

XÂY DỰNG MÔ HÌNH VÀ TÍNH TOÁN MÔ PHỎNG LỰC CĂNG DÂY NEO TÀU THỦY

Vu Van Duy¹, Pham Ky Quang¹, Nguyen Xuan Phuong²

Nguyen Thanh Nhat Lai², Pham Nguyen Dang Khoa³

1. Vietnam Maritime University, Haiphong, Vietnam

2. Ho Chi Minh City University of Transport, Vietnam

3. Au Lac corporation company, Vietnam

Abstract: According to the filed surveys, and researches at Vung Tau anchorage, this paper built the researching model, calculation and simulation process of how currents affect the anchored vessel within the area. From there, the CFD application helps to calculate the tension on the anchor chain. To emphasize to research, the authors used filed survey data at Vung Tau anchorage, relevant basic numbers and the particular vessel, the M/T Aulac Jupiter for proving the effective of the calculation. At the same time, it is combined with the anchorage hold for a particular vessel, taking into account conditions such as type of vessels, anchor types, draft, depth, vessels' bottom material, etc. Therefore, the research provides useful recommendations on the anchor chain tension for eliminating anchoring which leads to marine incidents in the anchorage.

Keywords: Anchor chain tension, CFD, currents vessel, Vung Tau anchorage.

Classification number: 2.1

1. Giới Thiệu

Hiện nay, mặc dù có khá nhiều tài liệu đưa ra công thức xác định lực căng nín neo, tuy nhiên phần lớn dựa theo thực nghiệm vì vậy độ tin cậy khi mở rộng cho nhiều chủng loại tàu khác nhau là không đảm bảo. Theo một số tài liệu về điều động tàu thì tổng lực tác động lên tàu thủy khi neo là:

$$F_0 = F_g + F_d \quad (1)$$

trong đó:

F_0 - ngoại lực tổng hợp tác động vào tàu khi neo (kg);

F_g - lực tác động của gió lên phần nổi của tàu khi neo (kg);

F_d - lực tác động của dòng chảy vào phần chìm của tàu khi neo (kg).

Mặt khác, giá trị F_g tính bằng công thức:

$$F_g = \frac{1}{2} k_g \rho_g V_g^2 S \quad (2)$$

Giá trị F_d tính bằng công thức:

$$F_d = k_d V_d^2 S \quad (3)$$

trong đó:

k_g - hệ số lực cản của gió đối với tàu biển, có giá trị bằng;

$$k_g = 0,075 \div 0,085;$$

k_d - hệ số lực cản của dòng chảy đối với tàu, giá trị trung bình là $k_d = 5 \div 6$;

ρ_g - mật độ trung bình không khí, có giá trị $\rho_g = 0,122 \text{ kg.sec}^2/\text{m}^4$;

V_g - tốc độ gió (m/s);

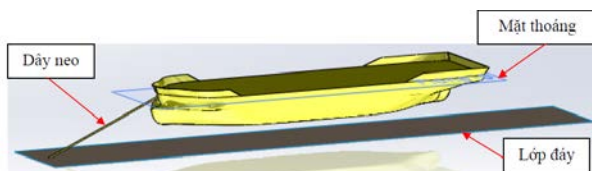
S - diện tích phần chìm của vỏ tàu (m^2).

Qua công thức 2 và 3 ta thấy, độ chính xác của phép tính phụ thuộc hệ số lực cản của gió và lực cản của dòng chảy đối với tàu.

Trong những năm gần đây, với sự phát triển vượt bậc của công nghệ thông tin và việc ứng dụng thành quả này phục vụ tính toán động lực học dòng chảy (CFD) đã được nhiều nhà khoa học nghiên cứu triển khai rộng rãi. Trong bài báo này, nhóm tác giả xây dựng mô hình bài toán ứng dụng CFD để xác định lực căng nín neo, từ đó đưa ra quy trình triển khai và tính toán cụ thể cho một số trường hợp đầu vào khác nhau trên một vỏ tàu cụ thể là tàu dầu Jupiter của Cty Âu lạc, các số liệu về gió, dòng chảy tham khảo tại khu neo đậu Vũng Tàu.

