

ровки, уменьшения расхода на огнеупорные материалы и увеличения производительности чугуновозных ковшей. Кроме того, экономический эффект благоприятно отразится на расходе электроэнергии и горюче-смазочных материалов. Так, по данным отчетов по оперативным провескам чугуна АО «АрселорМиттал Темиртау» от 21 октября 2013 г. ковш № 77 с использованием смеси перевез 41078,88 т чугуна. Ожидаемые показатели за год:

– ковш № 2 без применения смеси перевозит в среднем 88158,6 т ($29386,2 \text{ т} \times 3$, в среднем 3 кампании в год);

– ковш с использованием смесей перевезет 123236,64 т ($41078,88 \text{ т} \times 3$, в среднем 3 кампании в год).

Таким образом, за год разница составит 35078,04 т. Для того чтобы перевезти такое же количество чугуна, ковш без смеси должен будет совершить еще 405 дополнительных оборотов, соответственно, затратить больше электроэнергии и горюче-смазочных материалов. За счет увеличения производительности ковша экономия составляет практически целую кампанию одного ковша. Кроме того, применение смесей благоприятно отразится на себестоимости чугуна. За 2013 г. было перевезено 2707008,9 т чугуна, для транспортировки чугуна в работе находился 31 чугуновозный ковш. Для транспортировки такого же количества чугуна при применении смесей понадобится 22 чугуновозных ковша. Фактическая стоимость ремонта 31 ковша обошлась в 437750,0 долл.

США, стоимость ремонта 22 ковшей обошлась бы в 363729,0 долл. США. Экономический эффект от использования теплоизоляционной смеси составит 74021,0 долл. США.

Между тем при расчете не была учтена экономия средств за счет снижения затрат на ремонт ковшей, увеличения их производительности, длительности кампании, а также за счет уменьшения расхода горюче-смазочных материалов при транспортировке чугуна, накладных расходов и т. д. Результаты испытаний показали, что снизились трудовые затраты на обработку ковшей в миксерном отделении, а также на налив и слив чугуна.

На сегодняшний день с учетом результатов опытно-промышленных исследований АО «АрселорМиттал Темиртау» заключило договор с Астанинским филиалом РГП «НЦ КПМС РК» на постоянную (еженедельную) поставку теплоизоляционных и экзотермических смесей для чугуновозных ковшей. Таким образом, проведенные опытно-промышленные испытания огнеупоров, разработанных в Астанинском филиале РГП «НЦ КПМС РК», показали хорошие производственно-технические свойства в АО «АрселорМиттал Темиртау». Результаты испытаний позволяют сделать вывод о правильности выбранного направления исследований, разработать другие составы огнеупорных материалов для различных тепловых агрегатов черной и цветной металлургии, цементно-обжиговых печей, котлов для энергетики и химической промышленности и др.

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, Н. В. Питак // Металлург. и горноруд. промышленность. — 1998. — № 2. — С. 69–71.
2. **Сатбаев, Б. Н.** Технологические характеристики новых синтезированных огнеупоров / Б. Н. Сатбаев, А. А. Жарменов, А. И. Кокетаев, Н. Т. Шалабаев // Новые огнеупоры. — 2013. — № 5. — С. 42–47.
3. **Zharmenov, A. A.** Development of refractory materials prepared by SHS technology / A. A. Zharmenov,

B. N. Satbaev, S. Sh. Kazhikenova, O. A. Nurkenov // Refractories and Industrial Ceramics. — 2011. — Vol. 52, № 4. — P. 294.

4. **Сатбаев, Б. Н.** Перспективы использования метода СВС в производстве огнеупоров для утепления чугуновозных ковшей и зеркала чугуна / Б. Н. Сатбаев, А. А. Жарменов, А. И. Кокетаев, Н. Т. Шалабаев // Новые огнеупоры. — 2014. — № 4. — С. 3–5. ■

Получено 03.04.2014 г.

© Б. Н. Сатбаев, А. А. Жарменов, А. И. Кокетаев, Н. Т. Шалабаев, К. К. Баитов, 2015 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ



第九届先进陶瓷国际研讨会

The Ninth International Conference on High-Performance Ceramics

9-я Международная конференция по высокотехнологичной керамике (CICC)

4–7 ноября 2015 г.

www.ccs-cicc.com/CICC-9

г. Гуйлинь, Китай

3. **Вислогужева, Э. А.** Исследование влияния технологических факторов вакуумирования и качества периклазохромитовых огнеупоров на их износостойчивость в футеровке вакуум-камер / Э. А. Вислогужева, А. А. Метёлкин, Л. В. Зорихина [и др.] // Новые огнеупоры. — 2006. — № 9. — С. 35–38.

