УДК 537.8, 539.3
О. Король, Б. Береженко
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТОМОЇ ПОТУЖНОСТІ ТЕПЛОВИХ ДЖЕРЕЛ В ПРИ ІНДУКЦІЙНІМ НАГРІВАНІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

В даній роботі ми пропонуємо математичну модель і методику дослідження електромагнітних і температурних полів в процесах індукційного нагріву циліндричних деталей. 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 наближення, коли струмами зміщення для електропровідного тіла нехтують.

Отримано формули для визначення питомої потужності теплових джерел при індукційному нагріві суцільного циліндра індуктором такої ж довжини. Потужність джерел тепловиділення знаходиться за формулою

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

де введено наступні позначення

$$A(r)=-\left[Y_1(k_0R_1)ber_1(k^*r)+J_1(k_0R_1)-bei_1(k^*r)\right],\ B(r)=Y_1(k_0R_1)ber_1(k^*r)-J_1(k_0R_1)-bei_1(k^*r),$$

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

$$a_{mn}=ber_m(k^*R_0)J_n(k_0R_0)-bei_m(k^*R_0)Y_n(k_0R_0),\ b_{mn}=bei_m(k^*R_0)J_n(k_0R_0)+ber_m(k^*R_0)Y_n(k_0R_0),$$

$k^*=\sqrt{\omega\mu\sigma}$, σ - питома об'ємна провідність j_0 - густина струму в індукторі, R_0, R_1 - радіус циліндра та індуктора, $ber_n(x)$, $bei_n(x)$ - функції Кельвіна, $J_n(x)$, $Y_n(x)$ - функції Бесселя.

Для знаходження температурних полів розв'язується задача нестаціонарної теплопровідності для індукційного нагріву із джерелами знайденої потужності.

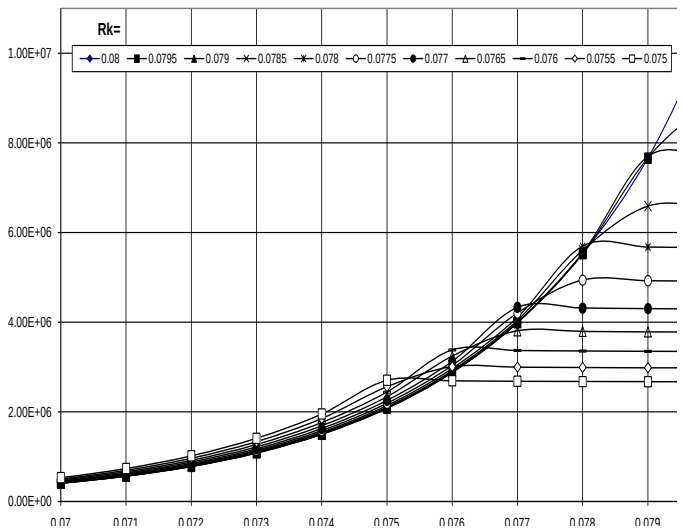

Рисунок 1 Залежність потужності джерел тепла від радіуса циліндра.

На рисунку 1 приведено графіки залежності питомої потужності джерел тепла, віднесеної до квадрата густини струму в індукторі, від радіуса циліндра для різних значень R_k. Розрахунки виконані для циліндра радіусом $R_0=0.08м.$, радіус індуктора $R_1=0.082м.$, $\mu=16\mu_0$, $\sigma=\frac{1}{11\cdot10^{-8}}\frac{См}{м}$. Із збільшенням товщини шару матеріалу, прогрітого вище температури Кюрі (зменшенням R_k) питома потужність джерел зменшується і максимум тепловиділення переміщається вглиб циліндра.

Література.

1. *Пидстрыгач Я.С. Термоупругость электропроводных тел. [Текст] /Я.С. Пидстрыгач, Я. Й. Бурак, А.Р. Гачкевыч, Л.В. Чернявская // – К.: Наукова думка, 1977. – 247 с.*

2. *Гачкевич О.Р. Математичне моделювання процесу індукційного нагрівання електропровідних тіл. [Текст] / О.Р. Гачкевич, Б. Д. Дробенко // Вісник Львівського університету – №8 – 2004, – С. 97 – 111.*