

УДК 628.862.3

П.Д. Стухляк, докт. техн. наук, проф., І.П. Федорків, А.М. Черемшук
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ, ЩО ВИНИКАЮТЬ В РЕЗУЛЬТАТІ НАГРІВУ ТІЛ ОБЕРТАННЯ

P.D. Stukhlyak, Dr., Prof., I.P. Fedorkiv, A.M. Cheremshuk
MODELING OF RESIDUAL STRESSES, RESULTING OF HEATING
BODIES ROTATION

З метою покращення експлуатаційних властивостей деталей в сучасних технологіях, широко використовуються різноманітні способи термообробки — цементация азотування, загартовування, відпал, відпуск.

Побудовано математичну модель процесу індукційного нагріву нескінченного суцільного циліндра індуктором скінченої довжини, отримано розв'язки задач для деяких часткових випадків методами інтегральних перетворень Фур'є для наближень, коли струмами зміщення для електропровідного тіла нехтують.

Отримано потужність джерел тепловиділення при індукційному нагріві суцільного нескінченного циліндра індуктором такої ж довжини:

$$Q(r) = \frac{\sigma(\mu_0 \mu \omega R_1 j_0)^2}{2 R_0^2 (e^2 + g^2)} [A^2(r) + B^2(r)]$$

$$\text{де } A(r) = -[Y_1(k_0 R_1) \text{ber}_1(k^* r) + J_1(k_0 R_1) \text{bei}_1(k^* r)],$$

$$B(r) = J_1(k_0 R_1) \text{ber}_1(k^* r) - Y_1(k_0 R_1) \text{bei}_1(k^* r),$$

$$e = \mu k_0 a_{10} + \frac{\mu_0 k^*}{\sqrt{2}} (a_{01} - b_{01}),$$

$$g = \mu k_0 b_{10} + \frac{\mu_0 k^*}{\sqrt{2}} (b_{01} - a_{01}),$$

$$a_{mn} = \text{ber}_m(k^* R_0) J_n(k_0 R_0) - \text{bei}_m(k^* R_0) Y_n(k_0 R_0),$$

$$b_{mn} = \text{bei}_m(k^* R_0) J_n(k_0 R_0) + \text{ber}_m(k^* R_0) Y_n(k_0 R_0), \quad k^* = \sqrt{\omega \mu \sigma},$$

j_0 - густина струму в індукторі, R_0, R_1 - радіус циліндра та індуктора, $\text{ber}_n(x)$ -функції Кельвіна, $J_n(x), Y_n(x)$ - функції Бесселя.

Для знаходження температурних полів розв'язується задача нестационарним теплопровідності для індукційного нагріву із джерелами знайденої потужності. Для моделювання процесів деформування використовуються співвідношений деформаційної теорії термопружнопластичності з використанням методу додаткових деформацій. Значення компонент пластичної деформації для нульового наближень береться рівним цим компонентам, досягнутим на попередньому етапі деформування. За знайденими повними деформаціями обчислюється їх інтенсивність та інтенсивність відповідних напружень, потім к-те наближення параметра пластичності і компоненти пластичної деформації, які використовуються для знаходження повних деформацій на наступному кроці. Враховано температурну залежність електрофізичних і механічних характеристик матеріалу. Для визначення параметра пластичності залежність між інтенсивностями напружень і деформацій будують на основі принципу Мазінга. Для отримання числових результатів використовується метод Г'одунова інтегрування крайових задач для систем звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.

Знайдено розподіл температурних полів, часові та залишкові поля напружені, і деформацій при індукційному нагріві циліндричних тіл.