести более гибкие требования по относительным объемам выпуска (в существующей редакции — 20 % от годового выпуска)	1) оставить все без изменений; 2) увеличить долю от общего выпуска (вплоть до 50 %), а также допуск для малолитражных двигателей (пропорционально)
<b>Транспортные двигатели, кроме автомобильных (испытательный цикл С1)</b>	
Речной транспорт (CCNR: два уровня новых требований, вводимых одноэтапно в течение 2012/2016 гг. (EUROMOT: гармонизировано с ЕРА (США), один уровень для новых требований, вводимых в течение 2012–14 гг.)	1) оставить все без изменений; 2) продолжить работу над предложениями CCNR; 3) продолжить работу над предложениями Euromot
Железнодорожный транспорт (тепловозы и автомотрисы): ввод в действие этапа 3b	1) оставить все без изменений; 2) отложить этап 3b до 2016 г. и либо гармонизировать новые нормативы с ЕРА (США), либо установить их согласно Директиве по промышленным и транспортным двигателям (NRMM); 3) то же (п. 2), но с переносом срока ввода в действие для маломощных тепловозных двигателей (мощностью менее 560 кВт) на 2012 г.
Тепловозные двигатели (испытательный цикл F) двигатели автомотрис (испытательный цикл С1)	1) модифицировать испытательный цикл F согласно предложениям UIC; 2) оставить все без изменений; 3) признать равноценность циклов F и С1
Ремоторизация (в предположении, что существующий двигатель удовлетворяет требованиям этапа «X»)	1) оставить все без изменений; 2) разрешить замену только на двигатель, удовлетворяющий требованиям этапа «X+1»
<b>Двигатели SSI</b>	
Садовое оборудование, газонокосилки, легкие промышленные машины и легкие машины для лесной промышленности	Производители представляют свои предложения по исключениям из правил (система АВТ)
Снегоходы	1) оставить все без изменений; 2) гармонизировать с нормами ЕРА (США)

Таблица 2

## Ориентировочный план-график работы

Стадия	Ориентировочные сроки
Переоценка резервов снижения выбросов. Определение стратегических вариантов снижения выбросов	Этап 1 / 2007
Оценка экологического эффекта	Этап 2 / 2008
Разработка предложений	Этап 3 / 2009
Принятие совместного решения и перевод окончательного текста нормативов на официальные языки 27 стран-членов ЕС	Этап 4 / 2010–11
Портативные системы измерения вредных выбросов (PEMS): программа исследований	Этап 1 / 2008–10
Пилотная программа и проект нормативного документа	Этап 2 / 2011–13

По сообщению «Harco», испытания показали снижение содержания углеводородов в отработавшем газе в среднем на 37 % при работе на магистральном режиме, и на 48 % — при работе на маневровом режиме. Содержание окиси углерода снизилось на 38 % при работе на магистральном режиме, и на 32 % — при работе на маневровом режиме.

Содержание твердых частиц снизилось на 25 % при работе на магистральном режиме, и на 22 % — при работе на маневровом режиме. Каталитический преобразователь «Harco Eliminator» предназначен для модернизации действующих тепловозов. Существующая конструкция не является универсальной, т. е. подходит не для каждого двигателя или тепловоза. Однако путем определенных настроек она может быть приспособлена под тепловозные двигатели либо «General Electric», либо «Electro-Motive Diesel» (бывшее подразделение «General Motors»). Работу по адаптации «Harco» производит у себя на заводе.

Уже закончена установка преобразователя на 15 тепловозах, и ожидается заказ на переоборудование еще 26 тепловозов с двигателями EMD 16-645 F3B.

*Harco Catalysts Ride The Rails  
Diesel & Gas Turbine Worldwide,  
July—August 2008*

### НОВЫЙ ГЛУШИТЕЛЬ С КАТАЛИТИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ДЛЯ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ



Новое изделие ZCS/ZHS фирмы «Miratech Corp.» представляет собой глушитель со встроенным каталитическим преобразователем, предназначенный для газовых двигателей мощностью от 895 до 1860 кВт, работающих на обедненной смеси. Используемый в нем катализатор универсален в том смысле, что в один и тот же габарит можно поместить разное количество каталитических элементов в зависимости от конкретного применения; причем добавление новых слоев катализатора не вызывает повышения сопротивления на выпуске. Более того, сопротивление при этом может снижаться даже при восстановлении 99 % CO.

