МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДЕФОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОЇ ОБОЛОНКИ У ЗМІННОМУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ

Барбін К.А., Лавінський Д.В.
Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

Різноманітні технічні об'єкти під час своєї експлуатації піддані дії електромагнітних полів (ЕМП). До таких об'єктів можна віднести, наприклад, пристрої перетворення чи передачі електричної енергії, пристрої захисту від блискавок, пристрої для імпульсної геологічної розвідки тощо. Велика кількість технологічних операцій, що використовує енергію ЕМП, відноситься до класу електромагнітної обробки матеріалів. Під час експлуатації енергія ЕМП може сягати таких рівнів, за яких (внаслідок виникнення електромагнітних сил) деформування електропровідних елементів технічних об'єктів стає небезпечним. Адекватне математичне та розрахункове моделювання дозволяє визначити раціональні значення основних конструкційних та експлуатаційних параметрів, при яких пристрої залишаються працездатними.

Досить часто важливими складовими пристроїв, підданих дії ЕМП, є тонкостінні елементи (пластини та оболонки). Моделювання процесу деформування у даному випадку може проводитись у двох напрямках: або з використанням спеціальних підходів та теорій стосовно деформування електропровідних оболонок (як, наприклад, у роботі [1]), або із використанням методу скінченних елементів (МСЕ), коли у рамках єдиної розрахункової моделі можна проводити дослідження і з розповсюдження ЕМП, і з можливого процесу тепловиділення (відповідно до закону Джоуля-Лєнца), і дослідження процесу деформування. Причому при використанні МСЕ ми не маємо певних обмежень і можемо розглядати як пружне деформування та і непружне. Так само при використанні МСЕ не має необхідності спеціальним образом враховувати особливості геометрії оболонки (наприклад зміну її товщини).

Як приклад був проведений розрахунок (із використанням МСЕ) деформування тонкої циліндричної електропровідної оболонки змінної жорстокості. Геометричні розміри, умови закріплення і навантаження обирались так само, як у роботі [1]. Метою досліджень було порівняння із метою верифікації окремих результатів стосовно основних тензорно-векторних характеристик процесу деформування. Аналіз результатів показав непоганий збіг (відхилення не більше 10%) розв'язання МСЕ у порівнянні із даними роботи [1].

Література:

1. Mol'chenko, L.V., Loos, I.I. Asymmetric Deformation of Shells of Revolution of Variable Stiffness in a Nonstationary Magnetic Field. *Int Appl Mech* **55**, 311–320 (2019). https://doi.org/10.1007/s10778-019-00957-z