

К. т. н. С. В. Бочаров¹, к. т. н. М. Ю. Турчин², Е. В. Мануйлова² (✉)

¹ ООО «Группа «Магнезит», Санкт-Петербург, Россия

² ООО «Группа «Магнезит», Москва, Россия

УДК 669.18:621.3.036.53

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАПРАВОЧНЫХ МАСС ПРОИЗВОДСТВА ГРУППЫ «МАГНЕЗИТ» ДЛЯ ГОРЯЧЕГО РЕМОНТА ОТКОСОВ ДСП-2 АО «БМЗ — УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА БМК»

Проведены испытания новой заправочной массы производства Группы «Магнезит» марки MAGRAM P88. Горячий ремонт футеровки проводился на ДСП № 2 АО «БМЗ — управляющая компания холдинга БМК». Стойкость массы марки MAGRAM P88 с 2,5 мас. % временного органического связующего составила 18 плавов, а с 1,5 мас. % — 13 плавов. Масса марки MAGRAM P88 по сравнению с массой марки Мартенит-Ом более равномерно укладывается, обладая большей адгезией к рабочей футеровке откосов, также ее себестоимость ниже на 30 %.

Ключевые слова: заправочная масса, ДСП, горячий ремонт.

В современных условиях развития металлургии предприятия стремятся к получению маржинальной прибыли не только путем увеличения производства разного стального проката, но и сокращения издержек в процессе производства. Одним из основных факторов, влияющих на себестоимость производства стали, является расход огнеупоров, затраченных на футеровку металлургических агрегатов и поддержание ее в рабочем состоянии. Чем меньше будут затраты на тонну производимой продукции при существующих ценовых конъюнктурах на рынке стали, тем большую маржинальную прибыль получают металлурги при ее реализации.

Современные требования к стойкости огнеупорной футеровки ДСП, предъявляемые металлургами, неуклонно возрастают и усложняются. При этом футеровка подвергается воздействию разных факторов, действующих одновременно и циклически, влияние которых приводит к появлению трещин, химической эрозии и разрушению. К наиболее существенным разрушающим футеровку факторам следует отнести циклические термоудары, связанные с охлаждением футеровки, механические воздействия на футеровку металлической ших-

ты в процессе завалки, а также механическое и химическое воздействие шлаковой фазы, сформированной на поверхности металлического расплава в период выплавки стали.

Для снижения расхода огнеупоров, затраченных на футеровку ДСП и поддержание ее в рабочем состоянии, металлурги АО БМЗ планомерно увеличивают длительность кампаний ДСП и поэтапно достигают стойкости футеровки до 1000 плавов. С этой целью в АО «БМЗ — управляющая компания холдинга БМК» разработана программа мероприятий, включающая следующие работы:

- испытания огнеупорных материалов для рабочей футеровки ДСП совместно с использованием магнезиальных флюсов (выплавка стали под магнезиальными шлаками)*;

- ввод в эксплуатацию оборудования для проведения горячих ремонтов футеровки ДСП;

- подбор шлаковых и энергетических режимов плавки.

В рамках этой программы Группой «Магнезит» разработаны заправочные массы (табл. 1), при производстве которых применены разные технические решения с целью обеспечить как максимальные показатели стойкости ремонтного слоя, так и минимизацию себестоимости их производства и, как следствие, оптимизацию затрат потребителя при эксплуатации данных материалов.

* **Бондаренко, И. А.** Повышение стойкости футеровки ДСП-2 при использовании обожженного магнезиально-известкового флюса в условиях ОАО «БМЗ — управляющая компания холдинга БМК» / И. А. Бондаренко, А. К. Турыгин, А. Л. Артамошин [и др.] // *Литье и металлургия.* — 2013. — № 4 (73). — С. 99–101.



