

ВЛИЯНИЕ ДОПИРОВАНИЯ МАЛЫМИ ДОБАВКАМИ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ НАНОПОРОШКОВ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ**Беличко Д.Р., Константинова Т.Е., Носолев И.К., Волкова Г.К., Лоладзе Л.В., Брюханова И.И., Малецкий А.В.***Донецкий физико-технический институт им.А.А.Галкина**Донецк, Украина**e-mail: danil.belichko@yandex.ru*

Керамические материалы на основе нанопорошков диоксида циркония – это особый класс наноматериалов, которые имеют большой интерес в науке и технике. Совокупность уникальных свойств, таких как повышенная износостойкость, прочность, твёрдость, радиационная стойкость и хорошая биосовместимость данного материала обусловили широкое его применение во многих отраслях науки, медицины и промышленности. Сегодня керамика на основе диоксида циркония используется в качестве материала для эндопротезирования в ортопедии, травматологии и стоматологии, как материал для изготовления износостойких деталей в машиностроении, тяжёлой промышленности и металлургии, а также в энергетике в составе топливных элементов. Несмотря на широкий спектр применения диоксид-циркониевой керамики существует необходимость её изучения и улучшения свойств.

В работе [1] отмечено, что при допировании керамики малыми добавками оксида алюминия в ней проявляется устойчивость к тетрагонально-моноклинному превращению в гидротермальных условиях, что предотвращает её разрушение. Однако механизм создания этой устойчивости до сих пор не ясен и это вызывает интерес к изучению влияния допирования оксидом алюминия на структуру и механические свойства керамических материалов на основе диоксида циркония.

Порошки для исследования были получены методом совместного химического осаждения с введением различного количества оксида алюминия согласно формуле $ZrO_2 + 3\text{mol.}\%Y_2O_3 + nAl_2O_3$, $n=0,1,2,3,5$.

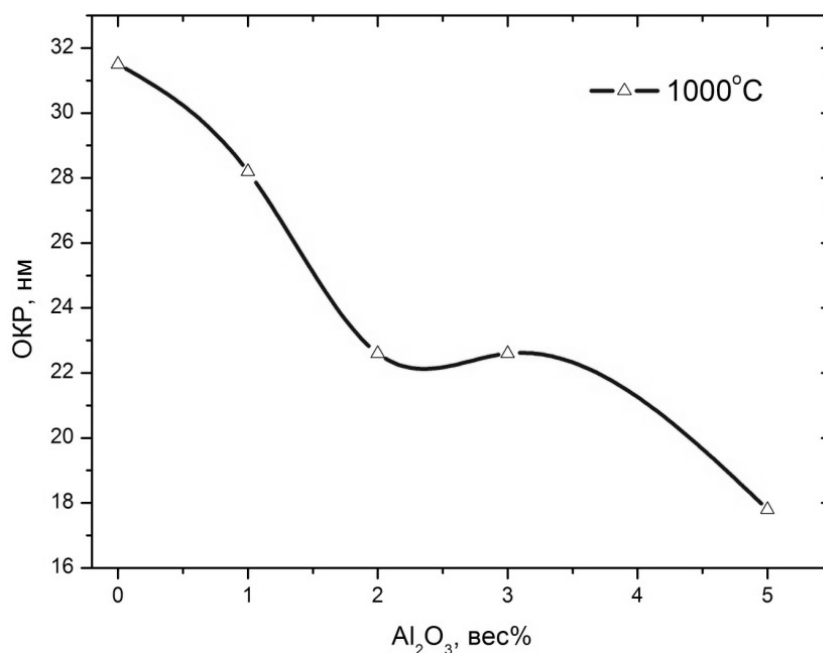


Рисунок 1 - Изменение размера областей когерентного рассеяния в диоксиде циркония с увеличением концентрации оксида алюминия

Рентгенофазовый анализ нанопорошков показал наличие в основном тетрагональной модификации в порошках диоксида циркония и уменьшение ОКР с увеличением концентрации Al_2O_3 , хотя в свободном виде оксид алюминия не был обнаружен..

Далее порошки компактировались в в виде балочек в условиях высокого гидростатического давления равного 300 МПа и спекались при температуре 1500°C. Рентгенофазовый анализ керамики , полученной после спекания в печи показал наличие в исследуемых образцах более 90% тетрагонального диоксида циркония с небольшим количеством высокотемпературной кубической модификации (менее 10%) .

Зависимость плотности образцов от концентрации алюминия имела вид немонотонной кривой с максимумом в области 1 вес.% Al_2O_3 .

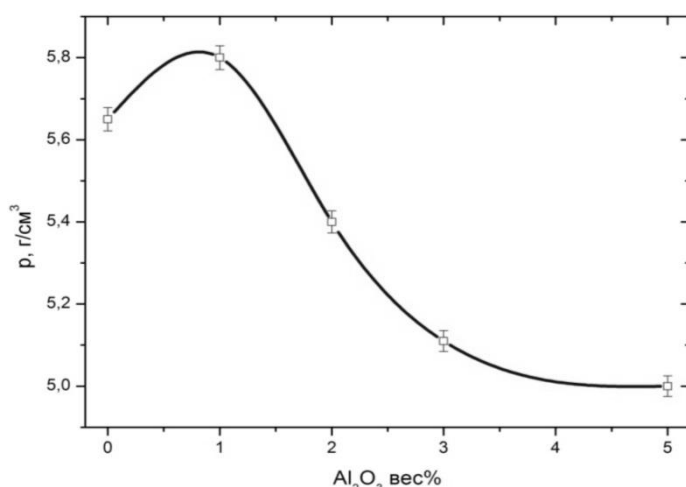


Рисунок 2 - Зависимость плотности исследуемых образцов диоксида циркония от концентрации легирующего оксида алюминия