Кожух глушителя также выполнен по новой технологии, обеспечивающей двойную защиту от шума. Снижение уровня шума в блоке ZCS составляет от 22 до 29 дБа. Есть варианты, в которых шумоподавление доведено до 27–35 дБа. Изначально «каталитический» глушитель «Miratech»

создавался для трех моделей газовых двигателей «Caterpillar», но он также может применяться и для газовых двигателей «Waukesha», «Cummins» и «Jenbacher».

В основе системы ZCS/ZHS лежит прямоугольный каталитический элемент, используемый во всех вариантах данного глушителя. Выбор конфигураций элемента серии Z таков, что позволяет конечным пользователям получить именно тот объем катализатора, который необходим для выполнения требований по снижению вредных выбросов для данной установки.

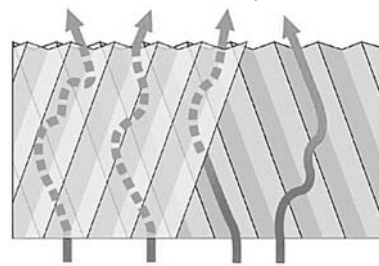
Использование одинаковых каталитических элементов позволяет заказчику, ранее вынужденным хранить у себя на складе элементы разных типоразмеров, обойтись хранением элементов одного типоразмера.

В элементах ZCS/ZHS используется новый тип прямоугольной турбулизирующей подложки «Vortex», на которую наносится слой драг-металлов. Подложка «Vortex» выполнена из нескольких слоев гофрированной фольги с наклонными каналами, которые накладываются один на другой с определенным сдвигом и перекрытием и скрепляются точечной сваркой. Такая конструкция несет в себе два существенных преимущества. Во-первых, она обладает значительно большей поперечной прочностью. Во-вторых, она обеспечивает дополнительную турбулизацию потока, что повышает эффективность катализатора без увеличения сопротивления.

Перекрывающиеся наклонные каналы образуют лабиринт, турбулизирующий поток газов по всей длине подложки «Vortex». Это означает, что для достижения одинакового результата, например, определенной степени снижения содержания CO и формальдегида — теперь потребуется меньшее количество катализатора.

Конструкция катализатора обладает исключительной прочностью. Тысячи точек сварки, скрепляющих между собой гофрированные пластины с косыми каналами, делают элементы «Vortex» намного прочнее и долговечнее традиционных подложек с прямыми каналами.

Запатентованный верхний элемент «Y-Top» с уплотнением по всему периметру практически полностью исключает утечку и байпас отработав-



ших газов, что является одним из факторов, обеспечивающих выполнения требований экологических стандартов штата Калифорния — самых жестких на территории США.

*New Catalyst Silencer for Natural Gas Engines  
Diesel & Gas Turbine Worldwide,  
July—August 2008*

### ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЕКТИВНОГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФИРМЫ «YARWIL» ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ $\text{NO}_x$ В ОТРАБОТАВШИХ ГАЗАХ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

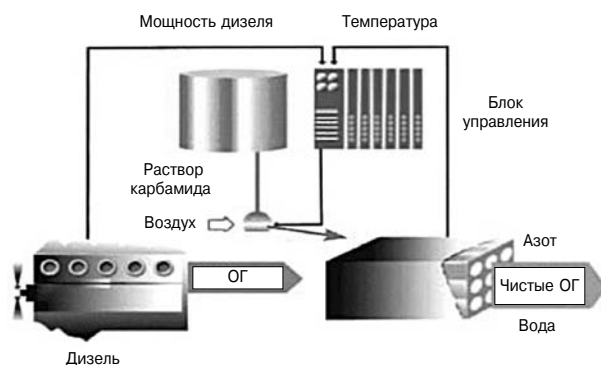
В последние годы все более острой становится проблема выбросов окислов азота ( $\text{NO}_x$ ) с отработавшими газами крупных судовых дизелей. Так, в американских портовых городах Лонг Бич и Лос-Анджелес на долю морских судов приходится более 36 % всех выбросов  $\text{NO}_x$ , что серьезно сказывается на экологической обстановке на побережье залива Сан Педро. В Норвегии эта цифра приближается к 37 %. По оценкам Еврокомиссии, к 2020 г. выбросы  $\text{NO}_x$  от морских судов превысят выбросы окислов азота от всех стационарных источников, вместе взятых.

