

УДК 539.3

МЕХАНОТЕРМОДИФУЗІЙНІ ПРОЦЕСИ ПРИ СИМЕТРИЧНОМУ МІКРОХВИЛЬОВОМУ ОПРОМІНЕННІ ПОРИСТОЇ ЗВОЛОЖЕНОЇ ПЛАСТИНИ

Тарас Голубець

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

Для одновимірної пористої пластини (Рис.1) скінченої L товщини за умов зовнішнього симетричного ($E_L = E_R$) мікрохвильового опромінення згідно з наближенням моделі твердого розчину [1] розглянуто систему диференціальних рівнянь у компонентах тензора напружень

$$\frac{\partial^2 T_{xx}^*}{\partial x^2} + \frac{\partial F}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial^2 T_{yy}^*}{\partial x^2} + \frac{1}{1 - \langle \nu \rangle} \left(\langle E \rangle \frac{\partial^2 L}{\partial x^2} + \langle \nu \rangle \frac{\partial F}{\partial x} \right) = 0,$$

$$\frac{\partial^2 T_{zz}^*}{\partial x^2} + \frac{1}{1 - \langle \nu \rangle} \left(\langle E \rangle \frac{\partial^2 L}{\partial x^2} + \langle \nu \rangle \frac{\partial F}{\partial x} \right) = 0,$$

де $\hat{T}^* = (1 - \phi)(\hat{t}'_s - \langle K \rangle \langle \alpha'_s \rangle (T - T_0) \hat{I})$ і \hat{t}'_s – тензори приведені і власних напружень скелету, \hat{F} і \hat{L} – тензори внутрішніх пондеромоторних сил і теплових навантажень, $\langle E \rangle$ і $\langle \nu \rangle$ – усереднені значення модуля Юнга і коефіцієнту Пуассона, $\langle K \rangle$ і $\langle \alpha'_s \rangle$ – модуля бічного стиску і коефіцієнту температурного розширення скелету, T і T_0 – рівноважне і початкове значення термодинамічної температури, ϕ – пористість матеріалу пластини.

Означено вирази для визначення вологістних і теплових силових зусиль у внутрішньому об'ємі і на краях пластини. Граничні умови записано згідно з умовами симетрії пластини. Отримано розв'язки системи диференціальних рівнянь квазілінійної термопружної задачі за дії внутрішніх (вологістних і теплових) навантажень у напруженнях і деформаціях за умови відсутності зовнішніх силових навантажень на краях пластини.

Розглянуто замкнену систему рівнянь [2, 3] дифузії тепла і вологи у пористому матеріалі з відповідними граничними умовами неперервності потоків компонент газової суміші (водяної пари і сухого повітря) у наближенні миттєвого випаровування потоку рідини на поверхнях пористої пластини.

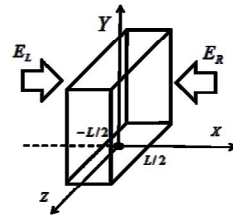


Рис.1. Плошка пориста зволожена пластини: E_L і E_R – амплітуди зовнішнього мікрохвильового поля

Чисельні розв'язки системи дифузійних рівнянь тепла і вологи отримано при відомому розподілі $\dot{q}'(x)$ джерел тепла у пористій пластині, який визначається розв'язками неоднорідного електромагнітного хвильового рівняння. Розраховано напружено-деформований стан тіла згідно актуальних значень вологістних і теплових силових зусиль.

Замкнену систему рівнянь механотермодифузії отримано при умовах слабкозмінності об'ємних (фазових) і діелектричних (хвильових) властивостей пористого зволоженого матеріалу. Також враховано, що ефективна довжина хвилі значно більша за характерний розмір області (REV) просторового усереднення, що дає можливість застосувати наближення ефективного макроскопічного поля [4] для знаходження ефективних електрофізичних властивостей пористого матеріалу.

Для визначення ефективних характеристик пористого матеріалу використано метод [5] локального просторового усереднення.

1. Моделювання та оптимізація в термомеханіці електропровідних термочутливих тіл / Під заг. ред. Я.Й. Бурака, Р.М. Кушніра. Т. 2: Моделювання та оптимізація в термомеханіці / О.П. Гачкевич, Р.Ф. Терлецький, Т.Л. Курницький – Львів: СПОЛОМ, 2007. – 180 с.
2. Datta A.K. Porous media approaches to studying simultaneous heat and mass transfer in food processes Part I – Problem formulations // J. Food Eng. – 2007. – **80**. – P.80–95.
3. Datta A.K. Porous media approaches to studying simultaneous heat and mass transfer in food processes Part II – Property data and representative results // J. Food Eng. – 2007. – **80**. – P. 96–110.
4. Рязанов М.И. Электродинамика конденсированного вещества. – Москва: Наука, 1982. – 303 с.
5. Howes A.H., Whitaker S. The spatial averaging theorem revisited // Chemical Engineering Science. – 1980. – **23**, № 12. – P. 1613–1623.

MECHANO-THERMO-DIFFUSIONAL PROCESSES DURING OF MICROWAVE TREATMENT OF DEWY POROUS PLATE

Within the framework of the continua mechanics, a system of differential equations for the determination of stress tensor in a porous plate is derived. The closed system of equations for diffusion of moisture and heat in the porous plate is considered and according to known expression of heat sources distribution the one-dimensional numerical solutions of this system is constructed under certain boundary conditions. A stress-strain state of the porous plate according to the defined moisture and thermal impacts relatively to plane of symmetry is calculated.