

TÍNH TOÁN VÀ PHÂN TÍCH SỨC CẢN TÀU HAI THÂN BẰNG CHƯƠNG TRÌNH XFLOW

ESTIMATION AND ANALYSIS OF CATAMARAN RESISTANCE BY XFLOW CFD SOFTWARE

¹Lê Văn Toàn, ²Đoàn Trung Việt, ³Bùi Lương Khoa

^{1,2}Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

³Công ty TNHH MTV Đóng tàu Sơn Hải, Thành phố Hồ Chí Minh

Tóm tắt: Tàu khách hai thân hiện nay đang phát triển mạnh, đặc biệt các tàu hai thân hoạt động trong vùng thủy nội địa nước ta nhờ ưu điểm tỉ lệ L/B nhỏ nên dễ điều động trong luồng sông rạch, cũng như môn nước d nhỏ phù hợp các vùng nước nông. Cùng với sự phát triển đó, kéo theo sức cản tàu hai thân mang tính thời sự bởi việc ước tính chính xác sức cản tàu sẽ giúp lựa chọn công suất máy đẩy cần thiết dẫn đến tiết kiệm đáng kể chi phí. Ngày nay, người ta sử dụng phổ biến các phương pháp tính toán động lực học chất lỏng (CFD) để ước tính sức cản. Các phương pháp CFD thường dựa trên các phương trình Navier - Stokes và độ chính xác của lời giải ngoài phụ thuộc miền tính toán, điều kiện vật lý tại biên còn phụ thuộc cấu trúc lưới chia (số cấp độ lưới, biên vị cấp độ lưới, kích thước lưới,...). Do đó, nếu công việc chia lưới không hợp lý sẽ dẫn tới kết quả tính thiếu chính xác, hơn thế có thể lời giải không hội tụ. Gần đây, phương pháp CFD dựa trên hệ thống hạt, Lattice Boltzmann Methods (LBM), đã được công nhận là phương pháp thay thế để vượt qua nhược điểm của quy trình chia lưới. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả dùng chương trình XFlow được xây dựng trên cơ sở lý thuyết tương tác các hạt lỏng theo LBM để mô phỏng chuyển động tàu catamaran buýt sông vận hành trong nước tĩnh với 2 bậc tự do (2DOF) và từ đó ước tính sức cản của tàu.

Từ khóa: CFD, sức cản tàu thủy, phương pháp Lattice Boltzmann, sức cản tàu hai thân.

Mã phân loại: 10.1

Abstract: ships operating in rivers because they have a small L/B ratio, so they are easy to maneuver in rivers and small d draft suitable for shallow water. Along with that development, bringing in bifurcation resistance is topical because accurate estimation of the ship resistance will help to choose the correct propulsion capacity that leads to significant cost savings. Popularly today, methods of calculating fluid dynamics (CFD) are used to estimate resistance. The CFD methods are usually based on the Navier - Stokes equations and the accuracy of the solution depends on the computational domain, the physical conditions at the boundary also depend on the mesh structure (number of grid levels, a boundary position of the grid level, grid size, etc.). Therefore, if the meshing work is not reasonable, it will lead to inaccurate calculation results, worse, the solution may not converge. Recently, the CFD method based on liquid particles system, Lattice Boltzmann Methods (LBM), has been recognized as an alternative to overcome the disadvantages of the meshing process. In this study, we use the XFlow program built based on the theory of liquid particle interaction according to LBM to simulate the motion of the river bus catamaran moving in static water with two degrees of freedom (2DOF) and from that which estimates the resistance of the vessel.

Keywords: CFD, Ship resistance, Lattice Boltzmann methods, catamaran resistance.

Classification code: 10.1

1. Giới thiệu

Một ước tính chính xác về sức cản thân tàu có thể chỉ ra công suất đẩy cần thiết chính xác dẫn đến mức tiêu thụ nhiên liệu tối ưu và giảm chi phí vận hành. Nếu sức cản thân tàu được ước tính quá mức, sẽ dẫn đến thừa công suất đẩy không cần thiết và làm tăng mức tiêu thụ nhiên liệu. Mặt khác, việc đánh giá thấp sức cản của thân tàu có thể khiến tốc độ của tàu thấp hơn tốc độ thiết kế và dễ dẫn đến xung đột lịch trình cho tàu chở hàng cũng như chở

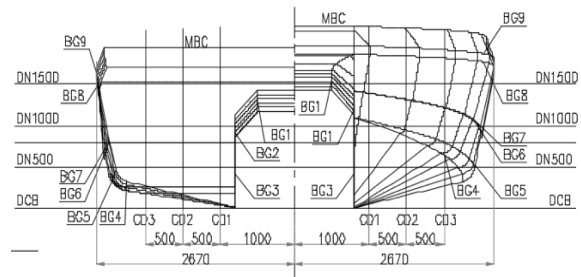
khách. Do đó, việc xác định chính xác sức cản thân tàu là rất quan trọng đối với thiết kế tàu. Trong quá trình thiết kế tàu, việc tính toán sức cản tàu có thể thực hiện bằng một số phương pháp khác nhau. Thử nghiệm kéo tàu mô hình trong bể thử là một cách tiếp cận hiệu quả để dự đoán sức cản, tuy nhiên, phương pháp này đòi hỏi nhiều chi phí tiền bạc, thời gian và phụ thuộc vào sự sẵn có của các cơ sở thử nghiệm. Ngoài ra, trong quá trình thiết kế tàu, hình học thân tàu được thay đổi liên tục. Do đó, thử

nghiệm kéo tàu trong bể thử không phù hợp. Vì vậy, cách tiếp cận này thường được sử dụng khi hình học thân tàu được hoàn thiện.

