

Д. т. н. **Б. Н. Сатбаев**, д. т. н. **А. А. Жарменов**, д. т. н. **А. И. Кокетаев** (✉),
Н. Т. Шалабаев

Астанинский филиал РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан», г. Астана, Республика Казахстан

УДК 666.76:669.162.266.242

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА СВС В ПРОИЗВОДСТВЕ ОГНЕУПОРОВ ДЛЯ УТЕПЛЕНИЯ ЧУГУНОВОЗНЫХ КОВШЕЙ И ЗЕРКАЛА ЧУГУНА

Приведены результаты опытно-промышленных испытаний теплоизоляционных и экзотермических смесей, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, для утепления зеркала чугуна и чугуновозных ковшей АО «АрселорМиттал Темиртау».

Ключевые слова: зарастание чугуновозных ковшей, налив и слив чугуна, теплоизоляционные и экзотермические смеси.

Современная концепция развития огнеупорной промышленности заключается в переходе на производство ресурсосберегающих огнеупоров нового поколения, изготовленных по технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) и отличающихся повышенной экологической безопасностью и износоустойчивостью, а также обеспечивающих повышение качества конечной продукции. Целесообразность создания огнеупоров нового поколения обусловлена возрастающими требованиями потребителей, а также необходимостью улучшения условий службы огнеупоров и снижения энергетических затрат при их изготовлении [1]. Разработка технологии изготовления огнеупоров на основе СВС решает эту задачу.

Огнеупорные изделия (как формованные, так и неформованные), изготовленные методом СВС, превосходят по качеству изделия печного синтеза вследствие воздействия высокой температуры, полноты прохождения реакций и интенсивной самоочистки в процессе горения. Этим методом получают различные порошки, пасты, мертели, нагреватели с высокой термостойкостью, прокатные валики, торкрет-массы и огнеупорные изделия. При этом процесс наиболее целесообразен при использовании экзотермических связей.

Наиболее доступными металлами для экзотермических магниальных смесей являются алюминий, магний, кремний, титан, поскольку

они обладают высокой теплотворной способностью.

Разрабатываемая авторами СВС-технология производства огнеупоров по сравнению с традиционными методами имеет следующие преимущества:

- существенное снижение температуры обжига изделий;
- резкое сокращение затрат времени на производство изделий;
- высококачественное формирование структуры и состава изделий вследствие высокой температуры самих металлотермических процессов, которая достигает 2400 °С. При этой температуре резко ускоряется синтез соединений; происходит существенное повышение качества огнеупорных изделий вследствие формирования их связующей части при высокой температуре;

- технология экологически чистая;
- организация производства огнеупоров по предлагаемой технологии не требует значительных капитальных затрат и может проходить с использованием существующего оборудования любого огнеупорного завода.

В основу СВС-технологии огнеупоров положены твердофазные окислительно-восстановительные реакции в режиме горения между восстановителями — металлами (алюминий, магний) и окислителями — оксидами, солями кислородсодержащих кислот, смешанными оксидами. Горение в системе осуществляется в режиме СВС. Впервые возможность использования СВС для получения огнеупорных изделий была показана в работах А. Г. Мержанова, М. Д. Нерсесяна, И. В. Боровинской [2, 3], в дальнейшем тема получила развитие в работах Г. И. Ксандопуло, М. Б. Исмаилова и сотрудников Института проблем горения, г. Алматы [4, 5].



А. И. Кокетаев
E-mail: aik53@mail.ru

В отличие от обычной металлотермии, целевым продуктом которой является восстановленный металл, в СВС-процессе целевые все продукты горения в совокупности. Если в металлотермии реакция доводится до плавления продуктов с целью фазоразделения, то в СВС-технологии получения огнеупоров плавление и фазоразделение нежелательны. Это достигается регулированием тепловыделения и скорости горения надлежащим подбором соотношения восстановителя, окислителя и наполнителя в экзотермической смеси.

