

Kiểm soát dao động thân tàu khi thử tàu theo tiêu chí đáp ứng dao động

- Lê Đình Tuấn
- Trần Hải

Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 30 tháng 10 năm 2015, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 10 tháng 11 năm 2015)

TÓM TẮT

Dao động tàu là một vấn đề lớn ảnh hưởng trực tiếp đến toàn bộ con tàu trong quá trình khai thác, vận hành. Trong công nghiệp tàu thủy, sự rung động của con tàu khi vận hành do rất nhiều yếu tố khác nhau tạo nên. Nó bao gồm dao động của máy chính, dao động của chân vịt, của các máy phụ, các ổ đỡ, hệ thống thông gió... và rất nhiều các thiết bị hoạt động khác. Quá trình dao động ảnh hưởng đến độ bền của các kết cấu, tác động lên toàn bộ thân tàu và hoạt động sinh hoạt của con người trên tàu. Chính vì vậy, việc kiểm soát và nắm bắt một cách chính xác cũng như hạn chế tối đa rung động trên tàu là điều rất khó khăn và trở nên cấp thiết cho các nhà máy đóng tàu hiện nay. Bên cạnh đó, quá trình đo đạc mức dao động lớn nhất của tàu đã được các tổ chức đăng

kiểm quy định một cách nghiêm ngặt trước khi đưa tàu vào khai thác.

Ở Việt Nam, việc đi sâu vào tính toán, phân tích nguyên nhân và đưa ra những dự báo về dao động cho tàu vẫn còn nhiều hạn chế. Vì vậy, chưa đánh giá đúng về dao động và giải quyết nó một cách khoa học. Sau khi con tàu đã được đóng hoàn chỉnh, chúng ta phải mất rất nhiều thời gian và tiền bạc để khắc phục hoặc thay thế để phù hợp với tiêu chuẩn dao động được quy định nghiêm ngặt từ các tổ chức đăng kiểm. Việc nghiên cứu để lập ra một qui trình thử dao động tàu đồng thời đo đạc, xử lý các số liệu, phân tích dao động để đưa ra các dự báo và khắc phục dao động là một nhu cầu có thực tại các nhà máy. Đó cũng là nội dung chính của nghiên cứu này.

Từ khóa: dao động tàu thủy, tiêu chuẩn đáp ứng dao động.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Cùng với việc tăng kích cỡ và tốc độ của tàu thủy, dao động tàu thủy trở nên vấn đề lớn trong thiết kế và đóng mới tàu thủy. Dao động quá mức làm hạn chế sự tiện nghi và sinh hoạt cho khách và thuyền viên. Ngoài những ảnh hưởng không mong muốn cho con người, dao động tàu quá mức có thể dẫn đến phá hủy môi cho các chi tiết kết cấu cục bộ hoặc làm sai lệch vận hành máy móc và thiết bị. Nghiên cứu dao động tàu thủy từ

tính toán mô phỏng đến đo đạc thực nghiệm cùng với các hướng dẫn về dao động tàu của các tổ chức đăng kiểm nhằm giúp cho nhà máy đóng tàu, nhà thiết kế tàu, chủ tàu các hướng dẫn thực tế khi thiết kế nhằm tránh dao động quá mức cho tàu ngay giai đoạn đầu thiết kế. Nếu theo sát cách thức được hướng dẫn với khả năng phán đoán tốt và sâu sắc ở giai đoạn thiết kế ban đầu thì các biện pháp đối phó ngặt nghèo hay công tác sửa sai ở

các giai đoạn thiết kế tiếp theo hoàn toàn có thể tránh được.

