

LỰC CẢN SÓNG CỦA TÀU HAI THÂN CHUYỂN ĐỘNG TRÊN MẶT NƯỚC YÊN TĨNH

HOÀNG XUÂN HÙNG, ĐẶNG TÙNG MẠNH

§ 1. MỞ ĐẦU

Khi tàu hai thân (catamaran) chuyển động tịnh tiến trên mặt nước không có sóng với vận tốc v không đổi, ngoài lực cản sóng của hai thân còn xuất hiện lực cản dư do tương tác giữa hai thân tàu gây ra. Có nhiều công thức thực nghiệm cũng như giải tích của Eggers K. [7], Alpherev M. J. [4, 6], Kostoukov A. A. [1, 2, 3] ... để xác định tích phân lực cản sóng toàn bộ của catamaran.

Trong bài này các tác giả sử dụng giả thiết của Kostoukov A. A. dựa các đánh giá gần đúng để xác định giá trị tích phân lực cản sóng toàn bộ (gồm lực cản sóng của các thân và lực cản dư) của tàu hai thân trong những ngưỡng vận tốc trước vận tốc tới hạn \sqrt{gh} . Tích phân có những điểm đặc biệt. h -độ sâu của nước, g -gia tốc trọng trường. Các kết quả tính toán cho một tàu mẫu được so sánh với kết quả thực nghiệm và giải tích của Alpherev M. J. [4].

§ 2. XÁC ĐỊNH LỰC CẢN SÓNG VÀ LỰC CẢN DƯ CỦA TÀU HAI THÂN

Xét một con tàu chuyển động tịnh tiến trên nước lặng với vận tốc không đổi. Nước có độ sâu hữu hạn hay vô hạn, chất lỏng coi là lý tưởng, không nén được, chuyển động chất lỏng là có thể. Tàu có dạng catamaran, tàu được coi là dài ($L/B \gg 8$, L -chiều dài tàu, B - chiều rộng lớn nhất) Chuyển động của sóng do tàu gây ra có biên độ nhỏ. Ở khoảng cách xa vô tận so với con tàu, vận tốc nhiều bằng không.

Lực cản sóng của một thân tàu được viết dưới dạng [1], [2], [3]:

$$R_w = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_{\theta_0}^{\pi/2} (I_{H1}^2 + I_{H2}^2) \frac{th \lambda_0 h}{ch^2 \lambda_0 h \cos^2 \theta - v h} \frac{d\theta}{\cos \theta} \quad (2.1)$$

Trong đó

$$\begin{cases} I_{H1} \\ I_{H2} \end{cases} = \int_0^L \int_{-L/2}^{L/2} ch \lambda_0 (\zeta + h) \begin{cases} \cos \\ \sin \end{cases} (\lambda_0 \xi \cos \theta) \left\{ \begin{array}{l} \cos(\lambda_0 \eta \sin \theta) \\ \sin(\lambda_0 \eta \sin \theta) \end{array} \right\} \cdot 2\psi \frac{\partial \eta}{\partial \xi} d\xi d\zeta \quad (2.2)$$

Ở đây h - độ sâu của nước, v - vận tốc tịnh tiến của tàu, $\theta_0 = 0$ khi $v < \sqrt{gh}$, $\theta_0 = \arccos \sqrt{gh}$ khi $v > \sqrt{gh}$, \sqrt{gh} - vận tốc tới hạn. T - mớn nước của tàu,

$v = g/v^2$, g - gia tốc trọng trường, ρ - mật độ chất lỏng, λ_0 - nghiệm của phương trình

$$\lambda_0 = (v/\cos^2\theta) \operatorname{th}\lambda_0 h \quad (2.3)$$

$\eta = \pm f(\xi, \zeta)$ - phương trình bề mặt thân tàu

$2\lambda \cdot v \cdot \cos(n, x)$ - mật độ điểm nguồn theo thân tàu (khi tàu mỏng $L/B \geq 8$ lấy $2\lambda = 1$) [1], [2]

