



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова**

**ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ
ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ**

МАТЕРІАЛИ

**ХІ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

24 – 25 вересня 2020 року

Частина I



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XI Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ ЧАСТИНА I

24 – 25 вересня 2020 р.

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9*

Миколаїв • НУК • 2020

УДК 001.895:629.5
І 66

ОРГАНІЗАТОРИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
КОМПАНІЯ «АМІКО ГРУПП»
ПІВДЕННИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ І МОН УКРАЇНИ
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО
АТ «ЗАВОД «ЕКВАТОР»
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ
У МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
АСОЦІАЦІЯ ВЕТЕРАНІВ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ УКРАЇНИ
ДП «ДОСЛІДНО-ПРОЕКТНИЙ ЦЕНТР КОРАБЛЕБУДУВАННЯ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ»
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БАТУМСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАВІГАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ГРУЗІЯ)
ХАРБІНСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (КИТАЙ)
УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ ЦЗЯНСУ (КИТАЙ)
ШАНЬДУНСЬКИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (КИТАЙ)
ГДАНЬСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
ЗАХІДНО-ПОМЕРАНСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
КОШАЛІНСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)

**Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.
Претензії до організаторів не приймаються.**

Відповідальний за випуск:
Блінцов Володимир Степанович

І 66 **Інновації** в судобудуванні та океанотехніці : Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції, в 2 ч. — Ч. 1. — Миколаїв : НУК, 2020. — 640 с.

У збірнику наведені матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в судобудуванні та океанотехніці». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК 001.895:629.5

ISBN:978-966-321-XXX-X

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2020

4. **Mohamed, Nabi S.** (1996). Comparison of beam and plate theories for free vibrations of metal matrix composite pre-twisted blades / **Nabi S Mohamed, N Ganesan.** // *Journal of Sound and Vibration* – № 189. – P. 149-160. <https://doi:10.1006/jsvi.1996.0012>.
5. **Abe, A.** (2000). Non-linear vibration characteristics of clamped laminated shallow shells / **A. Abe, Y. Kobayashi, G. Yamada** // *Journal of Sound and Vibration* – № 234. P. 405-426. <https://doi:10.1006/jsvi.1999.2877>.
6. **Вороб'єв, Ю. С.** Колебания лопаточного аппарата турбомашин / **Ю. С. Вороб'єв.** – К.: Наук. думка, 1988. – 224 с.
7. **Vorobiov, Yu. S.** (2006). Analysis of turbomachinery blading vibrations using new materials / **Yu. S Vorobiov, V. N. Romanenko, M. A. Storozhenko** // *Proceedings of the 3rd Korea-Ukraine Gas Turbine Technology Symposium (Korea Institute of Machinery and Materials) Korea, Daejeon. 20-23 November 2006* – P.1 – 9.
8. **Vorobiov, Yu. S.** (2012). Vibration stress localization in turbomachinery blading / **Yu. S. Vorobiov, A. M. Chugay, J. S. Rao** // *VETOMAC VII International Conference On Vibration Engineering And Technology of Machinery.* – Gdansk, Poland. – P.324 – 331.
9. **Hu, X. X.** (1999). Free vibration analysis of curved and twisted cylindrical thin panels / **X. X. Hu, T. Tsuiji** // *Journal of Sound and Vibration* – № 219. – P. 63-68.
10. **Morhun, S.** (2018). The influence of the blade feather constructional inhomogeneity on the turbine cooling blades stress-strain state / **S. Morhun** // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Series: Applied Mechanics* – № 2/7. – P. 11-17. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.125937>

THE GAS TURBINE ENGINE BLADES FINITE ELEMENTS MODELS DEVELOPMENT

Morhun S., PhD (Tech), Associate Professor
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Department of Engineering Mechanics and Technology of Machinebuilding
Ukraine, Nikolaev
serhii.morhun@nuos.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0003-2881-7541>

Abstract The problem of turbine engines blades finite elements models development has been studied. All calculations have been provided for the turbine blades constructions that are widely spread in the power-plant engineering. The matter is that turbine blades have constructional non-homogeneity, which hardly ever could be correctly explained, using well-known finite elements and their mathematical dependences. On the other hand, the mathematical model should be as simple as possible for the purpose of its wide usage in the process of blades design. That is why the new finite elements model, which consists of three-dimensional curvilinear isoparametric finite elements, has been developed. It has been used for the free oscillation frequencies calculation. The developed three-dimensional finite elements of curvilinear type and the mathematical model, based on them could be used for the turbine and compressor blades stress-strained problem solution.

Key words: three-dimensional finite elements, turbine blades, free oscillation frequencies, numeric calculation, convergence.

УДК 621.438

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТОТ ТА ФОРМ РЕЗОНАНСНИХ КОЛИВАНЬ ЛОПАТОК ГТД МЕТОДОМ СПЕКЛІНТЕРФЕРОМЕТРІЇ

Ткач М.Р., д-р техн. наук, проф., ORCID ID: 0000-0003-4944-7113, Моргун С.О., канд. техн. наук, доц. e-mail: serhii.morhun@nuos.edu.ua, Проскурін А.Ю., канд. техн. наук, доц. ORCID ID: 0000-0002-5225-6767, Галинкін Ю.М., канд. техн. наук, ORCID ID: 0000-0001-5272-4156, Золотий Ю.Г. e-mail: goldspekl@ukr.net.
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Миколаїв, Україна

Анотація. Експериментальні дослідження вільних коливань лопаток проведено методом спеклінтерферометрії. Наведено опис експериментального стенду, вказані особливості використання оптичного устаткування і блоків обробки. Описано реалізований алгоритм проведення

експериментальних досліджень, зазначені особливості оцифровки оптичних сигналів, які використовуються в розробленому програмному забезпеченні.

