

МОРФОЛОГИЯ И СВОЙСТВА СМЕСИ ПОРОШКОВ $\text{Al-ZrW}_2\text{O}_8$ ПОСЛЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

Д.Ю. ЗЕЛЕНЦОВ¹, В.С. ШАДРИН^{2,3}

¹Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

²Томский государственный университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

³Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,

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

E-mail: phantomable747@yandex.ru

Введение частиц ZrW_2O_8 , обладающего изотропным отрицательным коэффициентом теплового расширения (КТР) ($\alpha = -9,6 \cdot 10^{-6} \text{ C}^{-1}$) [1], в алюминиевую матрицу позволит реализовать не только механизм дисперсного упрочнения, но и усилить упрочняющий эффект за счет формирования внутренних сжимающих напряжений, вызванных разностью КТР исходных компонентов.

Однако, так как вольфрамат циркония находится в метастабильном состоянии, и при нагревании происходит его разложение на составляющие оксиды WO_3 и ZrO_2 [2], механическая активация (МА) может существенно ускорить данный эффект и привести к фазовым изменениям.

Поэтому *целью* настоящей работы является исследование свойств порошковых смесей $\text{Al-ZrW}_2\text{O}_8$ после интенсивной механической активации различной длительности.

Исходными компонентами порошковых смесей $\text{Al-ZrW}_2\text{O}_8$ являются порошок технически чистого алюминия АСД-6 и порошок вольфрамата циркония, полученный гидро-термальным методом [3]. Механическая активация проводилась на планетарной мельнице АГО-2 в течение 30 сек., 1 мин. и 5 мин. с частотой вращения 1820 об./мин.

Порошок алюминия представлен сферическими частицами, средний размер которых составляет 3 мкм. Частицы ZrW_2O_8 имеют стержневидную форму и агломерированы. Поперечный размер частиц составляет до 0,6 мкм и длина до 20 мкм, что хорошо согласуется с [3,4].

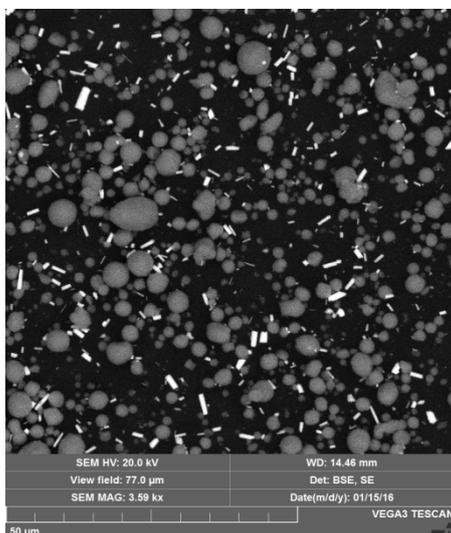


Рисунок 1 - Порошковая смесь после 1 минуты МА

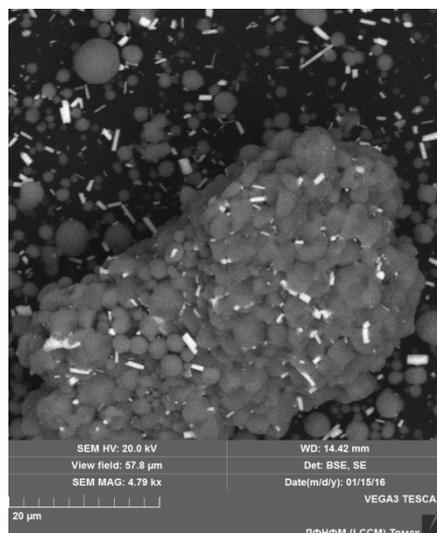


Рисунок 2 - Порошковая смесь после 5 минут МА

На рисунках 1 и 2 представлены изображения порошковых смесей после механической активации. После 1 минуты механической активации распределение частиц ZrW_2O_8 в смеси с алюминием гомогенное, рисунок 1. Увеличение длительности механической активации до 5 минут приводит образованию агломератов, рисунок 2. Несмотря на это, после

агломерации порошка алюминия распределение частиц ZrW_2O_8 остается равномерным. При этом длина стержневидных частиц уменьшается, а их поперечный размер не меняется.