Выбросы  $\text{NO}_x$  регламентированы Готенбургским протоколом, согласно которому страны-участницы обязуются не увеличивать или сократить эти выбросы, чтобы они в любом случае не превышали 195 000 т в год.

В Норвегии в 2006 г. выбросы  $\text{NO}_x$  на 25 % превысили лимит, установленный для этой страны Готенбургским протоколом на 2010 г.

Эти обстоятельства побудили норвежские фирмы «Yara International» и «Wilhelmsen Maritime Services» образовать совместное предприятие «Yarwil», специализирующееся на поставках оборудования для снижения  $\text{NO}_x$  в ОГ судовых двигателей. В дальнейшем «Yarwil» планирует расширить ассортимент своей продукции, включив в него средства для снижения содержания других вредных компонентов ОГ, в частности, окислов серы. Компания уже имеет опыт производства и поставок реагентов на основе аммиака и карбамида для систем очистки ОГ от  $\text{NO}_x$  на основе каталитического (SCR) и некаталитического (SNCR) восстановления, применяемых в электростанциях, установках для сжигания отходов, печах для обжига цемента, на нефтеперегонных заводах и тяжелых грузовиках.

Предлагаемая «Yarwil» технология снижения выбросов  $\text{NO}_x$  основана на методе SCR, широко используемом для очистки ОГ стационарных двигатель-генераторных установок, транспортных двигателей и двигателей промышленного назначения. Данная технология предусматривает впрыск раствора карбамида в поток горячих отработавших газов двигателя, в котором происходит разложение карбамида с образованием аммиака.



При прохождении отработавших газов через каталитический преобразователь аммиак вступает в реакцию с  $\text{NO}_x$ , в результате которой образуется чистая вода и азот.

Системы SCR в настоящее время достаточно широко используются для снижения  $\text{NO}_x$  в ОГ грузовых автомобилей. Их применение открыло возможность для продажи автомобилей с дизельным приводом «Mercedes-Benz», BMW, «Audi», VW и ряда других производителей во все 50 штатов США.

Используемый в процессе карбамид должен быть предварительно преобразован в аммиак. Такое преобразование происходит путем термолитиза, являющегося частью процессов SCR и SNCR. Продукты «Yarwil» представляют собой растворы чистого карбамида в деминерализованной воде с концентрацией 32,5 или 40 %.

Продукты «Yarwil» рассчитаны прежде всего на тех потребителей, которые подпадают под действие официальных ограничений на выбросы  $\text{NO}_x$ . Например, в Норвегии недавно введен налог в размере одной норвежской кроны на каждые 15 кг  $\text{NO}_x$ , попавших в атмосферу с ОГ судовых двигателей мощностью более 750 кВт; это относится и к иностранным судам, совершающим переход между норвежскими портами. Иначе говоря, новая технология наиболее актуальна для судов прибрежного плавания. В их число входят, главным образом, паромы, рыболовные суда и суда снабжения. Еще одна ближайшая область применения этой технологии — флот норвежских круизных судов, являющийся одним из крупнейших в мире. В отличие от газов, создающих парниковый эффект (например, двуокиси углерода),  $\text{NO}_x$  представляет, в основном, локальную проблему.

Уже сейчас данная технология достаточно широко применяется для очистки ОГ вспомогательных дизель-генераторов; теперь ее предстоит перенести и на главные судовые двигатели. Как считает фирма, этот метод позволит снизить выбросы  $\text{NO}_x$  от двигателей морских судов на 95 %.

*Yarwil deNOx Technology For Marine Markets  
Diesel & Gas Turbine Worldwide, April 2008*

**НОВАЯ РЕДАКЦИЯ  
ПРИЛОЖЕНИЯ VI К МАРПОЛ 73/78**

Проходившая в Лондоне с 6 по 10 октября 2008 г. 58-я сессия Комитета по Защите Морской Среды (МЕРС) Международной Морской Организации (ИМО) в числе прочих документов приняла новую редакцию Правил Предотвращения Загрязнения Атмосферы с Судов (Приложение VI к МАРПОЛ 73/78).