Ключові слова: Вільні коливання, компресорні лопатки, метод кінцевих елементів, спеклінтерферометрія, форми коливань, частотний спектр

У сучасних умовах розвитку газотурбінних двигунів переважною тенденцією є збільшення потужності перспективних турбін і компресорів. Щоб забезпечити необхідний рівень надійності розроблених двигунів, необхідно вирішити ряд завдань в області механіки твердого тіла. Однією з них є дослідження коливань лопаток газотурбінного двигуна (ГТД), оскільки без забезпечення вібраційної міцності таких лопаток неможливо досягти заданого ресурсу всього двигуна.

Режими і частоти власних коливань лопаток компресора можуть бути визначені числовими і експериментальними методами. Дослідження вібраційних характеристик робочих лопаток компресорів і турбін числовими методами наведено в роботах [1, 2, 3]. Велика частина сучасних досліджень в цій області проводилася з використанням методу кінцевих елементів. Однак математичні моделі, засновані на кінцево-елементній апроксимації тривимірного континууму складної геометричної форми, мають ряд недоліків зумовлені здебільшого складністю вибору оптимальних функцій форми кінцевого елемента і наявністю розривів між границями різнорідних кінцевих елементів суміжних слоїв.

Експериментальні методи неруйнуючих досліджень, а саме голографія і спеклінтерферометрія [4, 5], широко використовуються для визначення власних форм і частот коливань твердих тіл. Експериментальні методи не мають вищевказаних недоліків, пов'язаних з обчислювальними числовими методами, проте, властиві похибки вимірювання, що знижує достовірність результатів.

Досліджувана лопатка розміщена на масивній віброзахисній сталевій плиті (2,5м×1,5м) інтерферометричного столу.

Лопатка закріплювалася в спеціальному зажимному пристрої, що забезпечує жорстку фіксацію її у замку (рис. 1.1 а). У циліндричному отворі корпусу зажимного пристрою вмонтовано хвильовий п'єзокерамічний віброзбуджувач, який виконано на базі набору цирконат-титанат-свинцевих шайб. Штовхач віброзбуджувача впирається в затискний елемент, де розміщено хвостовик лопатки, збуджуючи в ньому деформаційні хвилі, що передаються лопатці. На власних частотах її коливань це призводить до інтенсивних переміщень її пера. При такому методі збудження усувається вплив збудника на власні частоти та форми коливань і мінімізується можливість пропуску резонансних мод. На набір віброзбуджуючих шайб подається синусоїдальний сигнал звукового генератора, посилений підсилювачем низької частоти.

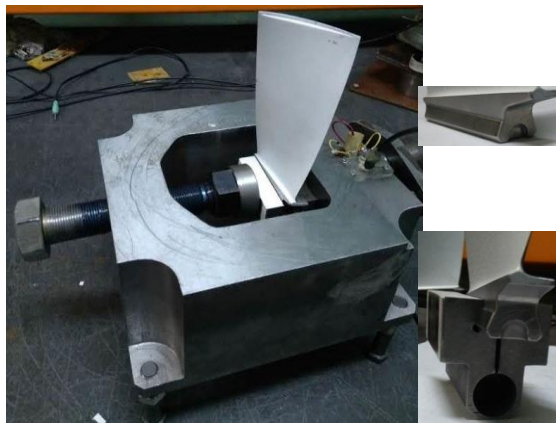


Рисунок 1 – Розташування лопатки у зажимному пристрої

Оптична схема установки і її апаратного забезпечення наведено на рис. 1.2. Джерелом світла є лазерний модуль 1 з діодним накачуванням потужністю випромінювання 50 мВт при довжині хвилі $\lambda = 0,532$ мкм. Живлення і температурний режим роботи лазера забезпечується мікроконтролерним блоком (МКБ) 13. Луч розширюється вмонтованою лінзою 2 і через світлодільник 3 освітлює віброуючу лопатку 4. Дифузно віддзеркалене лопаткою світло проходить через світлодільник 10, і фокусується об'єктивом відеокамери 11 на її відеоматриці, утворюючи предметне спекл-поле.

