

## ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОЙ КЕРАМИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРБАМИДА В КАЧЕСТВЕ ВЫГОРАЮЩЕЙ ДОБАВКИ

К.С. Камышная

Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.А. Хабас

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, ksenia@tpu.ru*

Пористые керамические материалы активно применяются с 1950-х годов [1, 2]. В последние время значительно возрос интерес к методам получения пористой керамики на основе тугоплавких оксидов. Данный тип керамики широко используется в качестве фильтров, мембран, катализаторов, биоимплантатов и т.д. [1, 2, 3]. Благодаря сочетанию физико-химических свойств наиболее интересна для исследования керамика на основе оксидов  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ , а также их смеси. Эти оксиды имеют высокую химическую стойкость и прочность, что позволяет использовать их во многих сферах производства. Одним из методов получения пористых материалов является использование выгорающих добавок. Преимущество данного метода заключается в возможности регулирования формы пор. При этом необходимо использовать выгорающую добавку, которая не привносит примесей в материал и выгорает без остатка. Наиболее интересным для данных целей является использование органических добавок.

Цель данной работы заключалась в исследовании возможности применения кристаллизации карбамида в керамическом шликере для получения пористой керамики с порами в виде игл.

Для достижения поставленной цели использовался порошок диоксида циркония (производство Северского химического комбината, Россия) с размером частиц 30 нм. Образцы изготавливались методом шликерного литья с использованием металлической формы и гипсовой подложки. В качестве порообразователя использовался карбамид. Гранулы карбамида растворялись в горячей воде (при температуре 90 °С) для получения насыщенного раствора карбамида. В полученный раствор вносился порошок циркония, и суспензия тщательно перемешивалась. После гомогенизации суспензия выливалась в металлическую форму. Отличительной особенностью исследования явилось то, что кристаллы карбамида, в форме игл, формировались непосредственно в шликере при его охлаждении. Для сравнения был приготовлен образец мето-

дом шликерного литья без использования карбамида. Также использовался метод пропитки спрессованных образцов из порошка диоксида циркония раствором карбамида с использованием вакуумирования. Сушка всех образцов проводилась на воздухе в течение 48 часов. После сушки образцы спекались при температуре 1600 °С в среде воздуха с выдержкой при конечной температуре 2 часа и скоростью нагрева 2 °С/мин. После обжига для всех образцов определялись плотность, пористость и водопоглощение методом гидростатического взвешивания с вакуумированием. Для исследования поведения карбамида при нагревании был проведен дифференциально-термический анализ карбамида в виде исходных гранул и в виде кристаллов, полученных в процессе охлаждения суспензии.

Данные ДТА показали, что температурные характеристики процесса термической деструкции гранул и полученных кристаллов карбамида практически не отличаются. Кристаллы карбамида при температуре 350 °С полностью сгорают без остатка, что является одним из его достоинств.

Полученные результаты показали, что добавка карбамида при формовании шликерным литьем увеличивает прочность образцов после сушки по сравнению с образцами без добавки. Данное свойство позволяет производить различные манипуляции с не спечёнными образцами без их существенной деформации. Выявлено, что добавка карбамида увеличивает пористость спеченных образцов в среднем на 7% в сравнении с образцами, полученными без добавки при использовании метода шликерного литья (35,0 и 42,3% соответственно). Метод пропитки спрессованных образцов раствором карбамида практически не сказывается на пористости спеченных образцов. Образцы, полученные методом шликерного литья, в разрезе имеют поры в виде игл, за счет выгорания карбамида. Данный факт показывает, перспективность использования карбамида для получения пористой керамики с заданным уровнем и морфологией пор.

## Список литературы

1. Nettleship I. *Applications of porous ceramics*. *Key Eng Mat*, 1996. – P.122–1 : 305–24.
2. Zhu X.L., Su X.J. *Porous ceramics materials*. *China Ceram*, 2000. – P.36(4) : 36–9.
3. Li Y.Q., Wu J.Q. *Preparation, application, and development prospect of porous ceramics*. *Ceram Eng*, 2000. – P.12 : 44–7.