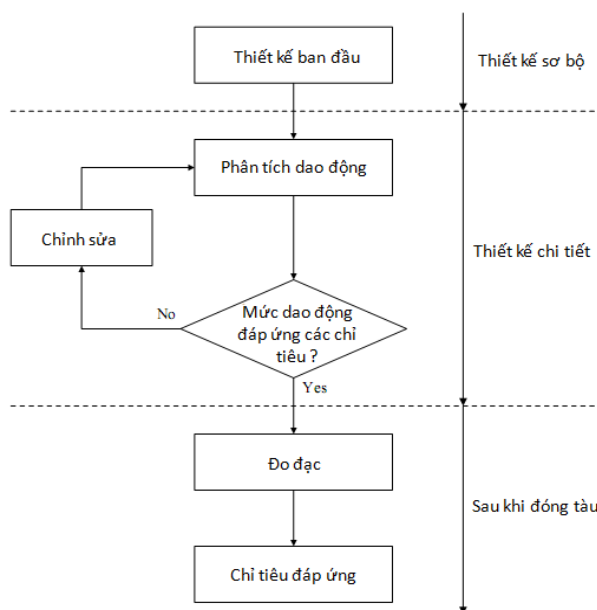
Thủ tục phân tích dao động tàu dựa trên việc phân tích mô hình phần tử hữu hạn để dự đoán đáp ứng dao động của con tàu và đánh giá thiết kế ở giai đoạn thiết kế chi tiết. Thủ tục phân tích dao động này có thể tìm thấy ở hầu hết trong các hướng dẫn phân tích ở các đăng kiểm khác nhau trên thế giới (ABS, DNV,...). Trong khi đó, quy trình đo dao động tàu khi thử tàu và đối chiếu với các tiêu chuẩn đáp ứng về giới hạn dao động dựa vào các tiêu chuẩn quốc tế (ISO/DIS 2631/4, BS 6841, ISO 2631, ISO 6954, ISO 10816, ISO 1970,...) cũng được đề cập. Nghiên cứu này tập trung vào việc hình thành quy trình đo dao động tàu và đánh giá kết quả trên tàu 6800 tấn ký hiệu H181/105-01 đóng tại Saigon Shipmarin.

2. DAO ĐỘNG TÀU

Nhìn chung việc tính toán, thiết kế và đo dao động tàu thủy do máy chính và chân vịt liên quan

đến các chủ đề chính sau: thiết kế ban đầu, phân tích dao động (tính mô phỏng), đo dao động, các tiêu chuẩn đáp ứng. Chi tiết hai nội dung đầu có thể tìm thấy trong [1, 3, 4] và không đề cập ở đây. Để đánh giá tính năng dao động tàu, các mức độ dao động thực thụ tại các vị trí trọng yếu được đo đạc và đánh giá trong suốt quá trình thử tàu [2]. Công việc này bao gồm các thủ tục đo dao động liên quan đến thiết bị đo, các điều kiện đo và các vị trí đo, xử lý số liệu và báo cáo đo đạc. Sơ đồ đánh giá tổng quá dao động tàu thủy tổng quát được trình bày trên Hình 1.

Tiếp theo đối chiếu kết quả đo này với các tiêu chí đáp ứng về giới hạn dao động cho sự dễ chịu và sinh hoạt đối với con người, các kết cấu cục bộ và máy móc theo các tiêu chuẩn quốc tế. Hình 2 là ví dụ tiêu biểu trong kiểm soát dao động bằng tiêu chuẩn, ISO 6954 - Tiêu chuẩn kiểm soát mức dao động áp dụng cho thủy thủ đoàn và hành khách do dao động cơ học [1].



