

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ И ПЛЕЧА ПАРУСНОСТИ ОДНОКОРПУСНЫХ БЫСТРОХОДНЫХ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ

Нгуен Гуй Хоанг, асп.

Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

Аннотация. Для переходного режима и режима глиссирования однокорпусных быстроходных пассажирских судов получены аналитические зависимости площади и плеча парусности от скорости движения на тихой воде.

Ключевые слова: площадь и плечо парусности, однокорпусные быстроходные пассажирские суда, переходный режим, режим глиссирования.

Анотація. Для перехідного режиму та режиму глісування однокорпусних швидкохідних пасажирських суден отримано аналітичні залежності площі та плеча парусності від швидкості руху на тихій воді.

Ключові слова: площа і плече парусності, однокорпусні швидкохідні пасажирські судна, перехідний режим, режим глісування.

Abstract. The analytical dependences of sail area and level arm on the speed in still water for transient and planning modes of monohull high-speed passenger vessels have been received

Keywords: sail area and level arm, monohull high-speed passenger vessels, transient mode, planning mode.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одним из ключевых этапов проектирования быстроходных пассажирских судов, обеспечивающих заданные проектные элементы и безопасность эксплуатации, является проверка остойчивости. Для этого необходимо рассчитывать не только критерий погоды, параметры диаграммы статистической остойчивости, метацентрическую высоту, но и угол крена на тихой воде от действия давления ветра в неводоизмещающем режиме [3]. Значение этого угла в большой степени зависит от площади и плеча парусности, которые изменяются в соответствии со скоростью судна. Таким образом, определение площади и плеча парусности однокорпусных быстроходных пассажирских судов (ОБПС), движущихся в переходном режиме и режиме глиссирования, является *актуальным*.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Площадь и плечо парусности на ходу водоизмещающих судов почти не изменяются при отсутствии хода, их вычисление приведено в работах [2, 4]. Эти параметры скоростных судов рассматривались в публикации [1], но не были приведены формулы для их расчета. Поэтому определение площади и плеча парусности ОБПС на ходу становится особенно интересным.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ – определение площади и плеча парусности однокорпусных быстроходных пассажирских судов, движущихся в переходном режиме и режиме глиссирования.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Площадь парусности судна – это площадь проекции надводной части корпуса с надстройкой на диаметрально плоскость. Плечо парусности принимается равным измеренному по вертикали расстоянию от центра парусности до центра площади проекции подводной части корпуса на диаметрально плоскость.

Площадь парусности судна на ходу A'_v определяется как сумма площади парусности судна при отсутствии хода A_v и добавленной площади от уменьшения площади проекции подводной части корпуса на диаметрально плоскость в процессе разгона быстроходного судна δA_w :

$$A'_v = A_v + \delta A_w;$$

$$\delta A_w = A_w - A'_w,$$

где A_v – площадь парусности судна при отсутствии хода, м²; A_w , A'_w – площади проекции подводной части корпуса на диаметрально плоскость, м², соответственно при отсутствии хода и при скорости судна v .

Площадь парусности A_v получена автором в результате обработки статистических данных ОБПС и вычисляется по зависимости (рис. 1)

$$A_v = 2,766(H - T)L_n + 19,84,$$

где H – высота борта судна, м; T – осадка судна, м; L_n – длина судна наибольшая, м.

Значение A_w определяется формулой (рис. 2)

$$A_w = 0,806LT + 2,335,$$

где L – длина судна по конструктивной ватерлинии (КВЛ) без хода, м.

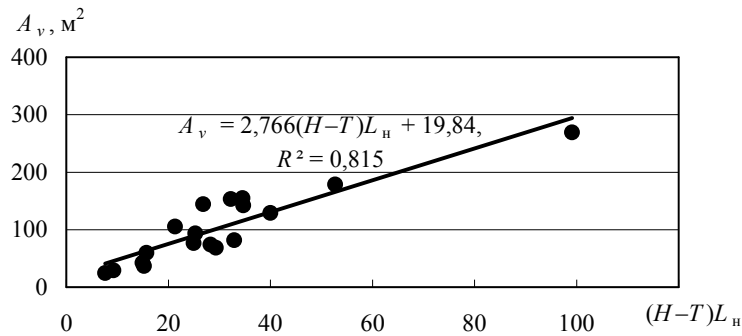


Рис. 1. Зависимость площади парусности A_v от модуля $(H-T)L_n$

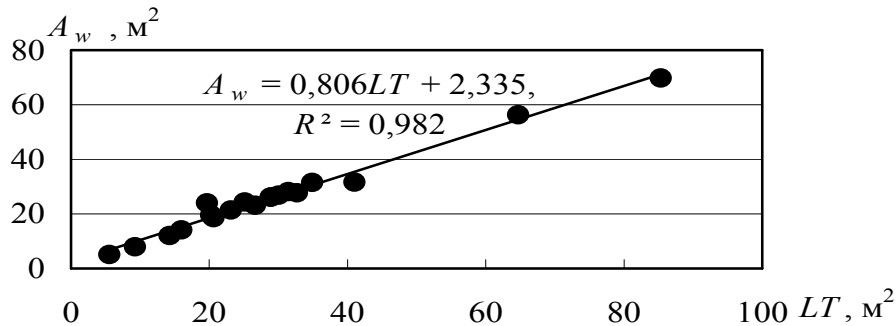


Рис. 2. Зависимость площади A_w от модуля LT

Значение A'_w определяется приближенно (рис. 3):