Visloguzova, E. A. The effect of degassing technology parameters and the quality of periclase-chromite refractories on their wear resistance in vacuum chamber lining / E. A. Visloguzova, A. A. Metelkin, L. V. Zorikhina [et al.] // Refractories and Industrial Ceramics. — 2006. — Vol. 47, № 5. — P. 288–290.

4. **Мельхер, Ф.** Механизмы коррозии огнеупоров, применяемых при внепечной обработке металла / Ф. Мельхер, Г. Гармус // Новые огнеупоры. — 2011. — № 2. — С. 25–30.

5. **Бурмистрова, Е. В.** Опыт эксплуатации циркуляционных вакууматоров № 1 и № 2 в условиях ККЦ / Е. В. Бурмистрова, Р. И. Абдрахманов, А. Ю. Игошин // Сталь. — 2012. — № 2. — С. 22, 23.

6. **Ровнушкин, В. А.** Влияние обжига и химического состава хромовых руд и рудно-известковых брикетов на скорость их ассимиляции оксидными расплавами / В. А. Ровнушкин // Новые технологии и материалы в металлургии : сб. науч. трудов. — Екатеринбург : УрО РАН, 2001. — С. 192–204. ■

Получено 02.10.14

© В. А. Ровнушкин, Л. М. Аксельрод,
Л. А. Смирнов, С. А. Спирин, Т. В. Ярушина,
И. Г. Маряев, Э. В. Вислогужева,
С. Ю. Фелелов, 2015 г.

Д. Т. Н. **Б. Н. Сатбаев**, Д. Т. Н. **А. А. Жарменов**,
Д. Т. Н. **А. И. Кокетаев**, Н. Т. **Шалабаев** (✉), К. К. **Баитов**

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

УДК 666.76.022:669.162.266.242

ИСПЫТАНИЯ ОГНЕУПОРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ЧУГУНОВОЗНЫХ КОВШАХ АО «АрселорМиттал Темиртау»

Приведены результаты опытно-промышленных испытаний по утеплению зеркала чугуна чугуновозного ковша и самого ковша обмазочным материалом в АО «АрселорМиттал Темиртау». Материалы получены в Астанинском филиале РГП «НЦ КПМС РК». Подсчитан экономический эффект от применения огнеупорных материалов нового поколения.

Ключевые слова: чугуновозный ковш, огнеупоры нового поколения, СВС-технология, АО «АрселорМиттал Темиртау», утепление зеркала чугуна.

Ресурсосберегающие огнеупоры нового поколения, изготовленные по СВС-технологии, отличаются износостойкостью, обеспечивают повышение качества конечной продукции и экологическую безопасность [1]. В Республиканском государственном предприятии «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (РГП «НЦ КПМС РК») разработана технология получения и освоения запатентованных высококачественных огнеупорных материалов нового поколения — огнеупорных изделий, мертелей, набивных масс (бетонов), обмазок, торкрет-масс. Эти материалы соз-

даны по СВС-технологии и применяются для футеровки высокоагрессивных зон тепловых агрегатов черной и цветной металлургии, цементно-обжиговых печей, котлов энергетики и химической промышленности и др. [2, 3].

Принципиальным отличием таких огнеупорных материалов является содержание в их составе активной химической смеси, которая при разогреве взаимодействует с остальными компонентами шихты в режиме самоспекания. При этом тело огнеупора синтезируется с образованием тугоплавких оксидов, что приводит к повышению качества материала. Предлагаемые высокоогнеупорные материалы увеличивают срок службы, механическую прочность, шлако- и металлоустойчивость. Проведены промышленные испытания огнеупорных изделий и материалов в высокоагрессивных зонах тепловых агрегатов ряда металлургических

✉
Н. Т. Шалабаев
E-mail: fnc-astana@mail.ru

Таблица 1. Характеристика работы ковшей в период испытания

Номер ковша	Нарастание тары (массы) ковша, т	Перевезено чугуна, т	Количество розливов/оборотов
65	86,79	36482,0	389
2	91,16	29386,2	340
16	91,11	31252,9	349

Таблица 2. Расчет ожидаемого экономического эффекта от использования теплоизоляционной смеси для чугуновозных ковшей доменного цеха

