

взаємодію металу з ковшовим шлаком в сталерозливних ковшах, покривним шлаком і засипанням шибєрних затворів в проміжному ковші, і технологічним шлаком в кристалізаторі; при кристалізації зливка.

Список літератури

1. *Нарита К.* Кристаллическая структура неметаллических включений в стали / К. Нарита; пер с англ. – М.: Metallurgiya. – 1969. – 190 с.

2. *Кнюппель Г.* Раскисление и вакуумная обработка стали. Ч. 2. Основы и технология ковшовой металлургии / Г. Кнюппель; пер. с нем. – М.: Metallurgiya, 1984. – 414 с.

3. *Гасик Л.Н.* Структура и качество промышленных ферросплавов и лигатур / Л.Н. Гасик, В.С. Игнатъев, М.И. Гасик. – Киев.: Техника. – 1975. – 142 с.

4. Развитие технологии производства стали и повышение качества металла труб нефтяного сортамента / *А.С. Дегай, А.И. Степанов, С.П. Бурмасов [и др.]* // Труды 10-го Конгресса сталеплавильщиков (г. Магнитогорск, 13 – 17 октября 2008 г.). – Москва. – 2009 г. – С. 80-87.

УДК 696.184

Б.М. Бойченко¹, Д.П. Васильев², Л.С. Молчанов¹

¹Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

²ПАО “ЕВРАЗ- ДМЗ им. Петровского”, г. Днепропетровск

ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПЕРИКЛАЗОУГЛЕРОДИСТЫХ ОГНЕУПОРОВ В КОНВЕРТЕРЕ

Длительным производством стали в промышленных кислородных конвертерах показана целесообразность ввода в состав периклазоуглеродистых огнеупоров, устанавливаемых в шлаковой зоне агрегатов, дополнительных антиоксидантов: Si, Mg, Al и композиций из них. Установлено, что эффективность воздействия на повышение стойкости футеровки резко возрастает в ряду Si → Al → Mg.

При проведении регулярного (через 150-200 плавов) сканирования внутренней поверхности конвертеров как механическим путем, так и с помощью интерферометра по известным методикам была изучена топография износа футеровки в ходе кампании с применением разных антиоксидантов и определен

линейный износ в сопоставимых условиях работы. В середине и конце опытных кампаний по футеровке с помощью полой металлической пики с зазубренными краями через горловину конвертера отбирали из рабочего слоя в цапфенной области представительный образец перерождаемой зоны огнеупора. Его подвергали послойному рентгенофазовому анализу на дифрактометре ДРОН-2 в молибденовом фильтрованном K_{α} излучении. Как выяснилось, перерождаемая зона последовательно от плавки к плавке перемещается от места контакта со шлаком вглубь огнеупора с образованием практически одних и тех же фаз.

При использовании тонкодисперсного порошка кремния в качестве антиоксиданта в местах контакта оксида SiO_2 , образовавшегося при проникновении шлака в огнеупор, и углерода взаимодействие между ними происходит лишь в начальной стадии, так как образующийся слой SiC ($t_{\text{плавл}} = 3000 \text{ K}$) прерывает этот контакт, и процесс прекращается. Конвертерный шлак является источником новых порций кремнезема, и в результате этого и твердофазных процессов в огнеупоре появляется форстерит (Mg_2SiO_4). По кинетическим соображениям газовая фаза имеет важное значение и, в частности, образование SiO_f при высоких температурах. Продуктами взаимодействия в огнеупорах являются антиоксидант SiC и тугоплавкий Mg_2SiO_4 ($t_{\text{плавл}} = 2000 \text{ K}$).

Металлический алюминий при службе огнеупоров в конвертерах не только окисляется ранее углерода, но и взаимодействует с последним с образованием карбида Al_4C_3 ($t_{\text{плавл}} = 3000 \text{ K}$), который образует на каждой чешуйке графита оболочку, усиливая связь между огнеупорными зернами и повышая прочность. Продукты окисления металлического алюминия в огнеупорах вступают в химическую реакцию с дисперсным периклазом в связке огнеупора и образуют шпинель $MgAl_2O_4$ ($t_{\text{плавл}} = 2270 \text{ K}$), синтезом которой является повышенная коррозионная устойчивость. При температуре $> 1570 \text{ K}$ алюминий восстанавливает CO по реакции: $2 Al + 3 CO = Al_2O_3 + 3 C$. Сажистый углерод и оксид алюминия, отлагаясь в порах огнеупора, способствуют повышению шлакоустойчивости футеровки. Наибольшую устойчивость периклазоуглеродистых огнеупоров к окислению обнаружили при введении в них металлического магния. Магний легко окисляется даже в окружении графита при незначительном парциальном давлении кислорода и образует периклаз ($t_{\text{плавл}} = 3000 \text{ K}$) уже при температуре 800 K . Сублимация Mg ($t_{\text{кипения}} = 1390 \text{ K}$) в рабочей зоне огнеупоров вызывает рост парциального давления паров газообразного магния и их диффузию к поверхности контакта с жидкими и газообразными фазами конвертерной плавки. Здесь магний окисляется и отлагается

в виде плотной зоны вторичного периклаза. Образование плотного слоя MgO по границам крупных зерен первичного периклаза препятствует проникновению шлака в огнеупор, а для раскисления просочившихся мелких порций шлака остаются на глубине 2 мм от рабочей поверхности футеровки, как показали наши исследования, достаточные количества антиоксиданта.

УДК.669.181.28:621.745.58

Б. М. Бойченко, К. Г. Низяев, А. Н. Стоянов, Е. В. Синегин, Л. С. Молчанов

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ШЛАКОВОГО РАСПЛАВА С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ВЛИЯНИЯ НА СКОРОСТЬ РАСТВОРЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ШЛАКОВОЙ ФАЗЕ

Электропроводность шлаков определяется не только и не столько степенью их электромагнитной диссоциации, но и подвижностью образующихся в шлаке ионов, существенно зависящих от вязкости. Вместе с тем шлаки обладают достаточно большой электропроводностью при значительной вязкости, что является одной из их особенностей.

Влияние химического состава шлакового расплава на его электропроводимость неоднозначно и определяется не только наличием и количеством ионов-носителей электричества, но и их подвижностью.

Авторами работы была выдвинута гипотеза о том, что прохождение электрохимических реакций зависит от подвижности шлаковых ионов, а показателем их подвижности является электропроводность системы. Следовательно, изучение электропроводности сталеплавильных шлаков позволит регулировать прохождение электрохимических реакций путем наложения потенциалов на систему.

С целью изучения влияния состояния шлакового расплава проведено три серии экспериментов на шлаковых расплавах системы CaO-SiO₂-FeO при температурах 1520, 1550, 1580 °С. На рис. приведены диаграммы изолиний электропроводности шлаков для указанных температур и составов.