

KHẢO SÁT DAO ĐỘNG LẮC CỦA TÀU HẢI QUÂN KHI BẮN TÊN LỬA RẢI NHIỀU PK-16

Nguyễn Lạc Hồng

Học viện Kỹ thuật Quân sự, số 236 Hoàng Quốc Việt, Cổ Nhuế, Từ Liêm, Hà Nội

Email: bihe65@yahoo.com

Đến Toà soạn: 6/1/2014; Chấp nhận đăng: 19/3/2014

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp xây dựng mô hình và thiết lập hệ phương trình mô tả dao động lắc của tàu hải quân khi bắn tên lửa rải nhiều PK-16. Mô hình này có tính đến ảnh hưởng của sóng biển nhưng chưa tính đến vận tốc của tàu. Kết quả của bài toán sẽ làm sáng tỏ một phần hiện tượng lắc của tàu khi thực hành bắn trong điều kiện có sóng.

Từ khóa: dao động lắc; tàu hải quân, tên lửa rải nhiều.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

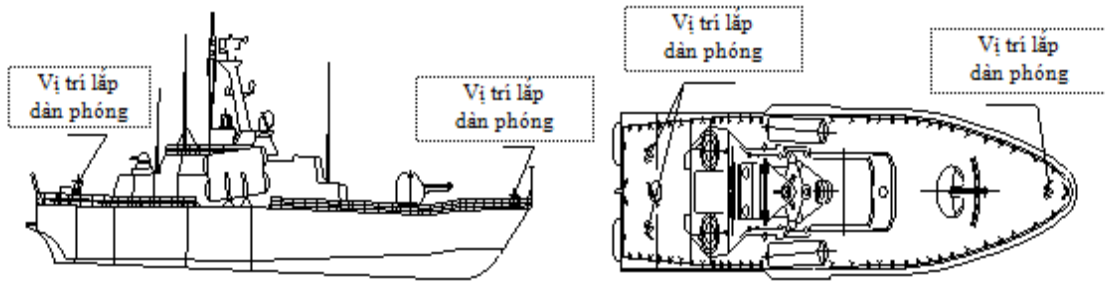
Tàu chiến đấu mặt nước là lực lượng nòng cốt của Hải Quân nhân dân Việt Nam. Để đáp ứng với yêu cầu ngày càng cao của nhiệm vụ bảo vệ chủ quyền vùng biển, đảo của tổ quốc, lực lượng tàu chiến đấu mặt nước được quan tâm phát triển mạnh mẽ. Tổ hợp dàn phóng tên lửa rải nhiều PK16 được trang bị trên tàu hải quân là một loại vũ khí phóng nhiều tiêu cực. Đây là một trong những trang bị tác chiến điện tử cơ bản trên tàu Hải quân và giữ vai trò quan trọng trong hoạt động tác chiến điện tử chiến đấu phòng không của tàu mặt nước. Nghiên cứu dao động của tàu Hải quân khi lắp đặt dàn phóng tên lửa rải nhiều PK16 có kể đến ảnh hưởng của sóng biển sẽ giúp đưa ra bức tranh tổng quan về vấn đề dao động lắc của tàu trên sóng, mục tiêu bước đầu đưa ra mô hình tính toán hiện tượng lắc của tàu khi thực hành bắn trong điều kiện có sóng gió. Bài báo nghiên cứu, khảo sát dao động lắc trên cơ sở loại tàu tên lửa HQ-331.

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

2.1. Các giả thiết để xây dựng mô hình bài toán

Trên hình 1 trình bày sơ đồ lắp đặt tổ hợp tên lửa PK16 lên tàu tên lửa HQ – 331, theo [1]. Không làm mất tính tổng quát và để thuận lợi hơn cho tính toán ta chọn tác động của sóng biển là tác động của sóng điều hoà. Tàu được xét trên 3 dao động chính là: lắc đứng, lắc ngang và lắc dọc (lắc chúi) [2, 3]. Bỏ qua sự tương tác giữa các dao động trên, để đơn giản bài toán ta chấp nhận các giả thiết sau:

- Xem sàn tàu (gắn chặt với khung sườn) là vật rắn tuyệt đối trong quá trình hệ dao động;



Hình 1. Vị trí lắp đặt dàn phóng trên tàu tên lửa HQ-331.