Показатели	Ковш № 2	Ковш № 77 (испытуемый)	Разница (%)
Число оборотов	340,00	444,00	-104,00 (-30,59)
Средняя масса ковша, т:			
тара	91,35	86,72	4,63 (5,07)
нетто	86,43	92,52	-6,09 (-7,05)
Количество чугуна, перевезенного за кампанию, т	29386,20	41078,88	-11692,68 (-39,79)
Количество чугуна, перевезенного за год, т (в среднем 3 кампании/год)	88158,60	123236,64	-35078,04 (-39,79)
Стоимость капитального ремонта одного чугуновозного ковша, долл. США:	7128,10	8279,10	-1151,00 (-16,15)
на обмуровку	7028,80	7028,80	0 (0,00)
на смолу	55,30	55,30	0 (0,00)
на теплоизоляционные смеси	0	1151,00	-1151,00 (-100,00)
Всего стоимость капитальных ремонтов в год, долл. США (в среднем 2 ремонта ковша в год)	14256,80	16558,80	-2302,00 (-16,15)
Стоимость ремонта на 1 т перевезенного чугуна в год, долл. США	0,16	0,13	0,03 (16,91)
Число ковшей, необходимых для транспортировки годового производства чугуна (за 2012 г. 2707008,9 т)	31,00	22,00	9,00 (28,46)
Стоимость ремонта парка ковшей, долл. США	437750,00	363729,00	74021,00 (16,91)

предприятий Казахстана, в том числе на Аксуском заводе ферросплавов АО «ТНК «Казхром», Жезказганском медеплавильном заводе ТОО «Корпорация «Казахмыс», АО «АрселорМиттал Темиртау».

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. Эта проблема обостряется в зимний период и при нестабильном заборе чугуна конвертерным цехом. Тара (масса) ковша за счет «закозления» растет, вместимость уменьшается. Приходится разрушать «крыши», прожигать отверстия для налива и слива чугуна. Подсыпка зеркала чугуна в ковше коксиком и вермикулитом не решала кардинально существующую проблему. В этой связи в Астанинском филиале РГП «НЦ КПМС РК» были разработаны теплоизоляционные и экзотермические смеси для утепления стен чугуновозных ковшей и зеркала чугуна.

Предварительно были проведены работы по получению необходимых для АО «АрселорМиттал Темиртау» смесей. Так, в течение 2,5 мес для получения таких смесей в лабораторных условиях были проведены испытания по утеплению зеркала чугуна чугуновозного ковша и самого ковша обмазочным материалом. Материалы готовили в Астанинском филиале РГП «НЦ КПМС РК». При этом использовали различные способы проведения футеровочных работ, в результате чего были подобраны наиболее оптимальные варианты экзотермической смеси и теплоизоляционного (обмазочного) материала. В статье [4] приведена информация о результатах опытно-промышленных испытаний в АО «АрселорМиттал Темиртау», проведенных в период использования чугуновозного ковша № 65 в работе с 02.05.2013 г. по 30.06.2013 г. Ниже приведены результаты дальнейших испытаний в период с 02.05.2013 г. по 31.07.2013 г., всего 90 сут (1 кампания).

При розливе образования шлака на поверхности ковша № 6 не наблюдалось. Для сравнения ковша № 65 с аналогичными ковшами были

взяты под наблюдение новые ковши № 2 и 16, которые анализировали в тот же период без применения смесей. В табл. 1 приведены данные отчетов по оперативным провескам чугуна, предоставленным АО «АрселорМиттал Темиртау» за весь анализируемый период.

В то же время 3 июля 2013 г. был запущен на испытание еще один ковш № 77. Результаты испытаний этого ковша еще более высокие, чем у ковша № 65 (табл. 2). Ковш также был зафутерован теплоизоляционной смесью, в процессе его эксплуатации на зеркало чугуна укладывали экзотермическую смесь. Итоговый анализ показал, что происходит нарастание тары (массы) ковшей № 65 и 77 только у шлакового пояса, а на стенах чугуновозного ковша нарастание отсутствует. Причины нарастания массы — неравномерность налива и колебание основности шлака. Нарастание массы ковшей № 2 и 16 происходит как на шлаковом поясе, так и на стенах ковша. В среднем нарастание массы этих ковшей на 10 % больше, чем у испытуемых.

