

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТЕРМОСТОЙКОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ Al_2O_3 С ДОБАВЛЕНИЕМ MgO

¹Кретов Ю.Л., ²Гимаев Б.Д.

Научный руководитель: ³Буякова С.П., д.т.н., профессор
Томский Государственный Университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36.

Томский политехнический Университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

³Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,

634021, Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/4.

E-mail: kretov2005@yandex.ru

Основные направления научных исследований в области керамики предусматривают расширение и углубление исследований новых, в первую очередь высокоплотных, мелкокристаллических и прочных керамических материалов, а также материалов со специфическими свойствами. Большой интерес для современной высокотемпературной керамики представляют материалы на основе синтезированных смесей высокоогнеупорных оксидов в двойных и тройных системах, кривые ликвидуса которых лежат в области весьма высоких температур. Они дают возможность получать широкий спектр высококачественных материалов с разнообразными свойствами, изменение которых можно контролировать и регулировать [1]. В данной работе представляется интересным рассмотрение керамики на основе чистых оксидов, в нашем случае бинарная система $MgO-Al_2O_3$ и синтетического продукта на их основе, алюмо-магниевого шпинели, которая имеет температуру плавления выше $2000-2500^\circ C$, диаграмма состояния $MgO-Al_2O_3$ представлена на рис.1.

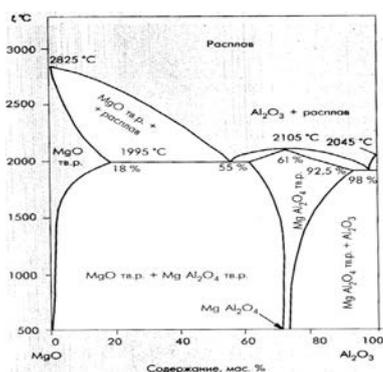


Рис.1. Диаграмма состояния композиционной системы $MgO-Al_2O_3$

В настоящей работе представлены оригинальные данные, полученные при разработке технической керамики на основе Al_2O_3 с добавлением MgO . Из окислов данных металлов были изготовлены образцы в форме цилиндров: $h=20$ мм, $d=13$ мм. Образцы были изготовлены после механической активации оксида алюминия, без механической обработки удалось получить только образцы с 30% содержанием данного

оксида, при большей его концентрации, образцы рассыпались при извлечении их из пресс формы. Полученные прессовки спекались при температурах 1450, 1500, 1550, 1600 и $1650^\circ C$, давление при прессовании составляло примерно 13кН. После спекания измерялись масса и размеры каждого образца, на основании полученных измерений рассчитывали пористость и усадку каждого из полученных образцов. С увеличением содержания оксида магния в экспериментальных заготовках, наблюдалось увеличение усадки, так на образцах, полученных из чистого MgO , усадка составила примерно 30%. Также была исследована зависимость пористости образцов от содержания оксида магния, при его содержании в 20% и при $T_{сп}=1550^\circ C$, была обнаружена максимальная пористость, которая составила 50%. При достаточно большом содержании оксида магния, пористость образцов близка к 10%. Исходя из полученных данных, можно утверждать о том, что при малой концентрации оксида магния в композиционной системе ($Mg-Al_2O_3$), наблюдается увеличение пористости полученных образцов, данные представлены на рис.2.

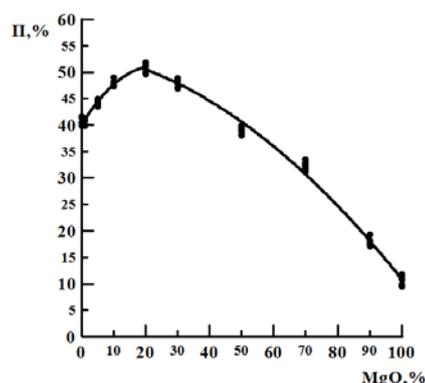


Рис.2. Зависимость пористости образцов от содержания MgO , $T_{сп}=1550^\circ C$

Также были получены данные пористости для образцов при температуре спекания $T_{сп}=1600^\circ C$, рис. 3. На данном графике видно, что при содержании оксида магния от нуля до 20%, происходит резкое увеличение пористости образцов, ее максимальное значение достигает 40% при содержании данного оксида 20%. При увеличении концентрации MgO до 90%,

происходит равномерное уменьшение пористости полученных образцов. Также на приведенном графике видно, что при достаточно большом содержании оксида магния, пористость образцов близка к 8%, то есть полученные образцы получаются очень плотными. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что с помощью увеличения или уменьшения оксида магния в композиционной системе ($Mg-Al_2O_3$), мы можем довольно точно управлять пористостью и плотностью получаемых нами образцов.

