

Tuyển tập công trình Hội nghị Khoa học Toàn quốc
Cơ học Vật rắn biến dạng lần thứ 7
Đồ Sơn, 27-28/8/2004

Tính tần số dao động riêng cụm kết cấu bộ máy - đáy tàu vỏ composite

Nguyễn Văn Đạt

Trường Đại Học Thủy Sản Nha Trang

Tóm tắt: Báo cáo giới thiệu phương pháp tính tần số dao động riêng (TSDĐR) cụm kết cấu bộ máy - đáy tàu vỏ composite (kết cấu sàn buồng máy). Mô hình tính xây dựng dưới dạng tấm composite lớp trực hướng chữ nhật có gân gia cường song song với các cạnh tấm, chịu lực màng, dao động trong môi trường chất lỏng, với các điều kiện biên: Liên kết tựa đơn trên 4 cạnh; liên kết ngàm trên 4 cạnh; liên kết ngàm - tựa đơn trên các cạnh đối diện. Phần minh họa trình bày kết quả tính TSDĐR kết cấu sàn buồng máy của một tàu cụ thể.

1. Giới thiệu

Vật liệu composite ngày càng được sử dụng phổ biến ở Việt Nam, nhất là trong lĩnh vực tàu thuyền.

Xác định TSDĐR cụm kết cấu bộ máy-đáy tàu (BM-ĐT) vỏ composite là bài toán thực tế đặt cho ngành đóng tàu, nhằm giải quyết vấn đề chống rung tàu khi chịu lực kích thích có chu kỳ.

Báo cáo này trình bày kết quả tính tần số dao động riêng (TSDĐR) cụm kết cấu BM-ĐT ứng với 4 điều kiện biên cơ bản của các tấm dẹt trong kết cấu tàu thuyền [1] :

- Tấm liên kết tựa đơn trên 4 cạnh.
- Tấm liên kết ngàm trên 4 cạnh.
- Tấm liên kết ngàm tại các cạnh $x=\text{const}$, tựa trên các cạnh $y=\text{const}$, ký hiệu tấm ngàm y - tựa x .
- Tấm liên kết ngàm tại các cạnh $y=\text{const}$, tựa trên các cạnh $x=\text{const}$, ký hiệu tấm ngàm x - tựa y .

Các hằng số kỹ thuật dẹt trong phần minh họa xác định bằng thực nghiệm đối với vật liệu composite được sử dụng phổ biến trong chế tạo tàu thuyền ở Việt Nam.

2. Mô hình phân tích

2.1. Phân tích kết cấu

Trong tính toán kết cấu sàn buồng máy tàu, theo [1], kết cấu cụm BM-ĐT composite có dạng:

- Là tấm composite lớp trực hướng có dạng tấm hình chữ nhật.
- Được gia cường bởi các xà dọc và đà ngang song song với các cạnh của tấm.
- Có bố trí các đà máy song song và đối xứng qua mặt cắt dọc giữa tàu.
- Riêng với tàu cá, theo [2], đáy tàu thường có ky dọc, đóng vai trò như một gân dọc trong kết cấu BM-ĐT.

2.2. Điều kiện làm việc

Cụm BM-ĐT là một phần trong kết cấu tổng thể vỏ tàu, trong quá trình làm việc chịu sự tác động của các bộ phận khác của vỏ tàu, sự tác động đó sẽ ảnh hưởng đến TSDĐR của kết cấu. Để xác định TSDĐR trong điều kiện thực tế như vậy, cần đánh giá quan hệ tương tác giữa cụm BM - ĐT với vỏ tàu khi tàu hoạt động trong môi trường nước như sau:

- Dưới ảnh hưởng của trọng lượng thân tàu, cùng với thân tàu, tấm BM-ĐT sẽ ngập sâu trong nước ở chiều chìm h_0 , vì vậy trong quá trình rung động khi chịu lực kích thích có chu kỳ từ máy chính hay máy phụ, cụm đáy tàu (cùng với tất cả các phần ngập nước của vỏ tàu) sẽ kéo theo một lượng nước bám vào - gọi là lượng nước kèm m_a , làm cho lượng nước đó cùng tham gia rung động. Khi đó trong quá trình xác định TSDĐR của cụm kết cấu bộ máy - đáy tàu, thành phần khối lượng tham gia trong quá trình rung động tàu sẽ được bổ sung thêm lượng nước kèm. Theo [3], lượng nước kèm này do lực nổi tác động lên tấm BM-ĐT gây nên, do vậy tác động của thành phần lực nổi đến TSDĐR của tấm BM-ĐT được thay thế bởi tác động của lượng nước kèm.

