

**МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ - 2023»
до 145-річчя від дня народження С.П.Тимошенка**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
«ACTUAL PROBLEMS OF MECHANICS - 2023»
to the 145th anniversary of the birth of S.P. Timoshenko**

14 - 16 листопада, 2023

МАТЕРІАЛИ ДОПОВІДЕЙ



Київ, Дніпро, Львів, Харків — 2023

**Міжнародна наукова конференція
“Актуальні проблеми механіки”
до 145-річчя від дня народження С.П. Тимошенка**

Організатор конференції

Інститут механіки імені С.П. Тимошенка НАН України

Співорганізатори конференції:

Національний комітет України з теоретичної і прикладної механіки
Інститут геотехнічної механіки імені М.С. Полякова НАН України
Інститут технічної механіки НАН України і ДКА України
Інститут гідромеханіки НАН України
Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України
ДП “Конструкторське бюро “Південне” імені М.К. Янгеля”
Інститут прикладних проблем механіки і математики імені Я.С.Підстригача НАН України
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
НТУУ “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”
Національний транспортний університет України
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ (Україна)

Співголови:

Богданов В.Л., Назаренко В.М.

Учений секретар оргкомітету

Стеблянюк П.О.

Члени організаційного комітету:

Гузь О.М., Галішин О.З., Голуб В.П., Григоренко О.Я., Камінський А.О., Карнаухов В.Г., Кирилюк В.С., Кубенко В.Д., Луговий П.З., Мартинюк А.А., Рушицький Я.Я., Чернищенко І.С.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Співголови:

Богданов В.Л., Назаренко В.М. (Україна)

Члени програмного комітету:

Акбаров С. (Туреччина; Азербайджан), Альтенбах Х. (Німеччина), Амабілі М. (Канада), Бобир М.І. (Україна), Булат А.Ф. (Україна), Воропасв Г.О. (Україна), Галішин О.З. (Україна), Гдоутос Е. (Греція), Голуб В.П. (Україна), Григоренко О.Я. (Україна), Гузь І. (Велика Британія, Англія), Гузь О.М. (Україна), Дзюба А.П. (Україна), Жук Я.О. (Україна), Зозуля В. (Італія), Камінський А.О. (Україна), Карнаухов В.Г. (Україна), Кашталян М. (Велика Британія, Шотландія), Кирилюк В.С. (Україна), Круковський О.П. (Україна), Кубенко В.Д. (Україна), Кушнір Р.М. (Україна), Лапуста Ю. (Франція), Лобода В.В. (Україна), Лоза І.А. (Україна), Луговий П.З. (Україна), Манг Г. (Австрія), Мартинюк А.А. (Україна), Марчук О.В. (Україна), Мюллер В. (Німеччина), Пилипенко О.В. (Україна), Пошивалов В.П. (Україна), Рушицький Я.Я. (Україна), Сіренко В.М. (Україна), Стеблянюк П.О. (Україна), Хіміч О.М. (Україна), Чате А. (Латвія), Чернищенко І.С. (Україна), Чирков О.Ю. (Україна)

ISBN 978-617-95378-0-6

Секція 4 : Механіка взаємодіючих фізико-механічних полів в неоднорідних середовищах і елементах конструкцій (Харків)

