

**MỘT SỐ GIẢI PHÁP KIỂM SOÁT RUNG ĐỘNG CHO TÀU THỦY
KHI THIẾT KẾ VÀ ĐÓNG MỚI**
SOLUTIONS TO CONTROL VIBRATION OF MARINE VESSEL
DURING DESIGNING AND BUILDING

TRẦN HỒNG HÀ

Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: tranhongha74@gmail.com

Tóm tắt

Ngày nay các con tàu đều có xu hướng tăng về kích thước và tốc độ tàu, do vậy độ rung của con tàu đã trở thành vấn đề lớn khi thiết kế và đóng tàu. Độ rung quá mức phải được giảm để đem lại sự thoải mái cho các thuyền viên khi làm việc trên tàu. Ngoài các ảnh hưởng tiêu cực tới con người, độ rung quá mức có thể dẫn đến hỏng các cấu trúc của tàu hoặc làm cho máy móc và thiết bị bị sự cố. Bài báo đề xuất một số giải pháp để tránh rung động tàu quá mức khi thiết kế tàu. Nếu các quy trình đơn giản được tuân thủ tốt ở giai đoạn thiết kế thì sẽ tránh được việc khắc phục hay sửa chữa ở các giai đoạn tiếp theo khi đóng tàu. Phương pháp phân tích độ rung dựa trên quy trình phân tích phần tử hữu hạn để dự đoán độ rung và đánh giá thiết kế chi tiết ban đầu.

Từ khóa: Độ rung, phần tử hữu hạn, tàu.

Abstract

Today the ships tend to increase in size and speed, so the vibration of the ship has become a big problem when designing and building the ships. Excessive vibration must be reduced to provide comfortable for seafarers. In addition to negative impacts on people, excessive vibration can lead to damage to the structure of the ship or the failure of machinery and equipment. The paper proposes some solutions to avoid excessive ship vibration when designing ships. If simple processes are well adhered in design stage, it will avoid the big repair at the next stage during building the ship. Vibration analysis method based on finite element analysis process to predict vibration and evaluate the original detailed design.

Keywords: Vibration, finite element, ship.

1. Giới thiệu

Một vấn đề không mong muốn khi công nghệ đóng tàu nhanh hơn và nhẹ hơn là tiếng ồn và độ rung ngày càng tăng trong tàu. Để đạt được lợi nhuận khi đóng tàu trong thời gian ngắn hơn mà không ảnh hưởng đến sự thoải mái và an toàn khi làm việc trên tàu của thuyền viên thì việc kiểm soát tiếng ồn và rung động cần được thực hiện ở trên các cấu trúc của tàu. Do cấu trúc tàu phức tạp, việc kiểm soát độ rung chủ động là không hiệu quả và rất tốn kém, còn kiểm soát độ rung thụ động như thêm vật liệu giảm chấn chỉ có hiệu quả ở tần số cao. Khi cấu trúc bị rung cũng có thể bị hư hỏng nghiêm trọng do biến dạng lớn và ứng suất động cao ở tần số rung thấp. Tiếng ồn và độ rung ở tần số thấp cũng là nguyên nhân chính dẫn đến sự khó chịu cho thuyền viên trên tàu. Các phương pháp kiểm soát thay thế được các nhà đóng tàu và kỹ sư tập trung ở dải tần số thấp. Rung động thân tàu có thể được phân loại thành hai loại, rung động toàn bộ và cục bộ. Đối với rung động toàn bộ, các dầm của thân tàu rung lên để đáp ứng với sự kích thích ở các vòng quay nhất định của động cơ chính, chân vịt và máy phụ hoặc sóng biển [1]. Rung cục bộ xảy ra khi chỉ có một phần riêng của cấu trúc thân tàu là cộng hưởng [1, 2]. Cộng hưởng tại chỗ có thể được xử lý bằng cách sửa đổi thành phần cấu trúc hoặc bằng cách thêm thiết bị giảm chấn. Tuy nhiên, biến dạng quá mức của thân tàu có nhiều khả năng sẽ đến từ rung động toàn bộ. Theo truyền thống, các giải pháp thụ động như thêm các vật liệu hấp thụ, thay đổi cấu trúc,... đã được sử dụng để giải quyết độ rung [1] nhưng hiệu suất của những giải pháp bị hạn chế đặc biệt khi rung ở tần số thấp; Hiện nay ở Việt Nam vẫn chưa có một nghiên cứu cụ thể nào về độ rung của tàu khi thiết kế và đóng mới. Do vậy bài báo giới thiệu một số giải pháp giảm rung trên tàu trong các giai đoạn thiết kế và đóng mới tàu đáp ứng với IMO về tiêu chuẩn độ rung động. Trong bài báo tác giả đề xuất hai giải pháp giảm rung khi thiết kế và đóng mới và giảm rung tại nguồn và kiểm soát truyền sóng trong kết cấu của tàu.

