

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 ХІ Міжнародної науково-технічної конференції, в 2 ч. — Ч. 1. — Миколаїв : НУК, 2020. — 640 с.

У збірнику наведені матеріали ХІ 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

performance of a high-speed partial air cushion supported catamaran. International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering, [vol.12](#), pp.38-47, <https://doi.org/10.1016/j.ijnaoe.2019.05.004>

Volodymyr Moroz, Victor Kochin

Experimental studies of towing resistance of a model of a partial air cushion supported catamaran

The results of experimental studies of the towing drag of a model of a partial air cushion supported catamaran (PACSCAT) are presented. It is shown that the effectiveness of this type of vessel takes place in a transitional mode of movement. The dependence of the towing resistance of this type of vessel on the rate of unloading is determined. The results can be used to optimize the hydrodynamic design of a PACSCAT-type vessel at the initial stages of its design.

Keywords: ship model; experimental tank; towing tests; rate of unloading; towing drag

Мороз В.В., Кочин В.А.

Экспериментальные исследования буксировочного сопротивления модели частично разгруженного с помощью воздушной подушки катамарана

Приведены результаты экспериментальных исследований буксировочного сопротивления модели частично разгруженного с помощью воздушной подушки катамарана (судно типа PACSCAT). Показано, что эффективность такого типа судна имеет место в переходном режиме движения. Определена зависимость буксировочного сопротивления такого типа судна от степени разгрузки. Полученные результаты могут быть использованы при оптимизации гидродинамической схемы судна типа PACSCAT на начальных стадиях его проектирования.

Ключевые слова: модель судна; опытовый бассейн; буксировочные испытания; степень разгрузки; буксировочное сопротивление.

2.3 ПІДСЕКЦІЯ КОНСТРУЮВАННЯ ТА МІЦНОСТІ СУДЕН

Голова: Коростильов Л.І., д-р техн. наук, проф.

Вчений секретар: Литвиненко Д.Ю., пров. інж.

УДК 629.5.015.4:539.431

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСУ ТРАУЛЕРА ПРОЕКТУ 1288 З УМОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ

Коростильов Леонтій Іванович, д.т.н., проф., Литвиненко Дмитро Юрійович, к.т.н., Шарун Григорій Васильович
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

leonty.korostilyov@nuos.edu.ua, dmytro.lytvynenko@nuos.edu.ua, grygorii.sharun@nuos.edu.ua,

Аннотація. Удосконалено конструкцію корпусу траулера проекту 1288 в районі носового трюму з метою забезпечення втомної міцності у вузлах перетину основних шпангоутів із другим дном. Виконано розрахунки граничної міцності відсіку та втомної для розглянутого вузла, з урахуванням ефекту навантажень від слемінгу, для різних варіантів конструкції бортового перекриття.

Ключові слова: траулер; борт; конструкція; напружено-деформований стан, втомна міцність.

Вступ. Побудова великих морозильних траулерів (БМРТ) на вітчизняних суднобудівних заводах України має давню історію. На початку довжини таких траулерів не перевищували 100 метрів, але підвищення

ефективності їх експлуатації, використання більш сучасного рибпромислового обладнання призвело до росту їх розмірів і відповідної зміни рівнів навантаження у вузлах носової частини корпусу. Судна проекту 1288 з розмірами 106,9x16x10,2 нині експлуатуються в різних країнах світу. Модернізація корпусу траулера показала, що в експлуатаційних умовах в конструктивних вузлах з'єднання основного шпангоуту з другим дном за декілька років виникають тріщини втомі, які необхідно усувати при чергових ремонтах.

Очевидно, що під час розробки проекту 1288 перевірка втомної міцності відповідних вузлів не виконувалась. До того, враховуючи, що в даний час судна цього проекту експлуатуються в різних районах Світового океану, змінилися умови інтенсивності хвильового навантаження на конструкції таких суден. На звернення власників однієї із зарубіжних компаній на кафедрі будівельної механіки та конструкції корпусу корабля виконувались розрахунки за декількома конструктивними схемами з метою підвищення експлуатаційної надійності корпусів траулерів.

