

## **Выводы**

1. Отражающая способность частиц порошка зависит от состояния поверхности и способа ее подготовки.

2. Микросварка частиц порошка импульсно-периодическим лазерным излучением в среде защитного газа способствует восстановлению состояния поверхности частиц пористого порошкового материала до уровня, соответствующего поверхности частиц порошка в состоянии поставки. Это может объясняться активацией высокотемпературных физико-химических процессов восстановления и оплавления поверхности частиц порошка при импульсно-периодическом лазерном воздействии на длине волны 1,06 мкм.

## **Литература**

1. Толочко, Н.К. Закономерности формирования порошковых покрытий под действием лазерного излучения [Текст] / Н.К. Толочко, М.К. Аршинов, И.А. Ядройцев // Перспективные материалы. – 2004. – № 6. – С. 63 – 69.

2. Minko, D.V. Solid-State Laser Fusion of Spherical Titanium Powders [Text] / D.V. Minko and [a.o.] // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2008. – Vol. 47, № 7 – 8. – P. 500 – 505.

УДК 621.7

## **ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМЫ АЛЮМИНИЙ-ДИОКСИД КРЕМНИЯ-ДОЛОМИТ МЕТОДОМ СВС-ПРОЦЕССА**

**А.Т. Волочко, К.Б. Подболотов, А.А. Згурская**

*ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», Минск*

Керамические огнеупорные материалы (КОМ) являются необходимой составной частью футеровок, покрытий тепловых агрегатов, используемых в машиностроении, металлургии, химической промышленности, а также при производстве строительных материалов. В качестве таких материалов, поставляемых по импорту, наибольшее распространение получили алюмосиликатные (шамотные, андалузитовые, боксидные и др.) и магнезиальные (переклазовые, переклазохромитовые). В Республике Беларусь ведутся поиски получения магнезиально-известковых КОМ с использованием отечественного сырья – доломита ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) с огнеупорностью выше  $1700^\circ\text{C}$

[1]. Однако достаточно высокая температура спекания сырьевой массы таких КОМ (около 1650 °С) затрудняет их массовое производство. В данном сообщении рассматривается возможность получения КОМ системы доломит ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )-оксид кремния ( $\text{SiO}_2$ ) и порошков алюминия в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) с возможностью при формовании изделий, инициирования реакции синтеза керамических фаз (типа шпинель  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ , корунд  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , углерод С и др.) при температурах до 1000 °С.

Для определения химических реакций и физических превращений, происходящих при постепенном объемном нагревании смеси, использовали термический анализ (ТА).

Как показали результаты ТА, до температуры 550 °С происходит удаление адсорбированной воды, а также парафина с поверхности частиц алюминия. При этом на термогравиметрической кривой (ТГ) наблюдается незначительное снижение массы смеси. Дальнейшее нагревание до температуры 590 °С приводит к окислению алюминия, о чем свидетельствует экзотермический эффект; кроме того, на кривой ТГ можно увидеть прирост массы. Температура 630 °С показывает эндотермический эффект, который характеризует плавление алюминия. Изменение массы на кривой ТГ при данной температуре не наблюдается. При температуре 780 °С можно заметить начало плавного спада ТГ, а также нечеткий экзотермический эффект, причина которого, по-видимому, заключается в начале взаимодействия расплавленного алюминия с оксидом кремния. Два следующих друг за другом эндотермических эффекта (пики на кривой ДТА 780 °С и 820 °С) характеризуют диссоциацию карбонатов магния и кальция соответственно, следовательно, масса смеси уменьшилась.

Достигнув максимума потери массы, кривая ТГ начинает монотонно и плавно возрастать, следовательно, наблюдается очередной прирост массы за счет окисления алюминия атмосферным кислородом, а также благодаря взаимодействию оксида магния с оксидом алюминия и оксида кальция – с оксидом кремния с образованием шпинелей, сопровождающихся экзотермическим эффектом при 980 °С.