- Cơ cấu dàn phóng gắn chặt vào boong tàu và khung sườn, tạo thành một hệ rắn tuyệt đối, cùng dao động như một vật thể có trọng tâm G nằm trên giao tuyến của hai mặt phẳng đối xứng của tàu là mặt phẳng đối xứng dọc và mặt phẳng đối xứng ngang;

- Bỏ qua ảnh hưởng của gió đến các dao động của tàu;

- Bỏ qua những dao động nhỏ của cơ hệ như: dịch chuyển theo phương vuông góc với mặt phẳng thẳng đứng đi qua đường mũi - lái tàu, dịch chuyển theo phương dọc đường mũi - lái và chuyển động quay quanh trục thẳng đứng Z . rung lắc do hệ động lực và chân vịt của tàu.

- Các liên kết giữ các khâu, cơ cấu không biến dạng trong quá trình làm việc và không có khe hở;

- Lực tác dụng của luồng phụt P_p tác động vào tàu theo hướng vuông góc với mặt cắt ngang của ống phóng, chỉ phụ thuộc vào thời gian và được xác định bằng hệ phương trình cơ bản thuật phóng trong, giải bài toán tính toán luồng phụt [4, 5].

- Chiều rộng của tàu khá bé so với bước sóng, thân tàu không rời khỏi bề mặt sóng trong quá trình lắc, mô men hồi phục phụ thuộc vào tốc độ lắc theo quan hệ bậc nhất và chuyển động xoáy của nước và lắc ảnh hưởng đến nhau là nhỏ và có thể bỏ qua.

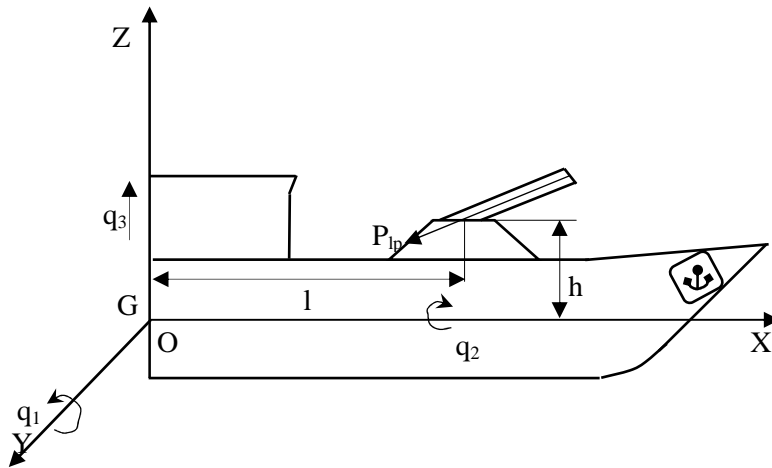
- Phương trình lắc dọc và lắc đứng không phụ thuộc vào nhau. Khi tàu chuyển động với tốc độ cao có sự ảnh hưởng lẫn nhau giữa lắc dọc và lắc đứng. Chuyển động lắc dọc phụ thuộc vào vận tốc của tàu.

2.2. Mô hình tính toán động lực học của tàu trên sóng

Trên hình 2 là mô hình tính toán của tàu dao động trên sóng. Ở đây ta xem tàu và hệ dàn phóng là một vật (dàn phóng được gắn cứng trên tàu), tàu dao động trên sóng dưới tác dụng của sóng biển điều hoà hình sin và lực luồng phụt. Khảo sát dao động của mô hình có 3 bậc tự do như trên hình 2.

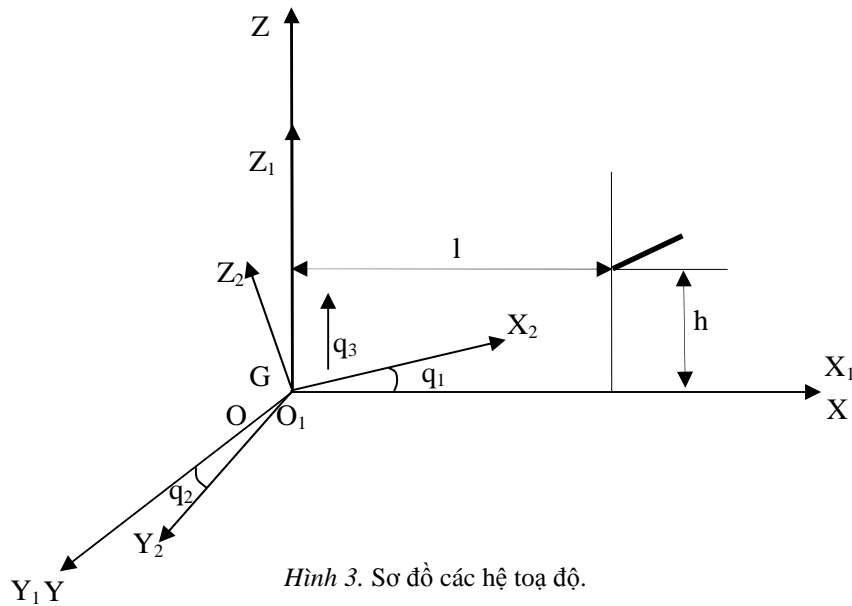
Hệ vật khảo sát được quy về một vật lớn là thân tàu trên sóng, có trọng tâm tại G , khối lượng m . Thực hiện 3 chuyển động: dập dềnh (tịnh tiến dọc trục Z), lắc ngang (quay quanh trục X), và lắc dọc (quay quanh trục Y).

