

DỰ BÁO LỰC CẢN GIÓ CHO TÀU CONTAINER CHẠY TRONG BÃO BẰNG CÁC PHƯƠNG PHÁP GẦN ĐÚNG

PREDICTING WIND RESISTANCE OF CONTAINER VESSELS BY DIFFERENT APPROXIMATED METHODS

PHẠM VĂN NGỌC, ĐỖ ĐỨC LƯU*

Viện Nghiên cứu Khoa học & Công nghệ Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: luudd@vimar.edu.vn

Tóm tắt

Tàu container Fortuner Navigator (CV FN) thuộc công ty Vận tải biển Việt Nam (VOSCO), là tàu chở containers, chạy tuyến Hải Phòng - TP Hồ Chí Minh. Tàu hoạt động trên biển trong năm thường có sóng và gió (Beaufort number, BN) từ cấp IV đến cấp VIII. Trong điều kiện này xuất hiện hai thành phần lực cản bổ sung do sóng biển (R_{AW}) và gió bão (R_{AAW}) làm cho lực cản chung của tàu tăng lên rất nhiều (tùy thuộc vào cấp sóng gió). Thành phần R_{AAW} khác biệt nhiều so với thành phần lực cản do gió sinh ra (R_{AA}) tính toán ở chế độ khai thác bình thường (sóng gió dưới cấp III) khi thiết kế đóng mới tàu. Bài báo trình bày kết quả dự báo R_{AAW} khi dùng một số phương pháp gần đúng đối với CV FN trong khai thác trên biển, năm 2015. Các tác giả xây dựng mô hình hồi quy với độ tin cậy cao (99% theo tiêu chuẩn thống kê Schi và Fisher) cho dữ liệu đầu vào của một số phương pháp gần đúng được sử dụng. Mô đun phần mềm tính, dự báo thành phần R_{AAW} khi tàu FN chạy trên sóng bão (từ cấp IV đến cấp VIII) được các tác giả xây dựng trên LabView.

Từ khóa: Lực cản gió biển lên tàu; Phần mềm Dự báo lực cản gió khi tàu chạy trên sóng; CV Fortuner Navigator (VOSCO).

Abstract

The container vessel Fortuner Navigator (CV FN) belongs to the Vietnam Ocean-going Ship Company (VOSCO). The fleet is container type and operated voyages between Hai Phong and Ho Chi Minh cities (Vietnam). Normally, the sea conditions usually are un-normal for the ship exploitation and the sea-wave and wind are scaled from IV to VIII via Beaufort Number (BN). In these un-normal conditions, the two hull resistances components (R_{AW} and R_{AAW}) are additional and appeared in accordance with the ship hull working on the heavy sea-wave and wind conditions. The total hull resistance in accordance with the BN of the sea-wave is rapid increased comparing with the one for the newly building sea-going ship (the designed, calculated in the normal conditions). The paper presents the

predicted results of the sea-wave wind resistance R_{AAW} by some approximation methods for MV FN exploitation at sea, in 2015. The authors modeled by the regressive models with 99%-confidences (in accordance with the statistic criterions Fisher and Schi) for predicting the R_{AAW} . The module software coded by authors in Labview for automatic predicting the R_{AAW} in accordance with the different selection methods, relatively.

Keywords: Sea-wave wind resistance; Sea-wave wind resistance prediction; CV Fortuner Navigator (VOSCO).

