

УДК 621.791.927.7

О. Шаблій, д.фіз.-мат.н., проф., Ч. Пулька, д.т.н., проф., В. Гаврилюк, В. Сенчишин, В. Груша

(Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПРИ ІНДУКЦІЙНОМУ НАПЛАВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ З УРАХУВАННЯМ ТЕПЛООВОГО ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЕКРАНІВ

В роботі [1] проведені дослідження з оптимізації конструктивних параметрів двовиткового кільцевого індуктора для наплавлення тонких фасонних дисків довільних діаметрів і розмірів зони наплавлення з урахуванням тільки електромагнітного поля з метою забезпечення необхідного розподілу потужності по ширині зони наплавлення. Розроблений алгоритм дозволяє визначати оптимальні конструктивні параметри індуктора для вищезазначеної нагрівальної системи. Викликає інтерес дослідження температурного поля в зоні наплавлення з урахуванням одночасно, як електромагнітного, так і теплового екранування, тобто теплоізоляція торця диска і нижньої його поверхні з оточуючим середовищем та електромагнітне екранування на торці диска, які впливають на розподіл температури в зоні наплавлення, а також розроблення методики визначення коефіцієнтів екранування, відповідно електромагнітного K_e і теплового K_T .

Температура, яка створюється в диску під дією індуктора, має вид:

$$T = \frac{\alpha}{\lambda_g} \sum_{v=1}^{\infty} \left(e^{-a\lambda_v^2 t} \int_0^t \frac{\int_0^{r_2} w(r,t) J_0(l_v r) r dr}{\int_0^{r_2} J_0^2(l_v r) r dr} e^{a\lambda_v^2 t} dt \right) J_0(l_v r), \quad (1)$$

в якій питома потужність теплових джерел визначається за формулою:

$$W = \frac{\sigma \omega^2 \mu_0^2}{128 \pi^2 h} \left[\Delta_1^2 A^2 a_1^2 + \Delta_2^2 a_2^2 B^2 + K_e 4 h a_1^2 I_1^2 C^2 e^{-\frac{2(r_2-r)}{\Delta}} \right], \quad (2)$$

де K_e – коефіцієнт електромагнітного екранування і визначається з виразу $K_e = e^{-\frac{2d_e}{\Delta_e}}$, де d_e – товщина екрану, Δ_e – глибина проникнення електромагнітного поля в екран,

$\Delta_e = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_e \sigma_e}}$, aK_T – коефіцієнт теплового екранування, $K_T = \frac{\lambda_T}{d_T \alpha}$, де α – коефіцієнт тепловіддачі в середовище при відсутності екрану, λ/d_T – коефіцієнт теплової провідності екрану, $l_v^2 = \lambda_v^2 - m^2$; $J_0(l_v r)$ – функція Бесселя першого роду нульового порядку дійсного аргументу, а величини λ_v є коренями характеристичного рівняння:

$$-\lambda_v J_1(l_v r_2) + aK_T J_0(l_v r_2) = 0. \quad (3)$$

Отримана математична модель знаходження температури в диску через джерела його індукційного нагрівання з використанням електромагнітного і теплового екранування диска дозволяє визначити та оптимізувати вказану температуру в зоні наплавлення в залежності від параметрів індуктора, диска, електромагнітного і теплового екранів та електричного струму.

1. Шаблій О.Н., Пулька Ч.В., Письменный А.С. Оптимизация параметров индуктора для равномерного нагрева дисков по ширине зоны наплавки с учетом экранирования // Автомат.сварка. – №11. – С.24-26.