



# **НОВІ ТА НЕТРАДИЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕНІ**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ  
ВСЕУКРАЇНСЬКА ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ АСОЦІАЦІЯ  
ТЕХНОЛОГІВ-МАШИНОБУДІВНИКІВ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ІМ. В.М. БАКУЛЯ НАН УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ  
ПАТ «ОДЕСЬКИЙ КАБЕЛЬНИЙ ЗАВОД «ОДЕСКАБЕЛЬ»  
ТЕХНІЧНИЙ ЦЕНТР «ВАРІУС»  
ТОВ «ІМПЕРІЯ МЕТАЛІВ»  
ТОВ ФІРМА «ДІАЛАБ» ЛТД

## **НОВІ ТА НЕТРАДИЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕНІ**

## **NEW AND UNCONVENTIONAL TECHNOLOGIES IN COST-EFFECTIVE USE OF RESOURCES AND ENERGY**

*Матеріали міжнародної науково-технічної конференції*

*9-10 грудня 2025 року*

Одеса – 2025

**Нові та нетрадиційні технології в ресурсо- та енергозбереженні** : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції (м. Одеса, 9–10 грудня 2025 р.) / Одеський національний морський університет [та ін.] – Одеса: Одеський національний морський університет, 2025. – 179 с.

**New and unconventional technologies in cost-effective use of resources and energy** : materials of International Scientific and Technical Conference (Odesa, December 9–10, 2025) / Odesa National Maritime University [et al.] – Odesa: Odesa National Maritime University, 2025. – 179 p.

### **ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦІЇ**

- 1 Перспективні технології та виробничі процеси майбутнього
- 2 Наукові питання галузевого машинобудування
- 3 Сучасні ресурсозберігаючі технології
- 4 Високопродуктивні інструменти та процеси у матеріалообробці
- 5 Автоматизація технологічних та виробничих процесів
- 6 Метрологічне забезпечення нових та нетрадиційних технологій
- 7 Динаміка і міцність машин
- 8 Технологічна динаміка
- 9 Методологічні питання вищої освіти у галузі нових технологій
- 10 Архітектура та будівництво

Матеріали представлені в авторській редакції.

© Одеський національний морський університет  
© Харківський національний економічний університет  
імені Семена Кузнеця  
© Всеукраїнська громадська організація Асоціація  
технологів-машинобудівників України

## **МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ**

*Vincenzo Crupi* Professore ordinario Università degli Studi di Messina, Italiana  
*Michal Hatala*, Technical University of Kosice, Slovak Republic  
*Frantisek Botko*, Technical University of Kosice, Slovak Republic  
*Milan Edl*, University of West Bohemia, Czech Republic  
*Florin Popister*, Technical University of Cluj-Napoca, Romania  
*Grigore Pop*, Technical University of Cluj-Napoca, Romania  
*Anna Burduk*, Wroclaw University of Science and Technology, Poland  
*Bohdan Haidabrus*, Riga Technical University, Latvia

## **НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ**

*Руденко С.В.* д.т.н., проф., ректор Одеського національного морського університету  
*Шумило О.М.* к.т.н., проф., проректор з науково-педагогічної роботи Одеського національного морського університету  
*Савельєва І.В.* д.е.н, проф., проректор з наукової роботи Одеського національного морського університету  
*Клименко С.А.* чл.-кор. НАН України, д.т.н., генеральний директор Асоціації технологів-машинобудівників України, заступник директора Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України  
*Новіков Ф.В.* д.т.н., проф. Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця  
*Каніфольський О.О.* к.т.н., доц., директор Морського інженерно-технічного інституту Одеського національного морського університету  
*Конопльов А.В.* д.т.н., проф. Одеського національного морського університету  
*Головань А.І.* д.т.н, доц. Одеського національного морського університету  
*Александровська Н.І.* к.т.н., доц. Одеського національного морського університету  
*Єгунов К.В.* д.т.н., проф. Одеського національного морського університету  
*Гришин А.В.* д.т.н., проф. Одеського національного морського університету  
*Дорофєєв В.С.* д.т.н., проф. Одеського національного морського університету  
*Дубровський М.П.* д.т.н., проф. Одеського національного морського університету  
*Іванов В.О.* д.т.н., проф. Сумського державного університету  
*Ляпощенко О.О.* д.т.н., проф. Сумського державного університету  
*Ступницький В.В.* д.т.н., проф. Національного університету «Львівська політехніка»  
*Кусий Я.М.* д.т.н., проф. Національного університету «Львівська політехніка»  
*Воронцов Б.С.* д.т.н., проф. Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
*Фролов В.К.* к.т.н. доц. Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
*Сапон С.П.* к.т.н., доц. Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

