

«Сейфуллин оқулары – 12: Ғылым жолындағы жастар-болашақтың инновациялық әлеуеті» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференция материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-12: Молодежь в науке - инновационный потенциал будущего" . – 2016. – Т.1, ч.2 – Б.128-130

## АЛДЫН-АЛА СОЗЫЛҒАН ЕКІ СЕРІППЕГЕ БЕКІТІЛГЕН ДЕНЕНІҢ БОЙЛЫҚ ТЕРБЕЛІСІ

*Сәңкібаев Т.Е.*

Алдын-ала созылған денелердің серпімділік қасиеттерін зерттеу үшін, оны ең қарапайым моделі ретінде алдын-ала созылған серіппе болып табылады. Бұл модельдің артықшылығы күшпен серіппені созуға және оның деформациясын өлшеуге, болып жатқан жағдайды көруге және де алынған нәтижелерді теориялық модельмен салыстыруға болады. Бір өлшемді серпімді денелердің қасиетін аспалы көпірлерде, үлкен дінгекті бағаналар мен трубалаларды серпімді арқандар арқылы бекітілгенде, немесе үлкен ауданды аспалы төбелерді ұстап тұратын құрылымдарда т.б. пайдаланады. [1], [2], [3].

Кезкелген орнының серпімділігі –  $C$ , ұзындықтары шамалас бір түзу бойында жататын екі серіппе алдын-ала созылып, берілген денеге әсер етуде. Онда серіппелердің серпімділік күші  $F_C$  мынадай формуламен анықталады [4].

$$F_C = Q_0 + CX, \quad (1)$$

бұл формулада  $Q_0$  – алдын-ала созушы күш,  $x$ -серіппенің деформациясы. Сондықтан, серіппенің потенциалдық энергиясы мына түрде жазылады

$$П = Q_0 x + Cx^2 \quad (2)$$

Қозғалыстағы дененің массасы  $m$  – ге тең болса, онда оның кинетикалық энергиясы

$$T = \frac{1}{2} m v^2, \quad (3)$$

мұндағы  $V$  – дененің жылдамдығы.

Механикалық жүйе консервативті болғандықтан жүйенің механикалық энергиясы тұрақты, сондықтан

$$E = T + П = T_0 + П_0 \quad (4)$$

мұндағы  $T_0 = \frac{1}{2} m v_0^2$  және  $П_0 = Q_0 x_0 + Cx_0^2$  – дененің бастапқы кинетикалық және потенциалдық энергиялары (4) формула негізінде фазалық жазықтықта дененің фазалық траекториясы мынадай [5].

$$v^2 + K^2 \left( x \pm \frac{x_0}{2} \right)^2 = 2(T_0 + П_0) + C \quad (5)$$

мұндағы  $K^2 = \frac{2C}{m}$ ; Егерде  $A^2 = 2(T_0 + П_0) + C$  - деп алсан (5) өрнек мына түрде жазуға болады.

$$\frac{v^2}{A^2} + \frac{K^2}{A^2} \left( x \pm \frac{x_0}{2} \right)^2 = 1. \quad (6)$$

бұл Эллипс екі жақтан тұрады. Дене оң жаққа ауып тербелгенде Эллипс центрі  $\left( -\frac{x_0}{2}, 0 \right)$  - де, сол жаққа ауып тербелгенде  $\left( \frac{x_0}{2}, 0 \right)$  - болады.

Дененің тербеліс периодын табу үшін дене қозғалысының теңдеуін жазамыз.

$$\ddot{x} + k^2 x + \dot{x} \operatorname{sign} x = 0 \quad (7)$$

Бұл теңдеу жалпы сызықтың теңдеу болмаса да, сызықтық болатындай төрт аралыққа бөліп, бастапқы шарты  $x_0 = 0$ ,  $\dot{x}_0 = v_0$  деп алып, дененің бірініші аралықтағы тоқтағанға дейінгі жолын  $a$ , уақытын  $\tau_1$  – табамыз

$$\alpha = \frac{v_0}{k} \left| 1 - \sqrt{1 - \frac{v_0^2}{k^2 a}} \right| + \frac{v_0}{k} \sqrt{1 - \frac{v_0^2}{k^2 a}} \quad (8)$$

$$\tau_1 = \frac{1}{k} \operatorname{arctg} \alpha \quad (9)$$

Осыдан кейін дененің бастапқы орнына қайтқанға дейінгі уақытын табамыз

$$\tau_2 = \frac{1}{k} \operatorname{arc} \cos \frac{a}{\alpha} \quad (10)$$

Қалған екі аралықта осыған ұқсас мәндер шыққандықтан, дене тербелісінің периоды мынаған тең

$$\tau = 2(\tau_1 + \tau_2) \quad (11)$$

(9), (10) және (11) формулалардан көшіріп тұр, тербеліс периоды амплитудаға байланыстылығы.

Егерде денеге қосымша мәжбір етуші күш  $-H \sin pt$  әсер ететін болса, онда (7) теңдеуі мына түрде жазылады

$$\ddot{x} + k^2 x + \dot{x} \operatorname{sign} x = h \sin pt, \quad (12)$$

мұндағы  $h = \frac{H}{m}$ ;

(12) теңдеуді 4-аралық бөліп, себебі әр аралықта  $\operatorname{sign} x$  - таңбасы тұрақты, әр аралықтағы шешулерді тауып, бастапқы аралықтың соңғы мәні – келесі аралық үшін бастапқы шартты деп алып шешуі табылады.

### Әдебиеттер тізімі

1. В.А.Смирнов, С.А.Иванов, М.А.Тихонов Строительная механика. Москва. Стройиздат 1984г. 208 стр.
2. Ni, Y.G., Wang, X.Y., Chen, Z/G., Ko, J.M. «Field observations of rain-wind-induced cable vibration in cable-stayed Dingting Lake Bridge»// Journal of wind engineering and industrial Aerodynamics. Vol 95, S N5 May 2007 P. 313-328
3. В.У.Федосиев. Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов. Издательство «Наука». Москва 1967 г 376 стр
4. Вибрация в технике. «Колебания нелинейных механических систем» том 2 под редакцией доктора физ-мат наук И.И.Блехмана. Москва «Машиностроение» 1979г. 351стр
5. Л.Г.Лойцянский, А.И.Лурье. Курс теоретической механики, том 2 Динамика. Москва «Наука» 1983г 640 стр.