

Первая серия масс кроме волластонита (70–80 %) содержала огнеупорную углистую глину Латненского месторождения (10–20 %), а для снижения плотности и теплопроводности материалов вводили вермикулит в количестве 10–15 % и выгорающие добавки в виде угольной пыли и сапропеля (2,5–5,0 %).

Общая усадка образцов составила от 0,7 до 1,5 % и увеличивалась с ростом температуры обжига. Синтезированные образцы обладали следующими характеристиками: водопоглощение – 13,9–31,3 %, кажущаяся плотность – 1100–1890 кг/м<sup>3</sup>, открытая пористость – 26,2–36,7 %, механическая прочность при сжатии – 24,3–30,7 МПа, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) – 4,2–8,0 · 10<sup>-6</sup> К<sup>-1</sup>. С увеличением температуры обжига водопоглощение, открытая пористость уменьшаются, а кажущаяся плотность увеличивается, вследствие интенсификации процесса спекания, нарастания количества жидкой фазы и сближения частиц под действием капиллярных сил и сил поверхностного натяжения. Согласно рентгенофазовому анализу основной кристаллической фазой синтезированного материала является волластонит, а дополнительной – кварц. Микроструктура керамических образцов, размер кристаллов, форма, взаимное расположение частиц, характер поверхности исследованы с помощью метода электронной микроскопии. Структура керамики равномерно зернистая, однородная, пористая. Кристаллы преимущественно пластинчатой формы размером от 7 до 15 мкм.

Синтез образцов волластонитодержащей керамики второй серии проводился на основе мела Волковыского месторождения (51–62 %), огнеупорной глины Латненского месторождения (5–20 %) и маршалита (молотый кварцевый песок Гомельского ГОКа) (28–30 %).

Общая усадка образцов составила от 2,0 до 5,0 %. Образцы этой серии обладали следующими характеристиками: водопоглощение – 42,1–46,2 %, кажущаяся плотность – 1140–1650 кг/м<sup>3</sup>, открытая пористость – 50,4–56,8 %, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) – 5,5–9,3 · 10<sup>-6</sup> К<sup>-1</sup>. Качественный фазовый состав образцов, обожженных при оптимальной температуре, представлен в основном волластонитом, незначительным количеством кварца и примесями алюмосиликатов кальция, натрия. Структура материала равномерно зернистая, однородная, пористая. Кристаллы неизо-метрической игольчатой формы размером от 3 до 15 мкм.

В результате проведенного исследования выбран оптимальный состав массы на основе сырья Республики Беларусь, из которого изготовлены образцы огнеприпаса, которые переданы ОАО «Минский моторный завод» для проведения испытаний при литье в кокиль алюминиевых сплавов.

#### Література

1. Алексеев, М. К. Керамические материалы для металлургии / М. К. Алексеев // Наука – производству – 1999. – №9. – С. 25–26.
2. Волочко А. Т., Подболотов К. Б., Дятлова Е. М. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы. Минск: Беларусская наука, 2013. – 385 с.
3. Керамика из природного волластонита для литейных установок алюминиевой промышленности / Л. Н. Русанова [и др.] // Огнеупоры и техническая керамика. – 2008. – № 5. – С. 39–44.

## АНАЛИЗ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДА ЦИНКА

Санкевич Н.Л., Лихачева А.В. к.т.н, доц.

*Белорусский государственный технологический университет*

Оксид цинка может использоваться в различных отраслях народного хозяйства. Одним из направлений его применения является использование оксида цинка в качестве пигmenta, кроме этого, он может использоваться в резинотехнической и

шинної промисленності, а також промисленності страйматеріалів.

Основну масу цинкових белил производят из электрического цинка [1]. Но в качестве сырья для производства оксида цинка могут применяться отходы химической, медеплавильной и металлообрабатывающей промышленности. Эти отходы содержат цинк в виде металлического цинка или его соединений. Спектр цинксодержащих отходов достаточно широк, к ним относятся, например:

- пыли и шламы металлообработки;
- шлаки;
- отходы химической промышленности;
- отработанные серебряно-цинковые аккумуляторы;
- отработанные катализаторы;
- изгарь;
- серая окись;
- гарп-цинк;
- цинковые дrossы;
- цинксодержащие отходы вискозного производства;
- отработанные электролиты цинкования.

Для применения отхода в качестве сырья для производства цинковых белил, в его составе должен присутствовать цинк в значительном количестве, что подтверждается характеристиками отходов, приведенными ниже.

Состав цинксодержащих отходов вискозного производства [2]: сульфат-ионы – 0,92%; сера элементарная – 2,7 %; сера сульфидная – 3,34%; карбонат- ионы – 5,4%; железо – 3,2%; цинк – 14,3%; песок – 64,0%; массовая доля веществ, удаляемых при прокаливании (кроме  $\text{CO}_2$ , S,  $\text{H}_2\text{S}$ ) – 7,0 %; влажность – 19,8%.

