

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ НА МОРФОЛОГИЮ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

Ли Чан¹

Научный руководитель: ассистент, к. т. н. Е.С. Дедова^{1,2}
¹Томский политехнический университет,
²Институт физики прочисти и материаловедения СОРАН
E-mail: lee106377@gmail.com

Существует класс материалов, сжимающихся при нагревании, то есть обладающих отрицательным коэффициентом термического расширения. Среди представителей данного класса материалов выделяется сложная оксидная система – вольфрамат циркония, ZrW_2O_8 . В то время как такие материалы обладают анизотропным расширением, проявляющееся в достаточно узком диапазоне температур, вольфрамат циркония сохраняет уникальные свойства от низких до высоких температур (-273 до 770 °C). На сегодняшний день недостаточно данных касательно влияния механической активации на структуру и свойства керамических порошков, содержащих вольфрамат циркония. Целью работы являлось изучить влияние механической активации порошков $ZrO_2 - Al_2O_3 - 5$ вес% ZrW_2O_8 на морфологию и свойства, выявить оптимальное время перемешивания данных порошков в планетарной мельнице.

В качестве исходных компонентов использовались: смесь порошков оксида циркония, стабилизированный оксидом иттрия, и оксида алюминия ($ZrO_2(3 \text{ мол\% } Y_2O_3) - Al_2O_3$) (Tosoh, Япония); вольфрамат циркония, полученный гидротермальным синтезом;

Порошки перемешивались в планетарной мельнице АГО 2. Порошки засыпались в стальные барабаны с керамическими вкладышами. В качестве мелющих тел использовались сферические корундовые шары с диаметром 8 мм с соотношением к порошку 5:1. Время перемешивания варьировалось и составило 1, 5, 10 минут.

Исходный порошок $ZrO_2(3 \text{ мол\% } Y_2O_3) - Al_2O_3$ представляет собой гранулы, средний размер которых составлял 80 мкм. Порошок вольфрамата циркония представляет собой сросшиеся и вытянутые продолговатые частицы с собственной блочной структурой. Средний поперечный размер составляет 0,2 мкм, средний продольный варьируется от 0,5 до 8 мкм.

Согласно данным электронной микроскопии, перемешивание в планетарной мельнице привело к изменению морфологии порошков. После смешивания размер гранул порошка $ZrO_2(3 \text{ мол\% } Y_2O_3) - Al_2O_3$ уменьшился до 10 мкм. Наименьший размер агломератов достигался после 1 минуты перемешивания порошка в планетарной мельнице и составил 7.3 мкм. Наименьший размер продолговатых частиц составил 4 мкм после перемешивания в течение 5 минут. Дальнейшее перемешивание привело к агломерации порошков.

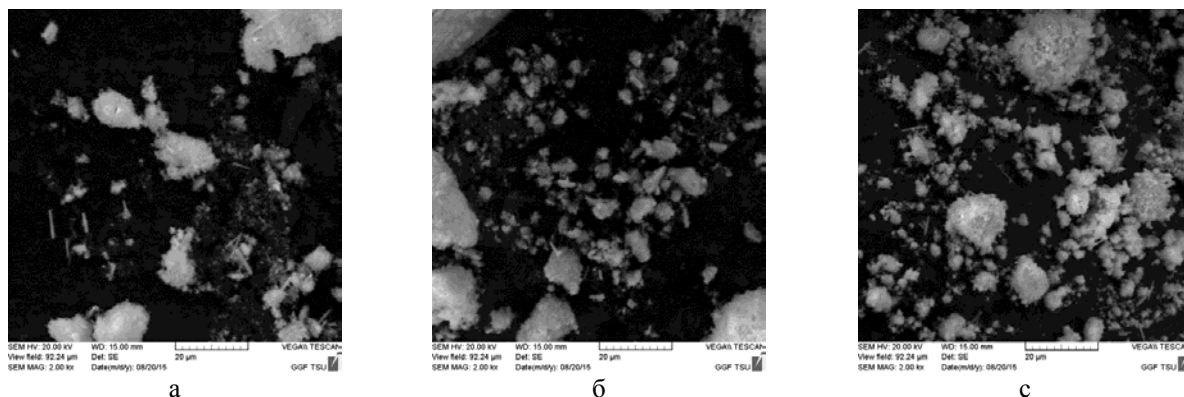


Рис. 1. РЭМ изображения порошков после смешивания в течение а) 1 мин; б) 5 мин; в) 10 мин

Зависимости изменения размеров частиц от времени спешивания представлены на рисунке 2. Как видно из рисунка 2а, при времени 0 до 1 мин наблюдается линейное уменьшение размеров агломератов, при активации от 1 до 10 мин изменение размеров изменяется согласно параболическому закону. Согласно рисунку 2 (а), изменение размеров продолговатых частиц подчинялось линейному закону с минимумом, соответствующему 5 минутам смешивания порошков.

