

DOI [https://doi.org/10.15589/znп2022.1\(488\).2](https://doi.org/10.15589/znп2022.1(488).2)
УДК 629.533

DETERMINING THE TYPE OF PASSENGER VESSEL FOR THE ROUTE “OCHAKIV – KINBURN SPIT”

ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ПАСАЖИРСЬКОГО СУДНА ДЛЯ МАРШРУТУ «ОЧАКІВ – КІНБУРНЬСЬКА КОСА»

Sergey O. Slobodyan

sergij.slobodyan@nuos.edu.ua

ORCID: 0000-0002-2439-074X

Oleksii A. Morozov

oleksii.morozov@nuos.edu.ua

ORCID: 0000-0002-7631-9099

С. О. Слободян,

канд. техн. наук, професор

О. О. Морозов,

викладач

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Abstract. *Purpose.* Determination of the architectural and structural type of a passenger ship of coastal navigation, for the route “Ochakiv – Kinburn Spit”. *Method.* Methods of ship theory and design, analysis and statistics are used. *Results.* The analysis of design and operational characteristics of different types of multi-hull vessels is carried out. Based on this analysis, the architectural and structural type of a passenger vessel of coastal navigation for the route “Ochakiv – Kinburn Spit” was determined. *Scientific novelty.* For the first time, data on seaworthiness, design and operational characteristics of multi-hull vessels of various types were summarized and analyzed, and the architectural and structural type of a coastal passenger ship was determined for the “Ochakiv – Kinburn Spit” route. *Practical impact.* Based on generalized empirical and theoretical data obtained during the design and operation of different types of passenger ships, it was determined that it is necessary to strive to increase the L/B ratio, reduce draft d , and relative speed $Fr > 0,6$. A comparison of the load of the masses of a single-hull passenger ship of project P51 and a catamaran P132 was made, as a result of which it was determined that the metal capacity of a catamaran can exceed the metal-capacity of a single-hull vessel twice. The data of comparison of resistance values of a catamaran, the main elements of which are selected for a given speed, and a comparative single-hull vessel, the width of which is equal to the total width of both hulls of the catamaran, may not be correct in comparing and determining the advantages of a scheme, because the main dimensions of such a single-hull vessel may differ significantly from those recommended for the selected speed mode. Thus, the catamaran has no advantages in navigability, both in the displacement mode and in the transition, compared with a single-hull vessel. It was also determined that the vessel with outriggers, by analogy with sailing trimarans, are optimal for the type of vessel when moving in tonnage and transitional modes, which also have the ability to land passengers on the unequipped coast, is the optimal architectural and structural type for passenger vessel route “Ochakiv – Kinburn Spit”. In addition to this route, similar can be used on other coastal or river routes. The authors of the article gave a general view of such a vessel. To determine the optimal main elements, the optimization problem was solved, but it is not considered in this article.

Key words: architectural-constructive type; Ochakiv-Kinburn Spit; coastal passenger vessel; monohull vessels; catamaran, sailing trimaran; outrigger vessel.

Анотація. *Метою статті є* визначення архітектурно-конструктивного типу пасажирського судна прибережного плавання для маршруту «Очаків – Кінбурнська коса». *Методика.* Застосовано методи теорії та проектування суден, аналізу й статистики. *Результати.* Проведено аналіз проєктних та експлуатаційних характеристик різних типів багатокорпусних суден. На підставі цього аналізу визначено архітектурно-конструктивний тип пасажирського судна прибережного плавання для маршруту «Очаків – Кінбурнська коса». *Наукова новизна.* Уперше узагальнені та проаналізовані дані щодо морехідних якостей, проєктних та експлуатаційних характеристик багатокорпусних суден різних типів, а також визначено архітектурно-конструктивний тип пасажирського судна прибережного плавання для маршруту «Очаків – Кінбурнська коса». *Практичне значення.* На основі узагальнених емпіричних і теоретичних даних, отриманих у процесі проєктування та експлуатації різних типів пасажирських суден, визначено, що необхідно прагнути до збільшення відношення L/B , зменшення осадки

