

[6] Molland A. F., Turnock, S. R. and Hudson, D. A. *Ship Resistance and Propulsion: Practical Estimation of Ship Propulsive Power*. Cambridge University Press, 2011 New York.

[7] Ackers B. B., Michael, T. J., Tredennick, O. W., Landen, H. C., Miller lii, E. R., Sodowsky, J. P. and Hadler, J. B. *An Investigation of the Resistance Characteristics of Powered Trimaran Side Hull Configurations*. SNAME Transaction, Vol. 105, 1997

A Method For Calculating The Total Resistance Of A Vessel With Outriggers: The Formation Of A Digital Twin On The Shipbuilding 4.0 Platform Based

Kostyantyn O. Morozov, leading specialist " NUOS Project Office "

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Sergey O. Slobodyan, candidate of technical sciences, professor, Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Activities

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

УДК 629.533

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ПАСАЖИРСЬКОГО СУДНА ПРИБЕРЕЖНОГО РАЙОНУ ПЛАВАННЯ

Морозов О.О.

викладач

кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій та інженерної графіки

oleksii.morozov@nuos.edu.ua

Слободян С. О.

канд. техн. наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи slo71nuos@gmail.com

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв Україна

Анотація. На основі узагальнених емпіричних та теоретичних даних отриманих при проектуванні та експлуатації різних типів пасажирських суден було визначено, що необхідно прагнути к збільшенню відношення L/B , зменшенню осадки d , та відносній швидкості $Fr_l > 0,6$. Також було визначено, що судно з аутригерами, за аналогією з вітрильними тримаранами, є оптимальними для типом судна при русі у водотоннажному та перехідному режимах, які до того ж мають можливість висаджувати пасажирів на необладнане узбережжя, є оптимальним АКТ типом для пасажирського судна прибережного плавання, для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса».

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

ВСТУПНА ЧАСТИНА

Структура прибережного пасажирського водного транспорту, що сформувалася у другій половині двадцятого століття, не відповідає сучасним вимогам і не може повною мірою забезпечити жителів і туристів послугами транспортно - екскурсійного характеру [1, с. 276-277]. Тому необхідним є розвиток водних приміських та міських маршрутних перевезень, та відповідних пасажирських суден для яких кількість пасажирів, що перевозяться, варіюється від 12 до 38 пасажирів, як і у автобусах які використовуються для приміських та міських перевезень, відповідно і маршрут перевезень може бути визначений заздалегідь або індивідуально в кожному конкретному випадку.

Метою досліджень є визначення архітектурно-конструктивного типу (АКТ) пасажирського судна прибережного плавання, для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса».

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Одним з головних трендів у проектуванні пасажирських суден є підвищення швидкості. В повній мірі це відноситься і до пасажирських суден прибережного району плавання які експлуатуються у мілководних районах або річках з глибинами менше 0,5 м.

Загальновідомим шляхом підвищення швидкості є рух у режимі глісування (від фр. glisser – ковзання). Однак для руху у 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 з перспективним шляхів підвищення швидкості без надмірного зростання потужності – це руху у перехідному режимі.

На Рис. 1 [2, с. 39] приведено характерну криву повного опору в залежності від Fr_l та Fr_D , а також діапазони режимів руху катера.

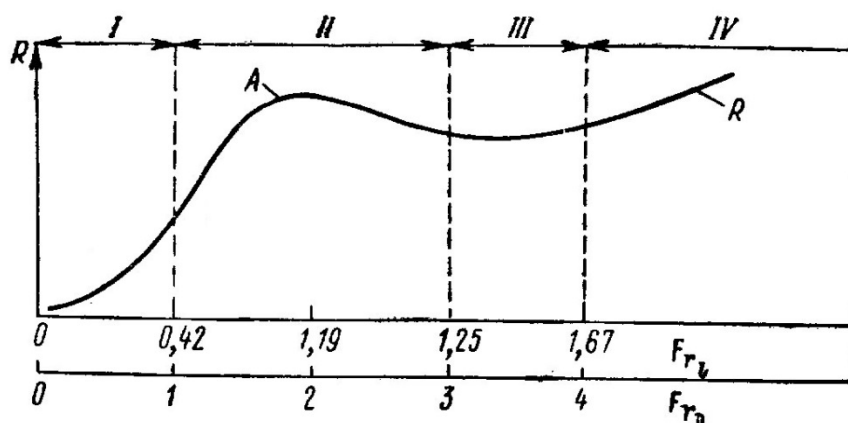


Рис. 1 Характерна крива опору катера

I – водотоннажний режим; II – перехідний режим; III – перехідний режим/глісування; IV – «чисте» глісування.

