

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного



**ДИНАМІКА, МІЦНІСТЬ ТА МОДЕЛЮВАННЯ  
В МАШИНОБУДУВАННІ**

Тези доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції  
*05–08 жовтня 2020 р.*

**DYNAMICS, STRENGTH AND MODELLING  
IN MECHANICAL ENGINEERING**

Theses of the Second International Science and Technology Conference  
*05–08 October, 2020*

ХАРКІВ  
УКРАЇНА

Національна академія наук України  
Відділення фізико-технічних проблем енергетики НАН України  
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»  
Державне підприємство «Конструкторське бюро  
«Південне» ім. М.К. Янгеля»  
Державне підприємство «Запорізьке машинобудівне конструкторське  
бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка

## **ДИНАМІКА, МІЦНІСТЬ І МОДЕЛЮВАННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ**

Тези доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції

Харків, Україна

*05–08 жовтня 2020 р.*

## **DYNAMICS, STRENGTH AND MODELLING IN MECHANICAL ENGINEERING**

Theses of the Second International Science and Technology Conference

Kharkiv, Ukraine

*05–08 October, 2020*

ХАРКІВ  
УКРАЇНА

УДК 004:51:53:62:514:516:517:519:532:534:536:537:539:620:621:622:625:629:631:660:669:681:693

**Динаміка, міцність та моделювання в машинобудуванні:** Тези доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, 2020. – 399 с.

До збірника включено тези доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції «Динаміка, міцність та моделювання в машинобудуванні» (Харків, 05–08 жовтня 2020 р.). Розглянуто нові результати фундаментальних та прикладних досліджень у галузі механіки деформівного твердого тіла, динаміки і міцності елементів машинобудівних конструкцій для подальшого вдосконалення методів моделювання, аналізу та прогнозування поведінки механічних систем відповідно до об'єктів нової техніки.

Для наукових співробітників і фахівців у галузі механіки, міцності та моделювання в машинобудуванні.

*Затверджено до друку вченою радою в Інституті проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України (протокол № 5, 18.06.2020 р.).*

**Dynamics, Strength and Modelling in Mechanical Engineering:** Theses of the Second International Science and Technology Conference. – Kharkiv: A. Pidhornyi Institute of Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2020.– 399 p.

The book comprises theses of the Second International Science and Technology Conference “Dynamics, Strength and Modelling in Mechanical Engineering” (Kharkiv, 05–08 October, 2020). The book presents new results of fundamental and applied researches in the field of Mechanics of Deformable Solids, Dynamics and Strength of elements of engineering structures for further modelling, analysis and prediction of behavior of mechanical systems. For scientific employees and experts in the field of Mechanics, Strength and Modelling in Mechanical Engineering.

ISBN 978-966-02-9333-5

© Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, 2020

## ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

**Стоян Ю.Г.** голова, чл.-кор. НАНУ (ІПМаш НАНУ, Україна)  
**Аврамов К.В.** заст. голови, д-р техн. наук, проф. (ІПМаш НАНУ, Україна)  
**Сметанкіна Н.В.** заст. голови, д-р техн. наук, с.н.с. (ІПМаш НАНУ, Україна)  
**Гармаш Н.Г.** уч. секретар, канд. техн. наук, с.н.с. (ІПМаш НАНУ, Україна)

### Члени програмного комітету

**Бобир М. І.** чл.-кор. НАНУ (КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна)  
**Гоменюк С.І.** д-р техн. наук, проф. (ЗНУ, Україна)  
**Григоренко О.Я.** д-р ф.-м. наук, проф. (ІМех НАНУ, Україна)  
**Грищак В.З.** д-р техн. наук, проф. (ЗНУ, Україна)  
**Губарев В.Ф.** чл.-кор. НАНУ (ІКД НАН та ДКАУ, Україна)  
**Гудрамович В.С.** чл.-кор. НАНУ (ІТМ НАНУ і НКАУ, Україна)  
**Дмитрик В.В.** д-р техн. наук, проф. (НТУ «ХПІ», Україна)  
**Зіньковський А.П.** д-р техн. наук, проф. (ІПМіц ім. Г.С. Писаренка НАНУ, Україна)  
**Клименко Д.В.** канд. техн. наук (ДП КБП ім. Янгеля, Україна)  
**Костіков А.О.** чл.-кор. НАНУ (ІПМаш НАНУ, Україна)  
**Курпа Л.В.** д-р техн. наук, проф. (НТУ «ХПІ», Україна)  
**Левченко Є.В.** канд. техн. наук (АТ «Турбоатом», Україна)  
**Луговий П.З.** д-р техн. наук, проф. (ІМех НАНУ, Україна)  
**Львов Г.І.** д-р техн. наук, проф. (НТУ «ХПІ», Україна)  
**Марченко А.П.** д-р техн. наук, проф. (НТУ «ХПІ», Україна)  
**Марчук М.В.** д-р техн. наук, проф. (ІППММ ім. Я.С. Підстригача НАНУ, Україна)  
**Максименко-Шейко К.В.** д-р техн. наук, с.н.с. (ІПМаш НАНУ, Україна)  
**Мацевитий Ю.М.** академік НАНУ (ІПМаш НАНУ, Україна)  
**Мислович М.В.** д-р техн. наук, проф. (ІЕД НАНУ, Україна)  
**Осташ О.П.** д-р техн. наук, проф. (ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАНУ, Україна)  
**Письменний В.І.** канд. техн. наук (ДП «Івченко-Прогрес», Україна)  
**Планковський С.І.** д-р техн. наук, проф. (ХАІ, Україна)  
**Сіренко В.М.** канд. техн. наук (ДП КБП ім. Янгеля, Україна)  
**Скальський В.Р.** чл.-кор. НАНУ (ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАНУ, Україна)  
**Стецюк П.І.** д-р техн. наук, с.н.с. (ІК НАНУ, Україна)  
**Стрельнікова О.О.** д-р техн. наук, проф. (ІПМаш НАНУ, Україна)  
**Шейко Т.І.** д-р техн. наук, проф. (ІПМаш НАНУ, Україна)  
**Фомичов П.О.** д-р техн. наук, проф. (ХАІ, Україна)  
**Харченко В.В.** академік НАНУ (ІПМіц ім. Г.С. Писаренка НАНУ, Україна)  
**Яворський І.М.** д-р ф.-м. наук, проф. (ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАНУ, Україна)  
**Янчевський І.В.** д-р ф.-м. наук, проф. (КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна)  
**Amabili M.** Prof., Ph.D. (McGill Univ., Canada)  
**Cheng A.** Prof. (Univ. of Mississippi, USA)  
**Choudhary N.** Prof. (Bennet Univ., India)  
**El-Sayed A. F.** Prof. (Zagazig Univ., Egypt)  
**Irretier H.** Prof. Dr.-Ing. (Institute of Mechanics University of Kassel, Germany)  
**Kiciński J.** Prof., D. Sc., Eng., Corr. Member of the PAS (IMP PAN, Poland)  
**Kryllowich W.** Prof. (Univ. Lodz, Poland)  
**Legrand M.** Prof. (McGill Univ., Canada)  
**Pellicano F.** Prof. (Univ. of Modena, Italy)  
**Pierre C.** Prof. (v.p. of Stevens In. of Techn., USA)  
**Ravnik J.** Prof. (Univ. of Maribor, Slovenia)  
**Redondo J.** Prof., D.Sc. (Polytechnic Univ. of Catalonia, Spain)  
**Sladek J.** Prof. (Inst. of Constructions and Architecture, Slovakia)  
**Warminski J.** Prof. (Lublin Polytechnics, Poland)