Е. В. Мануйлова
E-mail: emanuylova@magnezit.com

Таблица 1. Физико-химические показатели заправочных масс производства Группы «Магнезит»

Показатель	Масса	
	MAGRAM P88	Мартенит-Ом
Массовая доля на прокаленное вещество, %:		
MgO, не менее	88,0	68,0
CaO, не более	4,0	14,0–23,0
Fe ₂ O ₃	3,0–7,0	3,3–6,0
SiO ₂ , не более	3,0	1,8
Изменение массы при прокаливании с учетом массовой доли органических добавок, %, не более	6,0	6,0
Временное органическое связующее, %	1,5–2,5	0,6–1,5

Массы марок Мартенит-Ом и Magram P88 производства Группы «Магнезит» представляют собой сухой продукт периклазоизвесткового и периклазового составов с повышенным содержанием оксида железа, что обеспечивает довольно быстрое спекание. Наличие в массе достаточно высокого количества высокоогнеупорных фаз и низкого количества силикатов способствует в совокупности достаточно хорошей стойкости при эксплуатации.

Дополнительно следует отметить, что общемировой практикой для ухода за подиной и откосами ДСП является использование огнеупорных материалов системы MgO–CaO–Fe₂O₃. При этом горячая адгезия наносимых ремонтных материалов к футеровке и ускоренное спекание после нанесения обеспечиваются наличием в применяемых массах фазы ферритов кальция различной стехиометрии, формирующейся на стадии предварительного обжига, либо словацких и альпийских магнезитов с уже природно-сформированной пропорцией MgO/CaO/Fe₂O₃, либо технологической механической смеси, содержащей в своем составе данные оксиды, что характерно для огнеупорных ремонтных масс китайского и испанского производства. Коммерческие марки продуктов, изготовленных как по первому, так и по второму технологическому принципу, широко представлены на рынке России и СНГ и, как правило, не имеют значимых отличий с точки зрения стойкости ремонтного слоя. Масса марки Мартенит-Ом является огнеупорным продуктом с синтезированной в процессе предварительного обжига фазой феррита кальция. При этом изначальная смесь технологически формируется из материалов, содержащих в своем составе оксиды магния, кальция и железа, и по технологии производства не имеет принципиальных отличий от огнеупорных материалов китайского и испанского производства, используемых в настоящее время на металлургических предприятиях России, а по фазовому составу повторяет

аналогичные продукты на основе природных словацких и альпийских обожженных магнезитов с высоким содержанием оксидов кальция и железа.

При разработке технологии производства массы марки Magram P88 закладывался технологический принцип, заключающийся в использовании готовых спеченных периклазовых порошков и, соответственно, в отсутствии стадии предварительного обжига, формирующей фазу ферритов кальция в готовом продукте непосредственно перед применением в металлургическом агрегате. Готовая масса является механической смесью в определенной пропорции товарного магнезитового порошка и синтетически полученного оксида железа определенной дисперсности. Железосодержащий компонент гарантирует спекание продукта при нанесении. В процессе спекания такой массы в металлургическом агрегате происходит формирование магнезиоферрита, что увеличивает ее стойкость.

Исключение дорогостоящего передела в виде предварительного обжига существенно снижает себестоимость данного продукта и в то же время позволяет ему быть востребованным в электросталеплавильных металлургических агрегатах, в которых достижение максимальной стойкости ремонтного слоя подины и откосов не является принципиальным с точки зрения эксплуатации и ухода за футеровкой, а на первый план выходит экономический баланс стойкость – стоимость ухода за футеровкой – сокращение простоев между плавками.

Массы содержат временное органическое связующее, что обеспечивает их равномерное распределение на откосах печи при нанесении, способствует формированию более плотного слоя, а также снижает пыление при нанесении, что, несомненно, является дополнительным преимуществом. Равномерное распределение массы на откосах печи обеспечивается также за счет рационально подобранного зернового состава. Стабильность зернового состава массы гарантируется использованием для ее производства предварительно подготовленных узких фракций исходных компонентов в строго заданном соотношении.

В процессе разработки минерального и гранулометрического составов масс в лабораторных условиях определены сравнительные физико-механические свойства масс марок Мартенит-Ом и Magram P88. Из указанных масс были изготовлены образцы-цилиндры диаметром и высотой 40 мм с последующим отжигом в лабораторной печи при 1600 °С с выдержкой 2 ч (табл. 2).

