

А. С. Заспенко, А. В. Шибко, К. Ф. Чмырков, С. М. Онацкий, В. А. Ребриков,
Ю. Г. Горбенко

ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского», Днепропетровск

О скорости износа периклазоуглеродистой футеровки 60-тонных конвертеров ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского»

Рассмотрено изменение скорости износа футеровки в ходе кампании и влияние на нее некоторых технологических факторов.

Ключевые слова: футеровка, стойкость, износ, кампания, замер, толщина, факторы, влияние

Завод им. Петровского впервые опробовал периклазоуглеродистые огнеупоры (ПУО) в 1999 г [1]. Переход к использованию ПУО с 2001 г. на всех кампаниях привел к значительному росту стойкости футеровки, о чем свидетельствует рис 1.

Тем не менее, в последние два года наметилась тенденция к ее снижению. Было принято решение проанализировать причины данного явления на примере эксплуатации ПУО в 2013 г. Для этого были выбраны результаты замеров остаточной толщины рабочего слоя футеровки в ходе кампании. Замеры производились с помощью устройства, представляющего собой г-образную трубу диаметром 60 мм, короткая часть которой имела длину 1700 мм, что соответствовало $\frac{1}{2}$ диаметра рабочего пространства конвертера по новой футеровке в ее цилиндрической части. Внутри трубы размещены две кислородные трубки, соединенные в месте изгиба трубы \varnothing 60 мм тросом.

Устройство вводилось в конвертер, находящийся в горизонтальном положении, по его оси таким образом, чтобы изогнутый участок трубы располагался в рабочем пространстве на уровне цапф, где износ футеровки, как известно, максимален. После этого кислородная трубка, вставленная в длинную часть трубы \varnothing 60 мм, задвигалась в нее

до тех пор, пока кислородная трубка, вставленная в короткую часть, достигла поверхности футеровки. Понятно, что длины задвинутой и выдвинутой частей трубок соответствовали друг другу. Замер длины выдвинутой части свидетельствовал о том, насколько уменьшилась толщина рабочего слоя футеровки от момента предыдущей операции. Поворотом устройства на 180° определялась остаточная толщина рабочего слоя в районе противоположной цапфы. Момент замера выбирается старшим мастером конвертерного отделения. Скорость износа футеровки (V) представляла собой частное от деления толщины изношенного слоя футеровки между соседними замерами на количество проведенных в этот период плавов.

Изменение V в ходе кампании показано на рис. 2. Кампаний в 2013 г., где использовались ПУО только фирмы «Dalmond», было проведено шесть. Продолжительность каждой из них указана на рис. 2 справа. На всех кампаниях плавки продувались через 12-ти сопловые фурмы.

Анализ зависимостей рис. 2 свидетельствует о том, что скорость износа футеровки в ходе кампании непостоянна, а именно в ее начале и конце она выше, чем в середине. Так в начале кампании V составляет 0,35-1,00 мм/плавку, в середине 0-0,5 и в конце 0,3-0,9.

Более высокая скорость износа в начале кампании футеровки объясняется тем, что объем и диаметр конвертера с новой футеровкой меньше, чем в последующем, и, реакционные зоны располагаются относительно близко к ее поверхности, способствуя переходу огнеупора в шлак.

Увеличение скорости износа футеровки в конце кампании связано с ухудшением процесса шлакообразования по причине увеличения внутреннего диаметра футеровки почти в 1,7 раза, а площади ванны в 2,7. При одинаковой массе шлака толщина его слоя в конце кампании будет меньше, чем в