*Клочко О.О.* д.т.н., проф. Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

*Пермяков О.А.* д.т.н., проф. Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

*Коростильов Л.І.* д.т.н., проф. Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова

*Онисько О.Р.* д.т.н., проф. Івано-Франківського національного технічного університету нафти та газу

*Марчук В.І.* д.т.н., проф. Луцького національного технічного університету

*Полонський Л.Г.* д.т.н., проф. Державного університету «Житомирська політехніка»

*Кіяновський М.В.* д.т.н., проф. Криворізького національного університету

*Цивінда Н.І.* к.т.н., доц. Криворізького національного університету

*Васильків В.В.* д.т.н., проф. Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

*Усов А.В.* д.т.н., проф. Національного університету «Одеська політехніка»

*Оробей В.Ф.* д.т.н., проф. Національного університету «Одеська політехніка»

*Лимаренко О.М.* к.т.н., доц. Національного університету «Одеська політехніка»

*Вудвуд О.М.* к.т.н., доц. Національного університету «Одеська політехніка»

*Михайлов Є.П.* к.т.н., доц. Національного університету «Одеська політехніка»

*Жовтобрюх В.О.* к.т.н., директор Технічного центру «ВаріУс»

*Іоргачев Д.В.* к.т.н., голова правління ПАТ «Одеський кабельний завод «Одескабель»

*Полянський В.І.* д.т.н., генеральний директор ТОВ ««Імперія металів»

*Триколенко М.В.* к.т.н. директор ТОВ Фірма «ДІАЛАБ» ЛТД

### **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

*Кібаков О.Г.* к.т.н., проф. Одеського національного морського університету

*Яровий Ю.В.* к.т.н., доц. Одеського національного морського університету

## ЗМІСТ

*Адамчук Микола*

Використання штучного інтелекту (ШІ) та BIM-технологій у проектуванні енергоефективних будівель..... 11

*Алексєєнко Богдан, Кравцова Дар'я*

Перспективи використання нанофлюїдів для підвищення ефективності теплообмінників у теплоенергетиці ..... 13

*Андрєєвська Галина*

Метрологічне забезпечення моніторингу гідроекологічних систем у контексті нових сенсорних технологій..... 15

*Андрусишин Владислав, Іванов Віталій*

Дослідження методів нейромережевої класифікації типу захоплювального пристрою ..... 16

*Анісенко Дмитро, Бондар Олена, Кравцова Дар'я*

Carveso: формування компетенцій креативного технолога-дизайнера для потреб дрібносерійного та кастомізованого виробництва..... 17

*Антоненко Наталія, Прокопенко Олена*

Підвищення енергоефективності роботи обладнання нафтогазової галузі ..... 19

*Бабенко Марина, Гергель Дмитро*

Особливості встановлення заготованок корпусних деталей при обробленні на верстатах із ЧПК..... 20

*Бабенко Марина, Ченчевич Єгор*

Ефективність використанні можливостей САПР Autodesk Fusion у навчальному процесі ..... 21

*Береснєв В'ячеслав, Литовченко Сергій, Клименко Сергій*

Сучасні нітридні іонно-плазмові покриття: технології отримання, властивості, використання..... 23

*Берладір Христина*

Розробка прогностичних моделей міцності полімерів, армованих вуглеволокном, за допомогою машинного навчання ..... 25

*Богомолов Едуард*

Підвищення зносостійкості деталей машин шляхом термітного наплавлення з використанням оксиду хрому та бору ..... 27

*Борисов В.С., Сидоренко І.І.*

Підвищення ефективності гасіння динамічних навантажень у вантажопідйомному транспорті за рахунок буферів з оберненою характеристикою гальмівного моменту..... 29

