

$$\rho = \frac{R_1(x_1 - x_2) \cdot \sin(\alpha + \gamma)}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 - l^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \sigma_0 \cdot \cos^2 \gamma}}. \quad (12)$$

Подсчитав по уравнению (12) значение  $\rho$  и подставив его в уравнение (11), получим максимальное абсолютное значение стрелы выпуклости режущего лезвия круглых резцов, установленных одной точкой на высоте центра  $O_n$  детали. Подставив значение  $\rho$  в (9), найдем координату  $y$ , определяющую точку режущего лезвия, к которой относится максимальная стрела выпуклости.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Грановский, Г.И., Панченко, К.П. Фасонные резцы М.: Машиностроение, 1975 – 309 с.

УДК 621.762.55.669.71.017

Петюшик Т.Е.

### ПОРИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТОВ $Al_2O_3/Al$

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

***Научный руководитель - канд. техн. наук доцент  
Романенков В.Е.***

Интенсивное развитие современной техники требует создания новых пористых материалов и разработки энергосберегающих технологий их получения. Все более широкое применение находят пористые неорганические материалы (фильтры, адсорбенты, носители катализаторов и т.д.), которые получают методами порошковой металлургии и коллоидной химии с использованием различных способов регулирования пористой структуры с целью достижения требуемых характеристик материалов. Возможности порошковой

металлургии в варьировании показателей основных свойств пористых материалов достаточно широки: пористость 30...70 %, коэффициент проницаемости  $10^{-12} \dots 10^{-9} \text{ м}^2$ , максимальный размер пор до 1 мм, средний размер пор 0,1 ... 500 мкм, удельная поверхность 0,01 ...  $10 \text{ м}^2/\text{г}$  [1]. Однако, предельный минимальный размер частиц порошков, используемых в порошковой металлургии, как правило, не ниже 1 мкм, поэтому материалы с размером пор 5-100 нм и удельной поверхностью 200-400  $\text{м}^2/\text{г}$  получают коллоидно-химическими методами, суть которых состоит в кристаллизации наночастиц гидроксидов металлов из растворов соответствующих солей металлов с последующим их формованием и термообработкой. Известные коллоидно-химические методы являются энергоемкими, не позволяют регулировать структуру пористых материалов в широких пределах и получать бипористые материалы, содержащие сорбционные поры размером 3...10 нм и «транспортные» поры диаметром 5...50 мкм [2].

Наиболее эффективным способом получения бипористых материалов и энергосбережения является гидротермальный синтез, объединяющий в себе методы порошковой металлургии и коллоидной химии и основанный на способности реакционно - активных дисперсных материалов (в частности, порошкообразного алюминия) вступать в химическую реакцию с водой при температурах 80-250°C и выше с образованием пористого композита  $\text{Al}/\text{Al}(\text{OH})_3$ , или  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}$ . В основе механизма формирования материала лежат процессы растворения кристаллизации [3].

На рис. 1 приведена электронно-микроскопическая фотография микроструктуры пористого материала, полученного из порошка алюминия АСД-1 и синтезированного при 100°C. В процессе синтеза на поверхности частиц алюминия формируется пористый слой гидроксида алюминия в виде общего каркаса, который и объединяет частицы алюминия в пористое тело. В изломе пористой оболочки толщиной 1...1,5 мкм (рис. 1, а) наблюдаются частицы алюминия, между которыми отсутствует непосредственный контакт. Межчастичные контакты, радиус которых равен ~4...5 мкм (рис. 1, б), также имеют пористое строение, обусловленное процессами кристаллизации из раствора. Поры в синтезированном материале образованы между определенным образом упакованными и соединенными в местах контакта композитными частицами  $\text{Al}(\text{OH})_3/\text{Al}$ .

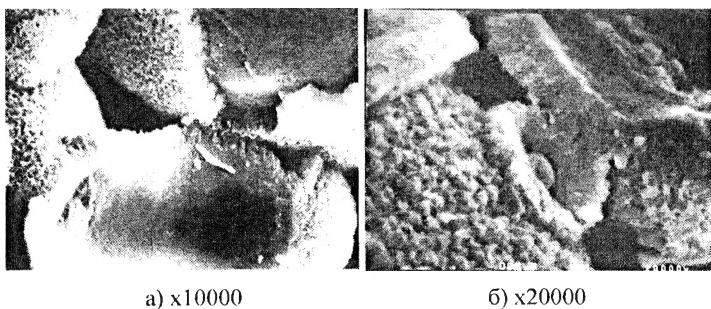


Рис. 1. Микроструктура пористого композита Al/Al(OH)<sub>3</sub>

Исследования, проведенные методом просвечивающей электронной микроскопии, показали, что пористая оболочка на частицах алюминия состоит из микрочастиц гидроксида алюминия (рис. 2). Наличие выраженных рефлексов на электронограмме (рис. 2, б) свидетельствует об их кристаллическом строении. Кристаллиты имеют форму неправильных призм размером до 1-2 мкм и соединены между собой в местах контактов (рис. 1, а). В свою очередь кристаллиты представляют собой сростки первичных частиц сферической формы размером до 10 нм (рис. 2, б).