- Khi tàu hoạt động trong nước, cụm BM-ĐT sẽ bị tác động của lực màng do hiện tượng uốn chung thân tàu gây nên. Nói cách khác tác động của uốn chung thân tàu đến TSDĐR của kết cấu BM-ĐT được thay thế bởi tác động của hệ lực màng.

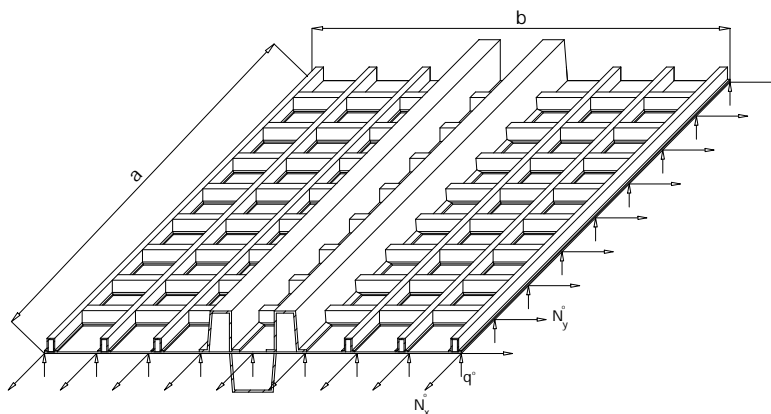
2.3. Mô hình phân tích dao động cụm BM - ĐT vỏ composite

Với đặc điểm nêu trên, mô hình cụm kết cấu BM-ĐT vỏ composite trong bài toán phân tích TSDĐR được xây dựng như sau:

- Tấm BM - ĐT được xem như tấm hình chữ nhật, có các cạnh theo chiều dọc và ngang lần lượt là a và b ; các xà dọc, đà ngang, ky đáy và đà máy đóng vai trò như các gân gia cường của tấm BM-ĐT. Như vậy việc phân tích TSDĐR tấm BM-ĐT được thực hiện như đối với tấm composite lớp trực hướng có gân gia cường [4]. Hình 1 biểu thị mô hình tấm BM-ĐT vỏ composite điển hình.

- Ảnh hưởng của tải trọng ngang (lực nổi) và uốn dọc đến TSDĐR tấm BM-ĐT trong mối liên hệ với thân tàu được thay thế bởi lượng nước kèm và lực màng tác động trên tấm trong quá trình tàu hoạt động trên biển.

- Rung động tấm BM-ĐT được xét trong 4 điều kiện biên : tựa đơn trên các cạnh, ngàm trên các cạnh, ngàm y - tựa x và ngàm x - tựa y.



Hình 1: Mô hình tấm BM-ĐT vỏ composite

3. Kết quả phân tích TSDĐR tấm BM-ĐT vỏ composite

3.1 Quy trình phân tích

Bước 1: Xây dựng ma trận độ cứng tấm BM-ĐT.

Bước 2: Xác định lượng nước kèm bám vào cụm BM-ĐT trong quá trình dao động ngang.

Bước 3: Xác định lực màng tác động lên tấm BM-ĐT do uốn chung gây ra khi tàu hoạt động trên biển.

Bước 4: Tính TSDĐR tấm BM-ĐT theo các điều kiện biên cơ bản.

3.2 Xây dựng ma trận cứng tấm BM-ĐT

a. Phương pháp

Thực hiện tương tự như khi xây dựng ma trận cứng tấm composite lớp trực hướng có gân, trình bày trong [4].

b. Kết quả

Các số hạng ma trận độ cứng tấm BM-ĐT vỏ composite xác định theo hệ:

$$A_{11}^{BMST} = A_{11}^I + (n_x E_g A_{gx} + 2E_{\otimes m} A_{\otimes m} + E_{ky} A_{ky})/b$$