*Булгаков Микола, Волошин Дмитро*

Підвищення екологічної та енергетичної ефективності суден гібридного типу ..... 30

|                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Vasylkiv Vasyl, Dudin Oleksandr, Fetsych Bohdan, Makovynskyi Nazarii, Korniev Oleksandr, Huseinov Farhad</i>                                                                          |    |
| Information model of typical technological routes for manufacturing die and mold parts for a toolshop .....                                                                              | 31 |
| <i>Vasylkiv Vasyl, Dudin Oleksandr, Fetsych Bohdan, Makovynskyi Nazarii, Korniev Oleksandr, Huseinov Farhad</i>                                                                          |    |
| Typical technological routes for manufacturing die and mold components using neural network-based models for technological decision support .....                                        | 33 |
| <i>Василець Тетяна, Толсторебров Олександр</i>                                                                                                                                           |    |
| Методи оптимізації систем регулювання частотного електроприводу .....                                                                                                                    | 35 |
| <i>Вовк Валентин</i>                                                                                                                                                                     |    |
| Забезпечення точності при проектуванні компоновок та використанні мобільних портативних верстатів агрегатно-модульної конструкції .....                                                  | 36 |
| <i>Володченков Дмитро, Нечаєв Василь, Кравцова Дар'я</i>                                                                                                                                 |    |
| Аналіз ефективності tsa-індикаторів для ранньої діагностики втомних тріщин зубчастих коліс важких редукторів в умовах підвищеного шуму .....                                             | 37 |
| <i>Волошкіна Ірина, Пижов Іван</i>                                                                                                                                                       |    |
| Нові критерії управління та оцінки процесу алмазного шліфування надтвердих матеріалів .....                                                                                              | 39 |
| <i>Герасимов Ігор</i>                                                                                                                                                                    |    |
| Синергія зелених технологій та цифрової оптимізації на основі штучного інтелекту, як інструмент максимізації ресурсо- та енергозбереження в сучасних перевантажувальних комплексах ..... | 40 |
| <i>Гришин Андрій</i>                                                                                                                                                                     |    |
| Чисельне моделювання нелінійної роботи залізобетонної шпунтової стінки причалу від дії динамічного навантаження .....                                                                    | 43 |
| <i>Гришин Андрій, Олейніков Віталій, Шинкевіч Олексій</i>                                                                                                                                |    |
| Нелінійний розрахунок огорожувальної споруди від дії динамічного впливу .....                                                                                                            | 44 |
| <i>Гугнін Володимир, Галіборц Андрій</i>                                                                                                                                                 |    |
| Вимірювання температури та обробка результатів у програмному середовищі «Scilab» .....                                                                                                   | 46 |
| <i>Дубровський Михайло, Хонелія Натела</i>                                                                                                                                               |    |
| Егулювання несучої здатності по ґрунту шпунтових паль .....                                                                                                                              | 48 |
| <i>Ivashura Andrii</i>                                                                                                                                                                   |    |
| Current issues in resource conservation in mechanical engineering.....                                                                                                                   | 50 |
| <i>Ісіченко Олександр</i>                                                                                                                                                                |    |
| Параметри шаржування під час шліфування металів .....                                                                                                                                    | 52 |
| <i>Іщенко Наталія, Михайлусь Володимир</i>                                                                                                                                               |    |
| Шляхи підвищення енергозбереження побутових будинків .....                                                                                                                               | 53 |
| <i>Калюжна В.Є., Литвиненко В.В., Капішинський М.С., Любченко І.В.</i>                                                                                                                   |    |
| Комплексне використання альтернативних джерел в морській портовій інфраструктурі .....                                                                                                   | 54 |