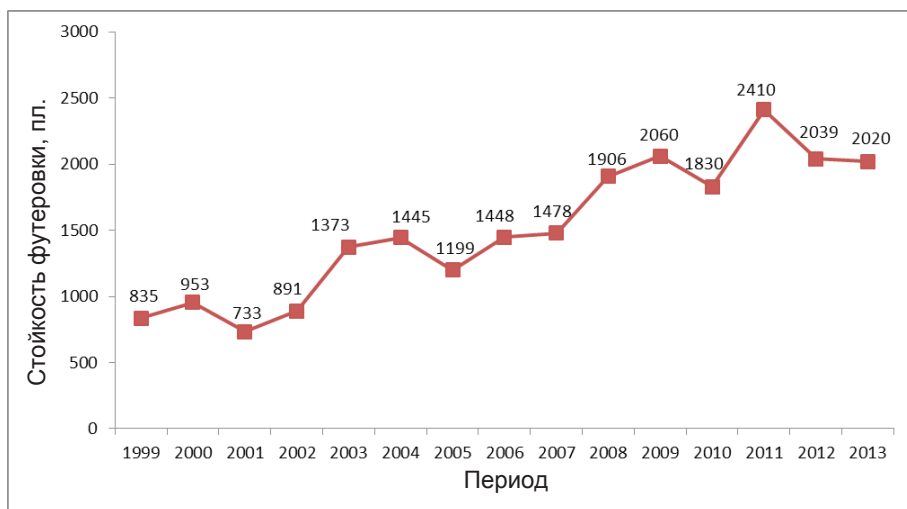


Рис. 1. Динамика стойкости периклазоуглеродистых огнеупоров в период с 1999 по 2013 г

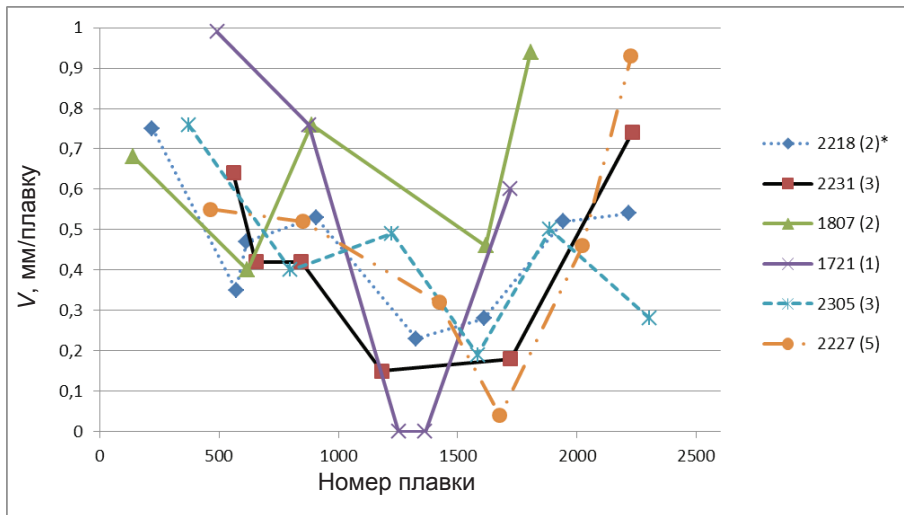


Рис. 2. Изменение V в ходе кампании.
* количество зафиксированных замен наконечников фурм

