

ЧИСЕЛЬНІ ТА АНАЛІТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ ЗА УМОВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ

Лавінський Д.В., Конкін В.М.

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

Згідно до фундаментального закону Джоуля-Ленца при протіканні електричного струму спостерігаються ефекти тепловиділення, які вносять значні зміни до температурного поля електропровідного тіла. Рівні температури є тим більшими, чим більшими є рівні електромагнітного поля. Високі енергії електромагнітного поля спостерігаються за умов технологічних операцій електромагнітної обробки матеріалів, де вони призводять також до суттєвих рівнів температури. Ці процеси можуть бути супроводжуваними (як при силовій магнітно-імпульсній обробці) та і основними (як у процесах магнітно-імпульсного нагрівання). Розрахункові дослідження з розподілу температури є необхідними для вибору раціональних експлуатаційних та конструкційних параметрів як з точки зору досягнення ефективності нагріву так і з точки зору оцінювання довговічності та працездатності елементів технологічних систем.

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. 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. Так при визначенні температурного поля доводиться нехтувати ефектами теплопередачі, граничними умовами, а також практично неможливим стає врахування залежності електрофізичних властивостей від температури. 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 індукційне нагрівання циліндричного тіла зовнішнім багатовитковим спіральним індуктором. Аналітичний розв'язок проводився у припущенні рівномірного просторового розподілу температури по заготовці. Чисельний розв'язок проводився із урахуванням заготовки скінчених розмірів, яка знаходилась в умовах конвекційного теплообміну із зовнішнім середовищем.