d , а також до відносної швидкості $Fr > 0,6$. Здійснено порівняння навантаження мас однокорпусного пасажирського судна проекту P51 та катамарану P132, у результаті якого визначено, що металоємність катамарана може перевищувати металоємність однокорпусного судна вдвічі. Наведені дані зіставлення значень опору катамарана, головні елементи якого вибрані для заданого швидкісного режиму руху, та порівняльного однокорпусного судна, ширина якого дорівнює сумарній ширині обох корпусів катамарана. Це не може бути коректним під час зіставлення й визначення переваг тієї чи іншої схеми в оцінці ходовості, тому що головні розміри такого однокорпусного судна можуть значно відрізнятися від рекомендованих для вибраного швидкісного режиму. Таким чином, катамаран не має переваги в ходовості як у водотоннажному, так і в перехідному режимі руху порівняно з однокорпусним судном. Також визначено, що судно з аутригерами, за аналогією з вітрильними тримаранами, є оптимальним типом судна під час руху у водотоннажному й перехідному режимах, які до того ж мають можливість висаджувати пасажирів на необладнане узбережжя, є оптимальним архітектурно-конструктивним типом для пасажирського судна прибережного плавання для маршруту «Очаків – Кінбурнська коса». Крім вказаного маршруту, таке судно може використовуватися й на інших прибережних або річкових маршрутах. Авторами статті наведено загальний вигляд такого судна. Для визначення оптимальних головних елементів вирішено оптимізаційне завдання, однак у межах представленої статті воно не розглядається.

Ключові слова: архітектурно-конструктивний тип; Очаків-Кінбурнська Коса; пасажирське судно прибережного плавання; однокорпусне судно; катамаран, вітрильний тримаран; судно з аутригерами.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Структура прибережного пасажирського водного транспорту, що сформувалася у другій половині XX ст., не відповідає сучасним вимогам і не може повною мірою забезпечити жителів і туристів послугами транспортно-екскурсійного характеру [1]. Тому необхідний розвиток водних приміських і міських маршрутних перевезень та відповідних пасажирських суден, для яких кількість пасажирів, що перевозяться, варіюється від 12 до 38 осіб, як і в автобусах, які використовуються для приміських та міських перевезень; відповідно, маршрут перевезень також може бути визначений заздалегідь або індивідуально в кожному конкретному випадку.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

У роботі Б.З. Леві [2] були розглянуті проєктні характеристики та елементи катамаранів або однокорпусних суден. Однак наразі в літературі відсутні системні дослідження вибору та визначення архітектурно-конструктивного типу (далі – АКТ) пасажирських суден для водних приміських і міських перевезень у причорноморському узбережжі України та річках, які б відповідали сучасним реаліям та могли забезпечити жителів і туристів послугами транспортно-екскурсійного характеру.

Метою досліджень є визначення архітектурно-конструктивного типу пасажирського судна прибережного плавання для маршруту «Очаків – Кінбурнська коса».

МЕТОДИ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Застосовано методи теорії і проєктування суден, аналізу та статистики.

Об'єктом є пасажирське судно прибережного плавання для маршруту «Очаків – Кінбурнська коса»,

а предметом – дані щодо морехідних якостей, проєктних та експлуатаційних характеристик багатокорпусних суден різних АКТ.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Одним із головних трендів у проєктуванні пасажирських суден є підвищення швидкості. Повною мірою це стосується й пасажирських суден прибережного району плавання, які експлуатуються в мілководних районах або річках із глибинами менше 0,5 м.

Загальновідомим шляхом підвищення швидкості є рух у режимі глісування (від франц. *glisser* – ковзання). Однак для руху в цьому режимі потрібна велика потужність для подолання так званого «горба» опору. Крім того, цей режим руху можна використовувати лише на спокійній воді. Тому було розглянуто один із перспективних шляхів підвищення швидкості без надмірного зростання потужності – рух у перехідному режимі.

На рисунку 1 наведено характерну криву повного опору залежно від Fr та FrD , а також діапазони режимів руху катера [3].

