

Т.С.Семыкина, С.И.Семыкин

ВЛИЯНИЕ ПОЛЯРНОСТИ НАЛАГАЕМОГО НА КОНВЕРТЕРНУЮ ВАННУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА СОСТОЯНИЕ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ШЛАКОВОГО РАСПЛАВА

С помощью видеосъемки, химического и спектрального анализа исследованы закономерности влияния полярности подводимого низковольтного потенциала на формирование, физическое состояние, химический состав и поведение шлакового расплава по ходу продувки металла в конвертере.

Постановка задачи. В настоящее время в связи с истощением природных ресурсов и ухудшением качества применяемых шихтовых материалов интенсивно развиваются различные экспериментальные и теоретические методы по сохранению и повышению качества производимой стали, основной объем которой выплавляется в кислородных конвертерах.

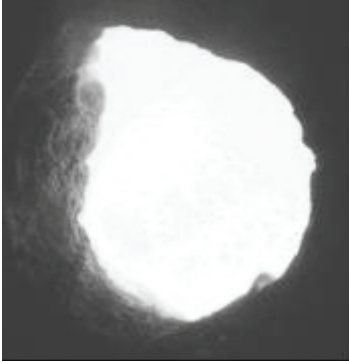
В этих условиях наиболее рациональным является способ интенсификации всех процессов, протекающих в объеме конвертера, путем наложения на ванну низковольтного потенциала. Целесообразность применения данного способа была подтверждена на значительном объеме промышленных экспериментов, проведенных, в частности, в условиях ОАО «Миттал Стил Кривой Рог» на 160-т конвертерах (в экспериментах участвовали м.н.с. ОМС ИЧМ Дудченко С.А., инженер 2-й категории ОМС ИЧМ Косьмин В.В.). На базе данного предприятия в 2006г. была проведена серия опытных плавов с различными вариантами низковольтного воздействия. Для определения характера влияния различной полярности на поведение шлако-металлической эмульсии была произведена видеосъемка рабочего объема конвертера через горловину во время его повалки на промежуточное скачивание шлака, во время которого производился отбор проб металла и шлака для химического и спектрального анализа.

Изложение основных материалов исследования. Наиболее наглядными показателями, подтверждающими различие (количественное либо качественное) во влиянии полярности налагаемого потенциала, являются заметные изменения в физическом состоянии шлако-металлической эмульсии, установленные во время экспериментов.

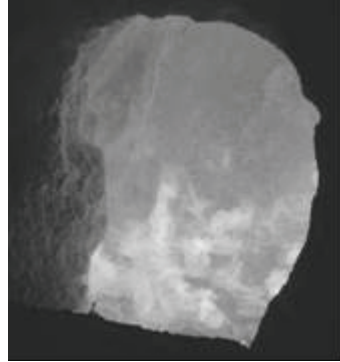
Так при наложении на фурму отрицательной полярности потенциала наблюдалось повышение интенсивности свечения поверхности шлакового расплава по сравнению с обычными плавками, что, как известно, отражает тепловое состояние ванны на повалке конвертера (рис.1).

При подведении положительной полярности сохраняется эта тенденция с достижением максимальной интенсивности свечения, а значит максимальной температуры расплава. Анализ видеозаписей показал, что результатом подведения отрицательного потенциала является формирова-

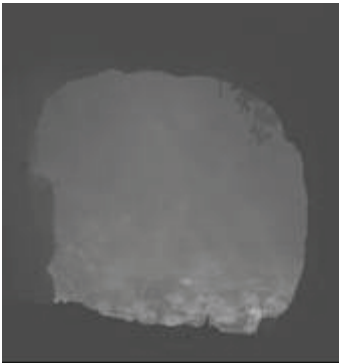
ние более жидкоподвижного шлака, активно взаимодействующего с металлом, что проявляется в интенсивном кипении ванны (рис.1, Б). При наложении положительной полярности формируется более плотный шлак (рис.1, А), покрывающий расплав ровным слоем, на поверхности которого наблюдаются частые огненные вспышки. При обычных плавках поведение поверхности отражает умеренное движение металла под шлаковым покровом (рис.1, В).



А



Б



В

Рис.1. Фотографии рабочего объема конвертера во время первой повалки: А – при использовании положительной полярности; Б – при использовании отрицательной полярности; В – без воздействий

Качественно установить различие во влиянии полярности подводимого потенциала на физические свойства шлака позволила визуальная оценка характера его налипания на ручку пробника при отборе проб в различные периоды плавки. Следует отметить, что шлаки, отобранные в период его скачивания (8-9 минуты продувки), имели стекловидную форму, монолитную для обычных плавков и с четко различимой слоистостью для плавков с электрическими воздействиями. Наибольшая толщина налипшего шлака за одинаковый промежуток времени наблюдалась на обычных плавках (~2,5мм). При наложении отрицательного потенциала формируемые шлаки застывали более тонким слоем (~2мм) с характерными газошлаковыми утолщениями, подтверждая заметную жидкоподвижность.

Наименьшая толщина и менее выраженная стекловидность налипшего шлака наблюдалась при наложении положительного потенциала (~1,5мм).

