

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА

САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ

Материалы и технологии

Сборник научных трудов

Под редакцией
доктора физико-математических наук,
профессора *В.В. Евстигнеева*
кандидата физико-математических наук *В.М. Белова*

716594



НОВОСИБИРСК
"НАУКА"
2001

фронта горения от начальной температуры в технологиях СВ-синтеза	132
<i>В.В. Евстигнеев, П.Ю. Гуляев, В.И. Яковлев, К.В. Егоров, А.А. Гладыш.</i> Многоканальная оптическая схема измерения энергетических характеристик твердых частиц в сверхзвуковом детонационно-газовом потоке	136
<i>В.В. Евстигнеев, А.В. Еськова, И.Е. Карлов.</i> Испытательный стенд для исследования рассеяния света топливно-воздушным потоком	139
<i>П.Ю. Гуляев, А.В. Еськова, В.В. Евстигнеев, И.Е. Карлов.</i> Методика диагностики качества распыливания топлива дизельными форсунками по ограниченному набору эталонов	143
<i>М.А. Гумирова, И.В. Карелина.</i> Методика цифровой обработки микроструктуры дисперсных сред	148
<i>М.А. Гумирова.</i> Изучение фронта горения СВ-синтеза в системе Ni—Al оптоэлектронными методами	163
<i>В.В. Евстигнеев, В.И. Яковлев, П.Ю. Гуляев, Е.В. Шарлаев, А.П. Гладыш.</i> Интегральная экспресс-диагностика параметров тепло-массопереноса твердой фазы в детонации	172
<i>П.Ю. Гуляев, А.В. Долматов.</i> Байесовский подход в интегральных методах оптического контроля параметров реакции СВС и топливных струй	178

Часть III

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ	186
<i>В.В. Евстигнеев, С.В. Краснощекоев, В.Ю. Фалимонов.</i> Определенные кинетических параметров СВ-синтеза бинарной системы Ti—Al	186
<i>В.Л. Орлов, А.В. Орлов, Д.С. Тулицын, А.Г. Малышкина.</i> Внутренние напряжения, создаваемые избыточными точечными дефектами в металле	192
<i>В.Л. Орлов, А.В. Орлов, Д.С. Тулицын.</i> Нелинейность в зависимости упругих напряжений от концентрации вакансий в металле	196
<i>В.Л. Орлов, А.В. Орлов, Д.С. Тулицын.</i> Образование сверхрешетки пор при радиационном воздействии на металлические материалы	201
<i>А.В. Векман, Б.Ф. Демьянов.</i> Механизмы атомной перестройки границ зерен общего типа в алюминии	203

<i>О.А. Шкода, О.Г. Терехова, Л.Д. Чалых.</i> Влияние механической активации исходных компонентов на СВС спиллинов нитрида	216
<i>Э.И. Перов, А.А. Бондарев.</i> Газотранспортные реакции в методе СВС	221
<i>А.А. Бондарев, Э.И. Перов.</i> Расчет температур горения сложных металлотермических составов	226
<i>В.Б. Маркин, Л.М. Анискина, С.В. Анашкин.</i> Подбор матрицы в проектировании односторонних волоконистых композиционных материалов с учетом теории монолитности	233
<i>Т.М. Халина, М.В. Халин, А.В. Жуikov.</i> Расчетные модели электрической и тепловой проводимости электропроводящих композиционных материалов	237
<i>А.Л. Новоселов, А.А. Мельберг, А.В. Угасфук, А.А. Коростелев.</i> Метод определения теплоемкости зернистого слоя в каталитических нейтрализаторах автомобильных двигателей	247
<i>И.Е. Стручева, О.В. Рубцова, М.К. Котвинова, В.А. Новоженко.</i> Синтез и рентенографические исследования фаз в системе тербий—алюминий	252
<i>В.М. Белов, С.А. Гончаров, М.В. Лукьянцева, В.И. Прохубицкий.</i> Алгоритмы прямоугольника в методе центра неопределенности при абсолютно точном измерении входной и неточном измерении выходной переменных	255

Часть IV

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ	264
<i>М.В. Лукьянцева, В.М. Белов.</i> Моделирование процессов переноса и выпадения радиоактивных веществ из атмосферы	264
<i>А.Л. Новоселов, А.Ф. Нечунаев, С.А. Егоров, А.А. Новоселов, В.В. Яковлев, Е.М. Артеменко.</i> Нейтраллизаторы на основе пористых проникаемых СВС-структур для рудолостановочных машин	276

НЕЙТРАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ ПОРИСТЫХ ПРОНИЦАЕМЫХ СВС-СТРУКТУР ДЛЯ РУДОДОСТАВОЧНЫХ МАШИН

А.Л. Новоселов, А.Ф. Нечунаев, С.А. Егоров,
А.А. Новоселов, В.В. Яковлев, Е.М. Артеменко

Основным приводом техники в горно-добывающей промышленности в России и за рубежом продолжают оставаться дизели, выбрасывающие с отработавшими газами значительное количество токсичных веществ в атмосферу шахт, тоннелей, разработок и создающие опасные ситуации с точки зрения обеспечения жизнедеятельности персонала предприятий.

Предельно допустимыми выбросами для дизелей, эксплуатируемых в условиях ограниченного воздухообмена под землей, установленными Госстандартом, являются (% по объему): по окиси углерода (СО) — 0.2 до устройств очистки и 0.08 — после; по окислам азота (NO_x) — 0.07 до устройств очистки и 0.001 — после. Минимальная удельная подача воздуха в шахты установлена в размере $408 \text{ м}^3/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$. Одним из эффективных путей снижения вредных выбросов дизелей является каталитическая нейтрализация отработавших газов.

Многоступенчатые каталитические нейтрализаторы СВС-блоками были разработаны на автозаводном факультете АлтГТУ им. И.И. Ползунова при непосредственном участии авторов настоящей работы. Особенность их конструкции состоит в том, что на базе универсальных корпусов и ряда комплектующих, а также СВС-каталитических блоков удалось сконструировать нейтрализаторы под заданные параметры очистки газов при допустимых противодавлениях на выпуске дизелей.

Одна из таких конструкций каталитического нейтрализатора защищена патентом Российской Федерации № 2075606 [1]. Испытания данного каталитического нейтрализатора проведены на стенде с дизелем D-442 мощностью 107 кВт с удельным расходом

© А.Л. Новоселов, А.Ф. Нечунаев, С.А. Егоров, А.А. Новоселов,
В.В. Яковлев, Е.М. Артеменко, 2001

топлива $g_e = 218 \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$, угаром масла в пределах 0.3-0.1 %, собранным согласно ТУ-23.3.38-89.

Стенд оборудовался по ГОСТ 18509-88 и дооснаждался измерительной аппаратурой согласно ГОСТ 17.2.2.01-84, ГОСТ 17.2.2.02-86 и ГОСТ 17.2.2.05-86. Испытания проведены по 10-режимному испытательному циклу с определением удельных окислительных выбросов по основным токсичным компонентам: окислам азота, окиси углерода, углеводородам и твердым частицам (ТЧ) в составе отработавших газов. Результаты оценки приведены в табл. 1 (дизель D-442 (4ЧН 13/14) с каталитическим нейтрализатором отработавших газов).

Как видно из этих данных, выполнение требований норм ЕВРО-3 в случае использования предлагаемого нейтрализатора возможно лишь по выбросам углеводородов C_xH_y . Выбросы окислов азота остаются в 1.52 раза выше допустимых. При изменении регулировки угла опережения начала подачи топлива θ с 31 до 28 град поворота коленчатого вала до верхней мертвой точки обеспечивается приближение уровня вредных выбросов с отработавшими газами к нормам ЕВРО-3. Необходимо отметить, что при уменьшении нейтрализатора при стандартных регулировках топливной аппаратуры дизеля уже приводит к снижению выбросов токсичных компонентов: NO_x — в 1.98 раза; C_xH_y — в 3.3; СО — в 3.58; ТЧ — в 2.4 раза.

В рассматриваемой конструкции нейтрализатора каталитические СВС-блоки имеют различный состав, соответствующий их

Т а б л и ц а 1
Эффективность очистки отработавших газов дизеля D-442 в каталитическом нейтрализаторе по патенту РФ № 2075606

Токсичный компонент	Оценочные показатели, г/(кВт·ч)				Преышительные нормы стандарта ЕВРО-3
	Допустимые нормы		Действительные выбросы		
	по стандарту ЕВРО-3	по ГОСТ 17.2.2.05-85	без нейтрализатора	с нейтральным катализатором	
NO_x	5.00	22.00	18.13	9.15	7.62
СО	2.00	10.00	10.30	2.88	2.93
C_xH_y	0.60	3.50	0.69	0.21	0.44
ТЧ	0.10	—	0.24	0.15	0.13

предназначению. Состав шихты для каталитических блоков был разработан О.А. Лебедевой и сотрудниками лаборатории СВС-технологий под руководством В.В. Евстигнеева. Эффективность каталитического нейтрализатора, рассчитанная по методике, предложенной А.А. Новоселовым и В.А. Синицыным [2], составила $\eta_{\text{кн}} = 0.495$.