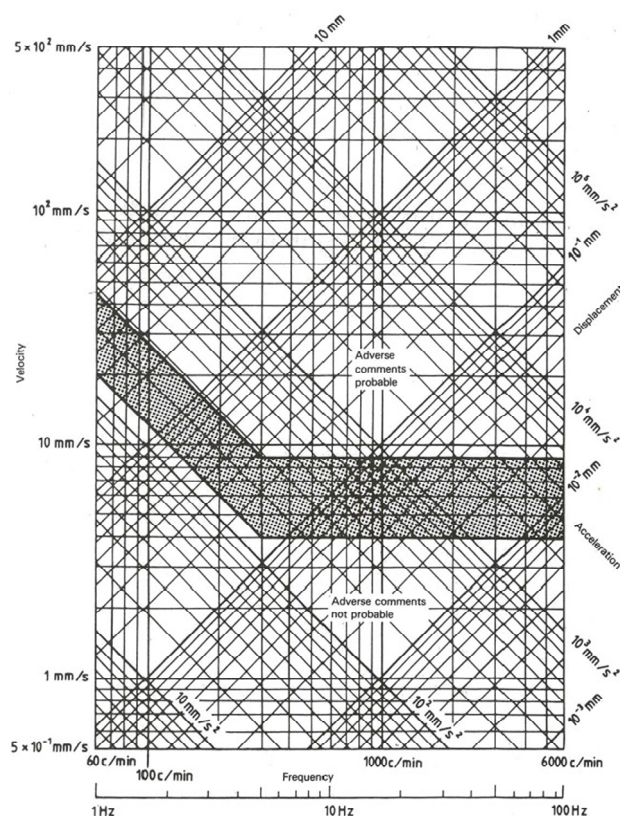
Hình 1. Sơ đồ tổng quát đánh giá dao động tàu thủy

Thiết bị đo dao động và các quy trình đánh giá đối với dao động của thân tàu và kết cấu hỗ trợ, kết cấu cục bộ, máy đẩy chính và hệ trục, các máy móc khác và thiết bị là các nội dung cần lưu ý trong đo dao động tàu thủy. Thủ tục đo ghi dao động, xử lý và hiển thị dữ liệu trong khi thử tàu dựa theo ISO 4867-1984 (Code for the measurement and reporting of shipboard vibration data) và SNAME T&R No. 2-29 [1, 2]. Các thủ tục này có thể áp dụng cho cả tàu có hệ thống động lực turbine và diesel ở mọi kích cỡ tàu. Yêu cầu về đo lường được xác định phù hợp với đặc trưng tàu hoặc các yêu cầu đặc trưng đòi hỏi trong đo lường.

2.1. Thiết bị đo dao động

2.1.1 Yêu cầu chung

Đo dao động tàu thủy thường được thực hiện nhờ vào thiết bị đo điện tử với việc đo ghi liên tục. Việc ghi nhận dữ liệu có thể thực hiện bằng băng từ, giấy đo dạng trống quay hoặc ở dạng số hóa. Hiển thị trực tiếp trên giấy in ra trong quá trình thử tàu giúp đánh giá tức thời tình trạng dao động hiện tại. Đo đạc có thể thực hiện với đại lượng đo gia tốc, vận tốc hay chuyển vị theo thời gian hay theo tần số (phổ thời gian, phổ tần số) đa phần kèm thêm các bộ tích phân, phân tích nhanh Fourier (FFT). Phần lớn các thiết bị đo và phân tích dao động đều được trang bị và tích hợp các công cụ trên [5, 6].



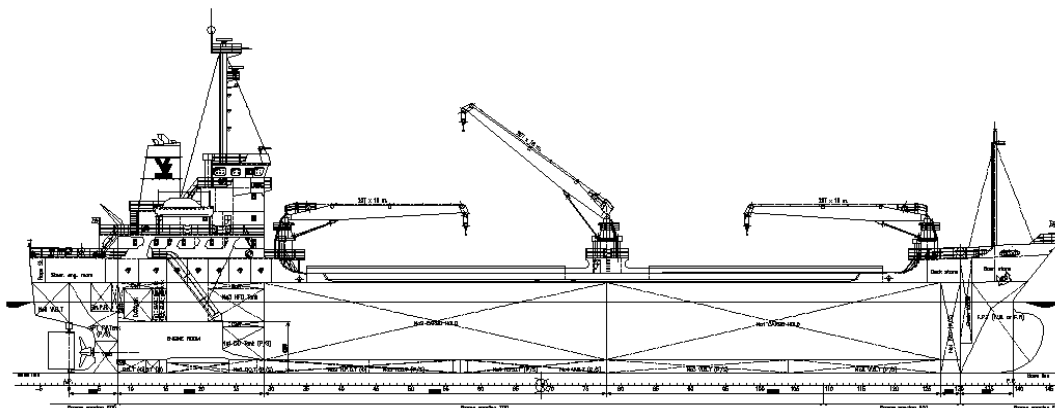
Hình 2. Tiêu chuẩn kiểm soát mức dao động áp dụng cho thủy thủ đoàn và hành khách do dao động cơ học, ISO 6954