Tính toán động lực học chất lỏng (CFD) là một cách tiếp cận thực tế để ước tính sức cản của thân tàu trong quá trình thiết kế. CFD xử lý tốt với các thay đổi hình học. Nó không yêu cầu một mô hình tàu thực sự để phân tích. Thay vào đó, mô hình đồ họa được sử dụng và điều này mang lại tính linh hoạt của các thay đổi kích thước. Hơn nữa, chi phí của CFD ít tốn kém hơn so với thử nghiệm kéo tàu trong bể thử. Có thể thấy rằng, để tìm ra phương án tàu tối ưu, các hình học thân tàu khác nhau phải được xem xét và mỗi hình học cần phải phân tích. Do đó, khả năng sử dụng nhiều lần với chi phí nhỏ hơn kéo thử trong quá trình thiết kế. Những đặc điểm này làm cho cách tiếp cận CFD trở thành một công cụ mạnh trong việc ước tính sức cản thân tàu.

Độ chính xác của CFD phụ thuộc vào các phương trình chủ đạo và các phương pháp số. Các phương pháp số trong CFD thông thường bao gồm phương pháp phần tử hữu hạn hoặc thể tích hữu hạn áp dụng cho các phương trình Navier-Stokes được điều chỉnh bởi sự bảo toàn chung về khối lượng, động lượng và năng lượng. Mặc dù trong những năm gần đây một số phương pháp CFD đã được phát triển mạnh, nhưng vẫn đang tồn tại những nhược điểm như: Dễ bị lỗi khi chia lưới theo cấu trúc động, quá trình lập không hội tụ về kết quả mong muốn, yêu cầu về thời gian tính toán cao và khó khăn trong việc phân tích hình học phức tạp. Trong vài thập kỷ trở lại đây, các phương pháp CFD dựa trên hạt đã được phát triển rộng rãi và giờ chúng trở nên phổ biến trong phân tích các bài toán kỹ thuật. Các phương pháp CFD dựa trên hạt thường sử dụng phương pháp Lattice Boltzmann (LBM). LBM có thể hiểu đơn giản là mối liên hệ động học của các hạt lưu chất vì mô thực được diễn giải thông qua mô hình hóa động học đơn giản. Điều này mang lại các đặc điểm nổi bật cho các phương pháp dựa trên LBM. Điều quan trọng, các phương thức này không yêu cầu quá trình chuẩn bị lưới mà lưới phát sinh theo mạng hệ thống của LBM. Kết quả là, các phương pháp này có thể khắc phục nhược điểm của các phương pháp CFD thông thường

do lưới gây ra. Trong nghiên cứu này, nhóm sử dụng công cụ XFlow CFD tính toán mô phỏng mẫu tàu khách hai thân buýt sông. XFlow được chọn bởi chương trình dựa trên hệ thống hạt Lattice-Boltzmann tính toán cho các ứng dụng động lực học lưu chất (CFD) như một phần của danh mục mô phỏng chất lỏng của SIMULIA; còn mẫu tàu buýt sông được chọn làm mẫu tàu nghiên cứu vì đây là một trong những mẫu tàu khách hai thân đang được khai thác tại các tuyến sông Sài Gòn với công dụng chở khách như một phương tiện vận tải công cộng đường thủy nhằm giảm áp lực cho vận tải công cộng đường bộ cũng như giảm thiểu ùn tắc giao thông Thành phố Hồ Chí Minh. Dù vậy, tàu buýt sông hiện đang gặp vấn đề tạo sóng lớn khi chạy, gây xói lở bờ bao nên cần thiết có tính nghiên cứu để tìm nguyên nhân. Mô hình tàu trong nghiên cứu này có hình dáng mặt cắt ngang và thông số được cho như hình 1 và bảng 1.



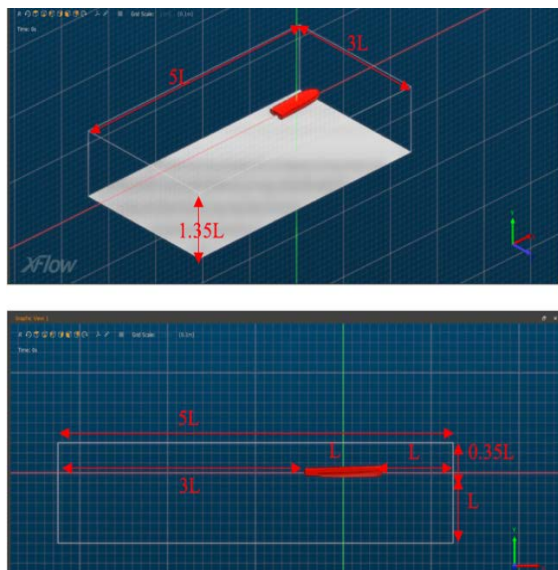
Hình 1. Mặt cắt ngang tàu buýt sông.

