

Шэнь Юань (Китай), Ван Дакунь (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Мироя Елена Сергеевна,
канд. техн. наук, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ

Введение

Многокомпонентные керамические твердые растворы, стабилизированные конфигурационной энтропией смешения, вследствие искаженной кристаллической решетки из-за высокого беспорядка позиций катионов в кристаллической решётке характеризуются превосходными физико-механические свойства [1-3]. Стоит отметить, что элементный состав многокомпонентных материалов оказывает значительную роль как на процессы формирования однофазных твердых растворов, так и на конечные свойства.

Целью данной работы является исследование структурообразования многокомпонентных керамических твердых растворов (Hf, Zr, Ti, Nb) C.

Методы и материалы эксперимента

В качестве исходных компонентов использовались коммерческие порошки HfC, ZrC, TiC и NbC. Порошки карбидов металлов в эквимольном соотношении смешивались в планетарной мельнице в среде аргона. Образцы керамики были получены горячим прессованием порошковых смесей при температурах 1400–1900 °С. Фазовый состав керамических материалов анализировался с помощью дифрактометра с $\text{CuK}\alpha$ излучением в угловом диапазоне 20–80 градусов с шагом 0,05 град. и экспозицией 5 сек. Идентификация фазового анализа проводилась с помощью программного обеспечения Match!

Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 приведены рентгенограммы порошков HfC, ZrC, TiC, NbC и керамики, полученной спеканием под давлением при температурах 1400–1900° С. Видно, что большинство рефлексы исходных карбидных порошков исчезли при спекании при температуре 1400° С, что указывает на диффузию между различными элементами и образование многокомпонентных карбидов. На соответствующей рентгенограмме регистрируются рефлексы твердых растворов замещения и два нестехиометрических карбида ZrC и TiC, причем интенсивность рефлексов ZrC и TiC более низкая, чем на рентгенограммах исходного порошка, что свидетельствует о количественном уменьшении данных фаз. При повышении

температуры до 1500°C на дифрактограммах наряду с рефлексами (Hf, Zr) C, (Zr, Nb) C появляются пики трехкомпонентного твердого раствора (Hf, Zr, Ti) C. рефлексы монокарбидов не регистрировались. Увеличение температуры спекания до 1700°C привело к изменению фазового состава материала – на дифрактограмме регистрировался основной набор пиков ГЦК структуры (Hf, Zr, Ti, Nb) C. Дальнейший рост температуры до 1900°C не привело к изменению фазового состава, однако стоит отметить незначительное изменение углового положения рефлексов, что может быть обусловлено упорядочиванием твердого раствора (Hf, Zr, Ti, Nb) C.

Результаты рентгенофазовых исследований показывают, что четырехкомпонентный твердый раствор образуется из более простых бинарных и тройных твердых растворов. Кроме того, результаты рентгеновского анализа могут свидетельствовать о том, что Hf выступает в качестве матричного компонента твердого раствора, в решетки которой атомы Hf сначала замещаются атомами Zr, затем атомами Ti и Nb.

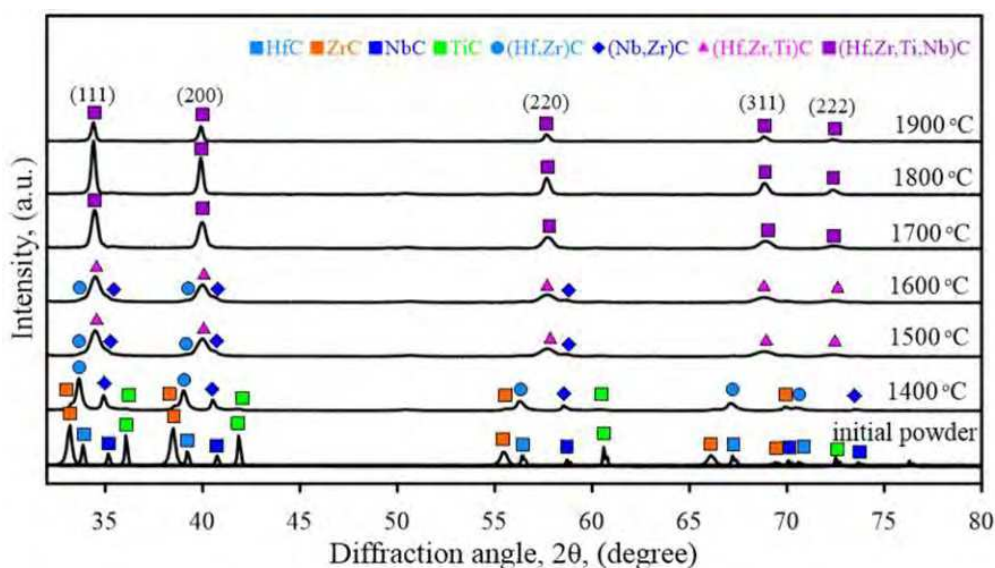


Рис. 1. Дифрактограммы керамической системы HfC-ZrC-TiC-NbC при различных температурах горячего прессования

На рисунке 2 приведены РЭМ изображения микроструктуры керамической системы HfC-ZrC-TiC-NbC при различных температурах спекания. Структура керамики, полученной при 1400°C , была неоднородной, с четко различимыми границами фаз на полированной поверхности материала, рисунок 2 (а). При дальнейшем повышении температуры спекания керамики до 1900°C наблюдалась однородная структура керамического материала со случайными порами на поверхности, рисунок 2 (б).

