XỬ LÝ TÍN HIỆU LỰC ĐẨY TỪ KẾT QUẢ MÔ PHỎNG SỐ CHO VỎ TÀU - CHÂN VỊT TÀU BIỂN KHI SỬ DỤNG PHẦN MỀM STAR-CCM+

PROCESSING THRUST OF NUMERIC SIMULATION RESULTS FOR MARINE VESSEL HULL-PROPELLER USING STAR-CCM+ SOFTWARE

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: ngocpv@vimaru.edu.vn*

Tóm tắt

Mô phỏng số cho vỏ tàu - chân vịt tàu biển khi sử dụng phần mềm STAR-CCM+ đưa ra tín hiệu lực đẩy theo thời gian thực với bước thời gian thay đổi. Tín hiệu lực đẩy được xử lý FFT để thu được giá trị trung bình và các biên độ điều hòa nhằm xác định nguồn kích thích gây dao động dọc trục từ chân vịt. Tín hiệu mô phỏng được xử lý: (a)-Trích tạo một số chu kỳ tín hiệu hội tụ; (b)-trích mẫu lại theo bước trích mẫu dt nhỏ nhất; (c)-xác định véc tơ tín hiệu trung bình từ một số véc tơ tín hiệu hội tụ cùng chu kỳ và bước thời gian; (d)-trích mẫu lại theo số lượng mẫu NFFT=2^k cho dãy tín hiệu trung bình thu được; (e)-biến đổi FFT cho dãy tín hiệu có lượng mẫu NFFT. Tàu Fortuner Navigator (VOSCO) được sử dụng nghiên cứu lực đẩy do chân vịt sinh ra. Phần mềm xử lý tín hiệu được lập trình trên LabView.

Từ khóa: *Lực đẩy tàu, trích mẫu lại, FFT.*

Abstract

The marine vessel thrust forces receiving from the hull-propeller numeric simulation by the STAR-CMM+software present digital arrays in real time with the variable time step. The thrust force signals were processed: (a)-Selecting an array from the simulated array with the good conregence; (b)-resampling with the fix minimal step dt for the selected array; (c)-calculating the average cycle vector from the made cycle vectors of the thrust force from the resampling arrays in the b-task;(d)-resampling with NFFT=2^k samples of the received vector in the c-task; (e)-making FFT for the resamled array. The MV. Fortuner Navigator (VOSCO) was verified for studying the propeller's thrust. The software for data processing was coded in LabView.

Keywords: *Thrust force, resampling, FFT.*

1. Đặt vấn đề

Lực đẩy (thrust force) là thông số quan trọng của vỏ tàu - chân vịt (VT-CV) cần được tính toán và sử dụng trong thiết kế đóng mới tàu, khai thác kỹ thuật hệ động lực chính. Trong bài toán tính sức cản (bài toán tĩnh) cũng như xây dựng các đặc tính của VT-CV, lực đẩy được xem không đổi theo thời gian trong các chu kỳ công tác của chân vịt, còn khi sử dụng trong bài toán động lực học của hệ trục chính (dao động dọc) thì nó là các ngoại lực cưỡng bức, thay đổi tuần hoàn theo thời gian. Lực cưỡng bức dao động dọc trục có vị trí quan trọng khi nghiên cứu tải trọng động tác động tới gối đỡ chặn được xét đến từ phía động cơ và từ chân vịt. Đáng tiếc là chưa có nhiều kết quả công bố về các nguồn kích thích dao động dọc nêu trên, nên việc ứng dụng chúng vào nghiên cứu dao động dọc hệ trục còn nhiều hạn chế.

Đăng kiểm Hoa Kỳ (ABS) [1] đưa ra kết quả thành phần tương đối ΔT_{td} theo lực đẩy trung bình T_0: $\Delta T_{td} = \Delta T/ T_0$ khi nghiên cứu cho 20 trường hợp tàu thực. Ở đó không chỉ ra cụ thể điều kiện biên và phương pháp nghiên cứu được sử dụng.