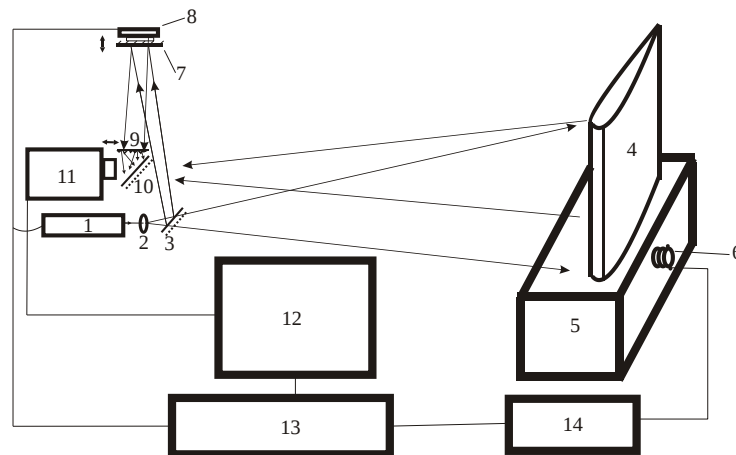


Рисунок 1.2 – Оптична схема установки

Віддзеркалена від світлодільника 3 світлова хвиля плоским дзеркалом 7 перевіддзеркалюється на матовий розсіювач 9. Отриманий дифузний пучок світла після віддзеркалення від світлодільника 10 через об'єктив відеокамери потрапляє на матрицю відеокамери, утворюючи опорне спекл-поле. При додаванні предметної і опорної хвиль на матриці камери виникає результуюча картина спеклів, статична при нерухомій лопатці і незмінній геометрії оптичної схеми. Коливання точок поверхні лопатки призводять до осциляції яскравості кожного із спеклів її зображення. За умови, що час реєстрації відеокадра перевищує період коливань точки лопатки, спекл-картина в цій точці зображення "змазується", а контраст її знижується. У цьому випадку функція контрасту в точках результуючого спекл-поля відповідає амплітудам коливань точок поверхні лопатки [4]. Для реалізації розробленої комп'ютерної методики побудови електронної спеклограми коливань здійснено низькочастотну осциляцію результуючої картини спеклів, яка впевнено розділяється відеокамерою. Це забезпечується фазовою модуляцією опорної хвилі. Фазозміщуючий пристрій (ФСУ) 8 призводить дзеркало 7 в коливальний рух з частотою 2...4 Гц в нормальному напрямку з амплітудою $\lambda/8$. З такою ж частотою інвертується результуюча спекл-картина. Сигнал управління роботою ФСУ задається ПК 12 і формується мікроконтролерним блоком (МКБ) [6].

Віброзбудження досліджуваної конструкції здійснюється п'єзокерамічним віброперетворювачем, на який подається синусоїдальний сигнал, що формується мікроконтролерним блоком 13 і посилений по потужності та напрузі підсилювачем низької частоти 14. Звуковий генератор в МКБ зібраний на базі мікроконтролера і мікросхеми генератора сигналів AD9850. Це дозволяє керувати частотою і рівнем сигналу віброзбудження за допомогою ПК 12 в ручному або автоматичному режимах.

Видима в реальному часі на спекл-інтерферограмі коливальна форма (при зміні частоти збудження) дозволяє досить точно визначити момент виникнення резонансних коливань лопатки і значення частоти віброзбудження визначити як її власну частоту.

Визначити форми коливань і отримати їх зображення при візуальному спостереженні картини спеклів дуже складно через низький контраст смуг. Поліпшити візуалізацію та отримати зображення форми коливань з розподілу контрасту в спекл-картині вдалося за допомогою комп'ютерної обробки.

Програмний комплекс розроблений на мові програмування C++. Принцип обробки полягає в наступному. При відсутності вібрації лопатки спостерігаємо мерехтіння спеклів по всій поверхні лопатки, але при високочастотній вібрації об'єкта відбувається змазування спеклів. Визначення форми коливань засноване на ефекті того, що на резонансній частоті в вузлах коливань переміщення відсутні (спостерігається мерехтіння спеклів).

Комп'ютерна програма виділяє мерехтливі пікселі і накладає відповідну їм маску, в результаті чого ми отримуємо форму коливань. Визначення мерехтливих спеклів засноване на зміні яскравості відповідних пікселів. Оскільки обчислення значення яскравості для колірної моделі RGB ($Y=0,3R+0,59G+0,11B$) вимагає додаткових обчислювальних витрат, аналіз проводився лише для однієї колірної складової – кольору лазера. Оптимальний розмір буфера склав 8 кадрів [7].

Після реєстрації кожного наступного зображення дифузор зміщується в своїй площині на відстань, що перевищує поперечний розмір скла (приблизно 100 мкм). В результаті кожне зображення однієї і тієї ж інтерферограми має різні флуктуації спекл-шуму, які зменшуються при усередненні (рис. 3).

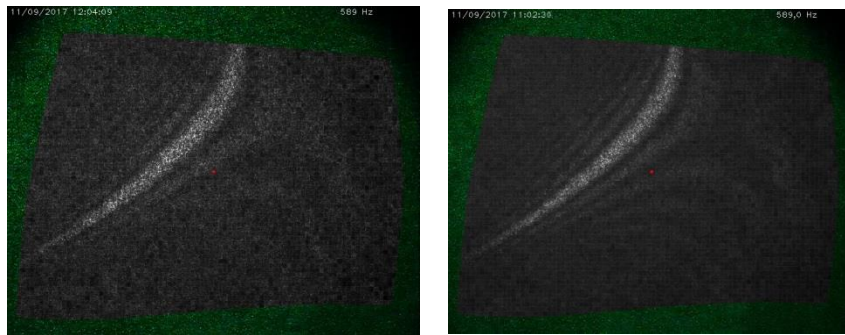
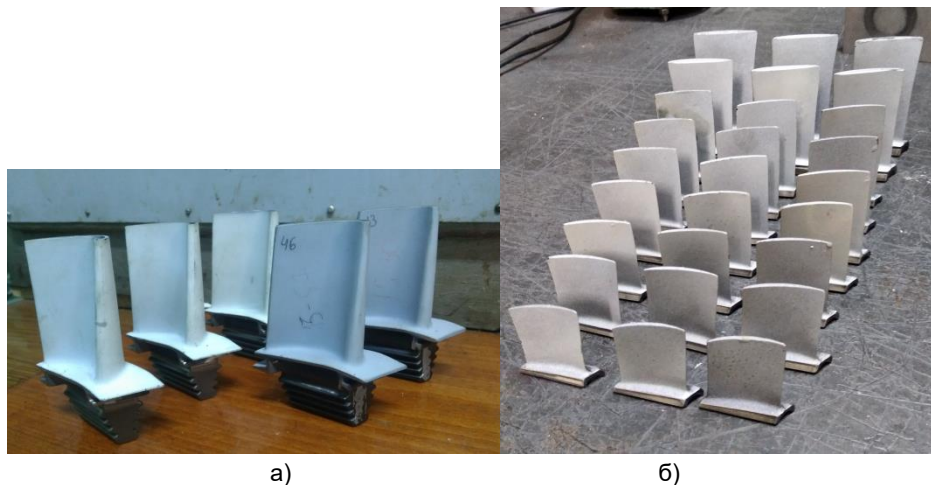


Рисунок 3 – Зменшення спекл-шуму методом усереднення спеклограм: а) одиничне зображення; б) усереднене зображення

Протягом останніх трьох років Національний університет кораблебудування проводить інтенсивні дослідження на замовлення лідерів вітчизняного газотурбобудування «Науково-виробничого комплексу газотурбобудування «Зоря»-«Машпроект» та ГП «Івченко-Прогрес» (рис. 4). При реалізації договору №2105 було досліджено 137 лопаток сучасного перспективного двигуна ДА32 у діапазоні від 25 Гц до 7кГц та отримано більше трьох тисяч форм коливань. Робота виконувалась у 2017-2020 роках.