УДК 539.3

**О.М. Серікова<sup>1</sup>**, канд. техн. наук  
**О.О. Стрельнікова<sup>2</sup>**, д-р техн. наук, проф.  
**Д.В. Крютченко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Національний університет цивільного захисту України  
(Харків, Україна, [elena.kharkov13@gmail.com](mailto:elena.kharkov13@gmail.com))

<sup>2</sup>Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України  
(Харків, Україна, [elena15@gmx.com](mailto:elena15@gmx.com), [wollydenis@gmail.com](mailto:wollydenis@gmail.com))

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАННЯ РІДИНИ В РЕЗЕРВУАРАХ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РІДИН

Контейнери та резервуари для зберігання екологічно небезпечних рідин (ЕНР) широко використовуються в різних областях інженерної практики, таких як авіабудування, хімічна і нафтогазова промисловість, енергетичне машинобудування, транспорт. Ці резервуари функціонують в умовах підвищених технологічних навантажень і заповнені нафтою, легкозаймистими або отруйними речовинами. В результаті раптової дії сейсмічних навантажень, рідина, що зберігається в резервуарах починає відчувати інтенсивні плескання.

Плескання – це феномен, який спостерігається в ряді промислових об'єктів: в контейнерах для зберігання зрідженого газу, нафти, паливних баках, в резервуарах вантажних танків. Відомо, що саме частково заповнені резервуари піддаються дії особливо інтенсивних плескань. Це може привести до високого тиску на стінки резервуара, руйнування конструкції або до втрати стійкості і може викликати вплив екологічно небезпечного вмісту в навколишнє середовище та привести до серйозних наслідків. Потрапляння ЕНР з резервуарів для їх зберігання в навколишнє середовище та їх подальше розповсюдження на територію населених пунктів може бути причиною масових отруєнь людей, тварин, привести до забруднення об'єктів довкілля. Розлив рідини здатний привести до вибухів і пожежі, які можуть перекинутися на сусідні резервуари і прилеглу місцевість. Економічні збитки від аварій з руйнуванням резервуарів, витоком та пожежею нафтопродуктів включають не тільки прямі втрати, а й витрати на заходи щодо відновлення навколишнього середовища [1, 2].

Аналіз досліджень, присвячених проблемам плескання рідини в резервуарах, надано в роботах Р.А. Ібрагіма [3, 4]. Відзначимо також роботи, присвячені плесканню рідини в циліндричних резервуарах під дією сейсмічних навантажень [5, 6].

У даній роботі розглядається задача про коливання рідини в довільній оболонці обертання. Позначимо змочену поверхню оболонки через  $S_1$ , а вільну поверхню –  $S_0$  (Рис. 1.) Як модель нафтосховища розглянемо циліндричну оболонку з плоским дном, частково заповнену рідиною.

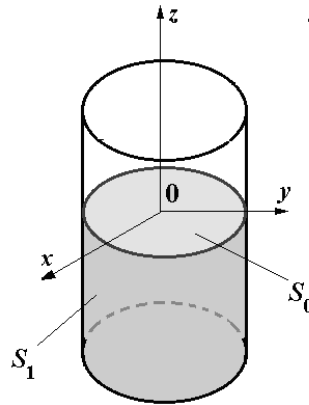


Рис. 1. Циліндричний резервуар

Вважаємо, що декартова система координат  $Oxyz$  пов'язана з оболонкою, вільна поверхня рідини  $S_0$  збігається з площиною  $xOy$  в стані спокою. Передбачається, що рідина ідеальна, нестислива, а її рух, що почався зі стану спокою, є безвихровим. У цих умовах існує потенціал швидкостей рідини, що задовольняє рівнянню Лапласа:

$$V_x = \frac{\partial \Phi}{\partial x}; V_y = \frac{\partial \Phi}{\partial y}; V_z = \frac{\partial \Phi}{\partial z},$$

Величину тиску  $p$  на стінки оболонки визначаємо з лінеаризованого інтеграла Коші-Лагранжа за формулою:

$$p = -\rho_l \left( \frac{\partial \Phi}{\partial t} + gz \right) + p_0 + a_s(t)x,$$

в якій  $\Phi$  – потенціал швидкостей,  $g$  – прискорення вільного падіння,  $z$  – координата точки рідини, яка відлічується у вертикальному напрямку,  $\rho_l$  – щільність рідини,  $p_0$  – атмосферний тиск,  $a_s(t)x$  – функція, що характеризує зовнішній вплив (горизонтальний сейсм або імпульс).

На вільній поверхні рідини повинні бути виконані наступні кінематична і динамічна умови:

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

де функція  $\zeta$  описує форму і положення вільної поверхні.

