

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ОКСИДА ИТТРИЯ НА СВОЙСТВА AlON

Е. А. Шпанич

Научный руководитель – к.т.н., доцент И. Б. Ревва

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, eshpanich@tpu.ru

$\gamma$ -AlON с эмпирической формулой  $Al_{23}O_{27}N_5$  является единственным соединением в псевдо-бинарной системе  $AlN-Al_2O_3$ , обладающим прозрачностью в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом спектрах. Исключительность материала также обусловлена его высокой прочностью, трещиностойкостью и твердостью. AlON-керамика превосходит пуленепробиваемое стекло по прочности при меньшей толщине и массе, поэтому она применяется для изготовления прозрачных элементов брони солдат и транспорта, инфракрасных куполов для ракет.

Традиционными способами получения AlON-керамики являются сверхвысокочастотное спекание, горячее изостатическое прессование, горячее прессование. Недостатками этих методов является необходимость проведения длительной обработки (от 18 до 24 часов) при высоких температурах (более 1700 °C). Сложность получения оксинитридной керамики традиционными способами заключается в достижении минимальной пористости: с увеличением температуры наблюдается рост зерен и, следовательно, пор между ними.

Снижению температуры и времени спекания может способствовать введение оксидов редкоземельных элементов в качестве легирующих добавок. Исследования в данной области являются актуальными.

В проведенном исследовании были использованы порошки оксида алюминия (Almatis 3000, содержание  $Al_2O_3$  99,7 %), нитрида алюминия (СВС-И, содержание  $AlN$  97,7 %), оксида иттрия  $Y_2O_3$ .

Цель работы: изучение влияния различных количеств оксида иттрия на свойства керамики на основе оксинитрида алюминия.

Всего для эксперимента подготовлено 3 различных состава, в которых варьировалось содержание  $Y_2O_3$  (сверх 100 %), но содержание оксида и нитрида алюминия оставалось неизменно (81,7 % –  $Al_2O_3$ , 18,3 % –  $AlN$ ). Гомогенизация смесей обеспечена мокрым помолом в планетарной мельнице в среде изопропилового спирта. Образцы для исследования в форме дисков диаметром 20 мм изготовлены полусухим прессованием на временной связке поливинилбутирала. После прессования образцы были подвергнуты нагреванию до 600 °C до полного выгорания связки. Для каждого состава проведены два обжига в высокотемпературной печи в атмосфере азота с выдержкой образцов при температуре 1850 °C в течении 6-ти и 8-ми часов.

После обжига с помощью гидростатического взвешивания были определены плотность, пористость и водопоглощение образцов.

Результаты исследования подтвердили теоретические данные о положительном влиянии добавок оксида иттрия на свойства алюмооксинитридной керамики. Достигнута относительная плотность легированных образцов в 94,5 %, нелегированных – 84,8 %.

Анализ образцов одного состава с разным временем выдержки при максимальной температуре показал неэффективность увеличения времени выдержки для  $Y_2O_3$ -содержащих образцов: у состава с 0,6 % мас.  $Y_2O_3$  наблюдали снижение относительной плотности с 94,5 %

