

УДК 666.7

**ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО  
ВОЛЛАСТОНИТА ДЛЯ АЛЮМИНИЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Попов Р. Ю.<sup>1</sup>, Самсонова А. С.<sup>1</sup>, Пантелеенко Ф. И.<sup>2</sup>, Каврус И. В.<sup>1</sup>, Камлюк Т. В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Предложен керамический материал, а также технология его получения, на основе синтетического волластонита для футеровки агрегатов и литейной оснастки для металлургии алюминиевых сплавов. В работе исследовались показатели спекания (плотность, пористость, водопоглощение) образцов, температурный коэффициент линейного расширения, а также механическая прочность при сжатии материала. Изучены физико-химические свойства керамических изделий, установлены зависимости изменения физико-химических характеристик синтезированных материалов от содержания компонентов и температурных режимов обжига. Проведены лабораторные испытания по влиянию расплава алюминия на свойства и структуру волластонитсодержащей керамики на основе импортных и отечественных глин.

**Ключевые слова:** синтетический волластонит, керамика, синтез, цветная металлургия, алюминиевая промышленность.

**THERMAL INSULATION MATERIALS BASED ON SYNTHETIC WOLLASTONITE  
FOR THE ALUMINUM INDUSTRY**

**Popov R.<sup>1</sup>, Samsonova A.<sup>1</sup>, Panteleenko F.<sup>2</sup>, Kavrus I.<sup>1</sup>, Kamlyuk T.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Belarusian State Technological University

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** A ceramic material based on synthetic wollastonite is proposed for the lining of aggregates and casting equipment for the metallurgy of aluminum alloys. The sintering parameters (density, porosity, water absorption) of the samples, the temperature coefficient of linear expansion, as well as the mechanical compressive strength of the material were studied. The physicochemical properties of ceramic products have been studied, and the dependences of changes in the physicochemical characteristics of synthesized materials on the content of components and temperature regimes of firing have been established. Laboratory tests were carried out on the effect of aluminum melt on the properties and structure of wollastonite-containing ceramics based on imported and domestic clays.

**Key words:** synthetic wollastonite, ceramics, synthesis, non-ferrous metallurgy, aluminum industry.

*Адрес для переписки:* Самсонова А. С., ул. Свердлова, 13А, г. Минск 220006, Республика Беларусь  
*e-mail:* misakamadara@yandex.by

Литейное производство – многосегментная отрасль, использующая десятки литейных технологий, методов формообразования, формовочных материалов, сплавов и оборудования, отрасль, требующая глубоких познаний во многих смежных науках и отраслях, развивающаяся неравномерно по ряду причин [1].

Процесс литья заключается в заливке расплавленного металла в литейную форму, внутренняя полость которой соответствует конфигурации и размерам будущей детали. К специальным видам литья относят литье в кокиль, преимущество которого заключается в получении точных отливок с поверхностью хорошего качества. Расплавленный алюминий поступает в кокиль посредством системы литников [2]. Для удержания тепла и более длительного сохранения расплава в жидком состоянии в прибыльной части отливки литниковой системы предлагается использование тепло-

изоляционных материалов с низким коэффициентом теплопроводности для изолирования расплава от контакта с формой [3, 4].

Целью данной работы является исследование влияния кремнеземсодержащего сырья и пластифицирующих добавок Республики Беларусь на свойства волластонитсодержащей керамики.

Для синтеза волластонитсодержащей керамики использовалась оксидная система CaO–SiO<sub>2</sub>. Пределы содержания компонентов в опытных массах и соотношение оксидов CaO/SiO<sub>2</sub> были выбраны на основе проведенного анализа патентно-информационных данных. Согласно анализу, теоретическое соотношение должно находиться в следующих пределах CaO/SiO<sub>2</sub> = 48/52.

В качестве сырьевых материалов были использованы: кальцийсодержащие компоненты – доломитовая мука, мел; кремнийсодержащие компоненты – трепел, маршалит, кремнегель, SiO<sub>2</sub> (чда), кварц молотый (производство ООО «Илмакс»); в качестве пластификаторов – глины Веселовского

месторождения, месторождения Крупейский сад, глина Боровичская.

