

ВПЛИВ ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ НА ДЕФОРМУВАННЯ ПРИСТРОЇВ МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ

Лавінський Д.В., Морачковський О.К.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Високі енергії електромагнітного поля (ЕМП) спостерігаються за умов технологічних операцій електромагнітної обробки матеріалів. Згідно до фундаментального закону Джоуля-Ленца при протіканні електричного струму спостерігаються ефекти тепловиділення, які вносять значні зміни до температурного поля електропровідного тіла. Процеси тепловиділення можуть бути супроводжуваними (як при силовій магнітно-імпульсній обробці (МІО)) та і основними (як у процесах магнітно-імпульсного нагрівання). Питання підвищення міцності пристроїв МІО потребують використання матеріалів (наприклад, немагнітна сталь), у яких тепловиділення при протіканні електричного струму є значно більшим у порівнянні із випадками використання традиційних матеріалів, наприклад, міді. У цьому випадку розрахункові дослідження розподілу температурного поля є обов'язковими із метою подальшого оцінювання термоміцності.

Розрахункові дослідження можуть проводитись із застосуванням аналітичних підходів або чисельних методів. Спільним для обох видів досліджень є послідовне розв'язання задачі розподілу компонентів ЕМП та задачі теплопровідності, а потім аналізу деформування. Аналітичні дослідження потребують використання різного математичного апарату. Так для розв'язання рівнянь Максвелла, що дають можливість визначити просторово-часові розподіли кількісних характеристик електромагнітного поля, зручно застосовувати метод інтегральних перетворень Лапласа. Винайдені розподіли надають можливість розв'язувати рівняння теплопровідності.

Відзначимо, що аналітичний підхід потребує значних спрощень розрахункової моделі. Чисельні методи, серед яких найбільшу популярність має метод скінчених елементів, у значній мірі позбавлені цих недоліків та надають змоги розглядати розрахункові моделі практично стовідсотково наближені до реальних умов з точки зору конструктивних параметрів, експлуатаційних параметрів так і властивостей матеріалу.

Із застосуванням обох зазначених підходів розв'язано задачу про тепловиділення у кінцічному одновитковому індукторі у двох варіантах виконання: з міді та зі сталі. Одержані просторово-часові розподіли основних характеристик ЕМП та, на цій основі, просторово-часові розподіли температурного поля. Проведені оцінки термоміцності свідчать, що у разі використання сталі, як матеріалу індуктора, рівні напружень збільшуються приблизно на 15 відсотків. Таким чином, використання індукторів із сталі потребує додаткових систем охолодження.