

Рисунок 2 –Рентгенограммы композиционных материалов  $ZrO_2-ZrW_2O_8$  а) полученных из порошковых смесей с различной продолжительностью механической обработки б) спеченных при различных температурах

### Заключение

В ходе выполнения работы установлено влияние механической обработки на структуру и свойства порошковых систем  $ZrO_2-ZrW_2O_8$  и керамики на ее основе.

Установлено, что морфология порошка  $ZrO_2-Al_2O_3$  представлена сферическими гранулами со средним размером 80 мкм. Порошок  $ZrW_2O_8$  состоит из сросшихся и вытянутых продолговатые частицы с собственной блочной структурой.

Наименьший размер гранул достигался после 1 минуты обработки был равен 7,3 мкм; частиц  $ZrW_2O_8$  - после 5 минут обработки и составлял 4 мкм. Дальнейшая обработка привела к частичной агломерации порошков.

Установлено влияние времени обработки порошков на фазовый состав керамики: увеличение продолжительности механической обработки и температуры спекания способствует разложению шпинели:  $Al_2(WO_4)_3 \rightarrow Al_xW_yO_z + WO_{3-x} \rightarrow Al_2O_3 + WO_{3-x}$

Согласно проведенным исследованиям, время механической обработки порошковой системы  $ZrO_2-ZrW_2O_8$  не должно превышать 5 минут.

## СОЗДАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ И КРЕМНИЯ

*А.А. ЛИСИЦА<sup>1</sup>, С.В.МАТРЕНИН<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Томский политехнический университет  
E-mail: [siga1artem@mail.ru](mailto:siga1artem@mail.ru)

Оксинитридная керамика на основе оксидов алюминия и кремния обладает высокими прочностными характеристиками, возможна её эксплуатация при высоких температурах, устойчива к агрессивным средам. Керамику можно использовать в напылении покрытий, вводить как добавки к другим материалам, что расширяет спектр её

применения. Применение керамики зависит от свойств, таких как высокая твердость и прочность, износостойкость, диэлектрические свойства и проводимость, химическая стойкость [1, 2]. Эффективным способом активирования спекания является механическая обработка порошков в энергонапряженных планетарных мельницах. Также возможно активирование спекания путем введения в исходную шихту различных добавок [3].

Целью работы является исследование структуры и физико-механических свойств керамики на основе оксида алюминия, оксида кремния, диоксида циркония, нитрида бора, нитрида алюминия, полученной прессованием и спеканием наноструктурных порошков.

Использовали промышленные нанокристаллические оксидные порошки (НП) составов 95%  $ZrO_2$  - 5%  $Y_2O_3$ , 80%  $Al_2O_3$  - 19%  $ZrO_2$  - 1%  $Y_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  -  $ZrO_2$  -  $Y_2O_3$ , полученные в условиях плазмохимического синтеза. Кроме плазмохимических нанопорошков в работе использовали субмикронный порошок оксида алюминия марки ЦМ - 332, содержащий 1 масс. %  $MgO$ , порошок  $AlN$  (ИСМАН, г. Черноголовка), порошок  $BN$ .

Для получения порошка оксинитрида алюминия использовали электровзрывной НП  $Al$ , полученный с использованием полупромышленной установки ЭВП в Томском политехническом университете.

Порошки обрабатывали в планетарной мельнице «Активатор 2SL, прессовки формовали методом одноосного прессования с помощью гидравлического пресса. Спекание проводили в высокотемпературной печи сопротивления и в установке SPS-515S «Sumitomo» для искрового плазменного спекания (ИПС). Прибор Nano Indenter G 200 использовали для определения модуля нормальной упругости и нанотвердости.

Результаты спекания в атмосфере воздуха показали, что образцы, содержащие нитридную фазу, не спеклись. Это можно объяснить окислением нитридов и образованием легкоплавких эвтектик. Наибольшую плотность имел образец заэвтектического состава композиции 80% $Al_2O_3$  - 19% $ZrO_2$  - 1% $Y_2O_3$ . Композиция 50% $Al_2O_3$  - 50% $AlN$  спекается только в инертной атмосфере. Методом ИПС получен образец данного состава с относительной плотностью 84,8%.