## АДСОРБЦИЯ АНИОННЫХ И КАТИОННЫХ КРАСИТЕЛЕЙ НА ПИЛЛАРНОМ МОНТМОРИЛЛОНИТЕ

Н.С. Карасёв<sup>1</sup>, Н.Л. Овчинников<sup>1</sup>, А.П. Капинос<sup>1</sup>, А.Г. Белозеров<sup>1</sup>, Н.Е. Кочкина<sup>2</sup>  
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор М.Ф. Бутман

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет  
153000, Россия, г. Иваново, пр. Шереметевский 7

<sup>2</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН  
Россия, г. Иваново, ул. Академическая 1, workingfish1992@lenta.ru

В последние годы наблюдается растущий интерес к использованию слоистых алюмосиликатов [1], и особенно монтмориллонита (ММ), в качестве сорбентов для органических соединений. Улучшение сорбционных свойств ММ достигается его модификацией в процессах активации (кислотной или механической) и ионного обмена. Одной из наиболее перспективных модификаций является так называемый пилларный (или столбчатый) ММ [2]. Его получают интеркаляцией крупноразмерных полигидроксикомплексов металлов в межплоскостное пространство ММ с последующей термической активацией при температурах 300–500 °С, приводящей к образованию кластероподобных образований из оксидов металлов – пилларов, сшивающих раздвинутые силикатные слои. При этом существенно возрастают микро- и мезопористость, удельная площадь поверхности и количество потенциальных активных центров. Самыми распространенными интеркалирующими агентами являются полигидроксикомплексы алюминия, которые могут быть получены рН-контролируемым гидролизом солей алюминия. Наиболее хорошо изучена интеркаляция ионов  $[Al_{13}O_4(OH)_{24}(H_2O)_{12}]^{7+}$  – ионов Кеггина (краткое обозначение  $Al_{13}$ ), внедрение которых в межслоевое пространство вызывает увеличение базального расстояния  $d_{001}$   $Al_2O_3$ -пилларного ММ на величину около 0,4 нм по сравнению с исходным ММ [3]. Недавно нами было показано [4], что этот параметр может быть увеличен на 0,8–0,9 нм интеркаляцией «гигантских» поликатионов алюминия  $[Al_{30}O_8(OH)_{56}(H_2O)_{24}]^{18+}$  ( $Al_{30}$ ) и алюминия/церия, которые могут быть синтезированы в реакторе под давлением.

Целью настоящей работы является сравни-

тельное изучение адсорбционных свойств по отношению к органическим красителям природного, традиционного пилларного ММ, интеркалированного  $Al_{13}$  и новых  $Al_2O_3$ - и  $Al(Ce)_2O_3$ -пилларных материалов.

Изучение адсорбционных свойств природного и пилларного ММ проводилось в водных растворах красителей анионного (кислотного красного) и катионного (метиленового голубого) типа с начальными концентрациями в диапазоне 10–100 мг/л. Для получения кинетических кривых отбор проб производился в различные временные интервалы с момента начала контакта фаз. Концентрацию красителя в растворе до и после адсорбции определяли методом спектрофотометрии.

Образцы  $Al_2O_3$ - и  $Al(Ce)_2O_3$ -пилларного монтмориллонита были получены интеркаляцией крупноразмерных полигидроксикомплексов алюминия и алюминия/церия и охарактеризованы как адсорбенты для удаления водорастворимых анионного и катионного красителей. Показано, что адсорбция красителей имеет сильную зависимость от рН среды с максимальной адсорбционной емкостью КК при низком рН, а МГ при высоком рН. Обнаруженные различия в эффективности адсорбции красителей для материалов с разной структурой пилларов интерпретированы с учетом как зарядового состояния ( $\zeta$ -потенциала) тактоидов в суспензиях, так и текстурных свойств адсорбентов, исследованных методами малоугловой рентгеновской дифракции и порометрии. Для описания адсорбции использованы классические модели: кинетические – псевдо-первого и псевдо-второго порядка – и равновесные – Лэнгмюра и Фрейндлиха.