



SIXILMAYAN MAYE İLƏ DOLU ÖZLÜ-ELASTİKİ BORUDA DALĞA MƏSƏLƏSİNİN TƏDQIQI

MÜSRƏDDİN MUSA OĞLU TAĞIYEV, SƏBİNƏ NEMƏT QIZI MƏHSİMOVA,
SƏBİNƏ TAMİRLANOVNA KAZIXANOVA

Bakı Dövlət Universiteti
tagiyev.misir@gmail.com, sabina.mahsimova@gmail.com

Özlü-elastiki boruda yerləşən dispers özlü mayedə yayılan kiçik amplitudla dalğalar haqqında hidroelastiklik məsələsinə baxılmışdır və dispers özlü mayelerin dalğavari hərəkətinin nəzəri tədqiqatı verilmişdir. Fərz olunur ki, maye sıxılmayandır, dispersdir, maye və hissəciklərin sürətləri eynidir. Qatışıq üçün ümumi ortalaşdırılmış sıxlıq verilir. Həmçinin borunun ətraf mühitlə sərt bağlandığı və ona görə də onun(borunun) divarlarının ox boyu hərəkətinin mümkünsüzlüyü fərz olunur. Baxılan işdə hidroelastikliyin tənliklər sistemi

$$\frac{\partial W}{\partial t} + \frac{R}{2} \cdot \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial x} = 0, \quad (1.1)$$

kəsilməzlik tənliyindən [1],

$$\frac{\partial \mathcal{G}}{\partial t} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{8\mu}{\rho R^2} = 0, \quad (1.2)$$

sıxılmayan özlü mayenin hərəkət tənliyindən və

$$P = \frac{h}{R^2} E^\vee W, \quad (1.3)$$

uzun dalğalar üçün borunun hal tənliyindən ibarətdir [2]. Borunun divarının özlü-elastiki xassələri Y. N. Robotnovun xətti irsi elastiklik nəzəriyyəsi ilə təsvir olunur [3]:

$$E^\vee W = E \left\{ W - \int_{-\infty}^t \Gamma(t-\tau) W(\tau) d\tau \right\} \quad (1.4)$$

burada $W(x, t)$ qalınlıqlı, R radiuslu borunun radial yerdəyişməsi, $v(x, t)$ – maye axınının ortalaşdırılmış sürəti, $P(x, t)$ – hidrodinamik təzyiq, ρ – mayenin ortalaşdırılmış sıxlığı, E – borunun ani elastiklik modulu, $\Gamma(t-\tau)$ – relaksasiya nüvəsinin fərqidir, μ isə dinamik özlülük əmsalıdır. Qeyd edək ki, dinamik özlülük əmsalının faza konsentrasiyasından asılılığı aşağıda verilmişdir. (1.1)-(1.4) tənliklər sistemindən $\mathcal{G}$ və P – ni yox etsək və dayaq sürəti üçün $c_0 = \sqrt{Eh/(2\rho R)}$ işarələməsi daxil etsək, sadə hesablamalardan sonra $W(x, t)$ funksiyasına nəzərən dinamik sistemi tam təsvir edən aşağıdakı integro-diferensial tənliyi alarıq:

$$\frac{\partial^2 W(x, t)}{\partial x^2} - \int_{-\infty}^t \Gamma(t - \tau) \frac{\partial^2 W(x, t)}{\partial x^2} d\tau - \frac{8\mu}{\rho R^2 c_0^2} \frac{\partial W(x, t)}{\partial x} - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 W(x, t)}{\partial x^2} = 0. \quad (1.5)$$

(1.5)-in həllini aşağıdakı şəkildə yazmaq:

$$W(x, t) = \sum_{s=1}^s y_s(x) \exp(i s \omega t), \quad (1.6)$$

burada $y_s(x)$ axtarılan funksiya, ω – verilən dairəvi tezlik, s – harmonik ədəddir.

Əgər (1.5)-(1.6)-dan istifadə edərək, müəyyən çevrilmədən sonra s – inci harmoniya üçün aşağıdakı münasibəti alırıq:

$$y_s'' + \delta_s^2 y_s = 0, \quad (1.7)$$

burada

$$\delta_s^2 = s \cdot \frac{\omega}{c_0^2} \left(\omega s - i \frac{8\mu}{\rho R^2} \right) (1 - \alpha_s)^{-1}. \quad (1.8)$$

Bizi mayenin qeyri-bircinsliyinin təsiri maraqlandırdığından $\alpha_s = 0, s = 1$ götürək. Bu halda (1.7) və (1.8) tənlikləri kifayət qədər sadələşir və sonrakı analiz üçün daha anlaşılqılı şəkllə gəlir. Onda

$$y'' + \delta^2 y = 0 \quad (1.9)$$

burada

$$\delta^2 = \frac{\omega}{c_0^2} \left(\omega - i \frac{8\mu}{\rho R^2} \right). \quad (1.10)$$

(1.9) tənliyinin ümumi həlli aşkarı şəkildə yazılır:

$$y = A e^{-i \delta x} + B e^{i \delta x}, \quad (1.11)$$

burada A və B inteqrallama sabitləridir. Sərhəd şərtlərindən istifadə edərək A və B inteqrallama sabitlərini təyin edirik. (1.6)-dan çıxır ki,

$$W(x, t) = \{A e^{-i \delta x} + B e^{i \delta x}\} \exp(i \omega t), \quad (1.12)$$

$$P(x, t) = \frac{hE}{R^2} \{A e^{-i \delta x} + B e^{i \delta x}\} \exp(i \omega t). \quad (1.13)$$

Aparılmış ədədi hesabat əsasında aşağıdakı nəticələri söyləmək olar:

-Axının sürətinin amplitudu və dalğanın sürəti, φ artdıqca azalır.

-Qatılıqdan daha güclü asılılıq δ_1 sönmə əmsalında müşahidə olunur.

Ədəbiyyat

1. Вольмир А.С. Оболочки в потоке жидкости и газа. Задачи гидроупругости. М.: Наука, 1979, 320 с.
2. Амензаде Р. Ю., Гийасбейли Э. Т. Волны в вязкой жидкости, заключенной в вязко-упругую трубу. Доклады НАН, 2002, т. LVIII, №3-4, с. 64-72.
3. Работнов Ю.Н. Элементы наследственной механики твердых тел. М.: Наука, 1977, 383с.