Таким чином, для потенціалу швидкостей маємо наступну крайову задачу

$$\begin{aligned} \nabla^2 \Phi = 0; \quad \left. \frac{\partial \Phi}{\partial n} \right|_{S_1} = 0; \quad \left. \frac{\partial \Phi}{\partial n} \right|_{S_0} = \frac{\partial \zeta}{\partial t}; \quad p - p_0|_{S_0} = 0; \\ \left. \frac{\partial \Phi}{\partial t} + g\zeta + a_s(t)x \right|_{S_0} = 0. \end{aligned}$$

Визначивши потенціал швидкостей  $\Phi$  і функцію  $\zeta$ , встановимо висоту підйому вільної поверхні і визначимо тиск рідини на стінки оболонки.

Представимо потенціал  $\Phi$  у вигляді

$$\Phi = \sum_{k=1}^M \dot{d}_k \varphi_k. \quad (1)$$

Для функцій  $\varphi_k$  розглянемо такі крайові задачі:

$$\nabla^2 \varphi_k = 0, \quad \left. \frac{\partial \varphi_k}{\partial n} \right|_{S_1} = 0, \quad (2)$$

$$\left. \frac{\partial \varphi_k}{\partial n} \right|_{S_0} = \frac{\partial \zeta}{\partial t}; \quad \frac{\partial \varphi_k}{\partial t} + g\zeta = 0. \quad (3)$$

Продиференціюємо друге співвідношення в (3) по  $t$  і підставимо в отриману рівність  $\frac{\partial \zeta}{\partial t}$  з першого співвідношення. Далі представимо функції  $\varphi_k$  у

вигляді  $\varphi_k(t, x, y, z) = e^{i\chi_k t} \varphi_k(x, y, z)$ . Приходимо до проблеми власних значень, при цьому на вільній поверхні буде виконано рівність

$$\frac{\partial \varphi_k}{\partial n} = \frac{\chi_k^2}{g} \varphi_k. \quad (4)$$

Для рівняння вільної поверхні отримаємо вираз

$$\zeta = \sum_{k=1}^M d_k \frac{\partial \varphi_k}{\partial n}. \quad (5)$$

У циліндричній системі координат маємо вирази для шуканих функцій

$$\varphi_k(r, z, \theta) = \varphi_k(r, z) \cos \alpha \theta. \quad (6)$$

Тут  $\alpha$  – номер гармоніки. Таким чином, окремо розглядаються частоти і форми вільних коливань для різних  $\alpha$ .

Представимо  $\varphi$  у вигляді суми потенціалів простого і подвійного шару [6]

$$2\pi\varphi(P_0) = \iint_S \frac{\partial \varphi}{\partial n} \frac{1}{|P - P_0|} dS - \iint_S \varphi \frac{\partial}{\partial n} \frac{1}{|P - P_0|} dS. \quad (7)$$

Тут  $S = S_1 \cup S_0$ ; точки  $P$  та  $P_0$  належать поверхні  $S$ .

Величина  $|P - P_0|$  – декартова відстань між точками  $P$  та  $P_0$ .

Задовольнивши граничні умови (2), (3), приходимо до системи інтегральних рівнянь у вигляді [6–8]

$$\begin{cases} 2\pi\varphi_1 + \iint_{S_1} \varphi_1 \frac{\partial}{\partial n} \left( \frac{1}{r} \right) dS_1 - \frac{\kappa^2}{g} \iint_{S_0} \varphi_0 \frac{1}{r} dS_0 + \iint_{S_0} \varphi_0 \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{1}{r} \right) dS_0 = 0, \\ -\iint_{S_1} \varphi_1 \frac{\partial}{\partial n} \left( \frac{1}{r} \right) dS_1 - 2\pi\varphi_0 + \frac{\kappa^2}{g} \iint_{S_0} \varphi_0 \frac{1}{r} dS_0 = 0. \end{cases} \quad (8)$$

Тут для зручності позначаємо значення потенціалу на вільній поверхні як  $\varphi_0$  та  $\varphi_1$  на стінках оболонки.

Рішення системи (8) шукаємо у вигляді (6).

Для розв'язання цієї системи сингулярних інтегральних рівнянь застосуємо метод граничних елементів [6, 7].

Визначивши базисні функції  $\varphi_k$ , підставимо їх у вирази для потенціалу швидкостей (1) і форми вільної поверхні (5). Отримані ряди підставляємо в крайову умову на вільній поверхні

$$\left. \frac{\partial \Phi}{\partial t} + g\zeta + a_s(t)x \right|_{S_0} = 0.$$

Оскільки в циліндричній системі координат  $x = r \cos \theta$ , то нас буде цікавити тільки перша гармоніка, тобто у формулі (6) вважаємо  $\alpha=1$ . Приходимо до наступного співвідношення, виконаного на поверхні  $S_0$

$$\sum_{k=1}^M \ddot{d}_k \varphi_k + g \sum_{k=1}^M d_k \frac{\partial \varphi_k}{\partial n} + a_s(t)r = 0.$$

Але на поверхні  $S_0$  виконано співвідношення (4), тоді наведена вище рівність набуде вигляду

$$\sum_{k=1}^M \ddot{d}_k \varphi_k + \sum_{k=1}^M \chi_k^2 d_k \varphi_k + a_s(t)r = 0. \quad (9)$$

Помноживши рівність (9) скалярно на  $\varphi_l$  ( $l = \overline{1, M}$ ) і скориставшись ортогональністю власних форм, отримаємо систему звичайних диференціальних рівнянь другого порядку

$$\ddot{d}_k + \chi_k^2 d_k + a_s(t)F_k = 0; \quad F_k = \frac{(r, \varphi_k)}{(\varphi_k, \varphi_k)}; \quad k = \overline{1, M}. \quad (10)$$

Вважаємо, що до додатка горизонтального імпульсу резервуар знаходився в стані спокою. Тоді (10) вирішуємо при нульових початкових умовах. Для вирішення системи (10) в роботі застосовано операційний метод [7].

Результати досліджень дозволять зробити підбір параметрів резервуарів для збереження ЕНР від впливу резонансних частот, попередити їх руйнування та продовжити строк експлуатації, що дозволить підвищити рівень екологічної безпеки прилеглих до резервуарів територій.

