

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

10-ї Міжнародної науково-технічної конференції

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**



20-22 листопада 2024 року, м. Харків

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF RAILWAY TRANSPORT

**Тези доповідей 10-ої Міжнародної
науково-технічної конференції**

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

Abstracts of the 10th International Scientific and Technical Conference

**«RELIABILITY AND DURABILITY OF RAILWAY TRANSPORT
ENGINEERING STRUCTURES AND BUILDINGS»**

Харків 2024

Kharkiv 2024

10-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 20-22 листопада 2024 р.: Тези доповідей. - Харків: УкрДУЗТ, 2024. - 225 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та будівельної галузі за трьома напрямками: залізниці, автомобільні дороги, промисловий транспорт і геодезичне забезпечення; будівельні конструкції, будівлі та споруди; будівельні матеріали, захист і ремонт конструкцій та споруд.

10th International Scientific and Technical Conference "Reliability and durability of railway transport engineering structures and buildings" Kharkiv, November 20-22, 2024: Abstracts. - Kharkiv: UkrSURT, 2024. - 225 p.

The proceedings include abstracts of presentations by researchers from higher education institutions in Ukraine and other countries, as well as representatives of enterprises in the transport and construction industries. The topics are organized into three main areas: railways, highways, industrial transport, and geodetic support; building structures, buildings, and facilities; and construction materials, including the protection and repair of structures and facilities.

© Український державний університет залізничного транспорту, 2024

© Ukrainian State University of Railway Transport, 2024

після релаксації напружень в елементах тяжів, яке необхідно здійснювати періодично на протязі експлуатації будівлі. Рекомендації...[3] пропонують тільки конструктивне вирішення напружених металевих поясів без наведення прикладу розрахунку і урахування характеру нерівномірних деформувань основ, ступеня пошкоджень чи руйнування фундаментів і стін будівлі (споруди), технології їх улаштування.

На Кафедрі будівництва і цивільної інженерії Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» розроблена методика, яка допомагає запроєктувати і сконструювати тяжі й опорні елементи залежно від характеру руйнування та об'ємно-планувального і конструктивною вирішення будівлі (споруди), яка враховує технологію їх улаштування і використання на протязі експлуатації. Так, науково-педагогічними працівниками кафедри на протязі років за допомогою розробленої методики були виконані проекти підсилення напруженими поясами несучих стін наступних будівель, які зазнали нерівномірних деформувань основ: лікувального корпусу санаторію «Полтава» та корпусу №5 санаторію «Хорол» санаторно-курортного комплексу «Миргород»; будівель Полтавської кондитерської фабрики по вул. Спаській, 10; складу готової продукції Полтавського лікero-горілчаного заводу; гуртожитку №2 Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка; будівлі КЗ «Полтавська загально-освітня школа I-III ступенів №11 Полтавської міської ради» та інших виробничих будівель і споруд.

[1] ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 02.07.2016 р. №213, чинні з 01.04.2017 р.– К., ДП «УкрНДНЦ», 2017.– 44 с.

[2] ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій і основ будівель і споруд.–Затв. наказом Мінрегіону від 24.06.2016 № 182, чинний з 01.04.2017. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017.- 68 с.

[3] Рекомендації щодо посилення кам'яних конструкцій будівель та споруд/ЦНДІБК ім. Кучеренко, 1984. - 36 с.

UDC 624.046.3

ABOUT DYNAMIC CALCULATION OF CIRCULAR SOLID PLATES ON AN INHOMOGENEOUS ELASTIC FOUNDATION

*Sc.D. (Tech.), Yu.S. Kruti¹, PhD (Tech), A.O. Perperi¹,
Post. grad., D.V. Velychko¹,*

¹Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture (Odesa)

The authors investigated the problem of free symmetric vibrations of circular solid plates with constant cylindrical stiffness D resting on a heterogeneous elastic foundation (Fig. 1). The relevance of such studies is emphasized in a significant number of modern publications, among which [1] is of special note.

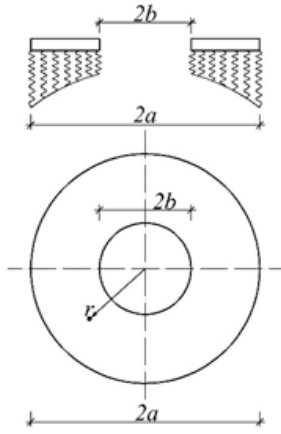


Fig. 1. Annular plate on an inhomogeneous elastic foundation

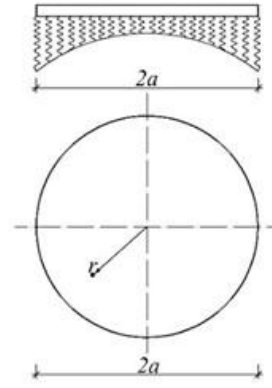


Fig. 2. Circular solid plate on an inhomogeneous elastic foundation

Winkler hypothesis is adopted for an elastic foundation, wherein the reaction force of the foundation $R(r,t)$ under the plate and the dynamic deflection $W(r,t)$ are linked by the equation $R(r,t) = -k(r)W(r,t)$, where $k(r)$ – variable subgrade modulus.

