

УДК 629.12

Корепанов Алексей Эдуардович¹, аспирант 3 курса,

e-mail: a.e.korepanov@yandex.ru

Роннов Евгений Павлович¹, доктор технических наук, профессор

e-mail: kaf_ptps@vsuwt.ru.

¹Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ СУДОВ-ТРИМАРАНОВ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы оценки сопротивления движению судов-тримаранов экспериментальным методом на базе систематических модельных испытаний. Целью работы является нахождение зависимости сопротивления судна-тримарана от геометрических характеристик центрального корпуса и аутригеров, и их взаимного расположения относительно друг друга. Отражены положительные качества судов-тримаранов. Охарактеризована программа модельных испытаний в опытовом бассейне. На основании анализа данных, полученных экспериментальным путем, приведены графики зависимости сопротивления от числа Фруда для модели судна-тримарана при носовом, центральном и кормовом расположении аутригеров.

Ключевые слова: судно-тримаран, аутригеры, интерференция волн, модельные испытания, опытовый бассейн.

В настоящее время достижение высокой скорости при сравнительно умеренной мощности обеспечивают в первую очередь суда с динамическим принципом поддержания движения. В практике мирового судоходства в связи с решением этой важной задачи большое внимание уделяется судам-тримаранам [1], [2], [3], имеющим большое удлинение центрального корпуса, что обеспечивает снижение остаточного сопротивления R_o , которое на скоростных режимах доминирует в составе полного сопротивления, что позволяет обеспечить высокую скорость хода.

Оптимальное расположение аутригеров по длине и ширине относительно центрального корпуса приводит к благоприятной интерференции их волн с волновой системой корпуса [4], [5], что также уменьшает волновое сопротивление и волнообразование [6]. Кроме того, суда-тримараны имеют ряд дополнительных положительных качеств [7] основными из которых являются:

- увеличенная площадь палуб;
- способность безопасно и комфортно перевозить пассажиров;
- повышенные мореходные качества судна [8], [9].

На сегодня вопрос ходкости тримарана достаточно подробно не изучен и не существует методики, позволяющей определять, при какой длине, ширине и водоизмещении центрального корпуса рационально с точки зрения скоростного режима и

пассажировместимости использовать ту или иную схему расположения аутригеров с тем, чтобы достичь благоприятной интерференции системы волн, снизив гидродинамическое сопротивление тримарана. Поэтому исследование ходкости таких судов является актуальной задачей.

Наиболее наглядным и объективным методом исследования гидродинамического сопротивления движению судна являются систематические модельные испытания. В связи с этим в рамках научно-технического сотрудничества между Волжским государственным университетом водного транспорта и ЦКБ по СПК им. Р. Е. Алексеева такие систематические испытания были проведены в опытовом бассейне ЦКБ (рисунок 1).



Рисунок 1 – Модель тримарана на испытаниях с центральным расположением аутригеров

Программа модельных испытаний, включала следующие вопросы:

- исследование влияния относительного удлинения изолированного центрального корпуса на его гидродинамическое сопротивление. Проводилась буксировка моделей корпуса с удлинением $L/B_{ц.к.}=10,7, 16,7$ и $23,3$ ($L, B_{ц.к.}$ — соответственно расчетные длина и ширина центрального корпуса) в диапазоне скоростей с шагом $0,5$ м/с до $4,5$ м/с, в условиях спокойной воды;
- исследование гидродинамического сопротивления изолированных аутригеров;
- исследование влияния на гидродинамическое сопротивление тримарана различного расположения по длине и ширине аутригеров относительно центрального корпуса.

Результаты испытаний представлены в виде серии графиков зависимости сопротивления R соответствующих моделей от относительной скорости буксировки Fr_L . На рисунке 3, 4 в качестве примера приведены такие зависимости при носовом и центральном расположении аутригеров. Расположение экспериментальных точек и характер кривых подтверждает объективность эксперимента и закономерный характер исследуемых зависимостей. Следует отметить, что при этом получено, что при расположении аутригеров в диапазоне скоростей $Fr_L=0.3-1.6$ их отстояние от центрального корпуса по ширине в диапазоне $b/B=0.19-0.48$ (где, b – расстояние между диаметрными плоскостями аутригера и центрального корпуса; B – ширина тримарана.) практически не влияет на сопротивление движению тримарана.

