N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 6, Number 304 (2015), 99 – 104

UDC 539.3(043.3)

CLOSE EQUALIZATIONS OF OSCILLATION OF SLOYSTYKH PLATES IN STROYTEL'NYKH CONSTRUCTIONS

A.Zh.Seitmuratov[1]., A.A. Rsaeva[2].,G. Zhumagulova[1]

angisin_@mail.ru, rsaeva_aiman@mail.ru
The Korkyt Ata Kyzylorda State University[1], School for gifted children «Murager»[2]. Kyzylorda

Key words: vibrations, plate, deformed environment, resilient and vyazkouprugaya environment.

Abstract: In this work develops a theory of vibrations of laminated plates of building structures, strictly justified by the staging of various boundary value problems of oscillation. In the study of oscillations of plates accurate three-dimensional problem is replaced by a simpler, two-dimensional points of median plane of the plate, which imposes limitations on the external conditions.

УДК 539.3(043.3)

ҚҰРЫЛЫС КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНДАҒЫ ҚАТПАРЛЫ ҚАЛАҚШАЛАРДЫҢ ЖУЫҚ ТЕРБЕЛІС ТЕҢДЕУІ

А.Ж.Сейтмұратов[1], А.А.Рсаева[2], Г.Жумагулова[1]

angisin_@mail.ru, rsaeva_aiman@mail.ru
Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті[1],
Дарынды балаларға арналған «Мұрагер» мектебі[2]. Қызылорда қаласы

Тірек сөздер: тербеліс, қалақша, деформацияланатын орта, серпімді және тұтқырсерпімді орта

Түйін: Мақалада әртүрлі шеттік тербеліс есебі бойынша құрылыс конструкцияларындағы қатпарлы қалақшалар тербелісінің теориясы қарастырылған. Қалақшалар тербелісін зеріттеу кезінде нақты үш өлшемді есеп қалақшаның ортаңғы жазықтығы үшін қарапайым екі өлшемді түріне ауыстырылады, себебі бұл шарт сыртқы күштердің әсеріне шек қояды.

Кіріспе–бұл тұтқыр-серпімді дененің стационарлы емес тербелісінің облысында жаңа этаптардың теориялық зерттелуі, динамикалық деформацияланатын тұтқыр-серпімді материалдардың жаңа моделін өңдеу, белгілі модельдер шегінде тегіс және кеңістік есебінің көптеген класын математикалық әдіспен зерттеу тиімділігі, тұтқыр-серпімді параметрлердің әсеріне негізделген негізгі механикалық факторлардың теориялық талдауы болып табылады.

Берілген облыста теориялық және қолданбалы зерттеулердің санына қарамастан диссертациялық жұмыстың негізгі бөлімінде көрсетілген жалпы сипаттама бойынша көптеген есептердің шешілуін әлі де болса өңдеу қажет.

Айта кететін болсақ, олардың қатарына стержендердің, пластиналардың және реологиялық тұрғыдағы қабықшалардың стационарлы емес тербелісінің есебі жатады. Есепті шешу барысында тербелістің жуықталған теңдеулері қолданылды.

Мақаланың мақсаты құрылыс конструкцияларындағы кездесетін деформацияланатын орта есептерін шешу.

Зерттеудің әдістері-математикалық амалдар негізінде шағын деформация кезінде және қоршаған орта есебіндегі жуықталған теңдеулерді пайдалану әдістері, тұтқыр-серпімді пластинкалар тербелісі есебімен көлденең және жатық нақты теңдеулерді қолдану әдістері;

Зерттеудің ғылыми жаңалығы және теориялық мәні-қолданбалы есептер және механикадағы деформацияланатын қатты дене зерттелуінің даму заңдылығы анықталды, серпінді және тұтқыр – серпімді динамикасының негізгі есептері түрлендірілді, конструкциялардағы қолданылатын материалдардың, серпінді және тұтқыр–серпімді қасиеттері анықталды.

Тұтқыр-серпімді материалдан жасалған шексіз қатпарлы пластинка берілсін, оның орташа қалыңдығы $2h_0$, ал жоғарғы және төменгі қалыңдығы сол материалдан тұратын $(h_1 - h_0)$ тең болсын.