$$A'_w = \frac{1}{2} T_{af} L_k = \frac{1}{2} L_k^2 \operatorname{tg} \varphi,$$

где $T_{af} = L_k \operatorname{tg} \varphi$ – кормовая осадка судна, м, при скорости v ; L_k – смоченная длина судна по килю, м; φ – угол дифферента, град.

Воспользуемся эмпирической формулой Савитского [6] и найдем длину судна по килю из следующей системы:

$$\begin{cases} L_k - L_{ck} = \frac{B_{\otimes} \operatorname{tg} \beta_{\otimes}}{\pi \operatorname{tg} \varphi}; \\ L_k + L_{ck} = 2L_{cm}. \end{cases} \quad (I)$$

Здесь L_{ck} – смоченная длина судна по скуле, м; $B_{\otimes} \approx 0,96B$ – ширина по скуле судна на миделе, м;

B – ширина судна по КВЛ, м; β_{\otimes} – угол внешней килеватости на миделе, град; L_{cm} – средняя смоченная длина судна, м.

Из системы (I) получим:

$$\begin{cases} L_k = L_{cm} + \frac{B_{\otimes} \operatorname{tg} \beta_{\otimes}}{2\pi \operatorname{tg} \varphi}; \\ L_{ck} = L_{cm} - \frac{B_{\otimes} \operatorname{tg} \beta_{\otimes}}{2\pi \operatorname{tg} \varphi}. \end{cases}$$

Значение L_{cm} определяется по формуле

$$L_{cm} = \left(\frac{L_{cm}}{L_p} \right) L_p,$$

где L_p – длина судна по скуле, м; L_{cm}/L_p – отношение длины судна по скуле к длине судна по КВЛ.

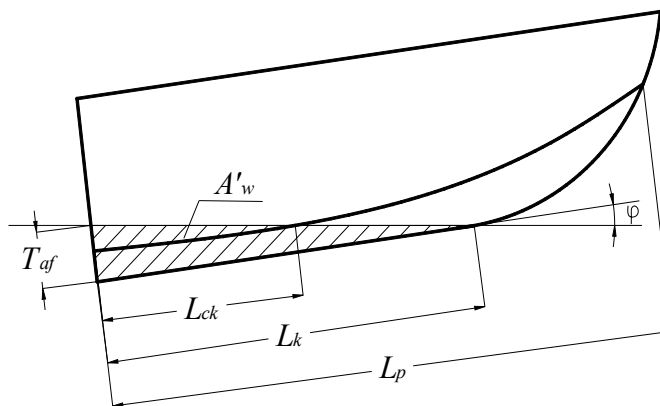


Рис. 3. Проекция подводной части корпуса на диаметральной плоскости при скорости v

Длина судна по скуле L_p , м, получена автором по зависимости (рис. 4.)

$$L_p = 1,081L - 0,467.$$

Отношения L_{cm}/L_p рассчитывается по [5]:

$$\frac{L_{cm}}{L_p} = g(A_p/\nabla^{2/3}; L_p/B_{pa}; X_g/L_p; \beta_{\otimes}) = d_0 + \sum_{i=1}^{26} d_i x_i,$$

где $A_p/\nabla^{2/3} = 4,25 \dots 9,5$; $L_p/B_{pa} = 2,36 \dots 6,73$; $100x_g/L_p = 30,0 \dots 44,8$; $\beta_{\otimes} = 13,0 \dots 37,4$; $A_p/\nabla^{2/3}$ – коэффициент нагрузки; $A_p = L_p B_{pa}$; $B_{pa} = 0,5(B_{px} + B_{pt})$ – средняя ширина судна по скуле, м; B_{px} – наибольшая ширина судна по скуле, м; B_{pt} – ширина судна по скуле на транце, м; x_g – отстояние центра тяжести от транца, м;

