

Impulsli yuklanishlar ta'siridagi elastik plastik qobirg'ali doiraviy plastinka dinamik deformatsiyasi

Sh.D.Berdiyev, U.A.Nishonov, B.Yaxshilikov

Annotatsiya

Maqolada halqali qobirg'alar bilan mustahkamlangan doiraviy plastik plastinka kuchlanganlik deformatsiyalanganlik holatini sonli tadqiq qilish masalasini qaralgan.

Halqali qobirg'alar bilan mustahkamlangan doiraviy plastik plastinka kuchlanganlik deformatsiyalanganlik holatini sonli tadqiq qilish masalasini qaraymiz. Qobirg'a ko'ndalang kesimi to'g'ri to'rtburchak shaklda va plastinka ichki sirtiga mahkamlangan. Doiraviy plastinka tashqi sirtiga eksponensial qonun bo'yicha vaqtdan bog'liq o'zg'aruvchi impulsli P yuklanish qo'yilgan bo'lsin.

Plastinka deformatsiyalangan-kuchlangan holatini qobirg'alar sonidan va ularning qalinligining o'zgarishidan bog'liq hollarini tadqiq qilamiz. Qobirg'ali doiraviy plastinka harakat differensial tenglamasini quyidagicha olamiz [1]:

$$\begin{aligned}(N_1 r)' - N_2 &= r\rho \left[\ddot{u}(h+F) + \ddot{\psi} S \right]; \\ (rQ)' + (N_1 r w')' &= r\rho \ddot{w}(h+F) - rP; \\ (rM_1)' - M_2 - rQ &= r\rho \left[\ddot{\psi}(h^3/12 + J) + \ddot{u} S \right],\end{aligned}\tag{1}$$

Bu erda h - qalinlik, ρ - plastinka materiali zichligi; $F^j(r)$, $S^i(r)$, $J^i(r)$ - mos ravishda i -chi qobirg'a ko'ndalang kesim yuzasi, statik va inertsia momentlari [1].

Konstruksiya uchun chegaraviy sartlar quyidagicha ifodalanadi

a) Plastinka tamonlarini qattiq maxkamlanganlik sharti

$$u = w = \psi = 0\tag{2}$$

b) Plastinka markaziga nisbatan simmetriklik sharti:

$$u = \frac{\partial w}{\partial r} = \psi = 0 \quad \text{bunda} \quad r = 0\tag{3}$$

Boshlang'ich shartlar $t = 0$ da plastinka holati nolga teng teb xarakterlanadi:

$$u = w = 0 . \quad (4)$$

Plastinkalar dinamik deformatsiyasi haqidagi masalaning to'liq matematik qo'yilishi berilgan chegaraviy va boshlang'ich shartlarda ifodalangan va (1) tenglamalar sistemasining birgalikdagi yechimidan iborat.

Qobirg'alangan plastinka tenglamasi (1)-(4) munosabatlar uchun chekli ayirmalar usulini qo'llash mumkin. (1) tenglamalar sistemasini chekli ayirmali sxema ko'rinishda to'laligicha tasvirlash mumkin. Plastinka o'rta sirtini halqali ko'rinishdagi to'r bilan qoplaymiz. Ko'chishlar va burilish burchaklari to'rlar tugunlarida, deformatsiyalar, kuchlar, momentlar va ko'ndalang kuchlar markaziy elementda olinadi [2].

Elementda hosilaning approksimatsiasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\left[\frac{\partial N}{\partial r} \right]_{\left(i+\frac{1}{2} \right)} = \frac{N_{i+1} - N_i}{\Delta r_i}; \quad (5)$$

где $\Delta r_i = r_i - r_{i-1}$; N_i - r_i nuqtadagi funksiyaning qiymati $1 \leq i \leq M + 1$.

(1) harakat tenglamasining markaziy elementda hosila va hosila qatnashmagan hadlari quyidagicha almashtiriladi:

$$\left[\frac{\partial f}{\partial r} \right]_i = \frac{f_{i+1/2} - f_{i-1/2}}{\Delta r_{i+1/2}}; \quad f_i = \frac{f_{i+1/2} + f_{i-1/2}}{2} \quad (6)$$

Vaqt bo'yicha olingan hosilalar quyidagi ifoda orqali almashtiriladi

$$\left[\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \right]_i^n = \frac{1}{\tau^2} \left[w_i^{n+1} - 2w_i^n + w_i^{n-1} \right]; \quad (7)$$

Bu erda τ vaqt buyicha qadam, n - indeks vaqt oraliqlarini ifodalaydi.

