

PARALLEL SILINDRIK BO'SHLIQLARDAGI GARMONIK TO'LQINLARNING YUKLANISHI

Zebo Tursinboyeva [0009-0008-3432-3664]

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Oliy matematika va axborot texnologiyalari" kafedrasida katta o'qituvchisi, E-mail: ztursinboyeva@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada muhit qovushqoq-elastiklik xususiyatiga ega bo'lganda o'qlari bir-biriga parallel bo'lgan silindrlarda garmonik to'lqin yuklanishi aniqlanadi. Olingan natijalar o'lchamsiz parametrlarga nisbatan olingan bo'lib, ishlab chiqilgan algoritim va dastur o'lchamli parametrlarni olganda ham, ishonchli natija beradi. Maqolada deformatsiyalanuvchi muhitda chekli sondagi o'qlari parallel quvurlarning tekis deformatsiya holatida muhitning qovushqoqligini hisobga olib, kuchlanishlar-deformatsiya holatini topish masalasi yechilgan.

Kalit so'zlar: muhit, to'lqin, qovushqoq-elastiklik, garmonik to'lqin, to'lqin yuklanishi, kontur kuchlanishlari, silindrik bo'shliq, deformatsiyalanuvchi muhit.

Аннотация. В данной статье описывается гармоническая волновая нагрузка в цилиндрах с осями, параллельными друг другу, когда среда обладает вязкоупругими свойствами. Полученные результаты относятся к безразмерным параметрам и дают достоверный результат, даже когда разработанный алгоритм и программа берут размерные параметры. В статье решена задача нахождения напряженно-деформированного состояния в деформируемой среде с учетом вязкости в случае конечного числа осе параллельных труб, претерпевающих плоскую деформацию.

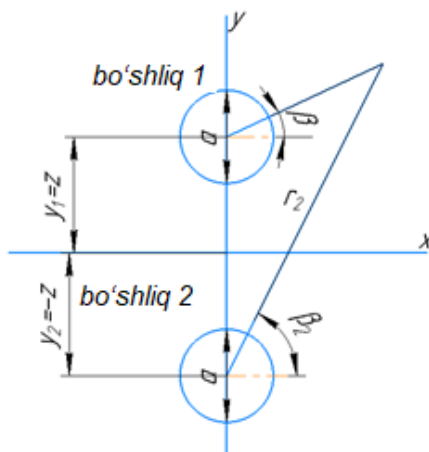
Ключевые слова: среда, волна, вязко упругость, гармоническая волна, волновая нагрузка, контурные напряжения, цилиндрическая полость, деформируемая среда.

Abstract. This paper describes harmonic wave loading in cylinders with axes parallel to each other when the medium has viscoelastic properties. The results obtained relate to dimensionless parameters and give reliable results, even when the developed algorithm and program take dimensional parameters. The paper solves the problem of finding the stress-strain state in a deformable medium taking into account viscosity in the case of a finite number of axially parallel tubes undergoing plane deformation.

Keywords: environment, wave, viscous elasticity, harmonic wave, wave load, contour stresses, cylindrical cavity, deformable environment.

Kirish

Parallel silindrik bo'shliqlardagi garmonik to'lqinlarning yuklanishi misol tariqasida 1-rasmda tasvirlangan o'qlari bir-biriga parallel bo'lgan silindrlarda garmonik to'lqin yuklanishini ko'ramiz. Buning uchun 1-rasmda keltirilgan ba'zi munosabatlarni keltiramiz.



1-rasm. Muhitdagi ikkita silindrik bo'shliqning sxemasi.

Yechiladigan masalaning hisob sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Muhit qovushqoq-elastiklik xususiyatiga ega bo'lsin.

