

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ TỐI ƯU MŨI QUẢ LÊ CHO MẪU TÀU CÁ VỎ THÉP

STUDY OF A BULBOWS DESIGN METHODOLOGY FOR STEEL FISHING VESSELS

Huỳnh Văn Chính¹, Trần Gia Thái²

¹Trường Đại học Giao thông Vận tải TP. Hồ Chí Minh

²Trường Đại học Nha Trang

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu phương pháp thiết kế tối ưu mũi quả lê tàu cá vỏ thép, trên cơ sở xác định sơ bộ hình dạng quả lê theo các đồ thị thực nghiệm Kracht, sau đó tích hợp vào đường hình tàu tính toán và lựa chọn hình dạng quả lê tối ưu, đảm bảo sức cản tàu nhỏ nhất.

Từ khóa: Thiết kế mũi quả lê; Đồ thị Kracht; Tàu cá vỏ thép; Sức cản tàu.

ABSTRACT

In this paper we present the study results of a bulbows design methodology for steel fishing vessels based on using Kracht experimental curves to determine the initial bulbbow shape, then integrated it into the hull form vessel and select the optimal bulbbow bow with the minimum resistance.

Keywords: Bulbow design; Kracht curves, steel fishing vessel; resistance.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mũi quả lê là một trong các giải pháp làm giảm sức cản tàu rất hiệu quả và trong nhiều trường hợp có thể làm giảm sức cản tàu tới (12 – 15) % [2]. Tuy nhiên, do tính chất phức tạp và phụ thuộc vào nhiều yếu tố nên thiết kế mũi tàu quả lê là bài toán không đơn giản, vẫn còn đang tiếp tục nghiên cứu. Cho đến hiện nay, phương pháp thiết kế hiệu quả nhất vẫn là thử mô hình để lựa chọn hình dạng quả lê tối ưu đảm bảo

sức cản chung của tàu là nhỏ nhất. Do việc thử nghiệm mất rất nhiều thời gian, công sức, chi phí nên các nhà khoa học thường tổ chức thử mô hình các phương án hình học của quả lê và tổng hợp lại các kết quả thử nghiệm dưới dạng các đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa các thông số hình học quả lê để phục vụ cho việc thiết kế. Một trong số rất ít các đồ thị như thế là đồ thị thiết kế của nhà khoa học Đức- Kracht xây dựng dựa trên thử nghiệm các phương án quả lê trong bể thử [2]. Tuy nhiên, đồ thị thực nghiệm

chỉ cho phép xác định hình dạng gần tối ưu và cũng không đề cập đến việc tích hợp quả lê vào đường hình tàu thiết kế [3] nên đã hạn chế việc ứng dụng các đồ thị này vào thiết kế mũi quả lê cho các mẫu tàu cá vỏ thép trong nghiên cứu của chúng tôi.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong nghiên cứu này, các tham số hình học của mũi tàu quả lê sẽ được tính sơ bộ theo các đồ thị Kracht như các nghiên cứu truyền thống trước đây và dựa trên cơ sở đó nghiên cứu xác định phương án tối ưu của quả lê và phương pháp tích hợp đường hình dạng quả lê vào đường hình thân tàu chính. Về lý thuyết, đồ thị Kracht là tập hợp các đồ thị nhiều biểu diễn mối quan hệ thực nghiệm giữa hệ số giảm công suất tàu ΔC_{PVR} khi có và không có quả lê, với các tham số hình học quả lê C_i ở các giá trị số Froude F_N khác nhau và hệ số béo của tàu C_B ($C_B = 0.56 \div 0.82$) khác nhau, $\Delta C_{PVR} = f(C_i, F_N)$ [2, 3]. Theo Kracht, các tham số hình học C_i của quả lê gồm 3 tham số tuyến tính là các hệ số về chiều dài C_{LPR} , chiều rộng C_{BB} , chiều cao C_{ZB} và 3 tham số phi tuyến là các hệ số về diện tích C_{ABT} , C_{ABL} , thể tích ΔC_{PVR} (hình 1), [2].

$$C_{LPR} = L_{PR}/L_{PP}; C_{BB} = B_B/B_{MS}; C_{ZB} = Z_B/T_{FP}$$

$$C_{ABT} = A_{BT}/A_{MS}; C_{ABL} = A_{BL}/A_{MS}; C_{VPR} = \nabla_{PR}/\nabla_{WL}; C_{ZB} = Z_B/T_{FP}$$

Ký hiệu trong các công thức trên:

L_{PR}, L_{PP} - Chiều dài phần nhô quả lê và chiều dài hai trụ của tàu, m.