Khi nước sâu vô hạn ($h \rightarrow \infty$):

$$R_w = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_{\theta_0}^{\pi/2} (I_1^2 + I_2^2) \frac{d\theta}{\cos^3\theta} \quad (2.4)$$

$$\begin{cases} I_1 \\ I_2 \end{cases} = \int_{-T}^0 \int_{-L/2}^{L/2} e^{v\zeta/\cos^2\theta} \cdot \begin{cases} \cos\left(\frac{v\xi}{\cos\theta}\right) \\ \sin\left(\frac{v\xi}{\cos\theta}\right) \end{cases} \cos\left(\frac{v\eta\sin\theta}{\cos^2\theta}\right) \frac{\partial\eta}{\partial\xi} d\xi d\zeta \quad (2.5)$$

Theo giả thiết của Kostoukov A. A. [2], [3], chuyển động của tàu hai thân có thể coi như chuyển động của một thân tàu song song cạnh một tường cứng nằm ở vị trí mặt phẳng giữa hai thân (cách mỗi thân khoảng cách b). Lực cản sóng của tàu hai thân có thể coi như hai lần lực cản sóng của một thân tàu và cộng thêm một thành phần lực cản dư do tương tác giữa hai thân. Lực cản dư đó được tính từ công thức chuyển động của tàu cạnh tường cứng [2].

$$\Delta R_w = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_{\theta_0}^{\pi/2} (I_{H1}^2 + I_{H2}^2) \frac{\operatorname{th}\lambda_0 h}{\operatorname{ch}^2\lambda_0 h \cdot \cos^2\theta - v h} \cos(2b\lambda_0 \sin\theta) \frac{d\theta}{\cos\theta} \quad (2.6)$$

$2b$ - khoảng cách giữa hai thân tàu

Với $h \rightarrow \infty$, ta có

$$\Delta R_w = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_{\theta_0}^{\pi/2} (I_1^2 + I_2^2) \cos\left(2bv \frac{\operatorname{th}\theta}{\cos\theta}\right) \frac{d\theta}{\cos\theta} \quad (2.7)$$

Để tính giá trị λ_0 ta sử dụng công thức tính gần đúng [2]

$$\lambda_0 = \frac{v}{\cos^2\theta_0} \left(1 - 2\exp\left(-\frac{2vh}{\cos^2\theta}\right)\right) \quad (2.8)$$

Tính toán lực cản sóng của catamaran, ta phải tính ΔR_w mà thực chất là tính các tích phân (2.1), (2.6), với (2.2) hoặc (2.4), (2.7) với (2.5). Ta tính các tích phân trên với các trường hợp vận tốc nhỏ hơn vận tốc tới hạn \sqrt{gh} , khi đó giá trị $\theta_0 = 0$.

§ 3. ĐÁNH GIÁ GẦN ĐÚNG GIÁ TRỊ LỰC CẢN SÓNG

Đặt $\eta|_{\xi=\pm L/2} = 0$, tích phân theo từng phần

$$\frac{\partial}{\partial\xi} (\sin(\lambda_0 \eta \sin\theta)) = \cos(\lambda_0 \eta \sin\theta) \lambda_0 \sin\theta \frac{\partial\eta}{\partial\xi}$$

$$\begin{cases} I_{H1} \\ I_{H2} \end{cases} = \int_{-T}^0 \operatorname{ch}\lambda_0(\zeta + h) d\zeta \int_{-L/2}^{L/2} \frac{1}{\lambda_0 \sin\theta} \begin{cases} \cos(\lambda_0 \xi \cos\theta) \\ \sin(\lambda_0 \xi \cos\theta) \end{cases} d(\sin(\lambda_0 \eta \sin\theta)) \quad (3.1)$$