Phần mềm thương mại, chuyên dụng STAR-CCM+ được sử dụng vào nghiên cứu sự tương tác thủy động học giữa VT-CV. Đây là phần mềm mô phỏng được phát triển bởi SIEMENS, được xem là bể thử ảo cho phép triển khai mô phỏng sự tương tác của vỏ tàu - nước - chân vịt và vỏ tàu - không khí trong các điều kiện khai thác khác nhau. Để đảm bảo cho kết quả tính được chính xác kích thước của miền không gian tính toán bao quanh thân tàu được lựa chọn theo hướng dẫn chi tiết của hãng [3], [4] và phương pháp tính thủy động học (CFD) thường dùng là RANSE (Reynolds Averaged Navier-Stokes Equations) để đảm bảo kết quả thu được theo thời gian thực [2], [4].

Mục tiêu đặt ra là xác định lực đẩy:

$T=T_0 + T_1.\sin(Z_p\omega t) + T_2.\sin(2Z_p\omega t)+\ldots$

Ở đó: ω - Tốc độ góc (rad/s) của chân vịt; các hệ số T_0, T_1… cần được tính bằng việc xây dựng thêm (mới) thuật toán và phần mềm xử lý tín hiệu số phù hợp với cơ sở dữ liệu thu được từ kết quả mô phỏng số cho hệ VT-CV khi sử dụng phần mềm chuyên dụng STAR-CCM+.

2. Phương pháp nghiên cứu

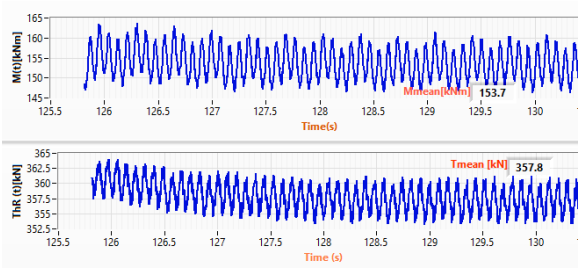
2.1. Xử lý tín hiệu lực đẩy từ mô phỏng số dùng STAR-CCM+ cho hệ VT-CV

Đầu ra từ quá trình mô phỏng cơ hệ VT-CV khi dùng

TẠP CHÍ ISSN: 1859-316X
KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI
JOURNAL OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY

phần mềm STAR-CCM+ là các dãy tín hiệu số theo thời gian thực cho các đại lượng được nghiên cứu: Lực đẩy, mô men. Để đạt được kết quả ổn định, thời gian mô phỏng thường rất dài (khoảng 10-15 ngày/1 chế độ mô phỏng), chúng tôi đã dùng máy tính chuyên dụng có tốc độ cao với số lượng điểm chia rất lớn (thường hàng triệu phần tử hữu hạn). Trong quá trình tính, bước thời gian ban đầu được thiết lập khá lớn dt = 0,2s÷0,3 (s), sau đó được thiết lập nhỏ dần (cho các quá trình quá độ), cuối cùng thiết lập bước thời gian đủ nhỏ để đảm bảo độ chính xác của phép tính khi các chu kỳ đạt sự hội tụ, ổn định. Bước tính cho các chu kỳ ổn định cuối cùng được cài đặt thường nhỏ nhất (dt =0,001s). Dữ liệu cuối cùng dùng cho nghiên cứu phải là tín hiệu ổn định, hội tụ.

Ví dụ, trên Hình 1 biểu diễn mô ment M(t) và lực đẩy ThR(t) thu được từ mô phỏng trên STAR-CCM+ cho hệ VT-CV của MV. Fortune Navigator (FN, VOSCO) ở thí nghiệm số 5, với dữ liệu đầu vào đưa ra trong Bảng 2 phía dưới.



