



QEYRİ-XƏTTİ ÖZLÜ ELASTİK ÇUBUĞUN QRUNTDA PARAMETRİK RƏQSLƏRİNİN PASTERNAK MODELİNƏ ƏSASƏN TƏDQIQATI

İLHAM TEYMUR OĞLU PİRMƏMMƏDOV, FƏRHAD VÜQAR OĞLU QULİYEV

Bakı Dövlət Universiteti

pirmamedov@yahoo.com, ferhadquliyev22081999@gmail.com

Bu işdə fiziki və həndəsi qeyri-xəttiliyi nəzərə alaraq qrunta basdırılmış düzxətli, qeyri-bərabər qalınlıqlı çubuğun parametrik rəqsləri araşdırılır. Məsələ variasiya üsulunun tətbiqi ilə həll edilir. Xarici mühitin təsirini nəzərə alaraq bu cür strukturların yüklənmə qabiliyyətini tam təsvir etmək üçün möhkəmliyin hesablanması tələb olunur. Pasternak modeli əsasında qrunnt effekti nəzərə alınır.

$$\bar{q}_z = \left(\bar{q} + \bar{q}_0 \frac{d^2}{dx^2} \right) W = kW$$

burada $k = \bar{q} + \bar{q}_0 \frac{d^2}{dx^2}$, W - çubuğun əyintisidir.

Bu tip məsələnin həlli riyazi çətinlik yaradır, bina və tikililərin inşası məsələlərində, zəlzələlərdən mühafizə problemlərində dinamiki təsirlərin nəzərə alınması ilə bu çətinlik daha da kəskinləşir. Bu vəziyyətdə variasiya prinsiplərindən istifadə etmək daha məqsədəuyğun görünür. Variasiya üsulunun tətbiqi yalnız ədədi hesablamaların əlverişliliyi ilə deyil, həm də nazik divarlı konstruksiyalar nəzəriyyəsini əldə etmək imkanı ilə diktə edilir.

Tutaq ki, bizə qalınlığı $2h$ və uzunluğu l olan düzxətli çubuq verilmişdir. Bu halda çubuğun ucuna bərabər paylanmış yük təsir edir:

$$p = p_0 + p_1 \sin \omega_1 t$$

burada p_0 -orta və ya əsas yük, ω_1 -onun dəyişmə tezliyidir. Çubuğun parametrik rəqslərini öyrənmək üçün variasiya prinsipindən istifadə edəcəyik. Baxılan məsələyə gəldikdə isə müvafiq funksional aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\begin{aligned} J = \int_{t_1}^{t_2} & \left\{ -2h\dot{p} \frac{\partial \dot{W}}{\partial x} \frac{\partial W}{\partial x} + \dot{M} \frac{\partial^2 \dot{W}}{\partial x^2} + hp \left(\frac{\partial \dot{W}}{\partial x} \right)^2 - \frac{1}{8h^2} \left(\frac{4hp^2}{E_0} + \right. \right. \\ & + \frac{12\dot{p}}{E_1 h} \dot{M} + \frac{9}{h^4} \frac{1}{E^2} \dot{M}^2 \left. \right) + \frac{1}{2h} \dot{p}^2 \left[\int_0^t [K_0(t-\tau)(-2ph) + \right. \\ & + \frac{3}{h^2} K_1(t-\tau)M] d\tau \left. \right] - \frac{3}{h^4} \dot{M} \left[\int_0^t [K_1(t-\tau)(-2ph) + \right. \\ & + \frac{3}{h^2} K_2(t-\tau)M] d\tau \left. \right] - \frac{1}{2} \rho_0 \left(\frac{\partial \dot{W}}{\partial x} \right)^2 \left. \right\} dx dt + \end{aligned}$$



$$+ \int_{t_1}^{t_2} \int_0^l k \frac{W^2}{2} dt dx \quad (1)$$

(1) funksionalında $\dot{M}$, $\dot{W}$ -dəyişən kəmiyyətlərdir. Ritç metodundan istifadə edərək dəyişənlər üçün ifadəni aşağıdakı kimi qəbul edirik:

$$W = \sin \frac{\pi x}{l} (W_0 \cos \omega t + W_1 \sin \omega t)$$

$$M = \sin \frac{\pi x}{l} (M_0 \cos \omega t + M_1 \sin \omega t)$$

Sonuncu ifadələr üçün sərhəd şərtləri aşağıdakı kimi olur:

$$x = 0, l \text{ də } W = 0 \text{ və } M = 0$$

Deməli (1) funksionalının stasionar qiymətinin tapılması aşağıdakı sistemdən müəyyən olunur:

$$\frac{\partial J}{\partial \dot{W}_0} = 0, \frac{\partial J}{\partial \dot{W}_1} = 0, \frac{\partial J}{\partial \dot{M}_0} = 0, \frac{\partial J}{\partial \dot{M}_1} = 0 \quad (2)$$

Variasiya prinsipi əsasında alınan sistemin həlli üçün başlanğıc şərtlər olaraq yük olmadıqda gərginliyin və əyilmənin olmaması halında sistemin həllinə baxaq. Sürüncəklik nüvəsini aşağıdakı kimi götürək:

$$K(z, t) = \frac{a}{E(z)} e^{-\beta t}$$

Ədədi hesablamaların asan olması üçün aşağıdakı ölçüsüz parametrlər daxil edilmişdir:

$$\omega = \omega_0 \beta; p_i = \tau_i E_x h^3; \frac{1}{E_i} = h^{i+1} \frac{1}{E_x} \cdot \frac{1}{l}, \beta_0 = \frac{a}{\beta}$$

Məsələnin parametrlərinin qiymətləri üçün ədədi hesablama aparılmışdır:

$$\alpha = -0,5, \beta_0 = 1, k = 2,4 \frac{N}{m^3}, \tau_0 = 0,03$$

$$E_x = 2 \cdot 10^{10} \frac{N}{m^3}, h = 10 \text{ mm}, l = 3 \text{ m}$$

Ədəbiyyat

1. Пастернак П.Л. Основы нового метода расчета фундаментов на упругом основании при помощи двух коэффициентов постели. Москва, Стройиздат, 1954, 56с.
2. Ализаде А.Н., Амензаде Р.Ю. Вариационный принцип нелинейно – вязкоупругости с учетом геометрической нелинейности. ДАН СССР, т.230, №6, 1976, с.1303-1305.