Состав отхода горячего цинкования (гарп-цинка) следующий [3]: металлический цинк – 90-95%; железо – 0,01-2,4 %; медь – 0,01-0,1%; соединения свинца – 0,015-0,03%; соединения кадмия – 0,015-0,03%.

Серая окись представляет из себя смесь цинка с оксидом цинка, выпадающая в окислительной камере, при производстве цинковых белил из металлического цинка. В данном отходе содержится 77-80% цинка.

Под изгарью понимается металлический цинк, который не окислился в окислительной камере с вкраплениями оксида цинка, содержание цинка в изгари составляет 40 %.

Цинковые дrossы – это сплав железа и цинка, который образуется при горячем цинковании. В данном отходе содержится 93% цинка.

В составе шлаков медеплавильной промышленности присутствует 3,94 % цинка. В состав плавильной пыли входит 10-30 % цинка [4].

В зависимости от применяемого электролита для цинкования, в его состав может входить  $\text{ZnCl}_2$  (концентрация 30-200 г/л) или  $\text{ZnSO}_4$  (концентрация 70-700 г/л) [5].

В таблице представлены составы различных сырьевых ресурсов, из которых может быть получен оксид цинка.

Из таблицы видно, что процентное содержание цинка в руде незначительно отличается от содержания цинка в отходах. Это позволяет сделать вывод о том, что отходы также могут применяться в качестве исходного сырья для производства оксида цинка.

Если сравнивать цинковые белила, полученные из металлического цинка и вторичного сырья, то можно сделать вывод о том, что цинковые белила, полученные из отходов, уступают по качеству оксиду цинка, полученному из цинка. Однако металлический цинк достаточно дорогой материал, что не позволяет осуществить процесс получения оксида цинка на территории Республики Беларусь.

Таблица – Составы сырьевых ресурсов для получения оксида цинка

Компонент	Содержание компонентов, %						
	Руда	Металлический цинк	Отходы вискозного производства	Гартцинк	Изгарь	Цинковые дrossсы	Отработанные электролиты цинкования
Цинк	52-67	97,5-99,997	14,3	90-95	40,0	93,0	5-15
Железо	-	<0,1	3,2	0,01-2,4	1,33	0,03	0,5-2,0
Медь	-	<0,05	-	0,01-0,1	-	-	-
Кадмий	0,3	<0,2	-	<0,03	-	-	-
Свинец	-	<2,0	-	<0,03	-	0,1	-
Сера	33,0	-	6,04	-	-	-	-
Сульфаты	-	-	0,92	-	-	-	-
Карбонаты	-	-	5,4	-	-	-	-
Хлориды	-	-	-	-	-	-	14-19
Примеси	-	-	70,14	-	58,67	7,0	-

Оксид цинка, полученный из вторичного сырья содержит примеси (3-6% PbO, 0,1% металлического цинка, до 2% водорастворимых солей), что придает пигменту серый оттенок, повышенную укрывистость, а также высокую атмосферостойкость.

Получение цинковых белил из цинкодержащих руд не получило широкого применения из-за сложности технологического процесса, а также при таком производстве оксид цинка получается с желтоватым оттенком.

Следует отметить, что на производство 1 т белил необходимо 803-880 кг цинка.

При производстве цинковых белил из вторичного сырья важным показателем является степень извлечения цинка из отходов. Она зависит от состава используемого отхода и способа извлечения из него цинка, и составляет от 80 до 99%. Это подтверждает целесообразность использования вторичных сырьевых ресурсов при производстве оксида цинка.

#### Література

1. Цинк. Технические условия. ГОСТ 3640-94 – Введ. 27.06.1996. – СССР. Государственный комитет стандартов Совета Министров, 1996 – 36 с.
2. Способ переработки цинкодержащих отходов вискозного производства: пат. 14186 Республика Беларусь, МПК D 01F 13/00 / В.В Ясинецкий, Ю.В. Матвейчук; заявитель УО «Могилевский государственный университет продовольствия». - № а 20090927; заявл. 2009.06.25; опубл. 2011.04.30 // Афіцыйныбюл. / Нац. цэнтрінтэлектуал. уласнасці. – 2004. – № 2. – С. 174.
3. Константинов В.М Обзор рынка цинка и цинковых отходов// Литейные процессы. – МГТУ, 2014 – С.293.
4. Валуев Д.В Технологии переработки металлургических отходов/ Д.В. Валуев. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. –196 с.
5. Чепрасова В.И., Залыгина О.С., Марцуль В.Н. Исследование возможности получения пигментов из отработанных электролитов цинкования // Вестник Витебского государственного технологического университета. – Витебск, 2018.