Как следует из приведенных выше данных ТА, при объемном нагревании смеси реакцию СВС инициировать не удастся из-за окисления алюминия.

На втором этапе исследований изучалось влияние массового соотношения компонентов в смеси на фазовый состав СВС образцов при по-

мощи рентгенофазового анализа (РФА). Дифрактограммы полученных материалов представлены на рис. 1.

По результатам рентгенофазового анализа были обнаружены следующие фазы: корунд, карбид кремния, шпинель, алюминат и алюмосиликат кальция, кремний. Качественное и количественное содержание фаз варьируется в зависимости от состава исходной смеси.

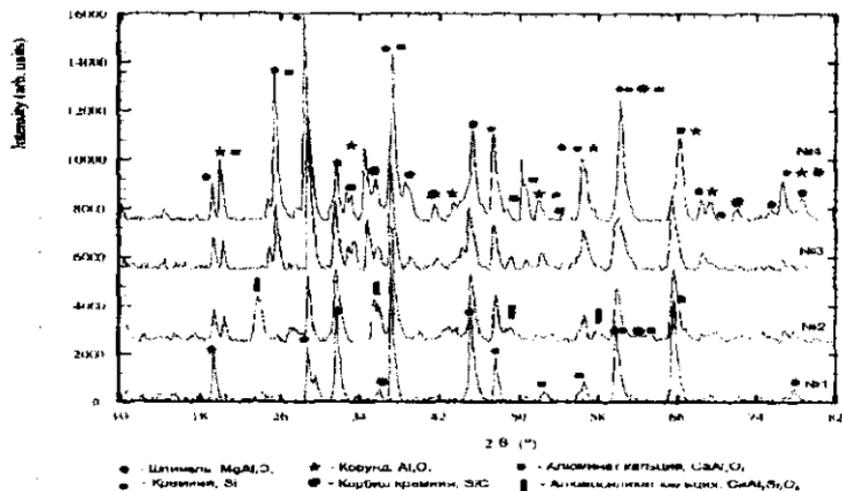


Рис. 1. Дифрактограммы полученных СВС-продуктов.

Содержание компонентов, %: 1 - Al - 20, SiO<sub>2</sub> - 30, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - 50; 2 - Al - 20, SiO<sub>2</sub> - 40, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - 40; 3 - Al - 30, SiO<sub>2</sub> - 30, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - 40; 4 - Al - 30, SiO<sub>2</sub> - 40, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - 30

Также были проведены исследования влияния механоактивации на экзотермический синтез. Установлено, что при увеличении длительности проведения механоактивации скорость процесса горения возросла в 2 раза за счет изменения площади контактов между реагирующими веществами и повышения поверхностной энергии компонентов.

Чтобы проанализировать изменение температуры СВС-реакции в системе, содержащей диоксид кремния, доломит и алюминиевую пудру, использовали пирометр марки RAYNAER 3i. Полученные экспериментальным путем данные представлены на рис. 2.

Из графической зависимости, видно, что максимальная температура, которая достигается при прохождении СВС-реакции составляет 1541 °С. Иницирование реакции синтеза происходит при температуре около

900 °С, после нагрева смеси до данной температуры в течении некоторого времени. Скорость подъема температуры в волне горения составляет 50 °С/с. Резкое увеличение температуры от 900°С до 1541°С характеризует распространение волны горения, т.е. образование основных химических соединений в смеси. Спад температуры, обусловлен прекращением СВС-реакции и постепенным охлаждением образца.