2. Các tiêu chuẩn về độ rung

Tiêu chuẩn đánh giá độ rung được chấp nhận khi đo độ rung của tàu trong các thử nghiệm trên biển đã triển khai trong những năm gần đây. Bằng cách kết hợp các tiêu chuẩn quốc tế và trong công nghiệp, các tiêu chuẩn về độ rung được chấp nhận cho các đối tượng sau:

- Giới hạn rung cho thuyền viên;
- Giới hạn rung đối với cấu trúc của tàu;

- Giới hạn rung cho máy móc.

Tiêu chuẩn về độ rung thường được xác định theo thông số kỹ thuật của tàu. Tiêu chuẩn về độ rung thực tế được chấp nhận dựa trên các thông số kỹ thuật của tàu và của nhà sản xuất. Các tiêu chuẩn được chấp trong dải tần số từ 0,5 ÷ 80 (Hz). Tiêu chuẩn bị bệnh do rung động được nêu trong bộ luật giá trị độ rung gây bệnh cho con người ở dải tần số từ 0,1 ÷ 0,5 (Hz).

a. Tiêu chuẩn độ rung cho thuyền viên trên tàu

Trong ISO 6954 (1984) quy định các tiêu chuẩn về độ rung được chấp nhận cho thuyền viên khi làm việc trên tàu được thoải mái và không cảm thấy khó chịu. Tiêu chuẩn ISO 6954 được thể hiện như sau:

- Đối với từng giá trị tần số trong dải từ 1 ÷ 5 (Hz) (theo chiều dọc, hoặc ngang), gia tốc có thể chấp nhận được dưới 126mm/s² và gia tốc có hại là trên 285 mm/s².

- Đối với từng giá trị tần số trong dải từ 5Hz trở lên (theo chiều dọc, ngang hoặc dọc), vận tốc có thể chấp nhận dưới 4mm/s và vận tốc có hại là trên 9 mm/s.

Tiêu chuẩn về độ rung động của tàu coi như một điều hòa đơn giản (tức là, định kỳ tại một tần số duy nhất). Các tiêu chuẩn được áp dụng dễ dàng cho việc đánh giá khi phân tích độ rung. Tuy nhiên, sự rung động của tàu trên biển là ngẫu nhiên (nó bao gồm tất cả các tần số thay vì ở một tần số duy nhất). Lưu ý rằng tiêu chuẩn của ISO 6954 (1984) đưa ra các giá trị lớn nhất được dùng để điều chỉnh độ rung của tàu trên biển.

ISO 6954 (2000) quy định tiêu chuẩn cho thuyền viên liên quan đến rung động cơ khí ISO 6954 (1984) đã được sửa đổi để đưa ra các yêu cầu cần thiết về sự nhạy cảm của con người khi rung toàn thân. Các đường đặc tính tần số cho biết độ nhạy của con người đối với rung động đa tần số ở một dải tần số, phù hợp với tần số trong ISO 2631-2. ISO 6954 (2000) cung cấp các tiêu chuẩn về khả năng sinh hoạt sự thoải mái của thuyền viên trong dải tần từ 1 ÷ 80 (Hz) cho hai khu vực khác nhau [1].

Bảng 1. Giới hạn tần số theo ISO 6954:2000 [3]

	Phân cấp khu vực			
	A		B	
	mm/s ²	mm/s	mm/s ²	mm/s
Giới hạn trên	214	6	286	8
Giới hạn dưới	107	3	143	4

Ghi chú: Khu vực nằm giữa giới hạn trên và dưới về độ rung được chấp nhận trên tàu;

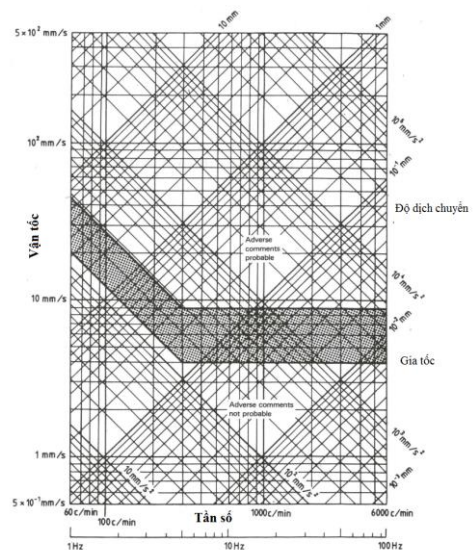
Phân loại khu vực: A: Buồng ở cho thuyền viên;

