

С.И.Семыкин, С.А.Дудченко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ НИЗКОВОЛЬТНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО РЕЖИМА ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ КИСЛОРОДНОЙ ФУРМЫ ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ В КОНВЕРТЕРЕ.

Рассмотрено влияние высоты расположения кислородной фурмы над уровнем металла на технологические показатели работы конвертера. Показана возможность определения фактического положения наконечника фурмы с использованием системы наложения низковольтных потенциалов на конвертерную ванну с целью определения рационального режима ведения плавки.

Состояние вопроса. Одним из основных параметров режима продувки конвертерной ванны является (наряду с интенсивностью подачи и чистотой кислорода, а также конструкцией рабочего наконечника фурмы) положение кислородной фурмы относительно уровня спокойного металла [1]. Продувка при неправильном положении фурмы приводит к снижению производительности конвертера, ухудшению качества выплавляемой стали, уменьшению выхода годного, увеличению выбросов металла, а также вызывает быстрое заметалливание горловины конвертера и кессона газоотводящего тракта, вызывает прогары, заметалливание и низкую стойкость фурм.

Положение фурмы над уровнем металла определяется ёмкостью конвертера, геометрией рабочего пространства, параметрами дутья, качеством и количеством шихтовых и шлакообразующих материалов, типом выплавляемой стали и др. Весьма распространённый в настоящее время дутьевой режим предусматривает постоянное положение фурмы над уровнем ванны от начала до конца продувки. Вместе с тем, на некоторых заводах применяется переменный режим положения фурмы по ходу плавки, который даёт лучшие результаты.

В мировой практике опробовано множество способов определения высоты расположения фурмы над уровнем ванны. Среди них можно выделить: 1) расчётные способы (высота фурмы рассчитывается путём ввода поправочных коэффициентов по отношению к эталонной плавке проведенной по заданной технологии) [1]; 2) контактные способы (различные методы, основанные на использовании информации о положении фурмы при касании головкой фурмы, мерным зондом и т.д. верхней границы расплава); 3) способы вибродиагностики (метод косвенного контроля ведения процесса по сигналам вибрации агрегата и оборудования, отражающего дутьевой режим плавки) [2]; 4) радиационные способы (изменение уровня ванны определяется по данным радиолокационных датчиков); 5) способы акустического контроля (основаны на измерении амплитуды звукового давления с помощью микрофона, установленного в месте со-

членения кессона с камином) [3]; 6) метод киносъёмки [4]; 7) электрические способы, основанные на регистрации изменения магнитного поля наведенного датчиками, установленными в футеровке конвертера (электро-индуктивный способ) [5], основанные на измерении собственного сигнала ЭДС в цепи фурма – шлакометаллическая эмульсия (способ ЭДС) [6], основанные на измерении электросопротивления на участке цепи фурма – расплав – футеровка – элементы оборудования – фурма (способ электросопротивления) [7].

Несмотря на многообразие различных методов диагностики уровня расположения фурмы в конвертере на сегодняшний день не существует единого мнения о точности того или иного метода и целесообразности его использования. Исследования влияния положения кислородной фурмы на технологические показатели плавки изучены многими авторами на опытных плавках. Однако, конкретных рекомендаций по режимам ведения процесса в промышленных масштабах на сегодняшний день не существует.

Цель работы заключается в разработке системы определения и контроля положения фурмы над уровнем расплава, на базе системы наложения низковольтных потенциалов на конвертерную ванну с последующим снятием электрических характеристик, отражающих режим ведения плавки.

Методика проведения исследований. Исследования проводились в условиях конвертерного цеха ОАО «Арселор Миттал Кривой Рог». Для проведения исследований на конвертере №1, оснащённом системой наложения низковольтных потенциалов на конвертерную ванну, было установлено дополнительное контрольно-регистрирующее оборудование в виде аналогово-цифровых преобразователей с блоком гальванической развязки и компьютерного модуля для записи, отображения и последующей обработки информации полученной с каналов системы наложения низковольтных потенциалов, отражающих взаимное расположение фурмы и уровня конвертерной ванны. Программа предусматривала: проведение серии опытных плавок с высотой расположения фурмы определённой разработчиками, отбор технологических показателей и сопоставление режимов положения фурмы принятых на комбинате и предложенных разработчиками.

