



ПРОБЛЕМИ ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

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
Національний університет «Одеська політехніка»
ПАТ «Одеський кабельний завод «Одескабель»
ТОВ Фірма «ДІАЛАБ» ЛТД

ПРОБЛЕМИ ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

*матеріали Міжнародної науково-технічної конференції
присвяченої 100-річчю
Олійника Микола Васильовича, проф. д.т.н.*

14 травня 2025 року

Одеса – 2025

Проблеми втомної міцності деталей машин: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції (м. Одеса, 14 травня 2025 р.) / Одеський національний морський університет [та ін.] – Одеса: Одеський національний морський університет, 2025. – 76 с.

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦІЇ

Машинознавство і деталі машин

Галузеве машинобудування

Суднобудування і судноремонт

Судноводіння і енергетика суден

Динаміка і міцність машин

Сучасні ресурсозберігаючі технології

Інструменти та процеси у матеріалооброці

Автоматизація технологічних виробничих процесів

Метрологічне забезпечення нових та нетрадиційних технологій

Методологічні питання вищої освіти у галузі нових технологій

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

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова оргкомітету: *Руденко С.В.* д.т.н., проф., ректор Одеського національного морського університету

Заступники:

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

Члени організаційного комітету:

Новіков Ф.В. д.т.н., проф. Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця

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

Vincenzo Crupi Professore ordinario Università degli Studi di Messina, Italiana

Каніфольський О.О. к.т.н., доц., директор Морського інженерно-технічного інституту Одеського національного морського університету

Варбанець Р.А. проф. Одеського національного морського університету

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

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

Никифоров Ю.О. к.т.н., проф. Одеського національного морського університету

Волошин А.О. к.т.н., проф. Одеського національного морського університету

Яровенко В.О. д.т.н., проф. Одеського національного морського університету

Кононова О.М. к.т.н., доц. Одеського національного морського університету

Бершак С.В. к.т.н., доц. Одеського національного морського університету

Александровська Н.І. к.т.н., доц. Одеського національного морського університету

Гришин А.В. д.т.н., проф. Одеського національного морського університету

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

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

Стальніченко О.І. к.т.н., проф. Одеського національного морського університету

Герганов Л.Д. д.пед.н., проф. Національного університету «Одеська морська академія»

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

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

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

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

Відповідальна особа: *Конопльов А.В.* д.т.н., проф. Одеського національного морського університету

ЗМІСТ

<i>Арцибашева Н.М., Мангул Я.О.</i> Розробка методики оцінки ефективності гальмівної системи автомобіля.....	10
<i>Борзунов Ю.Л., Шафаренко О.І.</i> Дослідження трансмісій вітроенергетичних установок.....	11
<i>Гаур Т.О., Криворучко Д.Ю.</i> Особливості проведення процесів ручного дугового зварювання в судновій мережі обмеженої потужності	13
<i>Герасимов І.В.</i> Оптимізація резерву перевантажувальних машин: класичні підходи та сучасні перспективи	14
<i>Герганов Л.Д.</i> Методологічний підхід до професійної підготовки майбутніх фахівців морського транспорту: проблеми та перспективи	16
<i>Гришин А.В.</i> Нелінійний розрахунок причальної споруди сумісно з ґрунтовим та водним середовищем від дії статичних і динамічних навантажень	18
<i>Дранчук С.М., Кочетков О.В., Цацко В.І.</i> Пристрій для дослідження процесів, що швидко змінюються у часі	20
<i>Іванов В.В., Karaivanov D., Андрієвський Є.М.</i> Досвід проектування циркулярної механізованої парковки.....	22
<i>Іванов В.В., Karaivanov D., Андрієвський Є.М.</i> Проектування механізму управління зубчастим варіатором автомобіля.....	24
<i>Іванов В.В., Салій Д.В.</i> Проектування маховичного двигуна транспортного засобу категорії L ₂	26
<i>Іванов В.В., Сяров К.І.</i> Дослідження втрат в підшипниках кочення роздатної коробки автомобіля	28
<i>Іовчев С.І., Кочетков О.В.</i> Оцінка міцності сталевих виробів при циклічних навантаженнях	30
<i>Калінін Г.М., Клименков С.Ю.</i> Вибір оптимальної форми гофрованого полотна за умовою мінімуму вагової функції	31
<i>Кібаков О.Г., Хомяк Ю.М.</i> Експрес-оцінка границі витривалості мідних сплавів за їх механічними характеристиками.....	33
<i>Кібаков С.О., Конопльов А.В., Хомяк Ю.М.</i> Концентрація тиску в крайових зонах пресового з'єднання	35