B: Buồng cho máy móc.

b. Giới hạn rung cho kết cấu tàu

Cần tránh rung động tàu quá mức để giảm nguy cơ hư hỏng kết cấu cục bộ. Hư hỏng về cấu trúc như bị nứt do mỏi vì rung động quá mức có thể xảy ra ở cấu trúc cục bộ, bao gồm kết cấu động cơ, bộ động cơ, buồng máy lái, cấu trúc kết, ống khói và cột radar. Thiệt hại về kết cấu do độ rung quá mức thay đổi tùy theo chi tiết kết cấu cục bộ, mức ứng suất thực tế, mật độ ứng suất cục bộ và tính chất của vật liệu của các kết cấu. Do đó, giới hạn rung của kết cấu cục bộ được sử dụng làm tham chiếu để giảm nguy cơ hư hỏng kết cấu do quá mức rung trong điều kiện hoạt động bình thường.

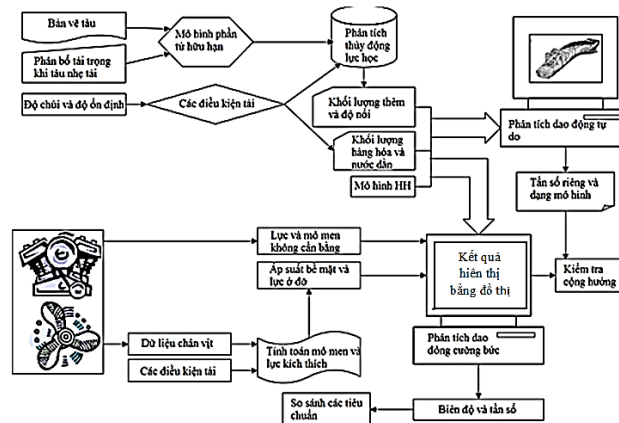
Hình 1 cho thấy giới hạn dao động đối với các kết cấu cục bộ bên dưới nguy cơ bị nứt do mỏi vì rung động thường được dự kiến là thấp, giới hạn này thường được áp dụng trong ngành công nghiệp tàu thủy. Các đường đậm là giới hạn rung động đối với kết cấu cục bộ. Trên 5Hz, các giới hạn rung được quy về biên độ vận tốc và dưới 5Hz quy về về độ dịch chuyển. Các rung động kết cấu cục bộ được quan tâm khi tần số trên 5Hz. Các giới hạn rung động có thể được chuyển đổi thành:



Hình 1. Giới hạn về độ rung [1]

- Đối với mỗi giá trị lớn nhất (theo chiều dọc, ngang hoặc dọc), từ 1 ÷ 5 (Hz), độ dịch chuyển được khuyến nghị dưới 1,0 mm và có thể xảy ra hư hỏng khi độ dịch chuyển trên 2,0 mm;
- Đối với mỗi giá trị lớn nhất (theo chiều dọc, ngang hoặc dọc), từ 5Hz và cao hơn, tốc độ được khuyến cáo dưới 30 mm/s và hư hỏng có thể xảy ra khi vận tốc trên 60 mm/s.

2. Phân tích rung động của tàu thủy



Hình 2. Quy trình phân tích độ rung của tàu thủy [3]

Việc thiết kế và đóng một con tàu không bị rung quá mức vẫn là một quan tâm lớn, do vậy phải điều tra thận trọng qua phân tích về khả năng của các vấn đề rung động khi thiết kế tàu ban đầu. Phân tích độ rung với xác định việc thiết kế:

- Cấu hình đuôi tàu;
- Máy chính;
- Hệ thống trục và chân vịt;
- Vị trí và cấu hình của các cụm kết cấu chính.

