

ХАРАКТЕРИСТИКИ ШЛАКОВОЙ ВАННЫ ПРИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ НАПЛАВКЕ ПЛАСТИНЧАТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

В. Т. Арсенкин, В. Н. Шабалин, М. П. Зайцев

Важными характеристиками шлаковой ванны при электрошлаковом процессе являются электрическая проводимость шлаковой ванны, зависимость напряжения на шлаковой ванне $U_{ш}$ от протекающего через нее тока $J_{ш}$ при постоянных заглублении электрода в шлак l и межэлектродном промежутке h (статическая характеристика) и изменяющихся l и h (вольт-амперная характеристика).

В настоящей работе проводимость шлаковой ванны определялась методом моделирования, который предполагает моделирование электрического поля шлаковой ванны.

Из теории распространения электромагнитных волн в проводящей среде известно, что для модели и оригинала достаточно ограничиться удовлетворением трех условий подобия: геометрического, граничных условий и распределения удельной электрической проводимости в объеме проводящей среды. Первые два условия легко реализуются при моделировании. Третье условие с некоторой погрешностью может быть сведено к требованию подобия удельной проводимости проводящей среды модели и оригинала.

Моделирование электрошлаковой наплавки пластинчатым электродом возможно только на трехмерной модели. Одна из таких моделей - электролитическая - была принята в данной работе.

Проводимость шлаковой ванны g может быть представлена функцией ряда факторов:

$$g = f(\varphi_{(T)}, l, h, P_{эл}, P_{ш}),$$

где: $\varphi_{(T)}$ - удельная электрическая проводимость шлака;

$P_{эл}$ и $P_{ш}$ - периметры поперечного сечения соответственно электрода и шлаковой ванны;

l - величина заглубления электрода в шлаковую ванну;

h - межэлектродный промежуток.

Схема установки для моделирования приведена на рисунке 1. Она состоит из металлической ванночки 1, геометрически подобной оригиналу; электропроводного покрытия 2, моделирующего гарниссаж в шлаковой ванне. В качестве проводящей среды модели

использовался электролит 3 (водный раствор KCl). Металлическая ванна моделировалась стальной пластиной 4, изолированной от стенок ванночки.

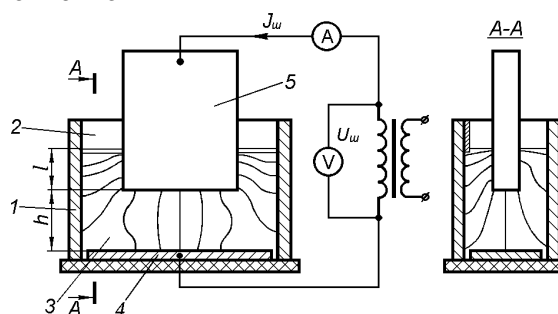


Рисунок 1 – Схема установки для моделирования проводимости шлаковой ванны

Для установления функциональной связи между параметрами был применен метод планирования эксперимента. Использовался центральный композиционный ортогональный план второго порядка. После обработки экспериментальных данных для проводимости шлаковой ванны было получено следующее уравнение регрессии:

$$g = 177,85 + 52,4 \cdot \left(\frac{P_{эл} - 0,63}{0,19} \right) + 21,61 \cdot \left(\frac{l - 0,02}{0,006} \right) - 27,21 \cdot \left(\frac{P_{ш} - 1,24}{0,16} \right) + 13,3 \cdot \left(\frac{P_{эл} - 0,63}{0,19} \right)^2 + 16,3 \cdot \left(\frac{h - 0,056}{0,018} \right)^2,$$

где $P_{эл}$, $P_{ш}$, l и h имеют размерность м.

Анализ уравнения показывает, что по мере заглубления электрода в шлак и уменьшения периметра шлаковой ванны ее проводимость возрастает, а с увеличением периметра шлаковой ванны – падает.

Для оценки погрешности расчетов проводимости шлаковой ванны и построения ее статической и вольт-амперной характеристик была проведена серия наплавов при различных электрических ($U_{ш}$, $J_{ш}$) и геометрических (l , h , $P_{эл}$, $P_{ш}$) параметрах электрошлаковой наплавки. Статическая и вольт-амперные ха-

ХАРАКТЕРИСТИКИ ШЛАКОВОЙ ВАННЫ ПРИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ НАПЛАВКЕ ПЛАСТИНЧАТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

Характеристики шлаковой ванны приведены на рисунке 2.

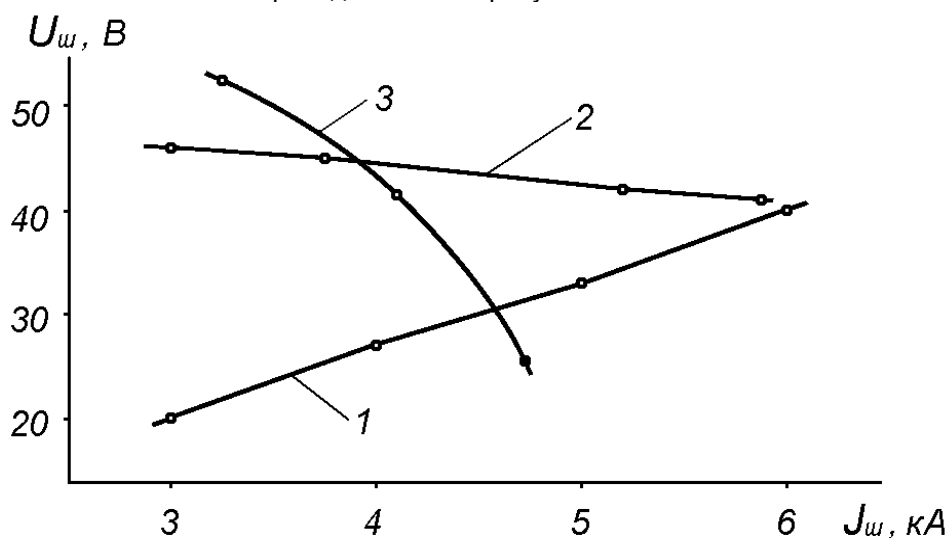


Рисунок 2 – Статическая и вольт-амперные характеристики шлаковой ванны

Экспериментальные данные показали:

1. Погрешность расчета проводимости шлаковой ванны по приведенному уравнению не превышает 7%.

2. Статическая характеристика шлаковой ванны является возрастающей (кривая 1 на рисунке 2). Причем практически прямопропорциональная зависимость напряжения от тока свидетельствует о линейности сопротивления шлаковой ванны в исследуемом диапазоне режимов наплавки, что подтверждает данные о постоянстве ее температуры,

3. которая по нашим измерениям с использованием флюса АНФ-6 составляет 1850–1900 °С.

4. Вольт-амперная характеристика шлаковой ванны зависит от типа внешней характеристики источника питания: при жесткой внешней характеристике она будет пологопадающей (кривая 2 на рисунке 2), а при падающей внешней характеристике источника питания — крутопадающей (кривая 3 на рисунке 2).