Розглядаючи Рис.1 можна побачити, що негативним явищем, при русі судна у перехідному режимі, є «горбом» опору або хвильовий бар'єр. Виникнення цього явища пов'язано 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 у кормовій частині. Такий перерозподіл тиску приводить до диференту на корму.

Для визначення практичних рекомендації, по нівелюванню цих явищ, при проектуванні пасажирських суден які рухаються у перехідному режимі було побудоване експериментальне судно проекту Р69 (Рис. 2).



Рис. 2 Пасажирське судно проект Р69

Експлуатація цього судна показала, що необхідно прагнути к збільшенню відношення L/B , зменшення осадки d , та відносній швидкості $Fr_l > 0,6$ [3, с. 240].

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

Подолати це можливо використавши багатокорпусне судно. Одним із розповсюджених архітектурно-конструктивних типів цього судна є катамарани (Рис. 3).



Рис. 3 Пасажирський річковий катамаран проект P132

Для більш детального аналізу було проведено порівняння навантаження мас [4, с.118], [5, с.44] однокорпусного річкового пасажирського судна проекту P51 (Рис. 4) та пасажирський річковий катамаран проект P132 (Рис. 3).

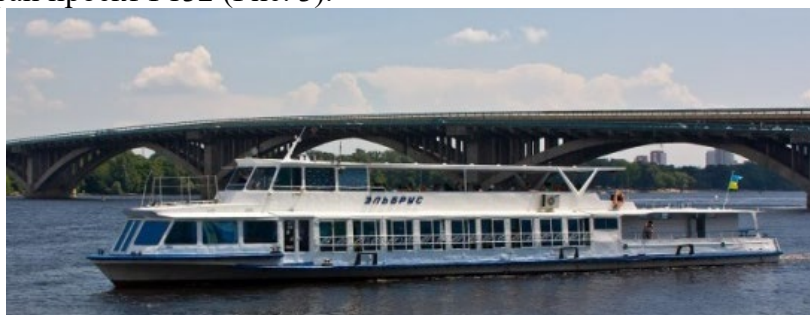


Рис. 4 Пасажирське річкове судно проекту P51

Дані по статтях навантаження вказані у Таблиці 1.

Таблиця 1 Статті навантаження мас суден проекту P51 та P132

Номер проекту	P51	P132	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
Масило, 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, матеріалоємність корпусу катамарана перевищує матеріалоємність однокорпусного судна у 1,9 рази.

Відповідно катамаран проекту P132 через більшу металоємність має більшу вартість побудови у порівнянні з судном проекту P51, а також більшу осадку.

Співставлення потужності головних двигунів (ГД) пасажирських суден проекту P51 та P132 (2х110 та 2х173 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 P132, який має додаткову масу мостової конструкції, більшу осадку і відповідно більшу змочену поверхню, повинен мати більшу потужність ГД для досягнення однакової швидкості з однокорпусним судном проекту P51.

При цьому слід зазначити, що дослідження хвильового опору катамарана [3, с.261], [6, с.180 - 213] показали, що лише на малих відносних швидкостях ($F_n < 0,38$) може бути сприятлива інтерференція хвильових систем (Рис. 5).

Також у дослідженнях [7, с. 30] зазначається, що переваги у ходовості при зіставленні значень опору катамарану, головні елементи якого обрані для заданого швидкісного режиму руху, та порівняльного однокорпусного судна, ширина якого дорівнює сумарній ширині обох корпусів катамарана, не може бути коректним при співставленні і визначенні переваг тієї чи іншої схеми при оцінці ходовості, тому що головні розміри такого однокорпусного судна можуть значно відрізнятися від рекомендованих для обраного швидкісного режиму.

