

властивостей об'єкта сушіння, а тільки характеризує вплив потоку інфрачервоного випромінювання на термодинамічні властивості середовища як акумулятора тепла та вологи.

При сумісному підведенні тепла до матеріалу за рахунок конвекції та інфрачервоного випромінювання від низькотемпературних генераторів з метою спрощення критеріальних рівнянь доцільним є використання, як потенціалу променевого теплообміну, різниці перших степенів температур випромінювача і поверхні опроміненого матеріалу.

Через те, що волого- й теплопоглинаючим середовищем є повітря, то вологообмін на поверхні випаровування, як і при конвективному підведенні тепла, буде визначатися законом Дальтона.

Література

1. **Лыков А.В.** Тепломассообмен: Справочник. – М.: Энергия, 1972. – 560 с.
2. **Михеев М.А., Михеева Н.М.** Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1977. – 342 с.
3. **Сергеев Г.Т.** Исследование внешнего тепло- и массопереноса при испарении жидкостей капиллярнопористым телом. – ИФЖ, 1961, т. 4, № 5. – С. 33-37.
4. **Нестеренко А.В.** Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: Высш. шк., 1971. – 459 с.
5. **Стерлин Д.М.** Сушка шпона в роликовых и камерных сушилках. – М.: Гослесбумиздат, 1965. – 36 с.
6. **Лебедев П.Д.** Сушка инфракрасными лучами. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1955. – 232 с.

УДК 01.05.02 *Наук. співроб. Р.І. Гушчак, канд. техн. наук – Львівський НУ ім. Івана Франка*

МЕХАНІКА В ТЕОРІЇ МАГНЕТНОГО ПОЛЯ

Виконано розрахунок перехідних електромагнетних процесів диполя рідкого кристала, керованого зовнішнім електричним полем.

Research worker R.I. Hushchak – Lviv NU named after Ivan Franko

Mechanics in the theory of the magnetic field

Calculation of the transient electromagnetic processes of the liquid crystal dipole, guided by the external electric field, was carried out.

Багато електротехнічних пристроїв містять у собі рухомі конструкції. Розрахунок їх електромагнетних полів є надто складною задачею з погляду не теоретичних узагальнень, а з погляду алгоритмічної реалізації. Рухомі структури, як правило, деформують просторові дескридаційні сітки, спричиняють появу іррегулярних вузлів, ускладнюють визначення електромагнетних величин на межі різних середовищ тощо. А тому побудова математичних моделей електромагнетного поля в рухомих суцільних середовищах за наявності суцільних структур є надто актуальною задачею. Від її успішного розв'язання залежить побудова сучасних математичних моделей більшості електромеханічних пристроїв.

Із широкого кола задач електромеханіки в теорії поля розглянемо тільки одну, а саме: розрахунок перехідних електромагнетних процесів диполя рідкого кристала, керованого зовнішнім електричним полем.

Кристалічну пластинку вважають безмежно довгою. Декартові координати скеровують так, щоб вісь x простувала за найменшим геометричним

розміром, вісь y – вшир, а вісь z – вздовж пластини. Початок координат розміщуємо в геометричному центрі пластини.

До лицевих боків пластини прикладаємо електричну напругу $u(t)$, під дією якої диполь кристала зазнає обертового руху навколо своєї осі в площині поперечного перерізу пластини. За відсутності зовнішнього сигналу диполь під дією пружних молекулярних сил орієнтується під певним кутом φ до нерухомої осі x . Ортотропні властивості середовища розглядаємо у рухомій системі координат. Головні осі ортотропії x' скеровуємо вздовж диполя, а y' – впоперек його. Приймаємо, що осі z і z' збігаються в просторі.

Компоненти вектора густини струму в головних осях ортотропії (у рухомих координатах) пов'язані з компонентами векторів електричного поля матричними співвідношеннями:

$$\delta' = \Gamma' E' + \partial D' / \partial t; \quad E' = \Sigma' D', \quad (1)$$

де: δ', E', D' – колонки проекцій векторів δ', E', D' відповідно; Γ' – матриця електропровідностей; Σ' – матриця обернених діелектричних проникностей:

$$\lambda'(\lambda' = \delta', E', D') = (\lambda'_x, \lambda'_y)_t, \quad h'(h' = \Gamma', \Sigma') = \text{diag}(h'_x, h'_y). \quad (2)$$

Перехід до нерухомих координат здійснюємо за прямою Π і оберненою Π^{-1} матрицями перетворення:

$$\Pi = \begin{bmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix} \quad \Pi^{-1} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi \\ -\sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix} \quad (3)$$

де φ – кут повороту координат (диполя), згідно з виразами

$$\lambda = \Pi \lambda'; \quad \lambda' = \Pi \lambda. \quad (4)$$

Тут $\lambda(\lambda = \delta, E, D)$ – колонки невідомих у нерухомих координатах.