1. Đặt vấn đề

Thực tế khai thác tàu biển được diễn ra trong hai nhóm trạng thái môi trường: điều kiện khai thác bình thường và đặc biệt. Điều kiện bình thường được dùng khi tính toán lực cản vỏ tàu và chân vịt trong hệ động lực chính tàu biển (main propulsion plant, MPP). Điều kiện khai thác bình thường được định nghĩa: sóng biển yên lặng với BN từ III trở xuống; chiều chìm thiết kế; độ sâu biển không hạn chế, và không chạy trong luồng lạch. Ở điều kiện khai thác bình thường lực cản sóng (R_w , kN) được xem như là thành phần cơ bản của lực cản tàu chạy trên nước tĩnh, còn lực cản không khí (R_{AA} , kN) rất nhỏ so với lực cản tổng thân tàu trên nước tĩnh (R_T , kN). Tỷ lệ $r_{AA}\% = R_{AA}/R_T$ đối với tàu vận tải biển thường không quá 4%. Ví dụ: $r_{AA}\% = 2 \div 4$ theo Havald S [1] và theo Voikunski I [5]; $r_{AA}\% = 4$ cho container theo Molland A, Turnock S và Hudson D [3]; Rawson K và Tupper E [4]; $r_{AA}\% = 0,5 \div 1,5$ theo Jinkin A [6]. Thành phần này thường bỏ qua và sau khi tính lực cản tổng sẽ được cộng thêm một lượng % nhất định.

Trong sóng gió (điều kiện khai thác đặc biệt), vận tốc gió tăng lên rất nhiều theo cấp sóng gió (BN), từ đó thành phần lực cản bổ sung từ gió R_{AAW} là đáng kể, thậm chí có thể lớn hơn lực cản bổ sung do sóng theo Molland A, Turnock S và Hudson D [3].

Do vậy cần phải nghiên cứu lựa chọn phương pháp (PP) đã và đang được sử dụng tính dự báo thành

phần R_{AAW} và từ đó xây dựng phần mềm cho tự động tính lực cản này.

Hiện nay để xác định R_{AAW} thường sử dụng các PP truyền thống được đưa ra từ các nhà nghiên cứu, các Viện nghiên cứu thử nghiệm, bể thử tàu,... Các kết quả thu được đều mang tính dự báo, ước lượng. Các PP sử dụng cần được nghiên cứu, so sánh kết quả mô phỏng số trước khi dùng chúng cho tự động dự báo R_{AAW} khi thay đổi BN đối với một tàu nghiên cứu. Đối tượng được chọn là CV FN thuộc VOSCO, chạy chuyên tuyến Hải Phòng - TP. Hồ Chí Minh, vì đây là đối tượng đặc thù tại vùng biển khai thác ở Việt Nam mà các tác giả có khả năng tiếp cận với cơ sở dữ liệu thiết kế cũng như trong khai thác.

2. Phương pháp nghiên cứu

Lực cản toàn phần khi tàu chạy trong sóng bão:

$$R = R_T + R_{AW} + R_{AAW} \quad (1)$$

Trong đó, ký tự T, AW, AAW - tương ứng với lực cản tàu tại trạng thái nước tĩnh (bình thường), lực cản bổ sung do sóng và lực cản tăng thêm do tàu chạy trên sóng và có gió (đồng hành cùng với bão).

Trong bài báo này, các tác giả chỉ đề cập đến thành phần lực cản bổ sung do gió (R_{AAW}), còn thành phần lực cản bổ sung do sóng R_{AW} đã được đề cập trong bài báo khác [9] cũng như các tài liệu chuyên ngành liên quan [3], [5], [6].

R_{AAW} sinh ra do gió có vận tốc tương đối V_{RW} (relative wind, m/s) sau khi tương tác với vận tốc tàu V , m/s (Hình 1) tác động lên bề mặt kiến trúc thượng tầng (phía trên đường nước) của tàu với diện tích mặt tiếp xúc vuông góc (theo hướng chuyển động tàu x-x) S_A , m².

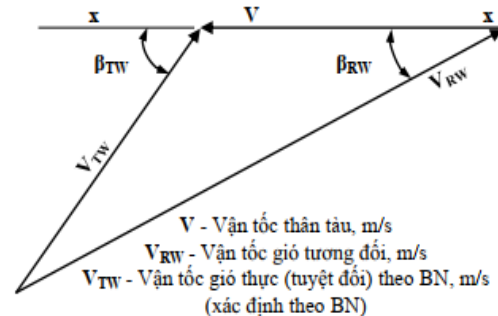
Trong thực tế khai thác, tàu chạy theo một hướng nhất định so với hướng la bàn (các phương Bắc - Nam - Đông - Tây, với ký hiệu: N - S - W - E. Ví dụ: Gió SE5, và tàu chạy theo hướng góc $\alpha_V = 205^\circ$. Như vậy: SE-5 (Tây - Nam, cấp 5) tương đương $\alpha_{TW} = 225^\circ$. Góc lệch giữa gió và vận tốc tàu: $\beta_{TW} = \alpha_{TW} - \alpha_V = 225 - 205 = 20^\circ$.

