



NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÌNH DÁNG THƯỢNG TẦNG ĐẾN ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG HỌC TÀU CHỜ HÀNG

Ngô Văn Hệ^{1*}, Lương Ngọc Lợi¹

Tóm tắt: Bài báo trình bày về ảnh hưởng của hình dáng hình học thượng tầng đến đặc tính khí động học phần thân tàu phía trên mặt nước, thông qua tính mô phỏng số CFD, nhằm giảm ảnh hưởng của hình dáng thượng tầng đến đặc tính khí động học và giảm lực cản khí động tác động lên thân tàu. Trên cơ sở tính mô phỏng đặc tính khí động học một số hình dáng thân tàu với hình dáng thượng tầng trên boong tàu khác nhau nghiên cứu đưa ra kết quả phân tích ảnh hưởng hình dáng thượng tầng đến đặc tính khí động học. Từ kết quả phân tích, so sánh sẽ đưa ra một số hình dáng thượng tầng khí động mới với ảnh hưởng của hình dáng đến đặc tính khí động học thân tàu nhỏ nhất. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu đã thực hiện, tác giả đưa ra một số nhận xét về ảnh hưởng hình dáng thượng tầng đến đặc tính khí động học thân tàu cũng như giảm lực cản khí động tác động lên thân tàu chờ hàng nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế khai thác tàu.

Từ khóa: Thượng tầng tàu; đặc tính khí động học; CFD, giảm lực cản khí động; hiệu quả kinh tế.

A study on effects of accommodation shape on aero dynamic performances of a ship

Abstract: In this paper, authors propose a study on effects of accommodation shape on aero dynamic performances of above water surface hull of a ship by using a commercial Computation Fluid Dynamic (CFD). The target of the paper is reduced effects of accommodation shape on aero dynamic performances and especially is reduced air resistance acting on the ship. By using CFD, several models with a different accommodation shape on its deck are computed. From the results of comparison among models, the effects of accommodation shapes on aero dynamics performances are shown. Following as the CFD results a new accommodation shape with small air resistance hull form is propose. The conclusions are that how effects of accommodation shape on aero dynamic performances of the ship as well as reduced air resistance acting on the ship. From the research, the authors propose some comments on effects of accommodation shape on aero dynamic performances to reduce air resistance acting on the ship. A study on reduced resistance is as well as a study to improving economy efficiency in marine transportation.

Keywords: Accommodation; aero dynamics performance; CFD; reduced air resistance; economic efficiency.

Nhận ngày 10/5/2017; sửa xong 16/6/2017; chấp nhận đăng 23/6/2017
Received: May 10, 2017; revised: June 16, 2017; accepted: June 23, 2017