1. Бурау Н.І., Лук'янченко О.О., Костіна О.В., Цибульник С.О. Структурний моніторинг вертикальних сталевих резервуарів [монографія]. Київ: Центр учбової літератури, 2019. 160 с.

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

3. Ibrahim R.A., Pilipchuck N., Ikeda T. Recent Advances In Liquid Sloshing Dynamics. *Applied Mechanics Reviews*. 2001. Vol. 54. No. 2. P. 133–199. <https://doi.org/10.1115/1.3097293>

4. Ibrahim R.A. *Liquid Sloshing Dynamics*. Cambridge University Press, New York, 2005.

5. Ventsel E., Naumenko V., Strelnikova E., Yeseleva E. Free vibrations of shells of revolution filled with a fluid. *Engineering analysis with boundary elements*. 2010. Vol. 34. P. 856–862. <https://doi.org/10.1016/j.enganabound.2010.05.004>

6. Шувалова Ю.С., Крютченко Д.В., Стрельникова Е.А. Интегральные уравнения в задаче о свободных и вынужденных колебаниях жидкости в жестких резервуарах. *Вестник Херсонского национального технического университета*. 2016. № 3(58). С. 455–459.

7. Еселева Е.В., Гнитко В.И., Стрельникова Е.А. Собственные колебания сосудов высокого давления при взаимодействии с жидкостью. *Проблемы машиностроения*. 2006. Т. 9. № 1. С. 105–118.

8. Strelnikova E., Gnitko V., Krutchenko D., Naumenko Y. Free and forced vibrations of liquid storage tanks with baffles. *J. Modern Technology & Engineering*. 2018. Vol. 3. No. 1. P. 15–52.



## ЗМІСТ

### **Секція 1 – ДИНАМІКА, МІЦНІСТЬ І РЕСУРС ЕНЕРГЕТИЧНИХ МАШИН, ЕЛЕМЕНТІВ АВІАЦІЙНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ ТА ІНШИХ МАШИНОБУДІВНИХ ОБ’ЄКТІВ**

<b>Misiura S.Y.</b> Rational Design of the Hydro Turbine Cover . . . . .	<b>4</b>
<b>Smetankina N.V., Merkulov V.M., Ivchenko D.V.</b> Modelling of Bird Strike on Aircraft Structures . . . . .	<b>5</b>
<b>Velychkovych A., Petryk I.</b> Analytical Evaluation of Strength for a Shock Absorber of a Rod String . . . . .	<b>7</b>
<b>Бганцев В.М., Кірєєва В.М., Левтеров А.М.</b> Оцінка впливу мікродобавок водню до моторного палива на надійність поршневого ДВЗ . . . . .	<b>11</b>
<b>Блінніков Г.П., Підгайчук С.Я., Шевчук В.М.</b> Деякі аспекти виникнення похибок при визначенні пружних характеристик технічних гум . . . . .	<b>12</b>
<b>Бондарь Д.С., Батутина Т.Я.</b> Определение акустических нагрузок при старте РКН с газходом численным моделированием с использованием различных моделей турбулентного потока . . . . .	<b>13</b>
<b>Бородій М.В., Стрижало В.О.</b> Наближене визначення коефіцієнта непропорційного циклічного зміцнення . . . . .	<b>15</b>
<b>Буйських К.П.</b> Методи оцінки пошкоджуваності та поточного ресурсу елементів авіаційно-космічної техніки за екстремальних умов термомеханічного навантаження . . . . .	<b>19</b>
<b>Велизаде Э.С.</b> Решение задачи оптимального проектирования фрикционной пары тормозного механизма с равномерным давлением . . . . .	<b>22</b>
<b>Гасанов Ш.Г., Аскеров С.А.</b> Зарождение когезионной трещины в тормозном барабане при действии температурных напряжений . . . . .	<b>24</b>
<b>Герасимчук О.М., Кононученко О.В.</b> Прогнозування кінетики росту втомної тріщини в зразках з концентратором напружень . . . . .	<b>28</b>
<b>Глушко А.В., Кузнєцов А.С., Станкевич Д.В., Пахомов С.Л.</b> Пошкоджуваність зварних з’єднань елементів теплоенергетичних установ . . . . .	<b>32</b>
<b>Голощяпов В.М., Котульська О.В., Парамонова Т.М.</b> Створення резервних потужностей при використанні відновлюваних джерел електроенергії . . . . .	<b>33</b>
<b>Гонтаровский П.П., Гармаш Н.Г., Мележик И.И.</b> Расчетная методика анализа динамических процессов упруго-пластического деформирования в осесимметричных конструкциях . . . . .	<b>34</b>

<b>Гонтаровський П.П., Сметанкіна Н.В., Гармаш Н.Г., Мележик І.І., Клименко Д.В.</b> Розробка розрахункових схем та конструктивних елементів паливних баків ракет-носіїв із використанням композитних матеріалів . . . . .	<b>37</b>
<b>Горик А.В., Брикун А.Н.</b> Оценка качества стальной поверхности машиностроительных изделий после дробеструйной очистки . . . . .	<b>41</b>
<b>Григоренко О.Я., Борисенко М.Ю., Бойчук О.В.</b> Визначення частот і форм вільних коливань п'ятикутних пластин . . . . .	<b>45</b>
<b>Гринченко О.С., Алфьоров О.І., Пономаренко В.В.</b> Врахування впливу екстремальних навантажень при прогнозуванні показників надійності технічних систем . . . . .	<b>47</b>
<b>Дмитрик В.В., Тимченко А.А.</b> Структура і властивості комбінованого зварного з'єднання ротора парової турбіни . . . . .	<b>49</b>
<b>Дорошенко В.С.</b> Оболочковые отливки с поверхностью гироида . . . . .	<b>52</b>
<b>Дорошенко В.С.</b> О контроле прочности литья из высокопрочного чугуна . . . . .	<b>56</b>
<b>Зіньковський А.П., Матвєєв В.В.</b> Вплив типу та параметрів локальних поверхневих пошкоджень на характеристики коливань стержневих елементів . . . . .	<b>58</b>
<b>Зіньковський А.П., Токар І.Г., Савченко К.В., Деркач О.Л.</b> Порухення циклічної симетрії лопаткових вінців газотурбінних установок: причини та наслідки . . . . .	<b>60</b>
<b>Івченко Д.В., Сметанкіна Н.В.</b> Методика визначення параметрів дійсної діаграми деформування титанового сплаву для деталей авіаційного двигуна . . . . .	<b>62</b>
<b>Каиров А.С., Моргун С.А.</b> Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния охлаждаемых рабочих лопаток ГТД при динамическом нагружении . . . . .	<b>65</b>
<b>Клименко Д.В., Скочко А.Т., Дьяченко Т.П.</b> Методология определения несущей способности комбинированного композиционного баллона высокого давления . . . . .	<b>67</b>
<b>Колядюк А.С., Шульженко М.Г.</b> Аналіз напружено-деформованого стану та повзучості корпусу регулюючого клапана при підвищенні температури пари, що подається . . . . .	<b>68</b>
<b>Королев А.В., Павлышин П.Я.</b> Дроссельно-регулирующая арматура с повышенной стойкостью к эрозии . . . . .	<b>70</b>
<b>Королев А.В., Павлышин П.Я.</b> Экспериментальное исследование пропуска четырех типов энергетической арматуры . . . . .	<b>72</b>