Vận tốc gió tuyệt đối được đưa dưới dạng bảng [5] tuy nhiên vận tốc này cũng được đưa dưới dạng hàm theo biến là cấp gió BN [2]:

$$V_{TW}(BN) = 0,839(BN)^{1.5} \quad (2)$$

Khi $\beta_{TW} = 0$ hoặc $\beta_{TW} = 180^\circ$, thành phần lực cản gió là do vận tốc gió tương đối V_{RW} tạo nên. Khi β_{TW} có giá trị bất kỳ sẽ tạo ra thành phần lực cản gió thay đổi trực tiếp đến vận tốc tàu, R_{AAW} , hình chiếu của lực cản sóng (chung) trên trục x-x.

Vận tốc gió tuyệt đối được đo tại độ cao $H_w = 10m$ so với mực nước biển. Tuy nhiên, tại độ cao khác 10m, có thể dùng công thức giải tích để tính [2].



Hình 1. Quan hệ giữa vận tốc gió và vận tốc tàu

Vận tốc gió tương đối được xác định:

$$V_{RW} = \sqrt{(\vec{V}_{TW} - \vec{V})^2} = \left[V_{TW}^2 + V^2 + 2VV_{TW}\cos(\beta_{TW}) \right]^{0.5} \quad (3)$$

$$\beta_{RW} = \text{asin} \left[\frac{V_{TW}}{V_{RW}} \sin(\beta_{TW}) \right] \quad (4)$$

$$R_{AAW} = C_{AA} \cos^2 \beta_{RW} \frac{\rho_A V_{RW}^2}{2} A_T \quad (5)$$

Trong đó, khối lượng riêng không khí $\rho_A = 1,226\text{kg/m}^3$; $C_{AA} = C_X$ - hệ số cản gió theo trục x-x của tàu; A_T - diện tích hình chiếu phần khô thân tàu lên mặt phẳng sườn giữa, m².

2.1. Giả thuyết hệ số C_{AA} không đổi [5], [6]

Đối với tàu vận tải biển hiện đại $C_{AA} = 0,7$, và giá trị A_T có thể theo Archuiskov L (Jinkin A (2010, [6] Tr. 109):

$$A_T = 2,5 L$$

Trong đó: L - chiều dài tàu, m.

Công thức gần đúng đầu tiên được thể hiện từ (5) :

$$R_{AAW} \approx 0,7 \cdot \cos^2 \beta_{RW} \frac{1,266 \cdot 10^{-3} \cdot V_{RW}^2}{2} \cdot 2,5L = 1,073 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \cos^2 \beta_{RW} \cdot V_{RW}^2, \text{ kN} \quad (6.a)$$

Phương pháp cải tiến được viết dưới dạng truyền thống của lực cản theo Havalld S (1983, [1] Tr.73) và Larson L (2010, [2] Tr.98), công thức (5) được biến đổi về dạng:

$$\begin{aligned}
 R_{AAW} &= C_{AAW}^* \frac{\rho_w V_{RW}^2 \cos^2 \beta_{RW}}{2} S \\
 &= 0,9195 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \cos^2 \beta_{RW} \cdot V_{RW}^2, \text{ kN} \\
 C_{AAW}^* &= C_X \frac{0,5 \cdot \rho_A V_A^2 A_T}{0,5 \cdot \rho_w V^2 S} \\
 &\approx \frac{0,61, 226.2, 5}{1025} \cdot \frac{L}{S} = 1,794143 \cdot \frac{L}{S}
 \end{aligned} \quad (6.b)$$