Hình 1. Mô men M và lực đẩy T từ mô phỏng trên phần mềm STAR-CCM+

Trên Hình 1 ta thấy tại thời điểm: t=126s kết quả hiển thị của lực đẩy ThR(t) vẫn trong thời kỳ quá độ, chưa được ổn định.

Lực đẩy trong một chu kỳ công tác của chân vịt với số cánh Z_p, với trường hợp MV. FN: Z_p=4 thường có 4 cực đại và 4 cực tiểu. Do đó, tín hiệu thô từ mô phỏng cần chọn đoạn đã ổn định, ví dụ từ thời gian 128÷130 (s). Sau khi chọn được dải tín hiệu có thể xem là ổn định, cần trích lại mẫu với cùng bước thời gian dt (vì thực tế trong nhiều trường hợp các bước thời gian trích mẫu khác nhau do phần mềm STAR-CCM+ tự động lựa chọn để có được kết quả ổn định nhất).

Để xử lý tín hiệu số (rời rạc) từ thời gian thực sang miền tần số Fourie, dãy tín hiệu số phải được trích NFFT mẫu theo bước thời gian không đổi, còn khi dùng phép biến FFT thì số mẫu được trích thường là bội số của 2 (NFFT = 2^k, ví dụ k = 9).

Giả sử bước thời gian dt (m) = q.dt_{min}, q =1, 2…, ở đó dt_{min}=0,001s là bước nhỏ nhất được dùng cho đoạn cuối khi tín hiệu đã ổn định. Tại hai thời điểm trích mẫu m và (m+1) giá trị lực đẩy được ký hiệu T(m) và T(m+1). Thay đổi lực đẩy dT =T(m+1)-T(m) được chia đều thành q đoạn theo quy luật tuyến tính:

$$T(m+i)=T(m)+i.dT_1(m);dT_1(m)=dT/q;\quad dT(m)=T(m+1)-T(m);i=1...q \tag{1}$$

Sau bước xử lý trên cho ta kết quả là dãy tín hiệu điều hòa ổn định chứa một số chu kỳ của lực đẩy T(t), với bước thời gian dt =0,001s. Khi mô phỏng cho vận tốc quay của trục chân vịt n_p (v/ph), thì một vòng quay sẽ được trích N_{1c} mẫu tính theo công thức (2), và một đoạn có N_s =N_c. N_{1c} mẫu, với N_c - Số chu kỳ được trích mẫu N_c =3 hoặc N_c =4.

$$N_{1c}=[60000/n_p](samples);N_s=N_c.N_{1c} \tag{2}$$

Trong đó: [ ] -Phần nguyên của số được làm tròn.

Một chu kỳ dữ liệu có số mẫu N_{1c} tính theo công thức (2) thường khác NFFT =2^k. Phép biến đổi Fourie nhanh (FFT) nhằm thu được biên độ và pha của các thành phần điều hòa của tín hiệu lực đẩy được tính theo một trong hai cách tổ chức sau: (a) khi N_c < NFFT và gần bằng 2^k, thêm vào dãy số ban đầu N_c với các số hạng mới đều có giá trị bằng 0 để đạt dãy số mới có 2^k mẫu. Nếu N_c lớn hơn không nhiều 2^k, khi đó lượng số hạng bổ sung (giá trị 0) để có dãy mới $2^{(k+1)}$ là rất lớn; (b) trích mẫu lại theo phương pháp gần đúng "spline" và sử dụng mô đun có sẵn trong LabView để xây dựng phần mềm con xử lý tín hiệu. Trong bài báo này chúng tôi sử dụng phương pháp (b), áp dụng cho các dãy tín hiệu ban đầu có số mẫu bất kỳ so với số mẫu đích NFFT=2^k dùng để tính FFT sau này.