$$A_{22}^{BMST} = A_{22}^I + (n_y E_g A_{gy})/a$$

$$\begin{aligned}
 A_{12}^{BMĐT} &\approx A_{12}^t ; A_{66}^{BMĐT} \approx A_{66}^t \\
 B_{11}^{BMST} &= B_{11}^t + (n_x z_x^g E_g A_{gx} + 2z_x^{*m} E_{*m} A_{*m} + z_x^{ky} E_{ky} A_{ky}) / b \\
 B_{22}^{BMNT} &= B_{22}^t + (n_y z_y^g E_g A_{gy}) / a \\
 B_{12}^{BMĐT} &= B_{12}^t ; B_{66}^{BMĐT} = B_{66}^t \\
 D_{11}^{BMNT} &= D_{11}^t + (D_{11}^g + D_{11}^{*m} + D_{11}^{ky}) / b = D_{11}^t + (n_x E_g I_x^g + 2E_{*m} I_x^{*m} + E_{ky} I_x^{ky}) / b \\
 D_{22}^{BMNT} &= D_{22}^t + D_{22}^g / a = D_{22}^t + (n_y E_g I_y^g) / a \\
 D_{12}^{BMĐT} &= D_{12}^t \\
 D_{66}^{BMNT} &= D_{66}^t + D_{66}^g + D_{66}^{*m} + D_{66}^{ky} = D_{66}^t + \frac{1}{2} \left(\frac{D_{Tx}^g + D_{Tx}^{*m} + D_{Tx}^{ky}}{b} + \frac{D_{Ty}^g}{a} \right)
 \end{aligned} \tag{1}$$

với: A_{gx}, A_{gy} : diện tích mặt cắt ngang các gân dọc và ngang.

n_x, n_y : số gân dọc và số gân ngang.

A_{dm} : diện tích mặt cắt ngang đà máy.

A_{ky} : diện tích mặt cắt ngang ky.

E_{dm}, E_{ky}, E_g : mô đun đàn hồi Young vật liệu đà máy, ky, gân.

$z_x^{*m} = (h + h_{dm}) / 2$: Khoảng cách từ trọng tâm đà máy đến mặt trung bình tầm.

$z_x^{ky} = (h + h_{ky}) / 2$: Khoảng cách từ trọng tâm ky đến mặt trung bình tầm.

b_{ky}, b_{dm} : chiều rộng của ky và đà máy.

h_{ky}, h_{dm} : chiều cao của ky và đà máy.

t_{ky}, t_{dm} : chiều dày của ky và đà máy.

G_{dm}, G_{ky} : mô đun đàn hồi trượt của vật liệu đà máy, ky theo thứ tự đó.

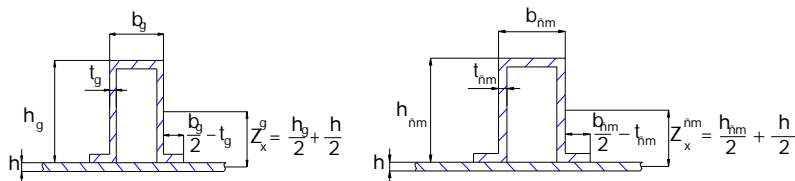
$A_{ij}^t, B_{ij}^t, D_{ij}^t$: các số hạng ma trận độ cứng tầm.

$D_{11}^g, D_{11}^{*m}, D_{11}^{ky}$: độ cứng uốn dọc của gân, đà máy và ky.

D_{22}^g : độ cứng uốn ngang của gân.

$D_{66}^g, D_{66}^{*m}, D_{66}^{ky}$: độ cứng xoắn của gân, đà máy và ky.

Trong trường hợp cụ thể như trên hình 2 (các gân dọc và ngang có cùng kích thước và kết cấu),



Hình 2: Mô hình gân và đà máy

Các đặc trưng hình học của các kết cấu gia cường được xác định như sau:

$$\begin{aligned}
A_{gx} &= A_{gy} = 2t_g(b_g+h_g-2t_g) \\
I_{xi} &= I_{yi} = \frac{t_g h_g^3}{6} + \frac{(b_g-2t_g)t_g^3}{6} + \frac{t_g(b_g-2t_g)(h_g-t_g)^2}{2} \\
I_x^{*m} &= \frac{t_{*m} h_{*m}^3}{6} + \frac{(b_{*m}-2t_{*m})t_{*m}^3}{6} + \frac{t_{*m}(b_{*m}-2t_{*m})(h_{*m}-t_{*m})^2}{2} \\
I_x^{ky} &= \frac{t_{ky} h_{ky}^3}{6} + \frac{(b_{ky}-2t_{ky})t_{ky}^3}{6} + \frac{t_{ky}(b_{ky}-2t_{ky})(h_{ky}-t_{ky})^2}{2} \\
D_{66}^g &= \frac{1}{2} \left(\frac{D_{Tx}^g}{b} + \frac{D_{Ty}^g}{a} \right) = \left(\frac{n_x A_g^2 G_{xyg} t_g}{b(b_g+h_g)} + \frac{n_y A_g^2 G_{xyg} t_g}{a(b_g+h_g)} \right) \\
D_{66}^{*m} &= \frac{2A_{*m}^2 G_{*m} t_{*m}}{b(b_{*m}+h_{*m})} \\
D_{66}^{ky} &= \frac{2A_{ky}^2 G_{ky} t_{ky}}{b(b_{ky}+h_{ky})}
\end{aligned} \tag{2}$$