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Канюк Геннадій, Дрозд Володимир</i>                                                                              |    |
| Особливості математичного моделювання показників якості головних циркуляційних насосів атомних електростанцій ..... | 56 |
| <i>Канюк Геннадій, Єпик Олександр</i>                                                                               |    |
| Визначення показників якості теплоізоляційних матеріалів.....                                                       | 58 |
| <i>Кібаков Олександр, Хомяк Юрій</i>                                                                                |    |
| Уточнення положення умовних кривих втоми для визначення границі витривалості методом Локаті.....                    | 59 |
| <i>Кібаков Сергій, Хомяк Юрій</i>                                                                                   |    |
| Модифікація формули хейвуда для опису повної кривої втоми сталей.....                                               | 60 |
| <i>Кіановський Микола, Цивінда Наталія, Євгеній Муратов</i>                                                         |    |
| Аналіз залежності похибок механічної обробки від стійкості різального інструменту .....                             | 63 |
| <i>Ключка Євген, Червоний Володимир</i>                                                                             |    |
| Аналіз впливу показників якості систем керування парової турбіни на якість електроенергії .....                     | 66 |
| <i>Князева Вікторія, Малюта Віталій</i>                                                                             |    |
| Вплив частотного керування на якість роботи конденсатних насосів .....                                              | 67 |
| <i>Князева Вікторія, Нестеренко Денис</i>                                                                           |    |
| Використання автоматичного керування газоперекачувальною станцією.....                                              | 68 |
| <i>Кондратюк Олег</i>                                                                                               |    |
| Математичне моделювання процесу круглого зовнішнього шліфування газотермічних покриттів.....                        | 70 |
| <i>Конопльов А.В., Григор'єв Ю.О., Кусік Л.І.</i>                                                                   |    |
| Знаходження параметрів степеневого рівняння втоми .....                                                             | 72 |
| <i>Конопльов А.В., Григор'єв Ю.О., Кусік Л.І., Бершак С.В.</i>                                                      |    |
| Оцінка систематичної похибки методу визначення межі витривалості.....                                               | 73 |
| <i>Конопльов А.В., Чередарчук Н.І., Руденко Е.С., Орлов М.А.</i>                                                    |    |
| Аналіз точності методу оцінки границі витривалості.....                                                             | 75 |
| <i>Конопльов Анатолій, Шумило Олександр, Кононова Ольга, Кібаков Сергій</i>                                         |    |
| Визначення ординати точки перетину двох участків складової кривої втоми.....                                        | 77 |
| <i>Кохановський В.О., Донік Д.А.</i>                                                                                |    |
| Застосування адитивних технологій для ремонту поліграфічної техніки .....                                           | 78 |
| <i>Кохановський В.О., Шклярєнко А.М.</i>                                                                            |    |
| Структурно-інформаційне керування технологічним процесом поліграфічного виробництва .....                           | 80 |
| <i>Людмила Кошарська, Юрій Нікіфоров, Олександра Васильченко</i>                                                    |    |
| Недоліки сонячних батарей.....                                                                                      | 81 |
| <i>Кремнев Георгій, Наддачин Валерій, Новіков Федір, Онофрейчук Надія</i>                                           |    |
| Технологічні ігри – мотиватор навчання студентів.....                                                               | 82 |
| <i>Лапковський С.В., Фролов В.К., Кравець В.О.</i>                                                                  |    |
| Адаптивні захватні пристрої роботів-маніпуляторів.....                                                              | 90 |

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Ларшин Василь, Лимаренко Олександр, Шаповалов Денис, Кішнянус Ігор, Зленко Ігор</i>                             |     |
| Керування безпілотним наземним транспортним засобом.....                                                           | 92  |
| <i>Ларшин Василь, Тонконогий Володимир, Зленко Ігор, Кішнянус Ігор</i>                                             |     |
| Мехатронна мобільна турель для відстеження літальних об'єктів.....                                                 | 95  |
| <i>Легецька Ірина</i>                                                                                              |     |
| Конструктивна оптимізація стріл підйомно-транспортних машин як шлях до ресурсної та енергетичної ефективності..... | 99  |
| <i>Лещенко Кирило, Кравцова Дар'я, Володченков Дмитро</i>                                                          |     |
| Обґрунтування методу підвищення втомної міцності вала-шестерні редуктора повороту екскаватора ЕКГ-5А .....         | 100 |
| <i>Лісянський Гліб, Семенов Павло, Яровий Юрій</i>                                                                 |     |
| Системи дистанційного керування вантажопідіймальними кранами .....                                                 | 102 |
| <i>Макаров Даніл, Бобров Максим</i>                                                                                |     |
| Вдосконалення властивостей електродугових покриттів деформаційно-термічною обробкою.....                           | 103 |
| <i>Макогон Валерій, Жеглова Вікторія</i>                                                                           |     |
| Концентрація напружень в оболонках канатних барабанів кранових вантажопідійомних механізмів .....                  | 105 |
| <i>Макогон Валерій, Яровий Юрій</i>                                                                                |     |
| Інженерні інструменти на основі штучного інтелекту.....                                                            | 107 |
| <i>Манохін А.С., Клименко С.Ан., Клименко С.А., Мельничук Ю.О., Копейкіна М.Ю., Чумак А.О.</i>                     |     |
| Косокутне різання як метод підвищення стійкості інструментів із РсВН в умовах ударних навантажень .....            | 108 |
| <i>Мезеря Андрій, Вітер Владислав</i>                                                                              |     |
| Аналіз показників якості альтернативних джерел енергії .....                                                       | 110 |
| <i>Мезеря Андрій, Придворов Сергій</i>                                                                             |     |
| Підвищення якості гідростанцій малої потужності шляхом спрощення систем керування.....                             | 111 |
| <i>Мельниченко Наталія, Іщенко Ярослава</i>                                                                        |     |
| Зміна вектору наукових досліджень в сучасних умовах.....                                                           | 113 |
| <i>Мироненко Ігор, Телеганенко Катерина</i>                                                                        |     |
| Стінові силікатні вироби зниженої енергоємності для малоповерхової забудови.....                                   | 114 |
| <i>Мироненко Сергій</i>                                                                                            |     |
| Дослідження коефіцієнтів ковзання між зубами зубчастих передач з неевольвентними профілями.....                    | 116 |
| <i>Михайлова Євгенія</i>                                                                                           |     |
| Перспективи одержання метанолу з вуглекислого газу.....                                                            | 117 |
| <i>Моргун Олена</i>                                                                                                |     |
| Будівля як єдина енергетична система.....                                                                          | 119 |