Шлаки, сформированные к моменту 1-й повалки, были более густыми по консистенции, но с хорошо развитой мелкой пористостью, в связи с чем имели большую толщину налипания на пробник. Аналогично тенденциям предыдущего этапа и в этот период наблюдались различия по толщине в зависимости от варианта проведения плавки и характеризовались величинами соответственно ~ 3,5мм - для плавов без воздействий, ~ 3,0мм - для отрицательной и ~ 2,0мм - для положительной полярностей подводимого потенциала.

После проведения операции додувки (корректировки) плавки по углероду или на температуру, получаемые шлаки отличались большей плотностью и однородностью и меньшей толщиной налипания на пробоотборник: 2,8мм, 2,0мм и 1,5мм соответственно для стандартных плавов и плавов с подведением отрицательной и положительной полярностей потенциала к фурме.

Развернутый спектральный и химический анализ, выполненные по ряду элементов, позволили получить представление о характере шлакообразования по ходу продувки плавки для трех изученных вариантов. Более быстрое формирование шлака отмечено при использовании электрических воздействий отрицательной полярности, о чем свидетельствует высокий уровень основности шлака на аналогичных этапах плавки, особенно на этапе скачивания шлака (рис.2, А). Раннее увеличение основности свидетельствует о более эффективном растворении присаживаемой в конвертер извести, что оказывает благоприятное влияние на рафинировочные процессы и, вероятно, должно улучшать условия эксплуатации футеровки.

Повышение содержания серы в шлаке (рис.2, Б) является подтверждением формирования за счет электрических воздействий более активного по отношению к металлическому расплаву шлака и их лучшему обоюдному взаимодействию. Причем, как показала практика, отрицательная полярность потенциала позволяет существенно увеличить серопоглотительную способность шлака (в 1,5 раза: с 0,10 до 0,15%).

Химический и спектральный анализ проб шлака также показал, что по ходу продувки содержание $FeO_{общ.}$ в шлаке увеличивается для всех вариантов изучаемой технологии (рис. 2 В), однако уровень такого увеличения различен. Наиболее весомый прирост характерен для сравнительных плавов, когда содержание $FeO_{общ.}$ с момента скачивания шлака до момента выпуска увеличивается более, чем в 2 раза (с 10,5% до 21,8%). В то время, как при отрицательной полярности - примерно в 1,8, а при положительной полярности только в 1,5 раза.

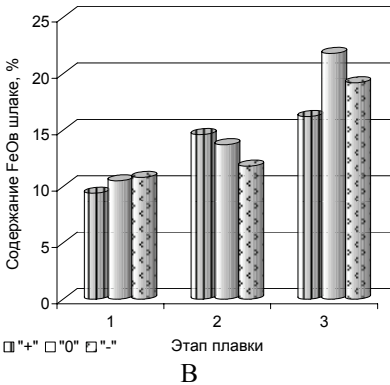
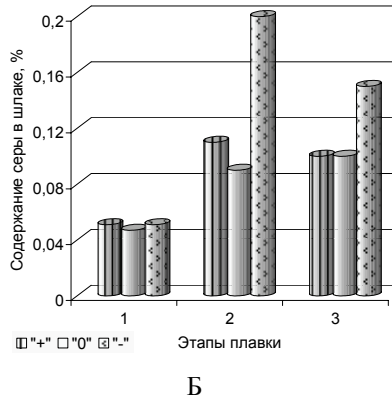
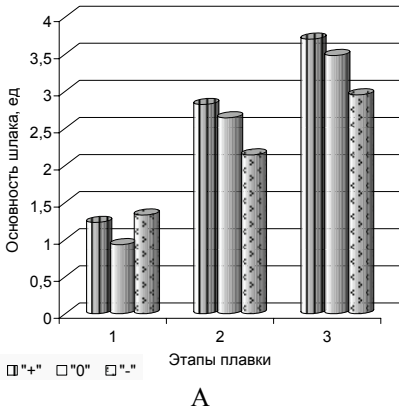


Рис. 2 Изменение содержания FeO и S в шлаке, и его основности по ходу плавки:

1 – на скачивании шлака, 2 – на первой повалке, 3 – после додувки

Как было отмечено, влияние положительной полярности подводимого потенциала характеризуется небольшой инерционностью по формированию активного шлакового расплава в начале продувки (на период скачивания шлака). Однако уже к первой повалке химический состав шлака отличался высокой основностью, способствующей лучшему поглощению серы, увеличением окислов железа, очевидно связанных в комплексы с кальцием, о чем свидетельствует одновременное повышение содержания окислов железа и серы в шлаке по сравнению с обычными плавками (отрицательная полярность потенциала характеризовалась признанным соотношением этих компонентов в шлаке), но количество его было меньшим по сравнению с другими вариантами. На додувке влияние положительной полярности приводило к дальнейшему повышению основности, при практически неизменной концентрации в шлаке серы, снижению в нем уровня окислов железа. К этому моменту шлак становился более плотным, «уваренным».

Заключение. Таким образом, в результате проведенного исследования установлен характер изменения физического состояния шлакового расплава и его химического состава под действием электрического тока в зависимости от его полярности, что необходимо для уточнения природы и механизма передачи электрической энергии конвертерной ванне и разработки на этой основе эффективных технологических вариантов ведения конвертерной плавки, обеспечивающих получение качественного металла.

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