

SUYUQLIKLI QOVUSHOQ - ELASTIK QOBIQGA QUVUR TO'LIQININI TARQALISHI XUSUSYATLARI

M. Choriyev¹, Q.X. Bektoshev², S.I. Xurramov³

¹Toshkent kimyo-texnologiya instituti "Oliy matematika" kafedrası katta o'qituvchisi, f.-m.b.f.d.
(PhD)

^{2,3}Toshkent amaliy fanlar universiteti "Raqamli va fundamental fanlar" kafedrası katta
o'qituvchisi

¹E-mail: choriyevm56@gmail.com

²E-mail: kuvan.bektoshev.73@mail.ru

³E-mail: khurramov86sh@gmail.com

Annotatsiya: Bu ishda cheksiz uzun suyuqlikli silindrik qobiqlarga quvur to'liqlarini tarqalishi masalasi ko'rib chiqiladi. Suyuqlik ideal siqiladigan va quvur qovushoq - elastik elastik jism deb olingan. Quvurning harakat differensial tenglamalari Nyutonning ikkinchi qonunidan foydalanib olingan. Quvur to'liqini tezliginig analitik ifodasi topildi.

Аннотация: В данной работе рассматривается вопрос о распространении трубчатых волн на бесконечно длинные жидкие цилиндрические оболочки. Жидкость считается идеально сжимаемым, а трубопровод - упругим упругим телом. Дифференциальные уравнения движения трубы получены с помощью второго закона Ньютона. Найдено аналитическое выражение скорости волны трубы.

Annotation: In this work, the question of the propagation of pipe waves into cylindrical shells with infinitely long liquids is curbed. The fluid is ideally compressible and the tube is taken to be a brown - elastic elastic body. The differential equations of motion of the tube were derived using Newton's second law. Pipe wave speedinig analytical expression found.

Kalit so'zlar: quvur, suyuqlik, differensial tenglama, Nyutonning ikkinchi qonuni, to'liqin tezligi.

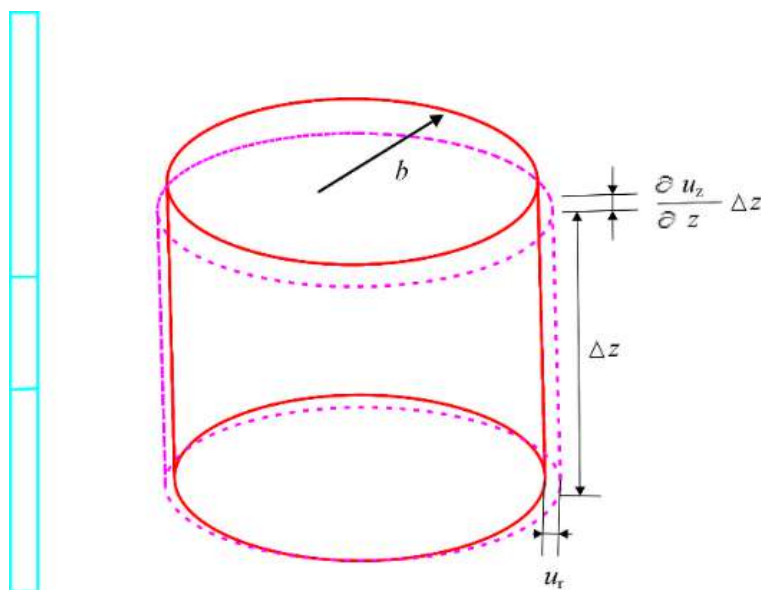
Ключевые слова: труба, жидкость, дифференциальное уравнение, второй закон Ньютона, скорость волны.

Keywords: pipe, fluid, differential equation, Newton's second law, wave speed.

Masalani qo'yilishi va yechish metodikasi

Cheksiz uzun suyuqlikli quvurlarga gidro to'liqin yoki quvur to'liqini deb nomlangan to'liqlar tarqaladi, bu quyidagi adabiyotlarda keltirilgan [1,2].Buning uchun 1-rasimda keltirilgan hisob

sxemasidan foydalanamiz. Bu quvur kichik diametirli bo'lishini e'tiborga olsak harakatning bir yo'nalishda bo'lishi ham kelib chiqadi.



1-rasm. Quduqdagi suyuqlikning elementar hajmini o'zgarishi (u_r va u_z - mos ravishda radial va o'q bo'yicha ko'chishi)

U holda harakat $p(z, t)$, $u(z, t)$ mos ravishda bosim va o'q bo'yicha ko'chish kattaliklari bilan xarakterlanadi. 1-rasmga keltirilganidek elementar hajm ajratib olinib N'yutonning 2-qonunidan foydalansak, quyidagi kurinishidagi differensial tenglamani olamiz

$$s_b \frac{\partial p_0}{\partial z} \Delta z = -\rho s_b \Delta z \frac{\partial^2 u_z}{\partial t^2}, s_b = \pi b^2, \quad (1)$$

bunda b - quvur yoki quduq radiusi, ρ - suyuqlik zichligi. Yuqorida keltirilgan (1) tenglama suyuqlikda to'liq tarqalishini ifodalovchi tenglama hisoblanadi. Geofizika sohasidagi adabiyotlarda bu to'liq chuqur o'rganilgan. (1) tenglama quyidagi ko'rinishni egallaydi

$$\frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} = \left[\rho \left(\frac{1}{B} + \frac{1}{M} \right) \right] \frac{\partial^2 u_z}{\partial t^2}, \quad (2)$$

