

УДК 621.762

Петюшик Е.Е., Романенков В.Е.,
Евтухова Т.Е., Афанасьева Н.А.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С МНОГОУРОВНЕВОЙ ПОРОВОЙ СТРУКТУРОЙ

БНТУ, г. Минск

Современные методы каталитического материаловедения не позволяют получать носители с транспортными порами от единиц до десятков микрометров и не обеспечивают высокую механическую прочность, удельную поверхность и проницаемость для жидкостей и газов одновременно.

Эту проблему решает процесс гидратационного твердения дисперсного алюминия, который обеспечивает основные свойства гранулированных носителей одновременно без введения различных упрочняющих веществ и минуя стадию спекания. В работе [1] было показано, что механически прочный и проницаемый для жидкостей и газов пористый композит состава $Al_2O_3/Al/Me_xO_y$ можно получить гидратационным твердением смеси промышленного порошка алюминия АСД-1 и порошкообразных цеолитов, активного оксида алюминия, полученных механическим размолом промышленных гранул.

В настоящей работе приведены результаты исследования структуры, механической прочности и проницаемости пористой керамики, полученной методом гидратационного твердения промышленного дисперсного алюминия марок АСД-1, АСД-4 и ПАП-2 в смеси с порошкообразным алюмосиликатным носителем SBA-15, синтезированным в Институте катализа СО РАН и предназначенный для получения гранулированного носителя.

Секция «Новые материалы и технологии»

Пористые материалы из промышленных марок порошкообразного алюминия, а также пористые композиты из смеси SBA-15 и промышленного порошка алюминия получали методом гидратационного твердения [2]. При синтезе композитов SBA-15 в определенной массовой пропорции смешивали с дисперсным алюминием.

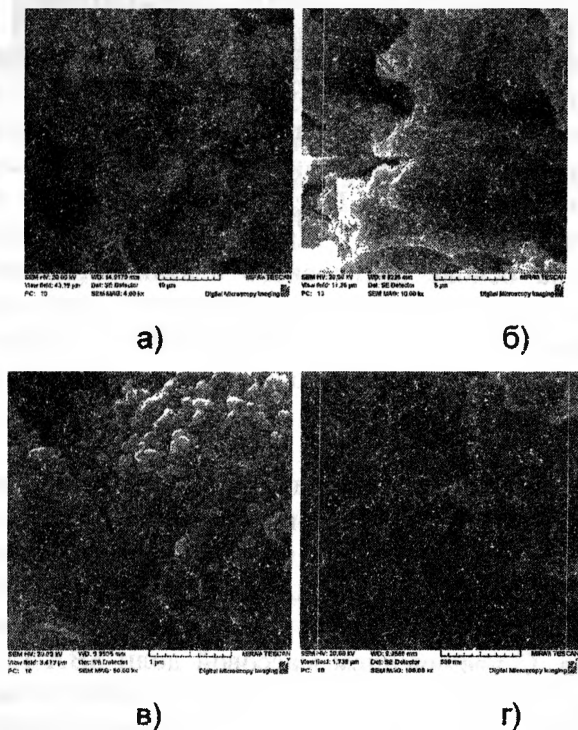


Рисунок 1 – Пористый композит состава ПАП-2 + SBA-15 (40:60 мас.%).

В изученных образцах основу текстуры составляют пористые частицы SBA-15, соединенные в области контакта с гидратированными частицами пигментной пудры ПАП-2

(рисунок 1). Частицы SBA-15, имеющие округлую форму и состоящие из наночастиц гидроксида алюминия, в композите ПАП-2 + SBA-15 (40:60 мас.%) занимают большую часть объема. В процессе синтеза, который сопровождается растворением алюминия и массовой кристаллизацией гидроксида алюминия из пересыщенного раствора, на поверхности алюминия формируется пористый слой в виде агрегата наночастиц гидроксида (рисунок 1,в). Визуально размер (70-120 нм) и форма наночастиц гидроксида алюминия и SBA-15 не отличаются (рисунок 1,г), что обусловлено, в общем, схожими условиями кристаллизации наночастиц из растворов. Наночастицы гидроксида алюминия в гидратированных частицах ПАП-2 и частицах SBA-15 связаны между собой и фазовыми контактами (рисунок 1,г). Материал, как и все пористые композиты на основе дисперсного алюминия, имеет полидисперсную структуру с порами двух типов – транспортными в виде промежутков между частицами SBA-15, SBA-15 и ПАП-2, и мезопорами между наночастицами гидроксида алюминия (рисунок 1,г).

Средний размер частиц порошка SBA-15 не превышает 0,5 мкм, размер пор в пористых материалах из дисперсного алюминия различных марок существенно больше, поэтому частицы SBA-15 занимают поровое пространство. Так, в пористом композите состава ПАП-2 + SBA-15 (60:40 мас.%) (рисунок 2,б) частицы SBA-15 размещаются в системе щелевидных пор. С увеличением массовой доли SBA-15 основными структурообразующими элементами становятся частицы этого порошка. В зависимости от марки порошка алюминия в смеси происходит плавное уменьшение площади и размера пор пористых композитов всех изученных составов и, следовательно, уменьшение их проницаемости (рисунок 3).