<i>Конопльов А.В., Григор'єв Ю.О., Кусік Л.І., Юстов В.О.</i> Прискорений метод обчислення границі витривалості.....	38
<i>Конопльов А.В., Григор'єв Ю.О., Кусік Л.І., Корнієць Т.Є.</i> Розрахунок параметрів модернізованого рівняння Вейбулла	39
<i>Конопльов А.В., Григор'єв Ю.О., Чередарчук Н.І.</i> Про границю витривалості рівняння Вейбулла	40
<i>Конопльов А.В., Кононова О.М., Бершак С.В., Кібаков С.О.</i> Використання кореляційних залежностей для прискореного визначення границі витривалості.....	41
<i>Коростильов Л.І., Дядюра Є.Ю.</i> Про напружений стан і втомну міцність стінок балок корпусу суден	43
<i>Кочетков В.О., Машін В.М.</i> Дослідження показників якості електричної енергії перетворювачів постійної напруги модульної структури	45
<i>Легецька І.П.</i> Інноваційні матеріали у виробництві портового перевантажувального обладнання на прикладі українських портів	47
<i>Литвиненко Д.Ю., Скирда С.П.</i> Особливості визначення експлуатаційних напружень у конструкціях суховантажного судна.....	49
<i>Меленчук Т.М., Шульдік В.В.</i> Досвід проєктування револьверної механізованої парковки.....	51
<i>Науменко Є.О., Богомолів Е.П.</i> Моделювання потоків рідини навколо гвинтів, при кавітації за допомогою ANSYS Fluent.....	53
<i>Новіков Ф.В.</i> Професор Якимов Олександр Васильович і сучасне машинобудування.....	55
<i>Олейников В.В.</i> Оцінка запасів міцності судових конструкцій за методом граничних навантажень	57
<i>Панченко В.О., Очеретна В.В.</i> Розвиток стійкості та міцності кріпильних елементів на контейнеровозах.....	59
<i>Пустовий В.М., Семенов П.О., Жильцов К.С.</i> Підходи визначення рівня деградації портових вантажопідйомних кранів	60
<i>Семенов П.О.</i> Визначення залишкового ресурсу портових кранів за змінами опору крихкому руйнуванню	62

<i>Стальніченко О.І., Іоргачов Д.В., Козішкурт Є.М.</i> Сучасні методи відновлення поршневих кілець	
<i>Стальніченко О.І., Іоргачов Д.В., Крейцер К.О.</i> Сучасні технології відновлення чавунних кришок і поршнів суднових дизелів.....	64
<i>Стрельбіцький В.В.</i> Дослідження ресурсу зубчастих коліс козлових кранів для перевантаження сипких вантажів у річковому порту	65
<i>Теплечук А. М., Флоря Г.В.</i> Аналіз роботи двз на основі показників лямбда-зонда	66
<i>Цацко В.І., Дранчук С.М.</i> Дослідження якості відцентрових насосів методом тензометрії	68
<i>Чумак А.О., Манохін А.С., Мельнійчук Ю.О., Клименко С.А., Клименко С.Ан., Муковоз С.Ю., Рижов Ю.Е..</i> Особливості зношування різального інструменту із ПКНБ при точінні залізовуглецевих сталей високої твердості в умовах циклічного навантаження	70
<i>Ярова І.А.</i> Інструментарій цифрової криміналістики в захисті авторського права.....	72
<i>Яровенко В.О., Зарицька О.І.</i> Методи оцінки впливу параметрів пропульсивного комплексу на маневрені характеристики електроходів з класичної компоновкою електроенергетичної установки.....	73

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАПРУЖЕНЬ У КОНСТРУКЦІЯХ СУХОВАНТАЖНОГО СУДНА

Суднокорпусні конструкції сприймають змінні навантаження різного походження. Такі навантаження призводять до зародження втомних тріщин в осередках концентрації напружень. Забезпечення втомної міцності, поряд із забезпеченням граничної міцності, є умовою визначення розмірних параметрів конструктивних вузлів.