2. Xây dựng mô hình bài toán và quy trình ứng dụng CFD

Mô hình bài toán được thể hiện qua hình vẽ sau:



Hình 1: Mô hình bài toán nghiên cứu

Một cách tổng quát, yêu cầu số liệu đầu vào và kết quả tính toán được thể hiện qua bảng sau:

Bảng 1. Số liệu đầu vào, ra của bài toán

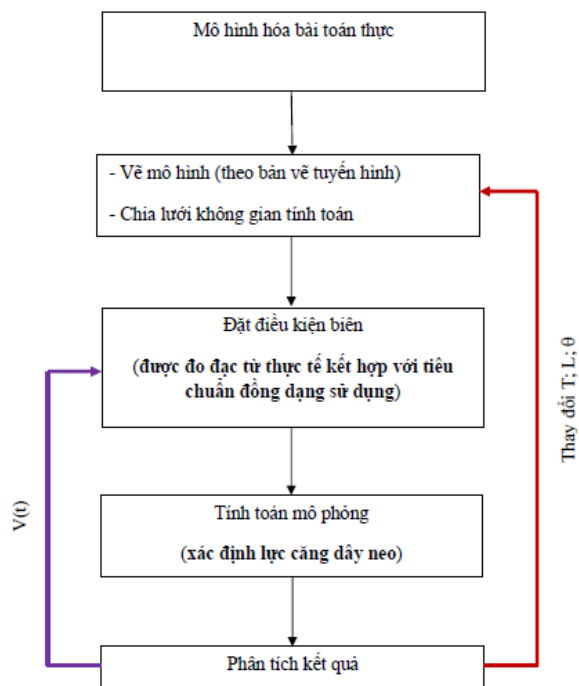
Số liệu đầu vào	Kết quả tính toán
- Tuyến hình tàu, số liệu môn nước (T) (nhằm xây dựng biên dạng vỏ tàu); - Các số liệu về loại neo, dây neo, vị trí lắp đặt; (độ dài dây neo L và góc nghiêng θ); - Độ sâu và chất đáy; - Vận tốc dòng chảy (V_t); - Vận tốc gió (V_a).	- Các thông số động lực học dòng chảy bao quanh tàu và dây neo (áp suất, vận tốc, phân bố pha, hình dạng mặt thoáng...); - Lực căng lĩn neo R theo θ.

Đối với một loại tàu cụ thể (tuyến hình cố định) ta có thể thay đổi các thông số đầu vào để nghiên cứu mức độ ảnh hưởng của chúng tới lực căng dây neo. Nếu gọi lực căng dây neo (lực kéo đúng tâm) là R, vậy R là hàm của nhiều biến:

$$R=f(T;L;\theta;V_t;V_a) \quad (4)$$

Kết hợp với việc tính toán lực giữ neo (theo loại neo, chất liệu tầng đáy) và lực giới hạn của loại dây neo sử dụng ta sẽ đưa ra được những cảnh báo nguy hiểm nào đó cho người khai thác. Đặc biệt ta có thể giả định sự bất ổn định của đầu vào (sự thay đổi cường độ và phương dòng chảy và gió theo thời gian) để từ đó xác định lực căng dây neo theo thời gian, dựa theo lý thuyết về lực giữ neo nhằm xác định tình huống trôi neo gây nguy cơ mất an toàn hàng hải. Trong phạm vi bài báo này ta giả định không có gió, hay $V_a=0$, từ đó xác định lực căng lĩn neo, ảnh hưởng của chất đáy tới lực giữ neo chưa được đề cập trong bài báo này, nghĩa là ta giả định neo được cố định tại vị trí khảo sát.

Quy trình ứng dụng CFD tính toán mô phỏng bài toán đặt ra được thể hiện qua hình vẽ sau:



Hình 2: Quy trình ứng dụng CFD

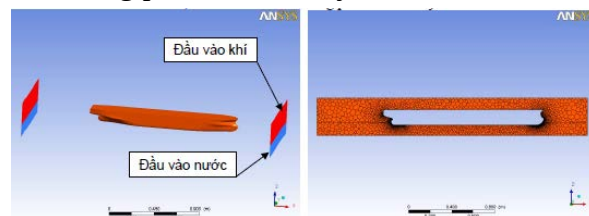
Qua hình vẽ thể hiện quy trình ứng dụng CFD vào nghiên cứu bài toán tác động của dòng chảy đến sức căng dây neo ta thấy:

- Nếu chỉ thay đổi thông số vận tốc dòng chảy $V(t)$ ta chỉ cần đặt lại giá trị đầu vào và tiếp tục triển khai tính toán ở bước tiếp theo;
- Nếu muốn thay đổi các thông số hình học như môn nước T, chiều dài dây neo L và góc nghiêng dây neo θ ta phải vẽ lại mô hình và chia lưới cho không gian tính toán.