Chương trình DĐTC [5] được thiết lập để tính các số hạng ma trận độ cứng tấm BM-ĐT theo các số liệu đầu vào : quy cách tấm; kích thước, số lượng và vật liệu gân; kích thước và vật liệu đà máy, kích thước ky tàu...

3.3 Xác định lượng nước kèm bám vào tấm BM-ĐT trong quá trình dao động ngang

Theo Lewis [3], lượng nước kèm tính trên đơn vị dài của tàu tại vị trí x bất kỳ được tính theo biểu thức:

$$m_a(x) = (\pi/8)\rho B^2(x) C(x) J_n \tag{3}$$

Theo [6] khu vực buồng máy tàu (khu vực thân ống), do vậy chiều rộng B hầu như không đổi dọc theo chiều dài buồng máy, và thường bằng chính chiều rộng tàu tại môn nước tính toán, nếu chìm chiều tàu ở tải trọng tính toán là T, lượng nước kèm trên một đơn vị diện tích bề mặt tấm BM-ĐT có thể được tính xấp xỉ theo biểu thức:

$$\rho_s^a = \frac{m_a}{B+2T} = \frac{\pi\rho B^2 C J_n}{8(B+2T)}, \text{kg/m}^2 \tag{4}$$

với ρ : mật độ nước khu vực tàu hoạt động, kg/m^3

- B: chiều rộng tàu tại khu vực buồng máy ứng với chiều chìm tính toán, m.
- J_n : hệ số Lewis, tra đồ thị [3] phụ thuộc vào tỉ số B/L và mode dao động.
- C : hệ số lượng nước kèm tính trong không gian 2D, tra đồ thị [3]
- L : chiều dài tàu ứng với môn nước tính toán.
- β : Hệ số mặt cắt ngang tàu.

3.4 Xác định lực màng tác động lên tấm BM-ĐT khi tàu đang hoạt động

Căn cứ vào đặc trưng tàu cá vỏ composite [2] và phương pháp phân tích sức bền chung tàu thủy được trình bày cụ thể trong [7], sẽ xác định được ứng suất trung bình σ_x^0 và σ_y^0 tác động lên tấm BM-ĐT theo từng chế độ tải. Khi đó hệ lực màng tác động lên một đơn vị chiều dài tấm đáy tàu theo phương x và phương y được xác định như sau:

$$\begin{Bmatrix} N_x^0 \\ N_y^0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x^0 dz \\ \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_y^0 dz \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \sigma_x^0 h_x \\ \sigma_y^0 h_y \end{Bmatrix} \quad (5)$$

Với tấm có kết cấu như trên hình 1, các đại lượng h_x và h_y được tính theo các biểu thức:

$$h_x = \frac{bh + n_x A_g + 2A_{nm} + A_{ky}}{b} \quad (6)$$

$$h_y = \frac{ah + n_y A_g}{a} \quad (7)$$

3.5 TSDĐR tấm BM-ĐT theo các điều kiện biên cơ bản

Phương pháp tính TSDĐR tấm BM-ĐT theo các điều kiện biên cơ bản được thực hiện tương tự như đã trình bày trong [8], với lưu ý bổ sung thêm lượng nước kèm và lực màng trong quá trình tính toán, kết quả như sau:

a. Trường hợp tựa đơn các cạnh

$$\omega_{mn}^2 = \frac{1}{\rho_s} \left[\frac{b_3(b_2 b_5 - b_4 b_3) + b_5(b_2 b_3 - b_1 b_5)}{b_1 b_4 - b_2 b_2} \right] + \frac{1}{\rho_s} \left[D_{11} \frac{\pi^4}{a^4} m^4 + 2(D_{12} + 2D_{66}) \frac{\pi^4}{a^2 b^2} m^2 n^2 + D_{22} \frac{\pi^4}{b^4} n^4 + N_x^0 \frac{\pi^2}{a^2} m^2 + N_y^0 \frac{\pi^2}{b^2} n^2 \right] \quad (8)$$

