

УДК 669.187.56

О.С. Иванова, В.Н. РыбакНациональный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ ТИГЕЛЬНОЙ ПЛАВКИ ОТ КОНФИГУРАЦИИ ТИГЛЯ**

Введение. Существуют математические модели для расчета электрического сопротивления шлаковой ванны [1], но они очень громоздки и неудобны в использовании. Кроме этого, они учитывают не все параметры, которые влияют на процесс. Ранее нами была разработана имитационная модель ЭШТП [2], но используемая в ней формула рассчитана для шлаковой ванны ЭШП круглого сечения, и не учитывает сложную конфигурацию тигля ЭШТП, сама формула была создана для электрошлакового переплава в кристаллизатор, а так же не учитывается конусность электрода.

Целью является провести исследование зависимости электрического сопротивления шлаковой ванны от диаметра электрода, высоты его оплавленной части и текущего местоположения в шлаковой ванне. Разработать математическую модель электрического сопротивления шлаковой ванны электрошлаковой тигельной плавки, которая может быть использована для расчета электрического сопротивления шлаковой ванны печей ЭШТП в зависимости от параметров шлаковой ванны.

Результаты исследований и математического моделирования.

Для получения математической зависимости коэффициента конфигурации тигля ЭШТП от указанных выше параметров шлаковой системы, были проведены серии экспериментов с различными значениями аргументов. Для проведения физического эксперимента и сбора экспериментальных данных, по чертежу тигля ЭШТП авторами был создан макет внутренней поверхности тигля ЭШТП в реальную величину, а также были созданы макеты электродов круглого сечения различных диаметров с конусами различной высоты, которые крепились к торцам электродов при помощи скоб. В модели были выполнены все условия подобия и ограничения.

В ходе проведения эксперимента было сделано 881 измерение напряжения и силы тока при различных значениях факторов – диаметра электрода, расстояния между торцом электрода и металлической пластиной, высоты конуса электрода и

его заглубления. Для каждой точки были рассчитаны значения электрического сопротивления ванны, которые были пересчитаны в значения коэффициента конфигурации. Таким образом, удалось получить зависимость коэффициента конфигурации тигля от параметров плавки. Проанализировав полученные зависимости и задав общий вид математической модели при помощи регрессионного анализа были рассчитаны коэффициенты математической модели.

Полученная математическая модель имеет вид:

$$k = 574.208 \cdot D_{эл}^2 - 81.645 \cdot D_{эл} - 1009.788 \cdot D_{эл}^3 + 888.977 \cdot L + 260.847 \cdot H_k + 236.245 \cdot L_{п} - 374.197 \cdot D_{эл} \cdot L - 90.007 \cdot D_{эл} \cdot H_k - 3375.867 \cdot L_{п} \cdot H_k - 3421.733 \cdot L \cdot L_{п} - 3362.497 \cdot L^2 - 38.167, \quad (1)$$

где k – коэффициент конфигурации тигля, 1/м;

$D_{эл}$ – диаметр электрода, м;

L – расстояние между торцом электрода и поверхностью ванны жидкого металла, м;

H_k – высота оплавленной части электрода, м;

$L_{п}$ – длина погруженной в шлак части электрода, м.

Степень достоверности аппроксимации математической модели составляет 0,94 при уровне надежности 95%.

Выводы. Рассчитанная математическая модель зависимости коэффициента конфигурации тигля от параметров шлаковой ванны ЭШТП показала высокую эффективность (степень достоверности аппроксимации составляет 0,94), что позволяет применять ее для расчета активного электрического сопротивления шлаковой ванны ЭШТП при проведении инженерных расчетов, а также в разнообразных компьютерных программах, имитационных моделях и т.д.

Список литературы

1. Казачков, Е. А. Электрошлаковый переплав. Часть 1. [Текст] / Е. А. Казачков, А. Д. Чепурной. – Мариуполь: ПГТУ, 1995. – 83 с.
2. Иванова О.С. Имитационная модель электрошлаковой тигельной плавки на жидком старте. [Текст] / О.С. Иванова, В.Н. Рыбак, Р.О. Лысюк // “Металл и литье Украины” . - 2016. - №1. - С. 9 – 13.
3. K.C. Mills, L. Yuan, R.T. Jones. Estimating the physical properties of slags // The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy. – October, 2011. – Volume 111. – P. 649-658.