

Так как тигель с течением времени изнашивается, то по мере износа его внутренний диаметр (средний диаметр садки) увеличивается. В первом приближении влияние износа футеровки на величину уровня расплава, рассчитанную по формуле (5), можно учесть введением поправки

$$h = k_1 \frac{k_2 E}{U \cos \phi} + \Delta N, \quad (6)$$

где Δ – средняя за сутки поправка величины уровня расплава, вызванная износом футеровки тигля, м; N – количество суток с начала кампании печи.

В соответствии с экспериментальными данными, полученными для печи ИАТ-1: $k_1 = 1,36$ м; $k_2 = 4,7$ м; $\Delta = 7,6 \cdot 10^{-4}$ м.

Применение устройства в составе АСУ ТП индукционной печи дает возможность вести процесс плавки металла и его хранения с меньшими энергозатратами.

Список литературы

1. *Богушевский В.С., Ларионов А.А., Буга И.Д., Рюмшин Н.А., Сорокин Н.А.* АСУТП конвертерного производства и специальной электрометаллургии. - К.: НПК «Киевский институт автоматики», 1997. — 292 с.

УДК 669.184

В. С. Богушевский, Ю. И. Сырбу

Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ СТАЛИ

Себестоимость единицы продукции аддитивно отражает все виды затрат: материальные, энергетические, трудовые и др. Основная часть затрат состоит из расходов на сырье и материалы (82 – 88 %). Расходы по переделу и общезаводские составляют 10 – 15 %. Наибольшие затраты – на металлошихту, особенно на передельный чугун. Поэтому возникает необходимость в выборе оптимального соотношения чугуна и лома в шихте.

Как правило, для сведения теплового баланса используют охлаждающие добавки извести, известняка или железной руды. При этом снижают массу перерабатываемого лома, что вызывает увеличение себестоимости стали. При избыточной массе загружаемого лома продувка протекает с отрицательным

тепловым балансом. Дополнительный нагрев ванны осуществляют продувкой с увеличенным расстоянием торца фурмы над уровнем спокойной ванны, что приводит к возрастанию потери железа со шлаком и, следовательно, удорожанию стали.

Целью исследований является снижение себестоимости стали за счет выбора рационального критерия оптимизации и проведения расчетов в соответствии с ним.

На Енакиевском металлургическом заводе нами исследовано влияние химсостава чугуна и металла на себестоимость стали, выплавленной в 160-тонном конвертере со смолодоломитомagneзитовой футеровкой. Выявлен оптимальный характер этих зависимостей и область их минимальных значений. Малым массовым долям серы в чугуне, как правило, сопутствуют большие доли кремния, что сказывается на снижении выхода годного и, следовательно, отражается на повышении себестоимости стали. Минимум функции соответствует диапазону изменения содержания серы 0,035 – 0,037 %. При дальнейшем увеличении содержания серы возрастают затраты на шлакообразующие материалы.

Экстремальный характер имеет зависимость себестоимости стали от конечного содержания углерода на повалке. Минимальное значение себестоимости соответствует содержанию углерода 0,25 – 0,27 %. При низких содержаниях углерода повышение себестоимости стали вызывается уменьшением выхода годного и увеличением затрат на производство (на кислород, шлакообразующие, раскислители и огнеупоры). Увеличение себестоимости продукции для высокоуглеродистых сталей, объясняется, по видимому, возрастанием трудоемкости производства (увеличивается число промежуточных повалок), что сказывается на снижении выхода годного.

При увеличении производительности кислородно-конвертерного цеха на 1 % себестоимость стали снижается на 0,62 %. Однако производительность процесса вступает в противоречие с качеством жидкой стали, определяемым ее химсоставом и температурой. Передувка по углероду на 0,1 % вызывает повышение массовой доли кислорода на 0,008 % и дополнительный расход ферромарганца на 0,27 кг/т годной стали, что приводит к увеличению себестоимости продукции.

К числу важнейших показателей, влияющих на себестоимость стали, относится стойкость футеровки конвертера, в сильной степени зависящая от температуры ванны, состава шлака, продолжительности продувки и простоя агрегата. Перегретые плавки приводят к увеличению износа футеровки за счет повышения активности конечного шлака, что в итоге приводит к увеличению себестоимости стали.

Холодные плавки также увеличивают себестоимость готового продукта, так как они корректируются додувками при высоком положении фурменного наконечника над ванной с образованием большой массы железистых шлаков, снижающих стойкость футеровки конвертера.

Исследование влияния основности конечного шлака на себестоимость стали позволило нам также установить наличие оптимальной зависимости.

Зависимости себе стоимости стали от различных параметров конвертерного процесса показывают, что все связи имеют нелинейный характер, однако в узком диапазоне изменения переменных, который имеет место в реальном процессе, данные зависимости можно представить в линейной форме. Это дает возможность использовать аппарат линейного программирования для расчета плавки в оптимальной постановке.

Более точное ведение процесса в результате автоматизации увеличивает число плавов, попадающих в заданные пределы по углероду и температуре. Это исключает корректировочные действия оператора, уменьшает расход сырья и улучшает качество металла.

УДК 621.745

В. С. Богушевський, М. В. Каленчук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ

ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ В ПРОЦЕСІ ОТРИМАННЯ І ОБРОБКИ СТАЛІ

Отримання високоякісної сталі або сплаву, придатних для виготовлення відповідальних виробів, завжди є актуальним, і передбачає комплекс наукових досліджень з метою попередження утворення неметалевих включень або забезпечення їх мінімального вмісту.

До збільшення вмісту неметалевих включень в сталі призводить взаємодія металу зі шлаком при випуску плавки з печі, послідовне розкислення сталі марганцем, кремнієм і алюмінієм, при контактуванні струменя рідкого металу з повітрям при розливанні.

З поширенням умов експлуатації кінцевої продукції підвищуються вимоги до чистоти сталі по неметалевим включенням ендогенного і екзогенного типу. Однак, на