

УДК 539.3

## Термонапружений стан порожнистого електропровідного циліндра за неоднорідної імпульсної електромагнітної дії

Мусій Р. С., д.ф.-м.н., проф. каф. ВМ

Сорокатиий М. І., к.ф.-м.н., доц. каф. ВМ

Шиндер В. К., аспірант каф. ВМ

Артемюк В. Ю., студент III курсу

Національний університет «Львівська політехніка»  
(вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна)

Конструктивним елементом багатьох пристроїв є металевий порожнистий циліндр. В процесі експлуатації він зазнає впливу різних фізичних чинників, одним з яких виступає електромагнітне поле (ЕМП). За дії імпульсного ЕМП в циліндрі виникають джерела джоулевого тепла  $Q$  і пондеромоторні сили  $\vec{F}$ , які зумовлюють термонапружений стан циліндра, що описується розподілом температурного поля  $T$  та компонент  $\sigma_{ik}(i, k = r, \varphi, z)$  тензора динамічних напружень. Величина напружень  $\sigma_{ik}$  за відповідних параметрів ЕМП може досягати критичних значень, аж до втрати несучої здатності циліндра.

Для визначення термонапруженого стану циліндра температуру  $T$  і напруження  $\sigma_{ik}$  відповідно до двох факторів – джоулевого тепла  $Q$  і пондеромоторних сил  $\vec{F}$ , що його зумовлюють, подаємо у вигляді суми двох складників  $T = T^Q + T^F$ ,  $\sigma_{ik} = \sigma_{ik}^Q + \sigma_{ik}^F$ , де складники  $T^Q$ ,  $\sigma_{ik}^Q$  – зумовлені джоулевым теплом, а складники  $T^F$  і  $\sigma_{ik}^F$  – пондеромоторною силою. Тому розрахункова схема задачі складається з двох етапів [1]. На першому етапі з рівнянь Максвелла визначаємо компоненти вектора напруженості магнітного поля  $\vec{H}$  та відповідні їм значення питомих густин джоулевого тепла і пондеромоторних сил  $Q = (\text{rot}\vec{H})^2 / \sigma$ ,  $\vec{F} = \epsilon \mu \text{rot}\vec{H} \cdot \vec{H}$ , де  $\sigma$  – коефіцієнт електропровідності,  $\mu$  – магнітна проникливість матеріалу циліндра. На другому етапі з рівнянь динамічної задачі термпружності за відомим розподілом температури  $T$ , знайденим з рівняння теплопровідності і пондеромоторної сили  $\vec{F}$  визначаємо напруження  $\sigma_{ik}$ . Відомі дослідження термонапруженого стану електропровідних циліндрів за дії однорідного імпульсного ЕМП. Розглянуто осесиметричну задачу для порожнистого електропровідного циліндра за дії неоднорідного імпульсного ЕМП в режимі з імпульсним модульним сигналом (РІМС). Запропоновано методику її розв'язування, що ґрунтується на кубічній апроксимації розподілів всіх ключових функцій за радіальною координатою [1]. В результаті вихідні рівняння на ключові функції зведено до систем рівнянь меншої розмірності на інтегральні характеристики цих функцій. Отримані системи рівнянь на інтегральні характеристики розв'язано за допомогою інтегральних перетворень Фур'є за осьовою координатою  $z$  і Лапласа за часом  $t$ . Використовуючи обернені перетворення Фур'є і Лапласа та теорему про згортку записано вирази інтегральних характеристик для довільного неоднорідного характеру зміни нестационарного ЕМП. Числово проаналізовано пондеромоторну силу, температуру і компоненти  $\sigma_{ik}$  тензора напружень залежно від часових параметрів імпульсного ЕМП в РІМС та його неоднорідного характеру зміни по осьовій координаті.

1. Мусій Р. С. Динамічні задачі термомеханіки електропровідних тіл канонічної форми. – Вид-во «Растр-7», Львів, 2010.