ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/259

ВЛИЯНИЕ СТАРЕНИЯ НАНОПОРОШКОВ НА СВОЙСТВА ZrO_2 КЕРАМИКИ

Клевцова Е.В., Кульков С.Н.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

НИ Томский государственный университет, Томск, Россия

Известно, что структура и свойства исходных порошковых материалов на основе ZrO_2 определяют режимы формования и спекания, керамических изделий на их основе, а в конечном итоге фазовое состояние, структуру и механические свойства конечного продукта. Длительное хранение нанокристаллических порошков диоксида циркония может привести к изменениям их структуры и свойств, что необходимо учитывать при последующем синтезе керамики на их основе. Таким образом, актуальным представляется изучение структуры и свойств керамики синтезируемой на основе этих порошков.

В работе исследована керамика, полученная из нанопорошков $ZrO_2 - 3 \text{ мол.}\% Y_2O_3$, синтезированных методом обратного осаждения с использованием ультразвукового диспергирования, подвергшихся естественному строению в нормальных условиях в течение $2 \cdot 10^8 \text{ с}$ (7 лет) после спекания при температурах 1573–1923 К и продолжительностью изотермической выдержки 1 ч.

Получены образцы керамики, синтезированные из исходного порошка. Определены их плотность и пористость, которые составили 4.3–4.8 г/см³ и 18–30 %, соответственно, для температур спекания 1673–1873 К. Фазовый состав такой керамики на полированной поверхности представлен двумя модификациями ZrO_2 : высокотемпературной тетрагональной (*t*) и моноклинной (*m*). Содержание *t* – фазы составило ~90, ~87 и 85 % для температур спекания 1673 К, 1773 К и 1873 К, соответственно. Проведенные рентгенофазовые исследования с поверхности излома образцов керамики выявили прирост количества *m*-фазы, который составил 5%, что может указывать на стабильность такой керамики к высокотемпературным и механическим воздействиям.

В свою очередь, плотность керамических образцов, синтезируемых из состаренного порошка составила 4.86–5.47 г/см³ для температур спекания 1573–1923 К, пористость 10–25 %, соответственно. Фазовый состав керамики, синтезированной из порошков $ZrO_2 - 3 \text{ мол.}\% Y_2O_3$ после старения, на полированной поверхности представлен преимущественно тетрагональной фазой (уменьшается от 77 до 57% с увеличением температуры спекания), а также моноклинной (количество которой не превышает 5 %) и высокотемпературной кубической (*c*) фазами. Исследована поверхность разрушения керамики, полученной из порошков после старения. Установлено, что приращение количества моноклинной фазы достигает 20 %, что свидетельствует о прошедшем в процессе разрушения тетрагонально-моноклинном (*T-M*) переходе.

Образцы керамики, синтезированные из состаренного порошка, являются более плотными по сравнению с образцами керамики из исходного порошка. Это связано с тем, что по истечению большого количества времени, активированные в процессе осаждения частицы порошка распадаются на отдельные более мелкие. В процессе их прессования и спекания формируется более плотная структура.

Присутствие в керамики, из состаренного порошка, высокотемпературной кубической фазы может быть связано с сегрегацией иттрия на границах синтезированных частиц вследствие неравномерной скорости осаждения их из раствора солей. Высокотемпературное спекание керамики из порошков *t*- ZrO_2 , имеющих на своих границах сегрегированный иттрий, приводит к формированию зерен кубической фазы. Также установлено, что фазовый состав порошка после процесса естественного старения при отжигах 1073 К и выше имеет от 5 до 20% кубической фазы, которая образуется из-за уменьшения размера кристаллитов ниже критического ~10 нм, что возможно является еще одной причиной стабилизации $ZrO_2 - 3 \text{ мол.}\% Y_2O_3$ и роста объемной доли кубической фазы.

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

На рис.1 приведены зависимости отражающие влияние пористости на основные механические характеристики синтезируемой керамики. Все полученные зависимости имеют вид $y=a+b\cdot e^{-kx}$. При экстраполяции этих зависимостей на беспористое состояние предел прочности равен 1426 МПа, модуль упругости 87.88 ГПа, твердость – 21 ГПа. Данные значения в несколько раз меньше значений для компактных образцов керамики, приведенных в литературе [1], что является аномальным. Такое аномальное поведение, в данной работе, обсуждается с точки зрения T - M превращения.

Рис. 1. Зависимости а – предела прочности при сжатии, б – модуля упругости, в – твердости от пористости керамик, полученных из порошков, синтезированных методом обратного осаждения с применением ультразвукового диспергирования в исходном состоянии и после естественного старения.

Литература

1. Андриевский, Р.А. Прочность тугоплавких соединений и материалов на их основе / Р.А. Андриевский, И.И. Спивак / Справ. изд. – Челябинск: Металлургия. Челябинское отделение, 1989. – 368 с.