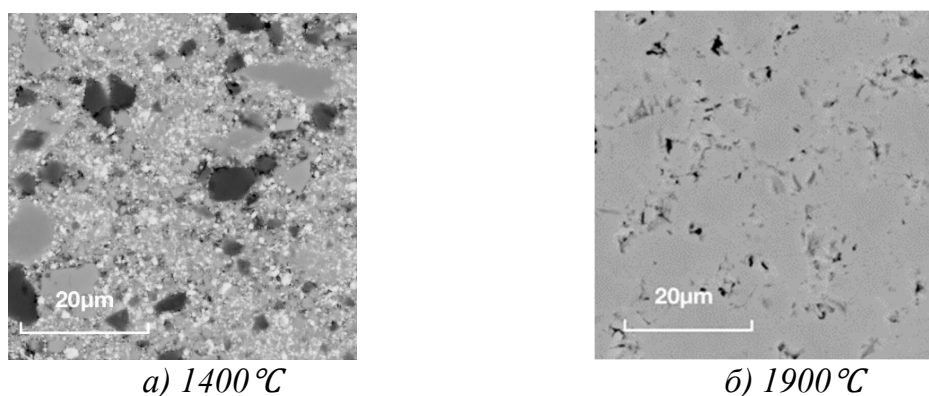


Рис. 2. Микроструктура керамической системы HfC-ZrC-TiC-NbC, полученной при разных температурах горячего прессования (x5000)

На рисунке 3 показана плотность керамических образцов в зависимости от температуры спекания. Видно, что при увеличении температуры состава HfC-ZrC-TiC-NbC происходит ступенчатое изменение плотности керамики. Повышение температуры спекания до 1500 °C не оказывает существенного влияния на плотность керамики, которая составляет 7,2 г/см³. Повышение температуры до 1600 °C приводит к значительному увеличению плотности материала до 7,6 г/см³. Дальнейшее повышение температуры до 1900 °C приводит к увеличению плотности до 7,8 г/см³.

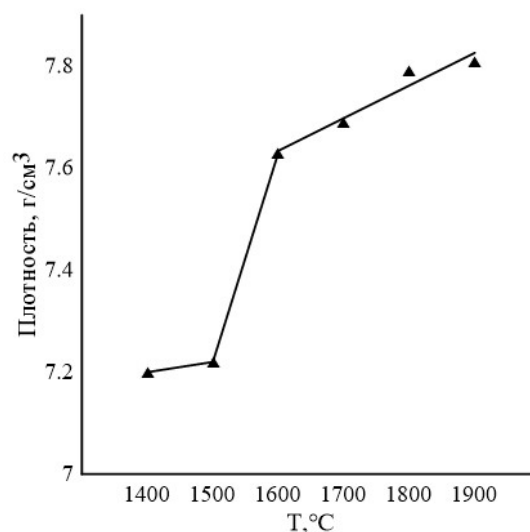


Рис. 3. Зависимость изменения плотности керамической системы HfC-ZrC-TiC-NbC от температуры горячего прессования

Заключение

В настоящей работе получены многокомпонентные керамические твердые растворы методов горячего прессования. Была определена закономерность образования однофазного твердого раствора (Hf,Zr,Ti,Nb)C с решеткой ГЦК по типу NaCl из эквимольной смеси HfC-ZrC-TiC-NbC. Установлено, что формирование (Hf,Zr,Ti,Nb)C протекает через образование двух- и трехкомпонентного твердых растворов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ye B, et al. First-principles study, fabrication and characterization of (Zr_{0.25}Nb_{0.25}Ti_{0.25}V_{0.25})C highentropy ceramics // Acta Materialia. 2019, 170. –P. 15–23.
2. Pickering E. et al. Highentropy alloys: A critical assessment of their founding principles and future prospects // International Materials Reviews. - 2016, 61(3). –P. 183–202.
3. Feng L, et al. Synthesis of singlephase high-entropy carbide powders // Scripta Materialia- 2019, 162. –P. 90–93.

Юлдашева Феруза Шерзод кизи (Узбекистан)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Плотников Евгений Владимирович,
канд. хим. наук, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ КАРКАСНЫХ БЕЛКОВ С ХЕЛАТНЫМИ ГРУППАМИ НА ОСНОВЕ ГЛУТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЦИСТЕИНА

Сверхэкспрессия рецептора 2 эпидермального фактора роста человека (HER2) представляет собой предиктор рака молочной железы [1]. Он сверхэкспрессирован в значительном количестве всех видов рака молочной железы и в меньшей степени также в других типах рака [2]. HER2 представляет собой однопроходный рецептор, закрепленный на плазматической мембране, который принадлежит к семейству рецепторов эпидермального фактора роста. Он может образовывать гомо- или гетеродимеры с другими членами своего семейства, чтобы вызвать активацию. Это приводит к более агрессивному фенотипу, который характеризуется