Мұндай қатпарлы пластинка құрылымның ортаңғы материалы параметрінің индексін "0" және "1" –мен белгілейміз.

$$f_z^+ = f_z^- = f_z; \qquad f_{jz}^+ = -f_{jz}^- = f_{jz} \qquad (j = x, y) \tag{1}$$

сондықтан $U_1^{(0)}, V_1^{(0)}, W_1^{(0)}$ функциялары ішкі қатпарлар үшін келесі түрде болады, яғни

$$U_1^{(0)} = V_1^{(0)} = W_1^{(0)} = 0 \tag{2}$$

$$U^{(0)} = \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial y}; \qquad V^{(0)} = \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \frac{\partial \psi}{\partial x}; \tag{3}$$

φ, $\psi, w^{(1)}$ үшін келесі дифференциалдық жүйені аламыз

$$\begin{aligned} &\rho_1(\Delta\varphi) + \rho_2\left(w^{(0)}\right) = M_1^{-1} f_z(x, y, z); \\ &\rho_3(\Delta\varphi) + \rho_4\left(w^{(0)}\right) = M_1^{-1}\left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial f_{yz}}{\partial y}\right); \\ &\rho_3(\Delta\varphi) = M_1^{-1}\left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial y} - \frac{\partial f_{yz}}{\partial x}\right); \end{aligned} \tag{4}$$

мұндағы ρ_j операторы келесі түрге ие болады

$$\rho_1 = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{\Big[2(1-D_1)C_1Q_{n1}\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right)\left(\lambda_{21}^{(m)} + \Delta C_0 Q_{m1}\right) + M_1 N_1^{-1}\Big[C_1 Q_{n2} \times$$

$$\times\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right) + (1 - C_1)\lambda_{22}^{(n)}\Big]\Big[C_1 Q_{m1}\left(\lambda_{21}^{(1)} - \Delta\right) - (1 + C_0)\lambda_{21}^{(m)}\Big]\Big\}\frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m}}{(2n)!(2m)!} +$$

$$+\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{\Big[4\Delta\lambda_{22}^{(1)} D_1 Q_{n1} + \left(\lambda_{22}^{(1)} + \Delta\right)\lambda_{12}^{(n)}\Big]C_1 Q_{m1}\lambda_{11}^{(1)} - M_1 M_1^{-1} \times$$

$$\times\left(2\lambda_{22}^{(1)} D_2 Q_{m2} + \lambda_{12}^{(n)}\right)\lambda_{11}^{(1)}\left[2C_1\Delta Q_{m1} + (1 - C_1)\lambda_{21}^{(m)}\right]\Big\}\frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m+1}}{(2n+1)!(2m+1)!};$$

$$\rho_2 = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{\Big[2(1-D_1)C_1Q_{n1}\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right)\Delta C_0 Q_{m0} + \Big[C_1 Q_{n2}\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right) +$$

$$+(1 - C_1)\lambda_{22}^{(n)}\Big]M_1 N_1^{-1}\Big[C_1 Q_{m1}\left(\lambda_{21}^{(1)} - \Delta\right) + (1 - C_0)\lambda_{21}^{(m)}\Big]\Big\}\frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m}}{(2n)!(2m)!} +$$

$$+\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{\Big[4\Delta\lambda_{22}^{(1)} D_1 Q_{n1} + \left(\lambda_{22}^{(1)} + \Delta\right)\lambda_{12}^{(n)}\Big]\left(\lambda_{21}^{(m)} + C_1 Q_{m1}\lambda_{11}^{(1)}\right) + M_1 M_1^{-1}\Delta \times$$

$$\times\left(2\lambda_{22}^{(1)} D_1 Q_{n1} + \lambda_{12}^{(n)}\right)\left[2C_1 Q_{m1}\lambda_{11}^{(1)} + (1 + C_1)\lambda_{21}^{(m)}\right]\Big\} \times \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m+1}}{(2n+1)!(2m+1)!};$$