Olingan (1) sistemani chekli ayirmali shaklda ko'rinishi quyidagi formada boladi [2].

$$\begin{aligned} u_i^{n+1} &= 2u_i^n - u_i^{n-1} + \tau^2 \left(\frac{E}{a} \left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right]_i^n - b \times (\psi_i^n - bU_i^n / a) / (ac - b^2) \right); \\ w_i^{n+1} &= 2w_i^n - w_i^{n-1} + \tau^2 W_i^n / a; \\ \psi_i^{n+1} &= 2\psi_i^n - \psi_i^{n-1} + \tau^2 \times (\psi_i^n - bU_i^n) / a / (c - b^2 / a) \end{aligned} \quad (8)$$

bu erda $a = \rho(h + F)$, $b = \rho S$, $c = \rho(h^3 / 12 + J)$;

Chegara nuqtalardagi qattiq maxkamlanganlik sharti qiymatini hisoblash funksiyasi shartlar yuqoridagi formulalar kabi, simmetriya sharti esa quyidagi ko'rinishda chekli ayirmalar bilan ifodalanadi

$$\left[\frac{\partial w}{\partial r} \right]_1^n = \frac{3w_1^n - 4w_2^n + w_3^n}{2\Delta r_2}. \quad (9)$$

To'rtli hisoblashning boshlanishi uchun ikki aralash vaqtli qadamlarda boshlang'ich shartlar beriladi. Ulardan quyidagi ko'rinishli tenglamani olamiz

$$w_i^1 = w_i^2 = 0. \quad (10)$$

Keltirilgan tengliklar bo'yicha $u_{i,k}^n$, $v_{i,k}^n$, $w_{i,k}^n$, $\psi_{y,i,k}^n$, $\varphi_{y,i,k}^n$ larni istalgan momentlari, istalgan to'rtli nuqtalari uchun topish mumkin.

Shunday qilib (1) differensial tenglamaning yechimi (8) rekkurent formula bo'yicha hisoblashlarga olib keladi.

Olingan (8) tenglamalar yordamida tomonlari qattiq maxkamlangan qobirg'ali doiraviy palastik plastinkaga $P = P_0 e^{-\frac{t}{\alpha}}$, bu erda $P_0 = 2,5 \text{ MPa}$, $\alpha = 10^{-3} \text{ s}$ yuklanish qo'yilgandagi kuchlangan deformatsiyalangan holatini o'rganamiz. Doiraviy plastinka geometrik va fizik xarakteristikalarini quyidagicha: $R_0 = 0,5 \text{ m}$; $h = 1 \text{ sm}$; $E = 75600 \text{ MPa}$; $\nu = 0,3$; $\rho = 2640 \text{ kg/m}^3$.

Doiraviy plastinkaga balandligi va kengligi $h^p = 4 \text{ sm}$ va $\xi = 3,33 \text{ sm}$ bo'lgan bitta qobirg'a halqali maxkamlangan. Bu holda plastinkaga maxkamlangan qobirg'a koordinatasi $r = 10 \text{ sm}$ (markazga yaqin) va bu holat bilan material hajmi teng bo'lgan qalinligi $h = 1 + 13,32/50 \text{ sm}$ bo'lgan qobirg'asiz plastinka variantlarni qaraymiz. Natijalardan ko'rinadiki, qobirg'a boshqa nuqtalarda joylashganda natijalar qobirg'asiz holat bilan deyarli farqlanmaydi. Qobirg'a markazga yaqin joylashganda qobirg'asiz va qobirg'a'li holat bilan material hajmi bir xil bo'lgan plastinkaqa nisbatan markaziy nuqtasi tebranishlari davri va amplitudasi oshadi, chastotasi esa kamayadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

- [1] Ильин В. П., Карпов В. В. Устойчивость ребристых оболочек при больших перемещениях.-Л.: Стройиздат. Ленингр. Отделение, 1986.-168 с.

- [2] Х о л м у р о д о в Р. И., К а р ш и е в А. Б. Расчет элементов конструкций с нарушениями регулярности структуры. - Ташкент: Изд-во им. Абу Али ибн Сино, 2002.-285с.