1. Giới thiệu chung

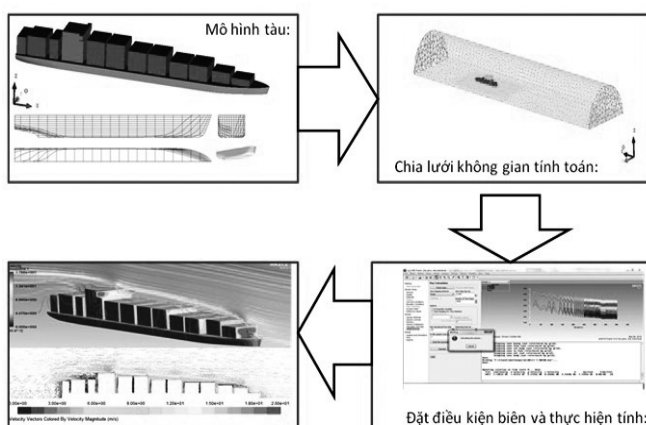
Nghiên cứu đặc tính khí động học tàu thủy đóng vai trò quan trọng trong giải quyết vấn đề cải thiện hình dáng, tối ưu hình dáng khí động học cho tàu, giảm lực cản khí động tác động lên thân tàu nhằm tiết kiệm nhiên liệu, nâng cao hiệu quả kinh tế khai thác tàu. Vấn đề nghiên cứu cải thiện đặc tính khí động học tàu thủy đã và đang được nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới thực hiện. Một số kết quả nghiên cứu tiêu biểu mới đây về vấn đề này có thể thấy qua một số công bố của nhóm tác giả Matumoto K. cùng cộng sự [1], Nihei Y. cùng cộng sự [2], Sugata K. cùng cộng sự [3], Mizutani K. cùng cộng sự [4,5]. Các kết quả nghiên cứu đã công bố cho thấy thông qua nghiên cứu cải thiện hình dáng khí động học thân tàu, thượng tầng tàu và thay đổi bố trí chung cho tàu có thể mang lại hiệu quả về giảm lực cản khí động cho tàu chờ ở tô đạt tới 15% - 22% lực cản tổng cộng tùy theo vận tốc khai thác tàu [1], hiệu quả giảm lực cản khí động đối với tàu không nước dẫn với thượng tầng khí động được phát triển có thể giúp tiết kiệm được tới 44% lực cản tổng cộng ở trạng thái khai thác tàu không dẫn và tiết kiệm được tới 33% lực cản tổng khi tàu ở trạng thái khai thác toàn tải [2-4]. Một số kết quả nghiên cứu khác cho thấy hiệu quả của việc sắp xếp tối ưu trang thiết bị hay hàng hóa trên tàu có thể mang lại hiệu quả giảm lực cản đạt tới 15% lực cản tổng cộng tùy theo loại tàu khác nhau [5-7]. Kết quả nghiên cứu của nhóm nghiên cứu Ngô V.H. cùng cộng sự [8-11] cho thấy rằng

¹TS, Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

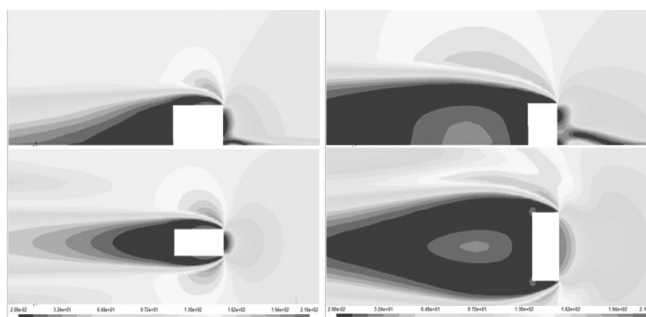
*Tác giả chính. E-mail: he.ngovan@hust.edu.vn.

thông qua việc giảm hiệu ứng ảnh hưởng tương tác giữa thượng tầng tàu và thân tàu có thể mang lại hiệu quả trong việc giảm lực cản khí động tác động lên thân tàu. Thông qua các kết quả tính toán số CFD có thể giúp làm rõ được nguồn gốc làm gia tăng lực cản tác động lên tàu và hiệu ứng ảnh hưởng đến việc làm giảm lực cản khí động tác động lên thân tàu, đây là cơ sở để đưa ra những cải tiến hay thiết kế mới hình dáng khí động học cho thân tàu mới.

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày một nghiên cứu về vấn đề ảnh hưởng của hình dáng thượng tầng tàu đến đặc tính khí động lực học thân tàu chở hàng, thông qua sử dụng công cụ tính toán số CFD. Trên cơ sở khảo sát, so sánh đánh giá đặc tính khí động lực học một số hình dáng hình hộp cơ bản tương ứng với thân chính thượng tầng tàu, chúng tôi đưa ra căn cứ nhằm tiến tới tối ưu hóa hình dáng khí động cho thượng tầng tàu hàng khảo sát. Từ đây thực hiện nghiên cứu cải thiện đặc tính khí động học cho thân tàu với thượng tầng trên boong. Hình 1 thể hiện sơ đồ các bước thực hiện trong quá trình sử dụng công cụ tính mô phỏng số CFD trong nghiên cứu này.