Véc tơ giá trị lực đẩy trung bình cho một chu kỳ từ N_c chu kỳ đã được trích mẫu lại với số mẫu N_{RS} =2^k, ví dụ N_{RS} =512 mẫu:

$$X_T(i)=\frac{1}{N_c}\sum_{i=1}^{512}T_{RS}(i); \tag{3}$$

Xử lý tín hiệu trung bình đã lọc nhiễu trong miền tần số bằng FFT, được lập trình code (trong LabView/ MatLab) với câu lệnh FFT(X_T) rất thuận tiện và nhanh chóng, và kết quả được thể hiện trong công thức (4) và (5).

$$\mathbf{FFT}(X_T) => \{\mathbf{T}_m, \mathbf{AT}_1, \mathbf{AT}_2,...; \mathbf{PhT}_1, \mathbf{PhT}_2,...\} \tag{4}$$

Hay:

$$\mathbf{T(t)} = \mathbf{T_m} + \sum_{k=1}^{M_p}\mathbf{AT}_k\sin(k\,\omega t+\zeta_k) \tag{5.1}$$

$$\mathbf{T(t)} = \mathbf{T_m} + \mathbf{AT}_1\sin(\omega t+\zeta_1) + \mathbf{T}_{Zp}\sin(Z_p\,\omega t+\zeta_{Zp}) + \mathbf{AT}_{2.Zp}\sin(2Z_p\,\omega t+\zeta_{2Zp}) \tag{5.2}$$

Trong đó: ω, Zp - Vận tốc góc, số cánh của chân vịt; T_m- Giá trị trung bình của lực đẩy; AT, ζ - Biên độ và pha của các điều hòa.

Trong (5.1) biểu diễn tín hiệu theo tất cả các điều hòa từ 1 đến M_p (số điều hòa được nghiên cứu), còn trong (5.2) - Theo các điều hòa có ý nghĩa thực tế trong nghiên cứu: k=1, Z_p, $2Z_p$ …

Thuật giải quá trình xử lý tín hiệu số với đầu vào là dãy số lực đẩy T=[T(1)...T(N)] (kết quả từ mô phỏng trên STAR-CCM+) để thu được đặc tính tín hiệu trong miền tần số (qua FFT) như đã nêu trên.

Bước 1. Nhập (đọc) dữ liệu đầu vào từ file đã lưu trữ kết quả mô phỏng lực đẩy bằng STAR-CCM+.

Bước 2. Chọn đoạn dữ liệu ổn định từ dữ liệu đầu vào với độ dài sao cho chứa ít nhất N_c=3 chu kỳ (vòng quay) làm việc của chân vịt. Trích mẫu lại đoạn dữ liệu ổn định với bước thời gian dt =0,001s theo công thức (1).

Bước 3. Xác định số mẫu trong một chu kỳ N_{1c} và tổng số mẫu N_s sẽ trích cho N_c chu kỳ (theo công thức (2)). Xác định véc tơ lực đẩy trung bình của chân vịt theo 1 chu kỳ trong thời gian thực.

Bước 4. Trích mẫu lại tín hiệu lực đẩy trung bình T từ số mẫu N_{1c} sang số mẫu chuẩn NFFT =2^k .

Xử lý FFT cho tín hiệu lực đẩy đã được trích mẫu lại NFFT với 1 chu kỳ quay của chân vịt. Lưu lại kết quả xử lý của tín hiệu lực đẩy trong miền tần số.

Đặc điểm trong lập trình code xây dựng mô-đun (VI) xử lý tín hiệu trên LabView.

Lập trình trên LabView có ưu điểm: Triển khai dễ và trực quan khi sử dụng các thư viện đồ họa được xây dựng trong LabView, sử dụng tích hợp các lệnh tương tự viết trong m.file của MatLab để tích hợp trong MathScript trong LabView. Xây dựng mô-đun trên giao diện chính (Front Panel, FP) cũng như trong giao diện lập trình (Block Diagram, BD). Trên FP thiết kế các biểu tượng (Icon) để điều khiển quá trình mô phỏng và hiển thị kết quả. Trong BD thiết lập toàn bộ code để thực hiện thuật toán xử lý với dữ liệu đầu vào có thể từ FP hoặc nhập bằng code trong BD (nhập dữ liệu được gán từ người lập trình; đọc dữ liệu đầu vào từ files đã lưu trữ; đọc dữ liệu trực tiếp đo đạc, thu thập được). Kết quả xử lý trong BD có thể được hiển thị trên FP, cũng như lưu lại trong files dữ liệu theo code độc lập (định dạng với dạng dữ liệu tương ứng *.tdms, *.lvm, *.tdm).

