

ẢNH HƯỞNG CỦA HÌNH DÁNG THƯỢNG TẦNG ĐẾN ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG VÀ GIẢM LỰC CẢN GIÓ TÁC ĐỘNG LÊN TÀU CHỖ HÀNG SÔNG

Trương Ngọc Kha, Nguyễn Minh Tuấn, Ngô Văn Hệ*
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày một số kết quả nghiên cứu khảo sát đặc tính khí động học của thân tàu chở hàng sông và ảnh hưởng của hình dáng thượng tầng đến đặc tính khí động học thân tàu. Thông qua kết quả khảo sát thu được, các đánh giá và đề xuất hình dáng thượng tầng, cải tiến hình dáng kết cấu thân tàu sẽ được thực hiện nhằm làm giảm lực cản gió tác động lên thân tàu khảo sát. Mẫu thiết kế tiêu biểu cho loại tàu chở hàng khô hiện đang khai thác trên các tuyến sông miền bắc Việt Nam được lựa chọn làm mô hình tính toán khảo sát. Thông qua kết quả tính toán khảo sát, phân tích đặc tính khí động học thân tàu theo phương pháp tính mô phỏng số, một số hình dáng thượng tầng mới được đề xuất nhằm thay thế mẫu thượng tầng tàu hiện tại, nhằm cải thiện đặc tính khí động học và giảm lực cản gió tác động lên tàu. Kết quả nghiên cứu là căn cứ cần thiết giúp ích cho thiết kế tối ưu hình dáng khí động học thân tàu cũng như giảm tiêu hao nhiên liệu và nâng cao hiệu quả kinh tế khai thác tàu.

Keywords: *thượng tầng, thân tàu, đặc tính khí động, lực cản gió, giảm lực cản*

ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong quá trình thiết kế tàu nói chung, vấn đề được các nhà thiết kế tàu quan tâm nhiều nhất là đường hình dáng thân tàu hay tuyến hình tàu. Tuyến hình của tàu là cơ sở để xác định hình dáng thân tàu, các thông số cơ bản của tàu, là căn cứ để thực hiện việc kiểm tra các tính năng hàng hải của tàu. Từ tuyến hình tàu, thông số về lực cản thân tàu cũng được xác định. Với những mẫu thiết kế tàu chở hàng thông dụng truyền thống, tuyến hình tàu chỉ thể hiện được đặc tính thủy động học thân tàu với phần thân tàu dưới mặt nước, lực cản tác động lên tàu được tính toán chủ yếu là lực cản ma sát nhớt gây ra giữa nước và thân tàu, các thành phần lực cản khác được tính toán xác định dựa trên các thông số kinh nghiệm được tra cứu từ tài liệu. Các đặc tính khí động học và lực cản khí động tác động lên thân tàu và đặc biệt là các loại tàu hàng chưa được quan tâm nhiều. Trong thực tế hình dáng khí động học thân tàu có ảnh hưởng nhiều đến các tính năng hàng hải và lực cản tác động lên thân tàu. Trong các điều kiện khai thác tàu với tác động của sóng gió, mức độ tổn thất vận tốc chạy tàu hay mức gia tăng lực cản khí động

và lực cản dư tác động lên tàu có thể lên tới 40% tùy thuộc vào cấp gió.