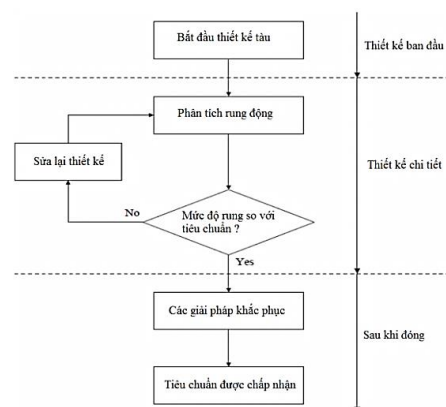
Kết cấu thân tàu bao gồm lớp vỏ ngoài và tất cả thành phần bên trong đáp ứng sức bền cần thiết để thực hiện được các chức năng thiết kế trong môi trường biển dự kiến. Kết cấu vỏ tàu phản ứng như một dầm tự do (hai đầu tự do) khi chịu tải trọng động. Rung động gây ra bởi hệ thống động lực chính là nguồn tạo ra rung động tàu phổ biến. Sự rung động từ nguồn này thể hiện bằng nhiều cách. Động lực từ hệ thống trục được truyền đến thân tàu thông qua các bộ đỡ. Chân vịt cũng gây áp lực dao động trên bề mặt thân tàu và rung động trong cấu trúc thân tàu. Các động cơ chính và phụ có thể trực tiếp là nguyên nhân gây rung khi truyền lực động qua bộ đỡ của chúng. Phản lực có thể gây ra rung động của dầm vỏ tàu, ca bin, boong tàu và các kết cấu khác, kết cấu cục bộ và thiết bị. Khi xác định nguồn gốc gây rung, phải vẽ được dải đồ của tần số kích thích bằng cách xác định số dao động trên vòng quay của trục. Các kích thích không cân bằng thường là lực và mô men của động cơ chính và phụ trên các tàu lắp động cơ diesel thấp tốc. Nhà sản xuất động cơ thường cung cấp độ lớn của lực và mô men này. Rung động của kết cấu thân tàu có thể cộng hưởng hoặc không cộng hưởng. Kết cấu thân tàu thường rung theo các kiểu sau:

- Uốn thẳng đứng;
- Uốn nằm ngang;
- Rung theo chiều dọc;
- Kết hợp giữa các chế độ uốn ngang và xoắn, đặc biệt là trong các tàu container.

Sơ đồ quy trình phân tích độ rung được trình bày trong Hình 2. Quy trình phân tích độ rung sử dụng mô hình phân tử hữu hạn ba chiều được thực hiện trên toàn bộ tàu, bao gồm cả ca bin và hệ thống động lực chính của tàu. Rung động được phân tích bao gồm rung do dao động tự do và cưỡng bức.

3. Đề xuất một số giải pháp giảm rung cho tàu thủy

Việc kiểm soát độ rung của tàu phải là một phần trong quá trình thiết kế và đóng tàu, quy trình này bắt đầu từ khi thiết kế đến khi thử tàu và được chấp nhận. Một



Hình 3. Sơ đồ khắc phục rung động khi đóng mới

cách tiếp cận có hệ thống để kiểm soát rung động tại giai đoạn thiết kế và các giai đoạn tiếp theo bao gồm các bước: Lập kế hoạch kiểm soát độ rung; xử lý cấu trúc vỏ tàu; xử lý chân vịt; xử lý các nguồn cơ khí; tính toán đáp ứng tần số; các giải pháp khắc phục.

Phương án kiểm soát rung động

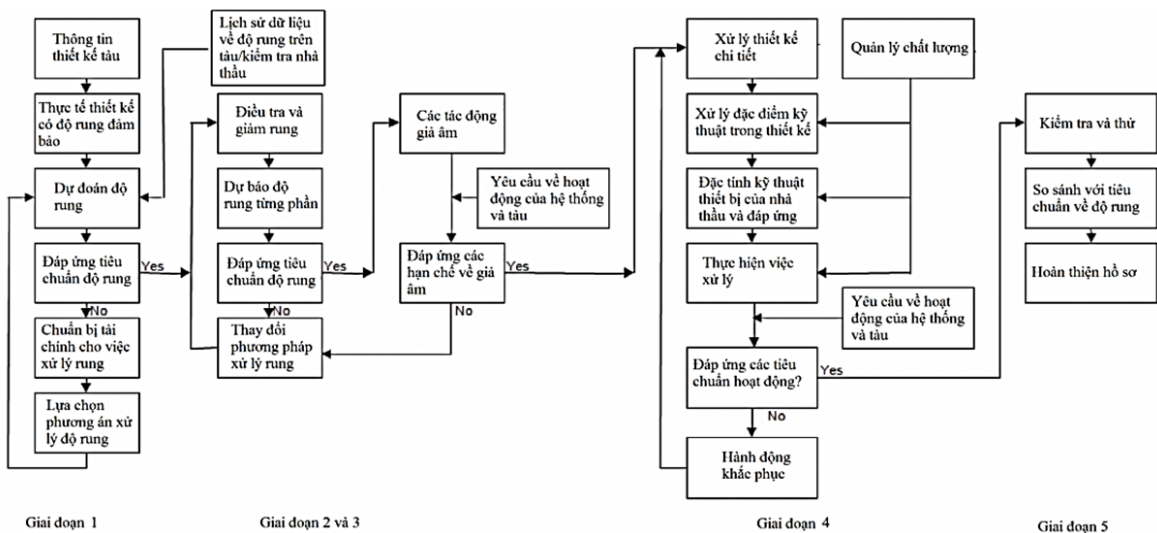
Hai cách tiếp cận có thể sử dụng để lập phương án kiểm soát độ rung của tàu: tiếp cận phương pháp về quản lý và phương pháp về kỹ thuật.