|                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Найденко Артем, Бондар Іван, Конєйкіна Марина</i>                                                                    |     |
| Порівняння методів нанесення термобар'єрних покриттів на лопатки турбін .....                                           | 120 |
| <i>Насиров Сергій, Чирочкін Денис</i>                                                                                   |     |
| Вплив показників якості нагнітальних установок на ефективність їх роботи .....                                          | 123 |
| <i>Нечаєв В.П., Рязанцев А.О., Кучер А.В.</i>                                                                           |     |
| Вплив параметрів плазмовно-механічного фрезування на зміну структури поверхневого шару деталі .....                     | 124 |
| <i>Нечаєв В.П., Рязанцев А.О., Лісовенко Б.О.</i>                                                                       |     |
| Визначення параметрів тепловкладення в умовах плазмово-механічної обробки .....                                         | 126 |
| <i>Нечаєв В.П., Рязанцев А.О., Рижов Ф.І.</i>                                                                           |     |
| Визначення раціональних параметрів плазмово-механічної обробки важкооброблюваних сплавів .....                          | 128 |
| <i>Новіков Федір</i>                                                                                                    |     |
| Теоретичні підходи до створення високопродуктивних технологічних процесів механічної обробки високоточних виробів ..... | 130 |
| <i>Олейніков В.В.</i>                                                                                                   |     |
| Багатокритеріальна оптимізація при проектуванні суднових конструкцій .....                                              | 134 |
| <i>Перпері Л.М., Голобородько Г.М., Кучер І.В.</i>                                                                      |     |
| Статистичний аналіз відмов випробувального обладнання як інструмент удосконалення процедур його експлуатації .....      | 136 |
| <i>Перетяка Наталія</i>                                                                                                 |     |
| Багатошаровий текстильний матеріал як засіб маскування теплового випромінювання .....                                   | 139 |
| <i>Пойда Назарій, Кравцова Дар'я</i>                                                                                    |     |
| Корозійно-ерозійні процеси та механічні навантаження як чинники деградації труб у системах опалення .....               | 140 |
| <i>Рязанцев А.О., Рижов Ф.А.</i>                                                                                        |     |
| Есорпрінт – переробка полімерних відходів у філамент для адитивного виробництва .....                                   | 141 |
| <i>Рязанцев А.О., Федусов В.О.</i>                                                                                      |     |
| Аналіз природи та структури змінних сил у зачепленні крупномодульних зубчатих передач гірничих машин .....              | 144 |
| <i>Савченко М.Ф., Лагутін М.І., Нікічанов В.В.</i>                                                                      |     |
| Можливості використання пару для гасіння пожеж .....                                                                    | 145 |
| <i>Скоркін Антон</i>                                                                                                    |     |
| Вплив деформації твердого сплаву на працездатність різця .....                                                          | 146 |
| <i>Слободяник Ганна, Думбрава Олександр</i>                                                                             |     |
| Ресурсозберігаюча технологія зведення плити перекриття при реконструкції будівлі .....                                  | 147 |