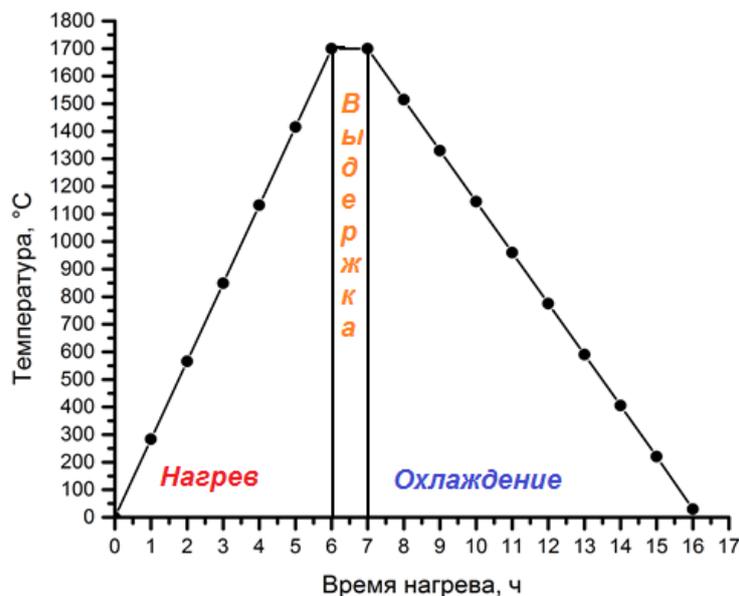


Рисунок 1 – График нагрева в высокотемпературной печи сопротивления

Результаты наноиндентирования показали, что наибольшими значениями модуля нормальной упругости и нанотвердости обладает композиция состава 50% $Al_2O_3$  - 50% $AlN$ :  $E_{IT} = 290663$  МПа,  $H_{IT} = 20269$  Мпа. Оксинитридную керамику данного состава можно

рекомендовать, как материал для изготовления высокопрочных керамических изделий, эксплуатируемых в условиях высоких температур.

Таблица 1 – Результаты наноиндентирования спеченных образцов керамики

№	Состав смеси	$E_{IT}$ , МПа	$H_{IT}$ , МПа
1	95% $ZrO_2$ – 5% $Y_2O_3$	268738	19802
2	80% $Al_2O_3$ – 19% $ZrO_2$ – 1% $Y_2O_3$	226890	13708
3	50% $Al_2O_3$ – 50% $AlN$	290663	20269
8	90% $Al_2O_3$ – 10% $BN$	91668	1652

#### Список литературы

1. Матренин С.В., Слосман А.И. Техническая керамика: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004.–75 с.
2. Шевченко, А.В. Высокотехнологичная керамика на основе диоксида циркония / А.В. Шевченко, А.К. Рубан, Е.В. Дудник // Огнеупоры и техническая керамика. 2000. №9. С. 2-8.
3. Гаршин, А.П. Керамика для машиностроения / А.П. Гаршин, В.М. Гропянов, Г.П. Зайцев и др. – М.: ООО Изд-во «Научтехлитиздат», 2003. 384 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ИСХОДНОЙ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ НА СВОЙСТВА СПЕЧЕННОГО Fe-Ti СПЛАВА

*ЛУ СЮАНЬ*

Институт социально-гуманитарных технологий

E-mail: [syuan1@tpu.ru](mailto:syuan1@tpu.ru)

#### Введение

Свойства спеченного материала в значительной степени определяются качеством исходного сырья, т.е. порошковых смесей. Применяя дополнительные обработки исходных порошковых смесей, можно существенно влиять на свойства спеченных материалов, а также на последующие технологические процессы. Очень часто для увеличения реакционной способности используют механическую активацию порошков. В процессе механической активации многокомпонентных систем могут происходить фазовые превращения, возможно протекание механохимических реакций, а спекание активированных порошковых смесей может происходить при температурах на десятки и даже сотни градусов ниже, чем не активированных порошков.

#### Материалы и методики

Порошок железа марки ВМ и порошок марки ПТОМ и сажа. Они смешивались в смесителе С2.0 в течение 24 часа по химическому составу: Fe:Ti=95%:5% и Fe:Ti:C=94%:5%:1%. Потом активация порошков проводили в Активаторе 2SL в течение 0, 1, 5, 10 и 20 мин.

#### Результаты исследования

1. По результатам измерений построили график зависимости плотности образцов после прессования («зеленых»), представленный на рисунке 1.