Ниже, в сокращенном виде, приводятся наиболее существенные, по сравнению с предыдущей редакцией, изменения, относящиеся к выбросам  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$ .

**Правило 13  
Окислы азота**

Новой редакцией правил предусмотрен поэтапный (Tier I—Tier III) ввод в действие новых нормативов. Согласно новым формулировкам, работа двигателей, установленных на судах, построенных в указанные ниже периоды времени, запрещена, если они не соответствуют предельно допустимым нормам выбросов  $\text{NO}_x$ , приведенным в таблице.

**Нормы выбросов  $\text{NO}_x$   
(приведенных к  $\text{NO}_2$ ) в г/кВт·ч**

Период постройки судна	Частота вращения вала двигателя, об/мин		
	< 130	≤ 130 < 2000	≥ 2000
01.01.2000—01.01.2011 (Tier I)	17,0	$45 \cdot n^{-0,2}$	9,8
01.01.2011—01.01.2016 (Tier II)	14,4	$44 \cdot n^{-0,23}$	7,7
01.01.2016—... (Tier III)*	3,4	$9 \cdot n^{-0,2}$	2,0

\* Только при нахождении судна в Зонах Контролируемых Выбросов. При нахождении судна вне Зон Контролируемых Выбросов действуют требования Tier II.

Судовые дизели мощностью свыше 5000 кВт с объемом цилиндра 90 л и более, установленные на судах, построенных в период с 1 января 1990 г. до 1 января 2000 г., должны удовлетворять требованиям уровня Tier-1.

**Сертификация двигателей**

При сертификационных испытаниях двигателей на соответствие нормам, приведенным в новой редакции Правила 13, должен применяться пересмотренный Технический Кодекс-2008 по  $\text{NO}_x$ .

Методика определения выбросов  $\text{NO}_x$ , изложенная в пересмотренном Техническом Кодексе-2008 по  $\text{NO}_x$ , рассчитана на нормальную работу двигателя. Использование некорректных методик контроля выбросов нарушает это условие и потому является недопустимым. Применение

настоящего правила не подразумевает отключения устройств управления, предназначенных для защиты двигателя и/или его вспомогательного оборудования от аварии или повреждений в результате возникновения нештатных условий, а также для обеспечения пуска двигателя.

**Оценка текущего состояния технологий снижения  $\text{NO}_x$**

Не ранее 2012 г., но и не позднее 2013 г., ИМО должна провести оценку текущего состояния мирового уровня технологий, необходимых для обеспечения ввода в действие требований, новой редакции Правила 13, и откорректировать при необходимости указанные в таблице временные рамки.

**Правило 14  
Окислы серы ( $\text{SO}_x$ ) и твердые частицы**

**Общие требования**

Массовое содержание серы в любом из топлив, используемых в судовых двигателях, не должно превышать:

- 1) 4,50 % — до 1 января 2012 г.;
- 2) 3,50 % — начиная с 1 января 2012 г.;
- 3) 0,50 % — начиная с 1 января 2020 г.

Среднее содержание серы во флотских мазутах на мировом рынке должно контролироваться с учетом руководящих материалов, разработанных Организацией<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> МЕРС.82(43), «Guidelines for Monitoring the World-wide Average Sulphur Content of Residual Fuel Oils Supplied for Use On Board Ships».

**Требования при работе в Зонах Контролируемых Выбросов**

С точки зрения применения настоящего правила, Зонами Контролируемых Выбросов считаются:

- 1) акватория Балтийского моря, определенная правилом 1.11.2 Приложения I, и акватория Северного моря, определенная правилом 5(1)(f) Приложения V; а также
- 2) любая другая морская акватория, определенная Организацией в соответствии с критериями и процедурами, изложенными в приложении III к настоящему Приложению.

При работе судов в Зоне Контролируемых Выбросов массовое содержание серы в топливах, используемых в судовых двигателях, не должно превышать следующих пределов:

- 1) 1,50 % — до 1 июля 2010 г.;
- 2) 1,00 % — начиная с 1 июля 2010 г.;
- 3) 0,10 % — начиная с 1 января 2015 г.

Содержание серы в топливах, упомянутых в настоящих правилах, должно быть документировано поставщиком топлива.