

ELEKTROMAGNIT MAYDONI TA'SIRIDA BO'LGAN PLASTINKANING MAGNITOELASTIK TEBRANISHINI MATEMATIK TAXLIL QILISH

Abdusaidov Sadriddin Umarali o'g'li

Assistant. Jizzax Politehnika instituti

Annotatsiya: Chiziqli chegaraviy masalani yechish uchun esa turg'un sonli usulni qo'llash zarurdir. Bunday turg'un sonli usulning qo'llanilishiga esa qobiqlar nazariyasidagi masalalarda chegaraviy va lokal effektlarning hisobining turg'un bo'lmasligiga olib kelishi sabab bo'ladi. Ushbu maqolada elektromagnit maydoni ta'sirida bo'lgan plastinkaning magnitoelastik tebranishini matematik taxlil qilish haqida fikr uritilgan.

Kalit So'zlar: Lorens kuchi va mexanik kuchlar, Ponderomotor kuchlar, Nyumark sxemasi, chegaraviy masalalar, Yakobi matrisasi, diskret ortogonallashtirish usuli.

MATHEMATICAL ANALYSIS OF MAGNETOELASTIC VIBRATIONS OF A PLATE UNDER THE INFLUENCE OF AN ELECTROMAGNETIC FIELD

Abdusaidov Sadriddin Umaralievich

Assistant. Jizzakh Polytechnic Institute.

Abstract: To solve a linear boundary value problem, it is necessary to use a constant numerical method. The reason for using such a constant numerical method is that the calculation of boundary and local effects in problems in shell theory is unstable. This article discusses the mathematical analysis of magnetoelastic oscillations of a plate under the influence of an electromagnetic field.

Keywords: Lorentz force and mechanical forces, Ponderomotor forces, Newmark scheme, boundary value problems, Jacobi matrix, discrete orthogonalization method. Faraz qilaylik to'g'ri burchakli izotrop plastinka tashqi magnit maydoniga joylashgan, mexanik kuch normal tuzuvchisi ta'sirida bo'lib, tekis taqsimlangan $J_y 0$ - zichlikli tashqi elektr tokini o'tkazuvchi bo'lsin.

Bu holda jismga Lorens kuchi va mexanik kuchlardan tashkil topgan kombinirlangan yuklanish ta'sir qiladi (1 – chizma):

$$\rho \vec{F} = \sigma \Gamma F^T F^{-1} [(\vec{E} + \vec{V} \times \vec{B}) \times \vec{B}] \quad (3.1)$$

Ponderomotor kuchlarning bunday shkdagi ifodasi bundan keyin bu kuchlarning plastinkaning deformatsiyasiga tashqi tok va tashqi magnit maydonidan bog'liq ravishdagi ta'sirini differensial baholash imkoniyatini tug'diradi. Qo'yilgan masalani yechish uchun toktashuvchi plastinka va qobiqlarning chiziqlimas magnitoelastikligi bog'liqligi chegaraviy masalalarini yechish metodikasidan foydalanamiz [7].

Biz nazarda tutayotgan plastinkalar sihfining kuchlanganlik–deformatsiyalanganlik holatini ifodalovchi boshlang'ich munosabatlar sifatida yopiq tenglamalar sistemasini qabul qilamiz [5-8].