và

$$f_{mn} = \frac{\omega_{mn}}{2\pi}$$

với:

$$\begin{aligned} b_1 &= A_{11} \frac{\pi^2}{a^2} m^2 + (A_{66} + N_y^0) \frac{\pi^2}{b^2} n^2 ; & b_2 &= (A_{12} + A_{66}) \frac{\pi^2}{ab} mn \\ b_3 &= -B_{11} \frac{\pi^3}{a^3} m^3 - (B_{12} + 2B_{66}) \frac{\pi^3}{ab^2} mn^2 ; & b_4 &= A_{22} \frac{\pi^2}{b^2} n^2 + (A_{66} + N_x^0) \frac{\pi^2}{a^2} m^2 \\ b_5 &= -B_{22} \frac{\pi^3}{b^3} n^3 - (B_{12} + 2B_{66}) \frac{\pi^3}{a^2 b} m^2 n \\ b_6 &= D_{11} \frac{\pi^4}{a^4} m^4 + 2(D_{12} + 2D_{66}) \frac{\pi^4}{a^2 b^2} m^2 n^2 + D_{22} \frac{\pi^4}{b^4} n^4 + N_x^0 \frac{\pi^2}{a^2} m^2 + N_y^0 \frac{\pi^2}{b^2} n^2 \end{aligned} \quad (9)$$

Trong các hệ thức (8) và (9), các số hạng A_{ij} , B_{ij} , D_{ij} , được thay bởi $A_{ij}^{BMĐT}$, $B_{ij}^{BMĐT}$, $D_{ij}^{BMĐT}$.

b. Các trường hợp điều kiện biên còn lại

Xác định như phương pháp trình bày trong [8].

4. Ví dụ số

Tính TSDĐR ứng với 3 mode đầu tiên của tấm BM-ĐT tàu QN-2000 (tàu cá vỏ composite).

4.1. Thông số đầu vào

Theo hồ sơ thiết kế [9], thông số kỹ thuật và đặc điểm kết cấu tàu như sau:

- Kích thước cơ bản:
 - + Chiều dài thiết kế : $L = 16,5\text{m}$
 - + Chiều rộng thiết kế : $B = 4,8\text{m}$
 - + Chiều chìm trung bình : $T = 2,05\text{m}$
 - + Hệ số diện tích mặt cắt ngang: $\beta = 0,85$
- Tấm BM-ĐT:
 - + Kích thước tấm : $a \times b = 3,2 \times 4,2\text{m}$
 - + Cấu hình tấm đáy tàu :
[M450/M450/WR8/WR8/M450/WR8/WR8/M450/WR8/WR8/M450/M450]
 - + Kết cấu gân: kích thước gân dọc = kích thước gân ngang:
 $b_g \times h_g \times t_g = 0,06 \times 0,12 \times 0,006 \text{ (m)}$
 - + Số lượng gân : $n_x = 6, n_y = 9$
 - + Đà máy: $b_{dm} \times h_{dm} \times t_{dm} = 0,3 \times 0,4 \times 0,02\text{m}$
 - + Kích thước ky: $b_{ky} \times h_{ky} \times t_{ky} = 0,4 \times 0,5 \times 0,023\text{m}$.
 - + Vật liệu bọc gân và đà máy : composite cấu hình như vật liệu vỏ.
- Đặc tính kỹ thuật vật liệu: được lấy từ [10], giá trị cụ thể như sau:
 - + Với tấm cốt Mat: $E_{11} = E_{22} = 4,807\text{GPa}$; $G_{12} = 2,054\text{GPa}$; $\nu_{12} = 0,17$ (10)
 - + Với tấm cốt WR:
 - $E_{11}=10.584\text{GPa}$; $E_{22}=2,642\text{GPa}$; $G_{12}=1,025\text{GPa}$; $\nu_{12}=0.1$ (11)
 - + Chiều dày tấm composite một lớp cốt M45: $t_{M45} = 1\text{mm}$ (12)
 - + Chiều dày tấm composite một lớp cốt WR8: $t_{WR8} = 1\text{mm}$ (13)

4.2 Kết quả tính.

a. Tính lực màng.

