



УДК 669.21

Поступила 04.04.2013

И. А. БОНДАРЕНКО, А. К. ТУРЫГИН, А. Л. АРТАМОШИН, А. В. ВЕНГУРА, А. В. ФЕКЛИСТОВ,  
Д. В. ДАНИЛОВ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

## ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ФУТЕРОВКИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОБОЖЖЕННОГО МАГНЕЗИАЛЬНО-ИЗВЕСТКОВОГО ФЛЮСА В УСЛОВИЯХ ОАО «БМЗ – УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БМК»

*Показано, что использование обожженного магнезиально-известкового флюса в условиях Белорусского металлургического завода позволило увеличить содержание оксида магния в среднем до 11,2%.*

*It is shown that the use of calcined magnesia-lime flux in the Belarusian Steel Works increased the content of magnesium oxide at the average to 11.2%.*

Экономичность и производительность плавильных агрегатов во многом зависят от стойкости огнеупорной футеровки, подвергающейся не только механическим и тепловым нагрузкам, но и агрессивному воздействию шлака. Считается, что около 70 % всех огнеупорных футеровок в тепловых агрегатах разрушается в процессе службы за счет химического взаимодействия со шлаком [1]. Основным компонентом огнеупорных изделий в рабочей футеровке сталеплавильных агрегатов, который контактирует со шлаками, является плавленый или спеченый магнезит, его содержание в огнеупорных изделиях составляет более 90%. Для снижения химического воздействия шлака на футеровку необходимо дополнительное насыщение шлака MgO. Теоретическим подтверждением этому служит положение химической термодинамики об отсутствии взаимодействия на поверхности раздела двух фаз в случае равенства концентрации диффундирующего компонента и концентрации насыщения [2]. Для увеличения содержания MgO в шлаках тепловых агрегатов на ОАО «БМЗ» опробован обожженный магнезиально-известковый флюс (ФОМИ) производства ОАО «Комбинат «Магнезит» (г. Сатка).

По отношению к промышленно применяемому доломиту обожженному (содержание MgO в пределах 28–33%), который исследуется для насыщения шлака MgO в настоящее время, ФОМИ (рис. 1) имеет ряд преимуществ:

- содержание MgO в исходном материале ~ в 2,4 раза выше;
- отсутствие пылевыведения в процессе присадки в тепловой агрегат (фактически отсутствует мелкая фракция);
- фазовый состав ФОМИ (88–90% периклаза; 3–6% ферритов; 2–6% силикатов) обеспечивает высокую скорость растворения материала в шлаке.

Одна из особенностей производства гранул ФОМИ состоит в том, что при обжиге образуются легкоплавкие соединения, которые в процессе термического гранулирования блокируют свободный оксид кальция, находящийся в центре гранулы. Это позволяет повысить устойчивость материала к воздействию влаги. Содержащийся в ФОМИ свободный оксид кальция (до 22%) также дает возможность повысить содержание оксида кальция в шлаке тепловых агрегатов.

Качественные показатели ФОМИ в сравнении с применяемым доломитом на ДСП в качестве флюса приведены в таблице.

### Опытные испытания ФОМИ на кампании подины № 4 ДСП-2

Фактическое содержание MgO в шлаке при выплавке стали в ДСП-2 по штатной технологии в среднем составляет 5,7% и достигается за счет присадки 1400 кг/плавку доломита и 600 кг боя бывшего в эксплуатации кирпича, что не обеспечивает достижения концентрации насыщения 9–12%. Сортамент выплавляемой стали – рядовой (низкоуглеродистые, низколегированные марки стали).