Оцінка втомної міцності конструкцій корпусу судна може бути виконана за спрощеною процедурою, яка пояснена у [1-3]. Вона базується на встановленні величин розмаху еквівалентних змінних напружень $\Delta\sigma_p^\Sigma$ із експлуатаційною забезпеченістю, що діють на вузол. Такі напруження визначають наступною формулою:

$$\sigma_p^\Sigma = \sqrt{\sum_{j=1}^3 \sigma_j^2 + 2 \sum_{j=1}^3 \sum_{v=1}^3 \rho_{jv} \sigma_j \sigma_v},$$

де σ_j – складові розмахів змінних напружень від загального повздовжнього згину корпусу судна, згину перекриття та балки у досліджуваній точці із експлуатаційною забезпеченістю; $\rho_{jv} \approx \pm 0,5$ – коефіцієнти кореляції складових напружень, що розглядаються.

На базі таких напружень можна побудувати їх довготерміновий розподіл за законом Вейбулла та оцінити втомну міцність та довговічність конструкції у досліджуваній точці.

Складові σ_j можуть бути визначені відповідно до [4] з експлуатаційною забезпеченістю, яка в цілому становить від 10^{-3} до 10^{-5} . Визначення цих складових можливо з використанням технічної теорії згину балок або з використанням скінченно-елементного аналізу. У випадку останнього можуть бути застосовані 3-вимірні або 2-вимірні моделі, побудовані на базі балкових, оболонкових або 3-вимірних елементів. При цьому можуть бути використані ізольовані від корпусу моделі з відповідними граничними умовами [5], або моделі відсіків судна в цілому. Останній варіант дозволить врахувати більше точно умови роботи досліджуваного конструктивного вузла у складі корпусу судна.

Отже, інтерес представляє порівняння між собою різних моделей та підходів до визначення еквівалентних експлуатаційних напружень. Таке порівняння було виконано на прикладі вузла перетину подвійного дна та шпангоуту суховантажного судна ($L_{pp} = 139$ м).

Результати визначення еквівалентних експлуатаційних напружень σ_p^Σ для зазначеного раніше вузла з використанням 3-вимірних стержньових моделей відсіку в цілому та плоских стержньових моделей перекриття представлені у

табл. 1. Розрахунки були виконані для розрахункових станів “судно у повному вантажі” та “судно в баласті”.

Таблиця 1 – Результати застосування тривірних та двовимірних скінченно-елементних моделей для розрахунку еквівалентних експлуатаційних напружень

Розрахункова величина	Тип стержньової моделі, що застосовувався	РС «судно у повному вантажі»	РС «судно в баласті»
Еквівалентне напруження із забезпеченістю $10^{-5}\sigma_p^{\Sigma}$, МПа	Тривимірна	55,01	83,45
Еквівалентне напруження із забезпеченістю $10^{-5}\sigma_p^{\Sigma}$, МПа	Плоска	82,13	91,93

ВИСНОВКИ

1 Визначено розмахи сумарних еквівалентних напружень із експлуатаційною забезпеченістю, що діють на суднокорпусний вузол перетину шпангоуту із другим дном в районі середини другого відсіку корпусу суховантажного судна.

2 Встановлено, що результати, отримані із використанням плоскої стержньової скінченно-елементної моделі перекриття судна, перевищують отримані за допомоги тривимірної моделі вісіку в цілому.

3 Таким чином, застосування ізольованих від корпусу судна плоских моделей суднових перекриттів до визначення еквівалентних експлуатаційних напружень у суднокорпусних конструкціях призводить до завищених результатів. Таким чином, при використанні таких напружень до оцінки втомної міцності вузлів, результати будуть із запасом в безпечний бік.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 IACS. (July 1999). Fatigue assessment of ship structures (Recommendation No. 56).
- 2 Blagojević B., Domazet Ž. Simplified procedures for fatigue assessment of ship structures. *10th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean IMAM 2002 (Rethymnon, Crete, 13th–17th May 2002)*. Rethymnon, 2002.
- 3 Литвиненко, Д. Ю. (2017). Методики розв'язку задач втомної міцності суднокорпусних вузлів при нерегулярному навантаженні на базі експериментально-теоретичного методу. *Вісник Одеського національного морського університету*, 4(53), 110–125.
- 4 Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден. Т.2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2020.
- 5 Сердюченко А. М., Лугінін О. Є., Коршиков Р. Ю., Дудченко О. М., Коршиков Ю. С. Основи теорії пружності, будівельної механіки, міцності, та вібрації суден: навчальний посібник / за ред. А. М. Сердюченка. Миколаїв: НУК, 2012. 422 с.