Bảng 1. Thông số tàu buýt sông.

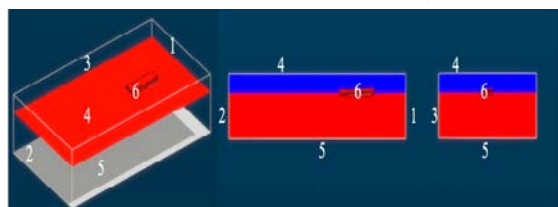
Thông số	Đơn vị	Giá trị
Chiều dài toàn bộ, L_{OA}	m	18.00
Chiều dài buồng góc, L_{PP}	m	17.40
Chiều rộng lớn nhất, B_{max}	M	5.50
Chiều rộng tàu, B	m	5.16
Chiều cao mạn, D	m	1.96
Mớn nước, d	m	0.80
Lượng chiếm nước, Weight	TT	30.91

2. Mô hình hoá bài toán

Bài toán được mô hình hoá bằng cách đặt tàu trong miền không gian giả lập, mô hình tàu được phép chuyển động lên xuống theo chiều thẳng đứng (heave) và quay quanh trục nằm ngang (pitch), bốn ràng buộc về bậc tự do, còn lại nhận giá trị “fixed”; nước chuyển động đến tàu theo chiều từ mũi về lái với vận tốc tính toán đầu vào U . Kích thước tàu mô hình lấy bằng tỉ lệ 1:20.



Hình 2. Kích thước miền tính và vị trí tàu.



Hình 3. Vị trí xác lập điều kiện biên.

Các ràng buộc vật lý biên lấy theo điều kiện tường (wall) tại bề mặt vỏ tàu, trường xa vô cùng (symmetry) tại đáy và hai cạnh bên nhằm khử các nhiễu phản hồi. Dòng lưu chất mô tả theo quan điểm Euler với mặt thoáng sử dụng kỹ thuật “capture”, chất lưu trong miền tính toán rời rạc theo phương pháp VOF với hệ số điền đầy yếu tố thể tích của nước nhận giá trị 1, không khí nhận giá trị 0, các giá trị trung gian được xử lý bởi hàm liên kết đa pha.

Bảng 2. Điều kiện vật lý tại các biên.

1	Mặt dòng vào	Velocity inlet
2	Mặt dòng ra	Outflow (zero traction)
3	Mặt bên	Wall
4	Mặt đỉnh	Wall
5	Mặt đáy	Wall
6	Thân tàu	Wall (No slip)
7	Gia tốc trọng trường	9.81 m/s ²
8	Mô hình rối	WALE
9	Số bậc tự do của thân tàu	02 (Heaving, Pitching)

Trường nước được xem là chất lỏng thực không nén được; phương trình trạng thái bỏ

sung lấy theo mô hình LES nhằm không bỏ qua các xoáy nhỏ [1]. Trong tính toán XFlow, có ba vùng cần xác định kích thước lưới cơ sở: Kích thước lưới trường xa vô cùng (far field resolved scale), kích thước lưới trường gần đối tượng tính toán (target resolved scale) và kích thước lưới trường vết thủy động học theo sau tàu (wake resolution). Kích thước lưới trường xa vô cùng là độ phân giải không gian của chất lỏng cách xa với mô hình tính, tại đó trường lưu chất không chịu tác động bởi mô hình tính, chỉ đóng vai trò trường thế. Kích thước lưới vùng ảnh hưởng trực tiếp đến thời gian tính toán. Do đó, kích thước lưới trường xa vô cùng trong nghiên cứu này chọn cố định là 0,1 m để hạn chế tổn thời gian tính toán. Các kích thước lưới cơ sở tại vùng khác có thể thay đổi trong nghiên cứu này gồm: Kích thước lưới trường gần đối tượng tính toán, kích thước lưới trường vết thủy động học theo sau tàu. Trong chương trình XFlow có tùy chọn tinh chỉnh thích ứng. Nếu tùy chọn này được kích hoạt thì lưới trường vết thủy động học theo sau tàu được tinh chỉnh động theo quá trình giải. Các tiêu chí của tinh chỉnh động phụ thuộc vào mức độ xoáy. Nói cách khác, XFlow tự động tinh chỉnh các vùng có độ xoáy cao trong miền gần và miền vết thủy động học sau đối tượng mô phỏng.

Ngoài ra, chương trình XFlow có một quy tắc của các kích thước lưới cơ sở miền tính được áp dụng như sau: Kích thước lưới trường xa vô cùng (Far Field Resolved Scale) \geq kích thước lưới trường vết thủy động học theo sau tàu (Wake Resolution) \geq kích thước lưới gần đối tượng tính toán (Target Resolved Scale). Nếu kích thước lưới trường xa vô cùng được đặt bằng x , các kích thước lưới mịn hơn ở trường vết thủy động học sau tàu và kích thước lưới gần đối tượng tính toán phải là $x/(2^n)$, trong đó n là số nguyên dương. Để thực hiện tính toán dễ dàng, lưới miền gần liên kết không lỗi với lưới miền sau tàu, kích thước lưới ở trường vết thủy động học sau tàu và kích thước lưới gần đối tượng tính toán thường được đặt giá trị như nhau.