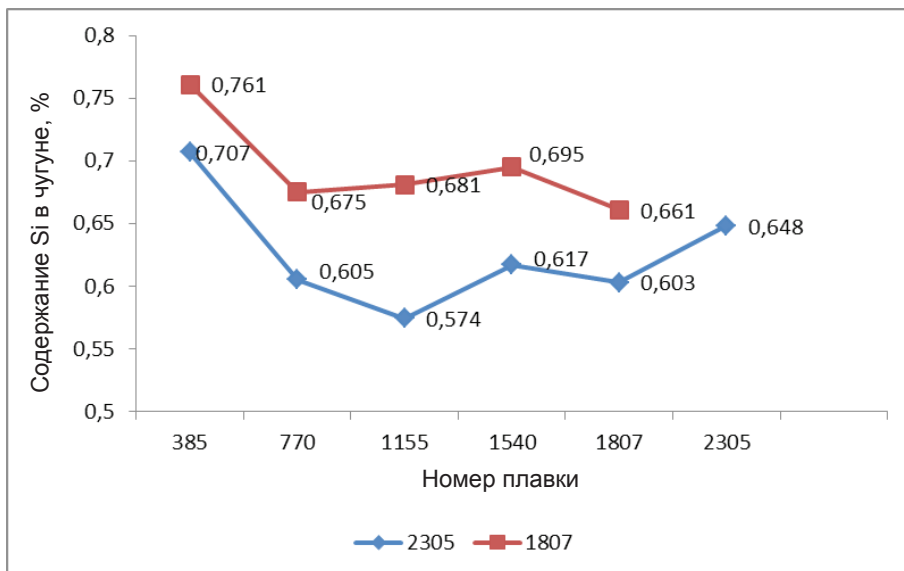


Рис. 3. Изменение содержания кремния в чугуне в ходе кампании

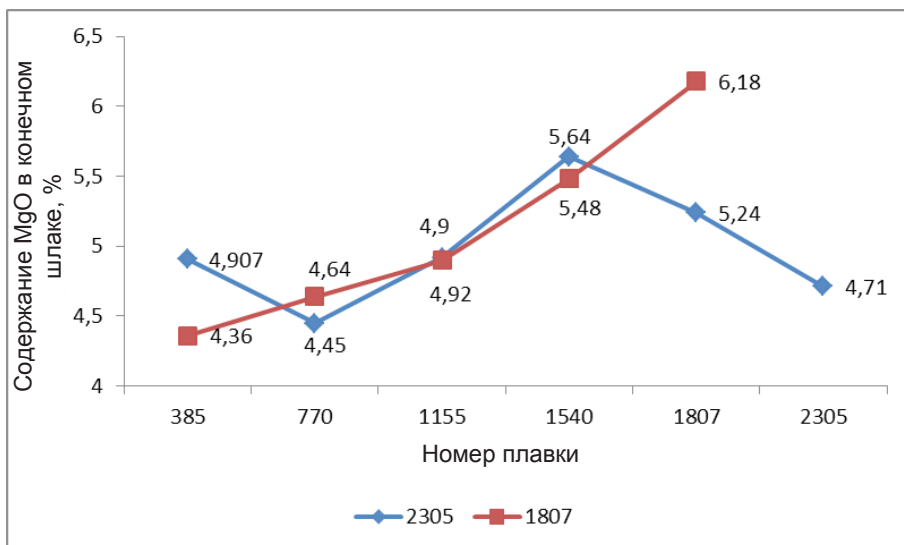


Рис. 4. Изменение содержания MgO в конечном шлаке в ходе кампании

середине, что ухудшает защитные свойства шлака по отношению к футеровке.

В порядке анализа влияния различных технологических факторов на V сопоставили две кампании 2013 г. со стойкостью 1807 и 2305 плавов по мере изменения факторов между замерами V .

Кампании были выбраны как существенно отличающиеся по стойкости (498 плавов).

Изменение V на этих кампаниях представлено на рис. 2. При анализе факторов на V учитывали модели, изложенные в работе [2].

Как следует из рис. 2 общим явлением для обеих кампаний была повышенная скорость износа футеровки в их начале.

Объяснить данный факт можно повышенным содержанием кремния в чугуне в этот период (рис. 3). Из рисунка следует, что на кампании 1807 плавов (на всем ее протяжении) содержание кремния в чугуне было выше, чем на кампании 2305 плавов, и этим, очевидно, обусловлена разница в стойкости.

Заметное влияние на износ футеровки в начале обеих кампаний оказало сравнительно низкое содержание MgO в конечном шлаке, недостаточное для его насыщения данным компонентом (рис. 4), что можно связать с пониженной долей плавов с остатком конечного шлака (рис. 5) (уже содержащего оксид магния).

Резкое увеличение скорости износа футеровки в конце кампании футеровки 1807 плавов (см. рис. 2) произошло из-за снижения содержания марганца в чугуне до 0,37 % (рис. 6), тогда как на кампании 2305 плавов оно было на уровне 0,502 %. Примерно в середине кампании 1807 плавов V была на уровне 0,76 мм/плавку, а во второй трети кампании 2305 – всего 0,19 мм/плавку.

Анализ рис. 7 говорит о том, что различие в величине V вызвано большей долей плавов с додувкой (40,67 % – в первом случае против 20,94 % во втором, то есть в 1,94 раза).

К повышению V в начале кампаний в обоих случаях привело снижение массы жидкого чугуна на плавку (рис. 8), что автоматически сопровождалось увеличением массы твердой части шихты, в том

