

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ОБЛАСТІ ДЕТАЛІ У ВИПАДКУ, КОЛИ ТЕМПЕРАТУРА НЕ ПЕРЕВИЩУЄ ТЕМПЕРАТУРУ КЮРІ

Одним із ефективних способів відновлення експлуатаційних властивостей спрацьованих деталей циліндричної форми є нарощування пошкодженої робочої поверхні деталі розплавленим металом. Для забезпечення надійного з'єднання розплавленого та основного металу необхідно попередньо підготовлену до відновлення поверхню нагріти до високої температури. Виходячи з умов досягнення необхідної точності, а також з економічних міркувань, найбільш сприйнятливим є індукційний нагрів одночасно всієї робочої поверхні деталі.

Розроблено математичну модель для визначення температурного поля в області деталі перед заливанням розплавленого рідкого металу в створений технологічний тигель в залежності від питомої потужності теплових джерел нагрівання, коли температура на поверхні деталі не перевищує температуру Кюрі.

Нехай на поверхні деталі діє джерело нагріву, питома потужність якого визначається формулою

$$W = 2\pi\mu_0\mu f \frac{N^2 I_i^2}{a^2} e^{-2k(x-x_{04})}, \quad (1)$$

де $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ – магнітна постійна, μ – відносна магнітна проникність матеріалу, f – частота струму в індукторі, N – кількість витків індуктора, I_i – струм в індукторі, a – висота індуктора, $k = \sqrt{\frac{\omega\mu_0\mu\gamma}{2}}$, ω – кругова частота, $\gamma = \frac{1}{\rho}$ – питома провідність, ρ_i – питомий опір, x_{04} – зона між повітряним проміжком та спрацьованою поверхнею.

Температурне поле в області деталі описується одним диференціальним рівнянням

$$\frac{\partial T}{\partial t} - a_4 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{a}{\lambda} W, \quad (2)$$

де T – температура деталі як функція координати x і часу t ; a , λ – коефіцієнти температуропровідності та теплопровідності матеріалу деталі; W – питома потужність теплових джерел, яка визначається за формулою (1).

Оскільки диференціальне рівняння (2) другого порядку, то при його розв'язанні одержимо дві невідомі сталі, які будуть визначатися з двох граничних умов

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial x} - hT = 0 \text{ при } x = x_{04}, \quad \frac{\partial T}{\partial x} = 0 \text{ при } x = x_6, \quad T = T' - T_c, \quad (3)$$

де h – коефіцієнт тепловіддачі, $h = \frac{\alpha}{\lambda}$, T_c – температура середовища, в якому перебуває деталь і є постійною, x_6 – зона між поверхнею деталі та віссю.

Початковою умовою для температури будемо вважати температуру середовища, в якому перебуває деталь, яка є постійною.

Розв'язок рівняння (2) який задовольняє умовам (3) має вигляд

$$T = \sum_{n=1}^{\infty} \varphi_n(t) \left[\cos(v_n(x-x_{04})) + \frac{h}{v_n} \sin(v_n(x-x_{04})) \right]. \quad (4)$$