B_B, B_{MS} - Chiều rộng lớn nhất của mặt cắt ngang quả lê đo tại đường vuông góc mũi và chiều rộng mặt cắt ngang giữa tàu, m².

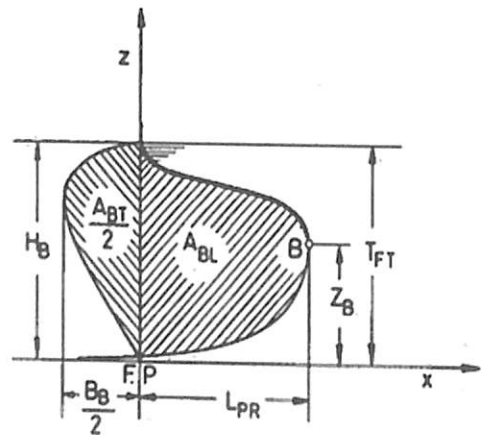
Z_B, T_{FP} - Chiều cao điểm cao nhất của quả lê tính từ đáy và mớn nước đo tại đường vuông góc mũi tàu, m.

A_{BT}, A_{MS} - Diện tích mặt cắt ngang tính tại đường vuông góc mũi (FP) và diện tích mặt cắt ngang giữa tàu, m².

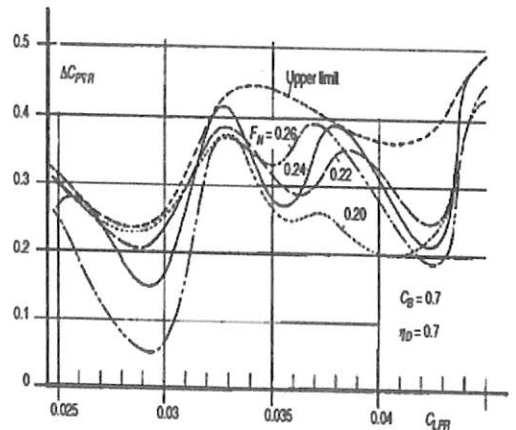
A_{BL}, A_{MS} - Diện tích phần nhô ra của quả lê trong mặt cắt dọc và diện tích mặt cắt ngang giữa tàu, m².

∇_{PR}, ∇_{WL} - Thể tích phần nhô ra của quả lê trước đường vuông góc mũi tàu và thể tích chiếm nước của tàu, m³.

Như vậy, tương ứng một giá trị hệ số béo, đồ thị Kracht sẽ có 6 đồ thị. Ví dụ hình 2 là một trong sáu đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa giá trị của các hệ số ΔC_{PVR} và C_{LPR} đối với tàu có hệ số béo $C_B = 0.7$ [3].



Hình 1. Cách xác định các tham số



Hình 2. Đồ thị thể hiện quan hệ hình học của quả lê $\Delta C_{PVR} = f(C_{LPR}, F_N)$

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Khác với phương pháp thiết kế theo đồ thị Kracht, theo chúng tôi thì thiết kế quả lê cho một tàu cụ thể sẽ phải gồm hai nội dung chính như sau:

(i) Xác định các tham số hình học của quả lê sao cho sức cản tổng của tàu nhỏ nhất.

(ii) Xác định vị trí thích hợp của quả lê và tích hợp hình dạng quả lê vào bề mặt thân tàu một cách trơn đều.

Trên cơ sở đó đề xuất quy trình thiết kế mũi tàu quả lê cụ thể như sau.

3.1. Lựa chọn tàu tính toán

Lựa chọn tàu tính toán là mẫu tàu cá vỏ

thép có ký hiệu FAO 75 [1], đã được các nhà khoa học của Tổ chức Nông lương Liên hợp quốc FAO (Food and Agriculture Organization) thử nghiệm kéo mô hình trong bể thử. Trong các nghiên cứu của chúng tôi, mẫu tàu này được lựa chọn làm cơ sở thiết kế các mẫu tàu cá vỏ thép cỡ lớn phù hợp với nghề cá nước ta hiện nay.

