

References

1. Zavyalov V.N., Martynov E.A., Romanovsky V.M. Fundamentals of structural mechanics of plates. - Omsk: SibADI, 2012. - 116 p.
2. Yessenbayeva G.A., Akhanov F.M., Makazhanova T.Kh. On the calculation of rectangular plates by the trigonometric series // Bulletin of the Karaganda university. Mathematics series.. - 2019. - № 2(94). – P. 115–120.
3. Timoshenko S.P., Goodier J. Theory of elasticity. - M.: Nauka, 1979. - 560 p.
4. Yessenbayeva G.A., Yesbayeva D.N., Makazhanova T.Kh. On calculation methods for the model of plates bending // Eurasian physical technical journal. – 2019. – V. 16. - №1(31). – P. 121–128.

ЖАРТЫЛАЙ ШЕКСІЗ СЕРПІМДІЛІ ЖАЗЫҚТЫҚТЫҢ НЕГІЗГІ ТЕНДЕУІНІҢ ЖАЛПЫ АНАЛИТИКАЛЫҚ ШЕШІМІ

Ахажанов С.Б., Нурланова Б.М.

Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды қаласы,
Қазақстан

E-mail: stjg@mail.ru

Жартылай серпімділі жазықтықтың стандарттық теңдеуі келесі түрде жазылады:

$$\nabla^2 \nabla^2 F = \frac{\partial^4 F}{\partial x_1^4} + 2 \frac{\partial^4 F}{\partial x_1^2 \partial x_3^2} + \frac{\partial^4 F}{\partial x_3^4} = 0 \quad (1)$$

Бұл бигармоникалық теңдеудің (1) шешімін табу үшін $F(x_1, x_3)$ жылжу функциясы мына түрде қабылданып алынады [1]:

$$F(x_1, x_3) = \delta(x_3) \cdot W(x_1), \quad (2)$$

мұнда $\delta(x_3)$ – таралу функциясы; $W(x_1)$ – майысу функциясы.

Енді осы жұмыстағы шешуші теңдеуді (1) өту теңдеуін

$\frac{d^2 W(x_1)}{dx_1^2} = -\bar{k}^2 W(x_1)$; $\frac{d^4 W(x_1)}{dx_1^4} = \bar{k}_o^4 W(x_1)$ және (2) қолданып келесі жалпы түрде жазамыз:

$$\delta'''(z_0) - 2 \cdot k^2 \delta''(z_0) + k_o^4 \delta(z_0) = 0$$

Осы теңдеудің жалпы шешімін былайша анықтаймыз:

$$\lambda^2 = k^2 (1 \pm \sqrt{1 - \alpha}); \quad k_o^4 = \alpha \cdot (k^2)^2$$

$$\delta(z_0) = [C_1 \cos(\beta_1 z_0) + C_2 \sin(\beta_1 z_0)] e^{-\alpha_1 z_0} + [C_3 \cos(\beta_1 z_0) + C_4 \sin(\beta_1 z_0)] e^{\alpha_1 z_0} \quad (3)$$

мұнда

$$\alpha_1 = k \sqrt{\frac{\alpha + 1}{2}}, \quad \beta_1 = k \sqrt{\frac{\alpha - 1}{2}},$$

$$\alpha_2 = k \sqrt{1 - \sqrt{1 - \alpha}}, \quad \beta_2 = k \sqrt{1 + \sqrt{1 - \alpha}}$$

Жалпы шешімді (3) жартылай шексіз серпімділі жазықтыққа қолданайық ($z_0 \rightarrow \infty, \delta(z_0) = 0$):

$$\delta(z_0) = [C_1 \cos(\beta_1 z_0) + C_2 \sin(\beta_1 z_0)] e^{-\alpha_1 z_0} \quad (4)$$

Бұл (4) шешімге басқа түрде алынған нәтижелерді қолдануға болады [2]. Жылжулар және кернеулер компоненттері, ішкі күштер формулалары сәйкесінше [3] бойынша табылады. Бірақ формулаларға кіретін тұрақты белгісіздер, параметрлер және шешуші теңдеу [3] жұмыстағы әдісті қолдану арқылы келесі түрде анықталады:

- тұрақты белгісіздер

$$C_1 = \frac{1}{12\alpha_p} [2\nu\alpha_1\alpha_0 + (\alpha - \nu)\beta_0]$$

$$C_2 = -\frac{1}{12\beta_1\alpha_p} [(\alpha + \nu)\alpha_1 \cdot \beta_0 - (1 + \nu)\alpha k^2 \alpha_0]$$

$$C_0 = \frac{1}{12} \frac{Eh^2}{Eh_0^2} \beta_0; \quad A_0 = -\frac{1}{8} + \frac{1}{24} \frac{Eh^2}{Eh_0^2} \beta_0;$$

$$B_0 = \frac{1}{24} - \frac{1}{32} \frac{Eh^2}{Eh_0^2} \beta_0 - \frac{1}{12} \frac{Eh^3}{Eh_0^3} \alpha_0$$

- параметрлер

$$\alpha_0 = \frac{6(1 - \nu)}{\alpha k^2 (1 + \nu)} \alpha_p P_1, \quad \beta_0 = 12(1 - \nu) \alpha_p P_0,$$

$$P_0 = \frac{1 - \alpha\nu + \alpha_1 \frac{h_0}{h}}{(1 - \alpha\nu)n_1 k^2 - 2\alpha_1 m}, \quad P_1 = \frac{2m + n_1 k^2 \frac{h_0}{h}}{(1 - \alpha\nu)n_1 k^2 - 2\alpha_1 m},$$

$$n_1 = \alpha^2(1 - \nu) - \alpha\nu(1 + \nu) + 2\nu, \quad m = 2\alpha\alpha_1(1 + \nu) + \alpha_p(1 - \nu) \frac{Eh}{Eh_0},$$

$$\alpha_p = \alpha^2\nu + 2\alpha\nu + \nu^2\alpha + \alpha - \nu$$

- шешуші теңдеу

$$\gamma \cdot \frac{d^4 W_0(x_1)}{dx_1^4} = \frac{q(x_1)}{EJ},$$

$$\gamma = 1 - 6(1 - \nu)\alpha_p \cdot P_0 \frac{Eh^2}{Eh_0^2} - \frac{6(1 - \nu)\alpha_p \cdot P_1}{\alpha k^2 (1 + \nu)} \frac{Eh^3}{Eh_0^3}, \quad J = \frac{h_0^3}{12}$$

Осы мақаладағы шешім (4) бойынша алынған нәтижелерді шешім [4-6] салыстырғанда серпімділі негіздегі арқалықтың майысу функциясы, ішкі күштері, жылжулар мен кернеулер компоненттері мәндерінің айырмашылығы өте аз болады.

Сөйтіп, алынған нәтижелер арқылы жартылай шексіз серпімділі жазықтықтың ішкі күштерін, деформациялары мен кернеулерін нақты аналитикалық түрде анықтауға болады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Ахажанов С.Б. Напряженно-деформированное состояние упругой полуплоскости // Математические методы и модели в строительстве, архитектуре и дизайне: Сборник статей. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – Самара, 2015. – С. 67-73.
2. Тұрсынов К.А., Ахажанов С.Б. Жартылай серпімділі жазықтықтағы арқалықтың иілуі // ҚарМУ хабаршысы: Математика сериясы. – 2006. – №1(41). – Б. 54-59.