Uslubiyat

Sxemada ikkita silindrik bo'shliqlar orasidagi masofa $2Z$ ga teng. Silindrik bo'shliqlarning radiuslari a ga teng. $r_s = \sqrt{x^2 - (y - y_s)^2}$, bunda, y_s - koordinata boshidan s-bo'shliq markazigacha bo'lgan masofa. Quyidagi munosabatlar o'rinli bo'ladi: $y_1 = Z$ va $y_2 = -Z$ (1-rasm). Bulardan tashqari,

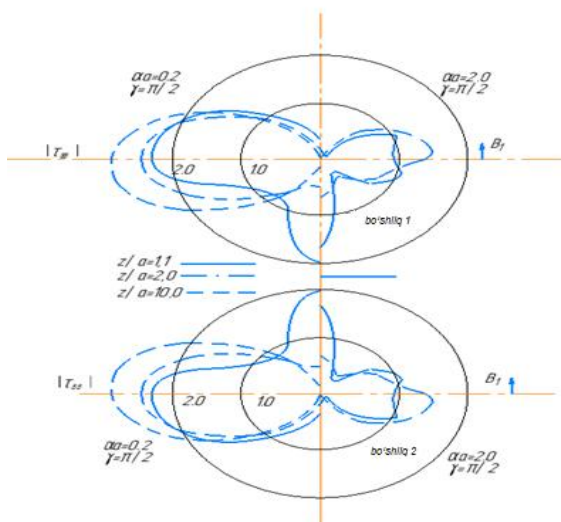
$$r_{12} = r_{21} = 2Z, \theta_{12} = -\pi/2, \theta_{21} = \pi/2.$$

Tushadigan to'lqin uchun $r_{01} = Z, \theta_{01} = \pi/2$, xuddi shunday

$$\omega r_{01} \cos(\theta_{01} + \gamma) / c_p = -\alpha Z \sin \gamma, r_{02} = -Z,$$

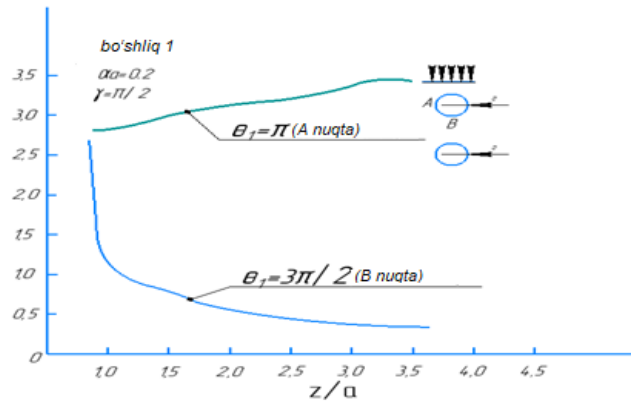
$$\theta_{02} = -\pi/2, \alpha r_{02} \cos(\theta_{02} + \gamma) = -\omega Z \sin \gamma / c_p.$$

Sonli natijalar ShKda olindi. To'lqin soni αa , bo'shliqlar orasidagi masofa Z/a va γ orasidagi munosabatlarga bog'liq muhitning kuchlanishlar-deformatsiya orasidagi bog'lanishini topish masalasi, asosiy masala hisoblanadi [1,2].



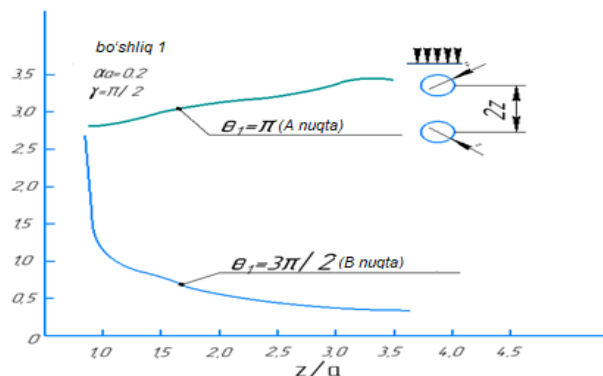
2-rasm. Silindrik bo'shliqlardagi maksimal normal kuchlanishlar epyurasi.

