

СПОСОБЫ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ В ВЫПУСКНОЙ СИСТЕМЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Д.А. Чернецов, В.П. Капустин

ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор И.М. Курочкин

Ключевые слова и фразы: двигатели внутреннего сгорания; дизельные двигатели; выбросы окислов азота; выбросы сажи; нейтрализация отработавших газов.

Аннотация: Представлен анализ способов нейтрализации отработавших газов в выпускной системе дизельных двигателей. Обоснована неконкурентоспособность пламенной, жидкостной и термokatалитической нейтрализации.

Промышленность стран ЕЭС постепенно, ориентируясь на Евростандарты, совершенствует выпускаемые двигатели внутреннего сгорания (ДВС). С 01.10.99 вступили в действие нормы Евро-3.

В настоящее время нормам Евро-2 по уровням вредных выбросов удовлетворяют автомобильные дизели фирм DAF, Mercedes, Cummins, MAN, IVECO, Scania, Volvo, Renault. В России на уровень Евро-1 вышли дизели АО «КАМАЗ», АО «Барнаултрансмаш», ОАО «Алтайдизель» и ведутся интенсивные работы, направленные на снижение уровня вредных выбросов до норм Евро-2.

В табл. 1 представлены нормы Евростандартов для автомобильных двигателей [1].

Таблица 1

Нормы Евростандартов для двигателей автомобилей

Евростандарты	Компоненты отработавших газов, г/(кВт·ч)			
	Окислы азота NO _x	Твердые частицы	Углеводороды C _x H _y	Окись углерода CO
Евро-0	14,40	0,70	3,50	14,0
Евро-1	8,00	0,36	1,10	4,50
Евро-2	7,00	0,15	1,10	4,00
Евро-3	5,00	0,10	0,60	2,00

Чернецов Дмитрий Александрович – аспирант кафедры «Автомобильная и аграрная техника», e-mail: Black777780@mail.ru; Капустин Василий Петрович – доктор технических наук, профессор кафедры «Автомобильная и аграрная техника», ТамбГТУ, г. Тамбов.

Всеми исследователями, в том числе фирмой AVL, выполнение норм Евро-3 связывается с применением каталитических нейтрализаторов отработавших газов (ОГ) для всех типов ДВС. Проведенный анализ состояния работ по нейтрализации отработавших газов ДВС говорит о том, что к числу перспективных путей ее развития далее не могут быть отнесены следующие: пламенная нейтрализация (ПН), жидкостная нейтрализация (ЖН), термокаталитическая нейтрализация (ТКН) и ряд других, разработке которых были посвящены исследования, начиная с 1965–1966 годов [2].

В настоящее время стали известны данные о производстве автомобилей с нейтрализаторами в 1996 году, представленные в табл. 2.

Пламенная нейтрализация отработавших газов неконкурентоспособна ввиду того, что требует дополнительного расхода топлива, затрат энергии на поддержание пламени, подачу воздуха. Кроме этого ПН имеет низкую эффективность очистки ОГ от NO_x , C_xH_y , CO и сажи, высокую пожароопасность, необходимость системы автоматики.

Жидкостную нейтрализацию используют как дополнительную с другими видами нейтрализации только для снижения температуры ОГ на выходе из системы выпуска. К числу отрицательных факторов ЖН относятся следующие: увеличение габаритов техники, существование паров химических реагентов, испаряемых ОГ, большой расход жидкости и реагентов. Таким образом, системы ЖН неконкурентоспособны по сравнению с другими системами нейтрализации ОГ.

Термокаталитическая нейтрализация ОГ разработана достаточно хорошо, зарекомендовала себя высокой степенью очистки, особенно от окислов азота. С другой стороны, ТКН громоздки, тяжелы, не могут быть размещены вместо глушителей, расход топливодвигателя с ТКН увеличивается на 15 %. Установка ТКН на транспортных средствах требует надежной системы автоматики для обеспечения согласования системы подогрева ОГ с режимами эксплуатации двигателя [3].

Основное противоречие дизеля между снижением выбросов сажи и окислов азота: улучшая один параметр, неизбежно ухудшаем второй [4].

Таблица 2

Автомобили, выпущенные в 1996 году, тыс. ед.

