

**ПОРИСТАЯ КЕРАМИКА, ПОЛУЧЕННАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРОШКА
ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ**

Р.В. Левков², И.А. Жуков^{2,3}, Е.С. Дедова^{1,3}

Научные руководители: профессор, д.т.н. С.П. Бужакова, профессор, д.ф.-м.н. С.Н. Кульков

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

²Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

³ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН

Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/4, 634055

E-mail: levkov.r.v@mail.ru

**POROUS CERAMICS OBTAINED USING POWDER OF
ALUMINUM HYDROXIDE**

R.V. Levkov, I.A. Zukov^{1,2}, E.S. Dedova^{2,3}

Scientific Supervisor: Prof., Dr. S.P. Byuakova, Prof., Dr. S.N. Kulkov

¹Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenina ave., 36, 634050

²Institute of Strength Physics and Materials Science SB RAS, Russia, Tomsk, Akademicheskyy pr., 2/4, 634055

³Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenina ave., 30, 634050

E-mail: levkov.r.v@mail.ru

Investigations of the porous ceramic powder of synthetic aluminum hydroxide obtained by the decomposition of the aluminate solution. The structure and properties of aluminum hydroxide powder, determined temperature ranges of its restructuring. The dependences of the strength and porosity of the ceramics produced from their sintering temperature.

Среди многообразия современных материалов керамика занимает особое место благодаря ее физическим и химическим свойствам, например, высокая коррозионная стойкость, термостойкость, стойкость к радиационным воздействиям, биологическая совместимость [1-5]. Наибольшей способностью сохранять структуру и свойства в условиях воздействия агрессивных сред без деградации свойств, коррозионной и химической стойкостью, высоким значениям прочности отвечают материалы из оксида алюминия. Керамика на основе оксида алюминия с заданной пористостью, размером и формой пор должным образом соответствуют требованиям, предъявляемым к носителям катализаторов, фильтрам и биоимплантам. На сегодняшний день известно множество технологических подходов, обеспечивающих необходимый объем порового пространства в керамике, среди которых наиболее распространенным является введение органических порообразующих добавок. Основным недостатком данного метода является присутствие в полученном пористом материале продуктов горения порообразователя - углерода и его соединений, что неприемлемо для материалов медицинского назначения и некоторых носителей катализаторов. Избежать присутствия посторонних примесей позволяет метод, основанный на использовании гидроксидов [5-7]. Анализ литературы показал, что в настоящее время наблюдается

недостаток систематических исследований, посвященных пористым керамикам полученных с использованием гидроксидов. Целью работы являлось изучение влияния структуры и свойств порошка гидроксида алюминия на структуру и свойства получаемых керамик.

Для получения пористой керамики в качестве исходного компонента выступал порошок гидратированного оксида алюминия, полученный разложением алюминатного раствора. Порошки прессовались в стальной пресс-форме при давлении до 200 МПа. Изменение объема порового пространства в керамике обеспечивалось варьированием температуры спекания образцов. Спекание прессовок осуществлялось на воздухе при температурах 1300, 1400, 1500 °С с изотермической выдержкой в течение 1 часа.

Результаты растровой электронной микроскопии показали, что порошок гидроксида алюминия состоял из ограниченных изолированных поликристаллических частиц. Частицы имели размер от 0.5 до 4 мкм, так же присутствовали единичные частицы размером до 8 мкм. Средний размер частиц составил 2.6 мкм при среднем квадратичном отклонении 1.5 мкм, рис. 1.

Согласно рентгенофазовому анализу, порошок гидроксида алюминия представлен структурной модификации $Al_2O_3 \cdot 4H_2O$, находящемся в рентгеноаморфном состоянии, о чем свидетельствует высокий фон на малых углах дифракции, рис. 2.