$$x_1 = (A_p/\nabla^{2/3} - 6,875)/2,625; x_2 = (100x_g/L_p - 37,4)/7,4;$$

$$x_3 = (L_p/B_{pa} - 4,545)/2,185; x_4 = (\beta_{\otimes} - 25,2)/12,2;$$

$$x_5 = x_1 x_2; x_6 = x_1 x_3; x_7 = x_1 x_4;$$

$$x_8 = x_2 x_3; x_9 = x_2 x_4; x_{10} = x_3 x_4;$$

$$x_{11} = x_1^2; x_{12} = x_2^2; x_{13} = x_3^2;$$

$$x_{14} = x_4^2; x_{15} = x_1 x_2^2; x_{16} = x_1 x_3^2;$$

$$x_{17} = x_1 x_4^2; x_{18} = x_2 x_1^2; x_{19} = x_2 x_2^2;$$

$$x_{20} = x_2 x_4^2; x_{21} = x_3 x_1^2; x_{22} = x_3 x_2^2;$$

$$x_{23} = x_3 x_4^2; x_{24} = x_4 x_1^2; x_{25} = x_4 x_2^2;$$

$$x_{26} = x_4 x_3^2.$$

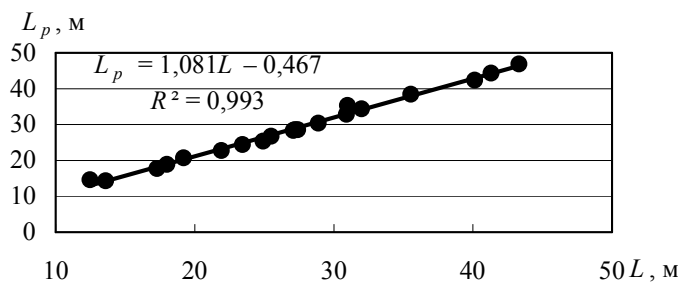


Рис. 4. Зависимость длины судна по скуле от длины судна по КВЛ

Плечо парусности судна на ходу z'_v определим по формуле

$$z'_v = z'_{v.o.l} - z'_w,$$

где $z'_{v.o.l}$, z'_w – соответственно расстояние, измеренное по вертикали от центра площадей A'_v и A'_w в диаметральной плоскости до основной линии, м.

Значение z'_w вычислим по формуле

$$z'_w = \frac{2 T_{af}}{3} = \frac{T_{af}}{3}.$$

Значение $z'_{v.o.l}$ рассчитаем по методу интерполяции:

$$z'_{v.o.l} = \frac{A_v z_{v.o.l}}{A'_v},$$

где $z_{v.o.l}$ – расстояние, м, по вертикали от центра площади A_v в диаметральной плоскости до основной линии, вычисляется по выражению (рис. 5)

$$z_{v.o.l} = 1,328H + 0,265.$$

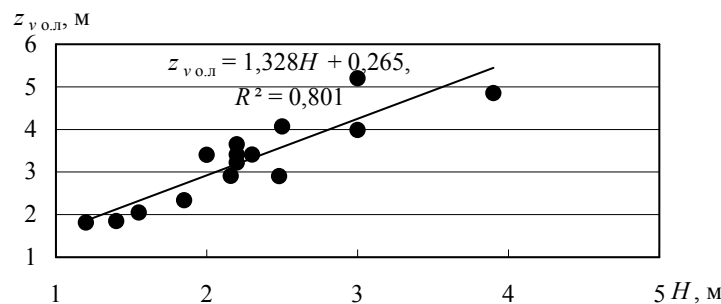


Рис. 5. Зависимость $z_{v.o.l}$ от высоты борта H

ВЫВОД

Полученные аналитические зависимости площади и плеча парусности однокорпусных быстроходных пассажирских судов, движущихся в переходном

режиме и режиме глиссирования, рекомендуется использовать в оптимизационном алгоритме определения главных элементов ОБПС на начальных стадиях проектирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Богданов, А. И.** Критерий погоды для морских судов с динамическими принципами поддержания [Текст] / А. И. Богданов, Л. Н. Стреляев // Труды ЦНИИМФ. – 1980. – Вып. 258. – С. 60–65.
- [2] **Нго, Т. Х.** Определение основных характеристик накатных судов [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.08.03 / Т. Х. Нго. – Николаев, 2012. – 236 с.
- [3] Российский Морской Регистр судоходства. Правила классификации и постройки высокоскоростных судов [Текст]. – СПб., 2008. – 186 с.
- [4] **Фам, С. Н.** Определение основных элементов судов, обслуживающих морские сооружения и нефтяные промыслы [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.08.03 / С. Н. Фам. – Николаев, 2008. – 180 с.
- [5] **Radojčić, D.** An approximate method for calculation of resistance and trim of the planing hulls [Text] / D. Radojčić // Ship science report. – 1985. – № 23. – 30 p.
- [6] **Savitsky, D.** Status of hydrodynamic technology as related to model test of high-speed marine vehicles [Text] / D. Savitsky. – Bethesda, Mariland, 1981. – 198 p.

© Нгуен Гуй Хоанг

Надійшла до редколегії 29.04.13
Статтю рекомендує до друку член редколегії ЗНП НУК
д-р техн. наук, проф. В. О. Некрасов