

лан вывод, что температурный перепад охлаждающей воды на кессоне тесно связан со скоростью обезуглероживания, равно как и температурный перепад на фурму. При этом время чистого запаздывания составляет достаточно большую величину: для фурмы – 10 с, для кессона – 30 с вследствие их заметалливания и ошлаковывания. Такие величины чистого запаздывания делают проблематичным как использование системы (1 – 3), так и результатов измерений отдельных косвенных параметров.

Возможны два подхода к определению выходных параметров конвертерного процесса: построение многоканальной системы распознавания технологических ситуаций или составление системы уравнений контроля по ходу продувки с использованием нескольких параметров. При необходимости контроля одного выходного параметра, например, температуры ванны или скорости обезуглероживания предпочтение следует отдавать многоканальной системе распознавания технологических ситуаций, при построении модели управления следует применять системы балансово-статистических уравнений.

Экспериментальная проверка разработанной динамической модели показала удовлетворительное отражение системой процессов, происходящих в ванне конвертера. Модель позволяет непрерывно по ходу продувки определять скорости обезуглероживания, изменения температуры и окисления железа ванны, а также степень дожигания CO в CO₂ в полости конвертера.

УДК 669.187.255.87

В.С. Богушевский , А.Э. Скачок

НТУУ «Киевский политехнический институт», Киев

ВЛИЯНИЕ НЕКОНТРОЛИРУЕМЫХ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА УПРАВЛЕНИЕ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКОЙ

Конвертерной плавке присущи нестационарные и взаимно коррелированные шумы и помехи измерения, существенный дрейф рабочих параметров вследствие наличия неконтролируемых возмущений. Так, например, примеси лома и миксерный шлак, попадающие в конвертер при операциях завалки и заливки, не только искажают информацию о массе металлической части шихты, но и приводят к нарушению процесса, что ухудшает качество управления. Увеличение массы миксерного шлака

на 1 % увеличивает брак стали на 0,1 % и продолжительность продувки на 0,7 мин [1]. При уменьшении попадания в конвертер воды, охлаждающей фурму или охладитель конвертерных газов (ОКГ), на 10 л/мин расход чугуна снижается на 0,2...0,5 кг/т стали [2].

Металлической лом характеризуется химическим составом, температурой и насыпной массой. Насыпная масса существенно влияет на температурный ход процесса, изменяя момент расплавления лома. Исследования, проведенные нами, показывают, что при заливке чугуна в результате снижения его температуры при соприкосновении с ломом и футеровкой расплав частично затвердевает. В большегрузных конвертерах затвердевший чугун присутствует в ванне на значительном интервале времени (на протяжении 40...50 % продувки). При малой насыпной массе лом плавится в начале продувки, что приводит к уменьшению температуры реакционной зоны, при большой – расплавление происходит более равномерно.

Единственным средством контроля насыпной плотности лома является количество заваливаемых совков на плавку. Но такой контроль является грубым. Поэтому наиболее рациональный метод исключения влияния этого возмущающего воздействия – усреднять лом на скраповом дворе по химическому составу и насыпной плотности. Усреднение требуется также по содержанию CO_2 в обожженной извести. Достигнуть одинакового качества извести можно, унифицируя ее производство.

Расчеты по балансовой модели показывают, что миксерный шлак, попадая в конвертер, ведет себя как охладитель. Холодное начало продувки усугубляют низкие значения температуры чугуна, массовой доли в нем марганца и кремния, большой расход лома низкой насыпной плотности ($0,7 \text{ т/м}^3$) и др. При этом в первом периоде продувки наблюдается значительное накопление оксидов железа в шлаке, так как массоперенос в ванне замедлен. В дальнейшем эти факторы после разогрева ванны приводят к интенсивному неравномерному окислению углерода и быстрому растворению извести за счет активного ассимилирующего влияния оксидов железа. Все это может привести к выбросам в середине продувки и потерям металла, достигающим иногда 2...5 % от массы чугуна [3].

Результаты оценки влияния неконтролируемых возмущающих воздействий на ход конвертерной плавки показали их существенную величину как на процесс обезуглероживания ванны, ее температурный режим, так и шлакообразования. Учесть это влияние можно путем введения обратных связей по результатам проведенных плавок или по контролю динамических параметров [4]. Существенное уменьшение

влияния неконтролируемых возмущающих воздействий можно достичь тщательной подготовкой шихтовых материалов.

Литература

1. Гидродинамика металла и шлака при скачивании шлака / Е.В. Годецкий, Ю.А. Винник, Л.А. Васильева и др. // Изв. вузов. Чер. металлургия. – 1988. – №9. – С. 45-47.
2. Яновский И.Л. Производство стали в крупных конвертерных цехах / И.Л. Яновский, С.Н. Гончаров, А.Т. Белан // Чер. металлургия: Бюл. НТИ. – 1987. – № 10. – С. 7-15.
3. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф.Чернега, В.С.Богушевський, Ю.Я.Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф.Чернеги, Ю.Я.Готвянського. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
4. Богушевський В.С., Сухенко В.Ю. Система прийняття рішень у керуванні режимом дуття конвертерної плавки / В.С. Богушевський, В.Ю. Сухенко // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. – № 2. – С. 69-80.

УДК 669.147

С.Б. Бойченко

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

РАСТВОРИМОСТЬ ВОДОРОДА В ТВЕРДЫХ ФЛОКЕНОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СТАЛЯХ

С привлечением фундаментальных термодинамических положений определили содержания водорода в α - и γ – Fe при различных температурах и парциальных давлениях водорода (рис. 1) применительно к производству высокопрочных сталей марок 20X2ГА и 54С2ХГА. Эти стали, как обнаружено во время отбраковки заводской продукции, наиболее подвержены индуцированному водородом локальному охрупчиванию, причем интеркристаллические разломы, трещины со специфическим расположением «вороньи лапки» и поры не исключены на поверхности единичных зерен даже у изделий простейшей формы.