Hình 1. Sơ đồ tính mô phỏng số CFD các đặc tính khí động lực học thân tàu



Hình 2. Phân bố áp suất bao quanh biên dạng hình hộp



2. Đặc tính khí động học thượng tầng tàu

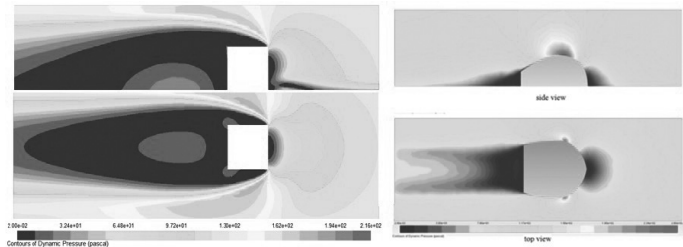
Như các nhà nghiên cứu đã thực hiện và công bố kết quả cho thấy, hình dáng khí động tốt nhất sẽ làm giảm lực cản khí động nhiều nhất và có thể tạo được lực nâng theo ý đồ sử dụng. Đối với thân tàu, các nhà thiết kế cũng nhằm hướng tới hình dáng khí động nhằm giảm tối đa lực cản khí động tác động lên tàu để nâng cao hiệu quả khai thác sử dụng tàu. Hình 2 thể hiện hình ảnh phân bố áp suất bao quanh biên dạng hình hộp có cùng thể tích với bề mặt diện tích hứng gió thay đổi khác nhau.

Từ kết quả phân bố áp suất thể hiện trên Hình 2 cho thấy rõ sự ảnh hưởng đến phân bố áp suất bao quanh vật thể bởi yếu tố hình dáng, diện tích mặt hứng gió. Trên cơ sở thay đổi kích thước giữa các chiều khác nhau của khối hộp cho thấy, lực cản khí động tác động lên khối hộp thay đổi đáng kể, tuy nhiên hệ số lực cản tác động lên các khối hộp này vẫn dao động quanh giá trị xấp xỉ 1.0. Bảng 1 thể hiện thông số thay đổi tỷ lệ kích thước khối hộp và lực cản khí động tác động lên khối hộp tương ứng ở cùng điều kiện khảo sát do nhóm tác giả đã thực hiện [5, 8].

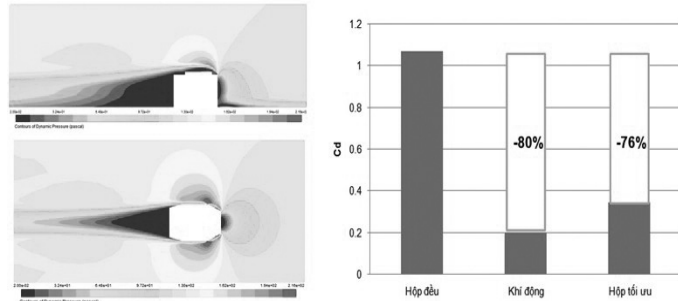
Bảng 1. Kết quả tính toán lực cản khí động tác động lên vật thể

b/l	h/l	Diện tích mặt hứng gió, S_{FPA} , m^2	Lực cản khí động Rair, (N)	Hệ số lực cản, Cd	Sai khác so với dạng hình hộp đều, %
1.00	1.00	0.0977	2.178	1.07	0
0.44	0.67	0.0105	1.210	0.90	-44
2.20	1.49	0.0234	3.365	1.12	+54
1.08	0.88	0.0160	2.115	1.05	-3
0.44	0.57	0.0100	1.128	0.88	-47
2.27	1.28	0.0230	3.167	1.09	+45
0.64	0.72	0.0110	1.468	1.01	-33

Hình 3 thể hiện hình ảnh kết quả mô phỏng phân bố áp suất bao quanh biên dạng khí động khảo sát ở cùng điều kiện với biên dạng hộp đều do nhóm tác giả đã thực hiện khảo sát. Hình ảnh này cho thấy rõ phân bố áp suất bao quanh vật thể khảo sát đã cải thiện đáng kể trên biên dạng khí động. Tuy nhiên trong công nghiệp chế tạo, đối với các biên dạng khí động việc thực hiện công nghệ chế tạo sẽ rất tốn kém về kinh tế và thời gian. Chính vì vậy hướng tới thiết kế biên dạng vừa khí động đồng thời dễ chế tạo và giảm giá thành là vấn đề cần thiết cho các nhà thiết kế. Trên cơ sở tối ưu vật thể hình hộp tác giả đã đưa ra biên dạng mới có thể áp dụng cho thượng tầng tàu dạng hộp khí động giảm lực cản. Hình 4 thể hiện phân bố áp suất bao quanh biên dạng hộp tối ưu và lực cản khí động tác động lên biên dạng khí động được so sánh với biên dạng hộp đều [5].