Метою роботи є удосконалення конструкції корпусу суден проекту 1288 для забезпечення необхідного рівня втомної міцності.

Основна частина. Втомні пошкодження мали місце у носовій половині трюму № 1 траулера. Фотографія тріщини втомі у зазначеному раніше суднокорпусному вузлі, який виготовлено із суднобудівної сталі 09Г2, наведена на рисунку 1.

Для розв'язку поставленої задачі розглянуто наступні варіанти конструкції відсіку:

- 1) з проміжними шпангоутами, що закінчуються на рівні нижнього поздовжнього ребра жорсткості борту;
- 2) з проміжними шпангоутами, що закінчуються на рівні другого дна;
- 3) з проміжними шпангоутами, що закінчуються на рівні другого дна та бортовим стрингером посередині висоти трюму.

Для кожного варіанту конструкції борту виконувалась перевірка граничної міцності з урахуванням дії ударних навантажень від слемінгу. При цьому рівень навантаження розраховувався за «Правилами класифікації та побудови морських суден» Морського Регістру Судноплавства Росії [1].



Рисунок 1 – Тріщина втомі в місці з'єднання основного шпангоуту із другим дном, підкріпленого кницею

Для кожного варіанту конструкції борту також виконувались розрахунки згідно норм [2] сумарних еквівалентних експлуатаційних розмахів напружень у точці закінчення скулової кнці (див. рис. 1), з врахуванням одночасної дії напружень від згину шпангоуту як балки та бортового перекриття у складі відсіку. Ці значення використовувались для подальшого розрахунку втомної міцності згідно рекомендацій МАКО [3] за методами номінального напруження та напруження у гарячій точці [4]. При цьому використовувались криві втомі досліджуваного вузла за даними Міжнародного Інституту Зварювання [5]. Для розрахунку на втому досліджуваного вузла прийнята крива класу 63 (FAT63). Коефіцієнт концентрації конструктивних напружень для розрахунку за методом напружень у гарячій точці наближено визначався за даними [6], [7].

Крім того, розрахунок вузла на втому виконувався з використанням експериментально-теоретичного методу за алгоритмом, наведеним в роботі [8], та комп'ютерної програми [9].

Для визначення екстремальних значень та розмахів експлуатаційних еквівалентних напружень використовувались метод скінченних елементів та стержнева ідеалізація відсіку. Приклад останньої наведено на рис. 2.

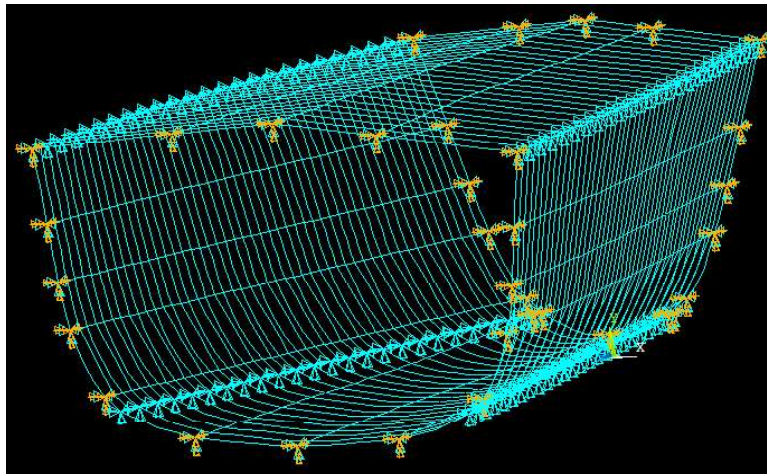


Рисунок 2 – Стержнева об'ємна модель відсіку траулера

Визначення втомних пошкоджень виконувались для двох розрахункових станів: «судно з повним вантажем» та «судно в баласті». Передбачалось, що судно знаходиться 75% часу експлуатації в першому стані, а 25% – у другому, згідно рекомендацій [3] для вантажних суден.

