

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОДУВКИ МЕТАЛЛА КИСЛОРОДОМ В КОНВЕРТЕРЕ

Морозов А.А., Шелухин С.А., Храпко С.А.

Донецкий государственный технический университет

г. Донецк

Важнейшим фактором совершенствования существующих технологий является разработка информационного обеспечения и систем автоматизированного управления процессом на основе широкого использования вычислительной техники и математических моделей, адекватных реальным процессам.

Известные к настоящему времени модели в связи с особенностями построения не могут быть использованы для управления процессом и его исследования. Основным недостатком этих моделей является работоспособность в узком интервале входных параметров (в пределах изученной области) при условии соблюдения существующей технологии производства стали, невозможность прогнозирования текущего содержания углерода по окончании продувки кислородом и др.

В докладе обоснованы и проанализированы вопросы лимитирующего звена, стадий и места протекания реакции обезуглероживания. При построении модели лимитирующим звеном принят подвод кислорода в зону реакции и реализована двухстадийная схема, при которой последовательно окисляются железо, углерод и другие примеси. Окисление углерода происходит, в основном, в реакционной зоне, и лишь при высоком содержании углерода существенная часть окисляется в зоне продувки.

Разработанная модель представляет собой математическое описание процессов в кислородном конвертере на основе законов термодинамики, кинетики, тепло- и массообмена.

Крупномасштабный перенос вещества в металле и шлаке описан аналогом уравнения Фика с использованием эффективного коэффициента диффузии. Наличие интенсивного перемешивания в период кипения ванны обеспечивает незначительный градиент концентрации компонентов по высоте, что позволяет рассматривать металл и шлак как элементы с сосредоточенными параметрами.

Основной задачей модели является прогнозирование текущего содержания углерода в процессе конвертерной плавки. Помимо этого модель производит определение таких важных параметров, как масса и химический состав металла и шлака, скорость растворения скрапа, присадок извести руды и плавикового шпата, глубину кратера, образующегося в зоне продувки, длительность пребывания газового пузыря в конвертерной ванне, глубина конвертерной ванны, перемешиваемая газовыми пузырями, скорость перехода оксида железа в шлак, окисления

примесей на границе металл-струя кислорода, металл-шлак и суммарных скоростей окисления примесей, скорости окисления углерода на границе металл-газ, суммарной скорости окисления углерода, скорость накопления кислорода и азота в металле, расчет температуры металла.

Расчет основан на численном решении системы уравнений динамических материальных и теплового балансов в предположении сосредоточенности параметров ванны. Модель реализована в виде программы на языке Turbo Pascal 6.0/Turbo Professional для IBM PC и позволяет определять технологические параметры конвертерной плавки, как при проектировании технологии плавки, так и в режиме реального времени.

Использование данной модели в конкретном технологическом процессе в режиме «советчика сталевара» позволит повысить качество выплавляемой стали и технико-экономические показатели конвертерного цеха в целом. Сопоставление результатов расчета с известными промышленными данными показало достаточно высокую адекватность модели и возможность прогнозирования конвертерного процесса при различных начальных условиях.