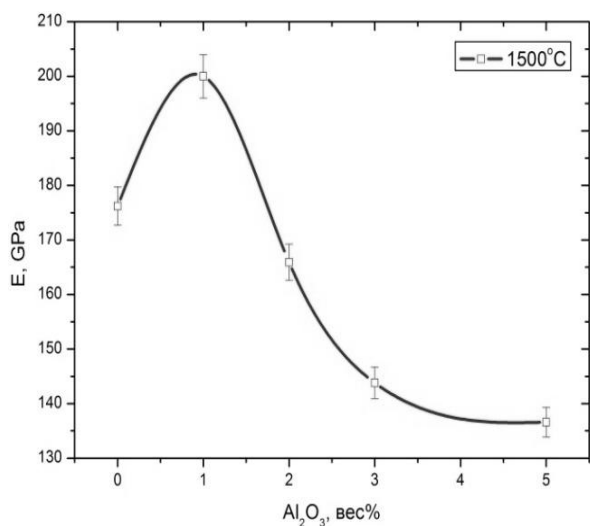


Рисунок 3 -Зависимость модуля Юнга диоксида циркония от концентрации легирующего оксида алюминия

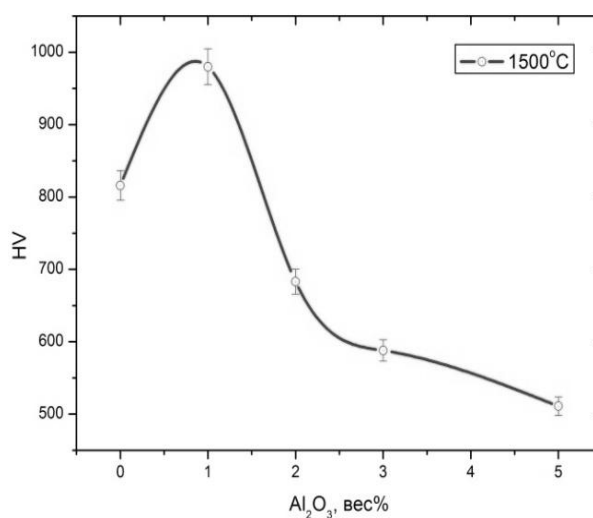


Рисунок 4 - Зависимость твердости по Виккерсу диоксида циркония от концентрации легирующего оксида алюминия

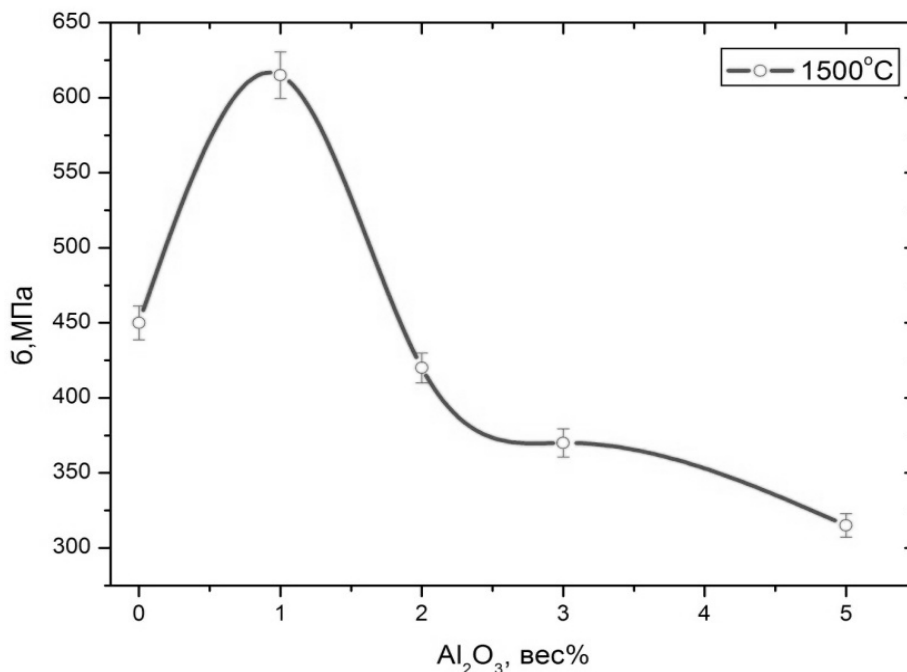


Рисунок 5 - Зависимость прочности исследуемых образцов от концентрации оксида алюминия

Методом составного пьезоэлектрического вибратора были получены значения резонансных частот исследуемых образцов и рассчитан модуль Юнга. Также были исследованы твёрдость по Виккерсу и прочность по методу 4-х точечного изгиба

Все приведенные выше зависимости имеют вид немонотонных кривых с максимумом соответствующем концентрации 1 вес.% Al₂O₃. Исследуемый материал представляет собой типичный пример порошковых наносистем, при консолидации которых достаточно очень малое количество действующего вещества. Полученный эффект обусловлен наличием большой удельной поверхности нанопорошковой системы. В данном случае показано что максимальный эффект уплотнения исследуемой порошковой системы, имеющей высокую удельную поверхность, наблюдается при введении всего 1 % алюминия. Однако, при увеличении концентрации алюминия происходит заметное ухудшение свойств керамики вероятно связанное с изменением состояния границ.

Литература

1. Фазовая стабильность керамики на основе нанопорошков ZrO₂-3 mol% Y₂O₃, компактированных в условиях высокого гидростатического давления / Ф.И. Глазунов, Г.К. Волкова, Т.Е. Константинова, И.А. Даниленко, В.А. Глазунова // Физика и техника высоких давлений. — 2014. — Т. 24, № 3-4. — С. 100-110.