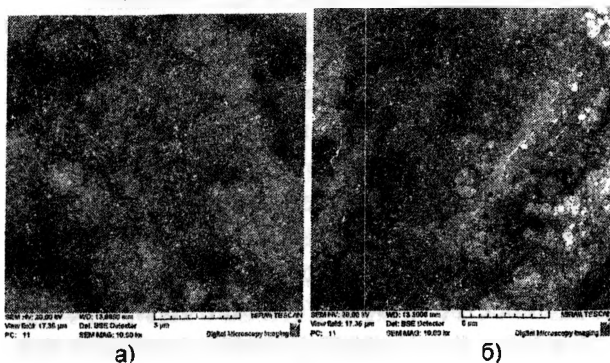


Рисунок 2 – Пористые композиты состава АСД-4+ SBA-15 (80:20 мас.%). (а) и ПАП-2 + SBA-15 (б) (60:40 мас.%).

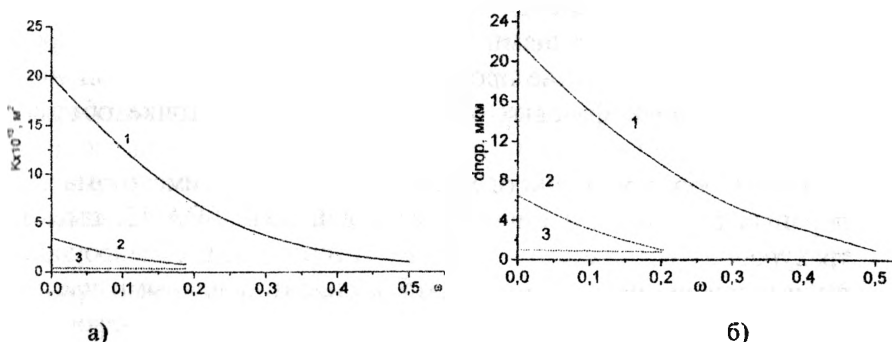


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента проницаемости (а) и среднего размера пор (б) пористого композита от относительного массового содержания SBA-15 для различных марок порошка алюминия (1 -- ПАП-2, 2 – АСД-1, 3 – АСД-4).

Чем меньше размер пор в композитах $Al(OH)_3/Al$, тем при меньших значениях относительного массового содержания SBA-15 происходит уменьшение проницаемости и размера пор синтезированных пористых композитов.

Результатам проведенных выше экспериментальных исследований можно дать объяснение, используя элементарную модель формирования порошковой среды при смешивании двух компонентов – дисперсного алюминия и порошка SBA-15.

Частицы мезопористого порошка алюмосиликата SBA-15, в условиях гидратационного твердения порошков алюминия является инертным наполнителем и не образует фазовых контактов между собой. Поэтому с увеличением содержания наполнителя количество фазовых контактов в пористом композите уменьшается, что сопровождается уменьшением механической прочности. Для получения максимальной механической прочности композита при максимальном содержании SBA-15 (который обеспечивает каталитическую активность носителя) частицы активного компонента – порошка алюминия – должны быть меньше частиц SBA-15. В этом случае структура композита будет состоять из крупных частиц SBA-15, окруженных частицами алюминия. Это обеспечит беспрепятственное протекание процесса гидратационного твердения и формирование фазовых контактов в любой точке объема композита.

Таким образом, пористые композиты, независимо от марки порошка алюминия в смеси и массовой доли SBA-15, имеют трехуровневую систему пор, в которой ультрамакропоры сформированы частицами SBA-15 и гидратированными частицами порошка алюминия, мезопоры диаметром до 8 нм сформированы в процессе гидратационного твердения порошка алюминия, а мезопоры 10 нм содержатся в частицах SBA-15.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тихов, С.Ф. Физико-химические основы синтеза высокопористых композитных материалов через стадию гидротермального окисления порошкообразного алюминия / С.Ф. Тихов, В.Е. Романенков, В.А. Садыков, В.Н. Пармон, А.И. Ратько // Кинетика и катализ. – 2005. – Т. 46. – № 5. – С. 682-700.

2. Huo, Q. Surfactant Control of Phases in the Synthesis of Mesoporous Silica-Based Materials / Q. Huo; D.I. Margolese, G. D. Stucky // Chem. Mater. – 1996; 8(5)/ – P. 1147-1160.

УДК 621.762

Петюшик Е.Е., Евтухов К.С.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕФОРМИРУЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ РАДИАЛЬНОГО ПРЕССОВАНИЯ ТЕЛ С ПЕРЕМЕННЫМ ПО ДЛИНЕ ПРОФИЛЕМ

БНТУ, г. Минск

Роль материалов в научно-техническом прогрессе исключительно велика. Особые требования предъявляются к инструментальным материалам. В ряде случаев этим требованиям могут удовлетворить только материалы, способные противостоять высоким механическим нагрузкам и температурам, обладающие высокой твердостью и износостойкостью. К таким материалам относят спеченные твердые сплавы группы WC-Co. Промышленные сплавы этой группы различаются по содержанию кобальта: 3-25 % (BK3-BK25). В зависимости от содержания кобальта их можно условно разделить на три подгруппы: малокобальтовые (3-8 % Co), среднекобальтовые (10-15 % Co), высококобальтовые (20-25 % Co) [1].

Малокобальтовые сплавы, как наиболее твердые и в меньшей степени прочные, применяются главным образом для обработки резанием чугуна, неметаллических материалов, некоторых видов сталей и жаропрочных сплавов, для оснащения волоочильного инструмента, некоторых горных инструментов для бурения мягких пород, зубков врубных машин, коронок вращательного бурения. Традиционные технологии получения твердосплавного инструмента реализуются методом порошковой металлургии и включают операции по подготовке