<b>Королевич В.В.</b> Расчёт термоупругих напряжений в турбинном ортотропном диске с теплоизолированными основаниями методом последовательных приближений . . . . .	74
<b>Котульская О.В., Парамонова Т.Н.</b> Определение теплоемкости пара $C_p$ при давлениях, близких к давлению в конденсаторе . . . . .	77
<b>Ларионов И.Ф., Клименко Д.В., Акимов Д.В.</b> Анализ параметров напряженно-деформированного состояния отсеков ракеты-носителя, полученных в ходе проведения наземной экспериментальной отработки . . . .	79
<b>Ловейкін В.С., Почка К.І.</b> Дослідження впливу кута зміщення кривошипів на нерівномірність руху роликової формувальної установки з врівноваженим приводом . . . . .	81
<b>Марчук М.В., Дробенко Б.Д., Сіренко В.М., Клименко Д.В., Харченко В.М.</b> Методологія визначення фактичних руйнівних навантажень тонкостінних конструкцій за результатами комп'ютерного моделювання з урахуванням результатів неруйнівних експериментальних випробувань . . . . .	84
<b>Мир-Салим-заде М.В.</b> Напряженно-деформированное состояние стрингерной пластины с круговым отверстием, охваченным зоной пластических деформаций . . . . .	86
<b>Мирсалимов В.М., Ахундова П.Э.</b> Обратная задача механики разрушения для втулки фрикционной пары . . . . .	88
<b>Морачковський О.К., Лавінський Д.В., Конкін С.В.</b> Розрахункові дослідження термодформування електропровідних тіл при дії електромагнітного поля . . . . .	92
<b>Новогрудський Л.С., Оправхата М.Я., Скакун С.А.</b> Електричний опір рейкової сталі при циклічному навантаженні . . . . .	96
<b>Ольховський А.С., Шульженко М.Г.</b> Коливання лопаток останнього ступеня парової турбіни після їх відновлювального ремонту . . . . .	100
<b>Пальков И.А.</b> Напряженно-деформированное состояние замкового соединения рабочих лопаток в условиях пластического деформирования .	103
<b>Пальков С.А.</b> Исследование контактной задачи на модели узла уплотнения трубопровода . . . . .	106
<b>Підгайчук С.Я., Дробот О.С., Яворська Н.М., Машовець Н.С.</b> Відновлення деталей машин комбінованими методами обробки . . . . .	109
<b>Родічев Ю.М., Сорока О.Б., Бодунов В.Є., Сметанкіна Н.В., Угрімов С.В., Немерцева Н.В.</b> Перспективні багатошарові прозорі структури підвищеної ударної стійкості . . . . .	111
<b>Сатокин В.В.</b> Контроль и анализ состояния оболочек методом галогена при сварных работах . . . . .	114

<b>Скрицький М.О., Шульженко М.Г.</b> Раціональний вибір геометричних параметрів моделі лопатки газотурбінного двигуна . . . . .	<b>115</b>
<b>Сметанкіна Н.В., Угрімов С.В., Родічев Ю.М., Костюк В.О., Довгань Г.К., Шевченко О.С., Немерцева Н.В., Солодовник О.М.</b> Розробка інноваційних технологій для підвищення міцності авіаційного скління цивільних та військово-транспортних літаків . . . . .	<b>119</b>
<b>Сорока Е.Б., Родічев Ю.М., Шабетя А.А.</b> Прочность и дефектность листового стекла, упрочненного ионным обменом . . . . .	<b>123</b>
<b>Тормахов Н.Н.</b> Определение деформаций тонкостенных трубчатых образцов из полухрупких материалов с учетом их разрыхления . . . . .	<b>127</b>
<b>Угрімов С.В., Сметанкіна Н.В., Кравченко О.В., Ярещенко В.Г.</b> Дослідження процесів нестационарного деформування шаруватих композитних структур при низько- та середньошвидкісному ударі . . . . .	<b>131</b>
<b>Хворостяний В.В.</b> Параметр «прочности кромки» при заданном уровне краевого повреждения керамики и его связь с механическими характеристиками . . . . .	<b>135</b>
<b>Цибаньов Г.В.</b> Підсумовування втомних пошкоджень в металах на стадіях зародження і росту тріщин . . . . .	<b>139</b>
<b>Шульженко М.Г., Кім С.Г., Аврамов К.В.</b> До раціонального вибору параметрів приводу турбокомпресорної установки . . . . .	<b>142</b>

**Секція 2 – ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ, ПРОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

<b>Huang R., Xu J., Grinkevych J., Tsybanov G., Tkachenko I.</b> Evaluation of the Surface Compatibility of Piston Group Parts with Different Coatings Using the Cyclic Indentation Method . . . . .	<b>145</b>
<b>Бялонович А.В., Матохнюк Л.Е., Майло А.Н., Писаренко С.Г.</b> Анализ пластических деформаций с применением цифровой модели накопленных повреждений при многоцикловом нагружении . . . . .	<b>146</b>
<b>Дегтярев В.О.</b> Залишкова довговічність стикових зварних з'єднань після високочастотної механічної проковки . . . . .	<b>149</b>
<b>Коляда М.В., Шугайло О.П., Панченко А.В., Ляшенко Л.А.</b> Аналіз НДС захисної оболонки АЕС в умовах запроектої аварії для обґрунтування можливості продовження її терміну експлуатації . . . . .	<b>152</b>
<b>Корольов О.В., Інюшев В.В., Пирогов Т.В., Колядюк А.С.</b> Аналіз надійності теплообмінника аварійного розхолодження при аварійних режимах роботи реакторної установки ВВЕР-1000 . . . . .	<b>153</b>