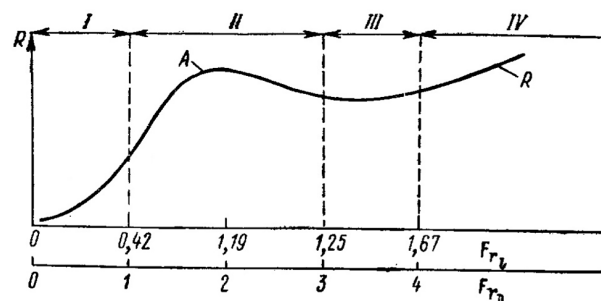


Рис. 1. Характерна крива опору катера:
I – водотоннажний режим; II – перехідний режим;
III – перехідний режим/глісування; IV – «чисте» глісування

Унаслідок аналізу рисунка 1 можна побачити, що негативним явищем під час руху судна в перехідному

режимі є «горб» опору, або хвильовий бар'єр. Виникнення цього явища пов'язане з різким збільшенням хвильоутворення та хвильового опору.

Крім того, цей режим руху характеризується тим, що відбувається перерозподіл тиску: зростає тиск у носовій частині, при цьому відбувається розрядження в кормовій частині. Такий перерозподіл тиску приводить до диференту на корму.

Для визначення практичних рекомендації щодо нівелювання цих явищ у процесі проектування пасажирських суден, які рухаються в перехідному режимі, було побудоване експериментальне судно проекту Р69 (див. рис. 2).



Рис. 2. Пасажирське судно проекту Р69

Експлуатація цього судна показала, що необхідно прагнути до збільшення відношення L/B , зменшення осадки d , а також до відносної швидкості $Fr > 0,6$ [4].

Варто зазначити, що збільшення відношення L/B однокорпусного судна з малою осадкою призводить до зменшення остійності.

Подолати це можна шляхом використання багатокорпусного судна. Одним із поширених архітектурно-конструктивних типів цього судна є катамарани (див. рис. 3).



Рис. 3. Пасажирський річковий катамаран проекту Р132

Для більш детального аналізу вченими було проведено порівняння навантаження мас [5; 6] однокорпусного річкового пасажирського судна проекту Р51 (див. рис. 4) та пасажирського річкового катамарана проекту Р132 (див. рис. 3).

Дані за статтями навантаження наведені в таблиці 1.



Рис. 4. Пасажирське річкове судно проекту Р51

Таблиця 1. Статті навантаження мас суден проектів Р51 та Р132

Номер проекту	Р51	Р132	Різниця
Метал у складі корпусу та надбудови, т	40	72,1	+32,1
Судові пристрої, т	3,26	1,97	-1,29
Забезпечення та інвентар, т	1,35	1,47	+0,12
Головні механізми, т	4,06	4,66	+0,60
Системи та трубопроводи, т	4,61	7,76	+3,15
Електрообладнання, т	3,14	5,41	+2,27
Запас водотоннажності, т	—	—	—
Дедвейт, т	23,03	13,5	-9,53
Пасажири, т	18,23	10,125	+8,11
Паливо, т	2,6	1,62	-0,98
Мастило, т	0,15	0,09	-0,06
Прісна вода, т	1,6	1	-0,60
Провізія, т	0,3	0,36	+0,06

Як видно з даних таблиці 1, матеріалоемність корпусу катамарана перевищує матеріалоемність однокорпусного судна в 1,9 раза.

Відповідно, катамаран проекту Р132 через більшу металоємність має більшу вартість побудови порівняно із судном проекту Р51, а також більшу осадку.

Зіставлення потужності головних двигунів пасажирських суден проектів Р51 та Р132 (2×110 та 2×173 кВт відповідно) показує, що на малих швидкостях потужність катамарана для досягнення однакової швидкості повинна бути більшою.

Вочевидь, це пов'язано з тим, що на малих швидкостях основою повного опору є опір тертя, тому катамаран проекту Р132, який має додаткову масу мостової конструкції, більшу осадку та, відповідно, більшу змочену поверхню, повинен мати більшу потужність головного двигуна для досягнення однакової швидкості з однокорпусним судном проекту Р51.