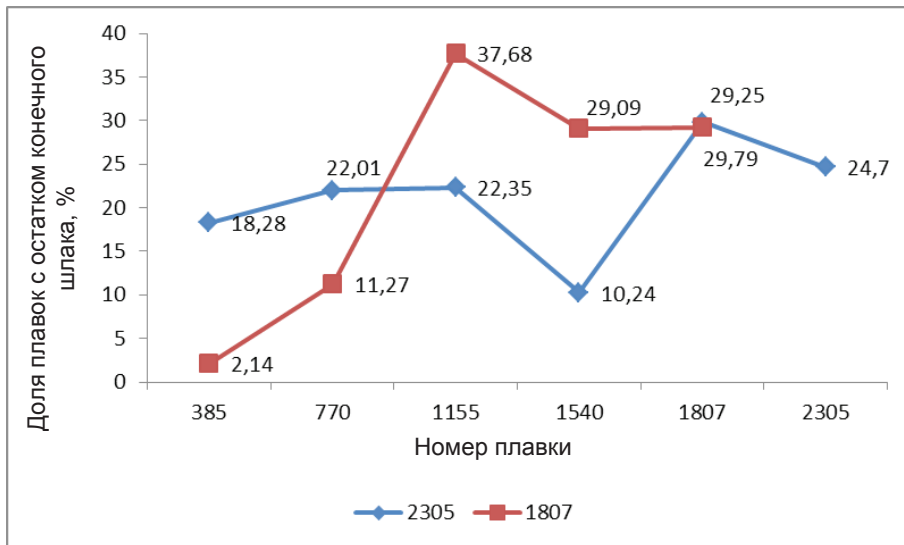


Рис. 5. Изменение доли плавков с остатком конечного шлака в ходе кампании

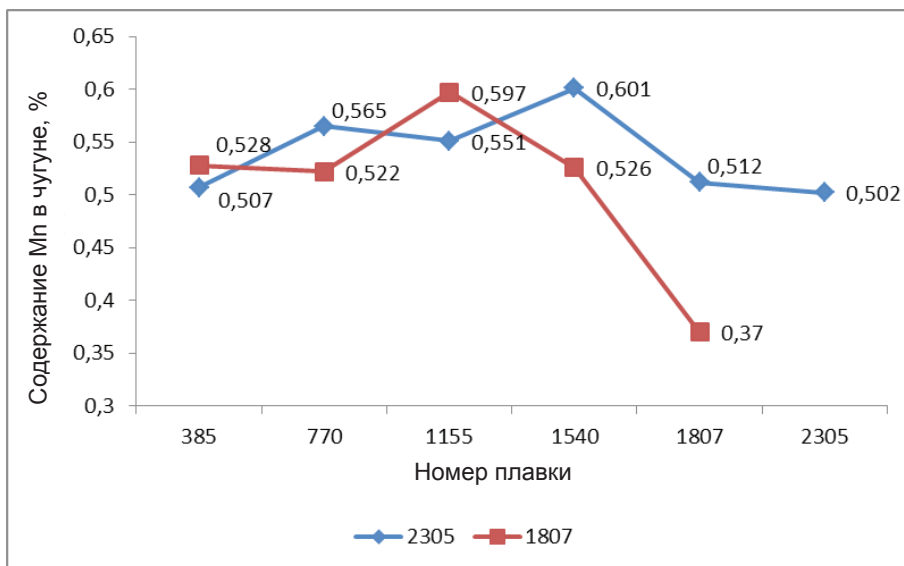


Рис. 6. Изменение содержания марганца в чугуна в ходе кампании

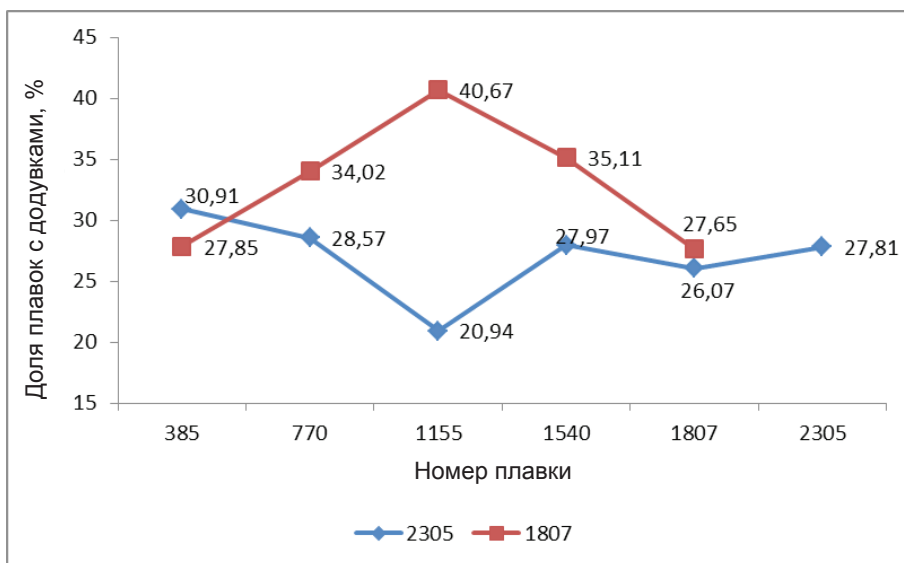


Рис. 7. Изменение доли плавков с додувками в ходе кампании

числе за счет боя чугуна, чушково-го чугуна, скрапа. Как свидетельствует практика, это сопровождается механическим разрушением футеровки.