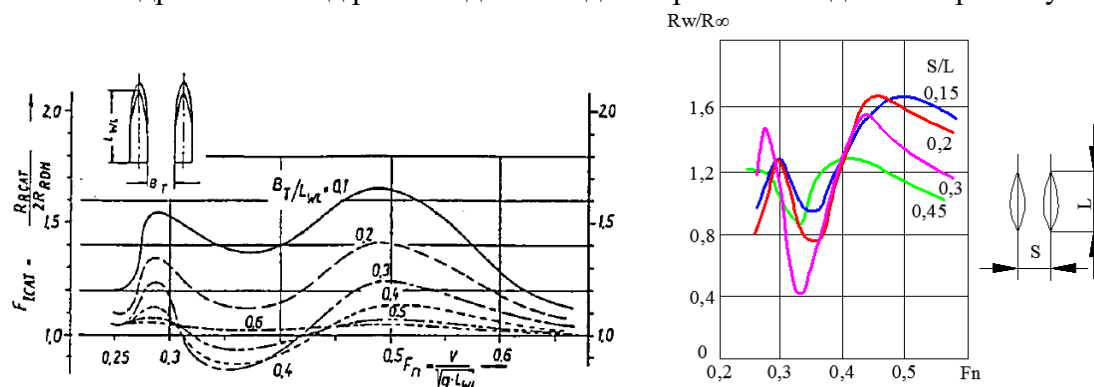


Рис. 5 Вплив горизонтального кліренсу на хвильовий опір катамарана

При перехідному режимі руху та глісуванні необхідно збільшувати відстань між корпусами (кліренс) у зв'язку зі збільшенням хвилеутворенням, що призводить до збільшення металоемності корпусу.

Таким чином катамаран немає переваг у ходовості, як у водотонажному режимі руху так і у перехідному, при порівнянні з однокорпусним судном.

До переваг катамаран можна віднести прямокутну палубу, що у порівнянні з однокорпусною схемою, дозволяє більш ефективно використовувати площу палуби при менших відношеннях L/B у порівнянні з однокорпусним судном [8, с.17] це дозволяє розмістити більшу кількість неважких габаритних вантажів (наприклад автомобілів). Крім того катамаран має запас остійності.

Саме це дозволяє розташовувати на палубі багатоярусні надбудови та перевезення більшої кількості неважких габаритних вантажів при менших відношеннях L/B у порівнянні з однокорпусним судном.

Ще одним багатокорпусним АКТ є трикорпусний тип або тримаран.

Трикорпусна схема є перспективною для пасажирських суден з наступних причин:

- перерозподіл водотоннажності між корпусами дозволяє в широких межах змінювати співвідношення хвильової та в'язкісної складових повного опору та в певних умовах зменшувати повний опір води руху;
- можливість проектування суден з малою осадкою з великими площами палуб та корпусами з великим значенням L/B ;
- підвищеною остійністю;

- високі морехідні якості (збільшення періоду бортових коливань та зниження перевантажень, зумовлених хитавицею);
- зменшення ударів у мостову конструкцію, при русі 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, є можливим зменшення «горба» коефіцієнта хвильового опору.

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

Підсумовуючи вище наведене слід зазначити, що катамаран, у якості лише пасажирського судна вочевидь, має меншу економічну ефективність у зв'язку з більшою металоємністю та не є кращим АКТ з точки зору ходовості у порівнянні з тримараном.

Головною перевагою тримаран є те, що можливо змінювати відношення хвильового опору за рахунок: висуванню 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 з трикорпусною схемою з однаковими корпусами [9, с.3-7].

Крім вище вказаної схеми тримарана з трьома однаковими корпусами існує тримарана схема з 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 які знаходяться над поверхнею води, та починають «працювати» лише при отриманні крену, що зменшує опір тертя у порівнянні з класичною архітектурою тримаранів, коли аутригери або корпус постійно занурені для перерозподілу водотоннажності.

Уперше ідею такого тримарана запропонував Віктор Чечет (Victor Tchetchet), український іммігрант з Києва, що жив у Нью-Йорку у 1940-х роках.