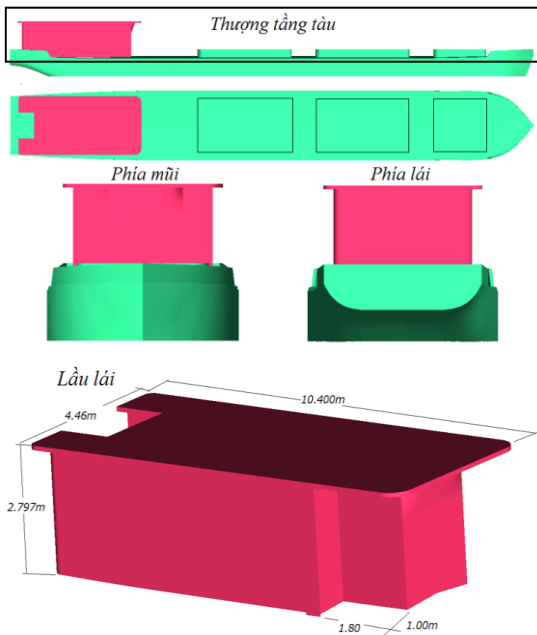
Trong một số nghiên cứu về đặc tính khí động học thân tàu gần đây cho thấy, ảnh hưởng tương tác giữa thượng tầng và thân tàu có thể cải thiện nhằm giảm lực cản khí động tác động lên tàu đến 56% tổng lực cản khí động tác động lên tàu [1]. Thông qua việc tối ưu bố trí trang thiết bị trên boong tàu, có thể giúp cải thiện giảm lực cản gió tác động lên tàu tới 25% lực cản gió [2]. Tư thế khai thác của tàu, bố trí chung và hình dáng thân tàu có ảnh hưởng đến đặc tính khí động học thân tàu, thông qua việc điều chỉnh tư thế tàu cân bằng, thay đổi vị trí và hình dáng thượng tầng tàu có thể giúp cải thiện đáng kể đặc tính khí động và giảm lực cản gió tác động lên tàu [6, 7]. Những nghiên cứu này cho thấy, tối ưu hình dáng khí động học cho tàu là một trong những giải pháp hữu ích giúp giảm lực cản tác động lên tàu, tiết kiệm nhiên liệu, nâng cao hiệu quả kinh tế khai thác tàu.

Trong bài báo này, trên cơ sở tính toán khảo sát đặc tính khí động học thân tàu, với loại tàu chở hàng sông có trọng tải trong khoảng từ 200 – 500 tấn, một số đề xuất cải tiến hình dáng thượng tầng cho tàu được đưa ra nhằm cải thiện đặc tính khí động học và giảm lực cản gió tác động lên tàu.

* Tel: 0379 482746, Email: he.ngovan@hust.edu.vn

TÀU HÀNG SÔNG VỚI THƯỢNG TẦNG NGUYÊN BẢN

Trong nghiên cứu này, loại tàu hàng sông phổ biến hiện đang được sử dụng, khai thác trên các tuyến sông miền bắc Việt Nam được lựa chọn sử dụng trong tính toán khảo sát. Hình 1 thể hiện đường hình dáng thân tàu và thượng tầng nguyên bản của tàu. Thông số cơ bản của tàu được thể hiện trong Bảng 1.



Hình 1. Mô hình tàu hàng sông sử dụng trong nghiên cứu

Bảng 1. Thông số kích thước cơ bản của tàu

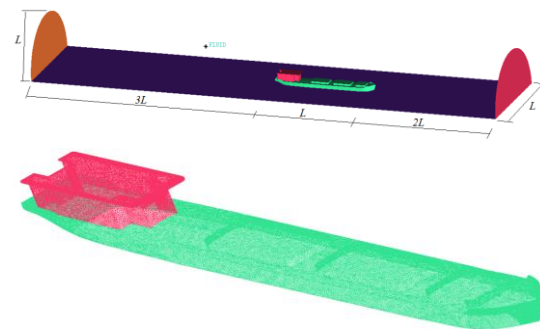
Thông số	Giá trị	Đơn vị
Chiều dài thiết kế, L_{tk}	43,25	m
Chiều rộng thiết kế, B	5,70	m
Chiều cao mạn, H	2,25	m
Mớn nước, d	1,90	m
Diện tích mặt hứng gió theo phương dọc, S_x	21,64	m^2
Diện tích mặt hứng gió theo phương ngang, S_y	110,79	m^2

PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN KHẢO SÁT ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG HỌC