Испытание заправочных масс марок Мартенит-Ом и Magram P88 проводили на ДСП № 2 АО «БМЗ — управляющая компания

холдинга БМК». Схема футеровки ДСП-2 показана на рисунке, параметры печи приведены ниже:

Вместимость печи, т.....	100
Активная мощность трансформатора, МВт.....	75
Максимальный ток, кА.....	72
Внутренний диаметр кожуха, мм.....	6400
Диаметр электрода, мм.....	610
Охлаждение электрододержателей.....	Вода
Диаметр электрода, мм.....	610
Диаметр делительной окружности, мм.....	1400
Дверная горелка.....	1
Стеновые газокислородные горелки, шт.	3
Эркерная горелка, шт.	1
Система донной продувки Veitsch-VRD, шт.	3

Заправку откосов ДСП № 2 производили при помощи машины броскового типа марки НПП-3. Критерием визуальной оценки технических и служебных характеристик заправочной массы служили такие параметры, как:

- замечания при загрузке массы в заправочную машину НПП-3;
- равномерность подачи массы через машину в процессе заправки откосов;
- адгезия массы на откосах в процессе проведения горячих ремонтов.
- запыленность рабочей зоны в процессе заправки откосов;
- состояние откосов после первой плавки;

Таблица 2. Физико-механические свойства образцов

Масса	Кажущаяся плотность, кг/м ³	Открытая пористость, %	Предел прочности при сжатии, Н/мм ²
Magram P88	2,96	16,0	38,4
Мартенит-Ом	2,93	13,1	39,8

– качество откосов в процессе эксплуатации печи.

Стойкость откосов после проведенного горячего ремонта фиксировали количеством сваренной стали в плавках в период от одной заправки до другой.

Параметры работы печи при заправке ремонтными массами разных марок представлены в табл. 3. Достигнутая в ходе испытания стойкость заправочной массы марки Мартенит-Ом составила 24 плавки, стойкость массы марки MAGRAM P88 с 2,5 мас. % временного органического связующего 18 плавков, а с 1,5 мас. % 13 плавков.

В процессе испытаний отмечено влияние массовой доли временного органического связующего в массе на загрузку и подачу материала через бросковую машину и возможность