$$\begin{cases} I_{H1} \\ I_{H2} \end{cases} = \frac{1}{\lambda_0 \sin \theta} \int_{-T}^0 \operatorname{ch} \lambda_0 (\zeta + h) d\zeta \left[\begin{matrix} \cos(\lambda_0 \xi \cos \theta) \\ \sin(\lambda_0 \eta \sin \theta) \end{matrix} \right] \Big|_{-L/2}^{L/2} - \\ - \lambda_0 \cos \theta \int_{-L/2}^{L/2} \sin(\lambda_0 \eta \sin \theta) \left\{ \begin{matrix} \sin(\lambda_0 \xi \cos \theta) \\ \cos(\lambda_0 \xi \cos \theta) \end{matrix} \right\} d\xi \quad (3.2)$$

$$\begin{cases} I_{H1} \\ I_{H2} \end{cases} = \operatorname{ctg} \theta \int_{-T}^0 \int_{-L/2}^{L/2} \operatorname{ch} \lambda_0 (\zeta + h) \left\{ \begin{matrix} \sin(\lambda_0 \xi \cos \theta) \\ \cos(\lambda_0 \xi \cos \theta) \end{matrix} \right\} \sin(\lambda_0 \eta \sin \theta) d\xi d\zeta. \quad (3.2)$$

$$R_w = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_0^{\pi/2} (I_{H1}^2 + I_{H2}^2) \frac{\operatorname{th} \lambda_0 h \cos \theta}{\operatorname{ch}^2 \lambda_0 h \cdot \cos^2 \theta - v h} \frac{d\theta}{\sin^2 \theta} \quad (3.3)$$

$$\begin{cases} I'_{H1} \\ I'_{H2} \end{cases} = \int_{-T}^0 \int_{-L/2}^{L/2} \operatorname{ch} \lambda_0 (\zeta + h) \left\{ \begin{matrix} \sin(\lambda_0 \xi \cos \theta) \\ -\cos(\lambda_0 \xi \cos \theta) \end{matrix} \right\} \sin(\lambda_0 \eta \sin \theta) d\xi d\zeta \quad (3.4)$$

$$\Delta R_w = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_0^{\pi/2} (I'_{H1}{}^2 + I'_{H2}{}^2) \frac{\operatorname{th} \lambda_0 h \cdot \cos \theta}{\operatorname{ch}^2 \lambda_0 h \cdot \cos^2 \theta - v h} \cos(2b\lambda_0 \sin \theta) \frac{d\theta}{\sin^2 \theta} \quad (3.5)$$

Ta nhận thấy rằng trong các tích phân trên có hai điểm đặc biệt $\theta = 0$ và $\theta = \pi/2$. Ở các điểm này biểu thức dưới dấu tích phân không xác định. Vì vậy ta sẽ tính tích phân trong những đoạn mà hàm dưới dấu biến đổi tương đối đều đặn. Còn xung quanh các điểm đặc biệt ta đưa vào các ước lượng gần đúng.

Đặt $\sin \theta = x$, $\cos \theta = \sqrt{1-x^2}$, $0 \leq x \leq 1$

$$R_w = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_0^1 (I_{H1}^2 + I_{H2}^2) \frac{\operatorname{th} \lambda_0 h \sqrt{1-x^2}}{\operatorname{ch}^2 \lambda_0 h (1-x^2) - v h} \frac{dx}{x^2} \quad (3.6)$$

$$\Delta R_w = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_0^1 (I'_{H1}{}^2 + I'_{H2}{}^2) \frac{\operatorname{th} \lambda_0 h \sqrt{1-x^2}}{\operatorname{ch}^2 \lambda_0 h (1-x^2) - v h} \cos(2b\lambda_0 x) \frac{dx}{x^2} \quad (3.7)$$

$$\begin{cases} I'_{H1} \\ I'_{H2} \end{cases} = \int_{-T}^0 \int_{-L/2}^{L/2} \operatorname{ch} \lambda_0 (\zeta + h) \left\{ \begin{matrix} \sin(\lambda_0 \xi \sqrt{1-x^2}) \\ -\cos(\lambda_0 \xi \sqrt{1-x^2}) \end{matrix} \right\} \sin(\lambda_0 \eta x) d\xi d\zeta \quad (3.8)$$