Bunda muhitning qovushqoqligini ifodalovchi uch parametrli kuchsiz singulyar yadro parametrlari quyidagicha topiladi (Koltunov-Rjanisen): $R(t) = Ae^{-\beta t}/t^{1-\alpha}$, $A = 0,048$; $\beta = 0,05$; $\alpha = 0,1$. Puasson koeffitsienti $\nu = 0,25$ bo'ladi. Mustahkamlanmagan silindrik bo'shliq maksimal kuchlanishi kontur kuchlanishi bo'lib, ular o'lchamsiz parametrlarda topiladi. Buning uchun, kuchlanishlar tushadigan to'lqin amplitudasiga bo'lib olinadi $\sigma_0 = -(\lambda + 2\mu)\alpha^2\phi_0$. Bu, kuchlanish tushadigan to'lqinning maksimal bosh kuchlanishini beradi. Ko'p hollarda kuchlanishlar konsentratsiyasi $r = a$ da $\bar{\sigma}_{\theta\theta} = \sigma_{\theta\theta}/\sigma_0$ topiladi. Kuchlanishlar konsentratsiyasi $\bar{\sigma}_{\theta\theta} = \sigma_{\theta\theta}/\sigma_0$ absolyut qiymatini m-ning turli soni uchun to'lqin sochilishi (rasseyaniya) natijalari olinib, solishtiriladi. Misol tariqasida $m=2,3..M_0$. Agar $\lambda \gg 2Z$ va $m \geq 3$ bo'lsa, u holda ($Z/a > 1$) yechimni ifodalovchi cheksiz hadli qatorlar sekin yaqinlashuvchi bo'ladi. 2-rasmda bir-biriga parallel mustahkamlanmagan bo'shliq uchun kuchlanishlar konsentratsiyasining tarqalish epyurasi bo'shliqlar orasidagi masofaga va to'lqin soniga bog'liq keltirilgan.



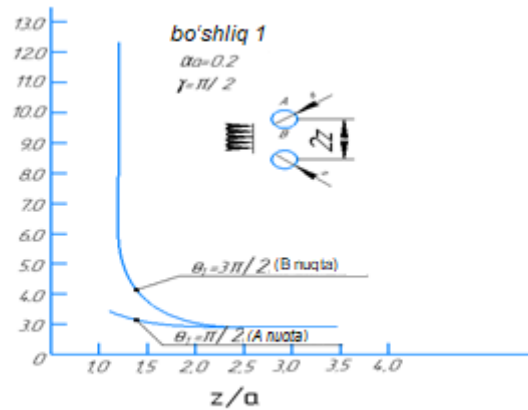
3a-rasm. Silindrik bo'shliqlardagi maksimal kontur kuchlanishlarining to'liq soniga bog'liq o'zgarishi.

Ko'rinib turibdiki, to'liq sonining kichik qiymati $\alpha a = 0.2$ da birinchi va ikkinchi bo'shliqlarda kontur kuchlanishlar amplitudasining tarqalishi simmetrik bo'lib, statik kuchlanganlik holatidan 2.5 marotabadan ko'proq bo'lar ekan. Kichik to'liq soni uzun to'liq (seysmik to'liq)ga mos keladi. Z/a parametrning oshib borishi, kontur kuchlanishi maksimal amplitudasini oshirishga sabab bo'lar ekan. Z/a parametrning oshishi bilan kuchlanishlar amplitudasining oshish tempi kamayib boradi. Birinchi va ikkinchi mustahkamlanmagan bo'shliqdagi maksimal kontur kuchlanishlar amplitudasining Z/a parametrlarga bog'liq o'zgarishi 3 a,b-rasmlarda keltirilgan. Ko'rinib turibdiki, kontur kuchlanishlarning o'zgarish xarakteristikalarini birinchi va ikkinchi silindrlar bilan qariyb bir xil ekan. Boshqa tomondan to'liq yuklanish yo'nalishi ham kuchlanishlarning taqsimlanishida katta rol o'ynar ekan. Yuqorida keltirilgan Z/a parametrlarning oshishi kuchlanishlarni asimptotaga yaqinlashishga olib kelar ekan.