|                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Соков Валерій</i>                                                                                                                    |     |
| Мінімізація маси похилого вільного фланцю суднової балки зі зламом кромки: погляди, ідеї, міркування.....                               | 149 |
| <i>Стальніченко Олег, Іоргачов Дмитро, Козишкурт Євген</i>                                                                              |     |
| Впровадження нових ресурсозберігаючих технологій відновлення та зміцнення суднових деталей в судноремонті.....                          | 151 |
| <i>Степанов Михайло, Іванова Марина, Літовченко Петро</i>                                                                               |     |
| Особливості зносу шліфувального круга при круглому зовнішньому подовжньому шліфуванні.....                                              | 153 |
| <i>Стрельчук Р.М., Руденко Є.О.</i>                                                                                                     |     |
| Проблеми фінішної обробки метал-композитних систем.....                                                                                 | 154 |
| <i>Супрун Сергій, Яровий Юрій, Стрельбіцький Віктор</i>                                                                                 |     |
| Методика оптимізації металоконструкції стріли контейнерного перевантажувача.....                                                        | 156 |
| <i>Третьак Володимир, Гриб Олександр</i>                                                                                                |     |
| Розробка програмного модуля для розрахунків технологічних параметрів токарної операції .....                                            | 157 |
| <i>Третьак Володимир, Нижник Сергій</i>                                                                                                 |     |
| Можливості програмного комплексу для розрахунків параметрів імпульсних технологій.....                                                  | 157 |
| <i>Фурсова Тетяна, Крамаренко Юрій</i>                                                                                                  |     |
| Особливості розрахунку показників якості теплофікаційних турбін теплоелектроцентралей в умовах змінного навантаження .....              | 161 |
| <i>Хоменко Віктор, Артюх Світлана</i>                                                                                                   |     |
| Особливості розрахунку показників якості теплофікаційних турбін теплоелектроцентралей в умовах змінного навантаження .....              | 163 |
| <i>Хомяк Юрій, Савельєва Оксана, Ярова Інна</i>                                                                                         |     |
| Математична модель покриття з круговим відлущуванням.....                                                                               | 165 |
| <i>Цивінда Наталія, Пікільняк Андрій, Герула Богдан, Зюган Ульяна</i>                                                                   |     |
| Аналіз дослідження гідравлічних характеристик запірної арматури засувного типу комп'ютерним моделюванням гідродинамічних процесів ..... | 167 |
| <i>Шофул Кирило</i>                                                                                                                     |     |
| Експлуатаційні випробування імпрегнованого абразивного інструменту при шліфуванні сталі ШХ15.....                                       | 170 |
| <i>Новіков Федір, Наддачин Валерій</i>                                                                                                  |     |
| До 100-річчя професора Якимова Олександра Васильовича .....                                                                             | 172 |
| <i>Кремнєв Георгій</i>                                                                                                                  |     |
| Дещо про тріщини .....                                                                                                                  | 176 |

**Валерій Соков**

Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова

## **МІНІМІЗАЦІЯ МАСИ ПОХИЛОГО ВІЛЬНОГО ФЛАНЦЮ СУДНОВОЇ БАЛКИ ЗІ ЗЛАМОМ КРОМОК: ПОГЛЯДИ, ІДЕЇ, МІРКУВАННЯ**

**Вступ.** Об'єктом дослідження є тонкостінна балка зі зломом кромки, зображена на рис. 1. Ця балка нижньою прямолінійною кромкою стінки кріпиться до настилу, а до ламаної кромки кріпиться вільний фланець для підвищення осьового моменту опору, що призводить до підвищення міцності і жорсткості при згині, забезпечує стійкість при дії осьових стискуючих та поперечних сил і при плоскій формі згину. Балка зі зломом кромки на рис. 1 в загальному випадку розташовується там, де потрібно реалізувати перехід від однієї висоти стінки до іншої. Така балка застосовується в будівельних конструкціях, в складі корпусу судна тощо.

Небезпечний переріз цієї балки має місце в місці зламу, де призматична частина з меншою висотою з'єднується з похилою частиною.

**Мета роботи.** Представити погляди, ідеї, міркування щодо розробки математичних моделей для мінімізації маси вільного фланцю із забезпеченням міцності.