Дифракционные картины, полученные после механической обработки смесей, показали, что исходный фазовый состав сохраняется, т.е. реакций между компонентами порошковой смеси не происходит, рисунок 3.

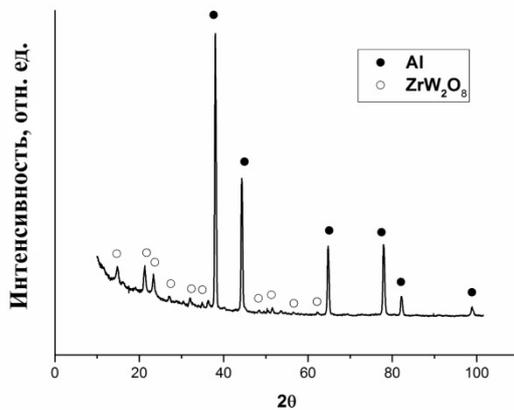


Рисунок 3 - Рентгенограмма порошковой смеси после 1 мин. МА

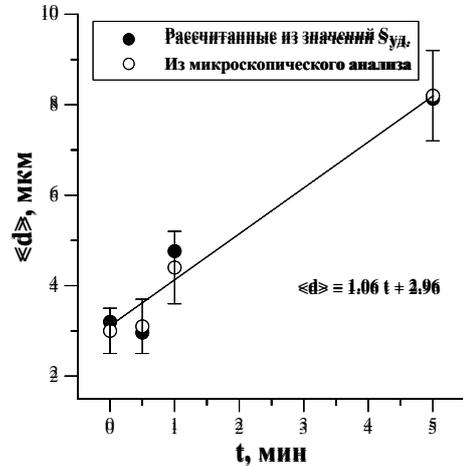


Рисунок 4 - Зависимость среднего размера частиц алюминия от времени МА

Исходное значение удельной поверхности составляло $2.8 \text{ м}^2/\text{г}$, после 5 минут МА значение $S_{уд}$ уменьшилось до $0.62 \text{ м}^2/\text{г}$, что свидетельствует о значительной агломерации смеси. Анализ насыпной плотности порошковой смеси показал увеличение значений после 30 секунд МА, и при 5 минутах оно составило $1,2 \text{ г}/\text{см}^3$. Значения размеров частиц алюминия рассчитанные из значений $S_{уд}$ совпадают со значениями, полученными из анализа изображений, рисунок 4.

Таким образом в работе показано, что при механической активации длительностью 1 минуту, достигается равномерное распределение частиц вольфрамата циркония в порошке алюминия, а дальнейшее увеличение продолжительности механической активации способствует агломерации частиц алюминия. Метастабильное состояние ZrW_2O_8 сохраняется и не происходит его распада на составляющие оксиды ZrO_2 и WO_3 . Было определено, что увеличение продолжительности механической активации приводит к уменьшению значений удельной поверхности и повышению насыпной плотности. Размеры частиц алюминия, рассчитанные из значений удельной поверхности совпадают с размерами частиц, полученными из анализа РЭМ изображений, что свидетельствует о достоверности полученных значений.

Список литературы

1. Evans J. S. O. Negative thermal expansion materials. The Royal Society of Chemistry, Dalton Trans., 1999, p. 3317 – 3326.
2. Wu G., Zhou C., Zhang Q., Pei R. Decomposition of ZrW_2O_8 in Al matrix and the influence of heat treatment on $ZrW_2O_8/\text{Al-Si}$ thermal expansion, Scripta Materialia, 2015, v 96, p. 29-32.
3. Dedova E.S., Shadrin V.S., Gubanov A.I., Kulkov S.N. The Preparation and Structural Features of Zirconium Tungstate Possessing Abnormal Thermal Properties, Inorganic Materials: Applied Research, 2014, v. 5, No. 5, p. 471–475.
4. Kulkov S.N., Dedova E.S., Pedraza F. Erdelyi J. The Influence of Temperature on the Properties of ZrW_2O_8 , Epitoanyag - JSBCM, 2014, v.66, No. 2, p. 35-37.