Trong bài toán xử lý tín hiệu lực đẩy được mô phỏng bằng CCM+, tín hiệu vào khá lớn cho một chế độ (khoảng 5000 mẫu) và lưu lại trong định dạng *.csv. Việc đọc dữ liệu thực hiện bằng một chương trình con (subVI) code trong LabView. Với các định dạng thông thường (*.lvm, *.tdm, *.tdms) thì có thể code bằng các subVI được xây dựng trong Express (Input→Read From File) hoặc programming → File I/O (Read Meas File). Tuy nhiên, CCM+ lưu lại dữ liệu dưới dạng *.csv, không thể đọc dữ liệu đã lưu lại bằng phương các pháp trên, mà ta phải can thiệp vào lập trình code bậc cao. Các tác giả đã code để tạo một subVI đọc *.csv từ đường dẫn (trong BD): programming → File I/O→ Read Delimited Spread Sheet.vi.

Code trong BD được các tác giả sử dụng MathScript để viết các câu lệnh (tương tự trong m.file) và thường xử lý tín hiệu dưới dạng véc tơ và ma trận, do vậy câu lệnh ngắn và dễ viết, dễ kiểm tra phát hiện lỗi.

Kết quả xử lý được hiển thị theo đặc điểm của dữ liệu: Số, text, ma trận có thể hiển thị giá trị tương ứng, đặc biệt dưới dạng rất trực quan là bảng và đồ thị. Ưu điểm đặc biệt là lưu trữ dữ liệu trong Excel dưới dạng bảng tính với định dạng *.tdms được các tác giả sử dụng trong nhiệm vụ tương ứng. Một số kết quả được thể hiện trên Hình 2 và Hình 3.

Trong MathScripts sử dụng một số câu lệnh:

- Xác định số mẫu cho một chu kỳ (2):

N_{1c} =**round**(6E4/n);

- Trích mẫu lại cho dãy tín hiệu T chu kỳ có N_{1c} mẫu, để được dãy tín hiệu hai có NFFT = 512 mẫu, ta tạo hai dãy biến số x_1 và x_2 và theo câu lệnh:

dx_1=1/N_{1c};dx_2=1/512;

x_1=1:N_{1c}; x_1=x_1*dx_1;x_2=1:512;x_2=x_2*dx_2;

T_2=**interpolate1d**(x_1,T,x_2,'**spline**');

- Biến đổi FFT cho véc tơ T_2 đã trích mẫu lại, thu được giá trị biên độ (R) và pha (ph) của các điều hòa số phức (z) bằng lệnh tương ứng:

R=**abs**(z); ph=**angle**(z)

2.2. Xử lý tín hiệu lực đẩy chân vịt MV. FN

MV.FN là tàu container của VOSCO được lựa chọn là đối tượng nghiên cứu của bài báo.

Tàu MV. FN được trang bị 01 động cơ chính ký hiệu 8L35MC do hãng MAN B&W chế tạo, lai trực tiếp 01 hệ trục chân vịt. Máy chính có công suất 4.647kW (liên tục lớn nhất, maximal continous Output, M.C.O), tại vòng quay định mức 210v/ph. Chân vịt có 4 cánh (Z_p =4) [5].

Một số thông số kỹ thuật của hệ động lực chính của MV.FN tại các chế độ thử tàu đường dài được thể hiện tại Bảng 1 dưới đây [5].

