

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТЫХ НИТРИДСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРРОСИЛИКОАЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ СВС

В.И. Верецагин, д.т.н., профессор¹

К. А. Болгару, к.т.н., старший научный сотрудник²

А.А. Регер, аспирант¹, младший научный сотрудник²

¹*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30*

²*Томский научный центр СО РАН, 634055, г. Томск, пр. Академический, 10/4,
тел. 89539263877*

E-mail: regerwork1@gmail.com

Материалы на основе сиалона обладают уникальными физико-химическими свойствами: термостойкостью, высокой коррозионной стойкостью, износостойкостью и т.д. [1]. Пористые изделия на основе сиалона могут быть использованы в качестве фильтров, носителей катализаторов, фотокатализаторов, огнеупоров и т.д.

В настоящее время существует множество способов получения пористой керамики на основе сиалона. На наш взгляд, наиболее технологичным и экономически обоснованным способом получения материалов на основе сиалона является метод фильтрационного самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) совмещенный с использованием предварительно структурированных пористых образцов. СВС характеризуется высокой энергоэффективностью, непродолжительным временем синтеза и относительно простым оборудованием [2]. Дополнительно снизить себестоимость полученных материалов методом СВС позволяет использование в качестве исходных материалов дешевых и доступных ферросплавов [3].

В данной работе с целью получения сиалонсодержащих композитов с заданной пористостью предложено использование в процессах СВС азотирования предварительно структурированных образцов на основе ферросплава. Предварительное структурирование производили простым способом без использования дорогостоящих добавок и высоких временных и энергетических затрат.

В качестве исходного материала был использован сложный ферросплав – ферросиликоалюминий (ФСА). По результатам рентгенофазового анализа ФСА является многофазным материалом и содержит фазы: Si, FeSi₂, Al_{0.5}Fe_{0.5} и Al₃Fe₂Si₃. По результатам химического анализа ФСА состоит из 40.2 % Fe, 46.5 % Si и 13.3 % Al.

Перед синтезом исходный ФСА отсеивали до размера частиц не более 80 мкм. Затем порошок смешивали с водно-щелочным раствором и полученный шликер заливали в цилиндрическую форму диаметром 65 мм. Результатом химической реакции порошка с щелочным раствором являлось газовыделение, обеспечивающее образование пор в образце, и создание устойчивой структуры, позволяющей сохранять заданную форму. Затем исходные образцы выдерживали в течение суток до полного протекания реакции и высушивали в сушильном вакуумном шкафу. Высушенные пористые образцы заданной формы сжигали в условиях естественной фильтрации при давлении азота 4 МПа в установке постоянного давления.

Горение пористых образцов в атмосфере азота протекало с высоким тепловыделением, которое обусловлено реакциями кремния и алюминия с азотом. Максимальная температура азотирования пористых образцов соответствует значению 2100±15 °С.

Как показано на рисунке 1 с увеличением концентрации NaOH в исходном шликере увеличивается средний размер пор и общая пористость композитов. Данная зависимость связана с тем, что появление пор в исходном композите обусловлено выделением газа, который образуется в результате химической реакции между порошком и щелочью. Выделившийся газ прodelывает различные поры и каналы.

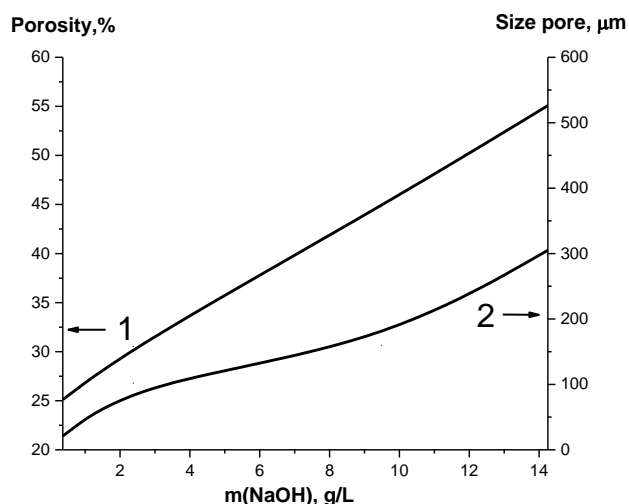


Рисунок 1. Зависимость размера пор (2) и общей пористости (1) от содержания щелочи исходном шликере.

По результатам рентгенофазового анализа полученные образцы содержат фазы: α -Fe, β - Si_3N_4 , Fe_3Si , FeSi , Fe_5Si_3 и β - SiAlON . Наличие фаз силицидов железа (Fe_3Si , FeSi , Fe_5Si_3) свидетельствует о незавершенности протекания химических реакций. Неполное протекание реакции азотирования связано со скоротечностью процессов СВС. Высокая скорость прохождения волны горения приводит к недостаточному времени пребывания исходного порошка в зоне реакции.

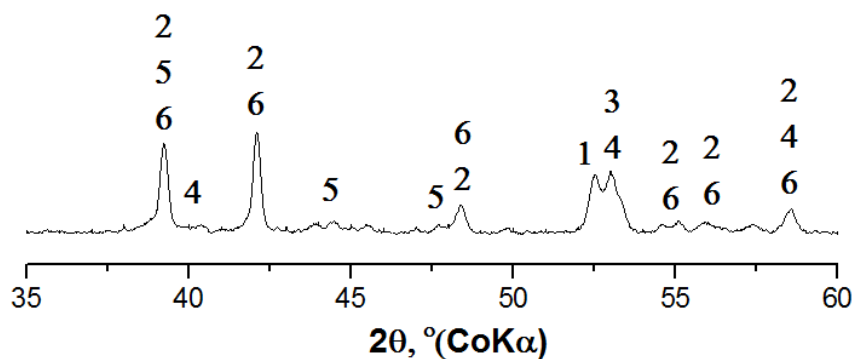


Рисунок 2. Фрагмент рентгенограммы азотированного структурированного образца с общей пористостью 45 % (1 - α -Fe, 2 - β - Si_3N_4 , 3 - Fe_3Si , 4 - FeSi , 5 - Fe_5Si_3 , 6 - β - SiAlON).

Таким образом, методом СВС с использованием предварительно структурированных образцов на основе ФСА получен композиционный сиалонсодержащий материал с заданной пористостью.

Список литературы:

1. Reddy K. M., Saha B. P. Effects of porosity on the structure and properties of β - SiAlON ceramics // Journal alloys and compounds. – 2019. – V 779. – P. 590-598.
2. Yeh C.L. Combustion synthesis: principles and applications // Reference module in materials science and materials engineering. – 2016. - P 1-8.
3. Болгару К.А., Верещагин В.И., Регер А.А., Скворцова Л.Н. Синтез сиалона и нитридных фаз на основе ферросиликоалюминия с добавками маршалита в режиме горения // Новые огнеупоры – 2020. - № 11. – с. 34-37.