Các giá trị lưới cơ sở tại các vùng khác nhau sử dụng trong nghiên cứu này được tóm tắt trong bảng 3.

Bảng 3. Độ phân giải mô phỏng.

Trường xa vô cùng cùng (m)	Trường vết thủy động học sau tàu (m)	Trường gần đối tượng tính toán (m)	Tổng số phần tử
0.1	0.0125	0.0125	726867
Số phần tử hoạt động tại cấp độ lưới 0: 6245/11250 Số phần tử hoạt động tại cấp độ lưới 1: 20400/63000 Số phần tử hoạt động tại cấp độ lưới 2: 79534/32400 Số phần tử hoạt động tại cấp độ lưới 3: 620688/1584000			

3. Kết quả tính toán

3.1. Tính toán sức cản theo phương pháp gần đúng

Cơ sở lý thuyết của phương pháp này dựa vào “Insel & Molland 1991”, sức cản tổng của tàu hai thân có thể tính bằng công thức sau [2]:

$$CT_{CAT} = (1 + \beta K) C_F + \tau C_W \quad (1)$$

Trong đó, CT_{CAT} là hệ số sức cản tổng; $(1 + \beta K)$ là hệ số ảnh hưởng hình học thân tàu; C_F là hệ số sức cản ma sát; C_W là hệ số sức cản tạo sóng. Giá trị của τ là hệ số giao thoa sóng gây ra bởi dòng chất lỏng xung quanh

catamaran, phụ thuộc tỉ số S/L (S - Khoảng cách hai thân, m; L - Chiều dài tàu, m), tính như sau:

$$\tau = 0.068(S/L)^{-1.38} \text{ tại } Fn = 0.19 \quad (2)$$

$$\tau = 0.359(S/L)^{-0.87} \text{ tại } Fn = 0.28 \quad (3)$$

$$\tau = 0.574(S/L)^{-0.33} \text{ tại } Fn = 0.37 \quad (4)$$

$$\tau = 0.790(S/L)^{-0.14} \text{ tại } Fn = 0.47 \quad (5)$$

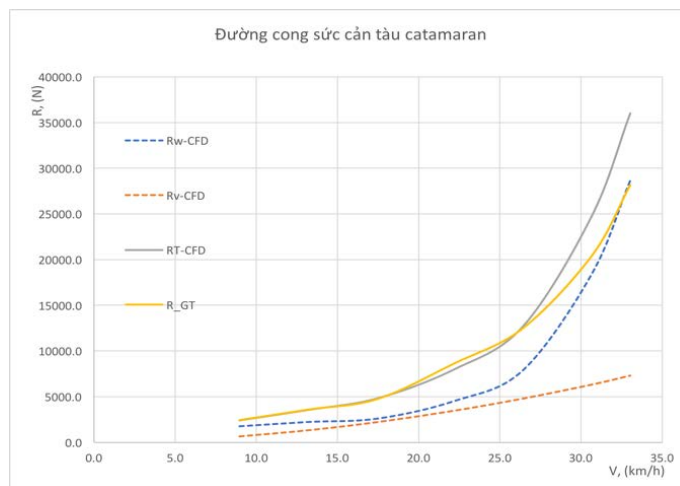
$$\tau = 0.504(S/L)^{-0.31} \text{ tại } Fn = 0.56 \quad (6)$$

$$\tau = 0.501(S/L)^{-0.18} \text{ tại } Fn = 0.65 \quad (7)$$

Kết quả tính toán theo phương pháp gần đúng được trình bày trong bảng 4 và hình 4.

Bảng 4. Kết quả tính sức cản.

ST T	Đại lượng tính	Đơn vị	Giá trị tính							Ghi chú
			2.491	3.671	4.851	6.162	7.342	8.522	9.178	
1	v_s	m/s	2.491	3.671	4.851	6.162	7.342	8.522	9.178	-
2	V	km/h	9.0	13.2	17.5	22.2	26.4	30.7	33.0	-
3	Fn	-	0.19	0.28	0.37	0.47	0.56	0.65	0.70	-
4	R_{W-CFD}	N	1737.6	2211.2	2578.6	4496.1	7882.4	18469.1	28686.7	CFD
5	R_{V-CFD}	N	646.4	1324.8	2221.4	3463.9	4797.6	6330.9	7313.3	CFD
6	R_{T-CFD}	N	2384.0	3536.0	4800.0	7960.0	12680.0	24800.0	36000.0	CFD
7	R_{GT}	N	2433	3586	4738	8617	12485	20436	28164	Kinh nghiệm
8	Sai số	%	-2.1	-1.4	1.3	-8.3	1.5	17.6	21.8	-



Hình 4. Đường cong sức cản.