Из отчета, предоставленного АО «АрселорМиттал Темиртау», видно, что за указанный период ковш № 65 перевез чугуна больше, чем ковш № 2, на 6960 т и больше, чем ковш № 16, на 5229 т. Ковш № 77 перевез на 11692,68 т больше, чем ковш № 2, и на 9825,98 т больше, чем ковш № 16. Кроме того, ковш № 77 прошел 444 оборота против 340–350 оборотов. Была увеличена также длительность кампании до 110 сут против 90. Всего разница по розливу/оборотам за данный период составила: ковш № 65 был в обороте больше, чем ковш № 2, на 49 оборотов, а также на 40 оборотов больше, чем ковш № 16. Ковш № 77 совершил больше оборотов, чем ковши № 2 и 16, на 104 и 95 оборотов соответственно. Число оборотов/розливов в сутки для ковша № 65 составило 4,32, ковша № 77 4,93, № 2 3,77, № 16 3,87. Остальные параметры показаны на рис. 1. Всего за одну кампанию один чугуновозный ковш с обмазочным материалом и экзотермической смесью перевез от 6 до 12 тыс. т больше, чем аналогичные ковши без применения смесей. На рис. 2 показаны снимки ковшей в инфракрасном режиме после службы в АО «АрселорМиттал Темиртау». Видно, что нарастание массы экспериментального ковша № 65 намного меньше, чем у взятого для сравнения ковша № 16. Еще один из важных показателей сравнения состояния футеровки — температура брони. У экспериментального ковша № 65 она составила 453,5–135,0 °С против 684,8–264,1 °С.

Всего для обмазки трех ковшей была поставлена 21 т опытной партии теплоизоляционных и экзотермических смесей. По результатам ис-

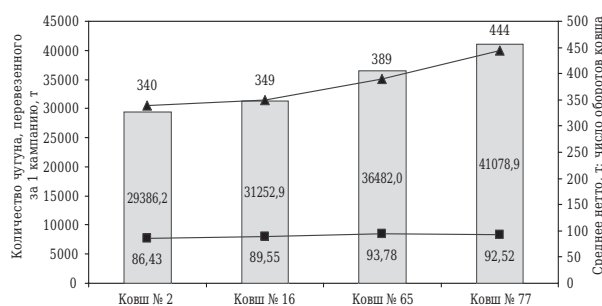


Рис. 1. Результаты опытно-промышленных испытаний ковшей: ■ — количество чугуна, перевезенного за 1 кампанию; ■ — среднее нетто; ▲ — число оборотов ковша

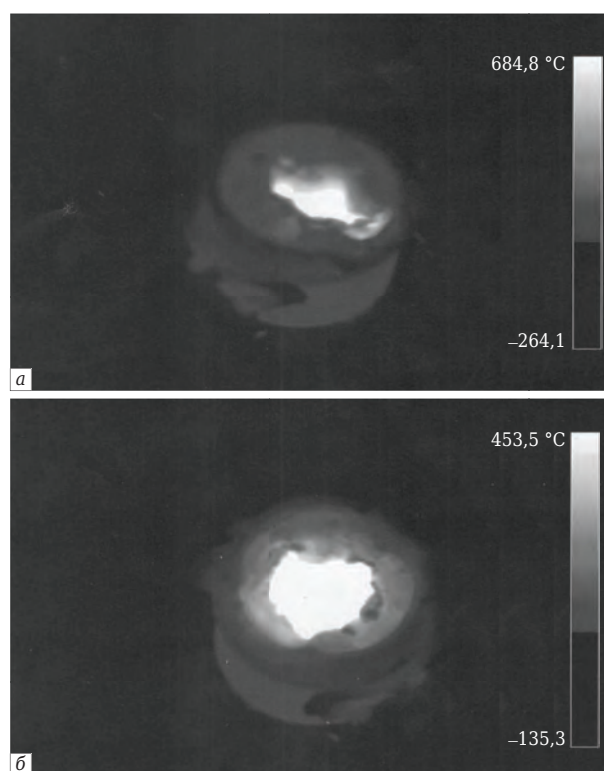


Рис. 2. Ковш № 16 (а) и 65 (б) после 90 оборотов (вид сверху)

следований рассчитан экономический эффект от их применения (см. табл. 2). Эффект был подсчитан в сравнении с работой ковшей № 2 и 77. Экономический эффект от использования теплоизоляционной смеси составит 74021,0 долл. США. Себестоимость чугуна в 2013 г. составила 249,73 долл. США. Для дальнейшего расчета экономия составит не более 5 % (12,48 долл. США) от себестоимости чугуна. Для расчета были взяты ковши № 2 и 77. Ковш № 2 эксплуатировался без использования теплоизоляционной смеси с 02.05.2013 г. по 29.07.2013 г., ковш № 77 — с использованием теплоизоляционной смеси с 03.07.2013 г. по 21.10.2013 г. Как видно из табл. 2, экономический эффект получен за счет увеличения стойкости футе-