Phương pháp về quản lý: Quá trình kiểm soát rung động đòi hỏi phải có tổ chức và quản lý rõ ràng. Nhà máy đóng tàu phải chỉ định một người quản lý về kiểm soát độ rung, người này làm việc như một cầu nối giữa nhóm thiết kế, chuyên gia âm thanh và nhóm đảm bảo chất lượng sản xuất. Nếu phương án kiểm soát tiếng ồn cũng được tiến hành thì nên có một người quản lý cả độ rung và tiếng ồn. Thiết kế rung động - âm thanh là một quá trình lặp đi lặp lại; đôi khi phương pháp xử lý độ rung (và tiếng ồn) có thể mâu thuẫn với giá thành, khối lượng và an toàn. Người quản lý về độ rung sẽ giải quyết các vấn đề mâu thuẫn cùng với quản lý dự án, kỹ sư dự án, và nhóm thiết kế âm thanh hoặc tư vấn âm thanh. Trong quá trình thiết kế, khi quy trình phân tích rung động lặp lại người quản lý độ rung phải thực hiện các công việc sau:

- Người quản lý độ rung phải tham gia vào việc chọn vật liệu, máy móc, nhà cung cấp, và các nhà thầu phụ;
- Lịch trình dự kiến nên được triển khai trong các cuộc họp đánh giá thiết kế bên trong và bên ngoài, phân tích, bàn giao thiết kế, kiểm tra quá trình đóng và thử nghiệm;
- Cần chú ý đặc biệt đến những thay đổi lớn trong cấu trúc thân tàu có tác động đến hiệu ứng rung động - âm thanh;
- Nhà máy đóng tàu cần triển khai và gửi thông tin về lịch trình/mốc thời gian thích hợp và xác định giao hàng như trong hợp đồng ký kết.

Phương pháp về kỹ thuật: Phương pháp kỹ thuật cho phương án kiểm soát độ rung có thể bao gồm năm giai đoạn sau:

- Đánh giá thiết kế, dự đoán độ rung, lựa chọn xử lý ban đầu khi thiết kế, giai đoạn thiết kế sơ bộ và theo hợp đồng;
- Sửa đổi các phương pháp xử lý rung trong thiết kế chi tiết;
- Xem xét các tác động phi âm thanh;
- Thực hiện xử lý và đánh giá;
- Thử tàu và làm hồ sơ.



Hình 4. Các giai đoạn của phương án kiểm soát độ rung [4]

Giai đoạn 1: Giả định thiết kế được làm tốt sẽ được đưa vào thiết kế tàu trong giai đoạn đầu. Một thiết kế tốt bao gồm các yêu cầu cân bằng và căn chỉnh, sử dụng máy móc có độ rung tương đối thấp, và có các khe hở của chân vịt,... Dự đoán độ rung chính xác sẽ xác định các khu vực rung quá mức và các lý do vật lý đối với các mức độ rung quá mức. Theo kết quả phân tích rung động, phương pháp xử lý rung chính có thể được chọn.

Giai đoạn 2 và 3: Giai đoạn 2 và 3 bao gồm các nghiên cứu các quan điểm kinh tế, khi các phương pháp xử lý rung được đề xuất và đánh giá từ quan điểm thực tế. Điều này bao gồm chi phí vật liệu, nhân công, trọng lượng, các tác động không gian và đáp ứng bất kỳ yêu cầu của qui tắc, như ứng suất và độ mỏi. Một khi mâu thuẫn có thể xảy ra hoặc quan điểm về kinh tế được giải quyết, tất cả các giải pháp kỹ thuật liên quan đến âm thanh trong bản vẽ thi công và thực hiện nhiều lần dự đoán độ rung để đạt được kết quả cuối cùng.

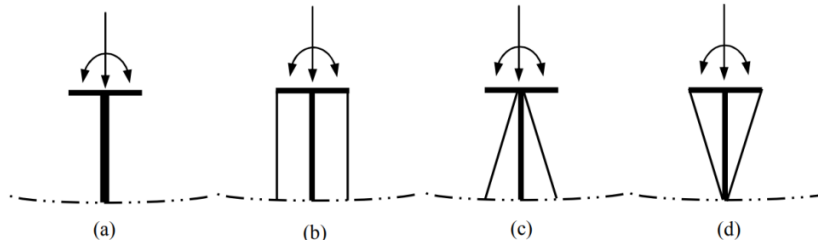
Giai đoạn 4: Trong thời gian đóng tàu, người thực hiện phương pháp xử lý rung phải được hướng dẫn để tránh mạch rung ngắn trong các hệ thống được lắp đàn hồi hoặc quên bôi keo cho việc xử lý giảm chấn. Tất cả các quy trình cân bằng và chỉnh tâm phải được kiểm soát chất lượng.

