

ПОЛУЧЕНИЕ ОГНЕУПОРНОЙ КЕРАМИКИ ПУТЕМ РЕЦИКЛИНГА ОГНЕУПОРНОГО ЛОМА

Ф. И. Иванов, Е. В. Исакова, Е. А. Гардер, З. А. Коротаева

В работе проанализированы возможности, сложившиеся к настоящему времени в Кузбассе, по реализации технологии рециклинга огнеупорного лома с использованием нанодисперсного связующего.

In work the opportunities which have developed by present time in Kuzbas, on realization of technology reuse a fire-resistant secondary resources with use nanostructure's gluing are analysed.

Ключевые слова: огнеупорный лом, рециклинг, нанодисперсное связующее.

В Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию указывается ряд принципиальных задач, позволяющих решить проблемы социально-экономического развития, сохранения окружающей среды и природно-ресурсного потенциала региона. Тяжесть проблемы сохранения природной среды особенно проявляется в Кузбассе, являющемся, в силу сложившихся исторических и геологических факторов, одним из самых неблагополучных в плане экологии регионов России. Образовавшиеся свалки промышленных отходов в результате многолетней деятельности гигантов индустрии содержат полезные компоненты, которые могут быть извлечены и использованы. Устойчивое развитие предполагает активное использование вторичных ресурсов (промышленных отходов), вместо первичных, в повторном переделе с использованием новейших инновационных экологически чистых технологий. В соответствии с основной идеей рециклинга в настоящей работе предлагается использовать все компоненты боя огнеупорных материалов, образующихся при ремонтах прежде всего металлургического производства и ТЭЦ, для вторичного использования, в частности, для повторного изготовления огнеупоров с использованием нанодисперсного связующего.

Объектом исследования является создание технологии получения безусадочных конструкционных огнеупоров и керамики из огнеупорного лома для работы в экстремальных условиях [1]. Технология использует достижения механохимии твердого тела по разработке физико-химических основ вовлечения в рециклинг минерального нетрадиционного и некондиционного сырья (огнеупорного лома) базовых металлургических предприятий Кемеровской области.

Цели работы: 1) разработка вяжущего материала на основе механохимической технологии, включающей получение наночастиц размером менее 100 нм (с удельной поверхностью более $10 \text{ м}^2/\text{г}$); 2) использование этого вяжущего материала для разработки технологии получения образцов безусадочных материалов на основе рециклинга огнеупорного лома металлургического производства и проведение их испытания в экстремальных условиях [2].

В качестве вторичного сырья использовали огнеупорный лом ЗСМК (г. Новокузнецк): динас, шамот, электрокорунд.

История вопроса. В районе смоломагнезитового цеха (СМЦ) ООО «ЗСМК» на специально отведенной территории складируется лом огнеупорных изделий, образующийся в результате удаления отработанной футеровки металлургических и тепловых агрегатов ЗСМК. Накопленное количество огнеупор-

ного лома на площадке СМЦ составляет примерно 450 – 500 тыс. тонн (рис. 1).



Рис. 1. Горы огнеупорного лома в районе смоломагнезитового цеха ООО «ЗСМК»

Ежегодно на комбинате образуется порядка 20 – 30 тыс. тонн огнеупорного лома, который распределяется по следующим видам:

- шамот – 50 %;
- кварцитовый, динасовый – 30 %;
- мулиткорундовый, корундовый – 5 %;
- хромитовый, хромитопериклиновый – 5 %;
- периклазоуглеродистого – 10 %.

Таким образом, около 80 % общей массы накаплившегося боя огнеупорного лома составляют шамот и динас, поэтому основной задачей является разработка технологии изготовления огнеупорных изделий из данных вторичных материалов.

При обследовании площадей складирования было определено, что 55 – 60 % боя может быть использовано для производства огнеупорных материалов. 20 – 25 % оставшихся материалов может применяться при производстве строительных изделий и оставшиеся 15 – 20 % мелкого, разложившегося перемешанного материала может быть использовано при отсыпке дорог, дамб, строительных площадок и т. д.

В результате проведённых исследований была выявлена возможность использования различных марок исходного вторичного сырья в процессе рециклинга как по отдельным маркам (бой шамотного кирпича, динаса, электрокорунда в сочетании с шамотной добавкой), так и в виде их смесей.

Оптимальными размерами частиц, используемых для изготовления изделий, является сочетание фракции 1,5 – 5 мм и фракции ниже 1,5 мм в соотношении 75 % : 25 %. Оптимальное содержание нанодисперсного связующего составляет 10,6 %.

Сортировка огнеупорного лома по маркам – ручная. Переработка отсортированного лома производится на щековой валковой дробилке, после чего производится фракционирование на грохоты с ячейки 5 – 1,5 мм. Фракции более 5 мм возвращаются на доработку по первоначальной схеме. Фракции от 5 мм и менее отправляются на взвешивание.

Далее производится: дозирование фракций в необходимых соотношениях, взвешивание компонентов связующего, приготовление связующего, смешивание связующего с огнеупорным сырьем в смесителе.

Прессование и сушка на воздухе в течение 5 – 6 часов, затем сушка в термической печи при температуре 250°C в течение 4 часов.

Изготовление опытных образцов производилось на прессе ДО-242 с отработкой параметров давления в различных прессформах 380×125 мм и в пресс-формах 150×120 мм, и методом вибропрессования.