**Основна частина.** Вільний фланець похилої частини має постійну товщину вздовж своєї довжини по лінії  $II$  (рис. 1), а тому маса фланця буде пропорційна площі його дійсного поперечного перерізу  $F_f$ , яка представляє собою добуток товщини вільного фланцю  $t$  на його дійсну ширину  $b$ , тобто

$$F_f = t \cdot b. \quad (1)$$

Тобто, чим менша площа поперечного перерізу вільного фланця  $F_f$  тим легшим він буде. В такому випадку задача вирішується тривіально:  $F_f \rightarrow 0$  при  $t \rightarrow 0$ ,  $b \rightarrow 0$ . Тому необхідно додати функцію зв'язку, яка би пов'язувала геометричні параметри вільного фланцю на рис. 1 з деяким параметрами або характеристиками міцності.

В роботі [1, 2] були отримані залежності для пружної ефективної ширини вільного фланцю в небезпечному перерізі та вздовж похилої частини і пружно-пластичної ефективної ширини вільного фланцю в небезпечному перерізі з умов міцності. Вказані залежності залежать від товщини вільного фланцю  $t$ , дійсної ширини  $b$ , співвідношення висот  $H/h$ , кута нахилу  $\alpha$ , радіуса  $r$ . Згадані залежності були отримані вперше і дозволяють вести розрахунок балки на рис. 1, використовуючи прості формули опору матеріалів. Залежності [1, 2] для

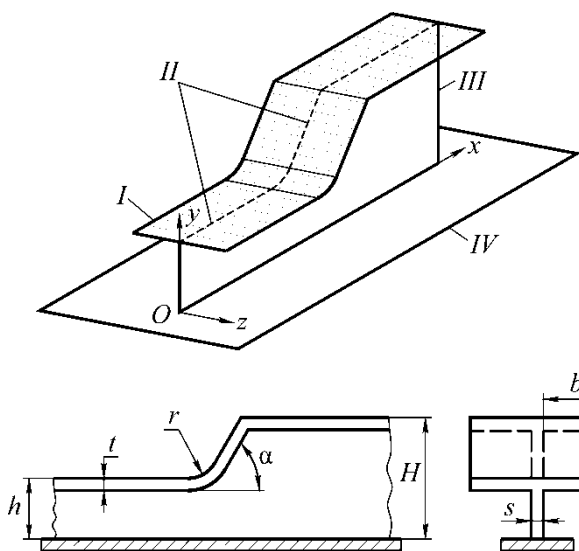


Рисунок 1 – Загальний вигляд тонкостінної досліджуваної балки зі зломом кромки: I – вільний фланець; II – ламана кромка стінки; III – стінка; IV – обшивка

ефективної ширини були отримані для випадку розтягу-стиску досліджуваної балки, що враховує найбільш несприятливий напружений стан з усіх можливих. Розроблені формули для ефективної ширини [1, 2] можна застосовувати коли балка на рис. 1 знаходиться в умовах розтягу-стиску, згину та сумісної дії розтягу-стиску і згину. У випадку згину та сумісної дії згину і розтягу-стиску величина ефективної ширини буде дещо консервативною, що дасть у свою чергу надійну оцінку міцності.

Запропоновані залежності [1, 2] для ефективної ширини можна пристосувати в якості функцій зв'язку для оптимізаційної задачі мінімізації маси вільного фланця.

Одна з простих розроблених формул для редуційного коефіцієнту пружної ефективної ширини  $\psi_r$  в небезпечному перерізі має вигляд [1, 2]

$$\psi_r = \frac{0,17(r/h) + 1,0}{1 + 0,3(b/t)\alpha}; \quad \alpha, \text{rad}; \quad \alpha \leq 20^\circ, \quad (2)$$

яка визначає  $\psi_r$  з похибкою не більше  $\pm 16\%$ , відносно значень розрахованих за методом скінченних елементів (МСЕ), для  $\alpha \leq 20^\circ$  і для діапазону зміни решти параметрів:

$$t/h \in [0,02; 0,1]; \quad b/h \in [0,1; 0,5]; \quad r/h \in [0,1; 0,5]; \quad H/h \in [1,2; 2,8]. \quad (3)$$

З врахуванням (2) значення ефективної площі  $F_{ef}$  небезпечного поперечного перерізу балки на рис. 1 визначиться залежністю

$$\left. \begin{aligned} F_{ef} &= hs + 2b_{ef}t = hs + 2b\psi_r t; \\ b_{ef} &= b\psi_r. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Оптимізаційна задача може бути сформульована наступним чином. Шляхом варіювання геометричних параметрів балки на рис. 1 забезпечити мінімальну дійсну площу небезпечного поперечного перерізу, гарантуючи при цьому необхідну міцність при заданому навантаженні.