Giai đoạn 5: Giai đoạn cuối cùng trong việc thực hiện kế hoạch kiểm soát độ việc đo độ rung thực hiện trong quá trình đóng và thử nghiệm trên biển. Quy trình đo độ rung và các báo cáo phải phù hợp với hướng dẫn của hãng kiểm. Nếu một số chỗ có độ rung hoặc cộng hưởng quá mức cho phép được phát hiện ra trong các thử nghiệm, thực hiện biện pháp chẩn đoán độ rung.

Kiểm soát rung động cho cấu trúc tàu có thể được phân loại thành ba loại theo các vị trí áp dụng kỹ thuật kiểm soát: (a) Kiểm soát rung tại nguồn gây rung; (b) kiểm soát truyền sóng dọc theo các đường truyền; và (c) kiểm soát rung tại các vị trí nơi bị ảnh hưởng. Kiểm soát độ rung tại các vị trí bị ảnh hưởng rung có thể đạt được bằng cách áp dụng các phương pháp kiểm soát thụ động truyền thống, như thêm vật liệu giảm chấn vào cấu trúc hoặc sử dụng các bộ cách ly rung để ngăn rung động đến thiết bị tại các nơi nhận độ rung. Độ rung tại nguồn (tại các vị trí lắp đặt động cơ, máy phát điện) thường được điều khiển bằng cách sử dụng các bộ cách ly rung (như giá treo máy). Nó cũng có thể là được kiểm soát bằng cách sửa đổi cấu trúc lắp đặt, vì quá trình truyền năng lượng từ một nguồn rung đã biết đến cấu trúc đỡ nó được kiểm soát bằng cách di chuyển vị trí lắp nguồn. Ngoài ra, rung động trong các cấu trúc của tàu phức tạp có thể được kiểm soát dọc theo đường đi của truyền sóng.

a. Kiểm soát rung bằng cách sửa đổi cấu trúc bộ của động cơ

Sự rung động các bộ đỡ của động cơ do các tác động cơ khí gây ra chủ yếu từ độ cứng cấu trúc bộ đỡ cục bộ. Do đó, dòng năng lượng từ một động cơ bị rung đến cấu trúc tàu có thể được kiểm soát bằng cách sửa đổi độ cứng (độ mềm tại đầu vào) của các cấu trúc đỡ cục bộ (tức là bộ động cơ) tại các vị trí nguồn.



Hình 5. Các biện pháp sửa cấu trúc bộ của động cơ để giảm rung

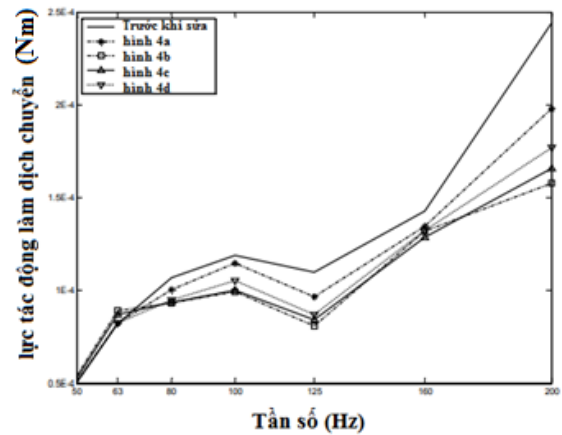
Một ví dụ về sửa đổi cấu trúc của bộ đỡ động được đề xuất và được hiển thị trong Hình 5. Trong Hình 5a mở rộng bề ngang của thanh đỡ từ 16 ÷ 24 (mm). Trong Hình 5b, hai tấm nhôm dày 10mm được gắn vào các cạnh của thanh đỡ bộ động cơ để tạo thành một cấu trúc hình hộp. Trong Hình 5c, hai tấm được gắn trên đường giao nhau giữa thanh đỡ và dầm của bộ động cơ để tạo thành một cấu trúc hình tam giác. Hai tấm được gắn vào bộ động cơ để tạo thành một cấu trúc hình tam giác ngược trong Hình 5d.