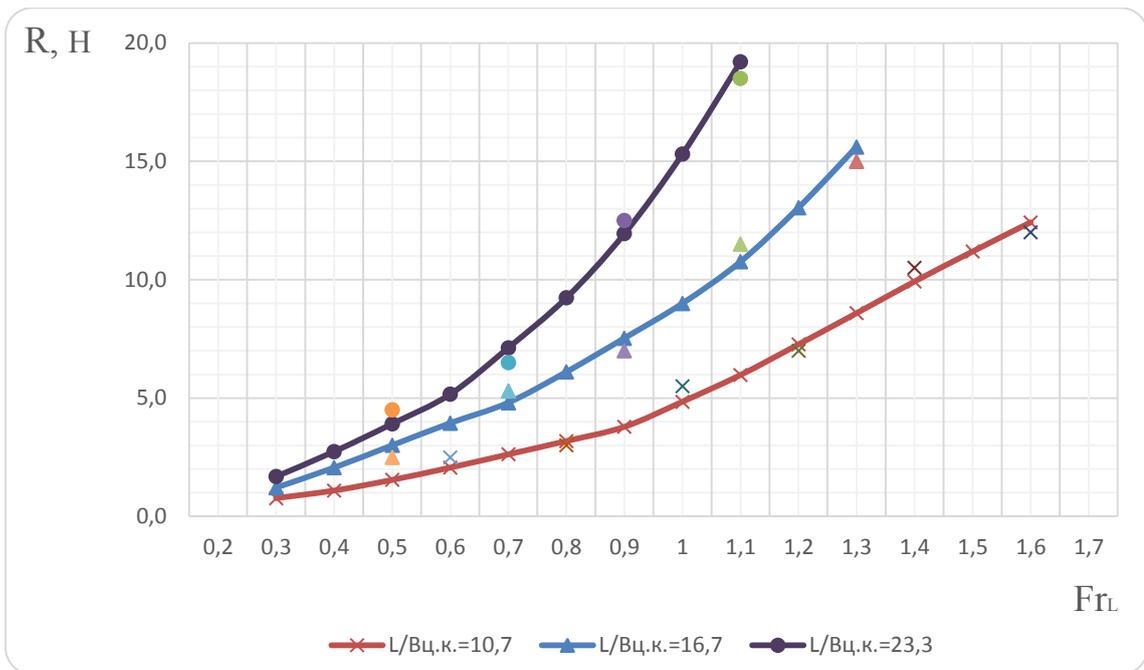


Рисунок 3 – Сопротивление модели судна-тримарана при носовом расположении аутригеров

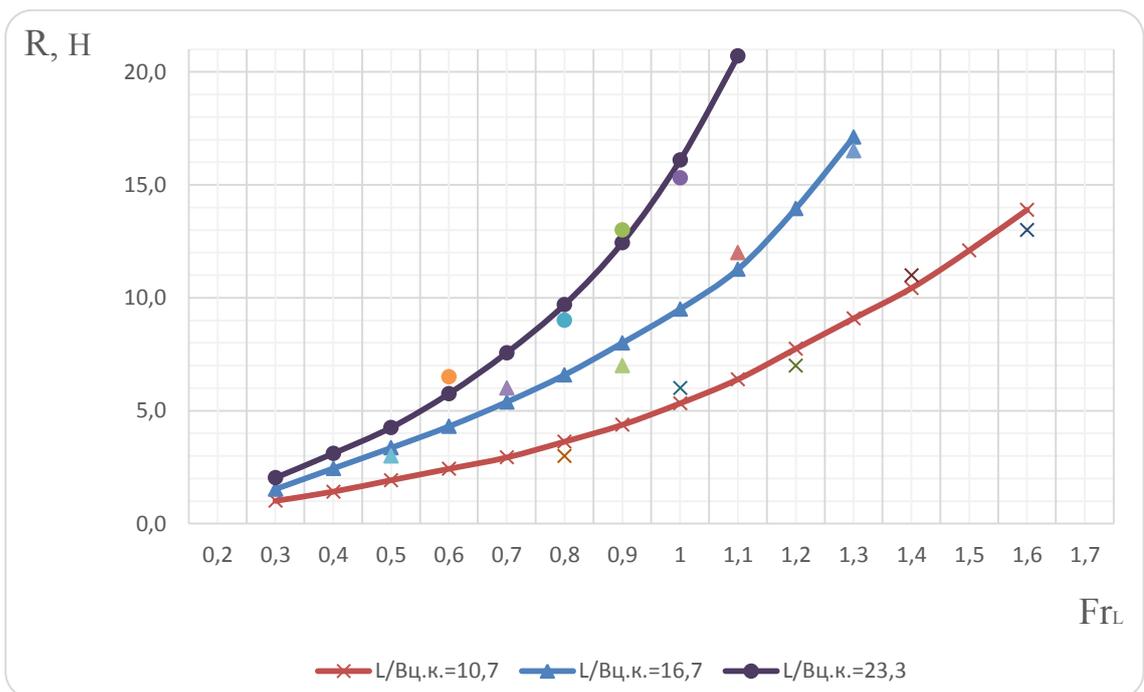


Рисунок 4 – Сопротивление модели судна-тримарана при центральном расположении аутригеров