The corresponding differential equation of the plate vibrations can be expressed as

$$D \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left\{ r \frac{\partial}{\partial r} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial W}{\partial r} \right) \right] \right\} + k(r)W + \rho h \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = 0,$$

where ρ – the mass density of the material, h – plate thickness.

The exact solution to this equation was established in [2]. As a result, the closed form of the calculation formulas for the parameters of plate free vibrations are presented there. Following the exact solution, the authors of this publication developed an analytical method for calculating the vibrations of solid circular and annular plates when the subgrade modulus is defined by any continuous function. The corresponding program code was created to implement the developed method. Thus, it is possible to compute the symmetrical vibrations of plates in the program mode.

The authors carried out a series of calculations to determine the natural frequencies and shapes of symmetric vibrations for solid circular and annular plates with different variants of boundary conditions and with different variable subgrade modulus.

Example. The calculation results for a concrete solid plate with a fully fixed contour. The subgrade modulus varies according to a linear law

$$k(r) = k(0) \cdot \left(1 - \frac{r}{a} \right)^2.$$

Input data for the calculation: $\rho = 2500 \text{ kg / m}^3$; $E = 290 \text{ GPa}$; $\mu = 0,16$; $a = 0,6 \text{ m}$; $h = 0,2 \text{ m}$; $k(0) = 6 \cdot 10^3 \text{ kN / m}^3$.

Table 1 shows the calculation results obtained from the authorial method (AM) and the approximate finite element method (FEM) using LIRA-SAPR software package. Since the authorial method of calculation is based on the exact solution of the corresponding differential equation, the obtained numerical results can be interpreted as accurate. Comparison of the results makes it possible to determine the relative error of the finite element method calculations for the example in question.

Table 1 – Free vibration frequencies of the plate ω , rad/s

Mode №	AM	FEM	Relative error, %
1	7220,555667	6879,278320	4,726469
2	28110,283970	26766,589844	4,780080
3	62978,890206	59928,503906	4,843506
4	111804,747592	106336,960938	4,890478
5	174584,377116	165970,890625	4,933710

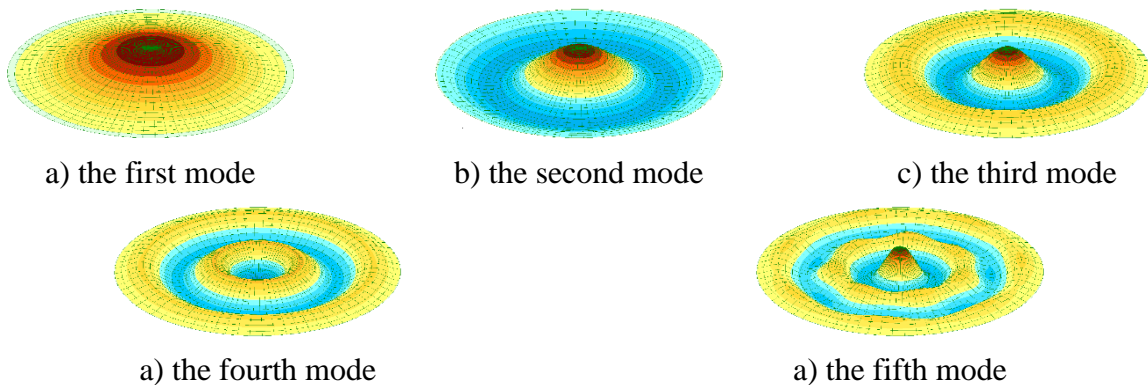


Fig. 3. The first five symmetric vibration modes

In conclusion it can be stated that a new analytical method for calculating the vibrations of solid circular and annular plates resting on an inhomogeneous continuous elastic Winkler foundation exists. In this case the subgrade modulus which actually describes the nature of the elastic foundation inhomogeneity can be set by any continuous function.

[1] Foyouzat M. A., Mofid M., Akin J. E. Free vibration of thin circular plates resting on an elastic foundation with a variable modulus. *Journal of Engineering Mechanics*. 2016. 142(4). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EM.1943-7889.0001050](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EM.1943-7889.0001050)

[2] Krutii Y., Surianinov M., Osadchiy V., Kolomiichuk V. Development of analytical calculation method for axisymmetric oscillations of circular and annular plates on variable Winkler elastic foundation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. 1164(1), 012056. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1164/1/012056>