Hình 3. Phân bố áp suất bao quanh vật thể khảo sát

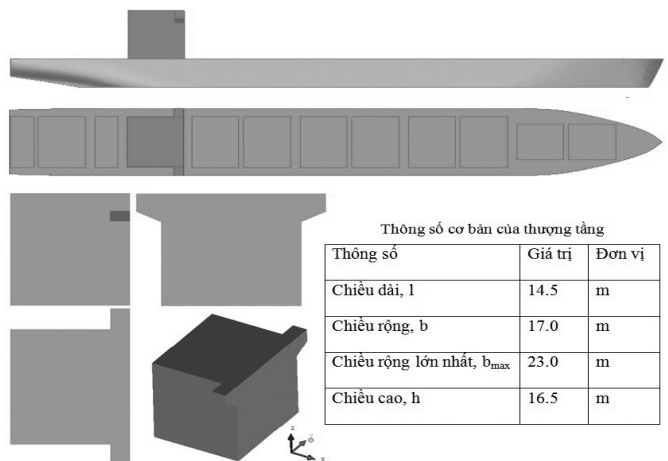


Hình 4. Phân bố áp suất và lực cản khí động tác động lên vật thể khảo sát

3. Ảnh hưởng của hình dáng thượng tầng đến đặc tính khí động học thân tàu

Trong phần này ảnh hưởng của hình dáng thượng tầng đến đặc tính khí động học thân tàu được khảo sát trên cơ sở so sánh kết quả tính mô phỏng số đặc tính khí động học của một số thân tàu có hình dáng thượng tầng khác nhau. Hình 5 thể hiện mô hình tàu với thượng tầng tàu nguyên bản sử dụng trong nghiên cứu. Thông số kích thước cơ bản của tàu được thể hiện chi tiết trong Bảng 2.

Để khảo sát ảnh hưởng của hình dáng thượng tầng đến đặc tính khí động học, nhóm tác giả đưa ra khảo sát và so sánh đặc tính khí động học của một số thân tàu với hình dáng thượng tầng dạng hộp khí động đã được tối ưu, so với đặc tính khí động học của thân tàu với hình



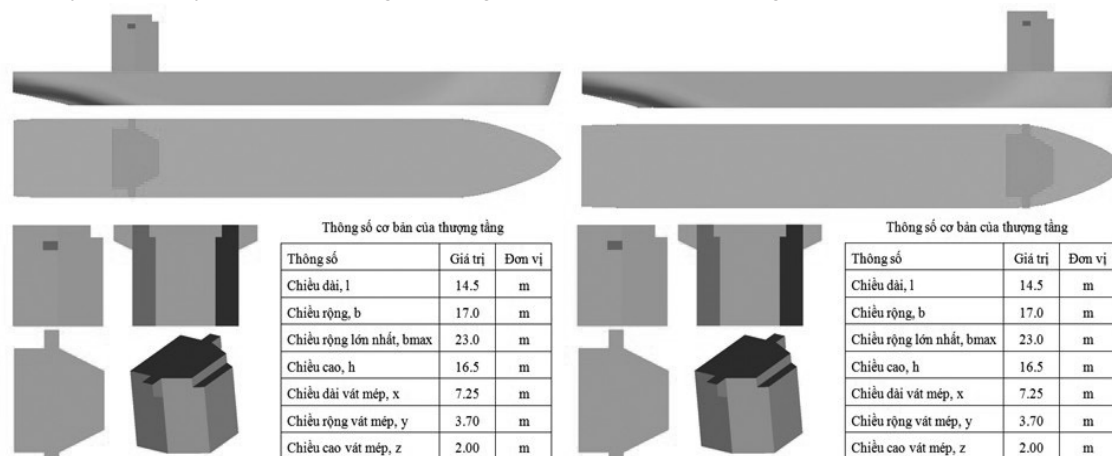
Hình 5. Mô hình thân tàu và thượng tầng dạng hộp nguyên bản sử dụng trong nghiên cứu, N1

