

В качестве исходных сырьевых компонентов использовали каолинито-гидрослюдистую, вспучивающуюся глину месторождения "Осетки". Отощитель – смесь гранитоидов. Поризующие добавки – древесная зола и опилки.

Образцы получали пластическим формованием. В ходе испытаний отформованных полуфабрикатов с целью определения связующей способности указанной глины было установлено оптимальное соотношение глины и смеси гранитоидов. Критериями оценки являются прочность при изгибе и чувствительность к сушке. Оптимальная связующая способность глины выявлена у следующего состава: глина месторождения "Осетки" – масс. 80%, смесь гранитоидов – 20%. К данному составу сверх 100% добавлялись древесные опилки в количестве 20, 30 и 40% по объему. Все сырье просеивалось через сито № 1. Образцы обжигались при температуре 900, 950 и 1000 °С с выдержкой 1 час. Были проведены испытания на механическую прочность, теплопроводность, морозостойкость; определены усадка, плотность, пористость, водопоглощение. Аналогичные испытания проводились и для составов, содержащих 3, 6 и 9 масс % золы (сверх 100%). На основании полученных данных сделан вывод о степени влияния количества вводимой добавки на свойства образцов и выбран оптимальный состав.

На основе полученных результатов можно сделать заключение, что вводимые добавки в значительной степени снижают плотность и теплопроводность, увеличивают пористость. Наибольший эффект достигается у образцов, обожженных при температуре 950 °С с добавками золы 6% и опилок 30%, что позволяет в целом снизить температуру обжига и получить керамический кирпич соответствующий ГОСТ СТБ 11 60-99.

УДК 621.762.4

Петюшик Т.Е.

## **ПОРИСТЫЕ МНОГОСЛОЙНЫЕ ИЗДЕЛИЯ НА СВЯЗКЕ $Al_2O_3/Al$**

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Романенков В.Е.*

*Представлены результаты исследования возможности получения многослойных проницаемых изделий фиксирующей сборкой разнородных пористых элементов композиционным пористым материалом на основе алюминия /оксида алюминия.*

Создание пористых изделий с анизотропной структурой актуально для различных областей техники. В частности, перспективно использование анизотропных пористых изделий в устройствах теплообмена (фитили тепловых труб), фильтрующих устройствах и т.п.

Характерные для порошковой металлургии способы получения таких изделий состоят, преимущественно, в послойной засыпке порошка в пресс-форму, прессование и спекание. Перед засыпкой и прессованием каждого последующего слоя предыдущий слой может спекаться, тогда давление прессования каждого последующего слоя уменьшают, а температуру спекания увеличивают [2]. Такие способы сложны в реализации, проблематично получение длинномерных изделий вследствие большой вероятности отклонения формы и размеров прессуемых и спекаемых заготовок на различных стадиях формирования многослойного изделия.

Заслуживают внимания способы формирования многослойных спеченных пористых изделий, основанные на химических превращениях поверхности или всего объема структурообразующих элементов пористых тел. Например, способ [1], включающий формирование заготовок из металлических порошков, их спекание и химическую обработку в окислительно-щелочном растворе с последующим нагревом в вакууме при температуре дегидратации гидроксидов. В результате на поверхности спеченных металлических частиц формируется пористый слой оксида того же металла, содержащий сеть микрокапилляров с эффективным размером 2 мкм. Однако здесь возникает проблема регулирования размера пор в широком диапазоне и получения пористого изделия с заданным градиентом пористости и размера пор по толщине стенки.

В настоящей работе ставилась задача упрощения технологии получения длинномерных многослойных изделий с регулируемой анизотропией структуры.

Предложен способ изготовления пористых многослойных изделий соединением между собой элементов с различными размерами, пористостью и размером пор. Способ предусматривает расположение каждого меньшего элемента внутри большего с гарантированными зазорами с последующей загрузкой в зазоры порошкообразного алюминия различного гранулометрического состава и дальнейшей обработкой водой или водяным паром с частичным или полным превращением алюминия в гидроксид [3].

Любым из известных способов независимо друг от друга получают пористые элементы 1, 2 и 3, различающиеся по размерам, пористости и размеру пор. Соединение полученных элементов в пористое многослойное изделие