2.2. Công thức gần đúng lực cản gió từ mô hình hồi quy tính theo góc gió tương đối tác động [4]

Công thức tính lực cản không khí do các nhà khoa học Nhật Bản đưa ra trong tài liệu của Rawson K và Tupper E (2001, [4] Tr.446 -447):

$$R_{AAW} = C_{AR} \frac{\rho_A V_{RW}^2}{2} X \quad (7)$$

$$\times (A \cos^2 \beta_{RW} + C \sin^2 \beta_{RW})$$

Ở đó, hệ số C_{AR} được xác định từ mô hình hồi quy đối với tàu chờ hàng/container:

$$\begin{aligned}
 C_{AR} &= 1,325 - 0,05 \cos 2\beta_{RW} - 0,35 \cos 4\beta_{RW} \\
 &\quad - 0,175 \cos 6\beta_{RW}
 \end{aligned} \quad (8)$$

Hệ số diện tích A và C, m² được xác định:

$$\begin{aligned}
 A &= B^2 (X_A - 0,00475 \delta T); \\
 C &= L^2 (X_C - 0,0006 \delta T); \delta T = (T / T_{FL}) 100\%
 \end{aligned} \quad (9)$$

Trong đó: T và T_{FL} - chiều chìm thực tế khai thác và khi tải hàng cực đại, m; B - chiều rộng tàu, m.

Đối với container, X_A = 1,225; X_C = 0,110

2.3. Công thức gần đúng hệ số cản gió từ mô hình hồi quy đa biến [4], [5]

Phương trình hồi quy đa biến (MVRM) xác định hệ số C_X (công thức 6.b), được thực hiện qua giải tích hồi quy trên dữ liệu gồm 49 tập mẫu theo tài liệu của Rawson K và Tupper E [4], và Voikunski I [5]:

$$C_X = a_0 + \sum_{k=1}^6 a_k X_k \quad (10)$$

Ở đó, các hệ số a₀, a₁ ... a₆ đưa ra dưới dạng bảng, phụ thuộc vào góc β_{RW}; các biến X_k, k=1...6 cũng được đưa ra dưới dạng bảng gồm 11 hàng và 6 cột. Các hàng của bảng: là dữ liệu cho 11 loại tàu được nghiên cứu: Tàu khách/tàu hơi nước; tàu chờ hàng có buồng máy nằm ở giữa/đuôi tàu và khi tàu toàn tải hàng/hoặc khi chạy ballast; tàu dầu/chờ quặng có buồng máy nằm ở giữa/đuôi tàu và khi tàu toàn tải hàng/hoặc khi chạy ballast; tàu cá; tàu kéo. Phạm vi áp dụng của mô hình hồi quy (10) theo góc

gió β_{RW} = [0-180] độ, bước thang 10 độ, và 11 loại tàu được nghiên cứu; chiều chìm tại hai mức ballast và toàn tải hàng. Tại các chế độ khác, sử dụng phép toán nội suy gần đúng, hoặc qua việc mô hình hóa hồi quy.

2.4. Mô phỏng dự báo lực cản gió bổ sung cho tàu container FN

Mô đun phần mềm dự báo lực cản bổ sung từ gió do các tác giả xây dựng trên LabView, áp dụng cho tàu container FN, sử dụng các công thức đã nêu tại mục 2,1 ÷ 2,4 phía trên.

