

УДК 621.791.927.5:66.084.004.14

Шиляев А.В.

Квинский В.И.

Стукин С.А. (ПО "Строймаш")

РАСЧЕТ СКОРОСТИ ПОДАЧИ ВОЛНОВОДНОЙ ПРИСАДОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ
ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ ДЛЯ
РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ
ОБРАБОТКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ СОСТАВОМ НАПЛАВОК

Отсутствие теории расчета условий ультразвуковой подготовки расплавов материалов к затвердеванию, создает трудности в практической реализации технологии, в разработке средств автоматического управления процессом обработки и регулирования составом материала.

В работе, проведенной ранее, получена формула для расчета скорости подачи расходуемого присадочного волновода, обеспечивающая гарантированный ввод ультразвуковых колебаний в высокотемпературный расплав металла.

$$v = \frac{4\lambda\rho(T_p - T_0)}{\pi\tau\rho h + \pi\tau\rho c(T_{пл} - T_0)} \quad (1)$$

где λ - удельная теплопроводность расплава;

T_p - температура расплава;

T_0 - температура волновода;

$\rho, c, T_{пл}$ - удельная теплота плавления, теплоемкость, плотность и температура плавления материала волновода;

τ - радиус волновода.

Рассмотрим случай, когда ультразвуковая обработка расплава, легирование металла, получение биметаллических систем и композиционных материалов осуществляются не с поверхности расплавленного металла, а при некотором заглублении волноводной проволоки в расплавленный металл, проходящего расплавленный флюс. Именно такой режим наиболее соответствует практике, как уже показали эксперименты.

Связь скорости ввода v_n в случае заглубления с величиной заглубления присадочной проволоки h и скоростью v , рассчитанной по формуле (1), можно найти следующим образом. Конец волновода, погруженный на глубину, оплавляется по всей боковой поверх-

ности S_0 , без заглабления - только в площади сечения. Поэтому при заглаблении скорость будет равна

$$v_n = v \frac{S_0}{S_1} \quad (2)$$

Рассмотрим два возможных состояния:

- волноводная присадочная проволока расплавляется равномерно с нижней части, но сохраняет цилиндрическую форму, тогда

$$v_n = v \frac{2\pi r h}{\pi r^2} = v \frac{2h}{r} \quad (3)$$

- толщина волноводной присадочной проволоки по мере заглабления уменьшается, и в результате оплавления волновод приобретает форму, близкую к конусу, тогда

$$v_n = v \frac{\pi r L_c}{\pi r^2} = v \sqrt{\frac{r^2 + h^2}{r^2}} = v \sqrt{1 + \left(\frac{h}{r}\right)^2}, \quad (4)$$

где L_c - образующая конуса;

r и h - соответственно радиус проволоки и глубина ее погружения в расплав.

Плавнo регулируя скорость подачи волноводной проволоки, можно установить режим скорости ввода, при которой расплавление проволоки наступает на заданной глубине ванны расплава, вплоть до максимальной скорости подачи, когда проволока расплавляется у самого дна ванны. Если глубина погружения известна, то формула (1) для расчета скорости подачи волноводной присадочной проволоки с учетом (3) и (4) будет иметь следующий вид:

$$v_n = A \frac{4\lambda_0 (T_0 - T_0)}{\pi^2 r h + \pi^2 r c (T_{m1} - T_0)} \quad (5)$$

где $A = \frac{2h}{r}$ и $A = \sqrt{1 + \left(\frac{h}{r}\right)^2}$ - коэффициент увеличения скорости при расплавлении волновода на заданной глубине соответственно в случае цилиндрического и конического волновода.

Рассчитанные на ЭВМ значения скоростей подачи волноводной приса-

дочной проволоки по формуле (5) близки к экспериментальным, полученным в процессе электродуговой наплавки с использованием стальной проволоки СВОБГА диаметром 2,5 мм. В том случае, когда в расплавленный металл будет вводиться волноводная присадочная проволока с температурой плавления большей, чем температура расплава, для реализации принципа ультразвукового легирования, получения биметаллических систем и композиционных материалов, необходимо каким-либо способом дополнительно вводить нужное количество тепла в проволоку.

Поэтому к подводимому тепловому потоку, от расплавленного металла к торцу волноводной проволоки нужно прибавить тепловой поток в проволоку, находящуюся над поверхностью расплавленного металла. В этом случае в расчетных уравнениях для скорости подачи волноводной присадочной проволоки в числителе прибавится дополнительный источник теплового потока.

Полученные аналитические выражения для вычисления скорости подачи расходуемого присадочного волновода могут явиться базовыми для расчета технологических процессов получения новых материалов: ультразвукового легирования, получения биметаллических систем и композиционных материалов с помощью расходуемого присадочного волновода.

УДК 621.791.927.5.03+66.084

Шляев А.С.
Ивинский В.И.
Стукин С.А.

УРАВНЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА НА ЭВМ ГАРАНТИРОВАННЫХ УСЛОВИЙ
ВВОДА УЛЬТРАЗВУКА В РАСПЛАВЛЕННЫЙ МЕТАЛЛ ПРИ ВОССТА-
НОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ
ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ

Одним из перспективных способов улучшения эксплуатационных свойств металлов при восстановлении деталей машин является ультразвуковая обработка их расплавов при затвердевании, в том числе при электродуговой наплавке.

Гарантированные условия ультразвуковой обработки расплавов черных металлов и сплавов с использованием непрерывно оплаиваемо-