Сопоставляя рис. 2 с рис. 9 можно увидеть связь между V в начале кампании и расходом плавикового шпата. Очевидно, это связано с некоторым ухудшением шлакообразования, что особенно проявилось на кампании 1807 плавков, где к моменту первого замера V расход CaF_2 был равен 0 кг/плавку.

Высокая основность шлака (рис. 10) тоже отрицательно влияет на V . Причиной может служить рост частоты случаев перехода шлака в гетерогенное состояние и размыванием футеровки всплесками окисленного металла, в том числе из высокотемпературной первичной реакционной зоны.

Остальные рассмотренные факторы: изменение доли плавков с $C_{\text{пов}} \leq 0,1 \%$, доли плавков с $t_{\text{пов}} > 1640 \text{ }^\circ\text{C}$, содержания $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в конечном шлаке либо не оказывают влияния на V , либо это влияние противоречиво, что требует дальнейшего изучения.

Выводы

Установлено, что на повышение скорости износа футеровки конвертера в различные периоды кампании, а, следовательно, и на снижение ее стойкости оказывают влияние:

- повышение содержания $\text{Si}_{\text{чугуна}} > 0,7 \%$;
- уменьшение содержания $\text{Mn}_{\text{чугуна}} < 0,4 \%$;
- увеличение доли плавков с додувками;
- уменьшение массы жидкого чугуна менее 53 т;
- уменьшение доли плавков с остатком конечного шлака;
- работа с основностью шлака выше 3,5 ед.;
- работа без плавикового шпата.