При цьому варто зазначити, що дослідження хвильового опору катамарана [4; 7] показали, що лише на малих відносних швидкостях ($Fn < 0,38$) може бути сприятлива інтерференція хвильових систем (див. рис. 5).

Також у дослідженнях зазначається, що переваги в ходовості в разі зіставлення значень опору катамарана, головні елементи якого вибрані для заданого швидкісного режиму руху, та порівняльного однокорпусного судна, ширина якого дорівнює сумар-

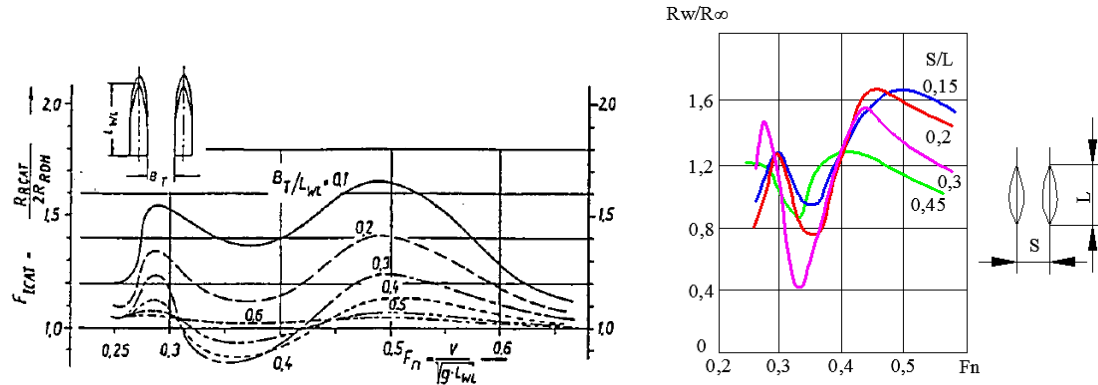


Рис. 5. Вплив горизонтального кліренсу на хвильовий опір катамарана

ній ширині обох корпусів катамарана, не може бути коректним під час зіставлення й визначення переваг тієї чи іншої схеми в оцінці ходовості, тому що головні розміри такого однокорпусного судна можуть значно відрізнятися від рекомендованих для вибраного швидкісного режиму [8].

Під час перехідного режиму руху та глісування необхідно збільшувати відстань між корпусами (кліренс) у зв'язку зі збільшенням хвилеутворення, що призводить до збільшення металоемності корпусу.

Таким чином, катамаран не має переваг у ходовості як у водотоннажному, так і в перехідному режимі руху в разі порівняння з однокорпусним судном.

До переваг катамарана можна віднести прямокутну палубу, що порівняно з однокорпусною схемою дає можливість більш ефективно використовувати площу палуби за менших відношеннях L/B [9]; це дає змогу розмістити більшу кількість неважких габаритних вантажів (наприклад, автомобілів). Крім того, катамаран має запас остійності. Саме це дає можливість розташовувати на палубі багатоярусні надбудови та здійснювати перевезення більшої кількості неважких габаритних вантажів за менших відношень L/B порівняно з однокорпусним судном.

Ще одним багатокорпусним АКТ є трикорпусний тип, або тримаран. Цей АКТ можна вважати еволюцією катамарана, тому що під час дослідження різних варіантів розташування корпусів один щодо одного [10; 11; 12; 13] було виявлено, що двокорпусний тип «уступом» (див. рис. 6) має значно менший хвильовий опір.



Рис. 6. Двокорпусний тип «уступом»

Тому логічно було зробити такий двокорпусний тип симетричним (див. рис. 7) та поєднати переваги

однокорпусного і двокорпусного типів судна. Таким чином, тримаран являє собою центральний корпус та два симетрично розташовані бокові корпуси (аутригери).



