

Касмамытов Н. К.

Институт физико-технических проблем и материаловедения НАН КР
г. Бишкек,**СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАНО- И
УЛЬТРАСТРУКТУРИРОВАННЫХ КЕРАМОКОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НИТРИДА КРЕМНИЯ**

Разработка нанотехнологий с целью получения нано- и ультраструктурированных керамокомпозиционных большеобъемных изделий для высокотемпературной приборной техники, элементных узлов двигателей, огнеупорной промышленности и др., от которых требуются низкие значения коэффициента линейного теплового расширения с сочетанием комплекса необходимого уровня механических и теплостойких свойств, является важным физико-техническим аспектом нанопорошковых технологий и наноматериалов [1-3].

В лаборатории физики порошковых материалов ИФТПиМ НАН КР синтезированы пористые ($P=30-33\%$) наноструктурированные нитридокремниевые керамокомпозиционные материалы (НККМ) путем утилизации ультрадисперсных шламовых отходов кремния Кыргызского химико-металлургического завода «Астра».

В докладе будет изложен ряд аспектов, касающихся технологии синтеза нитридокремниевых керамокомпозиционных материалов, особенностей формирования структуры в процессе синтеза и физико-механических свойств этих материалов.

Коротко отметим, что разработанная технология синтеза НККМ является ресурсосберегающей, безотходной, не загрязняющей окружающую среду, позволяющей получать конечные изделия НККМ с высокой степенью сложности формы и различных размеров, причём без вспомогательных и дополнительных механических и термических обработок.

Технология получения НККМ многоступенчатая, которая включает в себя следующие технологические операции: очистка шлама от смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), просушка и обжиг очищенного шлама, помол, приготовление шликера, формование изделий литьем, выпарка связующего пластификатора и реакционный синтез. Все предварительные технологические стадии до реакционного синтеза НККМ подробно рассматриваются в статьях [5-10].

Заключительной технологической операцией является реакционное спекание ультрадисперсных (0,001-1мкм) порошков кремния в среде азота, в процессе которой в НККМ формируется нано- и ультраструктурированная микроструктура, которая состоит из нано- и ультранитевидных кристаллов нитрида и карбонитрида кремния. В диаметре ультрадисперсные кристаллы нитрида и карбонитрида кремния лежат в диапазоне 50-500 нм. Наличие в структуре НККМ нано- и ультранитевидных кристаллов нитрида и карбонитрида кремния обеспечивает высокие показатели физико-механических и эксплуатационных свойств полученных материалов [11-13].

В докладе обсуждаются физико-механические свойства, в частности, прочность, теплоёмкость, термостойкость и др.

Предел прочности опытных образцов НККМ с пористостью 30-33% на сжатии при комнатной температуре составил порядка $\sigma=35-42$ кгс/мм². Для сравнения отметим, что традиционные нитридокремниевые керамокомпозиционные изделия с пористостью 18-24% (не наноструктурированные ККМ) на основе $Si_3N_4 - SiC$ имеют значения предела прочности на сжатие при комнатной температуре $\sigma= 20-24$ кгс/мм². Из сравнения значений предела прочности НККМ с классическим нитридокремниевым материалом видно, что у НККМ прочность на сжатие приблизительно в 1,5-2 раза выше, чем у классической керамики РСНК на основе $\alpha-Si_3N_4$ нитрида кремния, несмотря на то, что у

НККМ пористость больше на 5-10%, чем у РСНК. Такое увеличение предела прочности (в 1,5-2 раза) НККМ по сравнению с классическим РСНК можно объяснить только наличием в структуре НККМ наноструктурированных нитевидных кристаллов нитрида и карбонитрида кремния.

На основании исследований структуры и физико-механических свойств НККМ проанализированы возможные области их применения в промышленном секторе Кыргызской республики. Коротко отметим, что синтезированные НККМ могут найти широкое применение в современной технике и промышленности. На их основе могут быть разработаны фильтры для отчистки жидкостей и газов от твёрдых примесей, теплообменные системы, шумопоглотители и др. Особый интерес НККМ представляют как жаростойкие материалы, способные обеспечить длительную эксплуатацию при высоких температурах 800-1600°C в воздушной атмосфере, металлических расплавах, кислотах и в других агрессивных средах. При этом возможные области использования НККМ далеко ещё не исчерпаны.

Литература:

1. Лякишев Н.П. Нанокристаллические структуры – новое направление развития конструкционных материалов. // Вестник РАН, 2003. – т. 73. - № 5. – С. 422-427.
2. Рагуля А.В, Скороход В.В. /Консолидированные наноструктурные материалы. // Киев.- Наукова думка.-2007. 290с
3. Моделирование и технология получения керамики на основе кремния. /Под ред. В.М.Лелёвкина, О.Н. Каныгиной, В.П. Макарова // Бишкек: изд. КРСУ.- 2008. - 222 с.
4. Касмамытов Н.К., Мураталиева В.Ж. Рентгеноструктурные исследования реакционно-спечённых керамокомпозиционных материалов// Сб. трудов Международной конференции, посвященная 55-летию КГТУ им.И Раззакова. – Бишкек. – 2009. – с.83-88.
- 5.Касмамытов Н.К., Макаров В.П / Наноструктурированные керамокомпозиционные материалы на основе нитрида кремния //Труды III – Всероссийской конференция по наноматериалам НАНО-2009. – Екатеринбург, 2009. – С.200 -201.
6. Касмамытов Н.К. Микрорентгеноспектральные исследования структуры керамокомпозиционных материалов. // Вестник КРСУ. – Б.: - 2010. – Том 10. - № 5. – С.116-122.
7. Касмамытов Н.К. Морфология и технологические свойства шламовых отходов кремния.// Вестник КРСУ. – Бишкек. -2009. – Том 9. - № 11. – С.157-161.
8. Касмамытов Н.К., Жангараев А.Ж., Гудимов Н.В. Получение шликера на основе ультрадисперсных шламовых отходов кремния.// Наука и новые технологии. – Бишкек. - 2009. - № 6. – С.22-26.
9. Касмамытов Н.К., Гудимов Н.В., Макаров В.П., Жангараев А.Ж., Технологические режимы выпарки пластификатора из шликерных керамокомпозиционных изделий./ Наука и новые технологии. – Бишкек. -2009. - № 6. – С.5-7.
10. Касмамытов Н.К., Макаров В.П., Гудимов Н.В. / Размеры нано- и ультранитевидных кристаллов в реакционно-спечённых керамокомпозиционных материалах // Научный журнал ИФТПиМ НАН КР. -Физика. – Бишкек. – 2010. - № 1. – С.91-96.
11. Касмамытов Н.К., Макарова С.В., Жангараев А.Ж. Особенности поровой структуры в нано- и ультраструктурированных керамокомпозиционных материалах.// Научный журнал ИФТПиМ НАН КР. -Физика. – Бишкек. – 2010. - № 1. – С.96-100.
12. Касмамытов Н.К., Ласанху К. Теплоёмкость реакционно-спечённых нано- и ультраструктурированных нитридокремниевых материалов. //Научный журнал ИФТПиМ НАН КР. -Физика. – Бишкек. – 2010. - № 1. – С.100-106.

13. Касмамытов Н.К.. Технология получения наноструктурированных керамокомпозиционных материалов. // Сб. тр. Международной научно-практической конференции «Перспективы развития научно-инновационной деятельности». – Бишкек. – 2009 . – 12–26 С