Tashqi magnit maydonda joylashgan egiluvchan tok tashuvchi izotrop plastinkaning kuchlanganlik-deformasiyalanganlik holatini ifodalovchi tenglamalar sistemasi quyidagi ko'rinishni oladi [7]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x} &= \frac{1-v^2}{Eh} N_x - \frac{1}{2} \vartheta_x^2, & \frac{\partial w}{\partial x} &= -\vartheta_x, & \frac{\partial \vartheta_x}{\partial x} &= \frac{12(1-v^2)}{Eh^3} M_x, \\ \frac{\partial N_x}{\partial x} &= \left\{ -P_x - hJ_{y0} B_z - \sigma h \left[E_y B_z + 0,5 \frac{\partial w}{\partial t} B_z (B_x^+ + B_x^-) - \frac{\partial u}{\partial t} B_z^2 \right] \right\} + \rho h \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \\ \frac{\partial Q_x}{\partial x} &= -P_z + 0,5 h J_{y0} (B_x^+ + B_x^-) + \sigma h \left[-0,5 E_y (B_x^+ + B_x^-) + 0,25 \frac{\partial w}{\partial t} (B_x^+ + B_x^-)^2 + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{12} \frac{\partial w}{\partial t} (B_x^+ - B_x^-)^2 - 0,5 \frac{\partial u}{\partial t} B_z (B_x^+ + B_x^-) \right] + \rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}, & \frac{\partial M_x}{\partial x} &= Q_x + N_x \vartheta_x, \\ \frac{\partial E_y}{\partial x} &= -\frac{\partial B_z}{\partial t}, & \frac{\partial B_z}{\partial x} &= -\sigma \mu \left[E_y + 0,5 \frac{\partial w}{\partial t} (B_x^+ + B_x^-) - \frac{\partial u}{\partial t} B_z \right] - \frac{B_x^+ - B_x^-}{h}. \end{aligned} \quad (3.2)$$

Bu yerda u, w – lar plastinka oʻrta sirti koʻchishi komponentalaridir; B_x^+ – plastinka sirti va ichidagi magnit induksiya tuzuvchilaridir; $P_x = P_x(x, t), P_z = P_z(z, t)$ – mexanik yuklanish tuzuvchilaridir; h – plastinka qalinligi; E – qobiq materiali Yung moduli; ν – Puasson koeffitsiyenti; E_x – elektr maydoni kuchlanishi tashkil etuvchisi; B_z – magnit induksiyasi normal tuzuvchi. Lorents kuchi komponentalari chiziqlimas hadlarni oʻzida saqlaydi.

Nostasionar magnit va mexanik taʼsirlar ostida boʻlgan plastinkaning kuchlanganlik – deformatsiyalanganlik holatini aniqlash masalasini fiksirlangan vaqt momentlari uchun yechamiz. Buning uchun tok tashuvchi plastinkaning butun harakati jarayonini vaqt boʻyicha kichik bosqichlariga boʻlamiz va deformatsiyalanish tarixini kuzatamiz, yaʼni har bir vaqt qatlamida masalani ketma – ket yechgan holda. Vaqt boʻyicha oʻzgaruvchilarni ajratish uchun turgʻun boʻlgan chekli ayirmali Nyumark sxemasini qoʻllaymiz [6].

$$\begin{aligned} u^{\ddot{t}+\Delta t} &= \frac{u^{t+\Delta t} - u^t}{\gamma (\Delta t)^2} - \frac{1}{\gamma} \left[\frac{\dot{u}^{t+\Delta t}}{\Delta t} + \ddot{u}^t (0.5 - \gamma) \right]; \\ \dot{u}^{t+\Delta t} &= \dot{u}^t + 0.5 \Delta t (\ddot{u}^t + \ddot{u}^{t+\Delta t}), \end{aligned} \quad (3.3)$$

Bu yerda γ – sxemaning parametric; Δt – esa vaqt boʻyicha orttirmadir.

Sxemani xisobga olgan holda (3.3) tenglamalar sistemasini mos vaqt qatlamlarida vektorli shaklida quyidagicha yozish mumkin [5]:

$$\frac{d \vec{N}}{d s} = \vec{F}(s, \vec{N}), \quad (3.4)$$

bu yerda $\vec{N} = \{u, w, \theta_s, N_s, Q_s, M_s, E_\theta, B_z\}^T$, $\vec{F}$ – esa sakkiz oʻlchamli vektordir.

Umumiy xolda chegaraviy shartlar quyidagi koʻrinishga ega buladi:

$$D_1 \vec{N} \big|_{s=s_0} = \vec{d}_1; D_2 \vec{N} \big|_{s=s_N} = \vec{d}_2, \quad (3.5)$$

Bu yerda $D_1, D_2 -$ lar $k \times 8$ u $(8-k) \times 8, (k < 8)$; tartibli mos holdagi berilgan to'g'ri burchakli matrisalardir: $\vec{d}_1, \vec{d}_2 -$ lar berilgan vektorlardir. $k -$ esa (3.2) tenglamalar sistemasi sonidir. (3.4) – (3.5) chegaraviy masala bundan tashqari boshlang'ich shartlar bilan to'ldirilgan bo'lishi kerak.

