

## КАТАЛИЗАТОРЫ Au/CuO/CeO<sub>2</sub>-MnO<sub>x</sub> ДЛЯ КОНВЕРСИИ СО

А.Ф. Семенов, О.С. Рябова

Научный руководитель – к.х.н., доцент Е.Ю. Либерман

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева

125047, Россия, г. Москва, пл. Миусская 9, artem\_semenov2012@mail.ru

В настоящее время все большее внимание уделяется каталитическим свойствам золота, нанесенного в качестве активного компонента на подложку из оксидов неблагородных металлов или углерода. Катализаторы, в которых золото находится в наноразмерном виде, представляют собой весьма активные и селективные системы, используемые для низкотемпературной конверсии монооксида углерода из выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания автомобилей. Для увеличения стабильности и избирательности золотонанесенных катализаторов исследуются возможности введения в систему второго металла [1].

Данная работа посвящена синтезу и исследованию свойств Au/CuO/CeO<sub>2</sub>-MnO<sub>x</sub> катализаторов с мольным отношением Ce:Mn – 90:10, 80:20, 70:30. Синтез носителя CeO<sub>2</sub>-MnO<sub>x</sub> проводили гидроксидным методом. Для этого смешали водные растворы нитрата церия Ce(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>•6H<sub>2</sub>O и ацетата марганца Mn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>•4H<sub>2</sub>O с разным мольным отношением Ce:Mn. К полученному раствору добавили водный раствор гидроксида аммония до значения pH=11–12. Перемешивание вели при комнатной температуре в течение 60 минут. Образовавшийся осадок отфильтровали, просушили и прокали при 550 °С в течение 2-х часов. На полученные образцы нанесли активные компоненты CuO и Au методами пропитки по влагоемкости и DP (нанесение осаждением) соответственно.

Рентгенофлуоресцентный анализ установил, что качественный и количественный состав синтезированных систем соответствует условиям эксперимента.

Рентгенофазовый анализ показал, что все образцы представляют собой однофазные системы со структурой CeO<sub>2</sub> (Fm-3m). Это связано с тем, что оксид марганца находится в рентгеноаморфном состоянии в следствие чего не идентифицируется на дифрактограммах.

Дисперсные свойства синтезированных катализаторов определяли методом просвечивающей электронной микроскопии. На полученных

ПЭМ снимках можно выделить несколько разных по форме и размерам фаз. Частицы CeO<sub>2</sub>-MnO<sub>x</sub> представляют собой крупные округлые агломераты со средним размером 100–110 нм. На них можно заметить более мелкие шарообразные частицы с размером 3–5 нм. Это наночастицы золота (рис. 1).

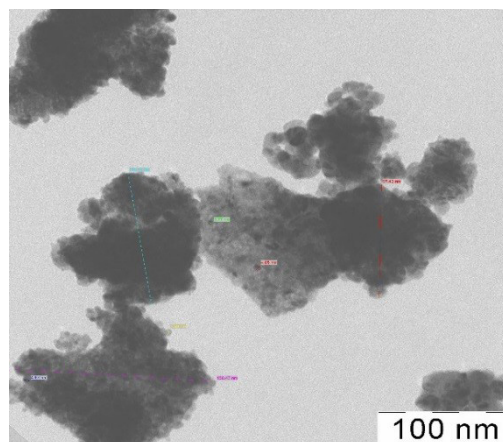


Рис. 1. Снимки ПЭМ образца Au/CuO/CeO<sub>2</sub>-MnO<sub>x</sub> (Ce:Mn – 80:20)

Текстурные характеристики синтезированных катализаторов были исследованы методом низкотемпературной адсорбции азота. Результаты эксперимента показали, что образец Au/CuO/CeO<sub>2</sub>-MnO<sub>x</sub> (Ce:Mn – 80:20), проявляющей самую высокую каталитическую активность, обладает наименьшей удельной поверхностью, что связано с образованием твердого раствора замещения CeO<sub>2</sub>-Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Исследования каталитических свойств систем показали, что все образцы являются весьма активны в реакции конверсии монооксида углерода (табл. 1).