3. Phân tích kết quả

Mô hình bài toán, chia lưới và giới hạn tính toán:

Ta có mô hình bài toán, hình ảnh lưới chia bằng phần mềm Ansys:



Hình 3. Mô hình bài toán và hình ảnh lưới chia

Trong bài báo này, nhóm tác giả lấy số liệu môn nước tương ứng với các trường hợp là đầy tải (8,1 m), không tải (2,108 m) và nửa tải (5,104 m). Loại lưới chia là Polyhedra,

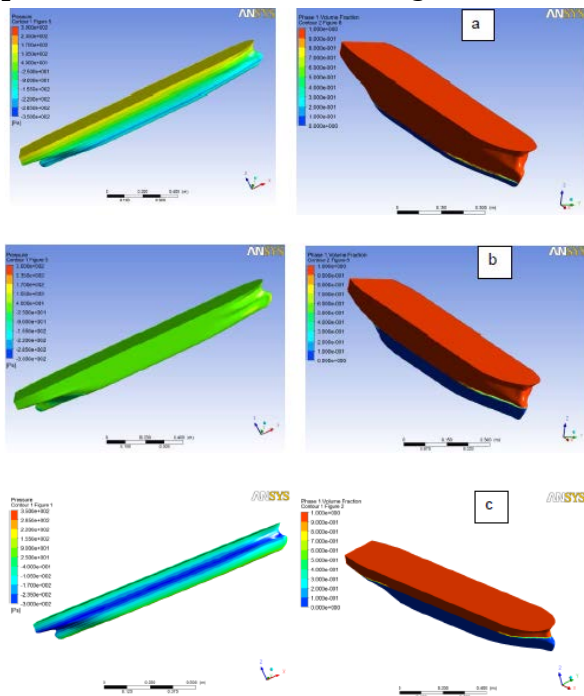
đối với trường hợp không tải thì số lượng cụ thể như sau:

Bảng 2. Số lượng lưới cho trường hợp không tải

Domain	Nodes	Elements	Polyhedra
Air	746309	131673	131673
Water	763411	131550	131550
All Domains	1509720	263223	263223

Qua bảng 2 ta thấy không gian tính toán được chia làm hai vùng là không khí (pha khí) và nước (pha nước).

Kết quả phân bố áp suất và phân bố pha trên vỏ tàu với vận tốc dòng là 2 Knot:



Hình 4. Phân bố áp suất và phân bố pha khí vận tốc dòng chảy là 2 Knot, a: không tải; b: nửa tải; c: đầy tải

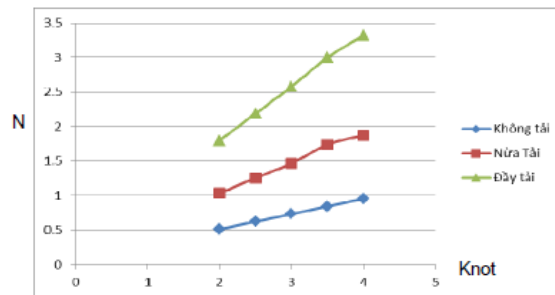
Tương tự như vậy ta có thể tính toán mô phỏng và tìm được phân bố áp suất và phân bố pha cho các trường hợp khác. Từ đây ta tổng hợp để xác định lực cản tác động lên tàu thủy tương ứng với các tải trọng khác nhau hay ở một chế độ tải ta thay đổi tốc độ dòng chảy.

Tổng hợp giá trị lực cản trên vỏ tàu cho các trường hợp khác nhau :

Bảng 3. Tổng hợp giá trị tính toán lực cản

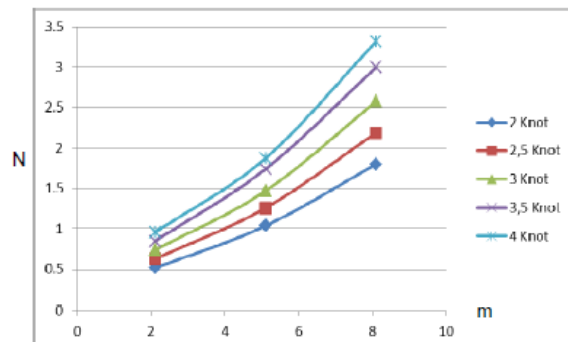
STT	Vận tốc dòng chảy Knot	Lực cản tác động lên tàu thủy $R_x(N)$ (trên mô hình tính toán)		
		Không tải	Nửa tải	Đầy tải
1	2	0.513	1.037	1.8
2	2.5	0.626	1.258	2.19
3	3	0.737	1.469	2.578
4	3.5	0.847	1.74	3
5	4	0.954	1.874	3.32
		Lực cản tác động lên tàu thủy $R_x(N)$ (trên tàu thực, với hệ số đồng dạng $k=100$)		
1	2	513000	1037000	1800000
2	2.5	626000	1258000	2190000
3	3	737000	1469000	2578000
4	3.5	847000	1740000	3000000
5	4	954000	1874000	3320000