Рис. 7. Трикорпусний тип, або тримаран

Трикорпусна схема є перспективною для пасажирських суден із таких причин:

- перерозподіл водотоннажності між корпусами дає змогу в широких межах змінювати співвідношення хвильового і в'язкісного складників повного опору та в певних умовах зменшувати повний опір води під час руху;
- є можливість проектування суден із малою осадкою з великими площами палуб та корпусами з великим значенням L/B ;
- цей тип судна характеризується підвищеною остійністю;
- цей тип судна має високі морехідні якості (збільшення періоду бортових коливань та зниження перевантажень, зумовлених хитацією);
- спостерігається зменшення ударів у мостову конструкцію під час руху на хвилюванні завдяки висунутому вперед центральному корпусу, який значною мірою деформуватиме хвилі, що підходять до бокових корпусів.

За рахунок повздовжнього переміщення центрального корпусу та, відповідно, хвильових систем можливе зменшення «горба» коефіцієнта хвильового опору.

Таким чином, на відміну від двокорпусного АКТ, трикорпусний тип має більше параметрів, які дають змогу ефективно зменшувати хвильовий опір.

Підсумовуючи наведене, варто зазначити, що катамаран як виключно пасажирське судно, вочевидь, має меншу економічну ефективність у зв'язку з більшою металоємністю та не є кращим вибором із позиції ходовості.

Головною перевагою тримарана є те, що можна змінювати відношення хвильового опору за рахунок висування центрального корпусу, варіації подовження корпусів, перерозподілу водотоннажності, відстані (кліренсу) аутригерів від центрального корпусу (кліренсу).

Прикладом, що ілюструє можливості використання трикорпусних суден, є результати опрацювання варіанта пасажирського судна для приміських маршрутів із трикорпусною схемою з однаковими корпусами [14].

Модель тримарана показано на рисунку 8. Тримаран порівнювався з однокорпусним та двокорпусним варіантами судна, які мають близьку пасажиромісткість.

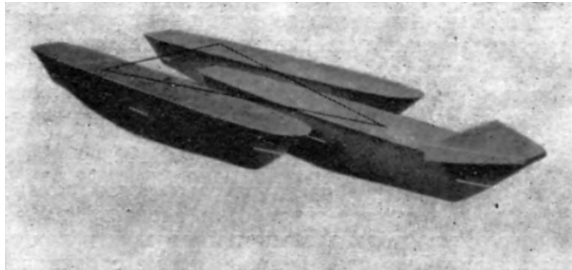


Рис. 8. Модель тримарана

Основні характеристики порівнюваних суден наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Основні характеристики порівнюваних суден

Елементи та характеристики	Тип судна		
	одно-корпусне	дво-корпусне	три-корпусне
Довжина найбільша, м	38,2	32	32
Довжина за КВЛ, м	36	28	28
Довжина за КВЛ центрального та бокових корпусів, м	—	—	18
Ширина за КВЛ центрального та бокових корпусів, м	—	2,3	2,3
Ширина судна за КВЛ, м	5,3	7,1	8,8
Ширина судна за палубою, м	5,9	7,5	9,5
Відносний повздовжній висув a	—	—	0,6
Відносний поперечний кліренс b	—	0,086	0,18
Площа змоченої поверхні, м ²	178,5	197,4	189
Водотоннажність за КВЛ, м ³	105	100	99
Пасажиромісткість, пас.	238	262	268
Швидкість у разі потужності головних двигунів 2×300 к.с.	27,7	23,7	24,8

У результаті були отримані дані розрахунку повного опору, корисної тяги рушіїв та графіки коефіцієнтів залишкового опору порівнюваних варіантів пасажирських суден (див. рис. 9).