При кормовом расположении аутригеров влияние их расположения по ширине от центрального корпуса проявляется при скорости $Fr_L > 0,7$ в зависимости от их удлинения (рисунок 5).

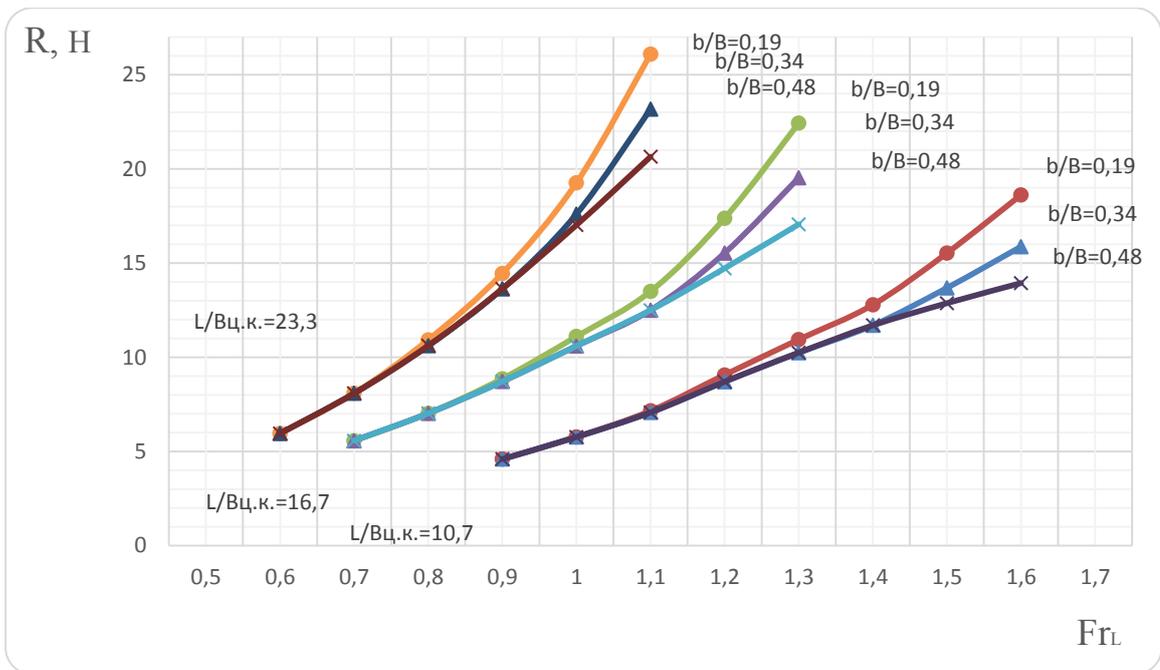


Рисунок 5 – Влияние кормового расположения аутригеров по ширине судна

Положения аутригеров по длине относительно центрального корпуса влияет на сопротивление. При расположении аутригеров ближе к носовой части центрального корпуса сопротивление тримарана снижается в связи с благоприятной интерференцией образующихся волн. При расположении аутригеров ближе к корме происходит увеличение сопротивления, как следствие неблагоприятной интерференции волн (рисунок 6).