<b>Латинін Ю.М., Євграфов Є.С.</b> Стан металу зварних з'єднань паропроводів після їх довготривалого напрацювання . . . . .	<b>156</b>
<b>Маршуба В.П., Огер М.В.</b> Особливості впливу магнітного поля на формування зварного шва . . . . .	<b>157</b>
<b>Мягкохліб К.Б.</b> Використання електромагнітних віброперетворювачів задля виявлення дефектів підшипникових вузлів редукторів ескалаторів . .	<b>160</b>
<b>Почапський Є.П., Клим Б.П., Мельник Н.П., Толопко Я.Д., Великий П.П., Долішній П.М.</b> Використання методу магнетопружної акустичної емісії для діагностування стану феромагнетних елементів конструкцій . . . . .	<b>161</b>
<b>Серікова О.М., Стрельнікова О.О., Крютченко Д.В.</b> Дослідження коливання рідини в резервуарах для збереження екологічно небезпечних рідин . . . . .	<b>165</b>
<b>Сітніков Б.В., Лутай П.В., Хомко Р.М.</b> Вдосконалення технології і обладнання для зварювання алюмінієвих сплавів . . . . .	<b>169</b>
<b>Станкевич О.М., Скальський В.Р., Толопко Я.Д., Долішній П.М.</b> Акустико-емісійне діагностування руйнування фібробетонів . . . . .	<b>170</b>
<b>Черноусенко О.Ю., Риндюк Д.В., Пешко В.А.</b> Система прогнозування ресурсоощадних режимів експлуатації енергоблоків . . . . .	<b>174</b>
<b>Шульженко М.Г., Поліщук О.Ф., Єфремов Ю.Г., Аврамов К.В.</b> Пристрої для оцінки технічного стану вузлів турбоагрегатів . . . . .	<b>178</b>

*Секція 3 – МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ*

<b>Krasnikov K.S.</b> Mathematical Modeling of Remaining Bending Strains in Cored Wire Injected into Argon-Stirred Melt . . . . .	<b>181</b>
<b>Storozhenko I.P.</b> Simulation of Operation of Transfer Electron Devices on Based Graded-Gap Nitride Semiconductors for Terahertz Active Control Systems . . . . .	<b>182</b>
<b>Stoyan Yu., Yaskov G., Romanova T.</b> Optimized Packing Hyperspheres into a Hypersphere with Prohibited Zones . . . . .	<b>186</b>
<b>Авраменко А.Н.</b> Численное моделирование рабочих процессов дизельного двигателя и формирование массива данных для модификации программы его управления . . . . .	<b>189</b>
<b>Альохіна С.В., Корягіна І.В.</b> Наукові основи аналізу теплової безпеки сухого зберігання відпрацьованного ядерного палива . . . . .	<b>190</b>
<b>Бабешко М.О., Савченко В.Г.</b> Методика урахування вторинних пластичних деформацій при розвантаженні в задачах термопластичності для тіл обертання при складному термосиловому навантаженні . . . . .	<b>192</b>

<b>Бабуров В.В., Клименко Д.В., Акимов Д.В., Ларионов И.Ф.</b> Сравнение и анализ результатов расчета устойчивости гладкой цилиндрической оболочки при действии осевой сжимающей силы с применением различных типов элементов при построении конечно-элементной модели . . . . .	<b>194</b>
<b>Беспалова Е.И., Борейко Н.П.</b> Влияние статических воздействий на колебания составных оболочечных систем . . . . .	<b>198</b>
<b>Воропай А.В.</b> Применение интегральных операторов при нестационарном деформировании вязкоупругих элементов конструкций. . . . .	<b>202</b>
<b>Гиль Н.И., Пацук В.Н.</b> Пример построения Ф-функций для кривых второго порядка и их применения на примере укладки кругов в эллипсе . . .	<b>206</b>
<b>Гоменюк С.И., Гребенюк С.Н., Грищак В.З., Кудин А.В., Чопоров С.В.</b> Компьютерное прогнозирование разрушающей нагрузки . . . . .	<b>209</b>
<b>Григоренко Я.М., Григоренко О.Я., Рожок Л.С.</b> Моделювання та дослідження напруженого стану неоднорідних по товщині еліптичних циліндричних оболонок . . . . .	<b>212</b>
<b>Гуляев В.И., Андрусенко Е.Н., Шлюнь Н.В.</b> Оптимизация траекторий глубоких криволинейных скважин . . . . .	<b>215</b>
<b>Дем'яненко А.Г., Гурідова В.О., Ключник Д.В.</b> Механічні, математичні моделі задач динаміки пружних об'єктів з рухомим інерційним навантаженням та їх дослідження неklasичним методом математичної фізики . . . . .	<b>217</b>
<b>Дорошенко В.С.</b> Виртуальный инжиниринг как современная трактовка проектирования и пуско-наладки процесса литья . . . . .	<b>220</b>
<b>Дорошенко В.С.</b> Основні способи адитивного виробництва моделей та піщаних форм для виготовлення металевих виливків . . . . .	<b>221</b>
<b>Дорошенко В.С.</b> Цифровой двойник точной литой металлоконструкции . .	<b>222</b>
<b>Дорошенко В.С., Кравченко В.П.</b> Передумови створення цифрового двійника техпроцесу лиття металу за моделями, що газифікуються. . . . .	<b>223</b>
<b>Задорожный С.Н., Планковский С.И., Цегельник Е.В., Минтюк В.Б., Комбаров В.В.</b> Аналитические методы определения деформационных характеристик при механической обработке тонкостенных элементов . . . . .	<b>224</b>
<b>Іванов О.М.</b> Моделювання роботи газового демпфера повздовжніх коливань за часом польоту ракети . . . . .	<b>225</b>
<b>Кирилова О.І., Попов В.Г.</b> Математичне моделювання напруженого стану порожнинного циліндра з системою включень за гармонічних коливань повздовжнього зсуву . . . . .	<b>226</b>
<b>Клименко Д.В., Бабуров В.В., Ларионов И.Ф.</b> Анализ результатов расчета прочности с учетом требования работоспособности конструкции . .	<b>228</b>