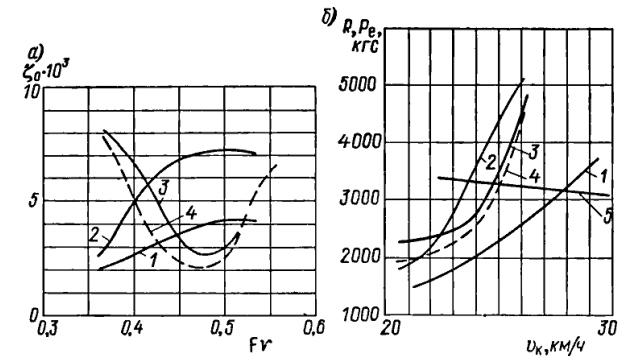


Рис. 9. Порівняння повного опору, корисної тяги рушіїв, а також графіки коефіцієнтів залишкового опору різних типів пасажирських суден:

1 – однокорпусне судно; 2 – катамаран; 3 – трикорпусне судно за умови $a=0,6$ та $b=0,18$; 4 – трикорпусне судно за умови $a=0,6$ та $b=0,23$; 5 – корисна тяга рушія

Ці результати отримані з використанням даних випробувань моделей суден у басейні.

За швидкістю варіанти розташувалися в такому порядку: однокорпусне судно, трикорпусне судно, двокорпусне судно.

На високих відносних швидкостях ($Fr > 0,4$) оптимально спроектовані трикорпусні судна (з трьома однаковими корпусами) з погляду ходовості посідають проміжне місце між однокорпусними та двокорпусними.

Крім наведеної вище схеми тримарана з трьома однаковими корпусами, є схема тримарана із центральним корпусом та аутригерами, які призначені для компенсації недостатньої остійності та забезпечення непотоплюваності.

Ця схема набула поширення серед вітрильних тримаранів, остійність яких на ходу забезпечується аутригерами, що перебувають над поверхнею води та починають «працювати» лише в разі отримання крену, що зменшує опір тертя порівняно з класичною архітектурою тримаранів, коли аутригери або корпус постійно занурені для перерозподілу водотоннажності.

Уперше ідею такого тримарана запропонував Віктор Четет (Victor Tchetchet), український іммігрант із Києва, що жив у Нью-Йорку в 1940-х рр. Саме йому належала ідея назвати судна цього типу тримаранами. За час свого життя в США він побудував два тримарани – Egg Nog I та Egg Nog II (див. рис. 10) [15].

Цей тип тримарана являє собою однокорпусне судно, архітектура якого оптимізована для досягнення якомога більшої швидкості за обмеженої потужності. Крім того, на цьому типі тримарана зменшено таку ваду багатокорпусних суден, як

збільшений порівняно з однокорпусними суднами опір тертя під час руху у водотоннажному або перехідному режимі руху.

Тому однокорпусне судно з аутригерами як один із типів тримарана визначено як оптимальний архітектурно-конструктивний тип у процесі встановлення головних елементів швидкісного пасажирського судна для маршруту «Очаків – Кінбурнська коса».

З огляду на це авторами статті розроблено загальний вигляд перспективного пасажирського судна з аутригерами у вигляді «м'яких» балонів для маршруту «Очаків – Кінбурнська коса» (див. рис. 11).

Для визначення оптимальних головних елементів було вирішено оптимізаційне завдання, однак у межах цієї статті воно не розглядається.

ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ І ВИСНОВКИ

По-перше, для руху пасажирського судна в режимі глісування потрібна велика потужність для подолання так званого «горба» опору, що підвищує експлуатаційні витрати. Крім того, цей режим руху можна використовувати лише на спокійній воді.

По-друге, у процесі проектування швидкісних водотоннажних пасажирських суден прибережного плавання або річкових пасажирських суден необхідно прагнути до збільшення відношення L/B , зменшення осадки d , а також до відносної швидкості $Fr > 0,6$.

По-третє, катамаран як виключно пасажирське судно, вочевидь, має меншу економічну ефективність у зв'язку з більшою металоемністю та не є кращим вибором із позиції ходовості.