2.1.2 Hiệu chuẩn

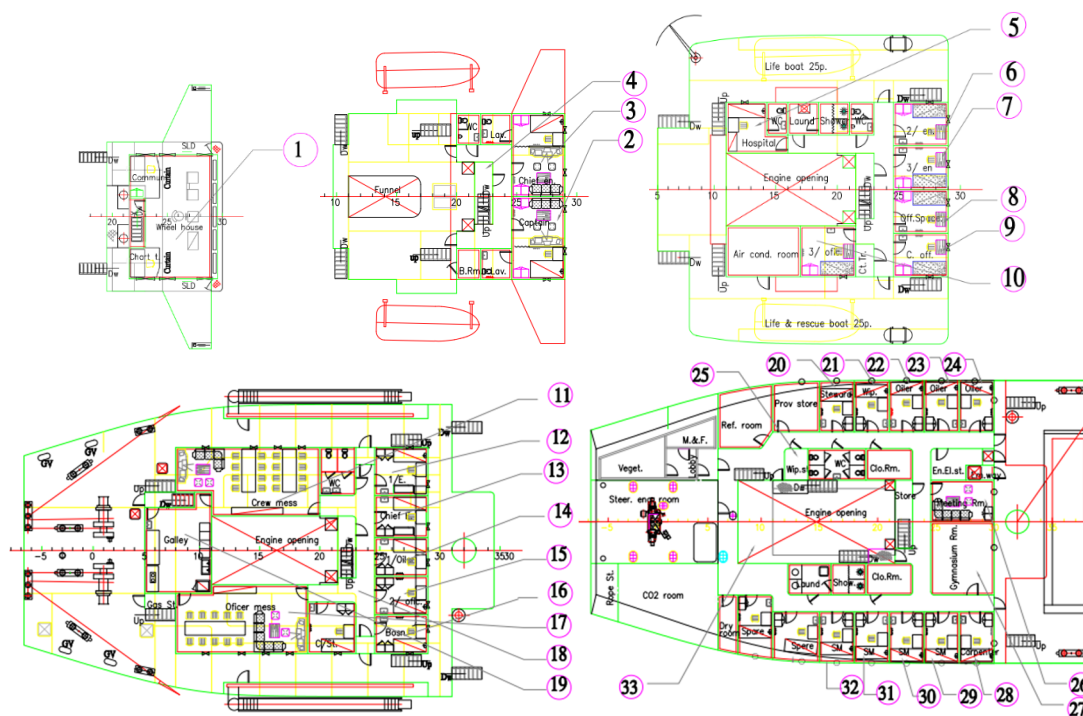
Toàn bộ thiết bị đo cần được hiệu chuẩn hoặc có chứng chỉ hiệu chuẩn phù hợp (qui định dưới 2 năm) do hãng bán thiết bị cung cấp hay được cấp lại bởi các phòng thí nghiệm uy tín. Các thủ tục hiệu chuẩn cũng được quy định chặt chẽ theo yêu cầu của tổ chức đăng kiểm.