3.2. Tính toán theo mô phỏng CFD

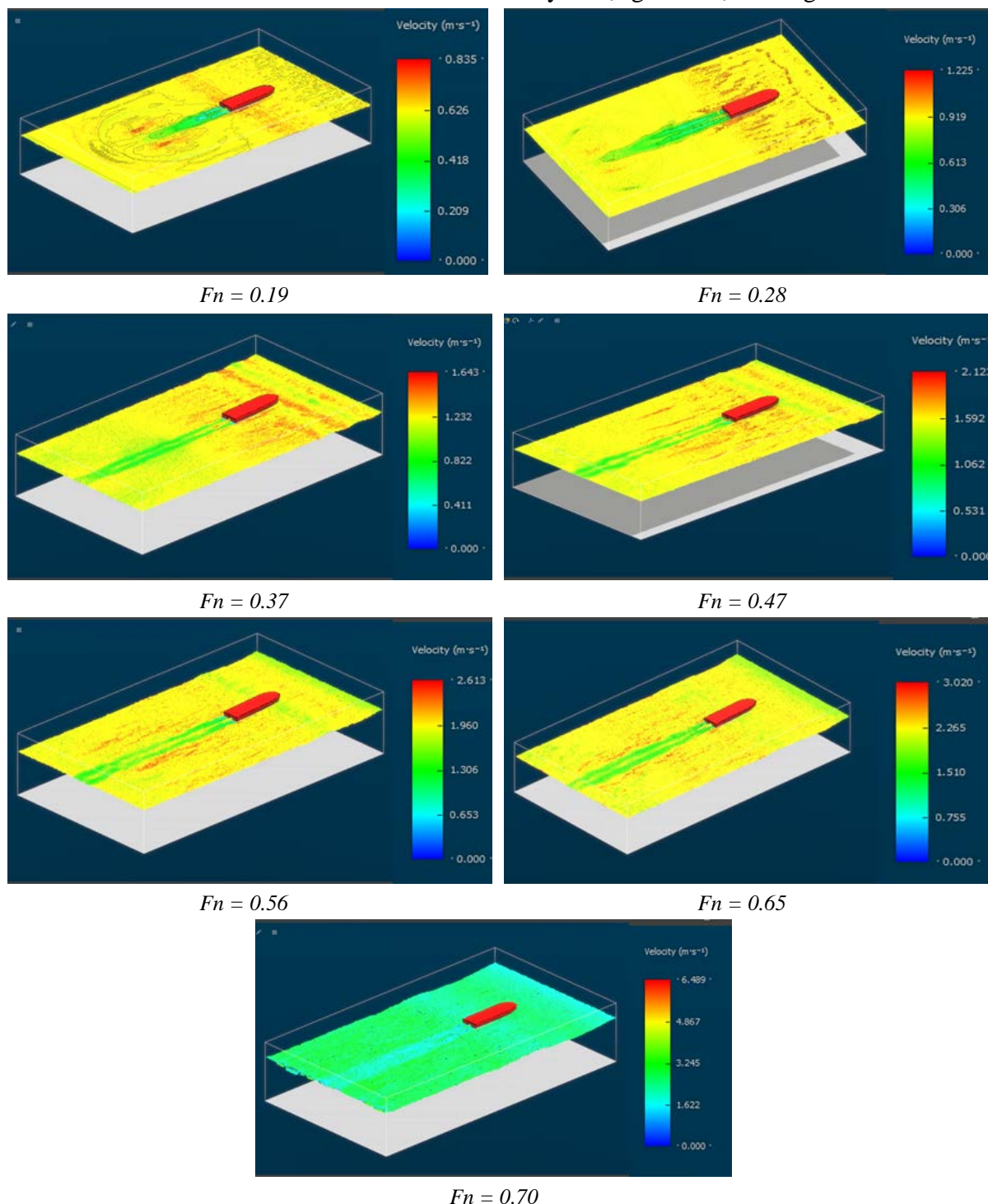
3.2.1. Kết quả sức cản

Sức cản tàu tính theo phương pháp kinh nghiệm và phương pháp mô phỏng số CFD được trình bày trong bảng 4

3.2.2. Trường vật lý thủy động lực

Quá trình tàu chuyển động, hình ảnh trường dòng bao quanh tàu thay đổi liên tục

theo thời gian, đặc biệt do ảnh hưởng của lắc dọc và lắc thẳng đứng. Các hình trường dòng bên dưới được chụp tại thời gian tính toán $t = 2.74s$, ngoại trừ trường hợp tại $Fn = 0.70$ được chụp tại $t = 3.6s$ nhằm mục đích thuận lợi so sánh đối chiếu vết thủy động lực học chạy theo sau tàu. Tại $Fn = 0.70$ được chụp với $t = 3.6s$ nhằm thể hiện rõ nét bề mặt sóng tàu tạo ra khi chuyển động trên mặt thoáng.



Hình 5. Trường vận tốc tại mặt thoáng.

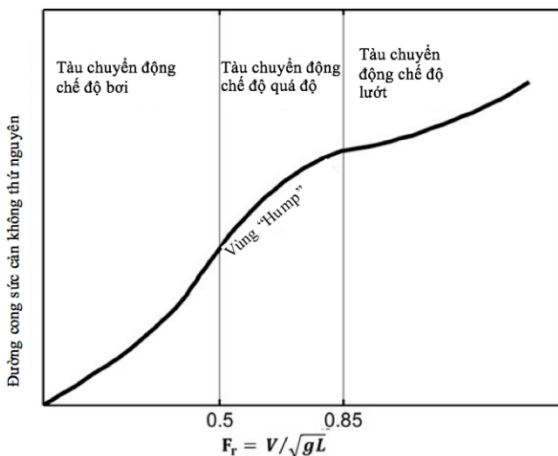
• **Phân tích đặc tính sức cản**

Nhìn vào đường cong sức cản tại hình 4, ta thấy rằng:

- Sức cản tạo sóng do tàu gây ra lớn hơn sức cản ma sát, ngay cả tại những vận tốc thấp;
- Có thể nhận thấy rằng, ở dải vận tốc nhỏ hơn 25 km/h, quy luật sức cản tạo sóng xấp xỉ bậc 1, kết hợp với tính tuyến tính của sức cản ma sát cho phép nhận định tàu sẽ chạy rất êm trong vùng vận tốc này;
- Vượt ngưỡng vận tốc 25 km/h, đường đặc tính sức cản tạo sóng thay đổi đột ngột theo chiều tăng mạnh. Rõ ràng tàu đang trong giai đoạn chuyển động quá độ và đây được xem là vùng Fn bất lợi, hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu lý thuyết kinh điển trong ngành tàu (hình 6);
- Thực tế tàu buýt sông đang khai thác trong phạm vi vận tốc 25 - 33 hl/h, nằm hoàn toàn trong chế độ chuyển động quá độ nên tạo sóng rất lớn;
- Quy luật đường cong sức cản tổng theo quy luật đường cong sức cản tạo sóng.

• **Phân tích trường nước bao quanh tàu**

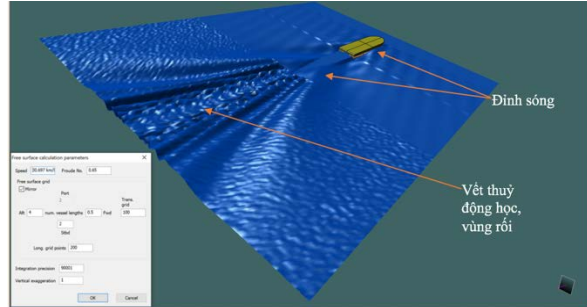
Để phân tích trường dòng bao quanh vỏ tàu, nhóm tiến hành khảo sát hình ảnh mô phỏng CFD tại hai giá trị vận tốc ứng với số $Fn = 0.37$ và $Fn = 0.65$ dựa trên cơ sở đặc điểm đường cong sức cản (hình 4). Lý do để nhóm tiến hành phân tích tại hai giá trị Fn nêu trên vì chúng đại diện cho hai chế độ chuyển động của tàu với điểm nổi bậc sức cản tạo sóng có xu hướng giảm đều quanh $Fn = 0.37$ và tăng mạnh tại $Fn = 0.65$.



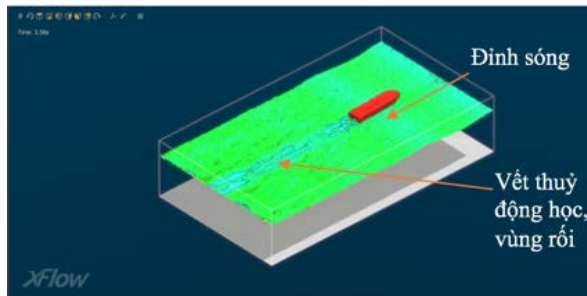
Hình 6. Các chế độ chuyển động tàu [3].

• **Phân tích trường nước bao quanh tàu tại $Fn = 0.65$**

Trước tiên ta phân tích trường nước bao quanh vỏ tàu tại chế độ tàu chuyển động quá độ ($V = 30.7 \text{ km/h}$, $Fn = 0.65$) với đặc tính sức cản tăng mạnh thông qua một số hình ảnh mặt thoáng cũng như các hình cắt như sau:

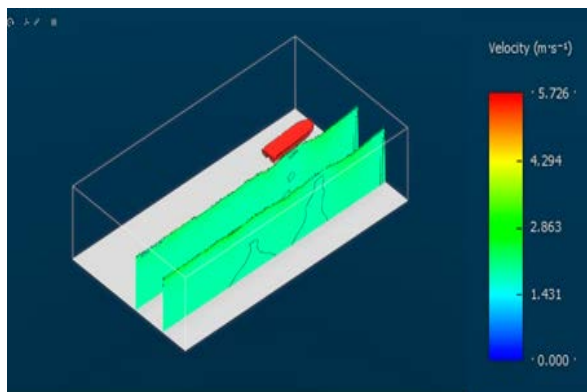


Hình 7. Mặt sóng nước tàu tạo ra tại $Fn = 0.65$ tính theo BEM.

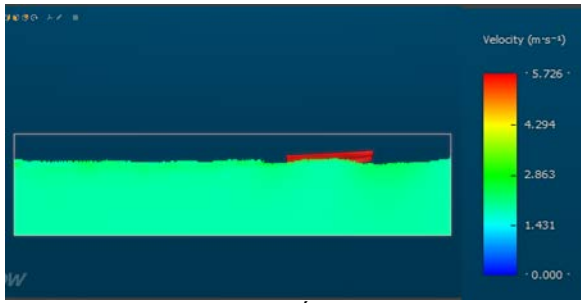


Hình 8. Mặt sóng nước tàu tạo ra tại $Fn = 0.65$ tính theo VOF.