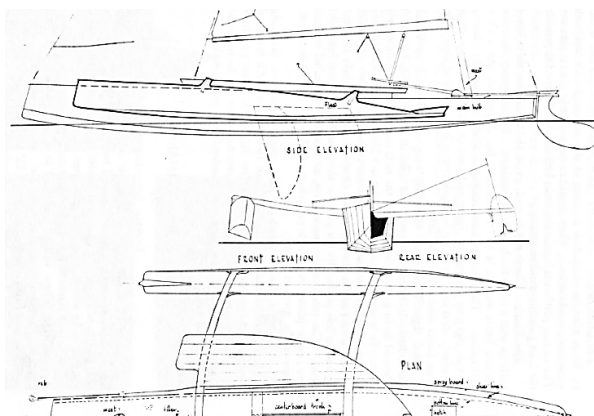


Рис. 10. Загальний вигляд тримарана Egg Nog II

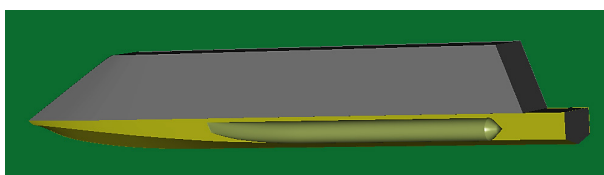


Рис. 11. Перспективне пасажирське судно з аутригерами для маршруту «Очаків – Кінбурнська коса»

По-четверте, головною перевагою тримарана є те, що можна змінювати відношення хвильового опору за рахунок висування центрального корпусу, варіації подовження корпусів, перерозподілу водотоннажності, відстані (кліренсу) аутригерів від центрального корпусу (кліренсу).

По-п'яте, оптимальним АКТ для пасажирського судна прибережного району плавання визначено однокорпусне судно з аутригерами.

REFERENCES

- [1] Slobodyan, S.O., Morozov, A.A. (2014). Obosnovanie kontseptsii razrabotki vodnogo taksi dlya poberezh'ya Kryma [Substantiation of the concept of developing a water taxi for the Crimean coast]. *Proceedings of the II All-Ukrainian Conference "Ukraine on the way to Europe. Higher education and European integration"*. Mykolaiv: NUK, pp. 276–277 [in Russian].
- [2] Levi, B.Z. (1975). Passazhirskie suda pribreznogo plavaniya [Coastal passenger ships]. Leningrad: Sudostroenie [in Russian].
- [3] Novak, G.M. (1982). Spravochnik po kateram, lodkam i motoram [Guide to boats, boats and motors]. Leningrad: Sudostroenie [in Russian].
- [4] Basin, A.M., Velednitskiy, I.O., Lyakhovitskiy, A.G. (1976). Gidrodinamika sudov na melkovod'e [Hydrodynamics of ships in shallow water]. Leningrad: Sudostroenie [in Russian].
- [5] TsBNTI Minrechflota (1972). Spravochnik po seriynym transportnym sudam [Handbook of serial transport vessels], in 11 vols. Moscow: Transport, vol. 1 [in Russian].
- [6] TsBNTI Minrechflota (1981). Spravochnik po seriynym transportnym sudam [Handbook of serial transport vessels], in 11 vols. Moscow: Transport, vol. 7 [in Russian].
- [7] Turner, H., Taplin, A. (1986). The Resistance of large powered Catamarans. *SNAME*, vol. 76, pp. 180–213 [in English].
- [8] Voevodskaya, E.N. (1965). Sravnitel'naya otsenka soprotivleniya dvukhkorpusnykh sudov [Comparative evaluation of the resistance of double-hulled ships]. *Trudy TsNII imeni akademika A.N. Krylova – Proceedings of the Central Research Institute named after Academician A.N. Krylov*. Leningrad: Sudostroenie, iss. 220, pp. 10–13 [in Russian].
- [9] Alfer'ev, M.Ya., Madorskiy, G.S. (1976). Transportnye katamarany vnutrennego plavaniya [Inland transport catamarans]. Moscow: Transport [in Russian].
- [10] Lackenby, H., Slater, C. (1975). The case for multi-hull ships with particular reference to resistance characteristics. *British Shipbuilding Research Association*, paper № 14. URL: <https://9lib.org/document/zlgpn36y-case-multi-hull-ships-particular-reference-resistance-characteristics.html> [in English].