$$\rho_3=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\{[(1-D_1)[4\Delta C_1Q_{n1}\lambda_{12}^{(1)}+\lambda_{22}^{(n)}[(1-C_1)^2\lambda_{12}^{(1)}+(1+C_1)^2\Delta]]\times$$
$$\times(C_1\Delta Q_{m1}+\lambda_{21}^{(m)})+M_1N_1^{-1}\Delta[2C_1Q_{n1}\lambda_1^{(1)}+(1+C_1)\lambda_{22}^{(n)}][C_1Q_{m1}(\lambda_{21}^{(1)}-$$
$$-\Delta)-(1+C_1)\lambda_{21}^{(m)}\}\frac{(h_1-h_0)^{2n+1}h_0^{2m}}{(2n+1)!(2m)!}+\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\{-2(\lambda_{22}^{(1)}-\Delta)\times$$
$$\times D_1Q_{n1}C_1Q_{m1}\lambda_{11}^{(1)}+M_1M_1^{-1}\lambda_{11}^{(1)}[D_1Q_{n1}(\lambda_{22}^{(1)}-\Delta)\lambda_{12}^{(n)}]\times$$
$$\times[2C_1Q_{m1}\Delta+(1-C_1)\lambda_{21}^{(m)}]\}\times\frac{(h_1-h_0)^{2n}h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!};$$

$$\rho_4=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\{[(1-D_1)[4\Delta C_1Q_{n1}\lambda_{12}^{(1)}+\lambda_{22}^{(n)}[(1-C_1)^2\lambda_{12}^{(1)}+(1+C_1)^2\Delta]]\times$$
$$\times C_1\Delta Q_{m1}+M_1N_1^{-1}\Delta[2C_1Q_{n1}\lambda_{12}^{(1)}+(1+C_1)\lambda_{22}^{(n)}][C_1Q_{m1}(\lambda_{21}^{(1)}-\Delta)+$$
$$+(1-C_1)\lambda_{21}^{(m)}]\}\frac{(h_1-h_0)^{2n+1}h_0^{2m}}{(2n+1)!(2m)!}+\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\{-2\Delta D_1Q_{n1}(\lambda_{22}^{(1)}-\Delta)\times$$
$$\times(C_1Q_{m1}\lambda_{11}^{(1)}+\lambda_{21}^{(m)})+M_1M_1^{-1}\Delta[D_1Q_{n1}(\lambda_{22}^{(1)}-\Delta)+\lambda_{12}^{(n)}]\times$$
$$\times[2C_1Q_{m1}\lambda_{11}^{(1)}+(1+C_1)\lambda_{21}^{(m)}]\}\frac{(h_1-h_0)^{2n}h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!};$$

$$\rho_5=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\lambda_{22}^{(n+1)}\cdot\lambda_{21}^{(m)}\frac{(h_1-h_0)^{2n+1}h_0^{2m}}{(2n+1)!(2m)!}+\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\lambda_{22}^{(n)}\cdot\lambda_{21}^{(m+1)}M_1M_1^{-1}\frac{(h_1-h_0)^{2n}h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!};$$

ψ потенциалы үшін

$$(\rho_1\rho_4-\rho_2\rho_3)\Delta\varphi=M_1^{-1}\left\{\rho_4(f_z)-\rho_2\left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial y}-\frac{\partial f_{yz}}{\partial x}\right)\right\} \tag{5}$$

$$\frac{1}{4}\Pi_0M_1^{-1}\left(\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}\right)-\Delta\varphi=0 \tag{6}$$

$$\Pi_0[\rho_1-(h_1-h_0)+\rho_0h_0]M_1^{-1}[M_1^{-1}(1-M_1N_1^{-1})\times(h_1-h_0)+M_1^{-1}(1-M_1N_1^{-1})h_0]^{-1};$$

$$[\rho_1-(h_1-h_0)+\rho_0h_0]M_1^{-1}\left(\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}\right)-[(h_1-h_0)+M_1M_1^{-1}h_0]\Delta\psi=0$$

серпінді пластинкалар үшін келесі түрде жазамыз

$$\frac{[\rho_1(h_1-h_0)+\rho_0h_0]}{4\left[\rho_1\beta_1^2\left(1-\frac{b_1^2}{a_1^2}\right)(h_1-h_0)+\rho_0\beta_0^2\left(1-\frac{b_0^2}{a_0^2}\right)h_0\right]}\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}-\Delta\varphi=0$$

$$\frac{[\rho_1(h_1-h_0)+\rho_0h_0]}{\rho_1\beta_1^2(h_1-h_0)+\rho_0\beta_0^2h_0}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}-\Delta\psi=0 \tag{7}$$

$$c_{пл}^2=\frac{4\left[\rho_1b_1^2\left(1-\frac{b_1^2}{a_1^2}\right)(h_1-h_0)+\rho_0b_0^2\left(1-\frac{b_0^2}{a_0^2}\right)h_0\right]}{[\rho_1(h_1-h_0)+\rho_0h_0]}; \tag{8}$$

$$b_{пл}^2=\frac{[\rho_1b_1^2(h_1-h_0)+\rho_0b_0^2h_0]}{[\rho_1(h_1-h_0)+\rho_0h_0]};$$