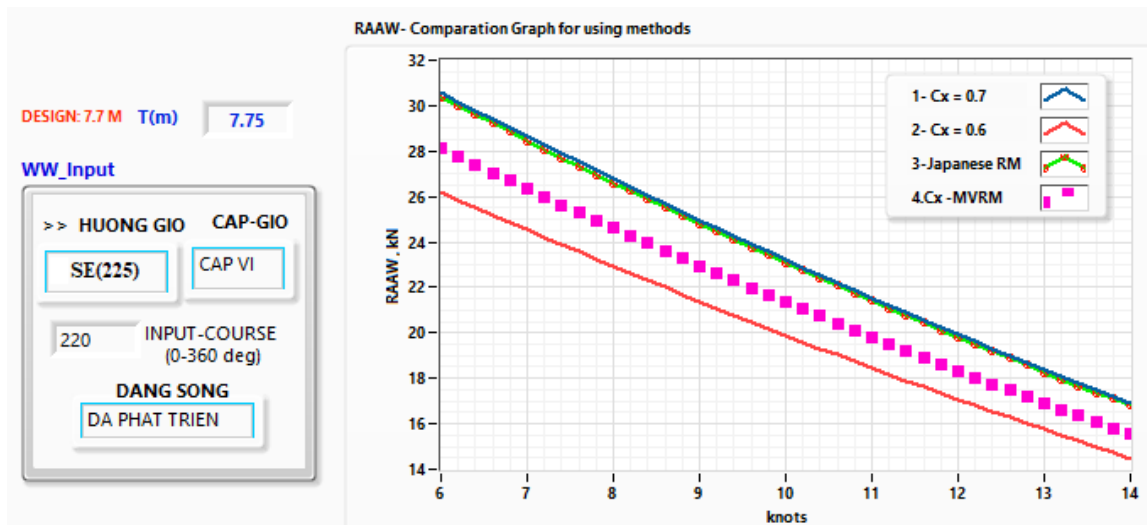
Phần mềm nền LabView được trang bị có bản quyền do hãng NI (National Instruments, Hoa Kỳ) xây dựng trên cơ sở sản phẩm của đề tài cấp Quốc gia do Trường Đại học Hàng hải Việt Nam chủ trì, GS Lương Công Nhớ làm chủ nhiệm. Do vậy, các sản phẩm được xây dựng có thể mở rộng chuyên giao công nghệ mà không vi phạm vào bản quyền.

Tàu FN là một trong 2 tàu chuyên dụng, chở container chuyên tuyến của VOSCO. Các số liệu về kích thước hình dáng thân tàu là các hình vẽ 2-D được lưu trữ tại phòng Kỹ thuật của công ty [7]. Số liệu khai thác liên quan được máy trưởng báo cáo định kỳ hàng ngày trên Email (Noon Reports) [8]. Các tác giả tiếp cận với dữ liệu khai thác tàu từ năm 2014 đến 2020. Trong bài báo này, các kết quả nghiên cứu tính toán mô phỏng có dữ liệu đầu vào từ khai thác thực tế, ví dụ trong chuyến hành trình từ cảng A đến B, thời gian, hướng và cấp gió, góc chuyển động của tàu (so với la bàn trên tàu), vận tốc tàu, chiều chìm tàu. Các dữ liệu khác liên quan được lựa chọn trên cơ sở hồ sơ thiết kế tàu, số liệu từ sổ tay tra cứu lý thuyết tàu

Mục đích: trên cơ sở lý thuyết đã xây dựng, triển khai xây dựng phần mềm lập trình tương ứng, đưa ra kết quả tính dự báo, đánh giá lực cản gió bổ sung để so sánh, kiểm chứng tính tương đồng của các kết quả theo các phương pháp khác nhau.

Kết quả nghiên cứu lực cản gió R_{AAW} được nghiên cứu cho dải vận tốc tàu V giả định từ [6-14] knots tương ứng với chiều chìm (tải hàng) không đổi ở mức cụ thể bất kỳ theo số liệu khai thác thực tế của tàu. Đầu ra là các giá trị lực cản gió tại cấp gió (BN) tùy chọn, phụ thuộc vào phương pháp sử dụng (một trong 4 phương pháp, tương ứng với các phương trình (6.a), (6.b), (7) và (10).

Kết quả được vẽ trên Hình 2 cho một chế độ mô phỏng: T=7,75m, gió hướng Tây Nam 225 độ, cấp VI, với góc hành trình tàu 220°, nghĩa là hướng gió và hướng tàu gần như đồng hành với nhau.