$$\lambda_0 = \frac{v}{1-x^2} \operatorname{th} \lambda_0 h \quad (3.9)$$

Chia đoạn tích phân $[0, 1]$ thành ba khoảng $[0, \varepsilon_1]$, $[\varepsilon_1, 1 - \varepsilon_2]$, $[1 - \varepsilon_2, 1]$. Trong tích phân $[\varepsilon_1, 1 - \varepsilon_2]$ không có gì đặc biệt, tính toán như bình thường. Ta chú ý đến

hai tích phân có chứa điểm đặc biệt $T_1 = \int_0^{\varepsilon_1}$, $T_3 = \int_{1-\varepsilon_2}^1$. Ta sẽ tìm những đánh giá

gần đúng cho T_1 và T_3 trong những khoảng trên.

a) Xét tích phân thứ nhất. Trong khoảng này $\eta = \pm f(\xi, \zeta)$ là phương trình biểu diễn bề mặt cắt ngang của tàu song song theo mặt nước. η là một hàm liên tục, bị chặn. Ta chọn ε_1 sao cho trong khoảng này

$$\sin(\lambda_0 \eta x) \approx \lambda_0 \eta x; \quad 0 \leq x \leq \varepsilon_1 \quad (3.10)$$

Thay (3.10) vào biểu thức (3.6) - (3.8) ta có:

$$\frac{1}{\lambda_0} \begin{Bmatrix} I_{H1} \\ I_{H2} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} J_{H1} \\ J_{H2} \end{Bmatrix} = \int_{-T}^0 \operatorname{ch} \lambda_0 (\xi + h) \left\{ \begin{matrix} \sin \\ -\cos \end{matrix} (\lambda_0 \xi \sqrt{1-x^2}) \right\} \eta(\xi, \zeta) d\xi d\zeta \quad (3.11)$$

$$T_1(R_w) = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_0^{\varepsilon_1} \lambda_0^2 (J_{H1}^2 + J_{H2}^2) \frac{\operatorname{th} \lambda_0 h \sqrt{1-x^2}}{\operatorname{ch}^2 \lambda_0 h (1-x^2) - v h} dx \quad (3.12)$$

$$T_1(\Delta R_w) = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_0^{\varepsilon_1} \lambda_0^2 (J_{H1}^2 + J_{H2}^2) \frac{\operatorname{th} \lambda_0 h \sqrt{1-x^2}}{\operatorname{ch}^2 \lambda_0 h (1-x^2) - v h} \cos(2b\lambda_0 x) dx \quad (3.13)$$

λ_0 là nghiệm của phương trình $\lambda_0 = \frac{v}{1-x^2} \operatorname{th} \lambda_0 h$

Các biểu thức (3.11) - (3.13) bây giờ có thể tính bằng phương pháp số.

b) Xét tích phân thứ ba:

$$T_3(R_w) = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_{1-\varepsilon_2}^1 (I_{H1}^2 + I_{H2}^2) \frac{\operatorname{th} \lambda_0 h \sqrt{1-x^2}}{\operatorname{ch}^2 \lambda_0 h (1-x^2) - v h} \frac{dx}{x^2} \quad (3.14)$$

$$T_3(\Delta R_w) = \frac{4\rho g v}{\pi} \int_{1-\varepsilon_2}^1 (I_{H1}^2 + I_{H2}^2) \frac{\operatorname{th} \lambda_0 h \sqrt{1-x^2}}{\operatorname{ch}^2 \lambda_0 h (1-x^2) - v h} \cos(2b\lambda_0 x) \frac{dx}{x^2} \quad (3.15)$$