(7) серпінді пластинкалардың жуықталған теңдеуі.

Осы әдіс негізінде қатпарлы пластинкалардың көлбеу тербелісінің теңдеуі алуға болады

$$f_z^+=-f_z^-=f_z;\qquad f_{jz}^+=-f_{jz}^-=f_{jz};\qquad (j=x,y) \tag{9}$$

сондай – ақ функциялар

$$U^{(0)} = V^{(0)} = W^{(0)} = 0 \qquad (10)$$

$U_1^{(0)}, V_1^{(0)}, W_1^{(0)}$ үшін келесі теңдеулер жүйесін аламыз

$$K_1\left(\frac{\partial U_1^{(0)}}{\partial x} + \frac{\partial V^{(0)}}{\partial y}\right) + K_2\left(W_1^{(0)}\right) = M_1^{-1} f_z;$$

$$K_3\left(\frac{\partial U_1^{(0)}}{\partial x} + \frac{\partial V^{(0)}}{\partial y}\right) + K_4\left(W_1^{(0)}\right) = M_1^{-1}\left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial f_{yz}}{\partial y}\right); \qquad (11)$$

$$K_5\left(\frac{\partial U_1^{(0)}}{\partial y} + \frac{\partial V^{(0)}}{\partial x}\right) = M_1^{-1}\left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial y} - \frac{\partial f_{yz}}{\partial x}\right);$$

мұндағы K_j операторы мыныған тең болады

$$K_1 = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{\left[2(1-D_1)C_1Q_{n1}\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right)\right]\left(\lambda_{21}^{(m)} - \Delta D_1 Q_{m1} - M_1 N_1^{-1}\right)\times$$

$$\times\left[C_1Q_{n1}\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right) + (1-C_1)\lambda_{22}^{(n)}\right]\left[2\lambda_{21}^{(1)}D_1Q_{m1} + \lambda_{11}^{(m)}\right]\Big\}\frac{(h_1-h_0)^{2n}h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!} +$$

$$+\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{-\left[4\Delta\lambda_{22}^{(1)}D_1Q_{n1} + \left(\lambda_{22}^{(1)} + \Delta\right)\lambda_{12}^{(n)}\right]D_1Q_{m1}\lambda_{11}^{(1)} - M_1M_1^{-1}\times$$

$$\times\left(2\lambda_{22}^{(1)}D_1Q_{n1} + \lambda_{12}^{(n)}\right)\left[D_1Q_{m1}\left(\lambda_{21}^{(1)} - \Delta\right) + \lambda_{11}^{(m)}\right]\Big\}\frac{(h_1-h_0)^{2n+1}h_0^{2m}}{(2n+1)!(2m)!};$$

$$K_2 = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{-2(1-D_1)C_1Q_{n1}\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right)\lambda_{21}^{(1)}\Delta D_1Q_{m1} + \left[C_1Q_{n1}\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right) +\right.$$

$$\left.+(1-C_1)\lambda_{22}^{(n)}\right]M_1N_1^{-1}\lambda_{21}^{(1)}\left[2\Delta D_1Q_{m1} + \lambda_{11}^{(m)}\right]\Big\}\frac{(h_1-h_0)^{2n}h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!} +$$

$$+\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{\left[4\Delta\lambda_{22}^{(1)}D_1Q_{n1} + \left(\lambda_{22}^{(1)} + \Delta\right)\lambda_{12}^{(n)}\right](\lambda_{12}^{(m)} - D_1Q_{m1}\lambda_{21}^{(1)}) - M_1M_1^{-1}\Delta\times$$