- [11] Eggers, K. (1955). Über Widerstandsverhältnisse von Zweikörperschiffen [About the resistance of two-hull ships]. *Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft – Yearbook of the Shipbuilding Society*, vol. 49, pp. 516–539 [in German].
- [12] Tuck, E.O., Lazauskas, L. (1998). Optimum spacing of a family of multihulls. *Ship Technology Research*, no. 45, pp. 180–195 [in English].
- [13] Søding, H. (1997). Drastic resistance reductions in catamarans by staggered hulls. *Proc. FAST'97* / ed. by N. Baird. South Yarra, Victoria; London: Baird Publications, vol. 1, pp. 225–230 [in English].
- [14] Lyakhovitskiy, A.G. (1975). Osobennosti gidrodinamiki trekhkorpusnykh sudov i ikh uchët pri proektirovanii [Features of the hydrodynamics of three-hull ships and their consideration in the design]. *Sudostroenie – Shipbuilding*, no. 12, pp. 5–10 [in Russian].
- [15] Tchetchet, V. (1958). Egg Nog II. *Outriggers 1958*. A.Y.R.S. Publication № 23 [in English].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Слободян С.О., Морозов А.А. Обоснование концепции разработки водного такси для побережья Крыма. *Україна на шляху в Європу. Вища освіта та євроінтеграція* : матеріали II Всеукраїнської конференції. Миколаїв : НУК, 2014. С. 276–277.
- [2] Леви Б.З. Пассажирские суда прибрежного плавания. Ленинград : Судостроение, 1975. 320 с.
- [3] Новак Г.М. Справочник по катерам, лодкам и моторам. Ленинград : Судостроение, 1982. 352 с.
- [4] Басин А.М., Веледницкий И.О., Ляховицкий А.Г. Гидродинамика судов на мелководье. Ленинград : Судостроение, 1976. 320 с.
- [5] Справочник по серийным транспортным судам : в 11 т. / ЦБНТИ Минречфлота. Т. 1. Москва : Транспорт, 1972. 224 с.
- [6] Справочник по серийным транспортным судам : в 11 т. / ЦБНТИ Минречфлота. Т. 7. Москва : Транспорт, 1981. 232 с.
- [7] Turner H., Taplin A. The Resistance of large powered Catamarans. *SNAME*. 1986. Vol. 76. P. 180–213.
- [8] Воеводская Е.Н. Сравнительная оценка сопротивления двухкорпусных судов. *Труды ЦНИИ имени академика А.Н. Крылова*. Ленинград : Судостроение, 1965. Вып. 220. С. 10–13.
- [9] Алферьев М.Я., Мадорский Г.С. Транспортные катамараны внутреннего плавания. Москва : Транспорт, 1976. 336 с.
- [10] Lackenby H., Slater C. The case for multi-hull ships with particular reference to resistance characteristics. *British Shipbuilding Research Association*. 1975. Paper № 14. URL: <https://9lib.org/document/zlgpn36y-case-multi-hull-ships-particular-reference-resistance-characteristics.html>.
- [11] Eggers K. Über Widerstandsverhältnisse von Zweikörperschiffen. *Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft*. 1955. Bd. 49. S. 516–539.
- [12] Tuck E.O., Lazauskas L. Optimum spacing of a family of multihulls. *Ship Technology Research*. 1998. № 45. P. 180–195.
- [13] Søding H. Drastic resistance reductions in catamarans by staggered hulls. *Proc. FAST'97* / ed. by N. Baird. South Yarra, Victoria ; London : Baird Publications, 1997. Vol. 1. P. 225–230.
- [14] Ляховицкий А.Г. Особенности гидродинамики трехкорпусных судов и их учет при проектировании. *Судостроение*. 1975. № 12. С. 5–10.
- [15] Tchetchet V. Egg Nog II. *Outriggers 1958*. A.Y.R.S. Publication № 23.

© С. О. Слободян, О. О. Морозов

Дата надходження статті до редакції: 12.04.2022

Дата затвердження статті до друку: 19.04.2022