ЗМІСТ

<p>1(16). N. Choudhary¹, V. Gnitko², I. Verushkin², O. Sierikova³ COUPLED FINITE AND BOUNDARY ELEMENT METHODS IN ANALYSIS OF FUEL TANKS AND RESERVOIRS WITH DANGEROUS SUBSTANCE UNDER DIFFERENT LOADS ¹<i>Bennett University, India</i> ²<i>A. Pidhornyi Institute for Mechanical Engineering Problems NAS, Ukraine</i> ³<i>National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine</i></p>	327
<p>2(15). О.В.Воропай, П.А.Єгоров, С.І.Поваляєв ОБЕРНЕНІ ЗАДАЧІ НЕСТАЦІОНАРНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ПЛАСТИН ТА ОБОЛОНОК З РЕБРАМИ ЖОРСТКОСТІ</p>	327
<p>3(26). О. М.Серікова, О.О.Стрельнікова, І.Верушкін, Д.В.Крютченко ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНИХ УМОВ МОДЕЛІ РЕЗЕРВУАРА ЯК ЖОРСТКОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ З ПРУЖНИМ ДНИЩЕМ НА ПРУЖНІЙ ОСНОВІ ВІНКЛЕРА</p>	329
<p>4(27). О. М.Серікова, О.О.Стрельнікова, І.Верушкін, Д.В.Крютченко ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСНИХ ФОРМ КОЛИВАНЬ РІДИНИ В РЕЗЕРВУАРАХ З ПРУЖНОЮ ОСНОВОЮ ВІНКЛЕРА</p>	330
<p>5(142).Л.В.Курпа, Т.В.Шматко ЗГИН ТА КОЛИВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГРАДІЄНТНИХ ПОРИСТИХ СЕНДВІЧ ПОЛОГИХ ОБОЛОНОК З ОТВОРАМИ ТА ВИРІЗАМИ</p>	331
<p>6(143). Л.В. Курпа, Т.В. Шматко, Г.Б. Лінник ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ПОРИСТИХ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГРАДІЄНТНИХ СЕНДВІЧ ПЛАСТИН МЕТОДОМ r-ФУНКЦІЙ</p>	333
<p>7(190). Я.О. Лебеденко, Ю.В. Міхлін ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗОНАНСНОЇ ПОВЕДІНКИ СИСТЕМ З ОБМЕЖЕНОЮ ПОТУЖНІСТЮ</p>	334
<p>8(203). V.N. Burlayenko, S.D. Dimitrova COMPARISON OF ONE-DIMENSIONAL AND THREE-DIMENSIONAL MODELS IN THE VIBRATION ANALYSIS OF AXIALLY FUNCTIONALLY GRADED MATERIAL BEAMS WITH NON-UNIFORM CROSS-SECTIONS</p>	336
<p>9(207). N.V. Smetankina SIMULATION OF THE PROCESS OF A FRAGILE BULLET IMPACT ON A PLATE IN A FRACTAL STATEMENT</p>	336
<p>10(213). О.О. Стрельнікова^{1,2}, Н. Чондхарі³, К.Г. Дегтярьов¹, В.І. Гнітько¹, І.О. Верушкін¹, Д.В. Крютченко¹, І.М. Осипов² ЧИСЛОВИЙ МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ ГІПЕРСИНГУЛЯРНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В КРАЙОВИХ ЗАДАЧАХ ГІДРОПРУЖНОСТІ ТА ТЕОРІЇ ТРИЩИН ¹<i>Інститут проблем машинобудування ім. А.М.Підгорного НАНУ</i> ²<i>Харківській національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна</i> ³<i>Університет Беннета, Uttar Pradesh, India</i></p>	337
<p>11(217). Ю.Е. Сурганова, Ю.В. Міхлін РЕГУЛЯРНА ТА СКЛАДНА ПОВЕДІНКА МАЯТНИКОВОЇ СИСТЕМИ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ</p>	339

A.V. Voropay, P.A. Yegorov, S.I. Povaliaiev

**INVERSE PROBLEMS OF NON-STATIONARY DEFORMING
FOR PLATES AND SHELLS WITH STIFFENING RIBS**

Kharkiv National Automobile and Highway University, Yaroslava Mudrogo Str., 25, 61002, Kharkiv, Ukraine; e-mail: voropay.alexey@gmail.com

The non-stationary loading of a mechanical system consisting of plates and shells with stiffening ribs is considered. The stiffening ribs are simulated as beams that contact plates or shells at several points. The deformation of the objects is modeled on the basis of Timoshenko's hypotheses. The inverse problem is solved using the theory of Volterra's integral equations. Integral kernels are obtained analytically using the theory of Fourier series and the Laplace integral transformation.

Сєрікова О. М.¹, Стрельнікова О. О.², Верушкін І.², Крюгченко Д.В.²

**ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНИХ УМОВ МОДЕЛІ РЕЗЕРВУАРА ЯК ЖОРСТКОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ
ОБОЛОНКИ З ПРУЖНИМ ДНИЩЕМ НА ПРУЖНІЙ ОСНОВІ ВІНКЛЕРА**

¹НУЦЗУ, м. Харків, ²ІПМаш ім. А. М. Підгорного НАНУ, м. Харків

Побудуємо модель резервуара як жорсткої циліндричної оболонки радіусу R з пружним днищем на пружній основі В'єнклера. Вважаємо, що резервуар частково заповнений ідеальною нестисливою рідиною на висоту H , рис.1. Позначимо як S_0 вільну поверхню рідини, як S_1 – жорстку циліндричну поверхню, S_{bot} – пружну поверхню днища.

Якщо товщина h однорідної пластинки є сталою, то рівняння руху пластинки в циліндричних координатах має вигляд

$$D\Delta\Delta w + \rho_p h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + Kw = q(r, \theta, t) \quad (1)$$

Тут $D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$ циліндрична жорсткість, ρ_p – густина пластинки, K – модуль В'єнклера, $q(r, \theta, t)$ – зовнішня сила, що діє на пластину. Якщо пластина контактує з рідиною, то

$$q(r, \theta, t) = p(r, \theta, t) + q_0(r, \theta, t),$$

де $p(x, y, t)$ – тиск рідини на пластину, $q_0(r, \theta, t)$ – сила, що збуджує.