$$\times\left(2\lambda_{22}^{(1)}D_1Q_{n1} + \lambda_{12}^{(n)}\right)\left[D_1Q_{m1}\left(\lambda_{21}^{(1)} - \Delta\right) + \lambda_{11}^{(m)}\right]\Big\}\frac{(h_1-h_0)^{2n+1}h_0^{2m}}{(2n+1)!(2m)!};$$

$$K_3 = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{(1-D_1)\left[4\Delta C_1Q_{n1}\lambda_{12}^{(1)} + \lambda_{22}^{(n)}\left[(1-C_1)^2\lambda_{12}^{(1)} + (1+C_1)^2\Delta\right]\right]\times$$

$$\times\left(\lambda_{21}^{(m)} - \Delta D_1Q_{m1}\right) - M_1N_1^{-1}\Delta\left[2C_1Q_{n1}\lambda_{12}^{(1)} + (1+C_1)\lambda_{22}^{(n)}\right]\left(D_1Q_{m1}\lambda_{21}^{(1)} +\right.$$

$$\left.+\lambda_{11}^{(m)}\right)\Big\}\frac{(h_1-h_0)^{2n+1}h_0^{2m+1}}{(2n+1)!(2m+1)!} + \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{2\Delta D_1Q_{n1}\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right)D_1Q_{m1} +$$

$$+M_1M_1^{-1}\left[D_1Q_{n1}\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right)\lambda_{12}^{(n)}\right]\left[D_1Q_{m1}\left(\lambda_{21}^{(1)} - \Delta\right) + \lambda_{11}^{(m)}\right]\Big\}\frac{(h_1-h_0)^{2n}h_0^{2m}}{(2n)!(2m)!};$$

$$K_4 = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{-(1-D_1)\left[4\Delta C_1Q_{n2}\lambda_{12}^{(1)} + \lambda_{22}^{(n)}\left[(1-C_1)^2\lambda_{12}^{(1)} + (1+C_2)^2\Delta\right]\right]\times$$

$$\times\lambda_{21}^{(1)}\Delta D_1Q_{m1} - M_1N_1^{-1}\Delta\lambda_{21}^{(1)}\left[2C_1Q_{n1}\lambda_{12}^{(1)} + (1+C_1)\lambda_{22}^{(n)}\right]\left(2\Delta D_1Q_{m1} +\right.$$

$$\left.+\lambda_{11}^{(m)}\right)\Big\}\frac{(h_1-h_0)^{2n+1}h_0^{2m+1}}{(2n+1)!(2m+1)!} - \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\Big\{2\Delta D_1Q_{n1}\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right)(\lambda_{21}^{(m)} -$$

$$-D_1Q_{m1}\lambda_{21}^{(1)}) + M_1M_1^{-1}\Delta\left[D_2Q_{n1}\left(\lambda_{22}^{(1)} - \Delta\right)\lambda_{12}^{(n)}\right]\left[D_1Q_{m1}\left(\lambda_{21}^{(1)} - \Delta\right) - \lambda_{11}^{(m)}\right]\Big\}\times$$

$$\times\frac{(h_1-h_0)^{2n}h_0^{2m+1}}{(2n)!(2m+1)!};$$

$$K_5 = \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty} \lambda_{22}^{(n+1)} \cdot \lambda_{21}^{(m+1)} \frac{(h_1 - h_0)^{2n+1} h_0^{2m+1}}{(2n+1)!(2m+1)!} + M_1 M_1^{-1} \sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty} \lambda_{22}^{(n)} \cdot \lambda_{21}^{(m)} \frac{(h_1 - h_0)^{2n} h_0^{2m}}{(2n)!(2m)!} \quad (12)$$

$$(K_1 K_4 - K_2 K_3)(W_1^{(0)}) = -K_3 \left[M_1^{-1}(f_z) \right] + K_1 \left[M_1^{-1} \left(\frac{\partial f_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial f_{yz}}{\partial y} \right) \right] \quad (13)$$

(13) теңдеуі қатпарлы пластинкалардың тербеліс теңдеуі болып табылады.

