

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ ОКСИДНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМЫ $ZrO_2 - MgO$

В.В. Промахов, к.т.н., доц., ММС ИФВТ, м.н.с. ИФПМ СО РАН

И.А. Жуков, к.т.н., м.н.с. ИФПМ СО РАН

А.В. Плискин, студент гр. 4Б00

С.П. Буякова, д.т.н., проф., ММС ИФВТ, в.н.с. ИФПМ СО РАН

*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, 634050, г.Томск,
пр.Академический 2/4,*

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

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

тел.(3822)-286-988

E-mail: vvpromakhov@mail.ru

Развитие машиностроения приводит к потребности в материалах, отличающихся способностью сохранять свои функциональные свойства при работе в условиях высоких температур. Наибольший интерес в этой области вызывают оксидные керамические материалы на основе твердых растворов $ZrO_2 - MgO$, обладающие высокой температурой плавления, химической стойкостью, трещиностойкостью и возможностью реализации эффекта трансформационного упрочнения. В литературе имеются данные о значениях КЛТР для стабилизированного ZrO_2 [1,2], однако зачастую не уточняется ни качественный, ни количественный состав материалов. В связи с чем, актуальным является изучение тепловых свойств оксидных систем $ZrO_2 - MgO$ переменного состава.

Целью настоящей работы явилось изучение особенностей теплового расширения керамических материалов на основе твердых растворов $ZrO_2 - MgO$ и их корреляция с особенностями структуры и фазового состава таких материалов.

Исследовались образцы керамики системы $ZrO_2 - MgO$ переменного состава: 91.4 мольн. % $ZrO_2 + 8.6$ мольн. % MgO (доэвтектоидный состав); 86.1 мольн. % $ZrO_2 + 13.9$ мольн. % MgO (эвтектоидный состав); 74.6 мольн. % $ZrO_2 + 25.4$ мольн. % MgO , 65 мольн. % $ZrO_2 + 35$ мольн. % MgO , 56.7 мольн. % $ZrO_2 + 43.3$ мольн. % MgO (заэвтектоидные составы).

Образцы получали прессованием высокодисперсных порошков с последующим спеканием при температуре 1650 °С с изотермической выдержкой в течение часа в атмосфере воздуха.

Измерения теплового расширения производилось на механическом dilatометре. Температура образца изменялась со скоростью 10 °С/мин. Нагрев образцов производился до температур 1000 – 1200°С, что, исходя из диаграммы состояния системы $ZrO_2 - MgO$, соответствует температуре перехода низкотемпературной моноклинной фазы ZrO_2 в высокотемпературную тетрагональную модификацию ZrO_2 .

На рисунке 1 (а, б) приведены dilatометрические кривые для образцов керамики системы $ZrO_2 - MgO$ доэвтектоидного и заэвтектоидного составов. Для образцов всех составов dilatометрические кривые состояли из 2 участков: линейного и нелинейного. Отклонение от линейности на dilatометрических кривых соответствует началу фазовых превращений.

Линейные участки на dilatометрических кривых аппроксимировались функциональной зависимостью с коэффициентом корреляции близким к 1. Для

образцов доэвтектоидного состава линейный участок в диапазоне температур от 400 до 1090 К характеризует коэффициент линейного теплового расширения в данном интервале. Установлено, что для образцов состава ZrO_2 (8.6 мольн.% MgO) характерно значение $\alpha=6.7 \cdot 10^{-6} K^{-1}$.

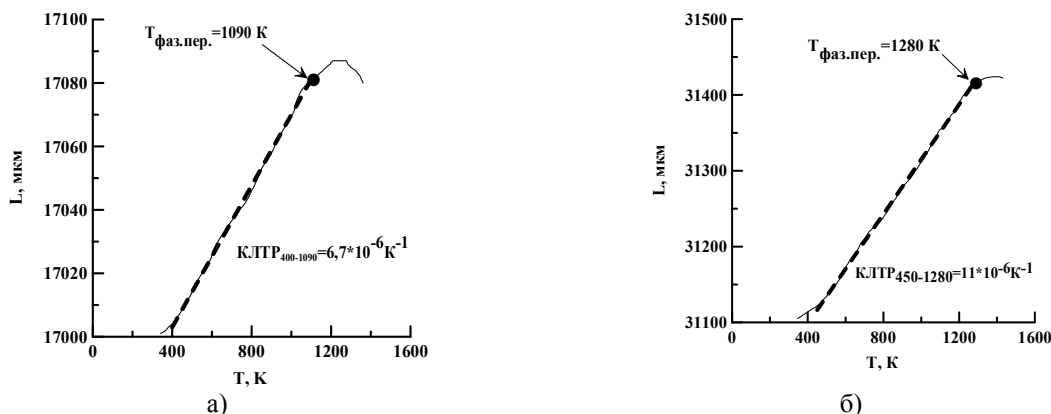


Рис. 1 Дилатометрические кривые: а - ZrO_2 (8.6 мольн.% MgO), б - ZrO_2 (43.3 мольн.% MgO)