Изготовление опытных образцов осуществлялось в виде цилиндров диаметром 12 мм методом полусухого прессования при давлении 20–25 МПа. Обжиг материалов проводился в интервале температур 1000–1150 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч.

Исследования проводились по двум направлениям: на основе различных кремнеземсодержащих компонентов и с применением пластифицирующих добавок.

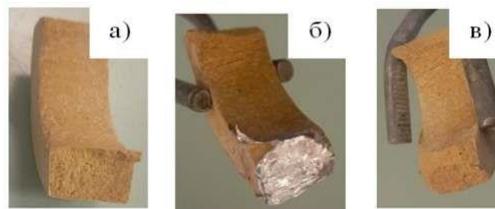
В ходе исследования были получены зависимости физико-химических свойств от температуры обжига. Проанализировав полученные сведения, выбрана оптимальная температура обжига (1150 °С), при которой осуществляется более полное спекание и образцы обладают лучшими эксплуатационными характеристиками.

Из первой серии опытов оптимальный состав представлен следующими компонентами: мел, трепел, глина Веселовского месторождения вводилась в количестве 10,0–20,0. Образец керамики, синтезированный на основе указанного состава характеризовался следующим комплексом свойств: открытая пористость – 47,4 %, водопоглощение – 33,0 %, кажущаяся плотность – 1452 кг/м<sup>3</sup>, ТКЛР –  $6,19 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  в интервале температур (50–300) °С, механическая прочность при сжатии – 9,5 МПа. По результатам рентгенофазового анализа установлено, что основной фазой являются волластонит, кварц, а в небольших количествах – алюмосиликат кальция и магния.

На основании анализа полученных и обработанных результатов из второй серии эксперимента был установлен оптимальный состав с применением различных пластифицирующих добавок, наиболее удовлетворяющий поставленным задачам: мел, трепел «Стальное», глина «Крупейский сад» – в количестве 10,0–20,0. Образец керамики, синтезированный на основе указанного состава, характеризовался следующим комплексом свойств: открытая пористость – 37,9 %, водопоглощение – 21,9 %, кажущаяся плотность – 1740 кг/м<sup>3</sup>, ТКЛР –  $5,86 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  в интервале температур (50–300) °С, механическая прочность при сжатии 13,6 МПа. Рентгенофазовый анализ показал, что основными кристаллическими фазами синтезированных образцов являются волластонит, кварц, а также в небольших количествах – алюмосиликат кальция и магния.

В лабораторных условиях были проведены испытания по влиянию расплава алюминия на структуру и свойства керамических образцов. Для испытаний был выбран алюминий марки АД31 (сплав металлов тройной системы Mg–Al–

Si), относящийся к группе деформируемых авиалай. Изделия подвергались влиянию расплава (700 °С) более 20 циклов (рисунок 1).



а – до испытания; б – подвергнутые влиянию расплава алюминия; в – после испытания

Рисунок 1 – Образцы, на основе глины «Крупейский сад»

Детальный осмотр материала, а также микроскопическое исследование после испытаний, не выявило существенных изменений в структуре образцов (рисунок 2).



а – до испытания; б – подвергнутые влиянию расплава алюминия; в – после испытания

Рисунок 2 – Структура образца на основе глины «Крупейский сад»

Таким образом, на основании информации изложенной выше можно сделать вывод о том, что наиболее перспективными керамическими огнеупорными материалами для литья алюминия и его сплавов являются огнеприпасы на основе синтезированного волластонита.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь (проект № 2023056).

#### Литература

1. Точное литье в керамическую форму – высокоэффективный способ изготовления отливок сложной формы / Б. И. Уваров [и др.] // *Литье и металлургия*. – 2016. – № 4 (85). – С. 23–27.
2. Павлюкова, Н. А. Специальные виды литья: учебное пособие // Н. А. Павлюкова, А. С. Орлов. – Иваново: ФГБОУ ВПО «Ивановский гос. энергетический ун-т им. В.И. Ленина», 2012. – 96 с.
3. Патент РФ 2017575. Состав экзотеплоизоляционной смеси для обогрева прибалей / В. Н. Смирнов, И. И. Ярополов. – Опубл. 12.07.1990.
4. Патент РБ 1577. Утеплительная вставка для алюминиевых сплавов / ГНУ «Физико-технический ин-т НАН Беларуси». – Опубл. 30.09.2004.