<b>Клименко Д.В., Тонконоженко А.М., Стрельнікова О.О.<sup>2</sup>, Гнітько В.І.<sup>2</sup>, Дегтярьов К.Г.<sup>2</sup>, Чоудхари Н.<sup>3</sup></b> Комп'ютерне моделювання динаміки паливних баків ракетноносіїв на різних стадіях польоту . . . . .	<b>231</b>
<b>Козачок О.П., Мартиняк Р.М., Слободян Б.С.</b> Зносо-контакт пружних півпросторів із системою періодичних виступів . . . . .	<b>234</b>
<b>Крютченко Д.В.</b> Вимушені коливання рідини в резервуарі під дією вертикальних та горизонтальних навантажень . . . . .	<b>237</b>
<b>Лунёв Д.И., Алёхина С.В.</b> Численное исследование теплового состояния контейнера хранения отработавшего ядерного топлива в аварийных условиях . . . . .	<b>239</b>
<b>Лушпенко С.Ф., Абеленцева К.В.</b> Моделирование работы солнечного коллектора сферической формы . . . . .	<b>241</b>
<b>Мацевитый Ю.М., Повгородний В.О., Сафонов Н.А.</b> Идентификация тепловых процессов путем решения обратных задач термоупругости. . . . .	<b>243</b>
<b>Мацевитый Ю.М., Сафонов Н.А., Гроза И.В.</b> Идентификация мощности источника тепловой энергии путём решения внутренней обратной задачи теплопроводности . . . . .	<b>246</b>
<b>Мейш В.Ф., Мейш Ю.А.</b> Об учете геометрически нелинейных составляющих на напряженно-деформируемое состояние трехслойных оболочек при нестационарных нагрузках . . . . .	<b>248</b>
<b>Микитин М.М., Мартиняк Р.М., Середницька Х.І.</b> Повний контакт і розшарування між півпростором і основою за підповерхневого кругового стоку тепла . . . . .	<b>249</b>
<b>Мінай О.М., Сєдих І.В.</b> Визначення динамічних залишків компонентів палива з використанням чисельного моделювання . . . . .	<b>251</b>
<b>Овчаренко О.А.</b> Моделювання суцільного середовища системою стрижнів . . . . .	<b>255</b>
<b>Ориняк І.В., Бай Ю.П.</b> Використання експоненційних функцій в методі гальоркіна на прикладі аналізу коливань прямокутної защемленої пластини. . . . .	<b>259</b>
<b>Петренко Р.М., Кривовичев Д.Ю.</b> Математическое моделирование температурной стратификации криогенного топлива в баках ракет-носителей . . . . .	<b>263</b>
<b>Планковский С.И., Стоян Ю.Г., Шипуль О.В., Цегельник Е.В., Романова Т.Е., Панкратов А.В.</b> Дисперсная компоновка 3D объектов при обработке термоэнергетическим методом . . . . .	<b>264</b>
<b>Ревенко В.П.</b> Побудова на основі тривимірної теорії пружності термонапруженого стану товстих пластин . . . . .	<b>266</b>

<b>Романюк С.П.</b> Математический метод исследования структуры упрочняющих нанопокровов . . . . .	<b>270</b>
<b>Сєдих І.В., Мінай О.М.</b> Визначення впливу числа Бонда на рух рідини при виконанні маневру переорієнтації за допомогою чисельного моделювання . .	<b>272</b>
<b>Силованюк В.П., Івантишин Н.А.</b> Розрахункова модель для прогнозування міцності матеріалів з дисперсними мікрочастинками . . . . .	<b>276</b>
<b>Скобло Т.С., Ключко О.Ю., Вялін А.С.</b> Моделювання структуроутворення у гетерогенних сплавах . . . . .	<b>280</b>
<b>Сметанкіна Н.В., Бредихін В.В., Тікунов С.Р., Мезенцев В.О.</b> Раціональне проектування решіт сепараторів із замкненим перерізом отвору . . . . .	<b>283</b>
<b>Сметанкіна Н.В., Постний О.В.</b> Розрахунок термонапруженого стану шаруватих оболонок складної форми . . . . .	<b>285</b>
<b>Стрельнікова О.О., Тонконоженко А.М., Мироненко М.Л., Крютченко Д.В.</b> Методи комп'ютерного моделювання в задачах вимушених коливань рідини в оболонках обертання при різних рівнях заповнення . . . . .	<b>286</b>
<b>Токмакова І.А.</b> Конечно-шаговый метод определения равновесного положения гироскопа . . . . .	<b>290</b>
<b>Усатова О.О., Стрельнікова О.О.</b> Моделювання руху рідини в трубках та нанотрубках . . . . .	<b>294</b>
<b>Фельдман Е.П., Любименко О.М., Штепа О.А.</b> Математичне та комп'ютерне моделювання кінетики вигину пластини в водневому середовищі . . . . .	<b>296</b>
<b>Харченко В.Н., Клименко Д.В., Кожарин В.Ю.</b> Моделирование механического состояния стабилизатора ракеты при сложном нагружении . .	<b>297</b>
<b>Чугай А.М., Романова Т.Є., Панкратов О.В., Шеховцов С.Б.</b> Застосування сучасних інформаційних технологій в задачах геометричного проектування . . . . .	<b>298</b>
<b>Шевченко С.С.</b> Модель и расчет динамической системы «ротор–щелевые уплотнения» . . . . .	<b>302</b>
<b>Шейко Т.И., Максименко-Шейко К.В., Морозова А.И.</b> R-функции в моделировании поверхности макета космического корабля типа «Союз-Аполлон» с целью реализации на 3D-принтере . . . . .	<b>307</b>
<b>Шматко Т.В.</b> Исследование свободных колебаний функционально-градиентных пологих оболочек на упругом основании . . . . .	<b>310</b>
<b>Шувалова Ю.С.</b> Моделювання задач динаміки тонких пружних пластин, що послаблені тріщинами . . . . .	<b>314</b>



