

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВС-НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ Ni_3Al И ЦЕОЛИТОВ

П. Ю. Гуляев, М. К. Котванова, И. В. Милюкова, С. С. Павлова,
И. Е. Стась, А. Е. Серегин, А. Л. Трифонов
Югорский государственный университет
г. Ханты-Мансийск

Глобальной мировой проблемой нашего времени является выброс в атмосферу отработанных выхлопных газов и продуктов неполного сгорания углеводородных топлив. Наличие каталитических фильтров-нейтрализаторов стало обязательным элементом сертификации автомобилей по стандартам ЕВРО-3 и ЕВРО-4.

Цель данной работы – показать возможности новых наноматериалов для создания регенерируемых фильтров-нейтрализаторов большой производительности и замещения дорогостоящих платины, палладия, родия в таких устройствах. Хорошей альтернативой благородным каталитическим металлам является никель и его сплавы [2].

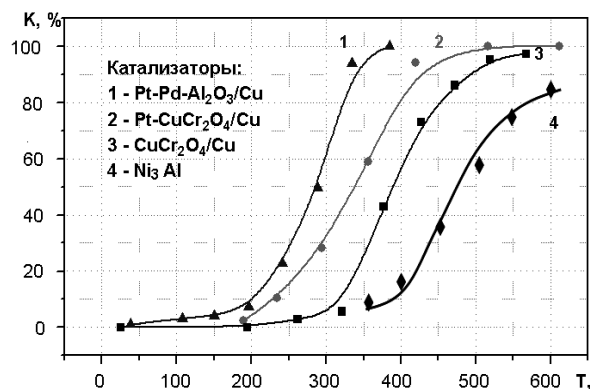


Рисунок 1 – Влияние температуры газов на качество очистки их в СВС-катализаторе [2]

Получение пористых проницаемых материалов (ПМ) для фильтрующих патронов из металлов и металлокерамики ограничено размерами используемых высокотемпературных печей. Габариты таких фильтров не превышают 1 м, а рабочая поверхность 0,5 м². Внепечные технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) пористых проницаемых материалов из ультрадисперсных порошков не только снимают эти ограничения, но и расширяют возможности изготовления фильтров-

катализаторов с программируемыми структурами от масштабов пор до наноструктуры поверхности каталитического материала. На примере системы Ni-Al было показано [3], что пористость ПМ наследуется конечным продуктом СВС от структуры исходной упаковки порошков Ni и Al, при формировании естественной насыпной плотности в пределах 50-65%, и хорошо моделируется по величине свободной поверхностной энергии и площади наноразмерных электропроводных контактов Ni, определяемых экспериментально.

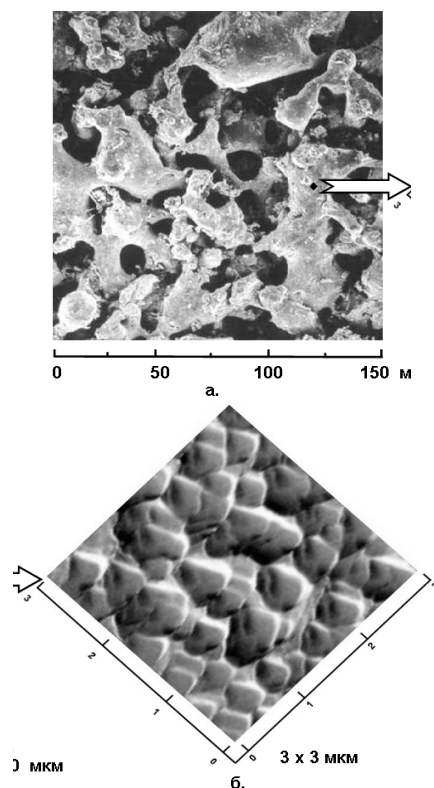


Рисунок 2 – Морфология пор (а.) и АСМ-скан наноструктуры (б.) каталитической поверхности СВС-фильтра из Ni_3Al

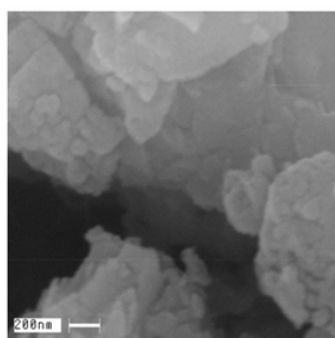
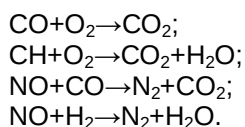
Механизм формирования структуры пористого ПМ включает несколько стадий по схеме: $3\text{Ni} + \text{Al} \rightarrow \text{NiAl} + 2\text{Ni} + \text{Q}(\text{тепло}) \rightarrow \text{Ni}_3\text{Al}$. Наноструктура каталитической поверхности

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2010

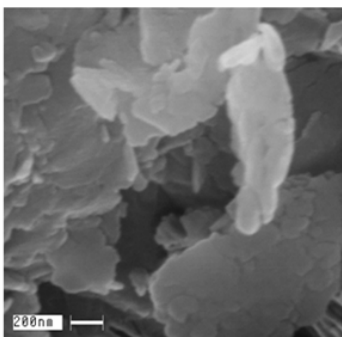
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВС-НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ Ni_3Al И ЦЕОЛИТОВ

объясняется появлением трехмерных зародышей в тонком слое промежуточных («виртуальных») интерметаллидов.