Для образцов эвтектоидного состава КЛТР характеризуется линейным участком в интервале температур 420 – 1110 К. В данном температурном интервале для образцов состава ZrO_2 (13.9 мольн.% MgO) $\alpha=7.7 \cdot 10^{-6} K^{-1}$. Для образцов с содержанием MgO в системе $ZrO_2 - MgO$ в количестве 25.4 мольн.% в температурном интервале 470 – 1200 К характерно значение КЛТР – $9 \cdot 10^{-6} K^{-1}$. Для образцов с содержанием MgO в системе $ZrO_2 - MgO$ в количестве 35 мольн.% в температурном интервале 470 – 1250 К характерно значение КЛТР – $10 \cdot 10^{-6} K^{-1}$. В керамиках с содержанием оксида магния в количестве 43.3 мольн.% в интервале температур 450 – 1280 К $\alpha=11 \cdot 10^{-6} K^{-1}$.

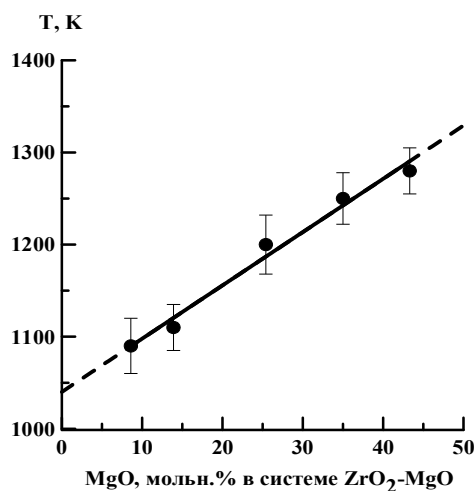


Рис. 2. Влияние содержания оксида магния в системе $ZrO_2 - MgO$ на температуру фазового перехода

Отклонение от линейности на дилатометрических кривых обусловлено уменьшением скорости приращения длины образцов при увеличении температуры. Данное обстоятельство связано с фазовым переходом низкотемпературной – моноклинной модификации ZrO_2 в высокотемпературную – тетрагональную модификацию ZrO_2 , сопровождающимся объёмной инверсией элементарной ячейки. Зависимость температуры фазового перехода от количества оксида магния в системе $ZrO_2 - MgO$ приведена на рисунке 2.

Дилатометрические исследования показали, что увеличение содержания оксида магния в системе $ZrO_2 - MgO$ приводит к увеличению коэффициента линейного теплового расширения. По-видимому, это связано со структурно – фазовыми особенностями керамик различного состава.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Гранта Президента № МК - 5883.2014.8 и МК - 5681.2014.8.

Список литературы:

1. Hunt J. Engineering with ceramic materials // Eng. Mat. Design. – 1983. N 9. – P. 33 – 38.
2. Rottenkolber P., Langer M. Ceramics for automotive power plants // Ind. Automob. – 1983. – Novembre. P. 34 – 38.

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ
СТАЛЬНЫХ ПОДЛОЖЕК НА АДГЕЗИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ И
ПЛОТНОСТЬ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ
НИКЕЛЬХРОМОВОГО СПЛАВА ПГСР-4**

И.В. Пухова, студент гр. 4БМ21

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

E-mail: ivpuhova@mail.ru

В последнее время в сфере электронно-лучевых технологий появились новые перспективные направления, которые до сих пор относились к разделу научной фантастики, например такие как: многолучевая технология – разделение одного луча на десятки, липкие металлы – выращивание микроигл на поверхности детали, 3D технология – выращивание трехмерной модели детали сложной формы из порошка [1].

При определенных технологических приемах электронный луч может обеспечить почти неограниченное разнообразие режимов воздействия электронного пучка на поверхность обрабатываемой детали, таких как сварка, термообработка, зондирование и модифицирование поверхности, например, нанесение простейшего рисунка. Однако, реализовать эти преимущества электронного луча в полной мере можно только посредством электронной автоматизации. С развитием систем автоматизированного управления область применения электронного луча значительно расширилась, но на физическом уровне технология достижения необходимого результата гораздо усложнилась. Так, например, оперируя изменением трех - четырех параметров электронного луча, мы можем добиться как сваривания деталей, так и выращивания на их поверхностях трехмерного изображения заданной формы.

В итоге мы имеем два направления получения неизвестных специальных свойств на давно изученных материалах:

- структурная модификация поверхностного слоя, в основном за счет геометрической термообработки, например: в виде шахматной доски или по типу «зебра»;

- объемная модификация поверхности детали с получением на ней 3D – объектов различной формы, например: шестигранные соты, иглы, направленные перпендикулярно плоскости детали и т.д [2].

Чтобы оценить характер и степень структурных преобразований поверхностных слоев под действием электронного луча, мы изготовили образцы из титана и