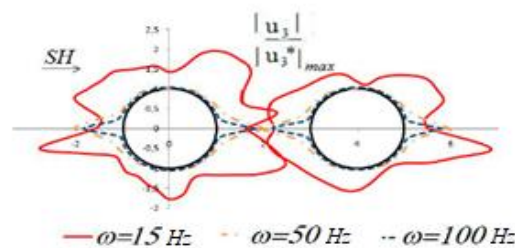


3b-rasm. Silindrik bo'shliqlardagi maksimal kontur kuchlanishlarining to'liq soniga bog'liq o'zgarishi.

Xuddi shunga o'xshash natijalar garmonik to'liq yuklanishlar amplitudasi boshqa yo'nalishda bo'lganda, kontur kuchlanishlar amplitudasining bir necha barobar oshishiga sabab bo'ladi (4-rasm). Masalan, $Z/a = 1.5$ bo'lganda, $\bar{\sigma}_{\theta\theta} = 1.7$ ga teng. Ikkinchi holatda esa $\bar{\sigma}_{\theta\theta} = 3.6$ ga teng bo'ladi. Xuddi shunday to'liq tushish burchagi γ ham bog'liq bo'ladi. Kuchlanishlar deformatsiya holati tushish burchagiga bog'liq o'zgaradi [3,4].

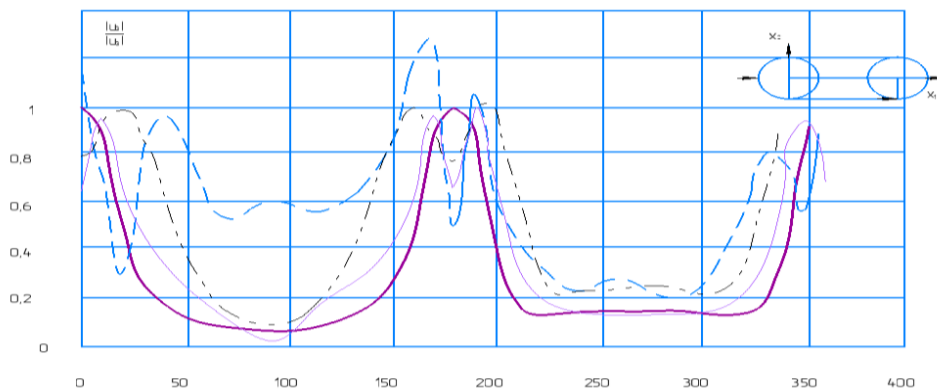


4-rasm. Silindrik bo'shliqlardagi kontur kuchlanishlarining to'liq soniga bog'liq o'zgarishi.



5-rasm. Silindrik bo'shliqlar konturidagi ko'chishlarning chastotaga bog'liq o'zgarishini ifodalovchi epyura.

Ko'rinib turibdiki, 5-rasmda silindrik bo'shliqlar konturidagi ko'chishlarning chastotaga bog'liq o'zgarishini ifodalovchi epyura keltirilgan.