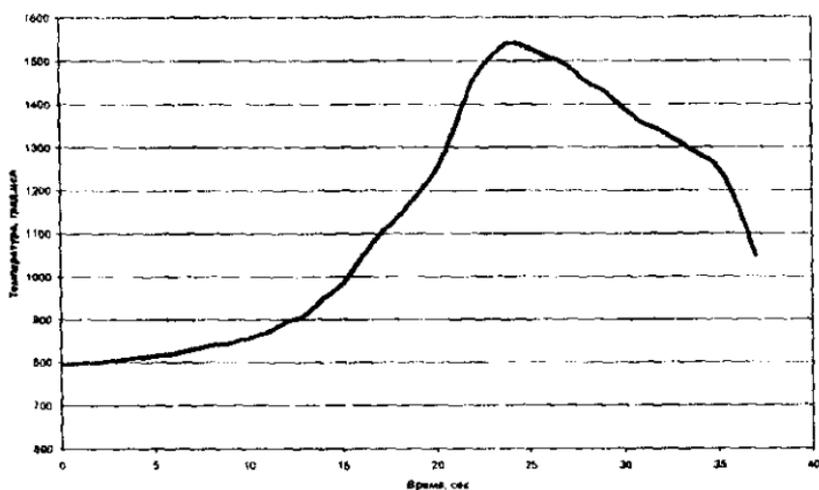


Рис. 2. Изменение температуры во времени при протекании СВС-процесса

Таким образом, установлено, что:

1. Иницирование реакции СВС может быть осуществлено при быстром нагреве с температуры от 400 до 800 °С, в дальнейшем разогрев смеси происходит до 1500 – 1550 °С. Объемное нагревание смеси не позволяет вызвать протекание СВС-реакции.
2. Формирование фазового состава КОМ с повышенным содержанием магнезиальной шпинели, корунда и карбида кремния.
3. Продолжительность механоактивации исходного состава шихты повышает скорость горения образцов в 2 – 2,5 раза.

#### Литература

1. Гончарик, В.Н. Огнеупор на основе стабилизированного доломита / В.Н. Гончарик, И.А. Белов, О.Г. Бацевичус // *Архитектура и строительство*. – 2005. – № 4. – С. 112 – 115.

## МОДИФИЦИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИКАПРОАМИДНЫХ ПОКРЫТИЙ ПОЛИЭПОКСИДАМИ

**Н.В. Грудина**

*УО «Гомельский государственный  
технический университет им. П.О. Сухого»;*

**И.Л. Копаев**

*ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого  
НАН Беларуси», Минск*

**Введение.** Современному машиностроению необходимы полимерные материалы, обладающие высокой износостойкостью. В машиностроении широко применяют композиционные покрытия и композиции различного функционального назначения, разработанные на основе поликапроамида. Такие покрытия обеспечивают эффективную защиту конструкций и узлов машин и механизмов от воздействия неблагоприятных эксплуатационных факторов – агрессивных сред, трибохимических воздействий, коррозионно-механического изнашивания, атмосферных явлений. Основным недостатком покрытий из ПА-6 является то, что адгезия при эксплуатации во влажных средах нестабильна – быстро снижается вплоть до нулевых значений, что объясняется гидролитической деструкцией граничного слоя полимера под влиянием адсорбированной влаги. Это отрицательно сказывается на долговечности адгезионной прочности покрытий. Для обеспечения возможности направленно регулировать свойства покрытий на основе ПА-6 необходим круг исследований по выбору эффективных модификаторов и наполнителей, установлению взаимного влияния природы компонентов, их соотношения на адгезионную прочность формируемых покрытий и уменьшающих влагопоглощение. Известны различные варианты грунтовочных и композиционных составов, в той, или иной степени решающие указанную проблему [1 – 4].

**Цель работы** – исследование влияния на адгезионные и антифрикционные свойства покрытий, получаемых из дисперсного полиамида, композиций на его основе, порошковых эпоксидных материалов, вводимых в качестве дополнительного компонента композиций.

**Методика исследований.** Для приготовления композиций использовали полиамид ПА-6 марки 210/310 (ТУ 6-05-988-78) в дисперсном виде, полученном криогенным измельчением гранулированного материала. В качестве полимерных модификаторов использовали компаунды (порошко-