Trong nghiên cứu này, đặc tính khí động học thân tàu được khảo sát thông qua sử dụng công cụ tính toán mô phỏng số thương mại Ansys-Fluent v.14.5. Để thực hiện việc tính toán mô phỏng khảo sát đặc tính khí động học thân tàu thông qua sử dụng công cụ tính toán

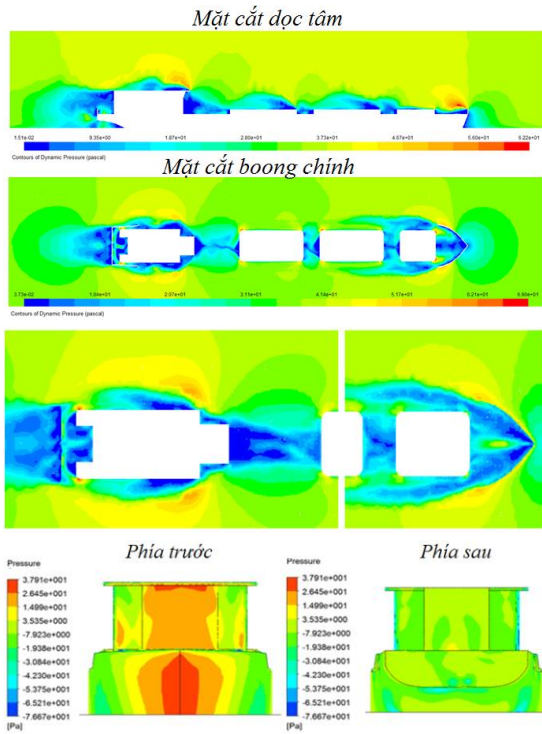
thương mại, cần thiết phải thực hiện các bước tính toán cơ bản như sau: thiết kế mô hình tính toán; xây dựng miền không gian tính toán và chia lưới; đặt điều kiện tính toán và thực hiện tính toán. Trong mỗi bước thực hiện bài toán mô phỏng số CFD (Computational Fluid Dynamic), đều có ảnh hưởng đến kết quả tính toán [3, 5, 8]. Do vậy, quá trình thực hiện bài toán cần phải tuân theo những chỉ dẫn uy tín về tính toán mô phỏng số [9, 11, 12].

Trong nghiên cứu này, miền không gian tính toán được giới hạn bởi chiều dài 5L, chiều rộng L, chiều cao L tương ứng với kích thước 200x40x40m. Chia lưới miền không gian tính toán với kiểu lưới không cấu trúc được 2,263 triệu lưới. Mô hình rối $k-\epsilon$ được sử dụng, vận tốc dòng khí vào được thiết lập cho đầu vào với dải vận tốc tương ứng cấp gió từ cấp 1 đến cấp 5, tương ứng Reynolds từ 6×10^6 đến $2,2 \times 10^7$, nhiệt độ môi trường được lấy là 27°C tương đương với 300°K, đầu ra thiết lập với áp suất ra, bằng áp suất khí quyển 1,025at; khối lượng riêng của không khí lấy $\rho=1,225 \text{ kg/m}^3$, hệ số nhớt không khí là $1,7894 \times 10^{-5} \text{ kg/(ms)}$. Từ đây các mô hình được thực hiện tính toán khảo sát đặc tính khí động thông qua công cụ tính toán mô phỏng CFD. Hình 2 thể hiện miền không gian tính toán và chia lưới cho bài toán.

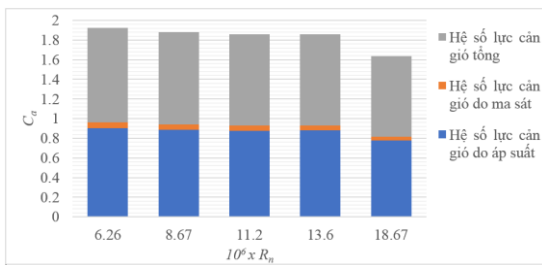


Hình 2. Miền không gian tính toán và chia lưới không cấu trúc thân tàu

Trên cơ sở thực hiện tính toán khảo sát đặc tính khí động học thân tàu hàng sông nguyên bản, Hình 3 và 4 thể hiện một số kết quả phân bố áp suất bao quanh thân tàu khảo sát và lực cản gió tác động lên thân tàu.



