

лей с использованием пористого проницаемого материала на основе кварцевого песка.

Вместе с тем необходимо провести ресурсные испытания полученных образцов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петюшик, Е.Е. Пористый проницаемый материал на основе оксида кремния / Е.Е. Петюшик, С.М. Азаров, А.А. Дробыш // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: Тезисы докладов 6-й Междунар. научно-техн. конф. – Гродно, 2005. – С. 95-96.

2. Петюшик, Е.Е. Композиционный материал на основе оксида кремния / Е.Е. Петюшик [и др.] // Материалы докладов 8-й Международной научно-технической конференции Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, г. Минск, 27-28 мая 2008 г. / редкол.: А.Ф.Ильющенко [и др.]. – Минск: ГНУ «ИПМ», 2008. с. 131–132.

3. Петюшик, Е.Е. Использование проволоки для изготовления композиционных пористых изделий на основе кварцевого песка / Е.Е. Петюшик, А.А. Дробыш // Материалы Седьмой международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике», Минск, 2009 / Редкол.: Б.М. Хрусталева [и др.]. Минск: БНТУ, 2009. – Т.3. – С. 325.

УДК 621.1

Дробыш А.А., Азарова Т.А., Азаров С.М., Басаранович А.В.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОРИСТОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ СПЕКАНИЯ**

*БНТУ, г. Минск*

Основные тенденции современного развития науки и техники предполагают использование пористых керамических материалов с высоким уровнем функциональных свойств. Перспективность пористой керамики на основе гранита с муллитной кристаллической фазой определяется ее повышенными механическими свойствами, огнеупорностью, термостойкостью, химической устойчивостью и др., что по-

звояет использовать ее в качестве высокотемпературного и химически стойкого материала.

В настоящей работе проводились исследования структуры пористого композиционного материала на основе композиций гранита, каолина, обогащенного сухим и мокрым способами, с природными (тугоплавкими глинами, кварцевым песком).

Оценка спекаемости разрабатываемых составов проводилась путем последовательных обжигов образцов радиального формования в температурном интервале 1000..1300°C. Из массива полученных данных были выбраны смеси оптимальных составов. Проведенные исследования позволили рекомендовать комбинированную добавку спекающего и минерализирующего действия на основе АФС, способствующую снижению температуры спекания композиций на 100..150°C и позволяющую получить пористый керамический материал с прочностью на разрыв технологического изделия 0,6..0,9 МПа при температурах обжига 1000..1125°C.

Поскольку сами продукты обогащения гранита плохо спекаются, а при добавке технического глинозема требуется еще более высокая температура обжига, оптимизация практических составов пористых материалов проводилась в направлении снижения температуры обжига композиций, обеспечивающей максимально возможную прочность при сохранении размеров пор и пористости в оптимальном диапазоне.

В качестве структурообразующего компонента опробовались добавки микровалостанита и микроталька в количестве, обеспечивающим в композициях с гранитом требуемое содержание жидкой фазы эвтектического состава с температурой полного спекания 1450°C. Кроме того, для активации жидкофазового спекания применялись добавки АФС в количествах, не позволяющих существенно ухудшить пористость композиций.

Компонентные составы керамических масс рассчитывались исходя из принципа обеспечения заданного химического состава массы (отношения массового содержания гранита к  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$ ). При этом учитывалось, что оксид алюминия вступает в реакцию муллитообразования при температурах обжига 1100..1250°C не более чем на 5-6 % от своего исходного содержания, остаток же трансформируется в корунд.

Оценка состояния пористой структуры исследуемых материалов методом ртутной порометрии выявила одномодальность кривой распределения пор по размерам в образце из смеси порошка гранита, каолина и микроваллостанита, что свидетельствует об ее однородности с преобладанием пор размером менее 100..150 мкм. Что касается характера распределения пор по размерам в образце из смеси порошка гранита, микроталька, алюмосиликата и АФС, то бимодальность кривой с максимумами для пор размером 50 мкм и 80 мкм указывает на размерную неоднородность его пористой структуры.

При исследованиях установлено, что критериями оценки качества спекания композиционного материала являются их минералогический (качественный и количественный состав исходных материалов и примесной составляющих) и химический (корреляционная зависимость между кремнеземистым модулем гранит/ $Al_2O_3$  и модулем кислотности  $SiO_2/R_2O_3+RO+R_2O$ ). В частности, особенности химико-минералогического состава исследуемого материала, характеризующейся значениями гранит/ $Al_2O_3$  = 2–3 и  $M_k$  = 2..2,5, обеспечивают ее спекание (с пористостью не менее 28%) при температурах 1100..1125°С.

Установлено, что критерием выбора составов пористых материалов на основе гранита химический состав шихты (отношение гранит/ $Al_2O_3$ ) и количество оксида натрия, поглощенного алюмосиликатной связки (с содержанием  $Na_2O$  – 12,5%). В частности, в случае *кремнеземистых* материалов ( $Al_2O_3$  – 23..28 %) вариации составов с отношением гранит/ $Al_2O_3$  от 0,1 5 до 0,4 обеспечивают поглощение при температуре 1000°С от 5 до 8 %  $Na_2O$  с образованием в контактном слое вязких расплавов альбитового состава. Применительно к пористым материалам на основе гранит-глинозем ( $Al_2O_3$  – 32..42 %) с соотношением гранит/ $Al_2O_3$  от 0,359 до 0,55 обуславливает низкотемпературное (при температуре 1050°С) поглощение  $Na_2O$  в количестве 8..10 %.

Установлено, что использование в составе керамической массы мелкозернистого узкофракционированного наполнителя (волластонита и микроталька) размером (0,3..0,15), (0,2..0,15), (0,1..0,15) мм в количестве 50..60 % независимо от вида связующего компонента и способа формования изделий обеспечивает создание при температуре обжига 1000..1125°С прочных крупнопористых керамических структур с преобладающим размером пор 120..230 мкм. Роль волластонита и микро-

талька сводится к армирующе-упрочняющему действию кристаллизующейся фазы эвтектического состава основе гранита.

Полученные результаты показывают перспективность проведения дальнейших исследований и послужат основой для разработки технологии получения пористого композиционного материала на основе гранита.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Азаров, С.М. Оценка эффективности работы фильтрующих композиций при очистке воды оборотных систем / С.М. Азаров [и др.] // Порошковая металлургия. – Минск, 2009. – Вып. 32. – С. 114–120.

2. Ратько, А.И. Пористые керамические материалы для очистки воды из минерального сырья Беларуси / А.И. Ратько [и др.] // Порошковая металлургия. – Минск, 2007. – Вып. 30, С. 198–202

3. Азаров, С.М. Пористые керамические материалы для очистки воздуха / С.М. Азаров [и др.] // Восьмая межд. науч.-техн. конф. «Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка». 27-28 мая 2008 г., г. Минск, материалы докладов. – Минск. – С. 125–126.

УДК 621.793

Ивашенко С.А., Фролов И.С.

### **ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОКРЫТИЯХ ИЗ САМОФЛЮСУЮЩИХСЯ СПЛАВОВ**

*БНТУ, г. Минск,*

Анализ технологического процесса получения покрытий из самофлюсующихся сплавов показывает, что формирование напряжений в покрытии происходит на всех его этапах. На первом этапе (подготовка поверхности под напыление покрытия, чаще всего дробеструйная обработка) напряжения в поверхностных слоях металла возникают вследствие наклепа. На втором этапе (плазменное или газопламенное напыление) напряжения формируются под влиянием температурного фактора: из-за градиента температуры