Ефект слемінгу було враховано лише для розрахункового стану «судно в баласті» згідно рекомендацій [10]. Коефіцієнт максимальних напружень, на який було помножено довготерміновий розподіл розмахів напружень, отриманий без врахування ефекту слемінгу, становив 1,2. Його було встановлено на базі розрахунку напружень у «гарячій точці вузла» від дії екстремальних навантажень згідно [1, 2].

Зведені результати визначення міри втомного пошкодження D та довговічності вузла T різними методами для трьох варіантів конструкції борту, описаних раніше, наведено в таблиці 1. Передбачалось, що проектний термін служби судна становить 25 років, а критичний рівень міри втомного пошкодження, який відповідає появі втомної тріщини, становить 1. Представлені результати отримано для району 24-25 шпангоуту корпусу судна, де діяли максимальні за довжиною відсіку згинальні моменти в «гарячій точці», що досліджувалась. Ефект корозійної втоми не враховувався.

Потрібно також зауважити, що для першого та другого варіантів конструкції бортового перекриття всі розрахунки виконувались з використанням базових креслень проекту 1288, в яких для основних шпангоутів використовується профіль полосоубльб несиметричний №24^а. Розрахунки для третього варіанту виконувались, передбачаючи модернізований варіант конструкції судна проекту, в якому для основних шпангоутів використано профіль симетричного полосоубльба HP220x10. Враховуючи ці відмінності модернізованого судна від базового проекту, дані із втомного пошкодження та довговічності для першого та другого варіанту можна вважати дещо завищеними.

Таблиця 1 – Зведені результати визначення міри втомного пошкодження D та довговічності T вузла з'єднання основного шпангоуту із другим дном в районі 24-25 шпангоуту корпусу судна

Номер варіанту конструктивного оформлення бортового перекриття	Метод номінального напруження		Метод напруження у гарячій точці		Експериментально-теоретичний метод	
	D	T , роки	D	T , роки	D	T , роки
1	4,261	5,748	3,628	6,891	4,349	5,748
2	2,831	9,402	2,357	10,607	2,659	9,402
3	1,218	20,525	0,904	27,655	0,898	27,840

Результати розрахунку міри втомного пошкодження суднокорпусного вузла удосконаленим експериментально-теоретичним методом при коефіцієнті зниження границі витривалості при нерегулярному навантаженні 0,675 були близькими до результатів оцінки за іншими методами. Близькими також були границі витривалості, отримані різними методами при числі циклів $2 \cdot 10^6$ регулярного навантаження. В якості вузла, до

якого виконувалась «прив'язка» для побудови кривої втоми за експериментально-теоретичним методом, було вибрано вузол типу «злам стінки» (теоретичний коефіцієнт концентрації напружень 5,128), який хоча не містив зварного шва, але був виконаний з матеріалу тієї ж марки, що й досліджуваний вузол.

Висновки.