2.1.3 Đặc tính máy đo sử dụng

Việc thu thập dữ liệu được thực hiện trên thiết bị đo dao động chuyên dùng PCD-300B (Kyowa) với 4 kênh sử dụng cảm biến gia tốc kiểu loại AS-2GB, miền đo 0÷20 m/s², độ nhạy 605 μ V/V. Dữ liệu thu được dưới dạng phổ gia tốc theo thời gian. Gia tốc này lần lượt được tích phân và phân tích phổ tần số và được sử dụng là đầu vào cho việc đánh giá rung động về sau.



Hình 3. Bố trí chung của tàu hàng H181/105-01



Hình 4. Vị trí các điểm đo

2.2. Điểm đo

Việc đo dao động tàu thủy được thực hiện trên tàu biển chở hàng rời H181/105-01 do Công ty Saigon Shipmarin thực hiện có các thông số chính như sau: chiều dài toàn bộ $L_{OA} = 102.79$ m, chiều dài hai trụ $L_{pp} = 94.5$ m, bề rộng $B = 17$ m, mớn nước $T = 7.2$ m, lượng chiếm nước 6800 tấn, công suất 3600 HP, tốc độ trục chính 240 vòng/phút. Bố trí chung của tàu cho trên Hình 3. Các điểm đo được đánh số trên Hình 4.

2.3. Tiêu chuẩn đo dao động tàu

Các tiêu chuẩn để đánh giá mức độ dao động chấp nhận được từ các đo đặc dao động khi thử tàu ngày càng hoàn thiện hơn trong những năm gần đây [1, 2]. Vận dụng các tiêu chuẩn quốc tế và các hướng dẫn người ta đưa ra các chuẩn đánh giá mức độ dao động sau:

- i) Giới hạn dao động đối với thủy thủ đoàn và hành khách
- ii) Giới hạn dao động cho các kết cấu cục bộ
- iii) Giới hạn dao động cho máy móc

Giới hạn dao động cho phép thường được định ra trong đặc trưng của tàu. Giới hạn dao động cho phép phải được xác định hợp lý dựa vào đặc trưng tàu và đặc trưng của các nhà đóng tàu. Có nhiều tiêu chuẩn được sử dụng khi kiểm soát dao động tàu: tiêu chuẩn về sinh hoạt của thủy thủ đoàn và thoải mái của hành khách: BS 6841 (1987) và ISO 2631 (1997) [1]; tiêu chuẩn về dao động cơ học cho thủy thủ và hành khách: ISO 6954 (1984) được áp dụng rộng rãi như là tiêu chuẩn đáp ứng đối với thủy thủ đoàn và hành khách và được cho trên Hình 2. Tiêu chuẩn này đánh giá phản ứng (độ nhạy) của con người đối với dao động toàn bộ con tàu [1]; tiêu chuẩn về dao động cơ học cho thủy thủ và hành khách: ISO 6954 (2000) cung cấp cho sinh hoạt thủy thủ đoàn

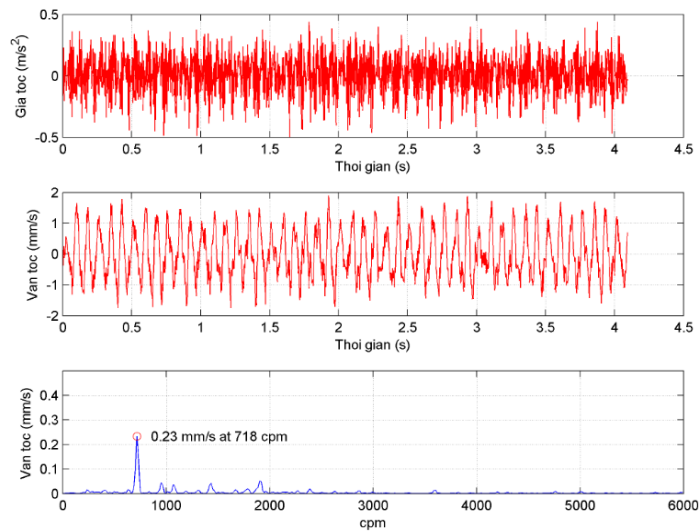
và sự dễ chịu của hành khách theo giá trị căn quân phương trên tần số toàn bộ có trọng số từ 1 đến 80 Hz trong ba vùng khác nhau [1]; giới hạn dao động cho các kết cấu cục bộ, giới hạn dao động cho máy móc: Quy định này được cho bởi ANSI S2.27 (2002) và SNAME T&R 2-29A (2004) [1]. Liệt kê các tiêu chuẩn thường gặp khác có thể tìm thấy trong tài liệu [1].