Hình 3. Phân bố áp suất bao quanh tàu khảo sát tại $R_n=18,6 \times 10^6$



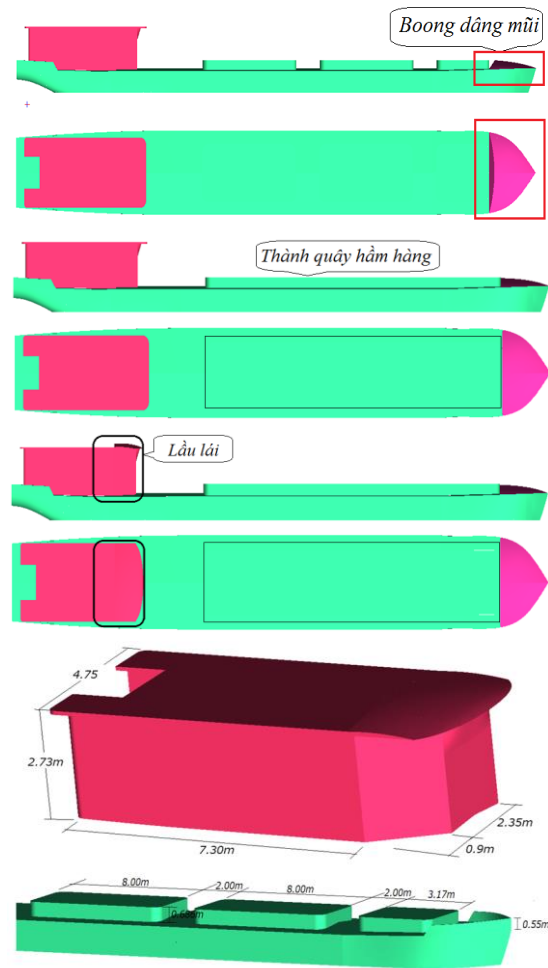
Hình 4. Các thành phần lực cản gió tác động lên thân tàu hàng sông nguyên bản

Từ kết quả phân bố áp suất trên Hình 3 cho thấy, tại các vùng trước lầu lái, boong dăng mũi và phía trước thành quây hầm hàng, áp suất lớn hơn, nhiều động dòng nhiều hơn các vùng khác. Từ kết quả này cho thấy, có thể cải tiến hình dáng thân tàu để thu được kết quả phân bố áp suất dòng bao quanh tàu tốt hơn, ít nhiễu động và giảm diện tích vùng áp suất cao tác động lên thân tàu hơn.

Kết quả tính toán lực cản gió tác động lên thân tàu trên Hình 4 cho thấy, trong dải vận tốc thấp $6,26 \times 10^6 < R_n < 13,6 \times 10^6$ hệ số lực cản gió tổng cộng tác động lên thân tàu ổn định, có giá trị khoảng 0,93. Phần lớn hệ số lực cản gió thuộc về thành phần lực cản do áp suất gây ra.

PHÁT TRIỂN HÌNH DÁNG THƯỢNG TẦNG MỚI CHO TÀU HÀNG SÔNG

Trên cơ sở hình dáng thượng tầng tàu nguyên bản với đặc tính khí động học đã khảo sát, một số thay đổi hình dáng thượng tầng tàu được thực hiện trong phần này. Hình 5 thể hiện hình dáng thượng tầng lầu, boong dăng mũi và thành quây hầm hàng thay đổi trên tàu nguyên bản.