а)

б)

Рисунок 4 – Фото другої (а) та третьої (б) партії лопаток, наданих НВКГ «Зоря»-«Машпроект» для випробувань

Для ДП «Івченко-Прогрес» проведено попередні дослідження зразку композиційного матеріалу метою яких було виявлення частот виникнення та відповідних форм резонансних коливань та виявлення внутрішніх дефектів матеріалу.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Mrinaline, M. Steady state structural analysis of single crystal turbine blade. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 5(10), pp. 382–384, 2016. doi: 10.17577/ijertv5is100314
- [2] Ugargol, R., Narayanaswamy, K. S., Sessa-Kumar, C. V. Life estimation of turbine blisk for a gas turbine engine. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8(6), pp. 393–399. 2017.
- [3] Rzaekowski, R., Gnesin, V., Kolodyazhnaya, L. Unsteady forces acting on the rotor blades in the turbine stage in 3D viscous flow in nominal and off-design re-gimes. *Journal of Vibration Engineering, and Technologies*, 2(2), pp. 89–95. 2014.
- [4] Ostrovsky, Yu. I., Shchepinov, V. V., Ya-kovlev, V. V. Holographic interference methods for measuring deformations. Nauka Press. Moscow 1988.
- [5] Jones, R., Wykes, C. Holographic and speckle interferometry. A discussion of the theory, practise and application of the technique. Cambridge University Press. Cambridge, 1989.
- [6] Ткач М. Р., Золотий Ю. Г., Проскурін А.Ю., Галинкін Ю. М., Жук І. Ю., Довгань Д.В. (2019) Спосіб визначення порядків інтерференційних смуг при дослідженні резонансних коливань методом стробогологафічної віброметрії. Заявка на винахід № а 2019 00695 Україна

[7] Ткач, М. Р. Золотой, Ю.Г. Довгань, Д.В., Жук, И.Ю. (2011). Исследование форм собственных колебаний элементов ГТД методом голографической интерферометрии в реальном времени. *Авиационно-космическая техника и технология*, №8 (85), 51-56.

Tkach M.R, Morgun S. A., Zloty Y. H. Proskurin A. Y. Halynkin Y. M.

DETERMINATION OF FREQUENCIES AND FORMS OF RESONANT OSCILLATIONS OF GTE BLADES BY SPECKLE INTERFEROMETRY

Experimental studies of free oscillations of the blades were performed by speckle interferometry. The description of the experimental stand is given, features of use of the optical equipment and processing units are specified. The realized algorithm of carrying out experimental researches is described, features of digitization of optical signals which are used in the developed software are specified.

Keywords: Free oscillations, compressor blades, finite element method, speckle interferometry, oscillation forms, frequency spectrum

УДК 621.89

ВПЛИВ ГЕОМОДИФІКУЮЧИХ ДОБАВОК НА ОСНОВІ СЕРПЕНТИНІВ ДАШУКІВСЬКОГО РОДОВИЩА НА ТРИБОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗМАЩУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Боду С.Ж., ст. викл.¹, Бобошко В.О., канд. техн. наук, доцент²

^{1,2} Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

^{1,2} Україна, Миколаїв

¹ svitlana.bodu@nuos.edu.ua, ² boboshko.143@gmail.com

Анотація. Проведено дослідження впливу геомодифікуючих добавок на основі серпентину Дашуківського родовища на властивості мастил. Виявлено поліпшення трибологічних властивостей таких мастильних композицій в порівнянні з контрольною парою, зокрема зниження коефіцієнту тертя, об'ємного зносу та підвищення протизадирної стійкості, що показує перспективність застосування даного матеріалу в якості геомодифікуючої добавки.

Ключові слова: геомодифікатори; триботехнічні випробування; коефіцієнт тертя; ремонтно-відновлювальні технології.

Вступ. Пошук рішення задачі підвищення несучої здатності вузлів тертя, їх довговічності та надійності може йти в декількох напрямках. Технологічні і конструкторські арсенали досить різноманітні і можуть включати як методи модифікування властивостей поверхневих шарів (термічне, хіміко-термічне, диференційоване зміцнення, методи поверхневого пластичного деформування, мікропрофілювання, наплавлення, напилення та багато інших), так і методи оптимізації конструкції вузлів тертя, способів змащування, використання функціональних присадок і т. ін. [1–4].

Складність вибору оптимального для конкретних умов методу полягає, крім іншого, в тому, що важко прогнозувати процеси зношування та спостерігати за їх зміною відповідно зі змінами діючих факторів (навантаження, швидкість, середовище тощо).

Тому особливу цінність отримують методи, пов'язані з саморегулюванням процесу зношування, до яких зокрема відноситься технологія безрозбірного відновлення. В якості спеціальних домішок, що можуть ініціювати відновлювальні процеси, використовуються природні мінерали класу серпентинів, що отримали назву «геомодифікатори тертя» (ГМТ).

Практика показала, що використання ГМТ призводить до зниження коефіцієнту тертя, температур в зоні контакту, навіть спостерігається збільшення маси, що свідчить про відновлення зношуваних поверхонь [5–8, 9].

Ціль роботи – оцінка впливу геомодифікаторів на основі серпентину Дашуківського родовища на працездатність пар тертя.