3.2. Xác định các tham số hình học quả lê của tàu tính toán

Các tham số hình học quả lê ban đầu của tàu tính toán được xác định từ đồ thị Kracht dựa theo hướng dẫn của các tác giả Hagen và Fung (1983) [3]. Kết quả tính nhận được giá trị các tham số hình học của quả lê ban đầu với hệ số giảm công suất có ích lớn nhất của tàu là $\Delta_{PAR} = 0.29$ ở bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm hình học của quả lê ở giá trị $\Delta_{PAR} = 0.29$ [4]

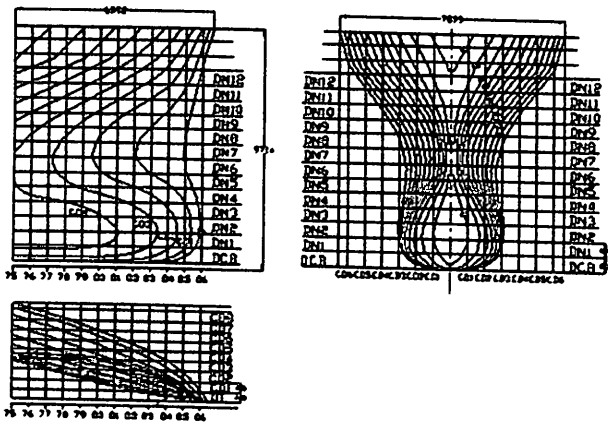
Các hệ số hình học của quả lê ban đầu	C_{LPR}	C_{BB}	C_{ZB}	C_{ABL}	C_{ABT}	C_{VPR}
Giá trị	0.0337	0.165	0.460	0.1733	0.0862	0.0028
Các tham số hình học của quả lê ban đầu	L_{PR} (m)	B_B (m)	Z_B (m)	A_{BL} (m ²)	A_{BT} (m ²)	Δ_{PR} (m ³)
Giá trị	1.49	1.709	2.102	7.59	3.78	3.18

3.3. Thiết kế tích hợp quả lê vào đường hình tàu tính toán

Sau bước xác định các thông số hình học, tiến hành tích hợp quả lê vào thân tàu sao

cho đảm bảo sự hòa hợp hình dạng quả lê với đường hình tàu, trong khi vẫn giữ giá trị các thông số hình học quả lê đã tính không thay đổi. Vấn đề này khá phức tạp, chưa thấy công bố trong các tài liệu chuyên ngành, kể cả trong

hướng dẫn thiết kế mũi quả lê theo các đồ thị của Kracht đã nêu. Ở đây, chúng tôi chọn phương án sử dụng phần mềm thiết kế tàu AutoShip để xây dựng mô hình 3D tàu nghiên cứu có tích hợp với hình dạng quả lê và tiến hành hiệu chỉnh dần hình dạng quả lê theo các tham số hình học đã tính, trên cơ sở đảm bảo độ trơn đều của bề mặt tiếp giáp giữa thân tàu với quả lê. Sau đó, sử dụng công cụ có sẵn trong phần mềm để tính kiểm tra lại giá trị các tham số hình học của quả lê đã tích hợp so với giá trị đã tính và tiếp tục hiệu chỉnh biên dạng của quả lê theo cách tương tự cho đến khi đạt yêu cầu. Kết quả nghiên cứu có thể nhận được bản vẽ đường hình của quả lê tính toán sau khi tích hợp vào đường hình tàu như trên hình 2, [4].



Hình 2. Bản vẽ đường hình quả lê đã được tích hợp với đường hình tàu

3.4. Xác định hình dạng tối ưu của quả lê

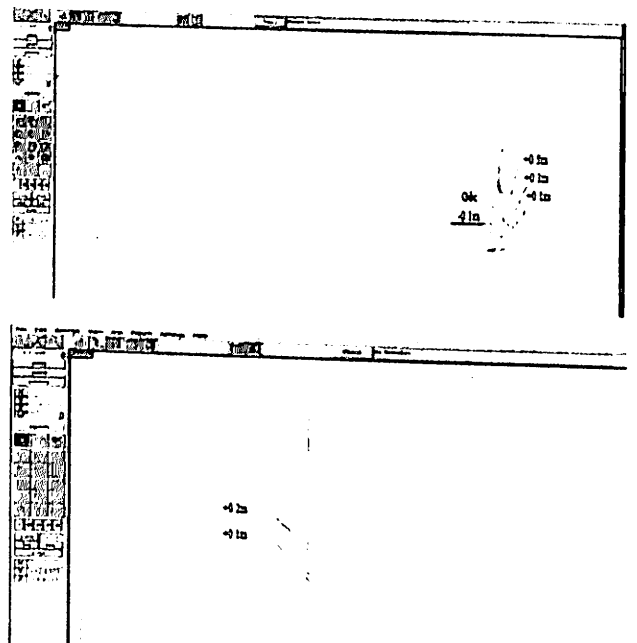
Như đã trình bày, giá trị các tham số hình học của quả lê xác định theo các đồ thị thực nghiệm của Kracht nói trên thực chất chỉ gần giá trị tối ưu. Để xác định phương án tối ưu, thay đổi dần các tham số kích thước quả lê ban đầu và tính sức cản cho từng phương án hình học của quả lê đã xây dựng, sau đó xác định phương án quả lê tối ưu tương ứng sức cản tàu là nhỏ nhất. Vấn đề đặt ra ở đây là việc thay đổi kích thước quả lê sẽ ảnh hưởng tính năng hàng