При проектувальних розрахунках значення висот  $H$  і  $h$ , а тому і відношення висот  $H/h$  як правило задана. Тому параметр  $H/h$  відкидаємо із тих, які будуть варіюватися, тобто

$$\frac{H}{h} = \text{const}. \quad (5)$$

Дійсна площа  $F$  небезпечного поперечного перерізу визначається залежністю

$$F = hs + 2bt. \quad (6)$$

З врахуванням (5) і (6) можна зробити висновок, що параметрами, які варіюються, забезпечуючи міцність дійсної площі  $F$  із (6) є:  $b$  і  $t$ . Але ж міцність розраховується з врахуванням ефективної площі  $F_{ef}$  із (4), яка у свою чергу залежить від редуційного коефіцієнта  $\psi_r$ . Редуційний коефіцієнт  $\psi_r$  із врахуванням (5) вже залежить від  $\alpha$ ,  $r$ ,  $s$ ,  $t$ . До того ж товщина стінки  $s$  розраховується таким чином, щоб забезпечити вже місцеву стійкість стінки III на рис. 1 при даному навантаженні. Тобто можна сказати, що для оптимізаційної задачі величина товщини стінки  $s$  є заданою або фіксованою, аналогічно до (5).

Іншим очевидним фактом є те, що чим менша довжина перехідної похилої частини від меншої висоти стінки до більшої, тим краще. Довжина похилої частини залежить від кута  $\alpha$ . Чим він більший, тим менша довжина похилої частини. Тому при складанні цільової функції необхідно врахувати те, щоб окрім мінімізації дійсної площі  $F$  із (6) відбувалася мінімізація довжини похилої частини. Мінімізація довжини похилої частини прямо спричиняє мінімізацію відходів, довжин різу, зварювання, обробки кромek, і, як наслідок, вартості та часу виготовлення цієї балки. Необхідно продумати врахування інших технологічних факторів. Наприклад, при виробництві бажано мати якомога менший радіус  $r$ , тому що на виробниче обладнання, як правило, накладені певні технологічні обмеження. Малі радіуси гнути легше, і, гнуття малих радіусів, як правило, відбувається за один раз/прохід. Проте мінімізація радіуса  $r$  спричиняє збільшення довжини похилої частини, що нам не потрібно. Тому в цьому випадку необхідно відшукувати оптимальне поєднання значень радіуса  $r$  і кута  $\alpha$  від якого залежить довжина похилої частини.

**Висновок.** Очевидно, що формулювань оптимізаційної задачі буде декілька. Можливо одне із формулювань буде пов'язано із отриманням ідеально мінімальної площі небезпечного поперечного перерізу. Інше формулювання буде враховувати технологічні загальні фактори. Ще одне формулювання враховуватиме специфічні вимоги. Врешті речт, маючи функцію зв'язку, яка враховує міцність на кшталт (2) можна формулювати різні цільові функції і математичні моделі оптимізаційної задачі. Окремим питанням є врахування стійкості вільного фланця. В найбільш повному випадку необхідно враховувати і міцність і стійкість. Залежностей для ефективної ширини вільного фланцю з умов стійкості для похилої його частини поки не існує і є предметом майбутніх досліджень. Тому, формулювання оптимізаційних задач і відповідних математичних моделей залежить від конкретних проектувальних вимог.

## ЛІТЕРАТУРА

1 Соков В.М. Міцність тонкостінної балки зі зломом кромek із врахуванням пружно-пластичних деформацій: дис. канд. техн. наук : 05.23.17. Київ, 2023. 206 с.

2 Sokov, V.M. Effective Width of the Free Flange of the Ship's Wide Beam with an Axis Bend. *Strength of Materials*. Springer, 2021. № 53(2). PP. 297–308. <https://doi.org/10.1007/s11223-021-00289-9>.

# **НОВІ ТА НЕТРАДИЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННІ**

(Матеріали міжнародної наукова-технічної конференції,  
9-10 грудня 2025 року, м. Одеса)

Редактор

Комп'ютерна верстка і макетування

Ю.В. Яровий

Ю.В. Яровий

Формат 60×84/16  
Гарнітура Times New Roman  
Ум.-друк. арк. 10,46