Таблица 1. Температуры 50% и 100% конверсии СО на Au/CuO/CeO<sub>2</sub>-MnO<sub>x</sub> с разным мольным отношением Ce:Mn

Образец	Т 50% конверсии, °С	Т 100% конверсии, °С
Ce:Mn – 90:10	81	108
Ce:Mn – 80:20	58	86
Ce:Mn – 70:30	76	105

## Список литературы

1. Гуляев Р.В., Кибис Л.С., Стонокс О.А., Заде-сенец А.В., Плюснин П.Е., Шубин Ю.В. и др. // Журнал структурной химии, 2011.– Т.52.– №57.– С.126–140.

## ТЕХНОЛОГИЯ И СВОЙСТВА ПОРИСТОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО КРЕМНЕЗЕМИСТОГО СЫРЬЯ

А.П. Семке, А.О. Мисковец

Научный руководитель – д.т.н., профессор О.В. Казьмина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, anna.poltoranina@yandex.ru*

В настоящее время в строительстве и технике растет потребность в экологически чистых, негорючих, долговечных теплоизоляционных материалах. Этим требованиям отвечают силикатные материалы с развитой макроструктурой пор, такие как пеностекло, пенобетон, газобетон, пеносиликат и пористая стеклокерамика [1–4]. Получение материалов с использованием промышленных отходов позволит решать экологические вопросы и экономические проблемы снижения энергоресурсов, затрачиваемых на производство, что в свою очередь уменьшит количество вредных промышленных выбросов.

В данной работе рассмотрена одностадийная технология получения пористого стеклокристаллического материала, основанная на синтезе гидратированных полисиликатов из смеси кремнеземистого сырья с гидроксидом натрия. В качестве объектов исследования выбраны кремнеземистые материалы в виде трепела и отхода металлургического производства – микрокремнезема. Данное сырье имеет высокую дисперсность (средний размер частиц менее 100 мкм) и достаточное для стеклообразования количество оксида  $\text{SiO}_2$  (не менее 70 мас. %). В работе опробованы шесть композиций пенообразующей смеси.

Согласно данным, представленным в таблице 1, трепел отличается от кварцевых песков,

используемых в стекловарении, пониженным содержанием стеклообразующего оксида  $\text{SiO}_2$  и повышенным содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Микрокремнезем соответствует марке песка, который используют для производства пеностекла, стеклотары, изоляторов, труб.

Для получения пористого материала использованы смеси с содержанием микрокремнезема от 10 до 50 мас. %, трепела от 40 до 90 мас. % и 11 % гидроксида натрия.

Установлено, что с увеличением в композиции количества микрокремнезема температура вспенивания уменьшается с 860 до 820 °С. Температура 830±10 °С с выдержкой 10 минут обеспечивает получение равномерно пористого стеклокристаллического материала со средним размером пор 1,5 мм и толщиной межпоровой перегородки 50 мкм.

По данным рентгенофазового анализа показано, что при вспенивании наблюдается кристаллизация кристобалита в межпоровой перегородке материала. Процесс кристаллизации увеличивает прочность готового материала в три раза до 4 МПа при средней плотности гранул 380 кг/м<sup>3</sup> и водопоглощении 8%. Наибольшая прочность гранул пористого стеклокристаллического материала наблюдается у образцов, которые содержат 35 % кристаллической фазы.

На основании полученных результатов уста-

**Таблица 1.** Химический состав кремнеземистых компонентов

Наименование материала	Содержание оксидов, мас. %					
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	$\Delta_m$
трепел	76,16	7,52	4,10	1,05	0,75	8,73
микрокремнезем	91,70	0,50	0,40	1,20	–	2,00