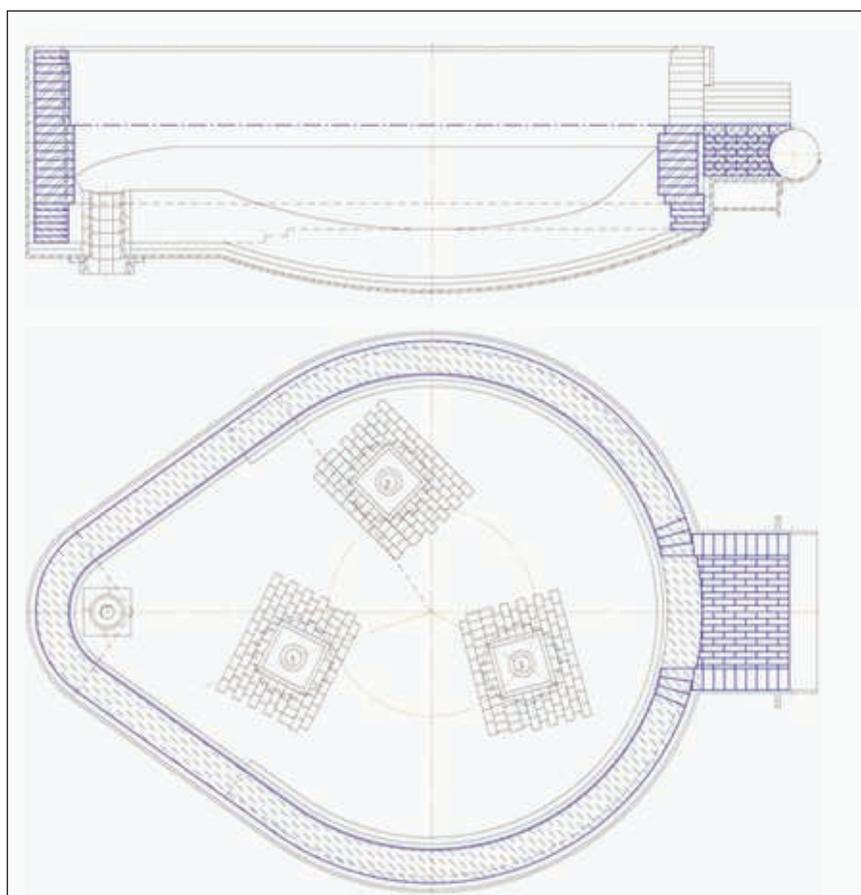


Схема футеровки ДСП № 2

Таблица 3. Параметры работы печи при заправке ремонтными массами разных марок

Масса MAGRAM P88 с временным органическим связующим, мас. %						Масса Мартенит-Ом с временным органическим связующим 1,5 мас. %		
2,5			1,5					
номер плавки	марка стали	температура перед выпуском, °С	номер плавки	марка стали	температура перед выпуском, °С	номер плавки	марка стали	температура перед выпуском, °С
212357	A500C	1659	212404	A500C	1644	212417	A500C	1502
212358	B500B	1659	212405	A500C	1579	212418	A500C	1583
212359	У500	1614	212406	A500C	1650	212419	A500C	1592
212360	У500	1648	212407	1СП	1600	212420	A500C	1587
212361	У500	1656	212408	1СП	1616	212421	A500C	1615
212362	У500	1630	212409	1СП	1614	212422	A500C	1598
212363	У500	1602	212410	1СП	1653	212423	A500C	1617
212364	У500	1608	212411	1СП	1651	212424	A500C	1631
212365	У500	1615	212412	1СП	1653	212425	A500C	1645
212366	У500	1573	212413	1СП	1643	212426	A500C	1616
212367	У500	1620	212414	1СП	1647	212427	A500C	1680
212368	У500	1631	212415	1СП	1711	212428	A500C	1647
212369	У500	1589	212416	1СП	1659	212429	A500C	1569
212370	У500	1640				212430	A500C	1581
212371	У500	1596				212431	A500C	1664
212372	У500	1590				212432	A500C	1624
212373	У500	1567				212433	A500C	1598
212374	У500	1576				212434	A500C	1606
						212435	A500C	1608
						212436	A500C	1634
						212437	A500C	1599
						212438	A500C	1597
						212439	A500C	1581
						212440	A500C	1594

массы, не оползая, образовывать ровный откос. Чем выше содержание временного органического связующего, тем более затруднительны процессы загрузки и выгрузки через бросковую машину при проведении горячих ремонтов откосов ДСП. Тем не менее масса с высоким содержанием обмасливающего компонента более равномерно укладывается, не сыпается и не оползает, образуя ровные откосы.

Масса марки Magram P88 по служебным характеристикам уступает массе марки Мартенит-Ом. Однако по техническим характеристикам масса марки Magram P88 более равномерно укладывается, обладая большей адгезией к рабочей футеровке откосов. Еще одним весомым преимуществом массы марки Magram P88 является сниженная себестоимость по сравнению с массой Мартенит-Ом, что выражается в привлекательной цене реализа-

ции нового продукта. Так, себестоимость массы марки Magram P88 более чем на 30 % ниже себестоимости традиционной массы марки Мартенит-Ом. В довольно сложных сегодняшних экономических условиях этот факт повышает экономическую целесообразность применения заправочной массы марки Magram P88 в металлургической промышленности.

На сегодняшний день специалистами Группы «Магнезит» проводятся корректирующие мероприятия по повышению служебных характеристик массы марки Magram P88 и достижению гарантированной стойкости при проведении горячих ремонтов ДСП не менее 24 плавов. ■

Получено 01.11.21

*© С. В. Бочаров, М. Ю. Турчин,
Е. В. Мануйлова, 2022 г.*

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