3. THỰC NGHIỆM

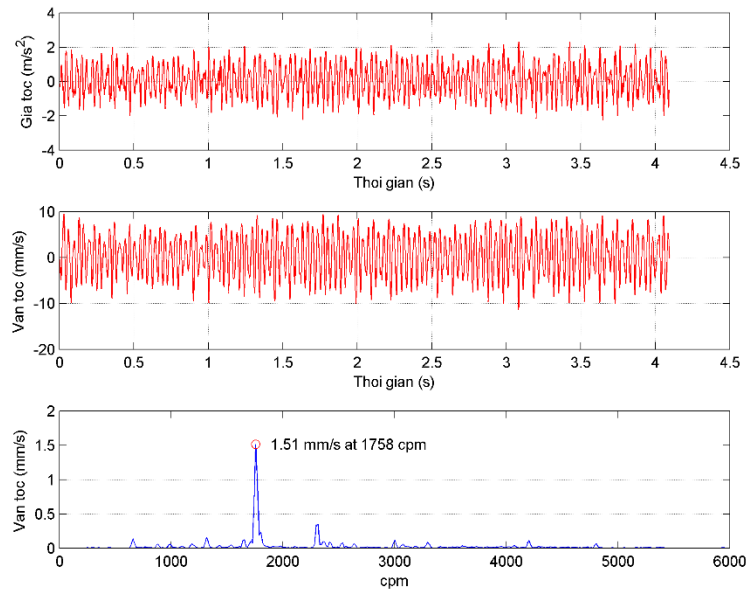
Việc đo được thực hiện tại các điểm chỉ ra trên tàu H181/105-01 và định rõ bằng điểm đo đánh dấu như trên Hình 4. Kết quả đo thực tế là phổ gia tốc theo thời gian. Chúng được tích phân để được phổ thời gian vận tốc sau khi loại bỏ các ảnh hưởng offset (DC) bằng bộ lọc số thông cao. Trong nghiên cứu này dùng bộ lọc Butterworth. Tiến hành phân tích Fourier nhanh (FFT) kết quả trung gian này và trích ra các điểm có biên độ (vận tốc) lớn nhất ứng với tần số của nó. Tiếp theo các kết quả này được lập thành biên bản đo dao động tàu có xác nhận của các bên tham gia như đăng kiểm, chủ tàu và nhà máy đóng tàu. Kết quả này cũng được kiểm tra theo Tiêu chuẩn ISO 2631 hay ISO 6954 để có kết luận cuối cùng cũng được ghi rõ trong Biên bản vừa đề cập trên.

3.1. Kết quả phân tích phổ tần số của vận tốc rung động

Thông số đo ban đầu được cài đặt như sau: tần số lấy mẫu $f_s = 500$ Hz, số mẫu đo $N = 2048$. Kết quả thu được trực tiếp là phổ gia tốc theo thời gian, phổ vận tốc theo thời gian và cuối cùng là phổ tần số của vận tốc như trên Hình 5, 6. Trên phổ gia tốc này ta cũng xác định được giá trị lớn nhất ứng với tần số xác định theo từng điểm đo định trước (Hình 3, 4). Chúng được ghi vào bảng kết quả đo (còn gọi là Biên bản đo dao động, Bảng 1) và được ký xác nhận bởi đăng kiểm, chủ tàu và nhà máy đóng tàu.