Страна	Всего	Автомобили с нейтрализаторами ОГ
Германия	5078	2133
Бельгия	1220	281
Франция	3175	1143
Великобритания	1467	484
Италия	1341	281
Испания	1822	291
Украина	94	0
Россия	745	Доля в экспорте
Япония	7801	3354
США	6843	3627

Современные комплексные системы очистки ОГ для дизелей состоят из каталитических и жидкостных нейтрализаторов, а также сажевых фильтров [3].

Система DRNR одновременно обезвреживает и канцерогенные частицы сажи, и просто вредные окислы азота. Главную роль играет новый микропористый керамический фильтр, покрытый слоем накапливающего азот материала и катализатором на основе платины. Во время работы двигателя на бедной смеси частицы сажи окисляются атомарным кислородом, освобождающимся при соединении NO и O₂ из выхлопных газов в процессе накопления NO₂. Периодически, когда компьютер кратковременно обогащает смесь, эти частицы окисляются кислородом, возникающим теперь уже при разложении накопленных окислов в безвредный азот.

DPNR показала снижение содержания сажи и NO_x на 80 % по сравнению с действующими сегодня нормами, но она применима лишь для дизелей последнего поколения, работающих с системой «Common Rail» [4].

Плазменный нейтрализатор – один из альтернативных методов нейтрализации отработавших газов. Исследования в Японии, США и России привели к созданию экспериментальных образцов оборудования, основанного на плазменных технологиях [5].

По предварительным расчетам плазменная очистка обойдется в 1,5–2 раза дешевле, чем в многокомпонентных устройствах, так как при этом не требуется использовать благородные металлы, значительно увеличивается ресурс систем нейтрализации, сокращается время на их техническое обслуживание [5].

Система Selective Catalytic Reduction (SCR) создана специалистами DaimlerChrysler [3]. Принцип действия системы SCR заключается в химической реакции аммиака с окисью азота выхлопных газов, в результате которой образуются безвредный азот и водяной пар. Известный концерн Total в свое время создал безопасный заменитель аммиака, разработанный на водной основе и соответствующий стандартам DIN 70070. Сегодня он широко применяется в сельском хозяйстве, текстильной промышленности, а также при изготовлении косметики и парфюмерии. Данная жидкость – совершенно не токсичная, без цвета и запаха – в «автомобильном» исполнении называется AdBlue.

Средний расход «голубой» жидкости – около 6 % от потребляемого автомобилем дизтоплива: например, для магистрального тягача он составляет около 2 л на 100 км. Таким образом, 100-литрового бака с AdBlue хватит на 5000 км пути.

Очень важно, что моторы с системой SCR существенно экономичнее: например, на дальнебойных грузовиках расходуется на 30 % меньше топлива. А чем выше экономия, тем меньше содержание вредных веществ в выхлопных газах.

Однако нужно решить еще одну важную проблему – создать разветвленную сеть специальных автозаправочных станций, на которых можно будет заправляться топливом AdBlue.

Таким образом, в настоящее время более актуальными становятся комплексные системы очистки ОГ дизелей, в которых используются каталитические и жидкостные нейтрализаторы. Применение таких систем позволяет значительно снизить токсичность ОГ дизелей.

Список литературы

1. Гзовский, М. Твердый курс ЕВРО / М. Гзовский // За рулем. – 2002. – № 5. – С. 88–91.
 2. Алексеев, А. Экологический триптих / А. Алексеев, М. Козлов // За рулем. – 1998. – № 6. – С. 112–115.
 3. Макаров, Ю. Нейтрализатор или наше будущее? / Ю. Макаров // За рулем. – 1997. – № 7. – С. 74–75.
 4. Казаков, Н. Экологическая безопасность транспорта / Н. Казаков, И. Мельникова // Автобизнесмаркет. – 2004. – № 14. – С. 12–15.
 5. Воробьев-Обухов, А. Плазматрон-нейтрализатор / А. Воробьев-Обухов, В. Стрелков // За рулем. – 2001. – № 3. – С. 64–67.
-

Ways of Fulfilled Gases After-Treatment in Diesel Engines Exhaust System

D.A. Chernetsov, V.P. Kapustin

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: diesel engines; fulfilled gases after-treatment; internal combustion engines; NOX emission; smoke emission.

Abstract: The paper presents the analysis of modes of fulfilled gases after-treatment in the diesel engines exhaust system. Non-competitiveness of flame, fluid and thermo-catalytic ways of after-treatment is proved.

© Д.А. Чернецов, В.П. Капустин, 2010