Качественные показатели ФОМИ и доломита

Наименование материала (документа)	Химический состав, %							Фракционный состав, мм
	MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Wp	ппп	
ФОМИ (ТТ 72664728-019-2008)	≥ 66	12–22	≤ 5	4–8	-	-	-	4–40
Доломит (ТТ 840-04-2009)	≥ 28	≥ 49	≤ 11	≤ 6	≤ 3	≤ 1	≤ 5	2–40



Рис. 1. Флюс обожженный магниезиально-известковый (ФОМИ)

Перед началом проведения испытаний были рассмотрены два варианта присадки флюса ФОМИ:

I – достижение концентрации насыщения MgO в шлаке за счет дополнительной присадки ФОМИ к промышленным материалам (доломиту, бою кирпича);

II – достижение концентрации MgO в шлаке только за счет применения ФОМИ.

По результатам технико-экономического расчета для проведения испытаний был принят II вариант использования ФОМИ.

Подача ФОМИ в ДСП-2 была начата со 109 плавки от начала кампании подины № 4 и осуществлялась через систему высотных бункеров. Отработка технологического режима наведения магниезиально-насыщенного шлака с применением флюса ФОМИ при выплавке стали осуществлялась по трем схемам подачи флюса с разным количеством присадки:

- схема 1 отработана на 14 плавках – за 3–5 мин до выпуска присадка ФОМИ в количестве до 1200 кг одной порцией;
- схема 2 отработана на 13 плавках – за 3–5 мин до выпуска присадка ФОМИ в количестве до 1500 кг порциями 200–250 кг, после каждой порции ФОМИ производилась присадка антрацита по 50–150 кг;
- схема 3 отработана на 154 плавках – присадка ФОМИ до 1000 кг в первую корзину порциями по 200–250 кг вместе с известью, за 3–5 мин до выпуска присадка ФОМИ в количестве до 1000 кг порциями 200–250 кг, после каждой порции ФОМИ производилась присадка антрацита по 50–150 кг.

Результаты проведенной работы

На момент остановки ДСП-2 на плановый ППР стойкость футеровки подины № 4 составила 435 плавков, что явилось максимальной стойкостью ДСП-2 за шесть месяцев 2012 г. (рис. 2). Использование ФОМИ осуществлялось на 181 плавке (42,0%) из 435 плавков.

Из анализа результатов проведенной работы следует, что технологические показатели сравнительных кампаний и плавков с применением опытного материала по 3-й схеме (со средним расходом ФОМИ 1849 кг/плавку) сопоставимы. Негативного влияния присадки опытного материала на технологические показатели выплавки стали не выявлено, при этом за счет снижения периодичности операций по уходу за футеровкой в среднем на 0,8 плавки сократилось время от выпуска до выпуска, а также снизился расход заправочных материалов. Таким образом, длительность основных технологических

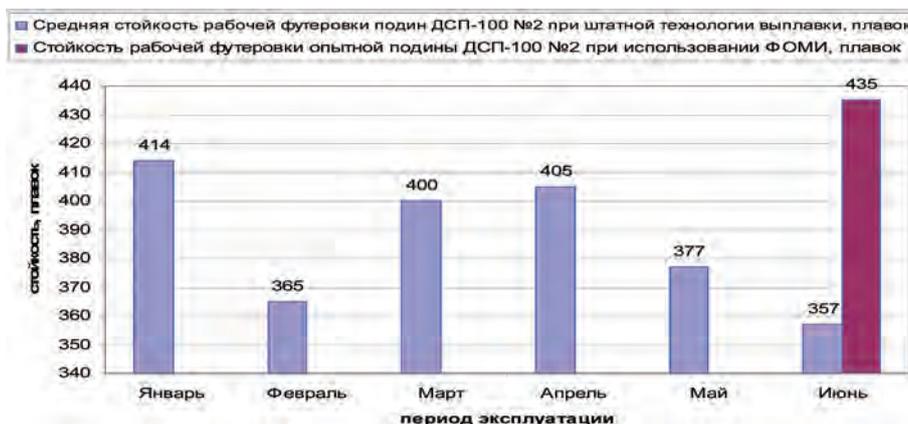


Рис. 2. Стойкость рабочей футеровки подины ДСП-100 № 2 за шесть месяцев 2012 г.