Tất cả sửa đổi trên sẽ không hiệu quả ở tần số thấp dưới 63Hz do độ rung có bước sóng dài ở dải tần số thấp. Khi tần số tăng, các cấu trúc được sửa trở nên hiệu quả hơn. Kết quả sửa ở Hình 5b là hiệu quả nhất cho cả hai điểm kích thích và trường hợp kích thích thời điểm. Kết quả sửa ở Hình 5d có hiệu suất kiểm soát tốt ở tần số trên 80Hz. Hiệu suất kiểm soát độ rung của sửa đổi trong Hình 5a và 5c ít hiệu quả hơn. Tuy nhiên, các kế hoạch sửa đổi này sẽ hiệu quả hơn nếu sửa đổi cấu trúc được mở rộng đến toàn bộ nhíp của động cơ. Các kết quả được trình bày ở đây cho thấy việc truyền độ rung từ máy móc vào cấu trúc tàu có thể là giảm bằng cách thiết kế phù hợp hoặc bằng cách sửa đổi cấu trúc đỡ cục bộ trong tàu.

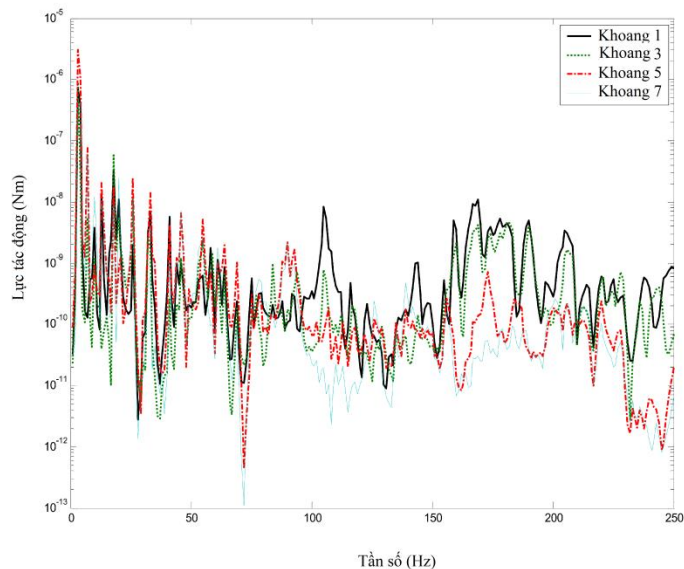
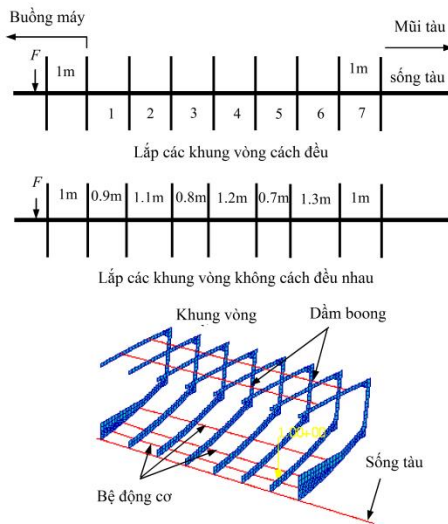
b. Kiểm soát sự truyền sóng trong các cấu trúc tàu

Khi các sửa đổi cấu trúc tại vị trí nguồn (động cơ) để kiểm soát rung động của các cấu trúc là không hiệu quả ở tần số rất thấp. Ngoài ra phương pháp kiểm soát thụ động truyền thống như thêm giảm chấn cũng không hiệu quả trong dải tần số thấp.

Việc kiểm soát rung chủ động đối với các cấu trúc tàu là phức tạp, không hiệu quả, tốn kém. Nguyên nhân do có nhiều đường truyền sóng và các loại sóng khác nhau lại được cộng lại trong các cấu trúc tàu. Biện pháp hiệu quả được đề xuất ở đây là sử dụng biện pháp chặn sóng lan truyền được tìm thấy trong các cấu trúc khung sườn bố trí không đều để kiểm soát sự lan truyền rung động trong tàu cấu trúc ở tần số thấp. Sự lan truyền sóng trong các cấu trúc tàu do máy móc kích thích vào cấu trúc tạo ra các sóng dài truyền trong dầm lớn có độ cứng cao. Kết quả là, sự lan truyền rung động trong cấu trúc tàu cách xa nguồn (từ buồng máy) có thể được kiểm soát nếu sự truyền sóng trong các chùm chính có thể bị làm cho suy giảm. Hơn nữa, các kết cấu chính của tàu (ví dụ: keel, dầm,...) được gia cố bằng các khung vòng với các khoảng bằng nhau. Việc chặn sự lan truyền sóng trong cấu trúc tàu đạt được bằng cách lắp đặt khung vòng cách nhau không đều.



Hình 6. Kết quả đo độ rung với các cấu trúc khác nhau [2]



Hình 7. Chặn sóng bằng các khung bố trí không đều [2]

4. Đo thử nghiệm độ rung tàu khi thử nghiệm trên biển

Quá trình thử nghiệm và đo độ rung được tiến hành trên tàu chở hóa chất YN YEOSU. Tàu được đóng tại nhà máy đóng tàu Phà Rừng, nó được giám sát về độ rung từ khi thiết kế cho đến khi đóng hoàn thiện. Độ rung động của tàu được đo trong quá trình tàu chạy thử đường dài trên biển.