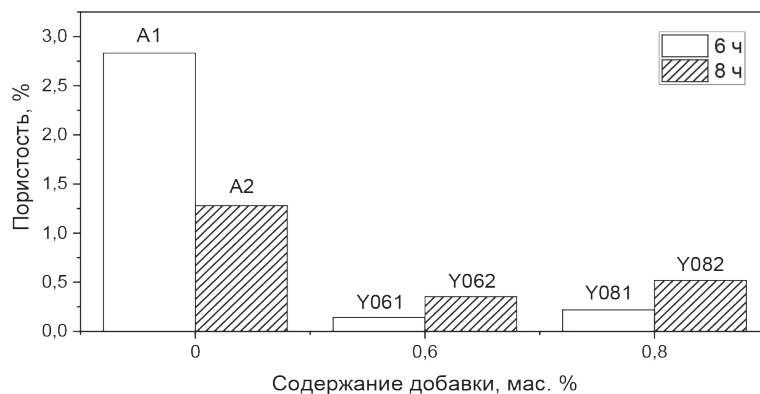


Рис. 1. Пористость образцов керамики с разным временем выдержки

(шифр Y061) до 93,0 % (шифр Y062); у состава с 0,8 % мас.  $Y_2O_3$  уменьшение относительной плотности составило 3,2 % (с 93,2 % для шифра Y081 до 90,0 % для шифра Y082). Увеличение времени выдержки с 6 до 8 часов для легированных составов привело к росту пористости в 2,2 раза. Нелегированные образцы с восьмичасовой выдержкой (шифр A2) обладают вдвое меньшей пористостью по сравнению с дисками, спекаемых в течении 6 часов (шифр A1), также наблюдали уменьшение относительной плотности с 84,8 % до 84,0 %.

Диаграмма зависимости пористости составов керамики от содержания легирующей добавки приведена на рисунке 1.

Наименьшие пористость и водопоглощение, наибольшая плотность обнаружены у образцов с содержанием 0,6 % оксида иттрия с шестичасовой выдержкой при максимальной температуре (шифр Y061). Добавление  $Y_2O_3$  в количестве 0,6 мас. % способствовало уменьшению пористости AlON-керамики в 20 раз (с 2,82 % до 0,14 %), снижению водопоглощения в 17 раз (с 8,6 % до 0,5 %) и увеличению плотности на 12 % (с 3,13 г/см<sup>3</sup> до 3,50 г/см<sup>3</sup>) по сравнению с нелегированным составом с тем же временем выдержки (шифр A1).

## ТЕХНИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛИНОЗЕМСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Ал. А. Эминов, С. С. Таиров

Научный руководитель – д.х.н., профессор, заведующая лабораторией  
«Химия и химическая технология силикатов» З. Р. Кадырова

*Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан  
Узбекистан, Ташкент*

Высокопрочная керамика обладает комплексом физико-механических и технологических характеристик такие, как твердость, прочность, износостойкость и др. Эти материалы широко используются для изготовления изделий конструкционного назначения, в том числе в качестве футеровочных элементов помольно-дробальных агрегатов.

В настоящее время во многих производствах применяют мелющие тела из уралита, в состав сырьевой шихты, которого входят глинозем, глина, доломит. Мелющие тела из уралита изготавливают методом пластического формования, а температура обжига обычно не превышает 1450 °С.

Основные физико-механические свойства: плотность спекшегося уралита составляет 3,94–3,09 г/см<sup>3</sup>, открытая пористость – менее 0,1 %, закрытая пористость обычно составляет 1,2–2,1%. Прочность образцов при изгибе колеблется в пределах 115–145 МПа. Петрографически определено, что размер кристаллов корунда составляет 4–6 мкм. Игольчатые кристаллы муллита размером от 3 до 9 мкм наблюдаются в аморфной изотропной фазе, которая распределена вокруг кристаллов корунда в виде непрерывных прослоек толщиной до 11 мкм. Содержание

стекловидной фазы в материале составляет – 15–25 %. Оксиды кальция и магния образуют с оксидом алюминия и кремния алюмосиликаты сложного состава.

При использовании мелющих тел из уралита в промышленных мельницах их износ составляет около 0,1 % час, что приводит к загрязнению измельчаемых материалов, а также к частым ремонтам мельниц и необходимости постоянной замены отработанных мелющих тел с новыми. Анализ литературных данных показывает, что исследование, проводимые в области разработки новых материалов для мелющих тел, в основном связаны с модифицированием состава и свойств уралита. Основные направления этих разработок – повышение плотности материала и снижение количества стекловидной фазы.

Цель нашей работы заключается в разработке износостойкой керамики на основе глиноземсодержащих отходов для использования ее в качестве мелющих тел (в основном приводятся результаты испытаний разработанных мелющих тел с различным содержанием глиноземсодержащих отходов, изготовленных в ИОНХ АН РУз для оснащения мелющих агрегатов ОАО “CERAMICS PLUS”. Содержания глино-