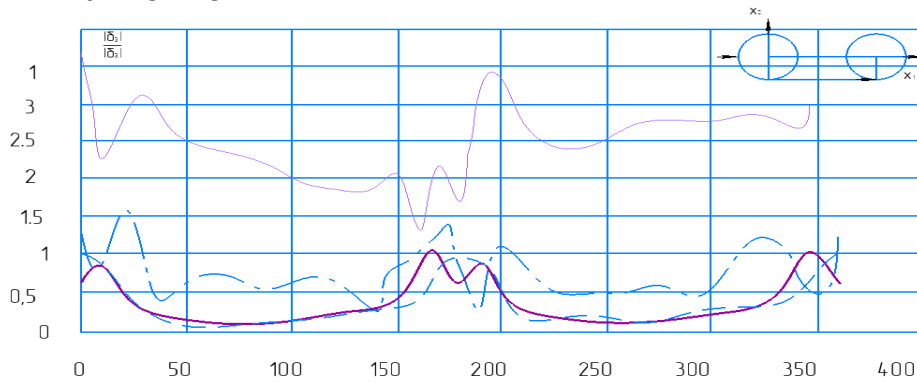
6a-rasm. Mustahkamlangan silindrik bo'shliqlardagi normal ko'chishlar amplitudasining kontur bo'yicha o'zgarishi (birinchi silindr).

1. $\alpha a = 0.1$ ($R_E \neq 0$); 2. $\alpha a = 0.1$; $R_E = 0$ 3. $\alpha a = 1.5$; $R_E \neq 0$ 4. $\alpha a = 1.5$; $R_E = 0$ (P)

Natijalar

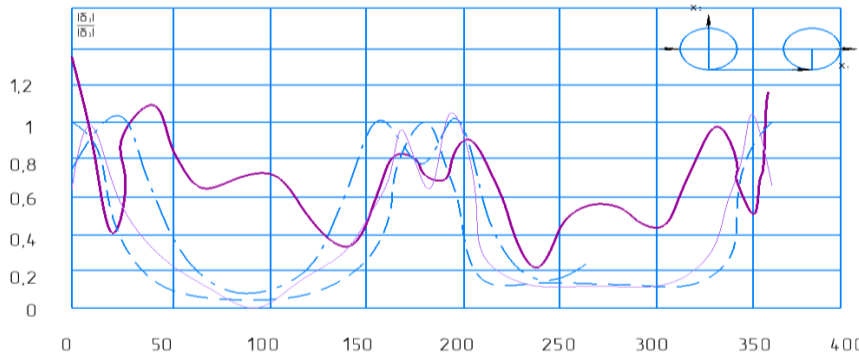
Kuchlanishlarning eng yuqori konsentratsiyasi $\omega = 15$ Hz bo'lganda kuzatiladi. Eng katta kuchlanishlar to'liq tushish "yorug'lik" tomonida, nisbatan kam kuchlanishlar esa

to'liqining "soya" tomonida bo'ladi. Chastotaning oshib borishi bilan kuchlanish qiymatlari pasayish tendensiyasiga ega.



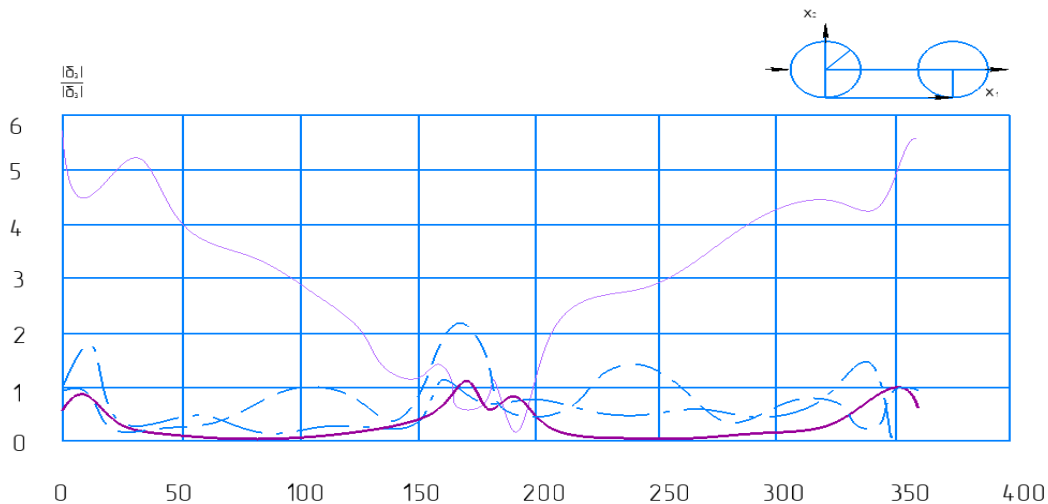
6b-rasm. Mustahkamlangan silindrik bo'shliqlardagi kontur kuchlanishlar amplitudasining kontur bo'yicha o'zgarishi (birinchi silindr).