TẠP CHÍ ISSN: 1859-316X
KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI
JOURNAL OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY

Bảng 1. Kết quả thử đường dài MV. FN

Tải ME Load Index	Tốc độ tàu	Vòng quay ME (CV)	Công suất ME, CV
%	hl/h	v/ph	kW
50	13,33	167,2	2.491
75	15,22	191,1	3.478
90	16,02	203,3	4.196
100	16,39	209,8	4.681
Ngày thử: 27 tháng 5 năm 1998 tại Nhật Bản **Điều kiện thử tàu** Điều kiện tàu: Mớn nước (m): Mũi 3.538 Lái:5.349 TB: 4.444 Điều kiện biển: Sóng yên, biển lặng.			

Nghiên cứu số liệu khai thác thực tế hệ động lực chính của MV.FN trong giai đoạn 2014-2020, các tác giả nhận thấy: Hiện nay tàu thường hoạt động với vòng quay động cơ (cũng bằng vận tốc chân vịt) khoảng 173,5v/ph, hay: n_t% = 82,5 (M.C.R), tải LI%=56,4 khi tàu có tải hàng (Load Cargo Index) đầy: LCI%=100, tương ứng với mớn nước trung bình khoảng D_m=7,0÷8,0 (m). Chế độ tàu chạy không hàng (ballast) hoặc ít hàng tại mớn nước trung bình D_m=4,0÷5,7 (m).

Bảng 2. Một số thông số đầu vào cho mô phỏng trên STAR-CCM+ ở chế độ n=173,2v/ph

№	D_{mui}(m)	D_{lai}(m)	D_m(m)	V(hl/h)	n(v/p)
1	7,16	8,00	7,58	11,4	173,20
2	7,52	8,52	8,02	10,8	173,20
3	7,60	7,95	7,78	11,4	173,20
4	6,48	7,10	6,79	11,2	173,20
5	7,45	7,75	7,60	11,5	173,20

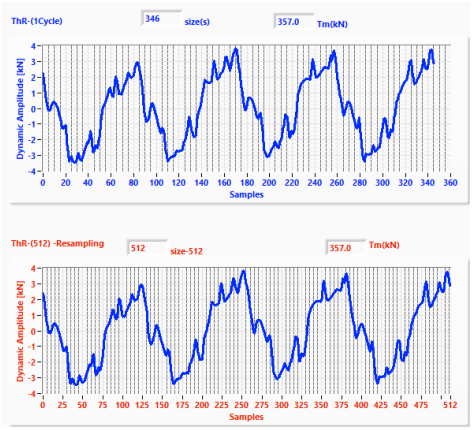
Trên cơ sở đó, chúng tôi đã mô phỏng bằng phần mềm STAR-CCM+ tại 44 chế độ khác nhau, với mớn nước trung bình D_m từ ballast đến toàn tải hàng (LCI =100%).

Trong bài báo này, các tác giả xin trình bày về một số thử nghiệm số theo chế độ thử đường dài và bổ sung thêm các chế độ khác tại n=173,2v/ph.

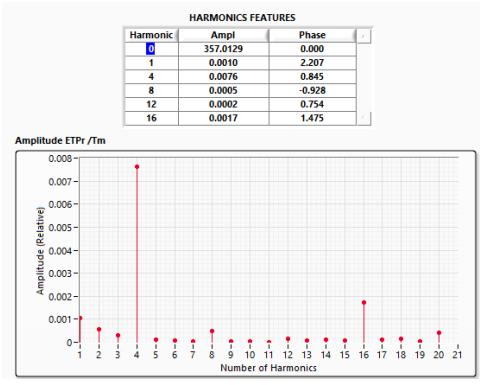
Hình 2 giới thiệu kết quả: Trích mẫu lại tín hiệu lực đẩy theo số mẫu N1c cho một chu kỳ (vòng quay) chân vịt và trích mẫu theo NFFT =512.