Hình 2. Mô phỏng lực cản gió tàu container FN tại T=7,75 m, gió Tây-Nam, cấp VI, hướng tàu 220°

Bảng 1. Đánh giá lực cản gió biển trong tháng 2, năm 2015 tàu Container FN (VOSCO)

Thời gian DD-M-YY	BN	Course Deg.	SPD knots	n _g RPM	T m	R _{AAW} , KN				So sánh			
						PP1	PP2	PP4	PP3	δ(14)	δ(24)	δ(13)	δ(34)
31-Jan-15	NE6	167,0	11,8	173,36	8,10	51,8	44,4	48,3	109,4	7,2%	8,1%	52,7%	126,5%
01-Feb-15	NE6	161,0	10,5	173,32	8,10	56,4	48,3	52,5	107,1	7,4%	8,0%	47,3%	104,0%
02-Feb-15	NE7	233,0	12,8	173,37	8,05	1,4	1,2	1,3	9,5	7,7%	7,7%	85,3%	630,8%
04-Feb-15	NE7	53,0	10,2	173,61	8,00	1,5	1,3	1,4	10,5	7,1%	7,1%	85,7%	650,0%
05-Feb-15	NE7	352,0	8,1	173,71	7,99	33,6	28,8	31,2	74,5	7,7%	7,7%	54,9%	138,8%
06-Feb-15	NE7	341,0	9,4	180,39	7,98	32,1	27,5	29,8	71,2	7,7%	7,7%	54,9%	138,9%
18-Feb-15	NE4	243,0	12,6	173,68	5,55	1,3	1,1	1,1	3,9	18,2%	0,0%	66,7%	254,5%
19-Feb-15	NE4	276,0	11,8	166,85	5,54	3,9	3,3	3,3	10,6	18,2%	0,0%	63,2%	221,2%
22-Feb-15	SE5	161,0	10,3	173,36	8,18	3,7	3,2	3,5	7,6	5,7%	8,6%	51,3%	117,1%
23-Feb-15	SE5	233,0	12,0	173,44	8,17	7,6	6,5	7,1	9,1	7,0%	8,5%	16,5%	28,2%
27-Feb-15	NE5	53,0	10,5	173,44	6,95	0,4	0,4	0,4	3,9	0,0%	0,0%	89,7%	875,0%
28-Feb-15	NE5	341,0	12,9	173,3	6,94	7,3	6,2	6,5	14,9	12,3%	4,6%	51,0%	129,2%

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Sử dụng mô đun phần mềm (Virtual Instrument, VI) hàm hóa các thông số thủy lực theo chiều chìm T, m. Các kết quả này cũng được sử dụng trong tính dự báo lực cản sóng bổ sung, đã được trình bày trong [9]. Ngoài ra, mô đun phần mềm được xây dựng mới, triển khai áp dụng PP4 cho tự động tính các hệ số A (k=0, 1...6), từ đó tính hệ số cản không khí C_x theo mô hình hồi quy đa biến (công thức 10) trên cơ sở: hàm hóa dữ liệu từ bảng theo góc gió (từ 0-180 độ) bằng mô hình đa thức bậc hai, theo phương pháp bình phương nhỏ nhất các sai số. Các mô hình hồi quy đều đạt độ tin cậy cao 99% theo tiêu chuẩn thống kê (Fisher và Schi) giữa số liệu đầu vào và giá trị mô hình thu được. Xây dựng VI dự báo lực cản

gió bổ sung khi CV FN chạy trên bão R_{AAW} (T, BN, V) đồng thời hiển thị các giá trị tính được theo các phương pháp gần đúng được nghiên cứu, 3 biến điều khiển: chiều chìm trung bình T, m; sóng gió BN và vận tốc tàu V, knots.

Trên Hình 2 chỉ ra kết quả tính toán lực từ các PP gần đúng nêu trên. Kết quả tính từ phương pháp thứ nhất (C_x = 0,7) đưa ra có giá trị lớn nhất, gần với kết quả dùng PP thứ 3 (PP Nhật Bản). Đường đặc tính của PP4 (MVRM) nằm giữa các đặc tính của các phương pháp còn lại. Tuy nhiên, sau khi khảo sát các tình huống khai thác khác nhau, kết quả chỉ ra rằng: các kết quả - đặc tính cản gió bổ sung tính từ PP3 và PP4 đều thay đổi và giữa bốn đặc tính trên không khẳng định được đặc tính nào tương đồng nhất với đặc tính nào.