Результаты испытаний каталитического нейтрализатора по нагрузочной характеристике дизеля D-442 при 2000 мин⁻¹ показали, что снижение вредных выбросов связано с режимами работы дизеля через показатели коэффициента избытка воздуха и температуры отработавших газов.

При нагрузках 0.50, 0.75, 1.00 эффективность очистки по отдельным компонентам составляет соответственно (%): по NO_x — 62...74...73; по ТЧ — 58...78...72; по CO — 50...70...69; по C_xH_y — 65...46...68.

В целях сохранения тепла в реакторах, сокращения теплоотдачи через стенки корпусов нейтрализаторов используют теплоизоляцию, выполняемую из обмотки асбестовым шнуром, оберстки асбестовым листом или обмотки асбоглиной. Так поступали и в АТГТУ им. И.И. Ползунова до разработки газмы нейтрализаторов, в конструкциях которых теплоизоляция реакторов осуществляется за счет коаксиальной установки пористых пронищаемых металлокерамических блоков с воздушно-газовым зазором с корпусами. Одна из таких конструкций защищена патентом Российской Федерации № 2075608 [3].

Испытания этого нейтрализатора, как и предыдущего, провели на стенде с дизелем D-442 (4ЧН13/14) по 10-режимному циклу и нагрузочной характеристике при 2000 мин⁻¹. В табл. 2 представлены данные оценки эффективности каталитической очистки отработавших газов дизеля D-442. Как видно, удельные оценочные выбросы дизеля по C_xH_y соответствуют нормам ЕВРО-3, по остальным компонентам отработавших газов весьма близки к ним. Последнего можно добиться регулировками топливной аппаратуры и фаз газораспределения.

Пористые пронищаемые каталитические блоки нейтрализатора были изготовлены с применением СВС-технологий. Средний диаметр пор для окислительных блоков составляет 180 мкм, для

Эффективность очистки отработавших газов дизеля D-442 в каталитическом нейтрализаторе по патенту РФ № 2075608

Токсичный компонент	Оценочные показатели, г/(кВт·ч)				Предела-ние нормы стандарта ЕВРО-3
	Допустимые нормы		Действительные выбросы		
	по стандарту ЕВРО-3	по ГОСТ 17.2.2.05-85	без нейтрализатора	с нейтрализатором	
NO _x	5.00	22.00	18.13	7.11	1.720
CO	2.00	10.00	10.30	2.72	1.360
C _x H _y	0.60	3.50	0.69	0.14	0.233
ТЧ	0.10	—	0.24	0.11	1.100

восстановительных — 160 мкм. При этом на режиме номинальной мощности при 2000 мин⁻¹ противодействие выпуску составило 670 мм вод. ст., что позволяет эксплуатировать дизель без ощутимого снижения мощности и топливной экономичности.

Испытания каталитического нейтрализатора по нагрузочной характеристике дизеля D-442 показали, что на холостом ходу возможно снижение выбросов (%): по NO_x — на 12; по ТЧ — на 50; по CO — на 60; по C_xH_y — на 68. В то же время при полной нагрузке снижение выбросов составляет по компонентам (%): 73; 74; 62; 79 соответственно.

Эффективность каталитической очистки, определенная по предложенной ранее методике, составила $\eta_{\text{кн}} = 0.498$.

Результаты применения предложенной конструкции каталитического нейтрализатора дают основание рекомендовать ее для установки на рудодоставочные машины с дизельным приводом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. РФ 2075606, МПК F 01 № 3-27. Нейтрализатор отработавших газов / А.Л. Новоселов, А.А. Новоселов. — Оpubл. 20.03.97, Бюл. № 8.
2. Новоселов А.Л., Унгефук А.В., Мельберг А.А., Новоселов А.А. Оценка эффективности очистки отработавших газов дизелей в каталитических нейтрализаторах // Двиглестроение. — 2000. — № 3. — С. 35–36.
3. Пат. РФ № 2075608, МПК F 01 № 3-27. Каталитический нейтрализатор отработавших газов / А.Л. Новоселов, А.А. Мокров. — Оpubл. 20.03.97, Бюл. № 8.