

# СИНТЕЗ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ОГНЕУПОРНЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРЕМНИЙ-ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

магистрант Ибрагимова Ф.Ф., д.т.н., проф. Бабаханова З.А.

*Ташкентский химико-технологический институт*

[ibragimova-firuzza96@mail.ru](mailto:ibragimova-firuzza96@mail.ru), тел. +998998968512

Состояние рынка огнеупорных материалов в мире определяет макроэкономическую ситуацию в стране, т.к. основными потребителями огнеупорных материалов являются: черная и цветная металлургия, производство цемента и стекла, стройматериалов, нефтехимическая промышленность и энергетика. Черная и цветная металлургия потребляет в сумме более 75 % огнеупорных материалов, производимых в мире, и оказывает решающее влияние на огнеупорную отрасль. Огнеупоры являются конструктивными и вспомогательными материалами для строительства тепловых агрегатов в металлургии, производстве строительных материалов, энергетике и многих других отраслях народного хозяйства.

В настоящее время потребность рынка Узбекистана в огнеупорных изделиях составляет 7 000 тонн в год [1]. По итогам 2022 года поставки огнеупоров из России увеличились в Беларусь (на 1%), Узбекистан (в 2,6 раза), Грузию (в 2,6 раза), Азербайджан (на 80%), в Таджикистан (на 60%), в Молдову (в 4,8 раза). При этом снизились поставки в Казахстан (на 16%).

В соответствии с чем можно сделать вывод что имеется существенный спрос на огнеупорные материалы, требуются материалы высшего качества и больших объемах. А также имеется потребность в получении огнеупоров чистого состава, с хорошими физическими свойствами и более экономичной технологией на территории нашей страны.

В работе изучена возможность получения высокотемпературных огнеупорных и керамических материалов на основе отработанных катализаторов (высокоглинозёмистые отходы газоперерабатывающих предприятий) и кремнеорганических прекурсоров, которые позволяют получить продукты муллитового и муллит-корундового состава с более низкой температурой спекания.

Главными направлениями развития огнеупорной отрасли являются: применение интенсивных методов технологической обработки, обеспечивающих направленное завершение физико-химических и микроструктурных изменений материалов, переход к использованию чистых, стабильных по качеству исходных материалов, в том числе синтетических, улучшение номенклатуры и ассортимента огнеупоров, применение прогрессивных технологических процессов и методов, нового оборудования тепловых агрегатов, что позволяет добиться повышения технических свойств, качества, стабильности и воспроизводимости свойств при выпуске огнеупорной продукции [2].

Все более чистое сырье используется для огнеупорной промышленности, но дальнейшее усовершенствование химической чистоты или физических и технических данных имеет предел, и технологические процессы имеют небольшой потенциал усовершенствования, например, в отношении к удельному расходу энергии.

Для получения огнеупорных материалов был изучен система  $Al_2O_3-SiO_2$ , позволяющая получать материалы с различной огнеупорностью муллитового, муллит-корундового, корундового составов, отличающихся высокой огнеупорностью, термостабильностью свойств, высокими физико-механическими свойствами.

Технологии получения указанных огнеупоров должны включать: подготовительные операции по синтезу и подготовке исходных материалов, а также методы и режимы формования и спекания изделий. При выборе методов формования необходимо учитывать габариты и форму изготавливаемых изделий. Наиболее приемлемым способом формования изделий простой формы в виде призм (стоек) и плит является полусухое прессование с использованием прессов большой мощности, а для изделий сложной конфигурации

(объемные капсулы, различные контейнеры и др.) – применение способа формования по технологии виброуплотнения, другие современные методы формования.

Последнее время большое количество научно-исследовательских работ посвящено керамическим материалам с использованием кремне-органических полимеров и оксидных наполнителей. Технология синтеза методом пиролиза силиконов с использованием активных наполнителей для получения керамических материалов, была в первые предложена Р. Greil [3]. Метод позволяет получать объемные керамические компоненты на основе тугоплавких систем, благодаря использованию кремнийорганических полимеров, таких как поликарбосилаксаны, полисилазаны, полисилоксаны и т.д.

Кремнийорганические соединения (силиконы) имеют химическую формулу  $[R_nSiX(2-0/5n)]_m$ , где R-это H, CH<sub>3</sub>, винил фенил и другие группы, X- это O, N, C, Si и B (рис.1).

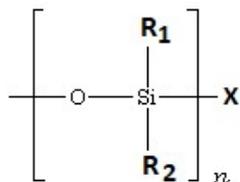


Рис. 1. Структурная формула кремнийорганического соединения (силикон).

К преимуществам использования полимерных прекурсоров относится также и то, что механическая обработка изделия происходит до обжига, в результате чего устраняются проблемы, связанные с возможным разрушением готового керамического изделия и необходимостью применения специального инструмента. Прекерамические полимеры позволяют легко соединить (склеить) отдельные детали при низкой температуре, упрощая процесс изготовления изделия перед его тепловой обработкой. Таким образом, все способы формования изделий из пластических масс (RTM-технология – resin transfer molding technology, прямое прессование, вытягивание волокон, экструзия, литье под давлением и др.) могут использоваться для формования керамообразующих полимеров.

Для синтеза огнеупорных материалов муллитового и муллит-корундового состава были использованы следующие сырьевых материалы: для введения в массу Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> был выбран высокоглиноземистый отходов Шуртанского газохимического комплекса ШГКХ. Гранулы серого цвета, подвергались обработке перед использованием, то есть обжигу при 1000 °С. Химический состав, установленный с использованием рентгенофлуоресцентного метода на ЭДРФ спектрометре NEX CG Rigaku : 92,4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O 1,38 %, CaO 0,39%, TiO<sub>2</sub> 0,139, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,039 %. Для введения SiO<sub>2</sub> использован полисилоксан МК (Wacker Chemie, Silver, Munchen), отличающийся высокой химической стабильностью, интенсивностью, отсутствием токсичности, доступностью и относительной дешевизной. Были разработаны массовые составы керамических масс муллитового состава с содержанием от 25 до 45 мас. % SiO<sub>2</sub> и от 55 до 75 мас. % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, также муллит-корундового состава с содержанием от 5 до 25 мас. % SiO<sub>2</sub> и от 75 до 95 мас. % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Для обеспечения связки в составы с высоким содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> было добавлено до 10 мас. % жидкого стекла сверх 100 %. Полученные материалы характеризовались следующими свойствами: плотность – 2750-2980 кг/м<sup>3</sup>, кажущаяся пористость - 20- 22 %, прочность на сжатие - от 80 до 102 МПа, огнеупорность – выше 1600°С.

#### Список использованной литературы:

1. Перепелицын В.А., Юкеева И.В., Остряков Л.В. Минерально-сырьевая база производства современных огнеупоров//Огнеупоры и техническая керамика,2008. №5.- С. 56-60.
2. Meier A. Challenges for the Refractory Future RHI / A. Meier, H.-J. Junger, S. // Pirker Bulletin. -2004. № 2.- P. 6-10.
3. Greil P. Journal of Amer. Ceram.Soc. - 1995. 78.-P. 835–848.