Основна частина. Дані численних досліджень доводять позитивний вплив добавок з ГМТ на працездатність вузлів тертя. Спостерігається формування захисного металокерамічного шару товщиною до 20...30 мкм, а шорсткість поверхонь знижується до $Ra = 0,03...0,05$ мкм. Швидкість створення та товщина шару прямо пропорційні тиску та локальним спалахам температур на ділянках фактичного контакту. Таким чином, формування захисного шару в першу чергу та найбільш інтенсивно проходить на зношених ділянках,

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

Єгоров Г.В. Актуальний стан вантажного флоту змішаного плавання.	
Єгоров Г.В. Особливості роботи водного транспорту США і Європи.	
Блінцов В.С., Блінцов О. В. Наукова школа «Підводна техніка»: здобутки та перспективи.	
Парсяк В.Н. Перспективи піднесення наукової діяльності факультету Економіки моря.	
Козир Б.Ю., Фатєєв М.В. Проблеми становлення та розвитку внутрішнього водного транспорту України.	
Слободян С.О. Харитонов Ю.М. Shipbuilding 4.0: виклики до вищої освіти.	
Некрасов В.А. Принципы организации и пути развития кораблестроительного образования в Украине.	

Секція № 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА СУДНОРЕМОНТІ

Щедролосєв О.В., Терлич С.В., Коновалова Г. В., Щедролосєв М. О. Технологічні особливості модульного формування плавучих будинків.	
Щедролосєв О.В., Терлич С.В., Коновалова Г. В., Щедролосєв М. О. Особливості морехідних якостей одноярусних самохідних будинків на воді.	
Лугінін О.Є., Терлич С.В., Коршиков Р. Ю. До розрахунку міцності днищових перекриттів з урахуванням особливостей при спусканні та постановці суден в док.	
Северин В.В., Гладченко Д.С. Модернизация сварочного производства на ООО «СЗ «ОКЕАН»	
Щедролосєв О.В., Коннов В.М., Узлов О.М., Кириченко К.В. Удосконалення конструктивного вузла з'єднання поперечної діафрагми з днищем понтона композитного плавучого доку.	
Щедролосєв О.В., Терлич С.В., Коновалова Г. В., Щедролосєв М. О. Стаціонарні житлові споруди на воді: короткий огляд та історичний аналіз.	
Симутенков И.В., Драган С. В. Наука и производство: достижения и перспективы развития службы главного технолога судостроительного завода «Океан».	
Яглицький Ю.К. Оцінка сучасних компетенцій застосування новітніх напрямків у екстер'єрі та інтер'єрі яхт.	
Ткач М. Р., Галинкін Ю. М., Проскурін А. Ю., Золотий Ю. Г., Ключник В. С., Бобильов І. О. Експериментальне дослідження вібраційних характеристик відрізного диска методом електронної спекл-інтерферометрії.	
Коршиков Р.Ю., Лугінін О. Є., Коршиков Ю.С., Безродня Л. В., Репчинський І. М. Принципи заміни деревини на еластичні пружні прокладки при проектуванні судових опорних пристроїв.	

Секція № 2. СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ У КОНСТРУЮВАННІ І ПРОЕКТУВАННІ СУДЕН ТА ОБ'ЄКТІВ ОКЕАНТЕХНІКИ

Єгоров Г.В. Сучасні матеріали для новітнього суднобудування.	
Єгоров Г.В., Єгоров О.Г. Новый Каспийский вантажний флот.	
Єгоров Г.В., Ільницький І.А. Найбільший побудований залізничний вантажопасажирський пором для Каспійського моря проекту CNF18C.	
Єгоров О.Г. Європейський річковий круїзний ринок: огляд, особливості, тенденції.	
Некрасов В.А., Астахова А.О. Оптимизационная задача проектирования парусной яхты.	
Haibin Wang, Ana Mesbahi, Byongug Jeong, Peilin Zhou. Levelised cost of energy analysis for offshore wind farms – A case study of the New York State development.	

Nekrasov V.A, Balasundaram Hari Prasad, Chen Lang. Determination of minimum freight rates for sea transportation of grain from the Ukraine to the East and the West directions.	
Єгоров Г.В., Автутов М.В. Проектування дизель-електричних суден забезпечення-криголамів на прикладі проекту IBSV01.	
Єгоров Г.В., Ільницький І.А., Тонюк В.І. Проектування та будівництво несамохідних суховантажних суден проектів RDB12 і RDB20.	
Печенюк А.В. Спосіб представлення строювої по шпангоутах у незалежному від загальної повноти вигляді.	
Єгоров Г.В., Ільницький І.А., Калугін Я.В. Досвід переобладнання танкерів в суховантажні судна.	
Шарун Г.В., Мехралиев Мурад Ариф оглу, Лю Сюен, Цуй Шьен О проектировании кормовых аппарелей барж для перевозки грузовых автомобилей.	
Єгоров Г.В., Автутов М.В., Зарецький О.В. Досвід проектування першого в світі крабово-процесору «ЗЕНІТ».	
Єгоров Г.В., Колесник Д.В., Осадчий Є.А. Аналіз можливості використання газомоторного палива на судах змішаного плавання і на морських поромках.	
Єгоров Г.В., Єгоров О.Г. Існуючі штовхачі та буксири для роботи з вантажним флотом: технічний стан, вік, прогнози.	
Руденко Ю.В. Аналіз методів розпізнавання морських об'єктів в системах морської охорони.	
Дун Синьшо Метод определения гидродинамических коэффициентов при проектировании телеуправляемых подводных аппаратов.	
Ma Weizhuang, Hanpanpan Numerical Simulations of Linearly Stratified Flow around a Submerged Cylinder.	
Yude Shao Dynamic Simulation on Boil-off Gas Handling for Liquefied Natural Gas-fueled Ship during Bunkering Procedure.	
Бражник І.Д., Колегаєв М.А., Малахов А.В., Кирис А.В., Горогуля Б.А. Модернізація процесу інертизації вантажних танків на танкерах.	
Дубровский В.А., Король Ю.М., Любичкая Н.Г. Исследование влияния асимметрии корпусов катамаранов на величину коэффициента остаточного сопротивления методами вычислительной гидродинамики.	
Блінцов В.С., Клочков О.П., Куценко П.С. Класифікаційні ознаки ненаселених прив'язних підводних систем: системний підхід.	
Savchenko Yu. N., Semenenko V. N., Savchenko G. Yu. Peculiarities of supercavitating vehicles' maneuvering.	
Воропаев Г.А., Розумнюк Н. В. Турбулентный пограничный слой на структурированной поверхности.	
Семененко В.М., Наумова О.І. Комп'ютерне моделювання вентильованих пристінних каверн при нестационарних збуреннях.	
Масюк С. В., Горбань І. М., Єфремова Н. С. Чисельне моделювання корабельних хвиль у прямокутному каналі.	
Мороз В.В., Кочін В.О. Експериментальні дослідження буксировочного опору моделі частково розвантаженого за допомогою повітряної подушки катамарана.	
Коростильов Л.І., Литвиненко Д.Ю., Шарун Г. В. Удосконалення конструкції корпусу траулера проекту 1288 з умови забезпечення втомної міцності.	
Коростильов Л.І., Мартиченко Я.О. Стійкість плоских елементів конструкції в умовах одночасної дії декількох типів навантажень.	
Коростильов Л. І., Дядюра Є. Ю. Вплив деформацій зсуву на силові і кінематичні параметри згинання балок судових конструкцій.	
Присташ С.Ф., Бурдун Є.Т. Удосконалення методу визначення міцності корпусу підводного апарату виготовленого намотуванням в формі тору.	