Từ các số liệu trên, tính được:

$$h_x = \frac{bh + n_x A_g + 2A_{nm} + A_{ky}}{b} = 0,038m \quad (14)$$

$$h_y = \frac{ah + n_y A_g}{a} = 0,015m \quad (15)$$

Theo kết quả tính từ [11], ứng suất uốn dọc phần đáy tàu khu vực buồng máy đạt cực trị khi tàu nằm trên đỉnh sóng, và có giá trị:

$$\begin{bmatrix} \sigma_x^0 \\ \sigma_y^0 \\ \tau_{xy}^0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -8,74E6 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} (N/m^2) \quad (16)$$

do đó lực màng tác động lên tấm BMĐT có giá trị:

$$\begin{bmatrix} N_x^0 \\ N_y^0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x^0 dz \\ \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_y^0 dz \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_x^0 h_x \\ \sigma_y^0 h_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -338037 \\ 0 \end{bmatrix} (N/m) \quad (17)$$

b. Các thành phần khối lượng tấm BM-ĐT

Các thành phần khối lượng tấm BM-ĐT xác định hoàn toàn và cho trên bảng 1.

Bảng 1. Các thành phần khối lượng tấm BM-ĐT

TT	Thành phần khối lượng	K/ l đơn vị diện tích tấm ρ_s (kg/m ²)
01	Tấm phẳng	$\rho_s^t = 18$ (1)
02	Tấm có gân	$\rho_s^{tg} = 30,87$ (2)
03	02 + ky + đà máy composite	$\rho_s^{tg+ky+dm} = 63,757$ (3)
04	Lượng nước kèm	$\rho_s^a = 665,308$ (4)
05	Tấm BM-ĐT	$\rho_s^{BM-ĐT} = (3) + (4) = 729,065$ (5)

c. Ma trận độ cứng tấm BM-ĐT tàu QN2000

Kết quả tính các thành phần ma trận độ cứng tấm BM-ĐT tàu QN2000 cho trong bảng 2.

Bảng 2. Ma trận cứng tấm BM-ĐT (Tàu QN-2000)

TT	Chi tiết	ρ_s (kg/m ²)	A_{ij} (N/m)	B_{ij} (N)	D_{ij} (N.m)			
01	Tấm phẳng	18	A_{11}	6,9739E07	B_{11}	-6,0106E03	D_{11}	7,7828E02
			A_{22}	6,9739E07	B_{22}	6,0106E03	D_{22}	7,7828E02
			A_{12}	8,0865E06	B_{12}	0	D_{12}	1,0844E02
			A_{66}	1,8474E07	B_{66}	0	D_{66}	2,5667E02

02	Tấm có gân	A ₁₁	9,724E08	B ₁₁	1,809E06	D ₁₁	1,697E05
		A ₂₂	9,140E08	B ₂₂	1,435E06	D ₂₂	1,338E05
		A ₁₂	8,087E06	B ₁₂	0	D ₁₂	1,084E02
		A ₆₆	1,847E07	B ₆₆	0	D ₆₆	1,144E03
03	Tấm có gân, đà máy, ky (TấmBM- ĐT)	A ₁₁	2,229E08	B ₁₁	3,004E07	D ₁₁	1,010E07
		A ₂₂	9,140E07	B ₂₂	1,435E06	D ₂₂	1,338E05
		A ₁₂	8,087E06	B ₁₂	0	D ₁₂	1,084E02
		A ₆₆	1,847E07	B ₆₆	0	D ₆₆	3,020E04

d. Tần số dao động riêng tấm BM-ĐT.

Kết quả tính từ phần mềm DDTTC [6] cho trên các bảng 3a và 3b.

Bảng 3a. TSDĐR tấm BM-ĐT, tàu QN-2000, khi chưa tính đến lực màng

TT	Mode		Tần số dao động riêng (Hz)			
	m	n	Ngàm các cạnh	Ngàm x, tựa y	Tựa x, ngàm y	Tựa các cạnh
01	1	1	32,238	32,173	14,397	14,255
02	1	2	34,803	34,448	16,523	15,770
03	1	3	38,837	37,778	21,096	19,088

Bảng 3b. TSDĐR tấm BM-ĐT, tàu QN-2000, có tính lực màng $N_x^0 = -338037N/m$

TT	Mode		Tần số dao động riêng (Hz)			
	m	n	Ngàm các cạnh	Ngàm x, tựa y	Tựa x, ngàm y	Tựa các cạnh
01	1	1	31,771	31,707	13,995	13,852
02	1	2	34,439	34,086	16,167	15,407
03	1	3	38,589	37,531	20,813	18,789

Quá trình tính được thực hiện bởi chương trình DDTTC [6].

