

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НОРМ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ДИЗЕЛЕЙ

Л.А. НОВИКОВ, к.т.н., доц.
ООО «ЦНИДИ-Экосервис»

Требования к показателям выбросов

Суммарная установленная мощность находящихся в эксплуатации транспортных и стационарных двигателей составляет приблизительно 1400 млн кВт, что в 5,5 раз превышает установленные мощности всех ТЭЦ. Двигатели потребляют более 80 % жидкого нефтяного топлива, которого по официальным статистическим данным производится в России более 70 млн т. (около 27 млн т бензинов и авиационного керосина и 48 млн т дизельного и моторного топлива), а также 0,9 млн т смазочного масла. В результате сжигания этого количества топлива в атмосферу выбрасывается более 10 млн т вредных веществ. На двигатели судового, тепловозного и промышленного применения приходится около 11 % глобальных выбросов. При этом загрязнение воздуха выбросами автомобилей доминирует в городах (по разным оценкам от 80 до 90 %), в то время как вблизи портов, крупных железнодорожных узлов, в промышленных зонах подобный локальный уровень загрязнения создается выбросами дизелей судового, тепловозного и промышленного применения.

Экологическая безопасность двигателей оценивается нормируемыми и ненормируемыми компонентами, опасность которых общепризнана. Нормируемые показатели определяются техническим уровнем двигателей и их предельные значения установлены международными и национальными стандартами. Динамика изменения норм вредных выбросов рассматриваемого класса

Таблица 1

Нормы выбросов NO_x для судовых дизелей (Приложение VI МАРПОЛ 73/78)

Период действия	e _{NO_x} , г/кВт·ч при номинальной частоте вращения n, об/мин			Испытательная процедура
	≤ 130	от 130 до 2000	≥ 2000	
01.01.2000-01.01.2011 (Tier I)	17,0	45·n ^{-0,2}	9,8	4-ступенчатые циклы E2, E3 (ISO 8178/4) цикл D2
01.01.2011-01.01.2014 (Tier II)	14,4	44·n ^{-0,23}	7,7	
После 01.01.2014* (Tier III)	3,4	9·n ^{-0,2}	2,0	

* В зонах контролируемых выбросов.

Таблица 2

Нормы выбросов ЕС для тепловозных дизелей (Директива 2004/26/ЕС)

Год	Номинальная мощность P _e , кВт	Выбросы, г/кВт·ч				Испытательная процедура
		NO _x	СН	СО	PM	
Тепловозы						
2007	От 130 до 560	4,0		3,5	0,2	3-ступенчатый цикл F (ISO 8178)
2009	От 560 до 2000	6,0	0,5	3,5	0,2	
2009	Более 2000	7,4	0,4	3,5	0,2	
2012	Более 130	4,0		1,5	0,025	
Автомобильные						
2006	Более 130	4,0		3,5	0,2	8-ступенчатый цикл C1 (ISO 8178/4)
2012	Более 130	2,0	0,19	1,5	0,025	

дизелей на ближайшую перспективу, в области применения международного права (ИМО, ЕС), представлена в табл. 1 и 2.

Выполненные нами расчеты образования вредных выбросов в дизелях и многочисленные эксперименты показали, что совокупный эффект по снижению выбросов, полученный за счет совершенствования конструкции камеры сгорания и систем двигателя, улучшения качества топлива, позволяет обеспечить соответствие нормам, вводимым в действие в 2009–2011 гг. Однако после 2012–2014 гг. достижение установленных пределов возможно только за счет эффективных технологий очистки газов.

Перспективные технологии очистки газов

Перспективная технология плазменно-химической очистки газов находится пока в стадии лабораторных экспериментальных исследований, однако в научном заделе нашей компании имеются более глубоко проработанные технологии, близкие к промышленному внедрению.

Для обеспечения работоспособности и сохранения высокой эффективности катализаторов создана система защиты катализаторов, обеспечивающая коагуляцию, улавливание и дожигание сажи. Устройство, в котором накапливаются частицы, выполнено из пенометалла ячеистой структуры и фильтроэлемент периодически регенерируется за счет разогрева токами высокой частоты (ТВЧ).