Мартиченко Я. О., Коростильов Л. І. Стійкість прямокутних пластин при одночасній дії простих видів навантажень.	
Урсолов О.І. Визначення навантаження, що діє на валопровід під час руху судна на хвилюванні.	
Соломонюк Н. С., Копійка С.В. Сполучник для блоків плавучості, виготовлених технологією 3d-друку.	
Михайлов Б.Н. Концепция векторной жесткости носовых оконечностей судов при столкновениях.	
Соков В.М. Эффективная ширина вільного фланця суднової балки зі зломом стінки в небезпечному перерізі.	
Юреско Т.А., Васильєва А.В. Вогнезахисне покриття для металевих суднових конструкцій.	
Кузнецов А.И., Грабенко А.А. Полиэтилен низкого давления в качестве материала корпусных конструкций малых судов.	
Бурдун Є.Т., Гейко С. П., Копійка С. В., Ван Чжидун, Дун Синьшо Розробка методики проектування оптимальної схеми армування анізотропної лопаті вітрогенератора з адаптивними властивостями.	
Суслов С. В., Чечель А. В. Використання моделей обумовлених реакцією хвиль у розрахунках нелінійних хвильових навантажень.	
Jingxi Zhang, Yiwen Zhang, Deqin Zhu, Study on numerical simulation of initial residual stress rules of typical welded joints of cone-cylinder pressure structure of deep water.	

Секція № 3. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Дубовий О.М., Карпеченко А.А., Бобров М.М. Перспективні наукові розробки щодо газотермічного напилення зміцнювальних і відновлювальних покриттів на виробі морської техніки.	
Казимиренко Ю.О., Лебедєва Н. Ю. Експлуатація конструкцій з метал-скляними захисними покриттями в умовах суднових вібрацій.	
Дубовий О. М., Макруха Т. О. Дослідження впливу передрекристалізаційної термічної обробки на механічні властивості сталей.	
Labartkava Al.V., Labartkava An.V., Karpechenko A. A., Bobrov M. N., Tokarieva O. V. Research of wetting angles of active solders over ceramics and kovar.	
Ніколаєв О.Л., Поліщук В.А., Мамонов С. В., Купріянова І.О. Вдосконалення технології обробки на високоточних зубошліфувальних верстатах.	
Поліщук В.А., Ніколаєв О.Л., Мамонов С.В., Купріянова І.О. Розрахунки точності обробки на верстатах з ЧПУ з урахуванням зносу спряжених поверхонь інструментальних блоків.	
Лебедев В.А., Лой С.А., Ермолаев Г.В., Матвиенко М.В. Моделирование напряженного состояния плазменных покрытий.	
Луняка К.В. Способи підвищення ефективності роботи іонітових фільтрів установок водопідготовки.	
Новошицкий А.В. Технология и оборудование для изготовления модульных конструкций малотоннажных судов.	

Секція № 4. ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

Serbin S.I., Washchilenko N.V., Cherednichenko O.K., Daifen Chen, Yang Zongming Theoretical investigations of the soft off-gas afterburning process.	
Горбов В.М., Мітєнкова В.С. Аналіз конфігурації суднових паливних систем зрідженого природного газу.	
Горячкин В. Ю., Дымо Б. В., Колбасенко О.В. Особенности сжигания водотопливных эмульсий при разных способах ввода воды в зону горения.	