Trong Bảng 1 tập hợp kết quả tính R_{AAW} cho CV FN với số liệu khai thác thực tế tàu trong tháng hai năm 2015. Phân tích kết quả lực cản gió trong các trường hợp tàu chạy bão (BN cấp 4-7) tại Bảng 1 cho thấy ở các môn nước, vận tốc tàu, hướng gió và hướng điều động tàu, kết quả sai khác tính từ các PP1, 2 và 4 nhỏ hơn 19%; giữa PP 1 và 3 thường nhỏ hơn 100%, và giữa PP3 và 4 thường lớn hơn 100%, thậm chí trên 800%.

Chúng ta thấy được tính tương đồng về quy luật biến đổi trong các kết quả tính R_{AAW} cho cả bốn phương pháp: phụ thuộc vào β_{TW} và vận tốc gió tương đối V_{RW} (tương quan vận tốc tàu V , vận tốc gió tuyệt đối và góc gió tuyệt đối β_{TW}) theo công thức (3).

4. Kết luận và kiến nghị

Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng phương pháp giải tích dữ liệu hồi quy để hàm hóa các đặc tính thủy lực và các dữ liệu dạng bảng (đồ thị) bằng các mô hình toán, có kiểm tra độ tin cậy của các mô hình là một phương pháp hữu ích, khả thi cho tự động lập trình tính (mô phỏng) thành phần lực cản gió bổ sung. Phần mềm mô phỏng (VI) được xây dựng trên LabView có khả năng tích hợp trong phần mềm chung tự động tính (dự báo) lực cản vô tàu, chân vịt trong khai thác khác nhau.

Kết quả mô phỏng số theo 4 phương pháp khác nhau, trong đó PP4 là phương pháp tích hợp lý thuyết và thực nghiệm có tính kiểm chứng cho 11 dạng tàu, đã đưa ra bức tranh tương đồng giữa các PP đối với CV FN: Trong các trường hợp được nghiên cứu, PP4 khá phù hợp với PP1 và PP2, có nghĩa là hệ số lực cản không khí có thể chọn trong phạm vi [0,6-0,7]. Trong trường hợp chung, PP4 sẽ là phương pháp chọn lựa tốt theo sự thay đổi của gió và vận tốc tàu tác động tới lực cản gió bổ sung.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, đề tài mã số **DT20-21.108**.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Harvald S V. Resistance and Propulsion of ships. John Wiley & Son Publ. Chapter 4. Ship Resistance. pp.43-90. 1983.
- [2] Larson L, Raven H. *Ship resistance and Flow. Society of Naval Architects & Marine Engineers.* Chapter 7. Other Resistance Components. pp.78-98, 2010.
- [3] Molland A. F., Turnock S. R, and Hudson D. A. *Ship resistance and propulsion - Practical estimation of ship propulsive power.* Second Edition. Cambridge University Press. 623 pages. 2017.
- [4] Rawson K J, Tupper E C. *Basic Ship Theory. Fifth edition. Butterworth.* Vol.2. Chapter 11. Powering of ships: application. pp.427-468, 2001.
- [5] Под ред. Я.И. Войткунского. *Справочник по теории корабля: В трех томах. Том 1. Гидромеханика. Сопротивление движению судов. Судовые движители. Л. Судостроение -768с.* 1985.
- [6] Жинкин В.Б. (2010). *Теория и устройство корабля: учебник 4-ое изд. Исправленное и дополненное-СПб: Судостроение - 408с.*
- [7] Công ty VTB VOSCO. *Hồ sơ tàu Container FN.*
- [8] Công ty VTB VOSCO. *Báo cáo định kỳ hàng ngày (Noon Reports) Container FN, giai đoạn 2014-2020.*
- [9] Đ Đ Lưu, Ph V Ngọc. *Dự báo lực cản bổ sung khi Container Fortune Navigation chạy trên sóng biển bằng các phương pháp gần đúng.* (Đã chấp nhận đăng) Tạp chí Giao thông vận tải, số T4/2021, 2021.

Ngày nhận bài:	01/3/2021
Ngày nhận bản sửa:	11/3/2021
Ngày duyệt đăng:	15/3/2021