Bảng 2. Thông số kích thước cơ bản của tàu chở hàng sử dụng trong nghiên cứu

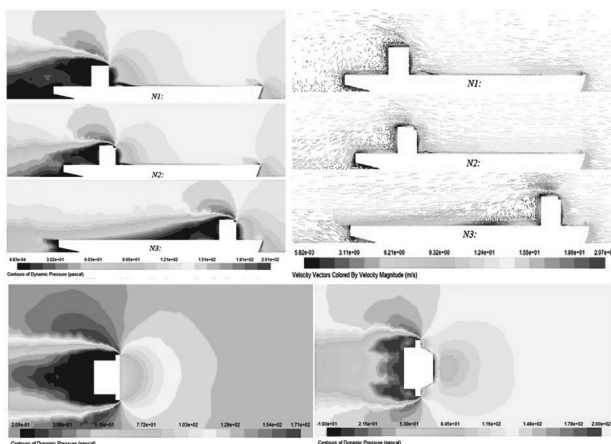
Tên	Ký hiệu	Trị số	Đơn vị
Chiều dài tàu lớn nhất	L_{max}	170	m
Chiều dài hai trụ	L_{pp}	156	m
Chiều rộng tàu	B	23	m
Chiều cao tàu	H	13.5	m
Chiều chìm toàn tải	T	8.5	m
Lượng chiếm nước	D	26277	tấn
Hệ số béo thể tích	C_b	0.73	
Hệ số béo mặt cắt ngang	C_M	0.84	
Hệ số béo đường nước	C_W	0.92	

dáng thượng tầng nguyên mẫu ban đầu. Từ các kết quả tính toán khảo sát và so sánh đặc tính khí động học các mẫu tàu sẽ giúp làm rõ ảnh hưởng của hình dáng thượng tầng đến đặc tính khí động học thân tàu. Hình 6 thể hiện mô hình thân tàu chở hàng với thượng tầng dạng hộp tối ưu bố trí tại đuôi tàu và mũi tàu sử dụng trong nghiên cứu.

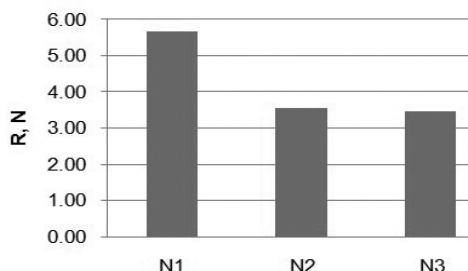
Trên cơ sở tính toán mô phỏng số các đặc tính khí động học của các mô hình khảo sát, các kết quả thu được so sánh với nhau thể hiện trong các kết quả phân bố áp suất và vận tốc dòng bao quanh thân tàu trên các Hình 7. Kết quả phân bố áp suất và vận tốc dòng bao quanh thân tàu cho thấy rõ ảnh hưởng của hình dáng thượng tầng và vị trí bố trí thượng tầng đến đặc tính khí động học thân tàu đã khảo sát. Từ kết quả này có thể thấy, lực cản khí động tác động lên thân tàu sẽ ảnh hưởng theo.



Hình 6. Mô hình thân tàu và thượng tầng dạng hộp khí động bố trí tại đuôi và tại mũi tàu N2, N3



Hình 7. Phân bố áp suất và vận tốc dòng bao quanh thân tàu khảo sát N1, N2, N3



Hình 8. So sánh lực cản khí động tác động lên thân tàu khảo sát

Hình 8 thể hiện kết quả tính toán so sánh lực cản khí động tác động lên thân tàu khảo sát. Kết quả cho thấy rõ sự ảnh hưởng của hình dáng thượng tầng và vị trí thượng tầng đến lực cản khí động tác động lên thân tàu khảo sát. Kết quả này phù hợp với các kết quả phân bố áp suất và vận tốc dòng bao quanh thân tàu khảo sát trên Hình 7.