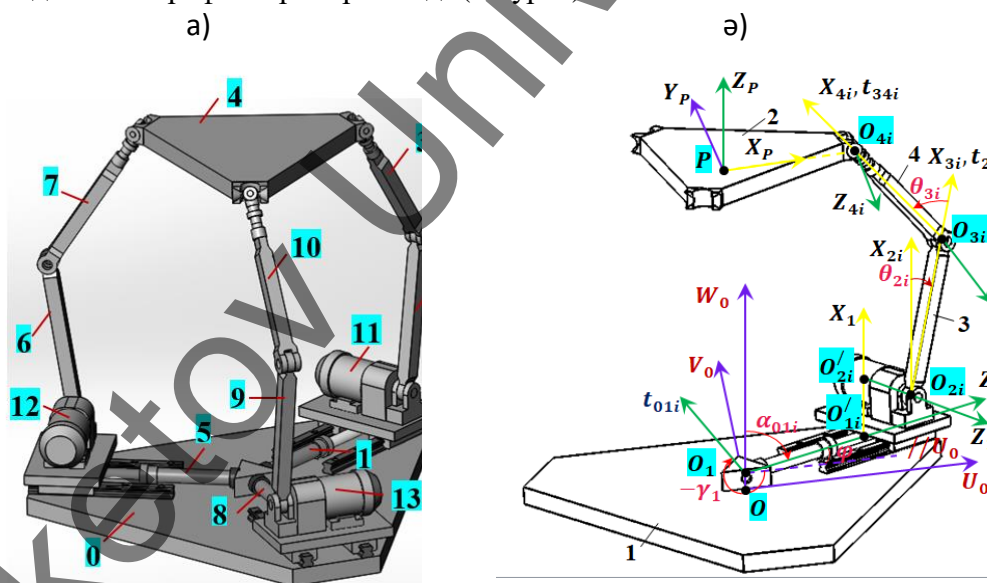
3. Ахажанов С.Б. Серпімділі негіздегі арқалықты есептеу әдісі: монография. – Қарағанды: «Полиграфист» ЖШС баспасы, 2020. - 166 бет.
4. Bogomolov A.N., Ushakov A.N. Stress-strain state of an elastic half-plane at a linear shift of a part of its boundary // Vestnik MGSU. — 2017. — Vol. 12, No. 2. — P. 184–192.
5. Moore M., Ramesh R., Hills D., et al. Half-plane partial slip contact problems with a constant normal load subject to a shear force and differential bulk tension // J. Mech. Phys. Solids. — 2018. — Vol. 118. — P. 245–253.
6. Kratochvil J., Becker W. Asymptotic analysis of stresses in an isotropic linear elastic plane or half-plane weakened by a finite number of holes // Arch. Appl. Mech. — 2012. — Vol. 82. — P. 743–754.

ЖАҢА ТРИПОД ТҮРДЕГІ 3-PRRS ПАРАЛЛЕЛЬ МАНИПУЛЯТОРДЫҢ ЖҰМЫС АЙМАҒЫ

Кайыров Р.А.

Академик Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан
E-mail: kairov.rustem@mail.ru

Мақалада жаңа 3-PRRS трипод түрдегі параллель манипулятордың (1-сурет) жұмыс аймағын анықтау әдісі сипатталды. Параллель манипулятордың қозғалмалы және бекітілген платформаларының арасындағы байланыс үш PRRS түрдегі түйік кинематикалық тізбектер арқылы жасалған. Механизм 1, 5, 8 және 2, 6, 9 белсенді түйіндер арқылы қозғалысқа келтіріледі. Манипулятордың аяқтары шеңберлер бойынша, ал қозғалмалы платформаның центрі сфераға тиісті шеңбер доғасы бойынша қозғалатындығы анықталып, олардың теңдеулері алынды және графиктері көрсетілді (2-сурет).



Сурет 1. – Жаңа трипод түрдегі 3-PRRS параллель манипулятордың 3D моделі

Сфералық топсалардың координаталары келесі түрде анықталады

$$\left. \begin{aligned} U_{O_{4,i}} &= -bc\gamma_i + s_i s\gamma_i - fs\gamma_i s\theta_{2,i} - gs\gamma_i s(\theta_{23,i}) \\ V_{O_{4,i}} &= -bs\gamma_i - s_i c\gamma_i + fc\gamma_i s\theta_{2,i} + gc\gamma_i s(\theta_{23,i}) \\ W_{O_{4,i}} &= c + a + fc\theta_{2,i} + gc(\theta_{23,i}) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

мұнда a, b, c, f, g – тұрақты параметрлер, $s_i, \theta_{2,i}, \theta_{3,i}$ – қозғалтқыштардың орналасуларын анықтайтын айнымалы параметрлер, $\theta_{23,i} = \theta_{2,i} + \theta_{3,i}, i = 1, 2, 3$.

Айналмалы кинематикалық жұптардың шектеулеріне байланысты манипулятордың аяқтары ($O_{2,i}, O_{3,i}, O_{4,i}$ диадалары) келесі жазықтықтар бойынша қозғалады