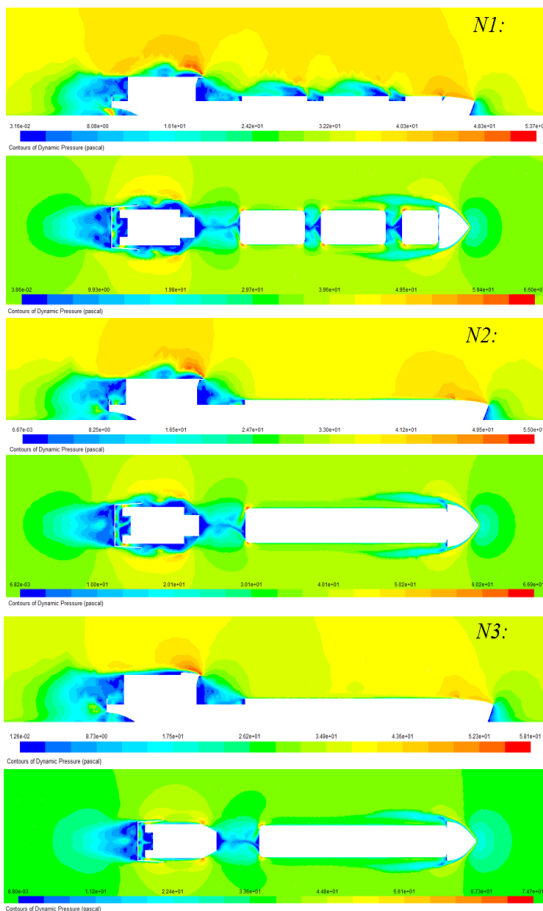


Hình 5. Phát triển hình dáng thượng tầng mới cho tàu hàng sông với thay đổi boong dăng mũi, N1; thay đổi thành quây hầm hàng, N2; thay đổi thượng tầng, N3

Từ các mô hình được phát triển từ mô hình thân tàu nguyên bản. Các mẫu tàu mới được thực hiện tính toán khảo sát đặc tính khí động học tương ứng với các điều kiện như tàu nguyên bản để so sánh các đặc tính khí động học và lực cản gió tác động lên thân tàu.

ẢNH HƯỞNG CỦA HÌNH DÁNG THƯỢNG TẦNG ĐẾN ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG HỌC VÀ LỰC CẢN GIÓ

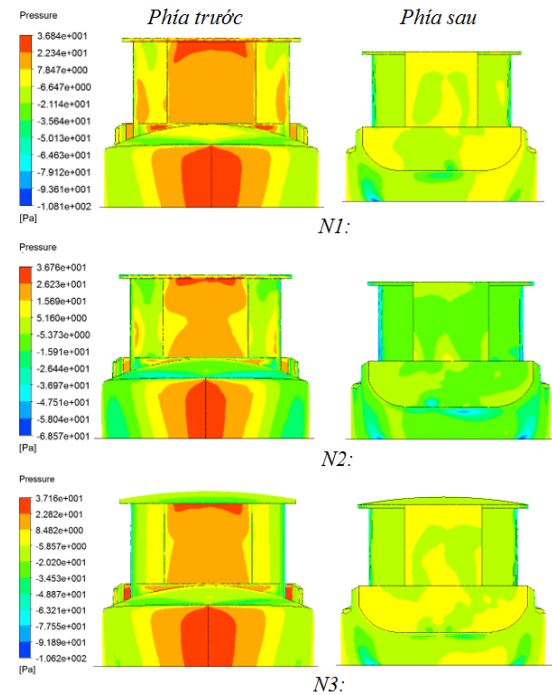
Trên cơ sở thực hiện tính toán khảo sát các mẫu tàu với thay đổi thượng tầng mũi N1, thành quây hầm hàng N2 và thượng tầng lầu lái N3, thu được các kết quả phân bố áp suất, dòng bao quanh thân tàu và lực cản gió tác động lên tàu. Hình 6, 7 thể hiện kết quả khảo sát và so sánh đặc tính khí động học các mẫu tàu tính toán khảo sát.