Từ (3.9) ta thấy khi $x \rightarrow 1$ thì $\lambda_0 \rightarrow +\infty$

khi đó có thể lấy $\lambda_0 = v/(1-x^2)$ (3.16)

$$\operatorname{th} \lambda_0 h = 1 - \frac{2}{1 + \exp(2\lambda_0 h)} < 1$$

$$\operatorname{th} \lambda_0 h \xrightarrow{\lambda_0 \rightarrow +\infty} 1$$

$$-T \leq \xi \leq 0 \Rightarrow \operatorname{ch} \lambda_0 (\xi + h) \leq \operatorname{ch} \lambda_0 h$$

$$\operatorname{ch} \lambda_0 (\xi + h) = \frac{e^{\lambda_0 (\xi + h)} + e^{-\lambda_0 (\xi + h)}}{2} \xrightarrow{\lambda_0 \rightarrow +\infty} \frac{1}{2} \exp \left(\frac{v}{1-x^2} (\xi + h) \right) \quad (3.17)$$

Từ biểu thức $T_3(R_w)$ ta thấy rõ ràng với giá trị $x \rightarrow 1$ (hay nói cách khác với λ_0 đủ lớn) thì $ch^2\lambda_0 h(1-x^2) - v_h > 0$ (3.18)
 Như vậy biểu thức dưới dấu tích phân nhận giá trị dương.

Do
$$\left| \left\{ \begin{array}{l} \sin(\lambda_0 \xi \sqrt{1-x^2}) \\ -\cos(\lambda_0 \xi \sqrt{1-x^2}) \end{array} \right\} \right| \leq 1, |\sin(\lambda_0 \eta x)| \leq 1$$

$$\begin{aligned} \left\{ \begin{array}{l} |I'_{H_1}| \\ |I'_{H_2}| \end{array} \right\} &\leq ch\lambda_0 h \int_{-T}^0 \int_{-L/2}^{L/2} \left\{ \begin{array}{l} \sin(\lambda_0 \xi \sqrt{1-x^2}) \\ -\cos(\lambda_0 \xi \sqrt{1-x^2}) \end{array} \right\} \sin(\lambda_0 \eta x) d\xi d\zeta \leq \\ &\leq ch\lambda_0 h \int_{-T}^0 \int_{-L/2}^{L/2} d\xi d\zeta = C \cdot ch\lambda_0 h, \quad C = \text{const} > 0 \end{aligned} \quad (3.19)$$

Hay nói cách khác có thể viết:

$$I_{H_1}^2 + I_{H_2}^2 \leq k \cdot ch^2\lambda_0 h; \quad k = \text{const} > 0 \quad (3.20)$$

Như vậy ta có từ:

$$0 \leq |T_3(R_w)| \leq k' \int_{1-\varepsilon_2}^1 \frac{ch^2\lambda_0 h \cdot th\lambda_0 h}{ch^2\lambda_0 h(1-x^2) - v_h} \frac{\sqrt{1-x^2}}{x^2} dx \quad (3.21)$$

$$k' = 4\rho g v_k / \pi$$

với $\lambda_0 = \frac{v}{1-x^2} th\lambda_0 h$ hay $th\lambda_0 h = \lambda_0(1-x^2)/v$.

Thay $th\lambda_0 h$ vào (3.21), tính tới (3.16)

$$\begin{aligned} 0 \leq |T_3(R_w)| &\leq \frac{k'}{v} \int_{1-\varepsilon_2}^1 \frac{\lambda_0 ch^2\lambda_0 h(1-x^2)}{ch^2\lambda_0 h(1-x^2) - v_h} \frac{\sqrt{1-x^2}}{x^2} dx \approx \\ &\approx \frac{k'}{v} \int_{1-\varepsilon_2}^1 \frac{\lambda_0 \sqrt{1-x^2}}{x^2} dx = k' \int_{1-\varepsilon_2}^1 (1-x^2)^{-1/2} x^{-2} dx \end{aligned} \quad (3.22)$$