1. Аналізуючи результати розрахунків втомної міцності конструктивного вузла виявлено, що найбільший внесок у рівень втомного пошкодження вузла має розрахунковий стан «судно у повному вантажі».
2. Наближене урахування навантажень від слемінгу збільшує величину міри втомного пошкодження в розрахунковому стані «судно в баласті» приблизно у два рази. Проте, величина міри втомного пошкодження, накопичена в цьому розрахунковому стані для усіх конструктивних варіантів борту, була досить малою відносно даної величини, накопиченої за розрахунковий стан «судно у повному вантажі».
3. Найбільша величина втомного пошкодження спостерігалась для вузлів з'єднання основних шпангоутів та другого дна посередині носової половини відсіку.
4. В результаті аналізу результатів розрахунків на втому запропонованих варіантів конструктивного оформлення борту в носовому трюмі встановлено, що для уникнення появи тріщин необхідно довести проміжні шпангоути вихідного варіанту конструкції до рівня другого дна, закріпивши їх кінцями до настилу. В площині проміжних шпангоутів всередині другого дна необхідно встановити бракети. Також необхідно встановити рамний бортовий стрінгер посередині висоти трюма замість поздовжньої бортової балки штабобульбового профілю.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- [1] Российский морской регистр судоходства. (2020). *Правила классификации и постройки морских судов*: Часть 2. Корпус (НД № 2-020101-124). Санкт-Петербург: Российский морской регистр судоходства.
- [2] Российский морской регистр судоходства. (2002). *Сборник нормативно-методических материалов. Книга одиннадцатая* (НД No 2-139902-016). Санкт-Петербург: Российский морской регистр судоходства.
- [3] IACS. (July 1999). *Fatigue assessment of ship structures* (Recommendation No. 56).
- [4] Коростылев Л. И., Литвиненко Д. Ю. (2016). Анализ и классификация методов оценки усталостной прочности сварных тонкостенных конструкций корпуса судна. *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова*, 3(37), 104–118.
- [5] Hobbacher A. (Ed.). (2016). *Recommendations for fatigue design of welded joints and components* (IIW document IIW-2259-15 ex XIII-2460-13/XV-1440-13). Springer International Publishing.
- [6] DNV GL (October 2015). *Fatigue assessment of ship structures: DNVGL-CG-0129*.
- [7] Det Norske Veritas. (2014). *Fatigue Assessment of Ship Structures*. (DNV Classification notes No. 30.7).
- [8] Коростылев Л. И., Литвиненко Д. Ю. (2017) Оценка усталостной прочности судокорпусных узлов экспериментально-теоретическим методом с учетом нерегулярности нагружения. *Вісник Одеського національного морського університету*, 1(50), 71–91.
- [9] Коростильов Л. І., Литвиненко Д. Ю. (2018). Комп'ютерна програма «ETM fatigue». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 76716 Державної служби інтелектуальної власності України [Дата реєстрації 08.02.2018].
- [10] Fricke, W., Paetzold, H. (2013). *Effect of Whipping Stresses on the Fatigue Damage of Ship Structures*. (IIW-Doc. XIII-2487-13). Int. Inst. of Welding.

Leontii Korostylov, Dmytro Lytvynenko, Hryhorii Sharun

Improvement of construction of trawler's hull of project 1288 based on condition of fatigue strength providing

Annotation: The hull structures of the project 1288 trawler in the bow hold have been improved based on the condition of fatigue strength providing at the junctions of the frames and inner bottom. Ultimate strength calculations of the cargo hold and fatigue strength assessment of the mentioned structural assemblies for different constructions of the ship's side have been performed. The effect of the slamming loads on fatigue strength was considered.

Keywords: trawler; side; construction; stress-strain state, fatigue strength.

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., Фатсєв 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 суднових опорних пристроїв.	

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

Єгоров Г.В. Сучасні матеріали для новітнього суднобудування.....	
Єгоров Г.В., Єгоров О.Г. Новий Каспійський 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.
- Сгоров Г.В., Автутов М.В.** Проектування дизель-електричних суден забезпечення-криголамів на прикладі проекту IBSV01.
- Сгоров Г.В., Ільницький І.А., Тонюк В.І.** Проектування та будівництво несамохідних суховантажних суден проектів RDB12 і RDB20.
- Печенюк А.В.** Спосіб представлення строївої по шпангоутах у незалежному від загальної повноти вигляді.
- Сгоров Г.В., Ільницький І.А., Калугін Я.В.** Досвід переобладнання танкерів в суховантажні судна.
- Шарун Г.В., Мехралиев Мурад Ариф оглу, Лю Сиюен, Цуй Шьен** О проектировании кормовых аппарелей барж для перевозки грузовых автомобилей.
- Сгоров Г.В., Автутов М.В., Зарецький О.В.** Досвід проектування першого в світі краболову-процесору «ЗЕНІТ».
- Сгоров Г.В., Колесник Д.В., Осадчий Є.А.** Аналіз можливості використання газомоторного палива на судах змішаного плавання і на морських поромках.
- Сгоров Г.В., Сгоров 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., Колегась 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 нестаціонарних 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.