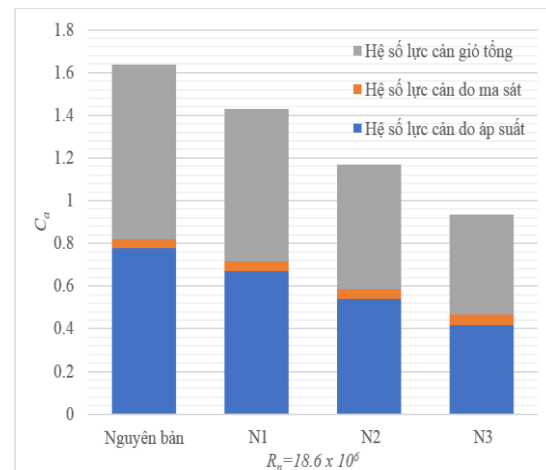
Hình 6. Phân bố áp suất bao quanh thân tàu với thượng tầng mới, thay đổi boong dăng mũi, N1; thay đổi thành quây hầm hàng, N2; thay đổi thượng tầng, N3, $R_n=18,6 \times 10^6$

Từ kết quả phân bố áp suất bao quanh và trên bề mặt thân tàu khảo sát cho thấy rõ sự thay đổi của các vùng phân bố áp suất cao trên bề mặt thân tàu mới, các vùng nhiễu động áp suất bao quanh thân tàu đã thay đổi rõ ràng. Hình 8 thể hiện kết quả tính toán các thành phần hệ số

lực cản gió tác động lên thân tàu khảo sát ở vận tốc tương ứng với $R_n=18,6 \times 10^6$.



Hình 7. Phân bố áp suất trên bề mặt thân tàu khảo sát N1, N2 và N3, $R_n=18,6 \times 10^6$



Hình 8. Hệ số lực cản gió tác động lên thân tàu khảo sát N1, N2 và N3, $R_n=18,6 \times 10^6$

Kết quả thể hiện trên Hình 8 cho thấy rõ sự thay đổi giảm lực cản đáng kể khi thay đổi hình dáng thân tàu, với thay đổi thượng tầng tàu, boong dăng và thành quây miệng hầm hàng của tàu. Với mẫu tàu mới, lực cản khí động có thể giảm được tới từ 13%-43% tương ứng với các mẫu tàu mới khảo sát N1 - N3 so với thân tàu nguyên bản.

KẾT LUẬN

Trong bài báo này, đặc tính khí động học thân tàu hàng sông đặc thù trên tuyến sông miền Bắc Việt Nam được thực hiện khảo sát thông qua sử dụng công cụ phần mềm thương mại tính toán số CFD, Ansys-Fluent V.14.5. Thông qua kết quả tính toán khảo sát các đặc tính khí động học thân tàu nguyên mẫu, một số cải tiến hình dáng thượng tầng tàu được thực hiện.

Kết quả khảo sát thân tàu mới với những thay đổi hình dáng lầu lái (N3), thành quây hầm hàng (N2) và boong dăng mũi (N1) đã cho thấy rõ sự ảnh hưởng của hình dáng thượng tầng tàu đến đặc tính khí động học và mức độ giảm lực cản gió tác động lên thân tàu khảo sát. Từ kết quả tính toán mô phỏng cho thấy, với hình dáng thân tàu mới có thể giảm được tới 13% - 43% tổng lực cản gió tác động lên tàu. Kết quả này cho thấy rõ sự phù hợp giữa kết quả tính toán mô phỏng đặc tính khí động học thân tàu đã thể hiện qua kết quả phân bố áp suất, dòng bao và phân bố áp suất trên bề mặt thân tàu khảo sát.