Từ (3.22) biến đổi:

$$\int_{1-\varepsilon_2}^1 (1-x^2)^{-1/2} x^{-2} dx = \int_{1-\varepsilon_2}^1 x^{-2} d(\arcsin x) = \arcsin x \Big|_{1-\varepsilon_2}^1 + 2 \int_{1-\varepsilon_2}^1 \arcsin \theta \cdot x^{-3} dx$$

Khi $\varepsilon_2 \rightarrow 0$ thì các tích phân này tiến dần tới không. Như vậy ta thấy rằng qua đánh giá $T_3(R_w)$ với $\varepsilon_2 \rightarrow 0$ thì có thể bỏ qua $T_3(R_w)$. Tương tự ta làm với $T_3(\Delta R_w)$. Chỉ chú ý thêm là $|\cos(2b\lambda_0 x)| \leq 1$ để đánh giá $|T_3(\Delta R_w)|$.

§4. LỜI GIẢI SỐ

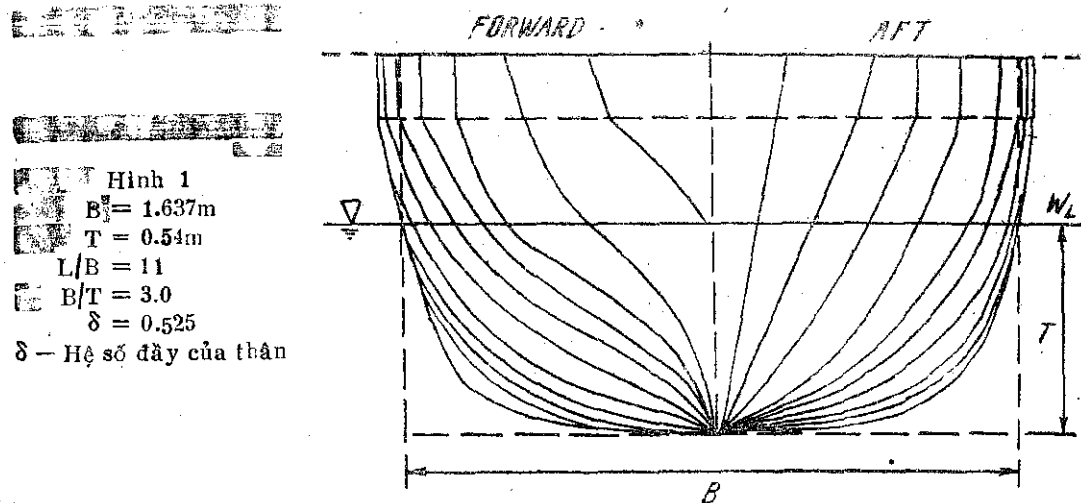
Sau các phép ước lượng trên, ta có thể dễ dàng tính được giá trị lực cản sóng và lực cản dư của catamaran qua tính toán các tích phân $T_1(R_w)$, $T_2(R_w)$ và $T_1(\Delta R_w)$, $T_2(\Delta R_w)$ bằng phương pháp số. Bộ chương trình RESIS viết bằng ngôn ngữ FORTRAN

được xây dựng cho phép tính toán lực cản sóng của tàu hai thân cũng như lực cản dư với vận tốc nhỏ hơn hẳn vận tốc tới hạn \sqrt{gh} . Với mỗi giá trị vận tốc ta đưa được ra khoảng cách tối ưu giữa hai thân để cho giá trị lực cản sóng là nhỏ nhất. Với những khoảng cách cố định giữa hai thân tàu, ta có thể tìm được khoảng vận tốc sao cho lực cản sóng nhỏ.