Полученные результаты. За время проведения исследований выполнена серия записей как электрических сигналов с устройства наложения низковольтных потенциалов (140 записей), так и с цеховых датчиков положения фурмы, расхода и давления кислорода, а также веса и время подачи сыпучих материалов. На рис.1 рис.2 приведены типичные диаграммы изменения электрических характеристик и положения фурмы по ходу продувки, согласно принятой в цехе технологической инструкции. для отрицательной и положительной полярности потенциала на фурме соответственно, согласно которой оператор в течение 4 мин опускает

фурму до рабочего уровня и до конца продувки поддерживает её расположение практически на неизменном уровне. (за исключением моментов осушивания шлака в конце продувки, при которых выполняется кратковременный подъём фурмы для наведения шлака). Следует отметить, что несмотря на стандартность положения фурмы в течение продувки плавки графики изменения силы тока несколько отличаются друг от друга. Если при положительной полярности (рис.1,а) существенное возрастание силы тока наблюдается после вывода фурмы на рабочий уровень (на 4–й мин), то при отрицательной полярности начало нарастания силы тока в цепи отмечалось уже до вывода фурмы на рабочий уровень (рис.1,б). Кроме того, скорость этого повышения более высокая, чем при положительной полярности. Этот факт свидетельствует о том, что отрицательная полярность потенциала способствует более раннему наведению шлака, который обеспечивает проводимость участка фурма – ванна.

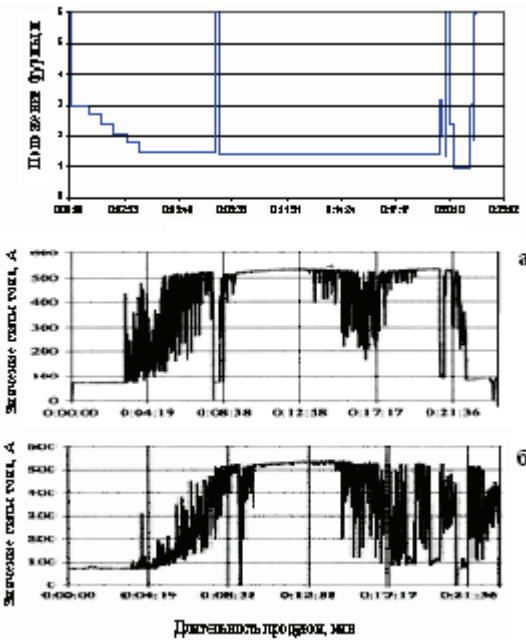


Рис.1. Изменение значений силы тока в цепи фурма – ванна по ходу продувки плавки в 160 – т конвертере. а – с отрицательной полярностью потенциала (напряжение на источнике тока 20 В); б – с положительной полярностью потенциала.

Анализ диаграмм ведения плавки по стандартному режиму показывает, что уровень расположения фурмы по отношению к металлическому расплаву, выбранный оператором и поддерживаемый в неизменном состоянии, не может быть достаточно рациональным на протяжении всей длительности продувки. На это указывает участок диаграммы с 8 по 13 мин продувки, на котором значения силы тока максимальны и неизменяемые и соответствуют току короткозамкнутой цепи, т.е. фурма расположена в непосредственной близости к металлической ванне, что нерационально с позиций поддержания шлака в активном состоянии.

Во время исследований был изучен вариант режима ведения плавки, когда по ходу продувки разработчик давал рекомендации оператору по

изменению положения фурмы в течение продувки, в те периоды, которые обычно фурму поддерживали на неизменном уровне, т.е. высота расположения фурмы изменялась в зависимости от подъёма или опускания ванны. (рис.2).

