

При проведении исследований результаты физического моделирования подтверждаются результатами численных экспериментов при использовании метода конечных элементов, реализованного современными программными комплексами.

Список литературы

1. Григорьев А.М., Кислица В.В., Тарвид Д.С. Разработка технологии комплексного рафинирования стали в промежуточном ковше тонкослябовой МНЛЗ в условиях филиала ОАО «ОМК-СТАЛЬ» // Труды XIII Конгресса сталеплавильщиков. Москва, 2014. . – С.348-351.

УДК 669.184.244.66:669.184.235.18

Е.В. Протопопов, Н.Ф. Якушевич, А.Н. Калиногорский

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ В СЛОЖНЫХ ОКСИДНЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНВЕРТЕРНЫХ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ШЛАКОВ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА

В настоящее время для повышения стойкости футеровки конвертеров широко применяется технология нанесения шлакового гарнисажа на огнеупорную кладку агрегата, которая предусматривает формирование конвертерных магнезиальных шлаков с заданными свойствами по ходу операции и его раздувку струями азота через кислородную фурму. Для повышения технологичности и оптимизации процесса целесообразно выполнение исследований характера фазовых превращений в шлаковом расплаве при использовании присадок высокомагнезиальных флюсов.

При изучении особенностей формирования конвертерных магнезиальных шлаков были проведены опытные плавки с промежуточными повалками при выплавке стали в 350-т конвертерах ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК». Подачу в агрегат высокомагнезиального флюса с содержанием не менее 66% MgO (в среднем 14,8 кг/т) выполняли в завалку на металлический лом до его нагрева совместно с известью (CaO не менее 88,5 %) и алюминиевой выбойкой (50 % C, 35 % CaF₂, 12 % Al₂O₃).

Изменение реального химического состава шлаков, полученных в промышленных условиях, рассматривали на диаграмме состояния четырехкомпонентной оксидной системы $\text{CaO-MgO-FeO}_x\text{-SiO}_2$, определяя при этом соотношения равновесных фаз (рисунок).

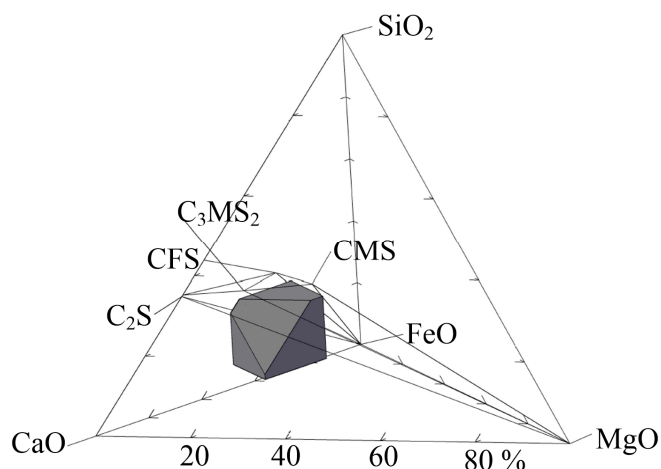


Рисунок – Фазовый состав конвертерных магнезиальных шлаков:
 $\text{CFS} - \text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$; $\text{C}_3\text{MS} - (\text{CaO})_3 \cdot \text{MgO} \cdot (\text{SiO}_2)_2$; $\text{CMS} - \text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$; $\text{C}_2\text{S} - (\text{CaO})_2 \cdot \text{SiO}_2$

Установлено, что шлаки начала продувки, содержащие большое количество SiO_2 , кристаллизуются с образованием различных силикатов, вюстита и незначительного количества периклаза. В шлаках середины продувки возрастает содержание периклаза. В заключительный период продувки магнезиальные шлаки кристаллизуются с образованием двухкальциевого силиката, извести и твердого раствора магнезиовюстита. При этом, по ходу продувки конвертерной ванны, происходит перераспределение MgO между фазами шлака: в начале продувки MgO преимущественно находится в составе силикатов, а в конце продувки – в виде периклаза.

Присадка высокомагнезиального флюса (до 3 кг/т стали) при подготовке шлака к раздувке, в соответствии с расчетным соотношением равновесных фаз, сопровождается увеличением содержания извести и магнезиовюстита при уменьшении содержания двухкальциевого силиката. Также происходит изменение состава магнезиовюстита: увеличивается содержание тугоплавкого периклаза и уменьшается содержание легкоплавкого вюстита.

В соответствии с развиваемыми положениями определяли концентрации насыщения магнезиовюститом или оливином для отобранных магнезиальных шлаков на диаграмме равновесия с железом при 1600 °С системы CaO-MgO-FeO_x

SiO₂. Показано, что для шлаков начала продувки характерна высокая концентрация насыщения MgO (около 25 %). По мере развития процесса обезуглероживания и снижения содержания SiO₂ в шлаке, концентрация насыщения MgO уменьшается к концу продувки до 6 – 7 %. При этом, уже к середине продувки обеспечивается формирование шлаков с концентрацией MgO, близкой к области насыщения, обладающих низким агрессивным воздействием на футеровку конвертера. При этом смещение шлаков в область пересыщения MgO перед его раздувкой позволит значительно повысить износостойчивость шлакового гарнисажа.

Полученные результаты использованы при разработке дополнений к технологической инструкции по внедрению мероприятий, направленных на повышение стойкости футеровки кислородных конвертеров.

УДК 669.054.82

Е.В. Протопопов¹, С.В. Фейлер¹, Е.П. Чумов², Д.Т. Неунывахина²

¹ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,

²ОАО «Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат»,

г. Новокузнецк

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В ШИХТЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО КОНЦЕНТРАТА КОМПЛЕКСА ШЛАКОПЕРЕРАБОТКИ ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК»²

Значительную часть отходов металлургического производства составляют сталеплавильные шлаки, выход которых составляет в среднем от 150 до 200 кг/т стали. При существующих объемах производства стали в Российской Федерации ежегодно образуется в среднем 9 млн. т шлаков сталеплавильного производства [1]. В их состав входит до 10 % чистого металла, а также 15-40 % в виде оксидов железа. Общее количество железа достигает 20-30 % от массы шлака.

На ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» выплавка стали производится в двух кислородно-конвертерных цехах (ККЦ), в ККЦ №1 в трех 160-т и в ККЦ №2 – в двух 350-т конвертерах. Выход шлака в ККЦ №1 составляет 180 кг/т, а в ККЦ №2 – 185 кг/т производимой стали. При годовом производстве стали в конвертерных цехах ~7000000 т образуется ~1200000 т шлака. Для переработки образующихся сталеплавильных шлаков

² Работа выполнена в СибГИУ по государственному заданию Минобрнауки России, проект 2556