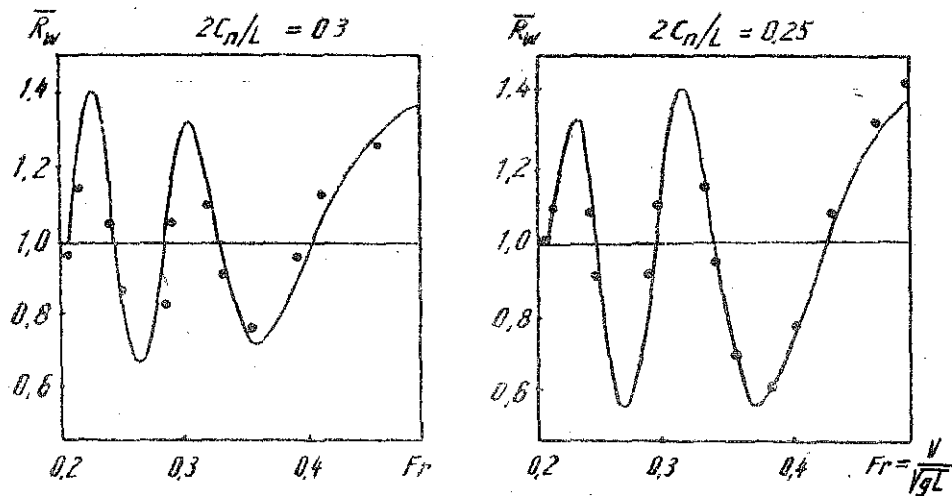
Kết quả tính toán:

Áp dụng chương trình RESIS tính toán cho một tàu mẫu của Alpherev M. J. Hình dạng mẫu thử của Alpherev M. J. biểu diễn trên hình 1 với các kích thước chính [4, 6, 5].

Kết quả tính toán cho tàu mẫu được so sánh trên hình 2 và 3 với các kết quả giải tích và thực nghiệm trong bể thử của Alpherev M. J. [4, 5, 6].



Hình 1
 $B = 1.637m$
 $T = 0.54m$
 $L/B = 11$
 $B/T = 3.0$
 $\delta = 0.525$
 δ - Hệ số đầy của thân

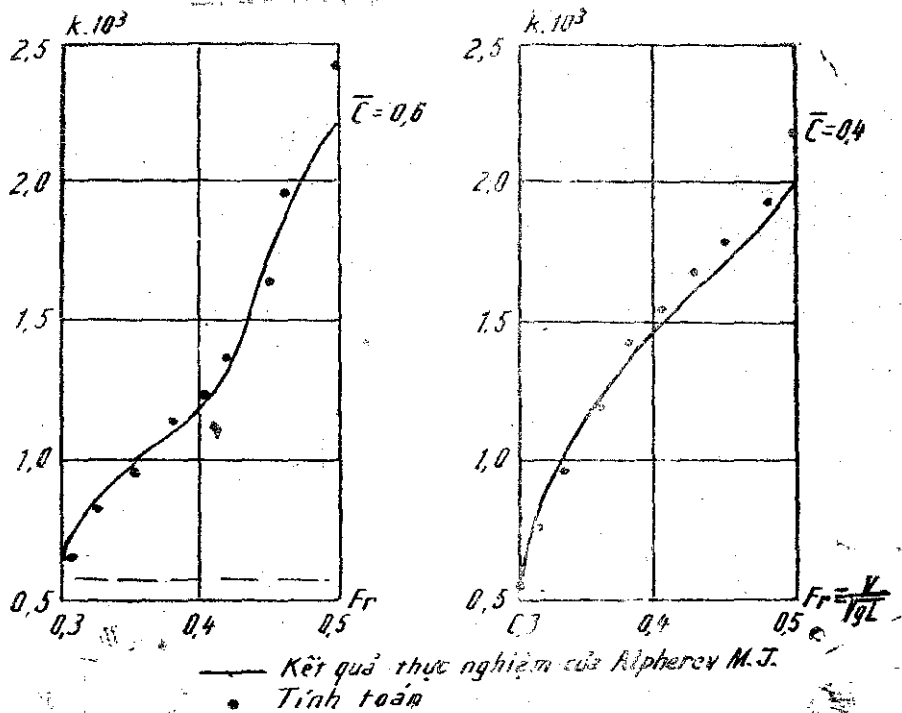


— Kết quả giải tích số của Alpherev M. J.
 • Kết quả tính toán bằng bộ chương trình RESIS