Сербін С.І., Вілкул С. В., Діасамідзе Б.Т. Теоретичні дослідження утворення токсичних компонентів в двопаливній низькоемісійній камері згоряння ГТД при роботі на газоподібному паливі.	
Горбов В.М., Соломонюк Д.М., Демишляєв С. В. Визначення раціональних параметрів утилізаційного повітряного контуру газотурбінної установки.	
Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р. Досвід створення новітніх енерготехнологічних установок в науковому центрі "Перспективні енергетичні технології".	
Тимошевський Б. Г., Митрофанов О. С., Познанський А. С., Проскурін А. Ю. Експериментальний стенд для дослідження дослідного зразка роторно-поршневого двигуна РПД-4,4/1,75.	
Ткач М. Р., Познанський А. С., Митрофанов О. С., Проскурін А. Ю. Особливості конструкцій перспективних роторно-поршневих двигунів.	
Коробко В.В., Шевцов А.П., Вен Хуабінг Дослідження впливу неоднорідності розподілу температур в матриці на характеристики термоакустичних апаратів.	
Чередніченко О.К., Мітєнкова В.С., Коробейнікова Н.В. Підвищення енергоефективності газовозів шляхом застосування технологій термохімічної регенерації.	
Чередніченко О.К. Використання термохімічних технологій для підвищення енергоефективності суднових енергетичних установок високотехнологічних об'єктів.	
Вассерман А.А., Слынько А. Г. Усовершенствование термодинамического цикла газотурбинной установки.	
Кочін В.О., Мороз В.В., Турик В.М. Статичне керування кінематичними параметрами вихідного потоку вихрових камер.	
Патлайчук В.М., Калюжний Д.В. Дослідження параметрів парогазової установки з низьконапорним парогенератором на основі газотурбінного двигуна потужністю 25 МВт.	
Єпіфанов О.А., Димо Б.В., Долганов Ю.А., Анастасенко С.М., Пацурковський П.А., Язловецький А. В. Дослідження робочих процесів та розробка термосифонних економайзерів для котельних агрегатів малої потужності.	
Моргун С.А. Усовершенствование конечно-элементных моделей рабочих лопаток ГТД.	
Ткач М. Р., Моргун С.О., Проскурін А. Ю., Галинкін Ю.М., Золотий Ю.Г. Визначення частот та форм резонансних коливань лопаток ГТД методом спеклітерферометрії.	
Боду С.Ж., Бобошко В.О. Вплив геомодифікуючих добавок на основі серпентинів дашуківського родовища на трибологічні властивості змащувальних матеріалів.	
Горячкин В. Ю., Колбасенко О.В., Филипчук А.Н., Дымо Б. В., Шевцов А.П. Исследования кинетики низкотемпературных коррозионных процессов.	
Горячкин В. Ю., Корниенко В.С., Колбасенко О.В., Филипчук А.Н., Дымо Б. В., Шевцов А.П. Возможности повышения эффективности котлов при сжигании водотопливной эмульсии.	
Філіпчук О. М., Мусяця Р. В., Чернятін В.В. Застосування електродіалізу для активізації горіння водопаливних емульсій і зниження токсичності димових газів.	
Філіпчук О. М., Шевцов А.П. Можливості і ефективність використання вторинних водних і паливних ресурсів суден при спалюванні водопаливних емульсій.	
Кузнецов В.В. Многоуровневая оценка эффективности процессов переноса теплоты в элементах энергетических установок.	
Кузнецов В.В., Гогоренко А.А., Кузнецова С.А. Перспективные поверхности теплопередачи охладителей наддувочного воздуха судовых дизельных двигателей.	
Калініченко І.В., Єременко В.В., Кармазін О.С., Качур В.А., Кудрявцев О.О. Оптимізація роботи турбокомпресорів суднових ДГ за рахунок зменшення абразивного зносу елементів проточної частини турбін.	
Калініченко І.В., Кушнар'єв А.А., Молчанов В.С., Одінцов В.Г. Зниження вмісту токсичних речовин NOx у вихідних газах ДВЗ при зміні режиму роботи паливної апаратури.	
Калініченко І.В., Авраменко П.В., Пап'янян Б.Г., Трошин А.А., Янковський С.К. Підвищення енергетичної ефективності суднового дизеля при роботі на малих потужностях за рахунок узгодження робочих характеристик турбокомпресора.	

Тендітний Ю.Г., Тендітна Н.В., Корниєнко В.С., Горячкін В. Ю. Використання програмних засобів для розрахунку ерозійно-корозійного зносу низькотемпературних поверхонь.	
Горячкін В.Ю. Результати комплексних досліджень фізико-хімічних процесів в котлах при спалюванні водопаливних емульсій.	
Коновалов Д.В., Максимов В.І., Халдобін В.П. Технологія аеротермопресорного охолодження в системах рециркуляції відхідних газів суднових енергетичних установок.	
Уваров В.А., Авдюнін Р.Ю., Мисько В.О. Металографічні дослідження сталі ШХ15 після комбінованої магнітно-імпульсної та лазерної обробки.	
Наливайко В.С., Хоменко В.С., Авдюнін Р.Ю. Дослідження впливу коефіцієнта надлишку повітря.	
Попов А.П., Савенков О.И. О влиянии нелинейной зависимости между деформациями и напряжениями на контактную прочность и весогабаритные показатели зубчатых передач на индикаторный ККД цикла ДВЗ.	