4. Kết luận

Thông qua khảo sát đặc tính khí động học thân tàu với thượng tầng khác nhau, bài báo đã đưa ra được một số kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hình dáng thượng tầng tàu đến đặc tính khí động học thân tàu. Trên cơ sở sử dụng phương pháp tính toán mô phỏng số CFD, đặc tính khí động học thân tàu được phân tích làm rõ. Các kết quả tính toán mô phỏng số như phân bố áp suất, vận tốc dòng bao quanh thân tàu thu được là cơ sở lý thuyết quan trọng để hiểu rõ được ảnh hưởng của hình dáng hình học đến các yếu tố đặc tính khí động học thân tàu.



Kết quả nghiên cứu này có thể là cơ sở hữu ích cho các nhà nghiên cứu, tính toán thiết kế hình dáng khí động học thân tàu trong quá trình thực hiện khảo sát nghiên cứu và thiết kế kiến trúc cho thân tàu, thượng tầng tàu cũng như các công trình khác với mục đích tối ưu hình dáng khí động học.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa Hà Nội trong đề tài mã số T2016-PC024.

Tài liệu tham khảo

1. Matumoto K., Tanaka Y., Hirota K., Usami S., Takagishi K. (2003), "Reduction of wind force acting on ships", *Journal of the Kansai Society of Naval Architects*, 240:115-121.
2. Nihei Y., Mizobe T., Oura T., Ikeda Y. (2008), "A feasibility study of a new trimaran PCC in medium speed", *Proc. 4th Asia Pacific Workshop on Marine Hydrodynamic - APHydro2008*, Taipei, Taiwan, 16-18:17-23.
3. Fujiwara T., Tsukada Y., Kitamura F., Sawada H., Ohmatsu S. (2009), "Experimental investigation and estimation on wind force for a container ship", *Proc. 19th the International Offshore and Polar Engineering Conference*, Osaka, Japan, 21-26:555-562.
4. Sugata K., Iwamoto Y., Ikeda Y., Nihei Y. (2010), "Reduction of wind force acting on Non Ballast Ship", *Proc. 5th Asia Pacific Workshop on Marine Hydrodynamics - APHydro2010*, Osaka, Japan, 1-4.
5. Ngo V.H., Ikeda Y. (2013), "A Study on Interaction Effects between Hull and Accommodation on Air Resistance of a Ship", *Proceeding of the JASNAOE*, Hiroshima, Japan, 16:278-281.
6. Mizutani K., Arai D., Ngo V.H., Ikeda Y. (2013), "A Study on Reduction of the Wind Resistance Acting on a Wood Chip Carrier", *Proceeding of the JASNAOE*, Hiroshima, Japan, 16:282-285.
7. Mizutani K., Akiyama Y., Ngo V.H., Ikeda Y. (2014), "Effects of cargo handling equipment on wind resistance acting on a wood chip carrier", *Proceeding of the JASNAOE*, Hiroshima, Japan, 18:421-424.
8. Ngo V.H., Mizutani K., Ikeda Y. (2014), "Reducing air resistance acting on a ship by using interaction effects between the hull and accommodation", *Proceeding of the 7th AUN/SEED-Net RCMME 2014*, Hanoi, Vietnam, 497-501.
9. Ngo V.H., Phan A.T., Luong N.L., Ikeda Y. (2015), "A Study on interaction Effects on air resistance acting on a ship by shape and location of the accommodation", *Journal of Science and Technology*, Vietnam, 27:109-112.
10. Ngô V.H., Lương N.L., Lê Q. (2015), "Nghiên cứu giảm lực cản tác động lên thân tàu chở container trong quá trình vận tải", *Tạp chí Giao thông vận tải*, 217-219.
11. ITTC (2011), *Practical Guideline for Ship CFD Application*, No. 7.5-03-01-03.