5. Kết luận

- Với sự tham gia của ky và đà máy, độ cứng uốn dọc (D_{11}) của tấm tăng lên đáng kể (gấp khoảng 50 lần so với tấm chỉ có gân).
- Lượng nước kèm theo tàu trong quá trình dao động đứng ρ_s^a lớn hơn nhiều so với các thành phần khối lượng khác của tấm BM-ĐT. Theo bảng 1, ρ_s^a chiếm khoảng 90% khối lượng tấm BM-ĐT, và do vậy, cùng với độ cứng uốn, lượng nước kèm ảnh hưởng rất lớn đến TSDĐR tấm BM-ĐT.

- Tấm BM-ĐT có TSDĐR thấp nhất ứng với trường hợp tấm tựa đơn trên các cạnh, lớn nhất ứng với trường hợp ngàm trên các cạnh.
- Trong mọi trường hợp điều kiện biên, ảnh hưởng của lực màng đến TSDĐR tấm BM-ĐT, ứng với dao động cơ bản ($m=1, n=1$), không vượt quá 3%.
- Kết quả trên cho thấy, với kết cấu tấm BM-ĐT, ảnh hưởng của lượng nước kèm theo tàu trong quá trình rung động lớn hơn rất nhiều so với các thành phần khối lượng, nói cách khác, việc phân bố không đều các thành phần khối lượng khác trong tấm BM-ĐT (như sự phân bố khối lượng không đều trên toàn bộ tấm do cụm đà máy và ky gây ra) không ảnh hưởng nhiều đến độ chính xác của kết quả tính toán theo phương pháp mà báo cáo đề xuất.
- Có thể thiết kế tấm BM-ĐT có TSDĐR mong muốn.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Trần Công Nghi, Trần Cao Vân, Ngô Quý Tiêm (2001). *Cơ học kết cấu tàu thủy - Phần 1: Cơ học kết cấu thân tàu và công trình nổi*, Nhà xuất bản Giao thông vận tải.
- [2]. Nguyễn Văn Đạt (1999). “Nghiên cứu giải pháp hoàn thiện công nghệ chế tạo tàu đánh cá khơi vỏ GRP”. *Luận văn cao học*. Trường Đại học Thủy sản.
- [3]. E. V. Lewis (1988). *Principles of Naval Architecture Volume II - Resistance, Propulsion and Vibration*. Published by The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 601 Pavonia Avenue Jersey City, NJ.
- [4]. Nguyễn Văn Đạt (2003). “Tính tần số dao động riêng tấm composite lớp trực hướng có gắn với các cạnh liên kết bán lẻ”. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, tập 41, số 4, năm 2003, p. 39-45.
- [5]. Nguyễn Văn Đạt, Nguyễn Văn Bình (2003). “ĐĐTTC - Phần mềm tính TSDĐR tấm composite”. *Báo cáo kết quả NCKH*. Trường Đại học Thủy sản.
- [6]. N. Đ. Ân, H. Q. Long (1978). *Sổ tay kỹ thuật đóng tàu thủy, Tập 1*. Nhà xuất bản KHKT.
- [7]. N. Đ. Ân, H. Q. Long (1982). *Sổ tay kỹ thuật đóng tàu thủy, Tập 2*. Nhà xuất bản KHKT.
- [8]. Nguyễn Văn Đạt (2003). “Tính tần số dao động riêng tấm composite lớp trực hướng có cấu hình không đối xứng”. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, tập 41, số 6, năm 2003, p. 37-43.
- [9]. Trung tâm NCCT tàu cá và thiết bị (2000). *Hồ sơ thiết kế tàu QN-2000*. Trường Đại học Thủy sản.
- [10]. Nguyễn Văn Đạt (2002). *Báo cáo kết quả thí nghiệm vật liệu GRP*. Trung Tâm Nghiên Cứu Chế Tạo Tàu Cá và Thiết Bị, Trường Đại học Thủy sản.
- [11]. Vũ Anh Văn (2003). “Kiểm tra sức bền chung tàu cá vỏ composite”. *Luận văn tốt nghiệp ngành Cơ khí Tàu thủy*. Trường Đại học Thủy sản.