Испытания опытных образцов проводились в Западно-Сибирском испытательном центре (аттестат аккредитации испытательной лаборатории №РОСС RU.0001.21 АЯ07), промышленные испытания в нагревательных колодцах ООО «ЗСМК» в течение года, акты испытания сугубо положительные.

Таблица 1

Результаты физико-механических испытаний огнеупорного кирпича из огнеупорного боя, полученного методом вибропрессования

Образец	Наименование показателей	Единицы измерения	Метод испытания и номер НТД	Результаты испытаний	Требования ГОСТ 390-96
Кирпич опытный шамотный	огнеупорность	°C	4069-69	1540	1580
	дополнительная линейная усадка	%	5402-81	-0,75	0,5
Кирпич опытный динасовый	огнеупорность	°C	4069-69	1640	1580
	дополнительная линейная усадка	%	5402-81	0,27	0,5
Кирпич опытный смесевой	огнеупорность	°C	4069-69	1550	1580
	дополнительная линейная усадка	%	5402-81	-0,60	0,5

Результаты физико-механических испытаний кирпича опытного из вторичных ресурсов соответствуют ГОСТ 390-96 «Изделия шамотные», ГОСТ 4157-79 «Изделия динасовые» по огнестойкости практически соответствуют ГОСТ, а по прочностным характеристикам значительно, в разы, превышают (рис. 2).



Рис. 2. Кирпич из огнеупорного боя (шамот)

Первый этап, работы связанный с исследованием возможностей рециклинга огнеупорного боя и получения промышленных огнеупоров с использованием нанодисперсного связующего, успешно пройден при поддержке программы «Старт» и полученного от «Фонда содействия развитию малых форм

предприятий в научно-технической сфере» гранта в размере 750 тыс. рублей («Фонд И. М. Бортника» – единственный экологический грант в Кузбассе, выигранный в 2005 г.).

Для вхождения во второй этап бюджетного финансирования по программе «Старт» необходимо эквивалентное софинансирование инвестора в объеме 1,5 млн. рублей. Спонсоров, согласных на включение в программу, не удовлетворяют условия «Фонда И. М. Бортника».

Работы по разработке технологий и исследованию свойств огнеупорных материалов, получаемых из вторичных ресурсов при механической активации с использованием нанотехнологий, были продолжены по теме «Разработка основ высокоеффективных методов получения наноструктурированной безусадочной корундовой керамики, изделий из нее и других огнеупоров, работающих в экстремальных условиях эксплуатации, на основе вяжущего материала из ультра- и нанодисперсных порошков, полученных механохимическим способом», которая финансировалась по государственному контракту от 23 апреля 2007 г. № 02.513.11.3188 в рамках ФЦНП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 – 2012 годы». Лот, выигранный по программе нанотехнологии, также являлся единственным с участием ученых Кемеровского государственного университета. В настоящее время, совместно с институтом ХТТ и М, инвестиционной компанией ОАО «Ермак», ОАО «ЗСМК», разраба-

тываются ТУ для проведения НИОКР финансируемой «Роснанотех» по данной тематике.

Возможность создания высококонцентрированных и, что самое главное, дешевых кремнезолей показано в патентах: 1. «Способ получения жидкого стекла». Пат. РФ № 2187457 от 04.03.2002 г.; 2. «Способ изготовления безобжиговых строительных материалов». Пат. РФ № 2168481 от 31.01.2001 г.; 3. «Способ получения огнеупорных масс» Пат. РФ № 22143379 от 04.06.2002 г.; 4. «Способ получения силикатного клея связки». Пат. РФ. № 2144552 от 20.01.2000 г.» и др.

Авторами исследован рынок Кемеровской области по востребованности огнеупорных материалов. Основными поставщиками для металлургических предприятий Кемеровской области является ЗАО «Магнезит», г. Садка (Свердловская обл.), и поставки из-за рубежа, в частности из Китая.

Проведенные предварительные оценки технико-экономических показателей свидетельствуют, с учетом природоохранной и социальной значимости проекта, о значительных экономических преимуществах керамических изделий из вторичного сырья.

Основными потребителями в Кемеровской области являются: ЗСМК, НКМК, ЖКХ городов Кузбасса, Кузбассэнерго и др.

В случае создания предприятия по комплексной переработке огнеупорного лома в г. Новокузнецке, данный проект возможно тиражировать в регионы Российской Федерации и мировой рынок.

Работа выполнялась при поддержки программы «Старт» – «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» г. к. № 3298/5751 от 18/07/2005г., в рамках ФЦНП России на 2007 – 2012 годы по лоту № 12 «Конструкционные наноструктурированные керамические и композиционные материалы для работы в экстремальных условиях эксплуатации» шифр «2007-3-1.3-24-04-068».

Литература

1. Полубояров, В. А. Огнеупорная безусадочная корундовая керамика на основе вяжущего из нанодисперсных порошков, полученных механохимическим способом [Текст] / В. А. Полубояров, З. А. Коротаева, А. Н. Бебко, и др. // Известия вузов. Черная металлургия. – 2007. – № 12. – С.49 – 52.

2. Poluboyarov, V. A. Influence of the Nanostructure of Corundum Binder on the Strength of Nonshrinking Corundum Parts [Текст] / V. A. Poluboyarov, Z. A. Korotaeva, A. N. Bebko, F. I. Ivanov // Steel in Translation. – 2009. – Vol. 39. – № 2. – P. 118 – 121.