Bảng 2. Các thông số của tàu YN YEOSU

Các thông số của tàu YN YEOSU					
Chiều dài	109,45 m	Máy chính	Hanshin, LH46L-187	Chân vịt	Loại cố định
Chiều rộng	18,2 m	Công suất	2942 kW	Số cánh	4 cánh
Độ sâu mớn	8,75 m	Vòng quay	193 rpm	Đường kính	3,57 m

Điều kiện đo: đầy tải, tàu chạy ở tốc độ tối đa;

Thiết bị đo độ rung: loại VB8201HA, được sử dụng để đo độ rung trên tàu.

Bảng 3. Giá trị đo độ rung được ở các vị trí khác nhau trên tàu

No	Vị trí đo	Hướng đo	Mức độ rung		Giới hạn cho phép (mm/s)	Vị trí
			Tần số (Hz)	Vận tốc (mm/s)		
1	WHEEL HOUSE	V	19,125	0,852	9,0	NAV.BRI. DECK
2	ON NAV.BRI.DK(P)	L	14,500	5,802	15,0	
		V	9,625	4,188		
3	ON NAV.BRI.DK(S)	L	9,625	2,008	9,0	
		V	9,625	7,327		
4	C/ENG.DA ROOM	V	9,625	0,846	9,0	"C" DECK
5	CAPT. DA ROOM	V	19,250	1,248		
6	2 ND /ENG	V	9,625	1,573		
7	2 ND /OFF	V	9,625	3,563		
8	AFT WALL	V	9,625	2,920	30,0	
9	FRONT WALL FUNNEL	L	9,625	2,277		
10	1 ST /ENG DAY ROOM	V	12,875	0,770	9,0	"B" DECK
11	CHIEF OFF. DAY ROOM	V	19,375	1,021		
12	SAILER(A)	V	9,625	1,900		
13	PILOT	V	12,875	0,717		
14	BOSUN ROOM	V	9,750	0,898	30,0	"A" DECK
15	EXPOSED DK (FR.13) (P)	V	9,625	1,807		
16	EXPOSED DK (FR.13) (S)	V	9,625	3,344	9,0	UPPER DECK
17	CARGO CONT ROOM	V	12,875	0,629		
18	MESS ROOM	V	9,625	4,089		
19	LAUNDRY	V	9,625	1,274		
20	ENG. CONT ROOM	V	19,375	2,650	30,0	PARTIAL DECK
21	E/R SPACE (FWD)	V	12,875	0,706		
22	STEER GEAR ROOM	V	9,625	2,548		
23	E/R SPACE (FWD)	V	9,625	0,896		
24	FR.20 (P)	V	9,625	5,252	9,0	FLOOR DECK
25	FR.20(S)	V	9,625	4,410		
26	E/R SPACE (AFT)	V	9,625	1,737	15,0	COMP. DECK
27	E/R SPACE (FWD)	V	12,875	0,820		
28	E/R SPACE (AFT)	V	9,625	1,912	30,0	"B" DECK
29	COMPASS DECK	V	9,625	10,986		
30	LIFE BOAT DECK	V	9,625	2,485		
31	MOORING AREA	V	9,625	5,267		
32	PARTIAL DK (FWD)	V	9,625	0,163	30,0	UPPER DECK
33	PUMP ROOM	V	12,750	0,567		

Kết quả đo cho thấy các giá trị đo độ rung đều nằm trong phạm vi cho phép đáp ứng được tiêu chuẩn ISO 6954.

5. Kết luận

Từ các tiêu chuẩn về độ rung động đối với tàu thủy tác giả đã đưa ra các giải pháp để giảm rung động trên tàu thủy từ khi triển khai thiết kế cho đến khi đóng hoàn thiện tàu với mục đích giảm được các chi phí và thời gian phát sinh sau khi tàu đóng xong nếu phát hiện một số vị trí có độ rung vượt quá mức cho phép.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Todd, F. H. Ship hull vibration. London: Edward Arnold Ltd, 1961.
- [2] Ward, F., Norris, C., Catley, D. and Crexis, A. Local vibrations in ship's structures. Transactions of North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders, 98, pp.49-64, 1982.
- [3] Guidelines notes on ship vibration, ABS, 2006.
- [4] Guidelines notes on noise and vibration control for inhabited space, ABS, 2017.

Ngày nhận bài: 22/02/2019
 Ngày nhận bản sửa: 04/03/2019
 Ngày duyệt đăng: 19/03/2019