Для знаходження тиску зробимо такі припущення: рідина є ідеальною та нестисливою, а її рух безвихровий. В цих умовах існує потенціал швидкостей $\phi(x, y, z, t)$, який задовольняє рівнянню Лапласа

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = 0 \quad (2)$$

Зв'язок між потенціалом швидкостей та тиском визначається з лінеаризованого інтегралу Коші-Лагранжа [3]

$$p - p_0 = -\rho_l \left[\frac{\partial \phi}{\partial t} + a_x(t)x + (g + a_z(t))z \right],$$

де ρ_l – густина рідини; p_0 – атмосферний тиск, $a_x(t)$, $a_z(t)$ – компоненти пришвидшення сили, що збуджує, в горизонтальному та вертикальному напрямках, ζ – функція, що описує положення та рівень підйому вільної поверхні рідини. При цьому

$$a_x(t) = a_h \cos \omega_h t, \quad a_z(t) = a_v \cos \omega_v t.$$

Граничні умови для рівняння (1) є такими. На жорсткій циліндричній поверхні S_1 виконується умова непротікання

$$\left. \frac{\partial \phi}{\partial \mathbf{n}} \right|_{S_1} = 0 \quad (3)$$

На пружному днищі умова непротікання приймає вигляд

$$\left. \frac{\partial \Phi}{\partial \mathbf{n}} \right|_{S_{bot}} = \frac{\partial w}{\partial t}, \quad (4)$$

де w – прогин пластинки, що визначається з рівняння (1) та відповідних граничних умов, що визначаються далі. На вільній поверхні мають виконуватись кінематична та динамічна граничні умови у вигляді

$$\left. \frac{\partial \Phi}{\partial \mathbf{n}} \right|_{S_0} = \frac{\partial \zeta}{\partial t}, \quad p - p_0|_{S_0} = 0 \quad (5)$$

Побудовано модель резервуара як жорсткої циліндричної оболонки радіуса R з пружним дном на пружній основі Вінклера. Визначено граничні умови моделі резервуара [1].

ЛІТЕРАТУРА

1. Серікова О. М., Стрельнікова О. О. Вплив резервуарів для збереження отруйних та легкозаймистих рідин на навколишнє середовище. Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали та програма VII Всеукраїнської науковотехнічної конференції (м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.) С. 238-239.

Серікова О. М.¹, Стрельнікова О. О.², Верушкін І.², Крютченко Д.В.²

ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСНИХ ФОРМ КОЛИВАНЬ РІДИНИ В РЕЗЕРВУАРАХ З ПРУЖНОЮ ОСНОВОЮ ВІНКЛЕРА

¹НУЦЗУ, м. Харків, ²ІПМаш ім. А. М. Підгорного НАНУ, м. Харків

В роботі отримано залежності форм власних коливань круглої пластинки від r у вигляді

$$w_k(r) = J_0(\alpha_k r) - \frac{J_0(\alpha_k R)}{I_0(\alpha_k R)} I_0(\alpha_k r)$$

На рисунку 1 зображені функції, що визначені формулою (9) при $R = 1$ для різних k в залежності від r при $m=0$.

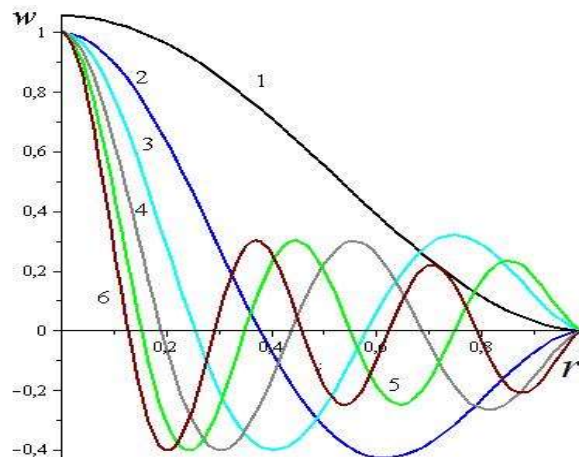


Рисунок 1 Залежності форм коливань від радіальної координати

Цифрами 1-6 тут позначені форми, що відповідають значенням $\lambda_k = \alpha_k$, що наведені в таблиці 1. Перевіркою ортогональності форм власних коливань $w_m(r)$ встановлено, що $(w_k(r), w_l(r)) = c_k \delta_{kl}$, де значення сталих c_k наведені в таблиці 1. З використанням отриманих умов ортогональності та виразів (26) для функцій $\Phi_{2k}(r)$ та (34) для функцій $w_k(r)$ при $z = -H$ отримаємо значення скалярних добутоків (Φ_{2k}, w_l) в першому з рівнянь [1-3].