

УДК 666.7

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛИНИСТЫХ КОМПОНЕНТОВ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕРМОСТОЙКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ВОЛЛАСТОНИТА**

Попов Р.Ю.¹, Дятлова Е.М.¹, Пантелеенко Ф.И.², Самсонова А.С.¹, Драенкова Е.Ю.¹

¹*Белорусский государственный технологический университет*

²*Белорусский национальный технический университет*

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Показана возможность применения различных глинистых компонентов для получения синтетического волластонита из отечественных сырьевых материалов. Представлены результаты исследований свойств термостойких керамических изделий; установлены закономерности изменения физико-технических характеристик и рентгеноструктурных показателей керамики на основе различного природного сырья. Результаты исследований могут использоваться для производства деталей в литейные установки, применяться в качестве конструктивных элементов печей (индукционных, закалочных, печей отжига), лещадок, подставок, плит, элементов дугогасительных камер.

Ключевые слова: глинистые компоненты, синтетический волластонит, техническая керамика, температурный коэффициент линейного расширения, синтез.

**STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING CLAY COMPONENTS
IN THE PRODUCTION OF HEAT-RESISTANT CERAMIC MATERIALS
BASED ON SYNTHETIC WOLLASTONITE**

Popov R. Yu.¹, Dyatlova E. M.¹, Panteleenko F. I.², Samsonova A. S.¹, Draenkova E. Yu.¹

¹*Belarusian State Technological University*

²*Belarusian National Technical University*

Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The possibility of using various clay components to obtain synthetic wollastonite from domestic raw materials is shown. The results of studies of refractory ceramic products are presented; patterns of changes in physical and technical characteristics and X-ray structural parameters of ceramics based on various natural raw materials have been established. The results of the research can be used for the production of parts for foundry installations, used as structural elements of furnaces (induction, hardening, annealing furnaces), docks, stands, plates, elements of arc-extinguishing chambers.

Key words: clay components, synthetic wollastonite, technical ceramics, temperature coefficient of linear expansion, synthesis.

*Адрес для переписки: Самсонова А.С., ул. Белорусская, 21, г. Минск, 220006, Республика Беларусь
e-mail: misakamadara@yandex.by*

Условия применения материала определяют такие свойства, как термостойкость, тепловое расширение при нагреве и химическая инертность по отношению к заливаемому металлу. В качестве таких материалов для изготовления керамических форм используют оксиды, силикаты, глиноземы, силициды, карбиды, бориды, нитриды и интерметаллические соединения. Из всего многообразия материалов в промышленном производстве применяют лишь ограниченную группу керамики. Наиболее перспективными керамическими материалами для литья алюминия и его сплавов являются огнеприпасы на основе силикатов, а именно синтезированного волластонита [1–3]. Это обосновано тем, что стоимость сырьевых материалов для синтеза волластонита не велика и приемлема для производства, а полученные материалы обладают необходимыми свойствами и соответствуют предъявляемым требованиям.

Целью данной работы является получение волластонитсодержащих термостойких изделий

для кокильного литья алюминиевых сплавов из природного сырья с получением необходимых физико-химических и термомеханических характеристик.

Разработка керамических материалов на основе синтетического волластонита осуществлялась в нескольких направлениях при разном соотношении глинистого компонента. В первом случае использовалось отечественное сырье: карбонатсодержащее (мел), в качестве кремнеземсодержащее (трепел). Пластификатором выступала огнеупорная глина Веселовского месторождения. Количество компонентов изменялось в пределах: мел (36–42 мас. %), трепел (42–48 мас. %), глина (10–20 мас. %). Во втором случае применялось следующее сырье: карбонатсодержащее (мел), кремнеземсодержащее (трепел). Пластифицирующим компонентом являлась глина месторождения «Крупейский сад».