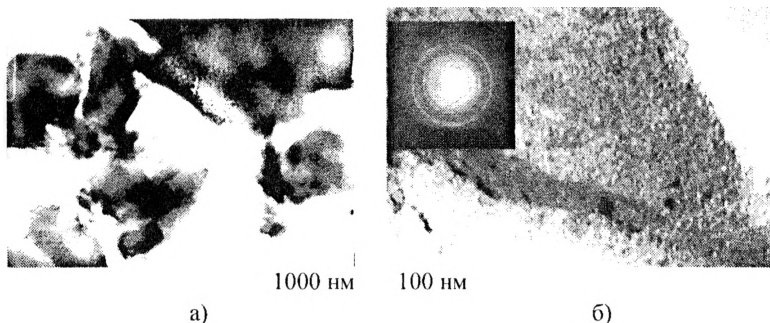


Рис. 2. Форма (а) и микроструктура (б) кристаллитов гидроксида алюминия

Термообработка пористого композита при 550-600°C приводит к удалению структурной воды и к превращению гидроксида алюминия в активный оксид. Структура активного  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> представляет собой параллельно расположенные и плотно упакованные игольчатые

кристаллы с поперечным размером  $\sim 5$  нм и длиной  $\sim 100 \dots 150$  нм (рис. 3). Система плотноупакованных игольчатых кристаллов образует ряд параллельных пор с оценочным диаметром  $\sim 5$  нм.

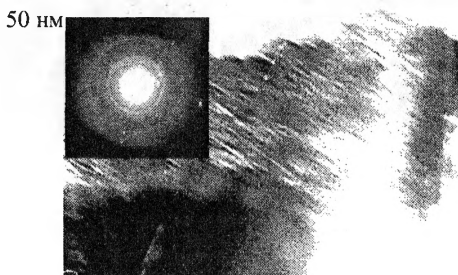


Рис. 3. Микроструктура и электронограмма  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

В таблице приведены показатели основных свойств пористых материалов, полученных различными методами. По своим каркасным и структурным свойствам синтезированные в гидротермальных условиях материалы занимают промежуточное положение между известными гранулированными керамическими материалами, получаемыми коллоидно-химическими методами, и порошковыми порничаемыми, получаемыми методами порошковой металлургии.

Таким образом, совмещение методов порошковой металлургии и коллоидной химии позволяет получать порничаемые композиционные материалы с полидисперсной пористой структурой и с высокими значениями газопроницаемости, механической прочности и теплопроводности.

### Сравнительный анализ свойств пористых материалов, полученных различными методами

Показатели основных свойств	Методы порошковой металлургии	Методы коллоидной химии	Гидротермальный синтез
1	2	3	4
Структурные свойства:			
удельная поверхность, $S_w, \text{м}^2/\text{г}$	0.01...10	200...800	25...500

1	2	3	4
диаметр пор, d	0.1...1000мкм	2...1000нм	5...90 мкм + +0,8...7,5 нм
коэффициент проницаемости, K, м <sup>2</sup>	10 <sup>-12</sup> ...10 <sup>-9</sup>	-	10 <sup>-13</sup> ...10 <sup>-12</sup>
Каркасные свойства:			
механическая прочность, σ <sub>в</sub> , МПа	на изгиб 30...330 на растяжение - 20...480	на сжатие 20...40	на сжатие - 80
коэффициент теплопроводности, λ, Вт/м×К	0,1...150	0,2	0,5...1,5
удельная теплоемкость, С, Дж/кг×К	-	920	1000...1500

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пористые проницаемые материалы: Справочник / Под ред. С.В. Белова.– М.: Металлургия, 1987. – 335 с.
2. Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов. – Киев: Наукова думка, 1982. – 216 с.
3. Ратько, А.И., Романенков, В.Е., Болотникова, Е.В., Крупенькина, Ж.В. Гидротермальный синтез пористой металлокерамики Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al. 2. Механизм формирования пористого композита Al(OH)<sub>3</sub>/Al // Кинетика и катализ, 2004, т.45, № 1. – с. 162-168.

УДК 621.762

Петюшик Т.Е., Дробыш А.А., Литецкий В.Ю.

### АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНЫХ И НЕПРЕРЫВНЫХ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель доктор техн. наук доцент  
Петюшик Е.Е.*

*Проведен анализ способов получения заготовок на основе дискретных и непрерывных структурообразующих элементов для их*