yoki (2) dan

$$\frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} = \frac{1}{V_T^2} \frac{\partial^2 u_z}{\partial t^2},$$

bunda $V_T = \left[\rho \left(\frac{1}{B} + \frac{1}{M} \right) \right]^{-1/2}$ - quvur to'liqini qalin quvurga tarqalish tezligini ifodalaydi,

$$M = \frac{E(a^2 - b^2)}{2[(1 + \nu)(a^2 + b^2) - 2\nu b^2]},$$

a va b- quvurning mos ravishda ichki va tashki radiusi, V – Puasson koeffitsenti, E -Yung moduli, $B = \frac{15(1-\nu)}{7-5\nu}$. Agar quvurning geologik xossalari hisobga olinsa, u holda yuqorida keltirilgan formula quyidagi ko‘rinishni egallaydi:

$$M = \frac{E_0(a^2 - b^2)}{2[(1 + \nu(t))(a^2 + b^2) - 2\nu(t)b^2]} [1 - \Gamma_E], \Gamma_E = \Gamma_E^c + i\Gamma_E^s.$$

Demak, qovushqoq elastik muhit uchun quvur to‘lqini kompleks kattalik bo‘lib hisoblanadi. Haqiqiy qismi quvur to‘lqini tezligi bo‘lsa, mavhum qismi so‘nish tezligini ifodalaydi. Agar suyuqlik zarrachalari harakati (2) dan topilsa $v_z = f'(t - z / V_T)$ buladi, bosimi esa $p = \rho V_T f'(t - z / V_T)$.

Hisoblashlar natijasida ixtiyoriy o‘zgarmaslarni topish uchun bir jinsli algebraik tenglamalar sistemasini olamiz. Kompleks koeffitsiyentli bir jinsli algebraik tenglamani yechimi mavjud bo‘lishidan quyidagi ko‘rinishdagi chastota tenglamasini olamiz

$$D_n = xH_{n-1}[(n^2 - 1)yH_{n-1}(y) - (n^3 - n + n^2 / 2)H_n(y)] - \\ - H_n(x)[(n^3 - n + n^2 / 2)yH_{n-1}(y) - (n^2 + n - n^2 / 4)y^2H_n(y)] = 0,$$

bunda

$x = \omega a(\rho / (\lambda + 2\mu))^{1/2}$; $y = \omega a(\rho / \mu)^{1/2}$, λ va μ -Lame koeffitsiyentlari; ρ -material zichligi. Tenglama (2) ning yechimidan kelib chiquvchi dispersion tenglama ba’zi bir qiyin bo‘lmagan almashtirishdan so‘ng quyidagi ko‘rinishni egallaydi:

$$(n^2 - 1)F(x)F(y) - (y^2 / 2)F(x) + F(y) + n^2 - (n^2 - y^2 / 2)^2 = 0,$$

Bu yerda $F(x) = xH_n^{(1)}(x) / H_n(x)$, $n = 1, 2, 3 \dots$

Yuqorida keltirilgan chastota tenglamasi Myuller usulli bilan yechiladi [3]. Hisoblash natijalari $n \geq 0$ ($\nu = 0, 25$) ning turli qiymatlari 1-jadvalga keltirilgan.

1-jadval. Silindrik bo‘shlikni tebranishlar chastotasi

	$n=0$	$n=1$	$n=2$	$n=3$
	0,4529D+00 -i0,47651D+00	0,10927D+01 -i0,76538D+00	0,19075D+01 -i0,89782D+00	0,27565D+01 -i0,99155D+00
			0,28621D+00 -i0,17852D+00	0,72325D+01 -i0,32283D+01
			0,404607D+00 -i0,178552D+00	0,12307D+00 -i0,22283D+00

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki n ning ortib borishi bilan mos keluvchi chastotaning haqiqiy va mavhum qismi oshib borar ekan. Chastotani Puasson koeffitsienti $0 \leq V \leq 0.4$ oralig‘da uzgarishi kompleks chastotaning haqiqiy va mavhum qismi 27% gacha uzgartirar ekan. Agar $V=0,5$ bo‘lsa so‘nish koeffitsiyenti tabiiyki nolga teng bo‘ladi.

Xulosa

Qovushqoq - elastik silindrik bo‘shliq faza tezligini birinchi modasi, elastik bo‘shliq sirtida faza tezligini birinchi modasi bilan 4-5% farqi bilan usma- ust tushishi hamda faza tezliginig mavhum qismini o‘zgarishi parametrlarga bog‘liq monoton (o‘suvchi yoki kamayuvchi) bo‘lishi topildi.

Adabiyotlar

- [1]. Сафаров И.И., Тешаев М.Х., Болтаев З.И. О Распространении собственных волн в диссипативных слоистых цилиндрических телах. Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. Пермь, -2017.- Вып.1(36). -С.33-40
- [2]. Safarov I.I., Teshaev M.Kh., Boltaev Z.I. Distribution of harmonic waves in expansion plastic and cylindrical viscoelastic bodies. Open Science Publishing Raleigh, North Carolina, USA. - 2017. -218p.
- [3]. Safarov I.I., Teshaev M.Kh., Boltaev Z.I. Own Vibrations of Bodies Interacting with Unlimited Deformable Environment. Open Access Library Journal. 2018, Volume 5, e4432 Access Library Journal, 5: e4432. PP 1-22. <https://doi.org/10.4236/oalib.1104432>