Қорытынды-құрылыс конструкцияларындағы қолданылатын материалдардың, серпінді және тұтқыр – серпімді қасиеттері, анизотропты, көпқабатты және басқада механикалық сипатталары бар. Жазық элементтердің әртүрлі тербелісінің жалпы және жуық элементтерін құру құрылыс конструкцияларындағы есепті теориялық негізде өңдеу ауқымды мәселе болып табылады. Мұндай мәселеге конструкциялардың стационарлы емес сипаттамасының моделін түрлендіру есебіне жатады. Қатпарлы пластинкалардың жанама тербеліс теңдеуін қарастыу негізінде құрылыс конструкцияларындағы деформацияланатын орта есебін шешудің әдіс-тәсілдері белгіленді.

ӘДЕБИЕТ

[1] Филиппов И.Г. К нелинейной теории вязкоупругих изотропных сред. Киев: Прикл. механика, 1983, т.19, № 3, с.3-8.

[2] Филиппов И.Г., Филиппов С.И. Уравнения колебания кусочно-однородной пластинки переменной толщины. – МТТ, 1989, № 5, с.149-157.

[3] Филиппов И.Г., Филиппов С.И., Костин В.И. Динамика двумерных композитов. – Труды Междун. конференции по механики и материалам, США, Лос-Анжелес, 1995, с.75-79.

[4] Филиппов И.Г., Филиппов С.И., Егорычев О.А. Влияние слоистости деформированного основания на колебания плоских элементов. Сб. трудов Респуб. конфер. «Актуальны проблемы механики контактного взаимодействия», Узбекистан, 1997, с.70-71.

[5] Цейтлин А.И. Решение нестационарных динамических задач о балках и плитах, лежащих на упругом основании. – Строит. Механика и расчет сооружений, № 2, 1964.

[6] Цейтлин А.И. Кусаинов А.А. Методы учета внутреннего трения в динамических расчетах конструкций // Алматы. «Наука», 1987, 238с.

[7] Янь Д., Чжоу К. Реакция пластины, опертой на жидкое полупространство при воздействии подвижного импульса давления. – «Прикладная механика», сер. Е, - № 4, 1970.

[8] Джанмулдаев Б.Д., Досжанов М.Ж., Сейтмуратов А.Ж. Распространение сдвиговых цилиндрических волн в анизотропном однородном цилиндрическом слое. / Деп. в ВИНИТИ № 189-В 96 от 17.01.96. г. Москва 1996г.

[9] Сейтмуратов А.Ж. Прохождение сдвиговых волн через анизотропно-неоднородный и трансверсально-изотропный цилиндрический слой. / Деп. в Каз.гостИНТИ № 189-В 96. Выпуск стр.17 г. Алматы 1996г.

[10] Сейтмуратов А.Ж. Приближенные уравнение поперечного колебания пластинки, находящейся под поверхностью. / Тезисы докладов научно технической конференции «Проблемы экологии и природопользования» К-Орда 1996г.

[11] Сейтмуратов А.Ж. Уточненные уравнения колебания вязкоупругой пластинки, находящейся под поверхностью деформируемой среды. / Тезисы докладов научно-технической конференции КПТИ им. И. Жахаева , К-Орда, 1996г.

[12] Джанмулдаев Б.Д., Сейтмуратов А.Ж. Колебания бесконечной полосы пластинки находящейся под поверхностью. / Деп. в ВИНИТИ № 3399-В 96 от 22.11.96. г. Москва 1996г.

[13] Филиппов И.Г. Чебан В.Г. Математическая теория колебаний упругих и вязкоупругих пластин и стержней. – Кишинев: Штиинца, 1988,-190-193

[14] Materials of international scientifically-practical conference “The Science: theory and practice” Belgorod 2005. 47-50

[15] Сейтмуратов А.Ж.,Умбетов У. Моделирование и прогнозирование динамики многокомпонентной деформируемой среды: Монография.-Тараз,2014, 171-176

REFERENCES

[1] Filippov I.G. K nelinejnoj teorii vjazkouprugih izotropnyh sred. Kiev: Prikl. mehanika, 1983, t.19, № 3, s.3-8.

[2] Filippov I.G., Filippov S.I. Uravnenija kolebanija kusochno-odnorodnoj plastinki peremennoj tolshhiny. – MTT, 1989, № 5, s.149-157.

[3] Filippov I.G., Filippov S.I., Kostin V.I. Dinamika dvumernyh kompozitov. – Trudy Mezhdun. konferencii po mehaniki i materialam, SShA, Los-Anzheles, 1995, s.75-79.