<b>Янчевський І.В., Кришталь В.Ф.</b> Топологічна оптимізація 2D-моделей на основі інтегрального критерію нерівномірності розподілу напруженого стану . . . . .	<b>317</b>
<b>Янютин Е.Г., Егоров П.А.</b> Нестационарное деформирование мембраны в форме прямоугольного равнобедренного треугольника с присоединенной массой . . . . .	<b>319</b>
<b>Янютин Е.Г., Шарапата А.С.</b> Моделирование нестационарных колебаний тонких треугольных пластин по классической теории . . . . .	<b>322</b>

#### **Секція 4 – НЕЛІНІЙНА ДИНАМІКА МАШИН І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

<b>Ольшанський В.П., Ольшанський С.В., Сліпченко М.В.</b> Про ефект несиметрії пружної характеристики імпульсно навантажених коливальних систем . . . . .	<b>323</b>
<b>Чернобривко М.В.</b> Моделювання розділення усіченої конічної оболонки при імпульсному навантаженні . . . . .	<b>325</b>
<b>Щербак В.Ф., Баранюкова И.С.</b> Синтез дополнительных соотношений в задаче идентификации параметров осциллятора ван дер Поля . . . . .	<b>327</b>
<b>Щербак В.Ф., Жоголева Н.В.</b> Идентификация моментов инерции твердого тела . . . . .	<b>331</b>

#### **Секція 5 – МЕХАНІКА КОМПОЗИТНИХ ТА НАНОКОНСТРУКЦІЙ**

<b>Smetankina N.V., Merkulova A.I., Merkulov D.O.</b> Non-Stationary Vibrations of Laminated Complex-Shape Shells at Low-Velocity Impact . . . . .	<b>335</b>
<b>Аврамов К.В., Успенский Б.В., Сахно Н.Г.</b> Нестационарная динамика функционально-градиентной усиленной углеродными нанотрубками композитной составной оболочечной конструкции . . . . .	<b>336</b>
<b>Зайцев Б.Ф., Протасова Т.В., Клименко Д.В., Акимов Д.В., Сиренко В.Н.</b> Влияние расслоения на напряженно-деформированное состояние композитного обтекателя при отделении . . . . .	<b>337</b>
<b>Калюжный А.Б., Платков В.Я.</b> Повышение прочности и надежности фильтрующих материалов на основе пористого фторопласта-4 путем армирования полимерной матрицы . . . . .	<b>340</b>
<b>Ковальчук С.Б.</b> Аналітичне визначення НДС багатосферного криволінійного бруса із плоскою віссю довільної форми методом локально-точних розв'язків . . . . .	<b>342</b>

<b>Кондратьєв А.В., Харченко М.Є., Набокiна Т.П.</b> Спiввiдношення мiж межами мiцностi полiмерних композицiйних матерiалiв при статичному вигинi, розтягуваннi та стисненнi . . . . .	<b>344</b>
<b>Крахмальов О.В.</b> Емiсiйний процес горiння зварювальної дуги . . . . .	<b>347</b>
<b>Куреннов С.С., Барахов К.П.</b> Осесимметричное напряженное состояние пластины с круговым вырезом, усиленным круглой накладкой . . . . .	<b>350</b>
<b>Курпа Л.В., Линник А.Б., Щербинина Т.Е.</b> Устойчивость многослойных пластин, нагруженных в срединной плоскости неравномерной нагрузкой . . . . .	<b>353</b>
<b>Курпа Л.В., Тимченко Г.Н., Шматко Т.В.</b> Исследование свободных колебаний функционально-градиентных сэндвич пластин со слоями переменной толщины . . . . .	<b>357</b>
<b>Леоненко Д.В.</b> Постановка краевой задачи об изгибе круговой трехслойной пластины с нерегулярной границей . . . . .	<b>361</b>
<b>Марчук М.В., Хом'як М.М., Харченко В.М., Пакош В.С.</b> Ефективнi фiзико-механiчнi характеристики перехресно-армованих композитiв на полiмернiй основi . . . . .	<b>362</b>
<b>Мiрошнiков В.Ю.</b> Дослiдження напруженого стану пружного шару з декiлькама поздовжнiми цилiндричними вклученнями . . . . .	<b>363</b>
<b>Середницька Х.І.</b> Модель реального газу для заповнювача мiжфазної щiлини в однорiдному бiматерiалi . . . . .	<b>365</b>
<b>Силованюк В.П., Лiснiчук А.Є.</b> Математична модель для прогнозування трiщиностiйкостi фiбробетонiв . . . . .	<b>367</b>
<b>Станкевич В.З.</b> Гранично-iнтегральне формулювання динамiчної задачі для композиту з трiщинами за неiдеального контакту його компонент . . . . .	<b>371</b>
<b>Стечишин М.С., Машовець Н.С., Мартинюк А.В., Люховець В.В.</b> Залежнiсть зносостiйкостi КЕП вiд об'ємного вiмiсту змiцнюючої фази . . . . .	<b>373</b>
<b>Угрiмов С.В., Кобильнiк В.А.</b> Дослiдження напружено-деформованого стану та коливань багатшарових композитних цилiндричних панелей iз наноармуванням . . . . .	<b>375</b>
<b>Успенский Б.В., Аврамов К.В., Сахно Н.Г.</b> Динамическая неустойчивость составных нанокompозитных оболочек в сверхзвуковом газовом потоке . . . . .	<b>379</b>
<b>Федоров В.А.</b> Принципы и закон симметрии . . . . .	<b>381</b>
<b>Чернобривко М.В., Аврамов К.В., Бiблiк I.В.</b> Деформування нанокompозитного корпусу твердопаливного двигуна при стартi ракети . . . . .	<b>383</b>
<b>Шубенко О.Л., Сафонов В.Й., Бабак М.Ю., Євич М.Л., Бояршинов О.Ю.</b> Стан проблеми застосування супергiдрофобного покриття на сопловi лопатки для подовження ресурсу вологопарових ступенiв турбiн ТЕС . . . . .	<b>385</b>