УДК 669.184

А.А. Анциферов, В.П. Хайдуков

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ШЛАКОВОГО РЕЖИМА КОНВЕРТОРНОЙ ПЛАВКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ШЛАКООБРАЗУЮЩИХ

В данной работе сравниваются технико-экономические показатели двух шлакообразующих. Оценивается степень усвоения каждого материала.

Ошлакованный доломит, флюс ожелезненный магнезиальный, степень усвоения, удельный расход.

The study contains the comparative analysis of technical and economic indexes of two slag-forming materials. The degree of assimilation of each substance is assessed.

Slagged dolomite, ferruginous magnesia flux, degree of assimilation, rate.

Технология конвертерного производства стали ставит ограничения по величине окисленности шлака. Содержание FeO в конвертерных шлаках разных предприятий находится в пределах от 20 до 25 %. Наличие в шлаке свободных оксидов железа негативно влияет на огнеупорную футеровку.

Миграция оксидов железа из шлака вызывает образование легкоплавких растворов и химических соединений с составляющими огнеупора и, тем самым, облегчает растворение поверхностного слоя футеровки. Обогащение шлака MgO путем ввода магнезии в состав шлакообразующих материалов затрудняет переход из огнеупоров в шлак вследствие изменения условий массопереноса MgO в шлаке (приближения к пределу растворимости магнезии в шлаке) [1]. На многих металлургических предприятиях используют в качестве шлакообразующих материалов доломит и его аналоги.

В период с апреля по сентябрь 2006 г. для ухода за периклазоуглеродистой футеровкой конвертера в КЦ-1 ОАО НЛМК применяли ФОМ (флюс ожелезненный магнезиальный) производства ОАО «Комбинат «Магнезит». В качестве сравнительных принимали плавки с использованием ошлакованного доломита. Химический состав шлакообразующих представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав шлакообразующих

Материал	Компонент, %				
	CaO	MgO	SiO_2	Fe_2O_3	п.м.п.п.
ФОМ	не более 12	не менее 70	не более 5	4 – 8	–
доломит	60 – 65	30 – 35	4 – 5	2 – 4	0,8 – 2,5

Примечание: п.м.п.п. – потери массы при прокаливании.

Подачу ФОМ осуществляли из бункеров на металлолом и по ходу продувки с расходом 1 – 4 т/пл, расход ошлакованного доломита находился в пределах 1,1 – 6,4 т/пл.

Технологические показатели плавок с различными шлакообразующими представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технологические показатели плавок с различными шлакообразующими

Показатели	Плавки на основе извести и доломита	Плавки на основе извести и ФОМ
1	2	3
Количество плавок	40	51
Расход материалов на плавку, т*: Чугун	$\frac{139}{134-144}$	$\frac{141}{138-142}$
Лом	$\frac{35,3}{32,0-40,0}$	$\frac{36,9}{34,0-40,0}$
Известь	$\frac{9,8}{7,1-12,1}$	$\frac{10,9}{8,0-13,1}$

* В числителе – среднее, в знаменателе – мин. – макс.

Продолжение табл. 2

1	2	3
ФОМ	–	$\frac{1,9}{1,0-4,0}$
Доломит	$\frac{3,3}{1,1-6,4}$	-
Кислород, $м^3$	$\frac{8962}{6733-9965}$	$\frac{9124}{8655-9878}$
Состав чугуна, %		
Si	0,77	0,67
P	0,067	0,069
Температура чугуна, °С	1365	1360
Состав металла на повалке, %		
C	0,03	0,028
P	0,008	0,008
Состав шлака, %		
Fe общ.	17,5	18,1
MgO	4,5	5,5
CaO	50,4	51,8
SiO_2	18,7	17,5
CaO/SiO_2	2,70	2,96
Температура металла на повалке, С	1689	1695
Выход жидкой, т (%)	157,24 (90,1)	160,36 (89,9)
Количество MgO, веденного магнезиальными флюсами, кг $MgO_{факт}$ $MgO_{расчет}$	 1048 1738	 879 1224
Степень усвоения, %	71,8	60,3
Количество CaO, введенного шлакообразующими, кг $CaO_{факт}$ $CaO_{расч}$	 9760 11170	 9874 10277
Степень усвоения, %	87	96

Показатели рафинирования были на одном уровне. Содержание фосфора после продувки в среднем по обоим вариантам составило 0,008 %. При этом на плавках с доломитом концентрация фосфора опускалась до 0,004 %.

Суммарный расход шлакообразующих в среднем на плавку находился на одном уровне. Однако при приведении плавки с различными шлакообразующими к единым условиям степень усвоения окиси кальция на 9 % выше на плавках с ФОМ (см. табл. 2). $Fe_{общ}$ в шлаке на плавках с ФОМ составляет 18,1 % , а на плавках с ошлакованным доломитом – 17,5 % (рис. 1).

Кроме того, содержание окиси магния в шлаке на плавках с ошлакованным доломитом составило 4,5 %, на плавках с ФОМ – 5,5 % . Сравнение данных внесенного оксида магния и оксида магния, находящегося в шлаке, показало, что степень усвоения MgO на плавках с ошлакованным доломитом выше на 11 % .

С точки зрения эффективности шлакообразования и усвоения MgO шлаком на начальной стадии более целесообразно использовать ошлакованный доломит, так как использование в начальный период доломита приводит к образованию легкоплавких MgO-содержащих силикатов, таких как монтичеллит $CaO•MgO•SiO_2$ (температура плавления 1430 °С) и мервинит $3CaO•MgO•2SiO_2$ (1575 °С) [4]. ФОМ растворяется в шлаке медленнее и при высоких температурах продувки (> 1600 °С), оксиды магния в шлаке существуют в виде нерастворившихся частиц периклаза, что приводит к получению вязких, гетерогенных шлаков [2]. Такие шлаки наилучшим образом подходят для нанесения на поверхность футеровки методом разбрызгивания.

