

С.Є. КІРЕВИЧ, В.М. МИХАЙЛОВ, докт. техн. наук, професор

Дослідження дії імпульсного магнітного поля на циліндричну провідну оболонку

Магнітно-імпульсна обробка металів (МІОМ) є безвідходною та екологічно чистою технологією [1]. При цьому обробка виконується за допомогою силового впливу електромагнітного поля на металеві тонкостінні заготовки циліндричної або плоскої форми.

Розглянуто проникнення у циліндричну заготовку зовнішнього магнітного поля, напруженість котрого змінюється за формулою:

$$H(0,t) = H_0 e^{-\alpha t} \sin \omega t, \quad (1)$$

де H_0 - стала, α - коефіцієнт згасання, ω - кутова частота.

Напруженість поля всередині заготовки дорівнює [2]:

$$H(d,t) = 2H_0 \sum_{k=1}^{k=\infty} \frac{1}{x_k \sin x_k \left[1 + \frac{R}{2\mu_r d} \left(1 + x_k^2 \frac{R}{2\mu_r d} \right) \right]} \cdot \frac{x_k^2}{d^2 \mu \gamma \left(\left(-\frac{x_k^2}{d^2 \mu \gamma} + \alpha \right)^2 + \omega^2 \right)} \times \\ \times \left[\exp(-\alpha t) \left(\left(\frac{x_k^2}{d^2 \mu \gamma} - \alpha \right) \sin \omega t - \omega \cos \omega t \right) + \omega \exp\left(-\frac{x_k^2}{d^2 \mu \gamma} t\right) \right], \quad (2)$$

де d, R - товщина та внутрішній радіус заготовки;

μ, μ_r, γ - абсолютна й відносна магнітні проникності та питома електропровідність матеріалу заготовки;

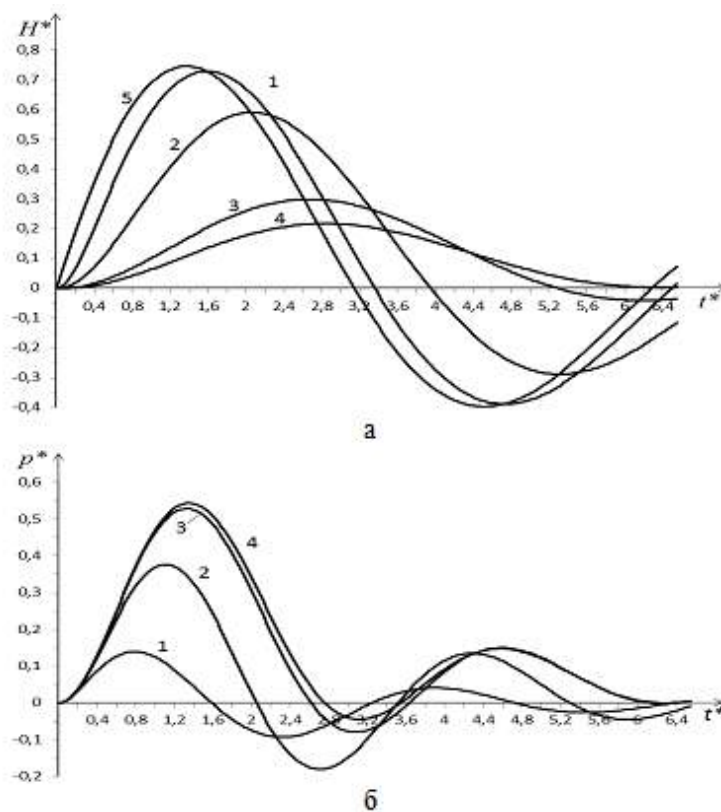
x_k - відомі корені трансцендентного рівняння.

Тиск імпульсного магнітного поля, що діє на заготовку, а також лінійну густину вихрових струмів в ній розраховуємо за формулами:

$$p(t) = \frac{\mu}{2} [H^2(0,t) - H^2(d,t)], \quad (3)$$

$$\eta(t) = H(0,t) - H(d,t). \quad (4)$$

Результати розрахунків за формулами (2), (3) зображені на рис. 1 ($t^* = \omega t$, $H^* = H/H_0$, $p^* = p/p_0$).



1-4- $H^*(d, t^*)$; 1 - $d/\Delta_0 = 0.1$, 2 - 0,2, 3 - 0,4, 4 - 0,4, 5 - $H^*(0, t^*)$

Рис. 1 – Напруженості (а) й тиск (б) магнітного поля при $\alpha/\omega = 0,2, d/R = 0,05$

Імпульси тиску магнітного поля складаються з позитивних та негативних півхвиль. Позитивні півхвилі імпульсів викликають обтиск оболонки, негативні – розширення.

Для аналізу впливу електропровідності та розмірів циліндричної оболонки, а також частоти на тиск імпульсного магнітного поля використовували два критерії подібності d/Δ_0 та d/R . За малих значень d/Δ_0 (криві 1) магнітне поле інтенсивно проникає усередину оболонки, різниця амплітуд та зсув фаз між максимумами зовнішнього поля та поля, що проникло, незначні, тому амплітуди позитивного та негативного тиску теж незначні.

Зі збільшенням d/Δ_0 мають місце дві тенденції: зменшення амплітуди поля, що проникло усередину заготовки, та збільшення вказаного зсуву фаз. Перша тенденція призводить до зростання амплітуди позитивного тиску, а друга – до зростання негативного тиску (криві 2-4).

У подальшому планується ускладнити розглянуту модель з урахуванням деформації циліндричної заготовки у часі.

Список літератури:

1. Бржезицький В.О., Ісакова А.В., Рудаков В.В. та ін. Техніка і електрофізика високих напруг. – Харків: НТУ«ХП» - Торнадо, 2005.
2. Михайлов В.М. Імпульсні електромагнітні поля. - Харків: Вища школа. – 1979. – 140 с.