Kết quả nghiên cứu thể hiện trong bài báo này là cơ sở cần thiết cho các nghiên cứu tối ưu thiết kế hình dáng khí động học thân tàu nói chung và tàu hàng sông nói riêng. Đồng thời là những căn cứ quan trọng cho nghiên cứu giảm lực cản, tiết kiệm nhiên liệu và nâng cao hiệu quả kinh tế khai thác tàu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. N.V. He and Y. Ikeda (2013), "A Study on Interaction Effects between Hull and Acc on Air Resistance of a Ship", *Proc. 16th JASNAOE*, Hiroshima, Japan, pp.281-284.
2. K. Mizutani et al. (2013), "Effects of cargo handling equipment on wind resistance acting on a WCC", *Proc. 16th JASNAOE*, Hiroshima, Japan, pp.421-425.
3. N.V. He, Y. Nihei and Y. Ikeda (2012). A Study on Application of a Commercial CFD Code to Reduce Resistance Acting on a Non Ballast Tanker – Part 2. *The 6th Asia-Pacific Workshop on Marine Hydrodynamic, Johor*, 264-269.
4. T. Tatsumi et al. (2011), "Development of a new energy saving tanker with non ballast water - Part 1", *The JSNAOE*, Fukuoka, (2011) 216-218. (in Japanese)
5. N.V. He, Y. Ikeda (2014), "Added resistance acting on hull of a non ballast water ship", *Journal of Marine Science and Application*, Vol. 13 No1, pp. 11-12.
6. Ngo. V. H, Mizutani. K, Ikeda. Y, (2016). Reducing air resistance acting on a ship by using interaction effects between the hull and accommodation. *Ocean Engineering Journal*, Vol. 111, pp. 414-423. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2015.11.023.
7. N.V. He, (2017), "A study on development of a new concept cargo river ship with reduced resistance in calm water", *Journal of Science and Technology*, Vol. 121, pp.89-94.
8. N.V. Hệ, (2017), "Tính toán công suất máy cần thiết cho tàu cao tốc thông qua sử dụng CFD", *Tạp chí KHCN Đại học Thái Nguyên*, tập 173, số 13, 2017.
9. H.K. Versteeg et al. (2015), "An Introduction to Computational Fluid Dynamics, the Finite Volume Method", *2nd Edition, Pearson Education*.
10. B. Mohammadi, O. Pironneau (1994), "Analysis of the K-epsilon turbulence model", *Wiley & Sons*.
11. ITTC (2011), "The resistance committee", *Final report and recommendations to 26th ITTC*, Vol.1.
12. ANSYS Inc (2015), *User's Guide v.15.0*.

ABSTRACT
EFFECT OF AN ACCOMMODATION SHAPE
ON AERODYNAMIC PERFORMANCE AND REDUCED
AIR RESISTANCE ACTING ON A CARGO RIVER SHIP

Truong Ngoc Kha, Nguyen Minh Tuan, Ngo Van He*
Hanoi University of Science and Technology

In this paper, the authors present some results of studies on aerodynamics performances and the effects of an accommodation shape on the aerodynamic performance of a cargo river ship. From results of analysis aerodynamic performances of the ship, several comments and proposed new hull form for the ship to reduce wind resistance is done. A popular kind of the cargo river ship which is almost used at currently river transportation on the northern Vietnam river is selected as a reference model. From the results of analysis computed results on aerodynamic performance of the original ship, several new hull form with improving accommodation shape are proposed for the ship to improve aerodynamic performance and reduced air resistance acting on the original ship. The results of this research are needed to help optimize the aerodynamic hull shape as well as reduce air resistance acting on hull, reduced fuel consumption and improve economic efficiency of the ship operation.

Keywords: *accomodation, hull, aerodynamic performance, air resistance, reduced air resistance*

Ngày nhận bài: 21/11/2018; Ngày hoàn thiện: 29/11/2018; Ngày duyệt đăng: 30/11/2018

* Tel: 0379 482746, Email: he.ngovan@hust.edu.vn