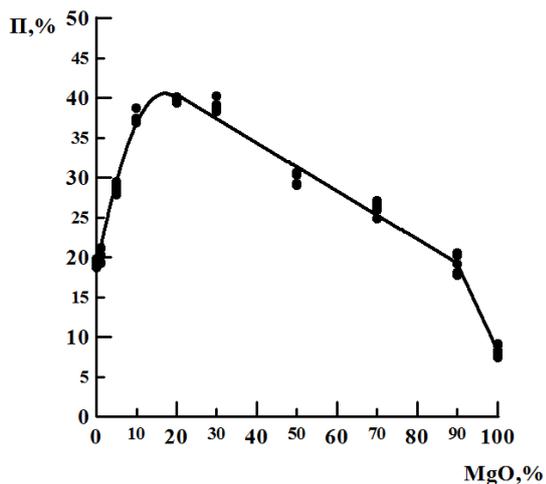


Рис.3. Зависимость пористости образцов от содержания MgO, температура спекания $T_{сп}=1600^{\circ}C$

На приведенных ниже рисунках 4 и 5 представлена структура поверхности образцов, полученная на оптическом микроскопе.

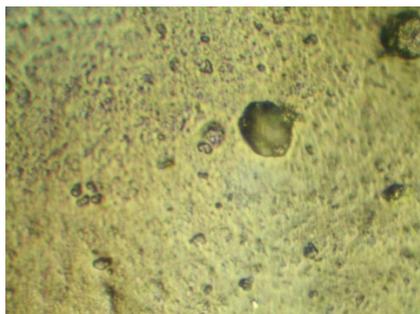


Рис.4. Поверхность образца, после температуры спекания $T_{сп}=1550^{\circ}C$ и содержанием MgO равным 20%.

На представленных картинках мы видим подтверждение полученных нами данных о порах, с изменением содержания оксида магния в композиционной системе ($Mg-Al_2O_3$). На приведенных картинках черные пятна это поры, количество которых, примерно составляет 50%.

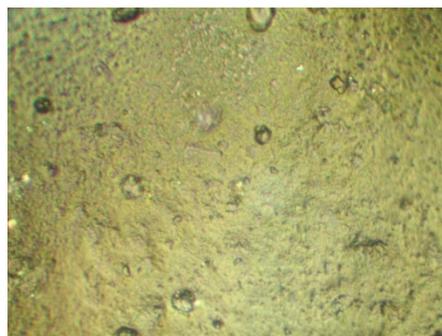


Рис.4. Поверхность образца, после температуры спекания $T_{сп}=1600^{\circ}C$ и содержанием MgO равным 20%.

С помощью рентгеноструктурного анализа было установлено, что в образцах с 30-50% содержанием MgO, наблюдается образование алюмомагниевого шпинели ($MgAl_2O_4$), ее молекулярная масса была измерена, и составила $3,6 \text{ г/см}^3$. Образовавшаяся шпинель обладает очень высокой температурой плавления, химической стойкостью, прочностью и твердостью, которые отлично сохраняются при высоких температурах, алюмо-магниева шпинель является вполне эффективным материалом для высокотемпературной техники в современном мире. Шпинель может широко применяться при изготовлении теплозащиты камер сгорания и сплавов для лопаток авиационных газотурбинных двигателей, датчиков для измерения высоких температур и элементы конструкций, работающих при циклических термонагрузениях.

Данное научное направление является перспективным и значимым для современной науки и техники, так как использование керамических материалов в термонагруженных элементах существенно увеличивает срок их эксплуатации, а при увеличении сроков эксплуатации снижаются затраты на замену комплектующих деталей.

Список литературы:

1. Файков Павел Петрович. Синтез и спекаемость порошков в системе $MgO-Al_2O_3$, полученных золь-гель методом: диссертация... кандидата технических наук: 05.17.11 Москва, 2007 165 с. РГБ ОД, 61:07-5/2382