Hình 3 - Kết quả của biến đổi FFT cho tín hiệu T(t) trong miền tần số, thí nghiệm 5 (Bảng 2).

Tại Bảng 3 chỉ ra kết quả tính CFD với mớn nước (m) [D_{mui} D_{lai} D_{tb}] = [3,35 3,54 4,44] sai lệch δ% <12,4 so với kết quả Sea-Trials trong điều kiện thử tàu đường dài ở tất cả các chế độ. Mô men trung bình được tính theo thuật toán tương tự như tính lực đẩy trung bình cho một chu kỳ ổn định.



Hình 2. Lực đẩy động thời gian thực trích mẫu theo vòng quay 173,2v/p (345 mẫu) và 512 mẫu



Hình 3. Kết quả biến đổi FFT cho lực đẩy (tương ứng trên Hình 2) - mô phỏng số 5 với D_m =7,45m; D_{lai} =7,45m; V=11,5knot; n=173,2v/ph.

Bảng 3. Kết quả đánh giá sai số từ mô phỏng số và thử nghiệm đường dài cho MV.FN

LI%	CCM+			Sea-Trials	Sai số CS
	M	ω	CS_{SI}	CS_{ST}	δ%(SI,ST)
50	124,7	17,51	2.184	2491	12,38
75	156,7	20,01	3.137	3478	9,81
90	179,8	21,29	3.829	4196	8,75
100	195,5	21,97	4295	4681	8,25
M[kNm]; ω[rad/s]; CS[kW]=Mω; δ%=100.(CS_{SI}-CS_{ST})/CS_{SI}					

Trên Bảng 4 là kết quả tính các thông số cơ bản: Lực cản trung bình T_m(kN); biên độ tương đối TAH (tỉ số của biên độ tuyệt đối và lực đẩy trung bình); của điều hòa thứ k, k=1 và k= 4, 8, 12 (là bội của số cánh chân vịt Z_p= 4), của 5 thí nghiệm (Bảng 2).

3. Phân tích kết quả và thảo luận

Độ tin cậy của phương pháp CFD trên cơ sở sử dụng phần mềm chuyên dụng STAR-CCM+ của hãng SIEMENS cung cấp đã được thế giới sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu, cũng như tại Trường Đại học Hàng hải Việt Nam một số nhà khoa học đã sử dụng và có các công bố khoa học [1÷3].

Độ tin cậy của mô hình lưới phần tử hữu hạn xây dựng cho MV.FN được các tác giả kiểm chứng qua việc so sánh giữa số liệu mô phỏng với số liệu thử nghiệm đường dài. Tại Bảng 3 chỉ ra độ lệch δ%<12,4 giữa kết quả tính toán công suất và kết quả theo Sea-Trials trong điều kiện thử tàu đường dài (thực nghiệm) ở tất cả các chế độ. Độ sai lệch trên phù hợp và cho phép triển khai mô phỏng với mô hình được xây dựng tại các chế độ khác nhau.

Phương pháp nghiên cứu, tính FFT cho lực đẩy thu được dưới dạng thời gian thực được trích mẫu lại (resampling) hai lần: Đúng theo vận tốc quay của chân vịt (lần 1) và theo số mẫu NFFT =2^k cho độ chính xác tuyệt đối (nếu bỏ qua sai số làm tròn số trong tính toán). Kết quả tính FFT phù hợp trong thực tế xử lý nhiễu bằng thuật toán xử lý nhiễu ngẫu nhiên: Lấy trung bình của N_c chu kỳ (dãy tín hiệu) và bản thân phép toán FFT chỉ chọn lấy những tần số bậc thấp.