В АО «АрселорМиттал Темиртау» существует проблема зарастания чугуновозных ковшей с образованием в районе горловин «крыш», которые осложняют слив чугуна в миксерном отделении конвертерного цеха как в миксер, так и в чугунозаливочный ковш. Проблема обостряется в зимний период, а также в случаях нестабильного забора чугуна конвертерным цехом. За счет зарастания емкость ковша уменьшается. Приходится обрывать «крыши», прожигать отверстия для налива и слива чугуна. Подсыпка коксика и вермикулита на зеркало чугуна в ковше кардинально существующую проблему не решает. Необходимо иметь утепляющие, желательно экзотермические смеси для утепления зеркала чугуна в чугуновозных ковшах, чтобы уменьшить теплопотери при транспортировке чугуна в конвертерный цех.

В связи с этим были проведены опытно-промышленные испытания теплоизоляционных и экзотермических смесей для утепления зеркала чугуна и чугуновозных ковшей АО «АрселорМиттал Темиртау». Предварительно были проделаны определенные работы по получению нужных для АО «АрселорМиттал Темиртау» теплоизоляционных и экзотермических смесей.

После получения требуемых материалов в лабораторных условиях в течение 2,5 мес проводили укрупненные исследования и испытания по утеплению зеркала чугуна чугуновозного ковша и самого ковша обмазочным материалом. Также материалы готовились в Астанинском филиале Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (РГП НЦ КПМС РК). При этом использовали различные варианты и способы футеровки. В результате были подобраны наиболее оптимальные варианты экзотермической смеси и обмазочного материала. Экзотермические смеси изготавливали на основе алюмомagneзиальных шпинелей, полученных по технологии СВС. Обмазочный материал содержал следующие компоненты, мас. %: Al_2O_3 не менее 70, SiO_2 20, CaO 5. Приготовление рабочего раствора бетона и обмазки, заливка дна рабочего ковша бетоном, нанесение обмазки на

бетон и сушка проводились согласно инструкции. С 13 по 14 апреля 2013 г. была проведена обмазка стенок чугуновозного ковша № 65. Далее ковш был направлен на сушку (12–15 ч). Было подготовлено также 6 т экзотермической смеси из расчета на одну кампанию чугуновозного ковша. Для обмазки ковша № 65 была израсходована 1 т обмазочного материала.

В среднем одна кампания (время между ремонтами) чугуновозного ковша длится до 450 розливов (оборотов), т. е. 3–5 розливов в сутки. При применении предложенных смесей предполагалось увеличение количества розливов и продолжительности кампаний. Чтобы убедиться в этом, необходимо было дожидаться выполнения 480–500 розливов или проведения работ в течение 120 сут (480 розливов).

Расчет необходимого количества материалов на 1 чугуновозный ковш вместимостью 100 т для одного полного цикла (кампания на 480 розливов):

- обмазочный материал 1 т;
- экзотермическая смесь 6 т. На 1 розлив расходуется 12,5 кг смеси, поэтому $12,5 \text{ кг} \times 480 = 6000 \text{ кг}$. Смесь находится в мешках, количество смеси в 1 мешке 12,5 кг.

2 мая 2013 г. ковш № 65 был передан в эксплуатацию. Для проведения анализа был выбран период использования ковша в работе с 02.05.2013 г. по 30.06.2013 г. Всего 59 сут.

В литейном дворе доменного цеха после каждого розлива на зеркало чугуна в чугуновозном ковше забрасывали 12,5 кг подготовленной экзотермической смеси (1 мешок). При розливе образования шлака на поверхности ковша не наблюдалось.

Для сравнения ковша № 65 с аналогичными ковшами были взяты под наблюдение новые ковши № 2 и 16, эксплуатация которых проходила в тот же период. По данным, представленным АО «АрселорМиттал Темиртау», установлены показатели работы за рассматриваемый период (см. таблицу).

Характеристика работы ковшей в период испытания

Номер ковша	Нарастание массы ковша, т	Перевезено чугуна, т	Количество розливов / оборотов
65	87,21	24573	268
2	92,58	17929	215
16	90,96	20299	227

Предварительный анализ показал, что нарастание массы ковша № 65 происходит только у шлакового пояса, по стенкам чугуновозного ковша нарастания нет. Причина нарастания — неравномерный налив и колебания основ-

ности шлака. Нарастание массы ковшей № 2 и 16 происходит как на шлаковом поясе, так и на стенках. Разница в нарастании массы по сравнению с ковшом № 65 достигает 10 т.