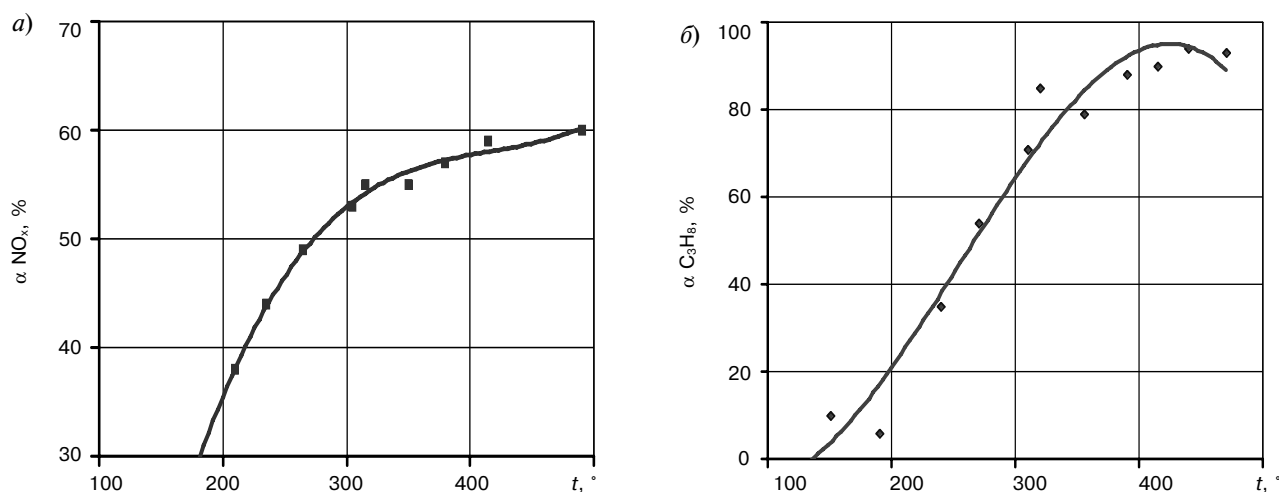


Рис. 1. Эффективность SCR-CH процесса в газодизеле 4C10,5/13 мощностью 30 кВт ($\text{NO}_x = 700\text{--}1100 \text{ ppm}$, $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,77 \%$, $V_{exh} = 4,8 \cdot 10^4 \text{ л/ч}$):

a — конверсия NO_x; *b* — конверсия пропана

В дополнение к традиционным технологиям, таким как селективное каталитическое восстановление NO_x аммиаком (SCR-процесс), продолжают развиваться новые технологии очистки отработавших газов, обладающие лучшими эксплуатационными свойствами. Для применения в газовых двигателях имеет отличные перспективы использования процесс каталитического восстановления NO_x пропаном (SCR-CH процесс). Его эффективность (рис. 1) несколько уступает процессу с аммиаком, но бесспорными преимуществами являются применение промышленно освоенных катализаторов и отсутствие токсичного восстанавливающего реагента, расход которого в SCR-процессе составляет 5–7 % от расхода топлива.

Для применения в дизелях разрабатываются параметры процесса и рецептура катализаторов для каталитического восстановления NO_x компонентами дизельного топлива. Возможность применения в реакции восстановления NO_x паров дизельного топлива имеет реальную пер-

спективу массового использования таких реакторов для очистки газов на транспорте, в отличие от SCR-реакторов с аммиаком.

Резюме

Проблема достижения действующих технических нормативов выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов современных российских двигателей является комплексной и ее решение требует совместных усилий конструкторов, производителей двигателей и производителей топлива.

Возможности сокращения выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов современных двигателей, работающих на нефтяном топливе, приближаются к своему пределу.

Независимо от вида топлива, сгорающего в поршневой машине, актуальность разработок в области создания новых технологий очистки газов возрастает. При этом преимущественное развитие получают технологии, не использующие в процессе очистки газов дефицитных материалов и дополнительных реагентов.

Литература

1. Новиков Л.А. Основные направления создания малотоксичных транспортных двигателей // Двигателестроение. — 2001. — № 2–3. — С. 21–27, 32–34.

2. Кулешов А.А., Новиков Л.А. Создание малотоксичных дизелей для горно-транспортной техники // Горный журнал. — 2002. — № 11–12. — С. 65–70.