Hình 2

$$\bar{R}_w = \frac{R_w + \Delta R_w}{R_w}$$

$2CH$ - khoảng cách giữa 2 mặt phẳng giữa của hai thân



Hình 3

$$k = \frac{2(R_w + \Delta R_w)}{\rho V^2 S}$$

$$\bar{C} = \frac{C}{2B} = \frac{2C_{\Pi} - B}{2B}$$

C — khoảng cách giữa 2 thân

k — hệ số lực cản sóng

S — Diện tích mặt thấm nước một thân.

Kết quả tính toán cho 1 số điểm trên đồ thị hình 2 như sau

Fr	$2C_{\Pi}/L = 0.30$		$2C_{\Pi}/L = 0.25$		Fr	Rw (—)
	Rw (tính toán)	Rw (của Alpherov)	Rw (.)	Rw (—)		
0.2	0.92	1.96	0.2	1.05	1.0	1.0
0.22	1.08	1.10	0.22	1.08	1.07	1.07
0.24	1.25	1.25	0.244	1.07	1.12	1.12
0.263	0.753	0.72	0.263	0.68	0.66	0.66
0.3	1.15	1.35	0.3	1.28	1.32	1.32
0.34	0.98	0.9	0.33	1.15	1.12	1.12
0.376	0.82	0.77	0.36	0.9	0.89	0.89
0.41	1.09	1.0	0.37	0.652	0.65	0.65
0.452	1.26	1.28	0.41	0.69	0.7	0.7
0.489	1.42	1.34	0.452	1.22	1.24	1.24
			0.489	1.47	1.4	1.4

Nhận xét: Đối với khoảng cách $2C_{II}/L = 0.25$ tính toán cho thấy kết quả khá phù hợp với kết quả của Alpherev M. J. (tính toán theo công thức gần tương tự của Kostoukov A. A. do Eggers K. đề xuất). Sai số lớn nhất không vượt quá 5%. Đối với khoảng cách $2C_{II}/L = 0.3$. Sai số có lớn hơn và xấp xỉ 15%.

Địa chỉ
Viện Cơ học Viện KHVN
Phòng nghiên cứu khí tượng nhiệt đới Việt - Xô.

Nhận ngày 29/8/1986

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. КОСТЮКОВ А. А. Сопротивление воды движению судов. Судостроение, Л., 1966.
2. КОСТЮКОВ А. А. Теория корабельных волн и волнового сопротивления. Судостроение, Л., 1969.
3. КОСТЮКОВ А. А. Взаимодействие тел движущихся в жидкости. Судостроение, Л., 1976.
4. АЛЬФЕРЕВ М. Я., МАДОРСКИЙ Г. С. Транспортные катамараны внутреннего плавания. Судостроение, Л., 1976.
5. АЛЬФЕРЕВ М. Я. Коэффициенты влияния параметров на удельное остаточное сопротивление катамарантных судов. Труды ГИИВТ. Вып. 133, ч. 1, Горький, 1973.
6. АЛЬФЕРЕВ М. Я. Остаточное сопротивление катамарана с большой относительной длиной и скоростью. Труды ГИИВТ. Вып. 108, Горький, 1972.
7. EGGERS K. Ueber Widerstandverhältnisse von Zweikorpershippen «Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft» Bd. 49, 1955.

РЕЗЮМЕ

К ВЫЧИСЛЕНИЮ ВОЛНОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КАТАМАРАНА

На основе гипотезы о движении судна около вертикальной стенки вычисляются волновое и остаточное сопротивления катамарана, движущегося на спокойной воде с помощью построенной программы RESIS. Результаты вычисления совпадают с результатами, опубликованными Альферевым М. Я. для одной модели катамарана.