Секція № 5. ХОЛОД НА ТРАНСПОРТІ, В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Трушляков Є.І., Радченко А.М., Фордуй С.Г., Зубарєв А.А., Кантор С.А., Ткаченко В.С. Аналіз екологічної ефективності систем кондиціювання повітря комбінованого типу.	
Радченко А.М., Портной Б.С., Кантор С.А., Есін І.П. Оцінка ефективності глибокого охолодження повітря на вході ГТУ тепловикористовуючими холодильними машинами.	
Трушляков Є.І., Радченко А.М., Кантор С.А., Ткаченко В.С., Фордуй С.Г., Зонмін Я. Визначення проектної холодопродуктивності системи кондиціювання повітря в конкретних кліматичних умовах і різними методами.	
Радченко М.І., Трушляков Є.І., Портной Б.С., Кантор С.А., Зонмін Я. Порівняння характеристик глибокого охолодження повітря на вході ГТУ для різного типу клімату.	
Радченко Н.И., Радченко А.Н., Цой А.П., Кантор С.А., Портной Б.С. Повышение эффективности охлаждения воздуха на входе газовых турбин в климатических условиях Казахстана и Украины.	
Радченко Н.И., Трушляков Е.И., Радченко А.Н., Цой А.П., Щесюк, А.В. Методы определения проектной холодопроизводительности систем кондиционирования наружного воздуха в климатических условиях Украины и Казахстана.	
Radchenko A., Stachel A., Forduy S., Portnoi B., Rizun O. Analyzing the efficiency of engine inlet air chilling complex with cooling towers.	
Trushliakov E., Radchenko A., Radchenko M., Kantor S., Zielikov O. The efficiency of refrigeration capacity regulation in ambient air conditioning systems.	
Radchenko A., Radchenko M., Zongming Y., Kantor S., Portnoi B. Cooling gas turbine inlet air by accumulating and using cooling capacity in booster air cooler.	
Radchenko M., Trushliakov E., Radchenko A., Kantor S., Tkachenko V. Approach to enhance the energetic efficiency of air conditioning systems by cooling load distribution in ambient air procession.	
Буданов В.О., Мілованов В.І. Сучасні холодильні компресори.	
Калініченко І.В., Рець О.Ю., Сокол В.О., Фомкін Д.В. Підвищення екологічних показників суднових ДГ вдосконаленням водно-хімічних показників системи охолодження.	
Кобалава Г.О. Дослідження ефективності роботи аеротермопресора для проміжного охолодження циклового повітря методом чисельного моделювання.	
Lytosh O.V. Directions in the development of hermetic compressor units of shipboard equipment of air conditioning and refrigeration.	
Вассерман А.А., Мальчевский В.П. Эффективность смесей R23/R744 и R41/R744 как рабочих тел холодильных установок.	
Ярошенко В.М. Ексергетична ефективність холодильних систем.	

Radchenko M., Radchenko R., Kornienko V., Pyrysunko M. Semi-empirical correlations of pollution processes on the condensation surfaces of exhaust gas boilers with water-fuel emulsion combustion.	
Kornienko V., Radchenko R., Stachel A., Andreev A., Pyrysunko M. Correlations for pollution on condensing surfaces of exhaust gas boilers with water-fuel emulsion combustion.....	
Kornienko V., Radchenko R., Andreev A., Pyrysunko M., Forduy S. Investigation of rotary cup atomizer characteristics used as afterburning installation in exhaust gas boiler flue.....	
Forduy S., Radchenko A., Kuczynski W., Zubarev A., Konovalov D. Enhancing the fuel efficiency of gas engines in integrated energy system by chilling cyclic air.	
Radchenko R., Kornienko V., Pyrysunko M., Bogdanov M., Andreev A. Enhancing the efficiency of marine diesel engine by deep waste heat recovery on the base of its simulation along the route line.	
Mikielewicz D., Forduy S., Konovalov D., Radchenko M., Zubarev A. Monitoring the fuel efficiency of gas engine in integrated energy system.	
Radchenko R., Radchenko A., Konovalov D., Zubarev A., Hrych A., Andreev A. Increasing fuel efficiency of gas engine by inlet air chilling.	
Radchenko M., Trushliakov E., Radchenko A. Enhancing heat efficiency of air coolers of air conditioning systems by injector refrigerant circulation.	
Коновалов Д.В., Джурина А.О. Тепловикористовуюча ежекторна холодильна машина із газодинамічним охолодженням робочого тіла.....	
Коновалов Д. В., Кобалава Г. О. Контактне охолодження циклового повітря в циклі ГТУ застосуванням аеротермопресора.	
Радченко А.М., Грич А.В., Зубарев А.А., Остапенко О.В., Фордуй С.Г. Система кондиціонування автономної теплоелектростанції підприємства харчової промисловості з двоступеневим охолодженням припливного повітря.....	
Луняка К.В., Ключев О.І., Русанов С.А., Ключева О.О. Дослідження процесів зарядження та розрядження теплоаккумулятора.	
Радченко А.М., Остапенко А.В., Зубарев А.А., Грич А.В., Фордуй С.Г. Підвищення енергоефективності когенераційного модуля використанням ступеневої ежекторно-абсорбційної системи трансформації скидного тепла.	
Луняка К.В. Способи підвищення ефективності роботи іонізованих фільтрів установок водопідготовки.	
Радченко А.Н., Радченко Н.И., Цой А.П., Фордуй С.Г., Зубарев А.А. Утилизация теплоты газового модуля абсорбционной бромистолитиевой холодильной машиной с ежекторной бустерной ступенью.	
Радченко Н.И., Радченко А.Н., Цой А.П., Кантор С.А., Ткаченко В.С. Повышение эффективности железнодорожных кондиционеров в реальных климатических условиях эксплуатации.	

Наукове видання

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XI міжнародна науково-технічна конференція

24-25 вересня 2020 року

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, проспект Героїв України, 9

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

В 2 частинах

Частина I

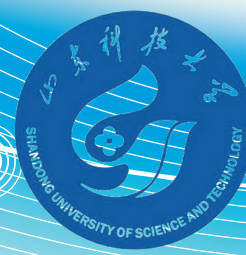
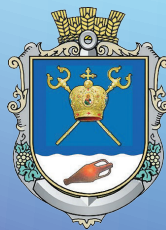
(українською, російською, англійською мовами)

Відповідальний за випуск В. С. Блінцов
Комп'ютерна верстка В. В. Торубара

Формат 60×84/8 Ум. друк. арк. 74,2. Тираж 100. Зам. № 18-Ц/2020

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
e-mail: publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

ОРГАНІЗАТОРИ



**Науково-дослідна частина
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова**

**Просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
Тел.: (0512) 70-91-04; <http://conference.nuos.edu.ua>
e-mail: conference@nuos.edu.ua**