Підставляючи (4) в (1) і помноживши отримані результати зліва на Π , після проміжних перетворень, отримаємо:

$$\delta = \Gamma E + \partial D / \partial t + \Omega D, \quad E = \Sigma D, \quad (5)$$

де: Γ – матриця електропровідностей; Σ – матриця обернених діелектричних проникностей; Ω – матриця обертання:

$$h(h = \Gamma, \Sigma) = \begin{bmatrix} h_x & h_{xy} \\ h_{yx} & h_x \end{bmatrix} \quad \Omega = \omega \begin{bmatrix} & 1 \\ -1 & \end{bmatrix} \quad (6)$$

причому

$$h_x = h'_x \cos^2 \varphi + h'_y \sin^2 \varphi, \quad h_y = h'_x \sin^2 \varphi + h'_y \cos^2 \varphi, \\ h_{xy} = h_{yx} = (h'_x - h'_y) \sin \varphi \cos \varphi, \quad h = \gamma, \xi; \quad \omega = \frac{d\varphi}{dt}. \quad (7)$$

З допомогою співвідношень (5) систему диференціальних рівнянь електромагнетного поля зводимо до вигляду, зручного для інтегрування [1]:

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} = \nu_0 \left(\frac{\partial^2 E_x}{\partial y^2} - \frac{\partial E_y}{\partial x \partial y} \right) - \omega Q_y - \gamma_x \frac{\partial E_x}{\partial t} - \gamma_{xy} \frac{\partial E_y}{\partial t} - \frac{\partial \omega}{\partial t} D_y + 2\gamma_{xy} \omega E_x + (\gamma_y - \gamma_x) \omega E_y; \\ \frac{\partial E_x}{\partial t} = \xi_x Q_x + \xi_{xy} Q_y - 2\xi_{xy} \omega D_x + (\xi_x - \xi_y) \omega D_y;$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial Q_y}{\partial t} &= \nu_0 \left(\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} - \frac{\partial E_x}{\partial x \partial y} \right) + \omega Q_x - \gamma_{yx} \frac{\partial E_x}{\partial t} - \gamma_y \frac{\partial E_y}{\partial t} + \frac{\partial \omega}{\partial t} D_x + (\gamma_y - \gamma_x) \omega E_x - 2\gamma_{xy} \omega E_y; \\ \frac{\partial E_y}{\partial t} &= \xi_{yx} Q_x + \xi_y Q_y + (\xi_x - \xi_y) \omega D_x + 2\xi_{xy} \omega D_y; \\ D_x &= \varepsilon_x E_x + \varepsilon_{xy} E_y; \quad D_y = \varepsilon_{yx} D_x + \varepsilon_y D_y,\end{aligned}\quad (8)$$

де: Q_x, Q_y – компоненти струму заміщення; $\varepsilon_x, \varepsilon_{xy} = \varepsilon_{yx}, \varepsilon_y$ – електричні проникності середовища, які визначаємо за формулами (7), якщо $h = 1/\xi = \varepsilon$.

Обертальний рух диполя під дією обертового моменту, спричиненого дією на диполь електромагнетного поля, описується рівнянням руху Лагранжа:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J} (dq(E_y^0 \cos \varphi - E_x^0 \sin \varphi)); \quad \frac{d\varphi}{dt} = \omega, \quad (9)$$

де: E_y^0, E_x^0 – компоненти напруженості електричного поля у початку координат; dq – дипольний момент; J – момент інерції диполя; $M = M(\varphi)$ – момент пружності; κ – коефіцієнт дисипації.

При формуванні початкових і крайових умов значення $Q_x(0), Q_y(0), E_x(0), E_y(0)$, вважаємо відомими з розрахунку попереднього режиму, або приймаємо їх нульовими. Величину E_x приймаємо рівною нулю, а $E_y = u(t)/d$, де d – товщина пластини, по всьому периметру області інтегрування:

$$E_x(t)|_{\Gamma} = 0; \quad E_y(t)|_{\Gamma} = u(t)/d, \quad t \geq 0. \quad (10)$$

Розроблено відповідні алгоритми та комп'ютерні програми. Результати комп'ютації добре узгоджуються з фізикою процесу, а чисельні методи забезпечують стійкість зв'язку.

УДК 630*363.3

Доц. В.В. Кий, канд. техн. наук – НЛТУ України

ДО ПИТАННЯ ПРО ДОВЖИНУ ВИПЕРЕДЖУЮЧОЇ ТРІЩИНИ ТА ЗУСИЛЛЯ, ЩО ПРИ ЦЬОМУ ВИНИКАЮТЬ

Наведено залежність, яка змогу визначити довжину випереджуючої тріщини при статичному зростанні сили, прикладеної до кінця бруса. Доведено також, що зусилля, які виникають на першій стадії розколювання, значно менші при використанні клина порівняно з розривом деревини по всій площі розколювання.

Doc. V.V. Kij – NUFWT of Ukraine

To the question about length of forwarding crack and efforts arising up here

There is resulted dependence which gives possibility to define length of forwarding crack at static growth of enclosed force to the end of the squared balk. Also it is improved that cleaving of arising up effort on the first stage is considerably less at the use of wedge as compared to the break of wood on all area of cleaving.

Розглянемо випадок розколювання дерев'яного бруса вздовж волокон в площині симетрії бруса. Нехай, в одному з кінців бруса прикладені дві сили P , які діють на верхню та нижню частини в протилежних напрямках. Вибере-