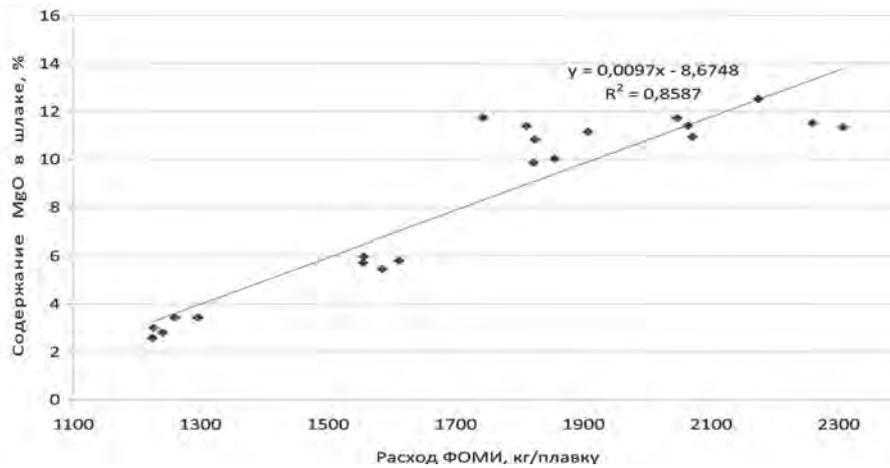


Рис. 3. Зависимость содержания MgO в шлаке от количества присаженного ФОМИ



Рис. 4. Футеровка рабочего слоя стен закрыта гарнисажным слоем

операций и операций по уходу за футеровкой сократилась на 0,7–1,4 мин/плавку.

Благодаря порционным присадкам антрацита непосредственно после отдачи опытного материала удалось снизить содержание оксида железа в шлаке в 1,4 раза, тем самым, понизив его химическую агрессивность по отношению к футеровке.

При присадке опытного материала по 3-й схеме содержание оксида магния достигло расчетной

степени насыщения шлака и в среднем составило 11,2%. Зависимость содержания оксида магния в шлаке от количества присаженного опытного материала показана на рис. 3.

Повышение содержания оксида магния при одновременном снижении содержания оксида железа в шлаке позволило добиться увеличения вязкости шлака и, как следствие, образования защитного гарнисажа на футеровке стен выше шлакового пояса. Наличие гарнисажного слоя со стороны портала при расходе ФОМИ 2000 кг/плавку представлено на рис. 4.

Состояние рабочей футеровки стен и шлакового пояса по окончании кампании опытной подины № 4 было оценено как удовлетворительное с возможностью продолжения эксплуатации, что позволяет прогнозировать увеличение ресурса футеровки при использовании ФОМИ (по 3-й схеме) на всех плавках кампании подин ДСП-2 в среднем с 387 плавков как минимум до 500 плавков. Фотографии состояния рабочей футеровки опытной подины № 4 при стойкости 435 плавков представлены на рис. 5.



а



б

Рис. 5. Состояние рабочей футеровки опытной подины № 4 при стойкости 435 плавков

### Выводы

Использование обожженного магнезиально-известкового флюса в условиях ОАО «БМЗ» позволило увеличить содержание оксида магния в среднем до 11,2%. Благодаря порционным присадкам антрацита непосредственно после отдачи ФОМИ удалось сни-

зить содержание оксида железа в шлаке в 1,4 раза. Таким образом, проведенные технологические мероприятия привели к снижению химической агрессивности шлака по отношению к футеровке и, как следствие, к достижению максимальной стойкости ДСП-2 за шесть месяцев 2012 г.

### Литература

1. Магнезиальные огнеупоры: Справ. изд. / Л. Б. Хорошавин, В. А. Перепелицын, В. А. Коконов. М.: Интермет Инжиниринг, 2001.
2. Попель С. И., Сотников А. И., Бороненков В. Н. Теория металлургических процессов. М.: Металлургия, 1986.