Саме йому належала ідея назвати судна цього типу тримаранами. За час свого життя в США він побудував два тримарани Egg Nog I і II (Рис.8). [10, с14-16]

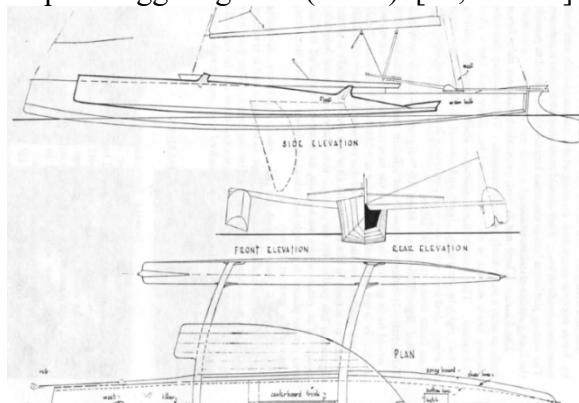


Рис. 8 Загальний вигляд тримарана Egg Nog II

Даний тип тримарана представляє собою однокорпусне судна, архітектура яких оптимізована для досягнення якомога більшої швидкості при обмеженій потужності.

Крім того на даному типі тримарану зменшено таку ваду багатокорпусних суден як збільшений, відносно однокорпусних суден, опір тертя при русі у водотоннажному або перехідному режимі руху.

Тому однокорпусне судно з аутригерами, як один з типів тримарана, визначено як оптимальний архітектурно-конструктивний тип при визначенні головних елементів швидкісного пасажирського судна для маршруту «Очаків-Кінбурнська Коса».

ВИСНОВКИ

1. Для руху пасажирського судна у глісуванні, потрібна велика потужність для подолання так званого «горба» опору, що підвищує експлуатаційні витрати. Крім того цей режим руху можна використовувати лише на спокійні воді.

2. При проектуванні швидкісних водотоннажних пасажирських суден прибережного плавання або річкових пасажирських суден, необхідно прагнути к збільшенню відношення L/B , зменшенню осадки d , та відносній швидкості $Fr_l > 0,6$.

3. Катамаран, у якості лише пасажирського судна вочевидь, має меншу економічну ефективність у зв'язку з більшою металоємністю та не є кращим з точки зору ходовості.

4. Головною перевагою тримаран є те, що можливо змінювати відношення хвильового опору за рахунок: висуванню центрального корпусу варіації подовження корпусів, перерозподілу водотоннажності, відстані (кліренсу) аутригерів від центрального корпусу (кліренсу).

5. Оптимальним АКТ для пасажирського судна прибережного району плавання визначено однокорпусне судно з аутригерами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Слободян, С. О. Обоснование концепции разработки водного такси для побережья Крыма [Текст] / С. О. Слободян, А. А. Морозов // Матеріали II Всеукр. конф. «Україна на шляху в Європу. Вища освіта та Євроінтеграція». – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 276-277.
2. Новак Г.М. Довідник по катерам, човнам та моторам. Л., Суднобудування, 1982, 352с.
3. Басін А.М. Гідродинаміка суден на мілководді. Л., Суднобудування, 1976, 320 с
4. ЦБНТІ МРФ. Довідник транспортних суден, Т.1 «Транспорт», 1972, 224 с.
5. ЦБНТІ МРФ. Довідник транспортних суден, Т.7 «Транспорт», 1981, 232 с.
6. Turner, H. and Taplin, A.: «The Resistance of large powered Catamarans.» SNAME, USA, Vol. 76, 1986, pp. 180 - 213.
7. Воеводська Є.Н. Порівняльна оцінка опору двохкорпусних суден // Праці ЦНДІ ім. акад. О.Н. Крилова, 1965, вип. 220.
8. Алферьев М.Я. Транспортні катамарани внутрішнього плавання М.: Транспорт, 1976. 336 с.
9. Ляховицький А.Г. Особливості гідродинаміки трикорпусних суден та їх урахування при проектуванні. «Суднобудування» №12, 1975
10. Tchetchet, V. Egg Nog II. Outriggers 1958 A.Y.R.S. Publication No. 23

Features Of Determining The Type Of Passenger Vessel Of The Coastal Navigation Area

Oleksii A. Morozov, Sergey O. Slobodyan

Admiral Makarov National Shipbuilding University

Abstract. 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 $Fr_l > 0.6$. It was also determined that the vessel with outriggers, by analogy with sailing trimarans, are optimal for the type of vessel when moving in displacement and pre-planing, which also have the ability to land passengers on the unequipped coast, is the optimal ACT type for passenger vessel route "Ochakiv-Kinburn Spit".

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