Nyumark sxemasini qo'llaganimizda birinchi qadamida $t=0$ bo'lganda, vaqt bo'yicha birinchi xosilalardan tashqari, vaqt buyicha ikkinchi xosilalarni xam bilish zarurdir. Boshlang'ich vaqt momentiga jismni absalyut tinch turibdi deb, $t -$ bo'yicha ikkinchi xosilalar bu vaqt momentida nolga teng deb qabul qilamiz. Vaqt bo'yicha navbatdagi qadamlarda bu xosilalar aniqlangan bo'ladi, ya'ni oldingi qadamda xosil qilingan yechimlar olinadi.

Plastinka va qobiqlarning chiziqlimas chegaraviy masalalarni yechishda xar bir qadamda chiziqli chegaraviy masala yechiladigan interasion jarayonlarni qo'llash effektiv hisoblanadi. Chiziqlimas chegaraviy masalalarni yechishning bunday usullariga chiziqlilashtirish usuli ta'luqlidir. Bu chiziqli masalani yechish uchun, qandaydir turg'un progoinka sonli usulini qo'llash mumkin.

Bu usulni qo'llaganimizda Koshi masalasini yechish jarayoni turg'un bo'ladi, yoki Koshi masalasi uchun katta bo'lmagan integrallash oraliqlarida yechiladi. Chiziqlilashtirish usuli oldingi informatsiyadan foydalangan holda navbatdagi aniqlashish uchun xar bir qadamda chiziqli chegaraviy masalani yechish uchun interasion jarayon ko'rinishiga asoslangan.

Qariyib chiziqlilashtirish usuliga mos holda interasion sxemani ko'ramiz:

$$\begin{aligned} \frac{d \vec{N}^{(k+1)}}{d\alpha} &= \vec{F}(\alpha, \vec{N}^{(k)}) + \Gamma(\alpha, \vec{N}^{(k)}) (\vec{N}^{(k+1)} - \vec{N}^{(k)}) \\ D_1 \vec{N}^{(k+1)}(\alpha_0) &= \vec{d}_1; \quad D_2 \vec{N}^{(k+1)}(\alpha_1) = \vec{d}_2, \quad (\vec{N}^k, k=0,1,2,\dots) \end{aligned} \quad (3.6)$$

Bu yerda $\Gamma\left(a, \vec{N}^{(k)}\right)$ sistemaning o'ng qismi uchun Yakobi matrisasidir. Shunday qilib, chiziqlimas oddiy differensial tenglamalar sistemasi uchun boshlang'ich chegaraviy masala chiziqli chegaraviy masalalar ketma-ketligiga keltiriladi. Lekin bunday interasion jarayonni sonli realizasiya qilish bilan bog'liq savol paydo bo'ladi. Plastrinkalar nazariyasi masalalarni yechishda eng effektiv usullardan biri diskret ortogonallashtirish usulidir. Shuning uchun k -yaqinlashishi uchun chiziqli chegaraviy masala yechilishini diskret ortogonallashtirish usuli yordamida topiladi.

Adabiyotlar

1. Indiaminov R.SH. On the absence of the tangential projection of the Lorenz force on the ax symmetrical stressed state of current-carrying conic shells // International Journal Computational Technologies 2008.-Vol.13. N.6. P. 65-77.
2. Мольченко Л.В., Лоос И.И., Индияминов Р.Ш. К определению напряженного состояния ортотропного оболочек вращения в магнитном поле //Международный научный журнал «Прикладная механика», 2008, Том 30, № 8, с.64-76.
- 3.Umrzoqova B. Abdusaidov S.”PROFESSIONAL TA’LIMNING RAQAMLI MALAKA OSHIRISH MUHITIDA TINGLOVCHILARNING MUSTAQIL O’QUV FAOLIYATGA TAYYORGARLIGI “”Экономика и социум” №9(124) 2024