Hình 5. Phổ thời gian của gia tốc, vận tốc và phổ tần số của điểm đo số 14



Hình 6. Phổ thời gian của gia tốc, vận tốc và phổ tần số của điểm đo số 33

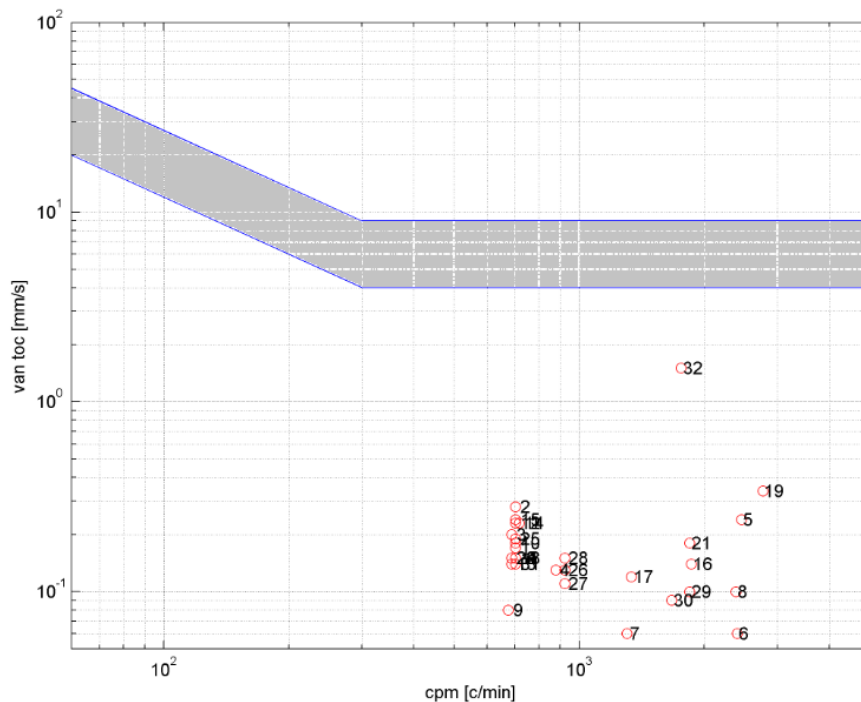
Bảng 1. Giá trị vận tốc lớn nhất xác định theo tần số

Điểm đo	Đánh số	Max	
		CPM	mm/s
<u>Navi.Bri</u>			
- Wheel house	1	703	0.17
<u>B Deck</u>			
- C/Eng. Day room	2	703	0.28
- Capt. Room	3	688	0.20
- Passage	4	879	0.13
<u>A Deck</u>			
- Hospital room	5	2461	0.24
- 2/ Eng	6	2402	0.06
- 2/ Offi.	7	1304	0.06
- 3/Eng	8	2386	0.10
- C/Offi.	9	674	0.08
- 3/ Offi.	10	703	0.18
<u>POOP . DECK</u>			
- Crew's Mess Room	11	703	0.23
- 1/Eng.	12	703	0.23
- 1/Oiler	13	688	0.14
- Bos'n room	14	718	0.23
- Elect.	15	703	0.24
- Officer mess room	16	1860	0.14
- Passage	17	1333	0.12
- Galley	18	703	0.15
<u>UPPER .DECK</u>			
- Steward	19	2769	0.34
- Oiler	20	688	0.15
- Wip	21	1846	0.18
- Oiler	22	688	0.15
- Oiler	23	688	0.15
- Gymnasium room	24	688	0.15
- Carpenter room	25	703	0.19
- SM	26	923	0.13
- SM	27	923	0.11
- SM	28	923	0.15
- SM	29	1846	0.10
- Passage	30	1670	0.09
<u>E.R PLATFORM</u>			
- Eng. Control Room	31	703	0.14
- Passage	32	1758	1.51

3.2. Đánh giá

Các kết quả này khi được đối chiếu với các tiêu chuẩn ISO 2631, ISO 6954,... đều cho kết quả thấp hơn nhiều với đáp ứng được yêu cầu. Cụ

thể, khi áp dụng tiêu chuẩn ISO 6954 (1984) là tiêu chuẩn đáp ứng đối với thủy thủ đoàn và hành khách, kết quả đo đặc chỉ ra rằng phản ứng (độ nhạy) của con người đối với dao động toàn bộ con tàu là không đáng kể như trên Hình 7.