Как видно из диаграмм, такой уровень расположения фурмы позволил исключить характерное снижение значений силы тока на 13 – 15 минут, что практически устраняло осушивание шлака в этот период. Отмечено существенное снижение в шлаке содержания железа в виде королек и окислов. Использование последнего варианта, даже в случае применения положительной полярности позволяет вести процесс с ранним наведением шлака и удержанием его в жидкоподвижном состоянии.

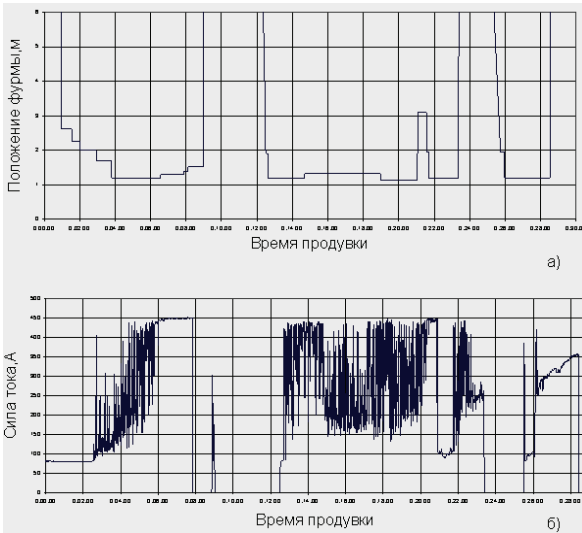


Рис.2. Диаграммы изменения по ходу продувки положения фурмы при положительной полярности потенциала: положение фурмы (а), сила тока (б)

Выводы.

В ходе проведения работы была установлена принципиальная возможность определения фактического расстояния между продувочной фурмой и металлом с помощью разработанной системы. Показано, что электрические характеристики снимаемые с системы наложения низковольтных потенциалов непосредственно отражают динамику ванны конвертера и определяют возможность совершенствования режима ведения плавки.

Исследования показали, что принятая на комбинате схема ведения процесса не является рациональной с позиций дутьевого и шлакового режима и носит усреднённый характер. Установлено, что более рациональным является переменный режим изменения положения фурмы, отражающий состояния конвертерной ванны.

В заключение можно сделать вывод, что наиболее благоприятный режим изменения положения фурмы во время продувки целесообразно оп-

ределять для каждой отдельно взятой плавки, что возможно при использовании системы наложения низковольтных потенциалов.

1. *Беличенко А.И.* Влияние положения кислородной фурмы на некоторые параметры конвертерной плавки. //Сталь.–1979.–№5.–С.336–338.
2. *Использование* вибрационных характеристик конвертера для управления шлаковым режимом плавки // В.Г.Попов, С.Д.Зинченко, А.Т.Степанов и др. // Сталь. – 2004. – № 11. – С.14 – 15.
3. *Анохин А.М., Гришин В.Г.* Контроль процесса по шуму конвертера во время продувки. // Сталь.– 1981. – № 4. – С.34 – 36.
4. *Изучение* процесса продувки конвертерной ванны с использованием фотокиносъёмки // Е.Я.Зарвин, А.Г.Чернятевич, М.И.Волович и др. // Известия высших учебных заведений. Чёрная металлургия.– 1974. – № 12. – С.33 – 37.
5. *Электроиндуктивный* способ контроля уровня металлической ванны. Сообщение 1 // Ф.А.Волохатов, С.И.Филиппов, П.П.Арсентьев и др. // Известия высших учебных заведений. Чёрная металлургия.– 1974. – № 3. – с. 181 – 184.
6. *Способ* контроля шлакового режима конвертерной плавки. А.с. 398618 М. Кл С 21 с 5/30/ С.В.Радилов, В.П.Локтионов.– № 146684/22–2; Заявлено 27.7.1970; Опубл. 27.9.1973, Бюл. № 38.
7. *Автоматическое* регулирование положения фурмы в конвертере // А.П.Коротков, В.Ф.Крестьянинов, Е.Ф. Гаврилин и др. // Сталь.– 1981. – № 4. – С.34 – 36.

*Статья рекомендована к печати
докт.техн.наук, проф. В.Ф.Поляковым*