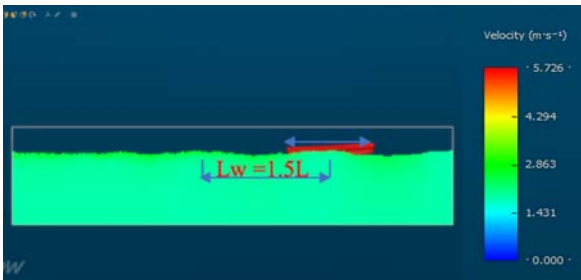
Bằng so sánh hình ảnh, ta thấy rằng sóng nước do tàu chuyển động tạo ra ở hai hình 7 và hình 8 trùng khớp nhau; đặc biệt ở hình 7 cho thấy hình ảnh sóng ngang với góc quạt sóng rất lớn. Để phân tích rõ hơn, ta dùng hai mặt cắt song song với mặt phẳng dọc tâm tàu để cắt trường nước bao quanh tại vị trí cách dọc tâm của model lần lượt là 0.15 m và 0.75 m như hình 9, 10, 11.



Hình 9. Vị trí các mặt cắt ứng với $Fn = 0.65$.



Hình 10. Mặt cắt cách dọc tâm 0.15m ứng với $Fn = 0.65$.

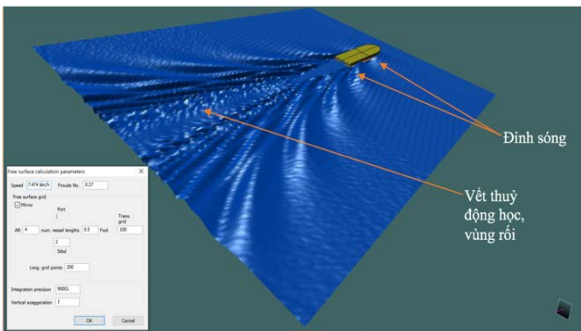


Hình 11. Mặt cắt cách dọc tâm 0.75m ứng với $Fn = 0.65$.

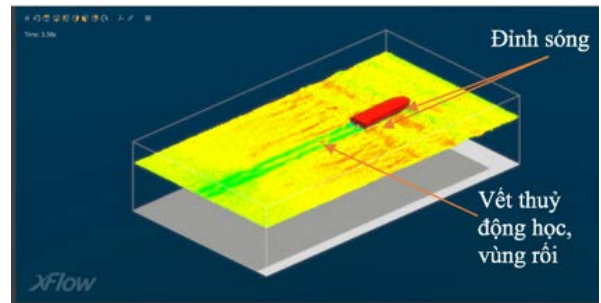
Như hình 11 ta thấy chiều dài sóng L_w xấp xỉ $1.5 L$ (L_w : Chiều dài sóng; L : Chiều dài tàu), theo lý thuyết sóng thì đây là trường hợp xấu nhất đối với tàu, vận tốc tàu trong trường hợp này theo thuật ngữ chuyên ngành gọi là “hump speed” và tàu tạo sóng rất lớn [4]. Một điều bất lợi là thông thường vận tốc “hump speed” đạt tại số $Fn = 0.5$, đề sau đó nếu vượt qua, tàu sẽ chạy ở chế độ lướt và sức cản tạo sóng sẽ giảm, nhưng trong trường hợp tàu hai thân buýt sóng thì giá trị vận tốc “hump speed” đạt tại số $Fn = 0.65$ tương đối lớn và không còn khả năng vượt qua thuận lợi. Minh chứng như hình 4, đường sức cản rất dốc sau khi vượt qua $Fn = 0.65$.

• **Phân tích trường nước bao quanh tàu tại $Fn = 0.37$**

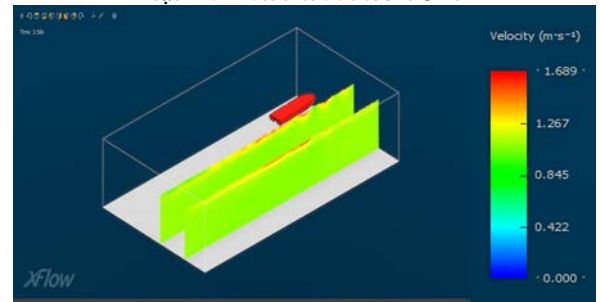
Sóng tại mặt thoáng và trường nước bao quanh tàu thể hiện như các hình sau:



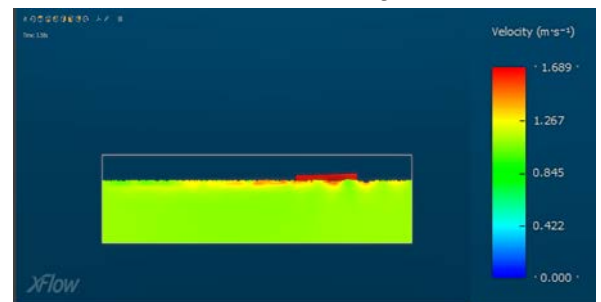
Hình 12. Mặt sóng nước tàu tạo ra tại $Fn = 0.37$ tính theo BEM.