Засыпка порошкообразного алюминия

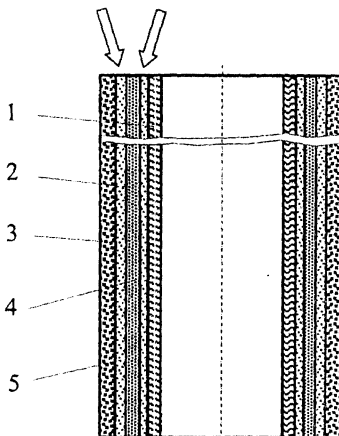


Рисунок 1 – Схема формирования многослойного изделия

(рисунком 1), осуществляют помещением каждого элемента с меньшими поперечными размерами внутрь элемента с большими поперечными размерами с образованием заданных гарантированных зазоров между ними. При этом элементы располагают таким образом, что их пористость и размер пор последовательно увеличиваются или уменьшаются в направлении от периферии изделия к центру. Зазоры 4, 5 между пористыми элементами заполняют порошкообразным алюминием. Гранулометрический состав порошка алюминия выбирают из условия выравнивания перехода по пористости и размеру пор от одного элемента к другому. Так, дисперсность алюминия в зазоре 4 следует выбирать такой, которая обеспечит в готовом изделии получение пористого слоя со средними структурными характеристиками по сравнению с элементами 1 и 2. Далее собранную заготовку подвергают обработке водой или водяным паром, что приводит к частичному или полному превращению алюминия в гидроксид. Такое превращение [4] сопровождается образованием из порошка алюминия связного пористого тела с некоторым увеличением его объема, чем обеспечивается жесткое соединение пористых элементов 1, 2, 3 между собой.

Способ позволяет получать многослойные пористые проницаемые изделия на основе пористых порошковых печенных элементов, сетчатых элементов, проволочных элементов и их комбинаций. Возможность произвольного выбора исходных пористых элементов и дисперсности порошка алюминия обеспечивает регулирование анизотропии пористых многослойных изделий в широких пределах и по заданной закономерности. Независимое получение исходных пористых элементов позволяет упростить технологию изготовления пористых многослойных изделий за счет снижения требований к точности размеров и формы исходных элементов. По этой же причине возможно получение длиномерных пористых многослойных изделий.

Из порошка фарфора с размером частиц  $(-360) \div (+315)$ ,  $(-100) \div (+80)$  и  $(-63) \div (+40)$  мкм сухим изостатическим прессованием (давление прессования — 80 МПа) прессовали трубчатые пористые элементы одинаковой длины, причем наружный диаметр элемента из более мелкой фракции меньше внутреннего диаметра из более крупной фракции на 3-5 мм. После спекания в воздушной среде при температуре 1150 °С, элементы имели средний размер пор 40÷60, 10÷15 и 5÷10 мкм и пористость 0,35-0,4. Элементы коаксиально собирали и в образовавшиеся два зазора загружали порошки алюминия ПА-2 и АСД-4 с размером частиц, соответственно,  $(-250) \div (+140)$  и  $(-35) \div (+10)$ , которые обеспечивают плавный переход средних структурных характеристик от элемента к элементу. Собранную заготовку помещали в среду водяного пара при температуре 105 °С и выдерживали в течение 2,5 ч. В результате получали пятислойное пористое проницаемое изделие, имеющее связный средний слой из частиц  $Al-Al(OH)_3$ . Полученная анизотропная пористая структура обеспечивает повышение термодинамической эффективности при использовании ее в качестве фитилей тепловых труб. Термообработка пористого композита при

550-600 °С приводит к удалению структурной воды и к превращению гидроксида алюминия в активный оксид. Степень превращения порошка алюминия в гидроксид (оксид) является функцией размера частиц исходного порошка алюминия и количеством циклов обработки в среде водяного пара.

Таким образом, предложенный способ [5] изготовления пористых многослойных изделий позволяет упростить технологию получения изделий с регулируемой анизотропией структуры, практически не ограничивая круг используемых для соединения исходных пористых элементов как по природе их материала, так и по технологии изготовления. Важно и то, что предложенный способ позволяет обеспечивать градиент свойств пористых многослойных изделий в произвольном направлении: от периферии к внутренней поверхности и наоборот.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. СССР № 1491613 МКИ<sup>4</sup> В 22 F 3/10, 7/02, бюл. № 25, 1989.
2. А.с. СССР № 816032 МКИ<sup>3</sup> В 22 F 3/10, С 223 F 7/02.
3. Тихов, С.Ф. Пористые композиты на основе оксид – алюминиевых керметов (синтез и свойства) / С.Ф. Тихов, В.Е. Романенков, В.А.Садыков, В.Н. Пармон, А.И. Ратько. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2004. – 205 с.
4. Романенков, В.Е. Гидратационное твердение порошковых сред на основе дисперсного алюминия / В.Е. Романенков, Д.И. Клевченя, Т.Е. Петюшик // Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь: Материалы II-й междунар. научно-практ. конф. – Минск: БНТУ, 2007. – С. 226–229.
5. Заявка на патент РБ № а20061083 МПК<sup>7</sup> F28D 15/00, В22F 3/10. Способ изготовления пористых многослойных изделий / Романенков В.Е., Петюшик Е.Е., Васильев Л.Л., Васильев Л.Л. (мл.), Реут О.П., Конон А.Б., Петюшик Т.Е. – Заявл. 01.11.2006.

УДК 666.295.4

Рыбак О.А.

### **ПОЛУФРИТТОВАННЫЕ ГЛАЗУРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ПЛИТОК ДЛЯ ПОЛОВ**

*Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Левицкий И.А.*

*В работе приведены результаты синтеза и исследования полуфриттованных глазурных покрытий для декорирования плиток для полов*