Bảng 4. Kết quả xử lý FFT cho lực đẩy tại 5 chế độ mô phỏng (Bảng 3, n=173,2 v/ph) và mớn nước khác nhau

№	T_m	TAH1	TAH4	TAH8	TAH12
	kN	% T_m	% T_m	% T_m	% T_m
1	348	0,00	0,36	0,02	0,02
2	348	0,04	0,12	0,04	0,01
3	356	0,10	0,70	0,15	0,04
4	333	0,05	0,71	0,05	0,03
5	357	0,10	0,76	0,05	0,02

Trong bài toán tính dao động dọc cưỡng bức, ngoại lực sinh ra dao động xoắn dọc trục cần quan tâm là các điều hòa đầu tiên và một số m điều hòa đầu tiên là bội số của số cánh chân vịt Z_p, m=1÷3, tuy nhiên nên quan tâm nhất khi m=1, vì biên độ lực dọc trục thường lớn nhất (Bảng 4).

4. Kết luận

Bài báo đưa ra phương pháp, thuật toán và một số lưu ý khi xử lý tín hiệu lực đẩy chân vịt thu được từ mô phỏng CFD để thu được số liệu tin cậy: Lực đẩy trung bình và các thành phần điều hòa của nó ở các chế độ mớn nước khác nhau, phục vụ cho bài toán tính lực cản vỏ tàu, các đặc tính chân vịt, lựa chọn chế độ khai thác của hệ động lực cũng như cho tính dao động dọc của hệ trục chính.

Trích mẫu lại tín hiệu lực đẩy ổn định trong thời gian thực hai lần theo vòng quay chân vịt và theo NFFT để đảm bảo độ chính xác của phép tính FFT. Thuật toán được triển khai thuận tiện trên LabView cùng với ứng dụng của MathScripts. Phương pháp, thuật toán và lập trình trên LabView có ý nghĩa ứng dụng trong xử lý tín hiệu số với số mẫu cần xác định chính xác (cho giám sát, chẩn đoán bằng dao động).

Tại chế độ khai thác với vòng quay chân vịt n=173,2v/ph, (ω=18,1rad/s) kết quả mô phỏng trên MV. FN với mức mớn nước khác nhau D_m=6,8÷8,02 (m) cho ta biên độ dao động của điều hòa bậc 1 theo số cánh chân vịt (k=4ω) là lớn nhất, nằm trong dải 0,12%÷0,76% lực đẩy trung bình chân vịt tại các chế độ hoạt động của tàu trong điều kiện tàu khai thác bình thường (sóng yên biển lặng, tàu chạy biển,...).

Kết quả từ mô phỏng và xử lý tín hiệu lực đẩy cho ta thấy được tính chất thủy động học tương tác giữa vỏ tàu, chân vịt phụ thuộc vào mớn nước trung bình và độ chúi (TRIM) của tàu. Một số nghiên cứu sâu hơn về mô hình hồi quy trong xử lý kết quả mô phỏng lực đẩy và mô men chân vịt sẽ được trình bày trong công trình nghiên cứu tiếp theo.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: **DT21-22.109**.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] ABS (*2018*). Guidance Notes on Ship Vibration.

[2] Luu, D.D., et al., *Numerical Study on the Influence of Longitudinal Position of Centre of Buoyancy on Ship Resistance Using RANSE Method*. Naval Engineers Journal, Vol.132 (4): pp.151-160, 2020.

[3] Siemens, STAR-CCM+ User Guide, 2020.

[4] Trần Ngọc Tú và cộng sự. *Nghiên cứu ảnh hưởng của hoành độ tâm nổi đến lực cản tàu hàng rời 22000DWT bằng phương pháp CFD*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, Số 69 (01/2022), Tr.51-56, 2022.

[5] VOSCO (Phòng Kỹ thuật). Hồ sơ kỹ thuật phần vỏ và máy tàu MV. Fortuner Navigator.

[6] VOSCO (Phòng Kỹ thuật). Kết quả thử đường dài MV. Fortuner Navigator, 1998.

Ngày nhận bài: 10/03/2022
Ngày nhận bản sửa: 23/03/2022
Ngày duyệt đăng: 06/04/2022