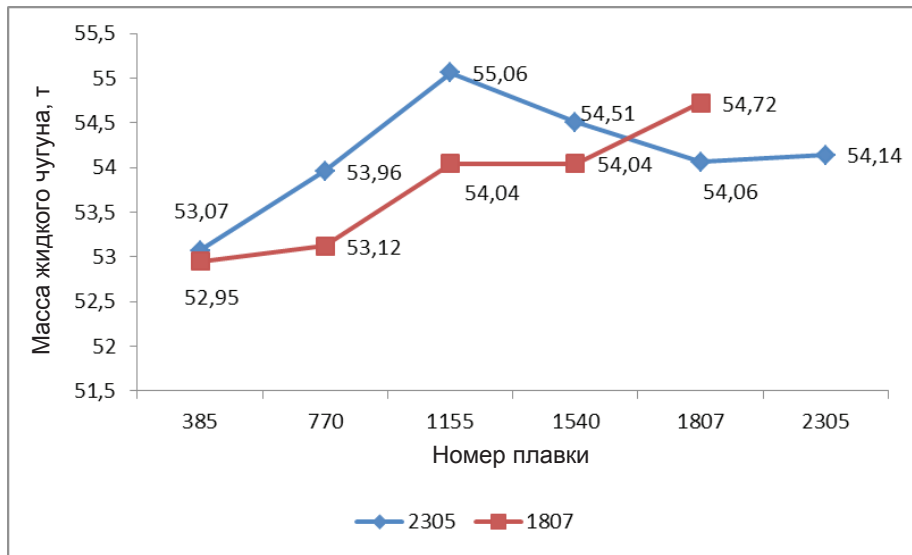


Рис. 8. Изменение массы заливки жидкого чугуна в ходе кампании

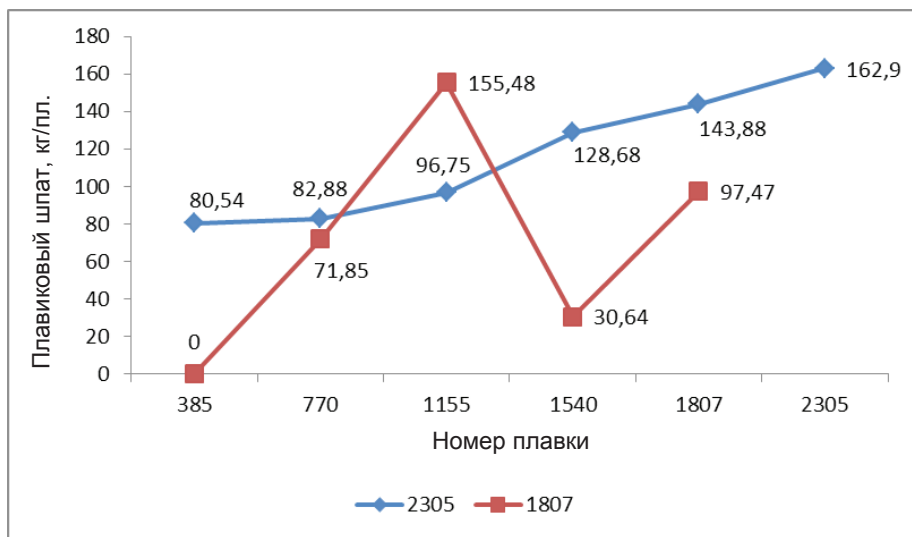


Рис. 9. Изменение подачи плавикового шпата в ходе кампании

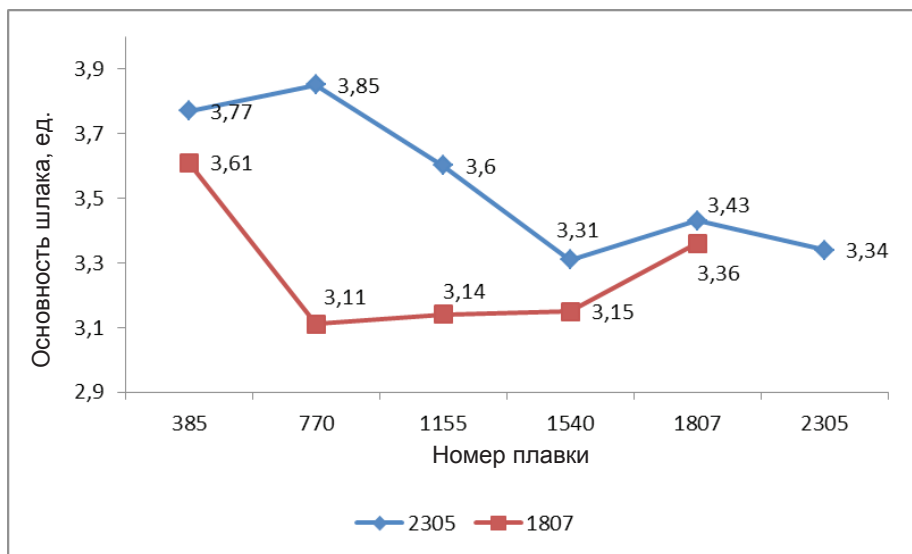
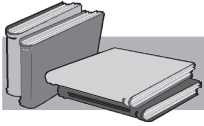


Рис. 10. Изменение основности конечного шлака в ходе кампании



ЛИТЕРАТУРА

1. О стойкости периклазоуглеродистой футеровки 60-тонных конвертеров ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» / К. Ф. Чмырков С. М. Онацкий, Д. П. Васильев, В. И. Шпак // *Новости науки Приднепровья*. – 2012. – № 3-4. – С. 62-64.
2. *Охотский В. Б.* Работа футеровки в сталеплавильных процессах. // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2013. – № 3. – С. 110-113.

Анотація

Заспенко А. С., Шибко О. В., Чмырков К. Ф., Онацкий С. М., Ребриков В. А., Горбенко Ю. Г.

Про швидкість зносу периклазовуглецевої футерівки конвертерів ПАТ «ЄВРАЗ-ДМЗ ім. Петровського»

Розглянуто змінювання швидкості зносу футерівки в ході кампанії і вплив на неї деяких технологічних факторів.

Ключові слова

футерівка, стійкість, знос, кампанія, замір, товщина, фактори, вплив

Summary

Zaspenko A. S., Shibko A. V., Chmyrkov K. F., Onatsky S. M., Rebrikov V. A., Gorbenko Y. G.

The rate of wear periclase carbon of the lining 60-ton converters «EVRAZ – DMP nam. Petrovsky»

Considered the changes rate wear of the lining during the campaign and the influence of some technological factors.

Keywords

lining, durability, wear, campaign, measurement, thickness, factors, influence

Поступила 11.04.14