hải tàu, do đó cần đặt vấn đề xác định giới hạn thay đổi các kích thước quả lê trên cơ sở đảm bảo thay đổi của các thông số hình học tàu là thể tích chiếm nước ∇ , hoành độ tâm nổi LCB, hệ số béo C_B trong giới hạn dưới 1%. Kết quả nghiên cứu xây dựng 8 phương án hình dạng quả lê như ở bảng 3.2, với độ thay đổi chiều dài không quá 0.5 m và chiều rộng không quá 0.2 m, không tính đến chiều cao quả lê do thay đổi ít ảnh hưởng đến tính năng tàu.

Bảng 2. Các phương án hình học quả lê so với quả lê ban đầu [4]

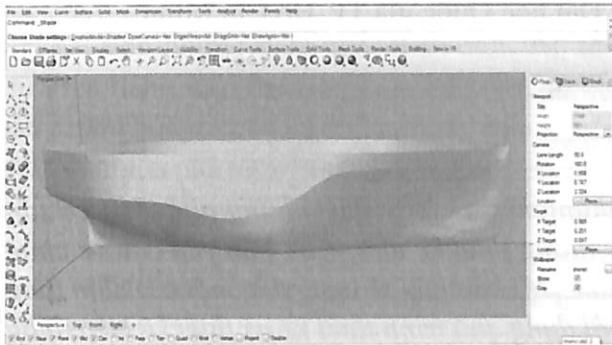
ΔB_B (m)	ΔL_{PR} (m)			
	$\Delta L_1 = -0.10$	$\Delta L_2 = 0.1$ m	$\Delta L_3 = 0.30$ m	$\Delta L_4 = 0.50$ m
$\Delta B_1 = 0.1$ m	PA 1	PA 2	PA 3	PA 4
$\Delta B_2 = 0.2$ m	PA 5	PA 6	PA 7	PA 8

Hình 3, trình bày các phương án hình học quả lê đã được giới hạn các kích thước chiều dài và chiều rộng quả lê trong phần mềm AutoShip [4].



Hình 3. Các phương án hình dạng quả lê

Kết quả tính cho thấy, có phương án sức cản tàu tăng lên hơn 8% nhưng cũng có phương án sức cản giảm tới 9% so với tàu không có quả lê ban đầu. Riêng phương án 7 có mức giảm sức cản tổng của tàu lớn nhất bằng -9.22 % là phương án quả lê tối ưu trong các phương án đã xây dựng (hình 4) [4].



Hình 4. Đường hình tàu với mũi quả lê tối ưu

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã xây dựng phương pháp thiết kế mũi quả lê mới khắc phục sơ bộ hạn chế của phương pháp thiết kế theo đồ thị truyền thống để phục vụ thiết kế các mẫu tàu cá vỏ thép cỡ lớn phù hợp nghề cá Việt Nam. Mặc dù đảm bảo độ tin cậy nhưng việc xác định

hình dạng quả lê tối ưu từ các phương án thay đổi gia số kích thước như đã nêu có thể chưa thật đầy đủ vấn đề sẽ được tiếp tục giải quyết dựa trên cơ sở xây dựng bề mặt nội suy, còn gọi là mô hình thay thế (surrogate model) cho phép xác định chính xác phương án tối ưu từ một số phương án thay đổi kích thước quả lê xác định, đảm bảo độ tin cậy ở số lượng phương án hình học quả lê là ít nhất có thể. ❖

Ngày nhận bài: 25/8/2018

Ngày phản biện: 17/9/2018

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Jan-Olof Traung, Fising Boat Tank Test, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 1965.
- [2]. M. Kracht (1978), *Design of Bulbous Bows*, *SNAME Transactions*, Vol. 86, 1978, pp. 197-217.
- [3]. Jeff W. Hoyle and et all, *A Bulbous Bow Design Methodology for High-Speed Ships*, *SNAME Transactions*, Vol. 94, 1986, pp. 31-56.
- [4]. Huỳnh Văn Chính, *Nghiên cứu phương pháp thiết kế mũi quả lê cho các mẫu tàu cá vỏ thép*, Chuyên đề Tiến sĩ, 2018.