Dựa vào bản số liệu tính toán ta xây dựng biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa lực cản tác động lên vỏ tàu theo các chế độ tải hay tốc độ dòng chảy khác nhau:



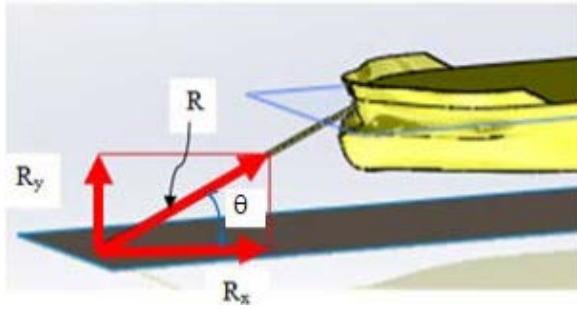
Hình 5: Giá trị lực cản theo tốc độ dòng chảy

Tổng hợp giá trị lực cản theo chế độ tải tại các tốc độ dòng chảy khác nhau trên cùng đồ thị ta được:



Hình 6. Giá trị lực cản theo chế độ tải

Sau khi xác định được giá trị lực cản ta chuyển về giá trị lực căng lĩn neo theo chiều dài và góc nghiêng lĩn neo như hình vẽ sau:



Hình 7. Phân tích lực tác động lên lĩn neo

Qua hình 7 ta tính được giá trị lực căng lĩn neo góc nghiêng θ , trong đó góc nghiêng θ phụ thuộc vào chiều dài lĩn neo và độ sâu của đáy.

$$R = R_x / \cos\theta \quad (5)$$

Như vậy, dựa vào mỗi loại tàu cụ thể, chế độ tải, điều kiện dòng chảy tại khu neo đậu ta sẽ tính được lực căng lĩn neo R .

4. Kết luận

Bài báo đã đưa ra phương án xây dựng mô hình bài toán tính toán lực căng lĩn neo cũng như quy trình ứng dụng CFD tính toán mô phỏng, từ đó có thể mở rộng nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến lực căng lĩn neo như loại tàu, chế độ tải, độ sâu, chiều dài lĩn neo hay góc nghiêng lĩn neo. Đã tính toán cụ thể cho tàu Jupiter của công ty Âu Lạc, tham khảo tốc độ dòng chảy tại khu neo đậu Vũng Tàu. □

Tài liệu tham khảo

- [1] Tr. Đoàn Quang Thái (2005), *Điều động tàu*

thủy, tập I, II, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, Hải Phòng.

- [2] PGS. TS. Nguyễn Viết Thành (2014), *Điều động tàu thủy*, Nhà xuất bản Hàng hải, Hải Phòng.
- [3] Prof. Dr. Luong Cong Nho, Prof. Dr. Pham Ky Quang, Dr. Vu Van Duy, PhD. Student Bui Van Cuong, PhD. Student Co Tan Anh Vu, PhD. Student Nguyen Thanh Nhat Lai (2016), Calculation and simulation of the current effects on maritime safety in Haiphong fairway, Vietnam. International Association of Maritime Universities, 17th Annual General Assembly, ISBN: 978-604-937-120-2, 26 - 29 October, 2016, Vietnam, pp. 170 - 179.
- [4] Tr. Tiểu Văn Kinh (2010), *Sổ tay hàng hải, tập I, II*, Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội.
- [5] PGS. TS. TTr. Phạm Kỳ Quang (Chủ biên), TS. Vũ Văn Duy, ThS. Bùi Văn Cường, ThS. Cổ Tấn Anh Vũ, ThS. Nguyễn Thành Nhật Lai (2017), Sách chuyên khảo “Ứng dụng CFD trong khoa học hàng hải”. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, ISBN: 978-604-67-0897-1, Hà Nội.
- [6] NCS. ThS. Cổ Tấn Anh Vũ (Chủ nhiệm đề tài), PGS. TS. Phạm Kỳ Quang, TS. Vũ Văn Duy cùng các thành viên khác (2017), Xây dựng chương trình tính toán mô phỏng và thử nghiệm một số nguyên nhân cơ bản dẫn đến tai nạn hàng hải trên tuyến luồng Sài Gòn phục vụ công tác đào tạo và huấn luyện thuyền viên. Đề tài Khoa học Công nghệ cấp Bộ Giao thông vận tải; mã số: DT174030, năm 2017.

Ngày nhận bài: 6/3/2018

Ngày chuyển phản biện: 9/3/2018

Ngày hoàn thành sửa bài: 30/3/2018

Ngày chấp nhận đăng: 5/4/2018