[4] Filippov I.G., Filippov S.I., Egorychev O.A. Vlijanie sloistosti deformirovannogo osnovanija na kolebanija ploskih jelementov. Sb. trudov Respub. konfer. «Aktual'ny problemy mehaniki kontaktnogo vzaimodejstvija», Uzbekistan, 1997, s.70-71.

[5] Cejtlin A.I. Reshenie nestacionarnyh dinamicheskih zadach o balkah i plitah, lezhashhih na uprugom osnovanii. – Stroit. Mehanika i raschet sooruzhenij, № 2, 1964.

[6] Cejtlin A.I. Kusainov A.A. Metody ucheta vnutrennego trenija v dinamicheskih raschetah konstrukcij // Almaty. «Nauka», 1987, 238s.

[7] Jan' D., Chzhou K. Reakcija plastiny, opertoj na zhidkoe poluprostranstvo pri vozdejstvii podvizhnogo impul'sa davlenija. – «Prikladnaja mehanika», ser. E, - № 4, 1970.

[8] Dzhanmuldaev B.D., Doszhanov M.Zh., Sejtmuratov A.Zh. Rasprostranenie sdvigovyh cilindricheskih voln v anizotropnom odnorodnom cilindricheskom sloe. / Dep. v VINITI № 189-V 96 ot 17.01.96. g. Moskva 1996g.

[9] Sejtmuratov A.Zh. Prohozhdenie sdvigovyh voln cherez anizotropno-neodnorodnyj i transversal'no-izotropnyj cilindricheskij sloj. / Dep. v Kaz.gostINTI № 189-V 96. Vypusk str.17 g. Almaty 1996g.

[10] Sejtmuratov A.Zh. Priblizhennye uravnenie poperechnogo kolebanija plastinki, nahodjashhejsja pod poverhnost'ju. / Tezisy dokladov nauchno tehnicheskoj konferencii «Problemy jekologii i prirodopol'zovanija» K-Orda 1996g.

[11] Sejtmuratov A.Zh. Utochnennye uravnenija kolebanija vjazkouprugoj plastinki, nahodjashhejsja pod poverhnost'ju deformiruemoj sredy. / Tezisy dokladov nauchno-tehnicheskoj konferencii KPTI im. I. Zhahaeva , K-Orda, 1996g.

[12] Dzhanmuldaev B.D., Sejtmuratov A.Zh. Kolebanija beskonechnoj polosy plastinki nahodjashhejsja pod poverhnost'ju. / Dep. v VINITI № 3399-V 96 ot 22.11.96. g. Moskva 1996g.

[13] Filippov I.G. Cheban V.G. Matematicheskaja teorija kolebanij uprugih i vjazkouprugih plastin i sterzhnej. – Kishinev: Shtiinca, 1988,-190-193

[14] Materials of international scientifically-practical conference “The Science: theory and practice” Belgorod 2005. 47-50

[15] Sejtmuratov A.Zh.,Umbetov U. Modelirovanie i prognozirovanie dinamiki mnogokomponentnoj deformiruemoj sredy: Monografija.-Taraz,2014, 171-176

УДК 539.3(043.3)

Приближенное уравнение колебания слоистых пластин в строительных конструкциях

А.Ж.Сейтмұратов[1].,А.А.Рсаева[2].,Г.Жумагулова[1]
angisin_@mail.ru, rsaeva_aiman@mail.ru
Кызылординский государственный университет им.Коркыт Ата[1], Школа «Мурагер» для одаренный детей[2].
г.Кызылорда

Ключевые слова: колебания, пластинка, деформируемая среда, упругая и вязкоупругая среда.

Аннотация: В данной работе развивается теория колебания слоистых пластинок строительных конструкций, строго обоснованной постановкой различных краевых задач колебания. При исследовании колебания пластин точная трехмерная задача заменяется более простой, двумерной для точек срединной плоскости пластинки, что накладывает ограничения на внешние условия.

Сведения об авторах

1.Сейтмуратов Ангысын Жасаралович - Доктор физико-математических наук, ассоциированный профессор, КГУ им.Коркыт Ата

2.Рсаева Айман Алтынбековна - учитель математики первой категории, спец.школы «Мурагер» для одаренных детей

3.Жумагулова Галия- магистрант КГУ им.Коркыт Ата