В рассматриваемый период в ковше № 65 перевезено чугуна больше по сравнению с этим показателем для ковша № 2 на 6644 т и для ковша № 16 на 4274 т. За данный период ковш № 65 был в обороте больше, чем ковш № 2, на 53 оборота, а также чем ковш № 16 — на 41 оборот.

Всего за одну кампанию в одном чугуновозном ковше, работавшем с применением обмазочного материала и экзотермической смеси,

предложенных Астанинским филиалом РГП НЦ КПМС РК, перевезено на 10 тыс. т чугуна больше, чем в аналогичных ковшах, эксплуатируемых без применения смесей.

Заключение

Применение теплоизоляционных и экзотермических смесей для утепления зеркала чугуна и чугуновозных ковшей АО «АрселорМиттал Темиртау» увеличивает стойкость футеровки чугуновозных ковшей и уменьшает образование нароста массы тары, количество оборотов ковшей возрастает на 20 %, облегчается обработка ковшей в миксерном отделении.

Библиографический список

1. **Рябов, А. И.** Состояние и основные задачи по созданию современных огнеупоров для металлургической промышленности / А. И. Рябов, В. В. Примаченко, В. В. Мартыненко [и др.] // Металлург. и горноруд. промышленность. — 1998. — № 2. — С. 69–71.
2. **А. с. 1144338 СССР.** Способ получения огнеупорных покрытий / М. Д. Нерсисян, А. Г. Мержанов, И. П. Боровинская, Бюл. № 9 за 1985 г. (не публикуется).
3. **А. с. 1187410 СССР.** Способ получения огнеупорных покрытий / М. Д. Нерсисян, А. Г. Мержанов, И. П. Боровинская и др., Бюл. № 39 за 1985 г. (не публикуется).

4. **А. с. 1369211 СССР. С 04 В 35/02.** Способ получения огнеупорных изделий / М. Б. Исмаилов, Б. Н. Сатбаев и др. ; заявл. 01.03.88, Бюл. № 16 за 1992 г. (не публикуется).

5. **А. с. 1725543 СССР.** Раствор для кладки огнеупорных изделий / Г. И. Ксандопуло, М. Б. Исмаилов, Б. Н. Сатбаев, Бюл. № 13 за 1992 г. (не публикуется). ■

Получено 13.08.13

© Б. Н. Сатбаев, А. А. Жарменов,
А. И. Кокетаев, Н. Т. Шалабаев, 2014 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Российская академия наук, Министерство обороны РФ,
Министерство промышленности и торговли РФ,
Федеральное космическое агентство,
Министерство образования и науки РФ,
Высшая аттестационная комиссия и
Межрегиональный совет по науке и технологиям



XXXIV Всероссийская конференция по проблемам науки и технологий, посвященная 90-летию со дня рождения академика В. П. Макеева

10–12 июня 2014 г.
г. Миасс Челябинской обл.

В программе конференции:

1. Неоднородные материалы и конструкции (композиционные материалы, полимерные, керамические, порошковые материалы и покрытия, металлы и сплавы с заданными свойствами поверхностного слоя, гладкие, подкрепленные, двух-, трех- и многослойные пластины и оболочки, баллоны давления, рамные, ферменные и стержневые конструкции)
2. Аэрогидродинамика и теплообмен
3. Динамика и прочность
4. Динамика и управление
5. Технология разработки и производства корпусных конструкций, двигателей и систем управления современной техники
6. Экономика (право, финансы и управление)

Заявки на участие в работе конференции и рукописи докладов представлять директору МСНТ профессору, д. т. н. Н. П. Ершову до 31 марта 2014 г. Для ученых из отдаленных регионов России предусмотрена демонстрация стендовых докладов, не требующая обязательного участия авторов.

Пригласительные билеты и программа высылаются участникам 8 мая. Сборники научных трудов «Наука и технологии» (М.: РАН, 2014), изданные по материалам представленных рукописей докладов, будут выданы участникам конференции при регистрации 10 июня и высланы отсутствующим авторам 13 июня.

Дополнительная информация на сайте www.msnt.pp.ru