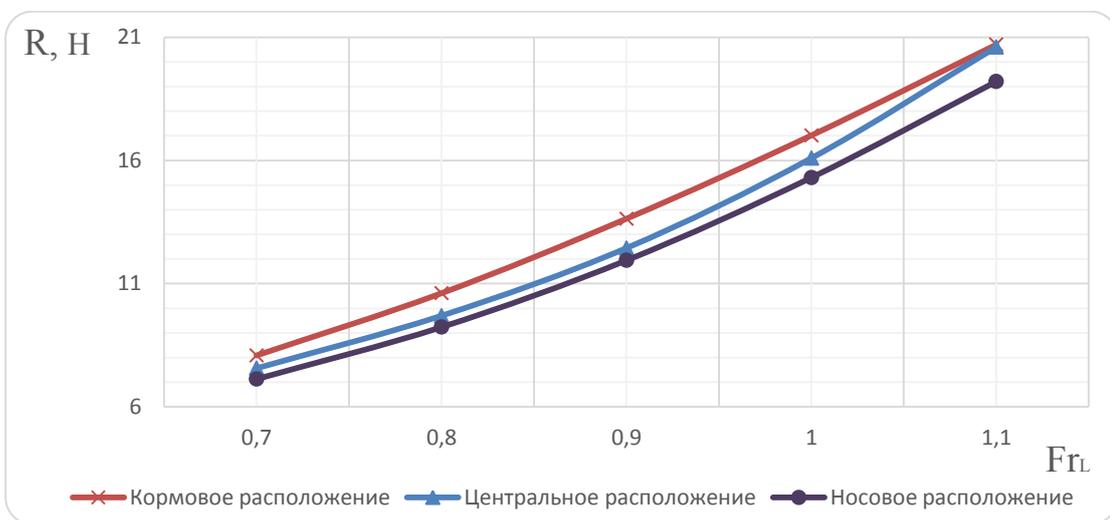


Рисунок 6 – Влияние расположения аутригеров по длине судна при $L/B_{ц.к.} = 23,3$

В целом полученные результаты модельных испытаний позволяют рассмотреть методику расчета сопротивления воды движению тримарана, как многокорпусного судна.

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что выполненные систематические серийные модельные испытания позволили установить зависимость сопротивления судна-тримарана от геометрических характеристик центрального корпуса и аутригеров, и их взаимного расположения относительно друг друга, а также на их основании может быть получена методика для расчета гидродинамического сопротивления на начальных стадиях исследовательского проектирования.

Список литературы:

1. *Рахматуллин Р. Р.* От монокорпуса к тримарану / Р. Р. Рахматуллин, А. В. Месропян // Морской вестник. — 2019. — № 2 (70). — С. 16–17.
2. *Корытов Н.* Тримараны нового поколения / Н. Корытов // Катера и яхты. — 2005. — № 196. — С. 66–69.
3. *Роннов Е. П.* Тримараны: состояние и перспективы развития / Е. П. Роннов, А. Э. Корепанов // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. — 2019. — № 60. — С. 91–96.
4. *Роннов Е.П.* Вопросы прогнозирования сопротивления движению судов-тримаранов / Е. П. Роннов, А. Э. Корепанов // Труды 22-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2020». — Н. Новгород: ВГУВТ, 2020. — Вып. 9. — С. 1–4.
5. *Wang Z.* New development on the investigation of high speed trimaran hydrodynamics and hull form / Z. Wang, X. Lu, J. Zhan // Journal of Ship Mechanics. — 2011. — Vol. 15. — Is. 7. — Pp. 813–826.
6. *Войткунский Я. И.* Сопротивление движению судов / Я. И. Войткунский. — Л.: Судостроение, 1988. — 288 с.
7. *Камил М. С.* Вычисление волнового сопротивления тримарана методом конечного корня / М. С. Камил // Морской вестник. — 2014. — № 4 (52). — С. 117–119.
8. *Elcin Z.* Wave making resistance characteristics of trimaran hulls: Master of Science Thesis / Z. Elcin; Monterey, California, Naval Postgraduate School. — 2003. — 92 p.
9. *Демидюк А. В.* Экспериментальное определение гидродинамических и кинематических характеристик продольной качки тримарана / А. В. Демидюк, В. И. Тонюк // Вісн. Одес. нац. мор. ун-ту. — 2007. — № 23. — С. 81–88.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE RESISTANCE TO THE MOVEMENT OF TRIMARAN VESSELS

Alexey E. Korepanov, Evgeniy P. Ronnov

Abstract. The article deals with the issues of assessing the resistance to the movement of trimaran vessels by an experimental method based on systematic model tests. The aim of the work is to find the dependence of the resistance of a trimaran vessel on the geometric characteristics of the central hull and outriggers, as well as their relative position relative to each other. The positive qualities of trimaran vessels are reflected. The program of model tests in the experimental pool is characterized. Based on the analysis of the data obtained experimentally, graphs of the dependence of the resistance on the Froude number for the model of a trimaran vessel with the position of the bow, center and aft outriggers are presented.

Keywords: trimaran vessel, outriggers, wave interference, model tests, experimental pool.