Изготовление опытных образцов осуществлялось в виде цилиндров диаметром 12 мм методом

полусухого прессования при давлении 20–25 МПа. Обжиг материалов проводился в интервале температур 1000–1200 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч. Результаты измерения физико-химических свойств экспериментальных образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические свойства опытных образцов

Номер состава	Свойства образцов при температуре обжига, °С				
	1000	1050	1100	1150	1200
	Водопоглощение, %				
1	24,0	23,3	22,1	21,9	21,5
2	30,2	29,7	28,4	27,3	26,1
3	29,4	29,2	28,1	26,5	25,8
4	22,3	26,8	25,3	24,6	23,9
5	29,9	29,0	27,9	26,7	25,0
6	28,8	27,7	26,9	26,3	26,1
	Кажущаяся плотность, кг/м ³				
1	1696	1700	1717	1742	1760
2	1500	1512	1537	1553	1565
3	1517	1524	1552	1566	1578
4	1631	1628	1650	1657	1628
5	1525	1535	1538	1547	1612
6	1573	1600	1621	1636	1559
	Открытая пористость, %				
1	40,7	39,6	38,5	37,6	36,9
2	45,3	44,9	43,7	42,2	40,4
3	44,8	44,5	43,6	41,5	39,8
4	43,7	41,2	40,6	39,6	38,9
5	45,6	44,5	42,9	41,3	40,3
6	45,3	44,3	43,6	42,7	41,0

В ходе исследования были установлены зависимости свойств керамики от состава и температуры синтеза.

Отмечается, что с увеличением температуры обжига в материале наблюдаются закономерные процессы спекания: фиксируется постепенное увеличение кажущейся плотности керамики при снижении открытой пористости и водопоглощения. Это связано, как с изменением фазового состава керамических масс и с формированием расплава, так и изменением его свойств: вязкости, проникающей способности, смачивающих характеристик. В целом, при термическом воздействии в области исследуемых температур (1000–1200 °С) наблюдается уменьшение водопоглощения образцов. Присутствие аморфных форм основных компонентов, гидратных оболочек, или примесных составляющих в исходных сырьевых материалах способствует активизации процессов фазообразования и спекания керамики, а также снижению температуры синтеза продукта.

Механическая прочность при сжатии материалов, полученных на основе масс исследуемой системы, в зависимости от состава, находится в пределах 0,8–25,3 МПа (обожженных при температуре 1000 °С); 3,8–26,9 МПа (при температуре обжига 1050 °С); 4,7–29,7 МПа (при 1100 °С) и

9,6–69,0 МПа при температуре 1150 °С. На прочностные свойства керамики большое влияние оказывает ее пористость. В процессе спекания происходит уменьшение пористости, формируется более плотная структура, повышается прочность связей между компонентами керамических масс. Высокая активность к спеканию волластонита дает возможность повысить механическую прочность керамики. Повышение прочности материала связано с эффектом армирования кристаллами волластонита (что вызвано особенностью габитуса кристалла), которые в процессе синтеза прорастают в веществе и связывают все элементы массы друг с другом, образуя внутреннюю сетку, наподобие композитов. В интервале температур 1000–1200 °С наблюдается некоторое уменьшение ТКЛР. Это может быть обусловлено формированием волластонита в керамике, его размещением в структуре материала, который распределяясь по разным направлениям, имея дощатое строение кристаллов и обладая анизотропией свойств (в т. ч. и различным расширением по кристаллографическим осям), нивелирует общее расширение материала. В результате материал обладает следующими значениями ТКЛР – $\alpha = (4,56–8,13) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ в области исследуемых температур. Исследование фазового состава оптимального состава методом рентгенофазового анализа позволяет сделать выводы о том, что при температуре обжига 1150 °С полиминерален и представлен волластонитом CaSiO_3 , параволластонитом, псевдоволластонитом, кварцем SiO_2 , тридимитом SiO_2 . Фазовый состав образцов, обожженных при температуре 1150 °С представлен, преимущественно, волластонитом CaSiO_3 . Это свидетельствует о том, что реакции между CaO и SiO_2 с образованием волластонита протекают более полно и образцы практически не содержат сопутствующих кристаллических фаз. Это очень важно, так как свободный CaO значительно снижает качество огнеприпаса.

В результате проведенных исследований установлена возможность применения отечественной глины месторождения «Крупейский сад» для получения керамических материалов на основе синтетического волластонита.

Литература

1. Волочко, А.Т. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы / А.Т. Волочко, К.Б. Подболотов, Е.М. Дятлова. – Минск : Беларуская навука, 2013. – 384 с.
2. Спекание керамических масс на основе природного волластонита / Л.Н. Русанова [и др.] // Огнеупоры и техническая керамика. – 2008. – № 5. – С. 39–44.
3. Дятлова, Е.М. Теплоизоляционные материалы на основе кремнеземсодержащего сырья / Е.М. Дятлова, О.А. Сергиевич, М.А. Руба // Огнеупоры и техническая керамика. – 2019. – № 6. – С. 31–40.