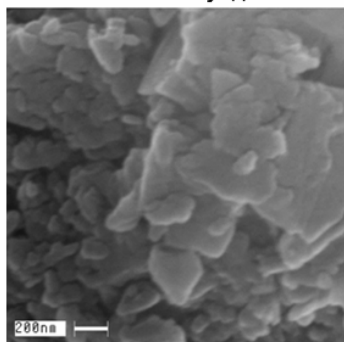
Выхлопные газы, содержащие в себе соединения CO , CH , NO_x , проходя через полученный пористый материал окисляются или восстанавливаются до CO_2 , N_2 , H_2O . Реакции окисления или восстановления имеют вид:



МА - 40 секунд



МА - 80 секунд



МА - 160 секунд

Рисунок 3 – Морфология частиц цеолита (клиноптилолита) после механоактивации (МА) на установке АГО-3 (400 Дж/г)

В качестве избирательного к CO_2 , CO молекулярного сита и сорбирующего наполнителя фильтр-патрона предлагается использовать порошок модифицированного с помощью механоактивации цеолита [4].

Определение оптимальных режимов производилось путем удвоения времени механоактивации и контроля плотности, газопроницаемости и удельной поверхности цеолита по методу Кармана-Козени.

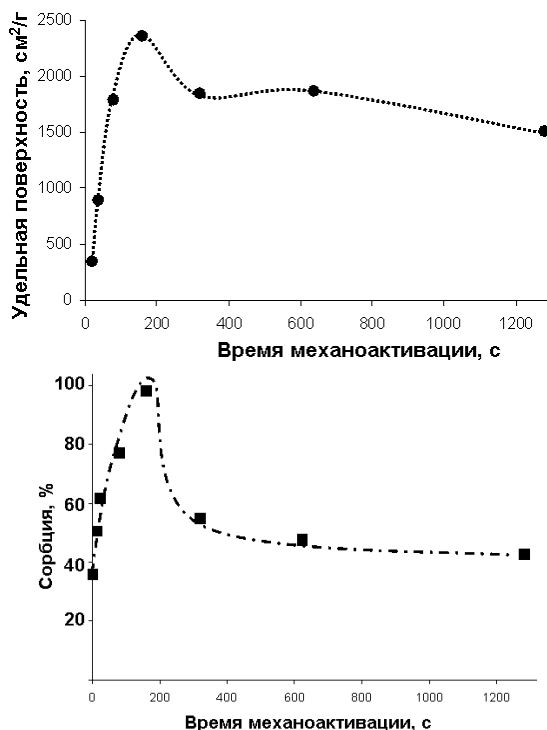


Рисунок 4 – Изменение удельной поверхности и сорбционной способности цеолита

Увеличение сорбционной способности модифицированного цеолита, по сравнению с исходным, составило более 50% при той же термостабильности (до 700°C на воздухе).

На основе разработанных наноматериалов спроектирован фильтр (рисунок 5).

Фильтр состоит из корпуса 1, катализаторов 6 и внутренних стенок 2 между ними, сорбирующих патронов 3, 5, 7, 8 и стенок 4 между ними. Катализатором является пористый проницаемый материал на основе Ni_3Al , сорбирующим патроном является механоактивированный цеолит. Предполагается, что цеолит в патронах 3, 5, 7, 8 будет отличаться временем воздействия механоактивации и своей дисперсностью. Данная конструкция представлена в виде четырех степеней очистки, каждая из которых позволяет нейтрали-

зывать NO_x , CH и адсорбировать определенное количество CO_2 и сажи.

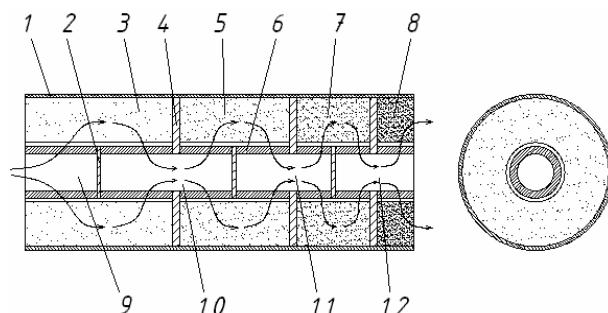


Рисунок 5 – Модель возможной конструкции фильтра-нейтрализатора

Принцип действия фильтра. Выхлопные газы поступают в полость 9, проходят через катализатор 6, в котором происходит дожигание токсичных компонентов в результате фильтрационного горения внутри пористой проницаемой среды из наноструктурированного Ni_3Al , затем газы поступают в сорбирующий патрон 3, где часть газов задерживается. Следующая ступень очистки включает-

ся в аналогичном переходе газа из полости 10 в полость 11 через катализатор и патрон.

Характерной особенностью каждой ступени очистки заключается в применении в сорбирующих патронах цеолита разной дисперсности и насыпной плотности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лурье, К.М. Техногенные последствия выбросов химического производства / К.М. Лурье. – М.: Мир, 2001. – 217 с.
2. Ismagilov, Z.R. Catalytic Combustion for Heat Production and Environmental Protection / Z.R. Ismagilov // Eurasian Chemico-Techn. J.-2001.- Vol.3, №4.-Р. 241-255.
3. Гуляев, П.Ю. Экспериментальное исследование процесса формирования высокопористой металлокерамики с наноструктурированным наполнителем методом СВ-синтеза // Перспективные материалы.- Спец. выпуск № 6: «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества», часть 2, декабрь 2008.- С. 35 – 40.
4. Астапова, Е.С., Радомская В.И., Агапотова О.А., Коробицына Л.Л., Ланкин С.В., Моисеенко В.Г. Морфология и электрофизические свойства поликристаллов Ga- и In-BK-цеолитов // ДАН. - 2007. Том 417, № 4.- С.1-5.