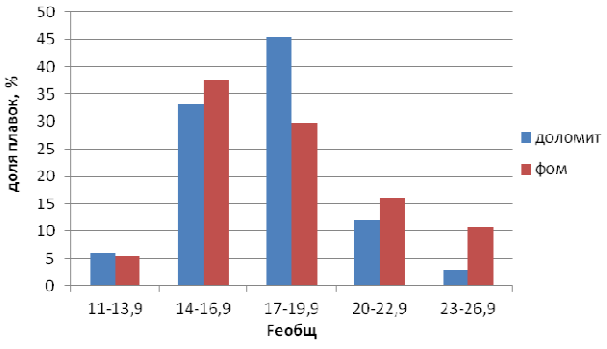


Рис. 1. Частотное распределение плавок по содержанию железа в шлаке

Опыт конвертерного производства в ОАО «Северсталь» с полной и частичной заменой обожженного доломита и флюса ИМФ-30 высокомагнезиальным флюсом ФОМ показывает, что при увеличенном удельном расходе флюса ФОМ в общем количестве внесенного оксида магния на плавку его содержание в

шлаке возрастает от 11,2 до 13,9 % , что значительно выше показателей для сравнительных плавок, в шлаке которых содержание оксида магния находилось в пределах 11,0 – 11,4 % [3].

На рис. 2 построена зависимость содержания MgO в шлаке от расхода шлакообразующего. Отсюда следует, что расход ошлакованного доломита свыше 3 – 4 т/плавку (что соответствует 6 – 8 % MgO в шлаке) нецелесообразен ввиду ухудшения степени усвоения.

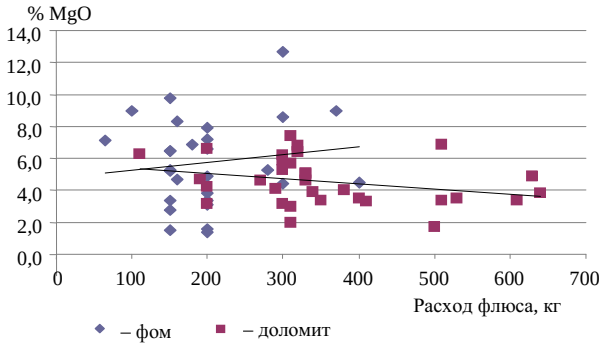


Рис 2. Зависимость содержания MgO в шлаке от расхода шлакообразующего

Наиболее агрессивными являются шлаки первого и третьего периода продувки. С нашей точки зрения, наиболее оптимальным будет вариант технологии, когда в завалку загружают ошлакованный доломит, а в третий период, для подготовки шлака к раздуву, загружают порцию ФОМ.

Литература

1. *Бойченко, Б.М.* Конверторное производство стали / Б.М. Бойченко, В.Б. Охотский, П.С. Харлашин. – Днепропетровск, 2006.

2. *Демидов, К.Н.* Использование MgO-содержащих флюсов при выплавке стали в конверторах / К.Н. Демидов, Л.А. Смирнов, С.И. Кузнецов // Сталь. – 2007. − № 4. − С. 22 – 25.

3. *Демидов, К.Н.* Комплексные синтетические магнезиальные флюсы для улучшения конвертерного процесса / К.Н. Демидов, Л.А. Смирнов, А.П. Возчиков // Сталь. – 2010. − № 5. − С. 45 – 47.

4. *Дмитриенко, Ю.А.* Опыт производства и применения модификаторов сталеплавильных шлаков / Ю.А. Дмитриенко, В.Н. Коптелов, И.Г. Марясев // Сталь. – 2005. − № 1. − С. 30 – 33.

УДК 69.691.3

Г.В. Бондаренко
Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент А.Г. Каптюшина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА БЕТОНА НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРЕПОВЕЦКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

В статье рассматриваются вопросы проектирования состава бетонной смеси из вторичных продуктов Череповецких промышленных предприятий с помощью метода математической статистики «Теория планирования эксперимента». По результатам исследования выведена линейная зависимость прочности твердения бетонной смеси от соотношения мелкого и крупного заполнителя, которая позволяет прогнозировать свойства шлакового бетона.

Бетон, математическая статистика, факторы варьирования, прочность.

The article considers the issues of design of concrete mix from secondary products of Cherepovenian manufactory enterprises by means of mathematical statistics method “Theory of experiment planning”. The experiment revealed the linear dependence of maturing strength of concrete mix from the proportion of small and large filler, which allows predicting the properties of slag concrete.

Concrete, mathematical statistics, factors of variation, strength.

Для Череповецкого региона по ряду объективных причин (сырьевые базы, транспортные пути, взаимопроникаемые технологии и т.п.) характерной особенностью является концентрация нескольких отраслей промышленности: металлургической, химической, строительной и др., которая определяет круг проблем, связанных с накоплением промышленных отходов в отвалах с сопутствующими вопросами по снижению экологической нагрузки на природные ресурсы.

Одним из направлений по снижению объемов техногенных отходов на протяжении многих лет является вовлечение вторичных продуктов в качестве минерального сырья в строительную индустрию.

Тенденции последнего десятилетия в строительстве позволяют полагать, что происходит подъем в данной отрасли, причем на уже более высоком уровне – внедряются усовершенствованные технологические линии, внедряются эффективные строительные материалы, в том числе на основе металлургических