Hình 7. Đánh giá dao động tàu theo ISO 9654 (1984)

3. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đo dao động tàu phục vụ cho công tác kiểm định tàu trong giai đoạn thử tàu ngay sau khi đóng mới là công việc vô cùng quan trọng. Nó quyết định việc bàn giao tàu chính thức cho chủ tàu có diễn ra hay không và liệu con tàu có đủ an toàn để vận hành trong tương lai. Trước đây, công việc này thường được các nhà máy thuê các chuyên gia nước ngoài với tiền thuê thiết bị, xử lý số liệu, báo cáo,...rất cao làm giá thành đóng mới cao cũng như không giải quyết căn cơ việc kiểm soát chất lượng đóng mới con tàu.

Nghiên cứu này bước đầu đưa ra quy trình đo thử rung động tàu, xử lý dữ liệu đo, phân tích và đánh giá theo các tiêu chuẩn được công bố đầy đủ trong các hướng dẫn của đăng kiểm quốc tế. Trên thực tế, quy trình này đã được áp dụng cho hai con tàu với trọng tải 5190 tấn và 6800 tấn được đóng mới tại các nhà máy đóng tàu SSIC và Saigon ShipMarin. Các kết quả đo đạc này được thừa nhận bởi Đăng kiểm của Nga và của Nhật.

On the vibration test of ship hull during the sea trials and the vibration acceptance criteria

- Le Dinh Tuan
- Tran Hai

Ho Chi Minh city University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT

Ship vibration becomes a great concern in the design, construction and operation of the vessels. In shipbuilding industry, excessive ship vibration during operation can occur by several excitation sources. In general, these major sources are the low-speed diesel main engine, the propeller, the auxiliary machinery, the supports, the HVAC...and ones during operation. Excessive ship vibration is to be avoided for ship strength, passenger comfort and crew habitability. Hence, to follow vibration control procedures both in design stage and testing stage with insight and good judgment is quite essential for the shipyards. Besides, the control of maximum vibration levels of ships must be strictly approved by main

classification societies before their first operation.

In Vietnam, ship vibration analysis is rarely aimed at the confirmation of the many design considerations. As the result, the evaluation and the solution on ship vibration are not well mentioned at most new-building ships. Without this mention, ultimately serious problems, involving great cost in correction efforts, may not be avoided. This research aims at a ship vibration test procedure including the measurement with data processing and analysis. That serves as a prediction tool to fix the vibration problems at the domestic shipyards.

Key words: ship vibration, vibration acceptance criteria

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. American Bureau of Shipping. Guidance Notes On Ship Vibration, 16855 Northchase Drive Houston, TX 77060 USA, 2006.
- [2]. Trường Đại học Bách Khoa - ĐHQG Tp.HCM. Báo cáo tổng kết đề tài: "Đo đạc, phân tích rung động cho tàu hàng và lập quy trình đo rung động tàu", 2015.
- [3]. J. S. Carlton. Marine Propellers and Propulsion, ButterWorth Heinemann Ltd, 1994.
- [4]. M. Geradin, D. Rixen. Dynamics of Structures, Mc Hill, 2015.
- [5]. Lê Đình Tuấn, Tài liệu giảng dạy "Vibration analysis of rotating equipment", 7/2012.
- [6]. Lê Đình Tuấn, Tài liệu giảng dạy "Dynamic balancing of rotor ", 7/2012.