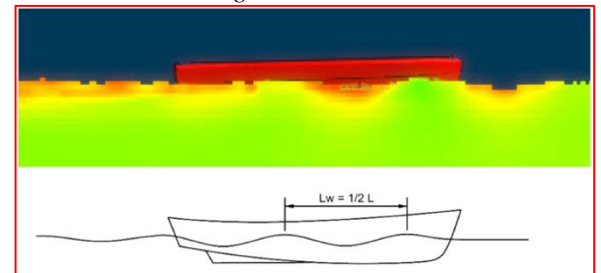
Hình 13. Mặt sóng nước tàu tạo ra tại $Fn = 0.37$ tính theo VOF.



Hình 14. Vị trí các mặt cắt ứng với $Fn = 0.37$.

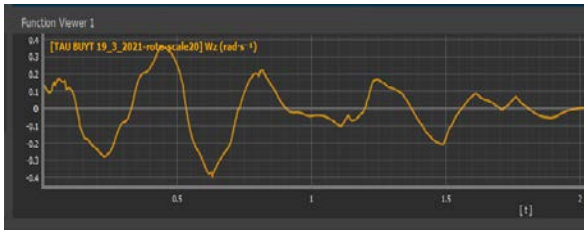


Hình 15. Mặt cắt cách dọc tâm 0.15m ứng với $Fn = 0.37$.



Hình 16. Hình mô phỏng CFD phóng to và so sánh với lý thuyết sóng tàu [4].

Bằng cách làm tương tự như trường hợp $Fn = 0.65$, ở trường hợp tàu chạy với vận tốc 17.5 km/h tương ứng số $Fn = 0.37$ ta thấy rằng chiều dài sóng L_w xấp xỉ bằng $1/2 L$ (L_w : Chiều dài sóng; L : Chiều dài tàu). Theo lý thuyết sóng thì đây là trạng thái sức cản sóng của tàu có xu hướng ổn định trong vùng vận tốc lân cận, đặc tính sức cản có dạng đi ngang, ít biến động. Ngoài ra, trong trường hợp này tàu cũng ít chịu lắc dọc (hình 17). Có thể nói, nếu tàu buýt sóng chỉ khai thác ở vùng vận tốc này thì tàu chạy êm.



Hình 17. Đặc tính góc lắc dọc của tàu tại $Fn = 0.37$.

4. Kết luận và khuyến nghị

Kết luận:

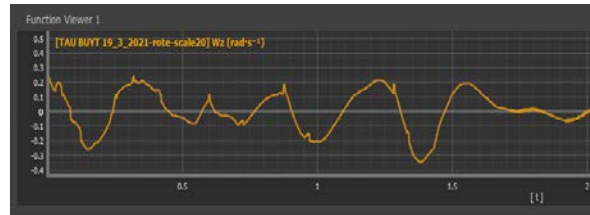
- Tàu hai thân buýt sông khi hoạt động tại vận tốc thiết kế sẽ sinh sóng rất lớn vì nằm trong vùng vận tốc bất lợi “Hump Region”, [3], [5]. Vùng vận tốc bất lợi, sức cản sinh sóng lớn có thể quan sát bằng mắt thường khi tàu chạy tạo sóng có chiều dài L_w xấp xỉ bằng 1 - 1.5 lần chiều dài tàu L ;



Hình 18. Hình ảnh thực tế sóng nước tàu buýt sông tạo ra khi chạy.

- Hiện tượng tạo sóng lớn không những làm tàu mất tốc độ, hiệu quả khai thác kém, mà còn làm xói lở bờ cũng như gây mất an toàn cho các phương tiện hoạt động gần kề;
- Góc tiếp nước phía mũi β và tỉ lệ khoảng cách hai thân với chiều dài tàu H/L không hợp lý là một trong những nguyên nhân lớn tạo nên hiện tượng sinh sóng lớn khi tàu chạy;

- Ở vận tốc thiết kế xấp xỉ 30.7 km/h tương ứng số $Fn = 0.65$ tàu bị lắc dọc lớn, gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe khách đi tàu và đồng thời cũng làm giảm tốc độ tàu.



Hình 19. Đặc tính góc lắc dọc của tàu tại $Fn = 0.65$.

Khuyến nghị:

Tàu hai thân buýt sông nên được cải tiến bằng cách nghiên cứu thiết kế lắp thêm mũi phụ dạng centerbulb để khắc phục tạo sóng lớn cũng như hạn chế ảnh hưởng xấu của lắc dọc mà vẫn không làm thay đổi cấu trúc chính của thân tàu □

Tài liệu tham khảo

- [1] Yang Zhiyin (2014), *Large-eddy simulation*, Chinese Journal of Aeronautics;
- [2] Insel, M.M., A.F (1991), *An investigation into the resistance components of high speed displacement catamarans*, The Royal Institution of Naval Architects, 134: p. 1-11;
- [3] Reza Yousefi, R.S., Mostafa Shakeri.(2013), *Hydrodynamic analysis techniques for high-speed planing hulls*, Ocean Research. Vo.42: p. 105-113;
- [4] Newman, J.N. (1977), *Marine hydrodynamics*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press;
- [5] Simone Mancini, P.D.S., Prof. Ermina Begovic, Ph.D. (2015), *Hydrodynamics of planing hull by CFD*, University Of Naples “Federico II”.

Ngày nhận bài: 22/05/2021

Ngày chuyển phản biện: 26/05/2021

Ngày hoàn thành sửa bài: 16/06/2021

Ngày chấp nhận đăng: 23/06/2021