1. $\alpha a = 0.1$ ($R_E \neq 0$); 2. $\alpha a = 0.1$; $R_E = 0$ 3. $\alpha a = 1.5$; $R_E \neq 0$ 4. $\alpha a = 1.5$; $R_E = 0$ (P)



6s-rasm. Mustahkamlangan silindrik bo'shliqlardagi normal ko'chishlar amplitudasining kontur bo'yicha o'zgarishi (ikkinchi silindr).

1. $\alpha a = 0.1$ ($R_E \neq 0$); 2. $\alpha a = 0.1$; $R_E = 0$ 3. $\alpha a = 1.5$; $R_E \neq 0$ 4. $\alpha a = 1.5$; $R_E = 0$ (P)



6d-rasm. Mustahkamlangan silindrik bo'shliqlardagi kontur kuchlanishlar amplitudasining kontur bo'yicha o'zgarishi (ikkinchi silindr).

1. $\alpha a = 0.1$ ($R_E \neq 0$); 2. $\alpha a = 0.1$; $R_E = 0$ 3. $\alpha a = 1.5$; $R_E \neq 0$ 4. $\alpha a = 1.5$; $R_E = 0$ (P)



Xulosa

Olingan natijalarga saosan 6-rasmda bir-biriga parallel 2 ta silindrik qobiqda garmonik to'liqlar tushishi natijasida hosil bo'lgan kuchlanish va ko'chishlarning birinchi va ikkinchi qobiq konturi bo'yicha o'zgarishi keltirilgan. Yuqoridagi rasmlardan ko'rinib turibdiki, kontur nuqtalarining normal (radial) ko'chishi va silindrik qobiqda hosil bo'ladigan qontur kuchlanishlari to'liqlarning tushish burchagi, to'liq uzunligi, muhitning qovushqoqlik parametrlariga va shu bilan birga qobiqlar orasidagi masofaga bog'liq ham bo'lar ekan. Olingan natijalar o'lchamsiz parametrlarga nisbatan olingan. Ishlab chiqilgan algoritmi va dastur o'lchamli parametrlarni olganda ham, ishonchli natija beradi. Bunda, asosan, deformatsiyalanuvchi muhitda chekli sondagi o'qlari parallel mustahkamlangan (yoki mustahkamlanmagan) quvurlarning tekis deformatsiya holatida muhitning qovushqoqligi olinib, kuchlanishlar-deformatsiya holatini topish masalasi yechilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- [1]. Avliyakov N.N., Safarov I.I. Современнее задачи статике и динамике подземных трубопроводов. Ташкент, Фан ва технология. 2007. 306 с.
- [2]. Алечин В. В. [и др.] Численный анализ прочности подземных трубопроводов. М.: Изд-во Едиториал УРСС, 2003. 320 с.
- [3]. Karimov I, Tursinboyeva Z, Ismoilova Z. Features of interaction of the construction works with a layered base under the influence of seismic loads. E3S Web of Conferences Volume 417, 06002, 2023, III International Conference on Geotechnology, Mining and Rational Use of Natural Resources (GEOTECH-2023)
- [4]. Гречневиков К.В. Распространение осесимметричных волн на поверхности цилиндрической полости в упругой среде // К.В. Гречневиков, Г.П. Жабко // Письма в ЖТФ. – 2013. – том 39, вып. 24.– С. 55-62.