

УДК 539.3

ТЕРМОМЕХАНІКА ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ПЛАСТИН ЗА ДІЇ ІМПУЛЬСНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ

Олександр Гачкевич¹, Роман Мусій², Наталія Мельник², Карен Казарян³

¹Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, м. Львів;

²Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів;

³Інститут механіки НАН Вірменії, м. Єреван

Електропровідні пластини часто використовують як функціональні елементи конструкцій багатьох пристроїв. У процесі роботи цих пристроїв чи цільової технологічної обробки їх елементів виникають різні фізичні чинники – силові, теплові та електромагнітні. Ці чинники зумовлюють виникнення у розглядуваних елементах відповідних полів температури і напружень. За певних величин цих полів значення інтенсивності виникаючих напружень можуть досягати межі пружної деформації матеріалу пластин і, навіть, перевищувати її та приводити до втрати несучої здатності відповідних конструктивних елементів. Тому дослідження роботоздатності електропровідних пластин за дії розглядуваних фізичних чинників є актуальною інженерно-технічною проблемою.

У багатьох роботах розглянуто термомеханічну поведінку пластин, виготовлених з різних, не лише електропровідних, матеріалів за дії статичних та динамічних поверхневих силових навантажень, що мають монохроматичний чи імпульсний характер зміни в часі. На особливу увагу заслуговують відомі роботи [1-3] про термопружну поведінку тіл канонічної форми за нестационарних теплових дій, зокрема за теплового удару. Авторами цих робіт здійснено постановку і отримано розв'язки нових класів динамічних задач термопружності за врахування скінченної швидкості поширення тепла та зв'язаності полів деформації і температури. Розв'язано також ряд динамічних задач термопружності для тіл канонічної форми, що знаходяться в постійному магнітному полі і зазнають магнітного удару, зокрема досліджено динамічний термопружний стан електропровідної пластини за такої дії.

Наступним етапом таких досліджень була побудова фізико-математичної моделі термомеханіки електропровідних тіл за дії імпульсних електромагнітних полів (ЕМП) [4-6]. Запропоновано модель, що враховує експериментально встановлені закономірності адіабатичності процесів нагріву та деформування електропровідного тіла імпульсним ЕМП. На основі цієї моделі досліджено динамічні термопружні процеси в електропровідних пластинчатих елементах за дії електромагнітних імпульсів мікро- і наносекундної тривалості [5].

Сформульовано новий клас динамічних задач термомеханіки електропровідних тіл канонічної форми за дії конкретних типів імпульсних ЕМП з модуляцією амплітуди. Зокрема, для електропровідних пластинчатих елементів досліджено термомеханічну поведінку за дії таких ЕМП, що мають характер режимів з імпульсним модульним сигналом (РІМС) та згасної синусоїди (РЗС) [6]. Виявлено нові закономірності термопружних процесів у електропровідній пластині за таких дій залежно від амплітудно-частотних характеристик і часу тривалості імпульсів. У праці [7] досліджено вплив зв'язаності полів температури і деформацій на наявні термопружні процеси у розглядуваних елементах за дії імпульсних ЕМП в РІМС та РЗС.

Вимагають подальшого розвитку дослідження і комп'ютерна симуляція процесів за ускладнення характеру деформування, в т.ч. за врахування в'язко-пружності та пластичності, розбудова методик розв'язування сформульованих класів задач, зокрема за використання числових підходів, експериментальна верифікація результатів.

1. *Подстригач Я.С., Коляно Ю.М.* Неустановившиеся температурные поля и напряжения в тонких пластинках. – Киев: Наук. думка, 1972. – 308 с.
2. *Подстригач Я.С., Коляно Ю.М.* Обобщенная термомеханика – Киев: Наук. думка, 1976. – 310 с.
3. *Коляно Ю.М., Кондратюк Н.А.* Обобщенная динамическая задача магнитотермоупругости для цилиндра – В кн.: Выч. и прикл. математика. – Киев: Вища школа, 1975. – № 25. – С. 129–133.
4. *Hachkevych O., Musii, R.* Mathematical modeling in thermomechanics of electroconductive bodies under the action of the pulsed electromagnetic fields with modulation of amplitude. // *Math. Modeling Computing.* – 2019. – 6, No. 1. – P. 30–36.
5. *Hachkevych O.R., Musii R.S., Melnyk N.B., Dmytruk V.A.* Dynamic thermoelastic processes in a conductive plate under the action of electromagnetic pulses of microsecond and nanosecond durations// *J. Thermal Stresses.* – 2019. – 42, No. 9. – P. 1110–1122.
6. *Гачкевич О.Р., Мусій Р.С., Тарлаковський Д.В.* Термомеханіка неферромагнітних електропровідних тіл за дії імпульсних електромагнітних полів з модуляцією амплітуди. – Львів: «СПОЛОМ», 2011. – 216 с.
7. *Гачкевич О.Р., Мусій Р.С., Стасюк Г.Б.* Зв'язані задачі термомеханіки електропровідних тіл з плоскопаралельними межами за імпульсних електромагнітних дій: монографія – Львів: Растр-7, 2019. – 280 с.

THERMOMECHANICS OF ELECTROCONDUCTIVE PLATES UNDER THE ACTION OF IMPULSED ELECTROMAGNETIC FIELDS

Works on the thermoelastic behavior of electroconductive plates under dynamic force and thermal actions and under the action of impuled electromagnetic fields of characteristic types - magnetic shock, electromagnetic impulse and impuled electromagnetic fields with amplitude modulation are analyzed.