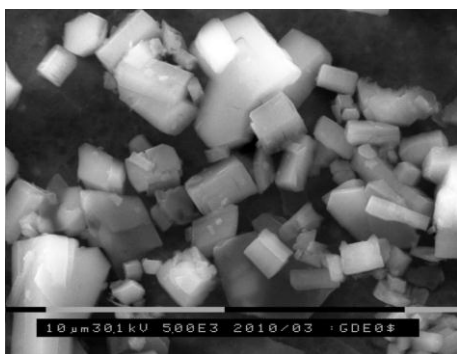


Рис. 1. РЭМ изображение порошка гидроксида алюминия

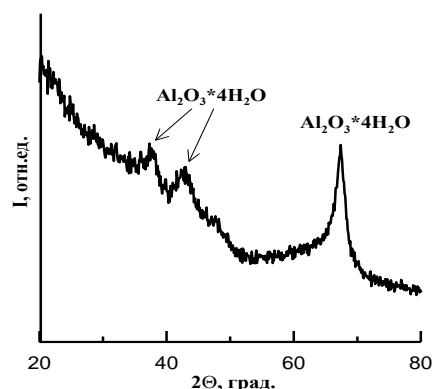


Рис. 2. Рентгенограмма порошка гидроксида алюминия

Рентгенофазовые исследования показали, что керамика, спеченная при температуре выше 1300 °С, представлена высокотемпературной модификацией $\gamma - Al_2O_3$. После спекания при температуре 1300°С в структуре керамики наблюдались зерна оксида алюминия двух видов: неправильной формы и близкой к сферической. В керамиках, спеченных при температуре 1400и 1500°С, зерна оксида алюминия имели преимущественно сферическую форму. Кроме этого в структуре керамики присутствовала межчастичная пористость, которая уменьшалась по мере повышения температуры спекания, рисунок 3. В исследуемых керамиках общая пористость (θ) составляла 60 % при температуре спекания 1300 °С, $\theta \approx 45$ % при температуре 1400 °С и не превышала 20 % для образцов, спеченных при температуре 1500 °С. Коэффициент усадки увеличивался от 7% до 30% с ростом температуры спекания от 1300 до 1500 °С, соответственно, рисунок 4.

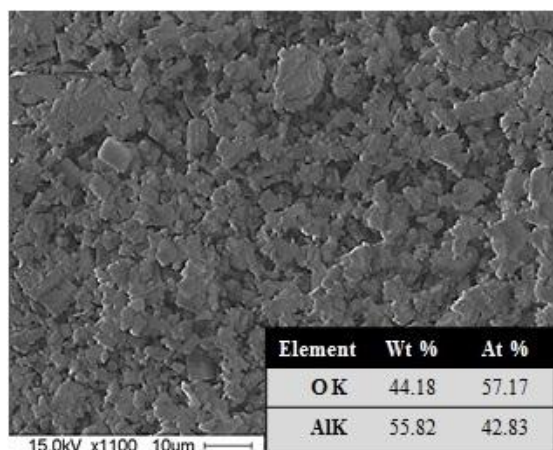


Рис.3. РЭМ изображения и элементный анализ керамик, спеченных при 1500°C.

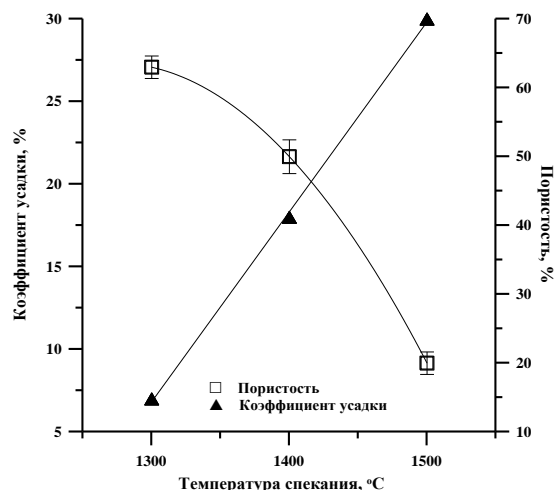


Рис. 4. Зависимость пористости и коэффициента усадки от температуры спекания

Исследования механических свойств полученных образцов керамик показали, что при увеличении температуры спекания происходит значительное увеличение прочности на сжатие с 6 МПа при 1300 °С до 800 МПа при 1500 °С, соответственно. Повышение механических свойств связано с уменьшением пористости спеченных керамик и, как следствие увеличением плотности.

Таким образом, в ходе исследований была получена пористая керамика, синтезированная с использованием гидроксида алюминия в качестве порообразователя. Необходимое значение пористости достигалось варьированием температуры спекания образцов. Увеличение температуры спекания с 1300 до 1500 °С способствовало изменению формы зерен с неправильной на сферическую. Показано, что в структуре керамики присутствовала межчастичная пористость, которая уменьшалась по мере повышения температуры спекания. Механические свойства керамики увеличивались с ростом температуры спекания.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта Президента России МК - 5681.2014.8 и в рамках соглашения с Минобрнауки 14.575.21.0040 (RFMEFI57514X0040)

ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяков Ю.Д. Керамика в прошлом, настоящем и будущем // Соросовский образовательный журнал. - 1998. - № 6. - С. 53-59.
2. Лукин Е.С., Макаров Н.А., Козлов А.И. Современная оксидная керамика и области ее применения / Конструкционные материалы. – 2007. – С. 4-13.
3. Козлова А.В., Жуков И.А., Буякова С.П. Структура и свойства оксид-гидроксидных материалов $ZrO_2-Al_2O_3$ // Изв. вузов. Физика. – 2010. – № 12/2. – С. 172-176.
4. Буякова С.П., Жуков И.А., Козлова А.В. Структура и свойства пористой керамики $ZrO_2-Al_2O_3$ // Изв. вузов. Физика. – 2011. – Т. 54. – № 9/2. – С. 120-124.
5. Жуков И.А., Буякова С.П., Кульков С.Н., Третьяков Д.А. Пористая керамика $ZrO_2-Al_2O_3$ // Высокие технологии в современной науке и техники. Сборник научных трудов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет; Томск, 2013. – С. 169-173.