На рисунке 2б представлено изменение удельной поверхности порошков, характеризующей суммарную площадь поверхности частиц порошка к единице массы, в зависимости от времени смешивания. Видно, что наибольшее значение удельной поверхности достигается при перемешивании в течение 5 мин. Увеличение времени активации привело к уменьшению $S_{уд}$.

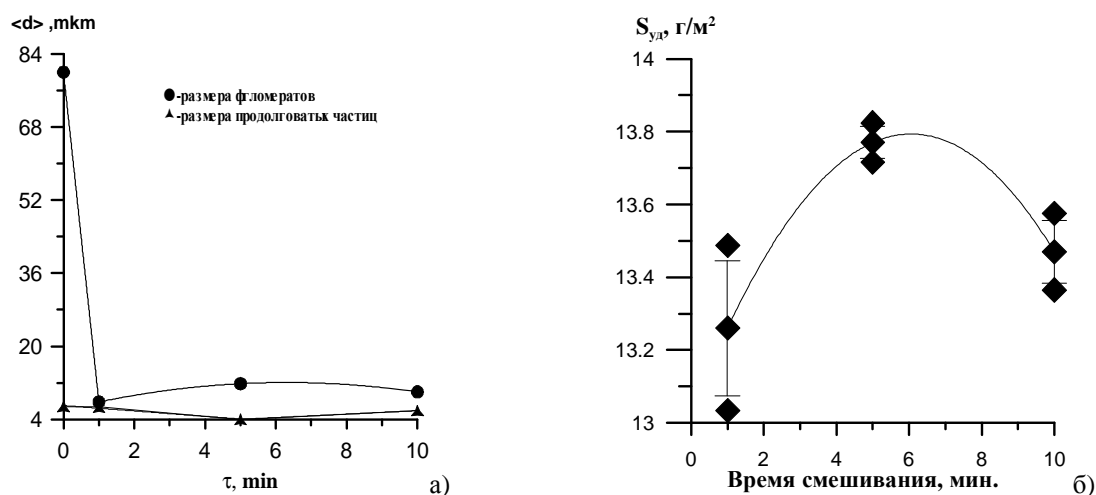


Рис. 2. Зависимость изменения а) размера частиц; б) удельной поверхности порошков от времени перемешивания

В ходе выполнения работы установлено, что морфология порошка $\text{ZrO}_2(3 \text{ мол}\% \text{Y}_2\text{O}_3) - \text{Al}_2\text{O}_3$ представлена гранулами с средним размером 80 μm . Порошок вольфрамата циркония состоит из сросшихся и вытянутых продолговатые частицы с собственной блочной структурой. Средний поперечный размер составляет 0.2 μm , средний продольный варьируется от 0,5 до 8 μm .

После перемешивания в планетарной мельнице в течение 1, 5 и 10 мин привело к изменению морфологии порошков. После смешивания размер гранул порошка $\text{ZrO}_2(3 \text{ мол}\% \text{Y}_2\text{O}_3) - \text{Al}_2\text{O}_3$ уменьшился до 10 μm . Наименьший размер агломератов достигался после 1 мин перемешивания порошка в планетарной мельнице и составил 7,3 μm . Наименьший размер продолговатых частиц составил 4 μm после перемешивания в течение 5 мин. Дальнейшее перемешивание привело к росту размеров частиц, вызванных агломерацией порошков.

Наибольшее значение удельной поверхности перемешанных порошков достигалось после активации в течение 5 мин.

Согласно проведенным исследованиям, оптимальным временем перемешивания смеси порошков $\text{ZrO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrW}_2\text{O}_8$ не должно превышать 5 мин.

Работа выполнена в рамках соглашения с Минобрнауки
14.575.21.0040 (RFMEFI57514X0040)