Ta sử dụng hệ toạ độ Đề các và hệ toạ độ suy rộng để mô tả và khảo sát động lực học của tàu trên sóng (hình 3). Hệ trục cố định $OXYZ$ (hệ toạ độ trái đất) gắn với mặt phẳng ngang đi qua trọng tâm của tàu. Hệ $OXYZ$ được chọn khi tàu bắt đầu chuyển động trên nước tính góc toạ độ nằm trên giao tuyến của mặt phẳng dọc tâm và mặt phẳng nằm ngang đi qua trọng tâm tàu, (xác định bằng GPS - hệ định vị toàn cầu). Trục OX là giao tuyến của mặt phẳng dọc tâm và mặt phẳng nằm ngang đi qua trọng tâm tàu, chiều dương theo hướng mũi tàu. Trục OY là giao tuyến



Hình 2. Mô hình dao động của tàu với 3 bậc tự do. Hệ trục tọa độ OXYZ có gốc trùng với trọng tâm tàu (tại vị trí ban đầu).

của mặt phẳng sườn giữa và mặt phẳng trọng tâm tàu. Trục OZ là giao tuyến giữa mặt phẳng sườn giữa và mặt phẳng dọc tâm có chiều hướng xuống dưới, ba trục tọa độ tạo thành tam diện thuận [3].



Hình 3. Sơ đồ các hệ tọa độ.

Hệ trục tọa độ động $O_1X_1Y_1Z_1$ gắn với thân tàu có gốc tọa độ trùng với trọng tâm G của tàu. Tại vị trí ban đầu trên nước tĩnh giả thiết tàu chưa thực hiện dao động thì các trục tọa độ của hai hệ trùng nhau. Ba trục của O_1X_1, O_1Y_1, O_1Z_1 hệ tọa độ này tạo thành 1 tam diện thuận.

Khảo sát dao động của tàu theo 3 bậc tự do:

q_1 - lắc dọc của thân tàu quanh trục O_1Y_1 ;

q_2 - lắc ngang của thân tàu quanh trục O_1X_1 ;

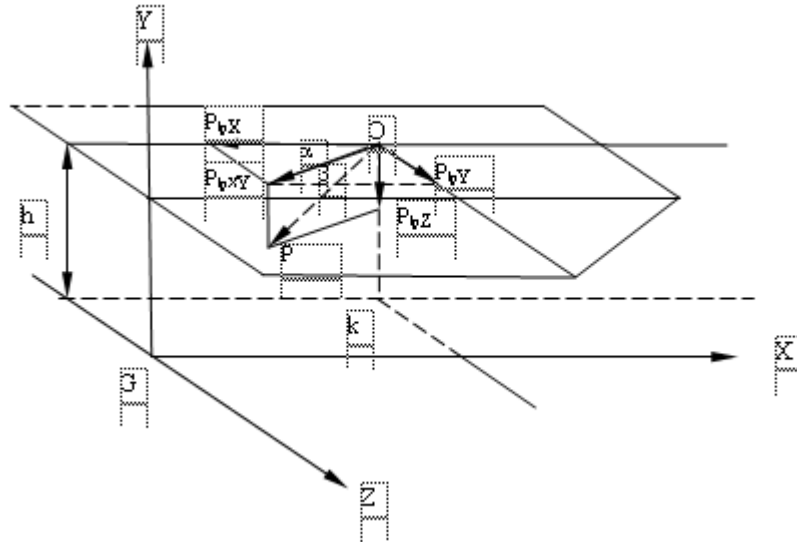
q_3 - chuyển động tịnh tiến của thân tàu theo trục O_1Z_1 .

Véc tơ toạ độ suy rộng của hệ là $q = (q_1, q_2, q_3)$.

Hệ tàu - dàn phóng có các ngoại lực tác dụng như sau:

- Trọng lực tổng cộng của tàu (bao gồm cả dàn phóng và đạn gắn trên tàu);

- Lực tác dụng của luồng phụt: Ta giả thiết lực luồng phụt nằm trong mặt phẳng bắn và hợp với mặt phẳng dọc tâm tàu một góc α (góc hướng α^0). Góc tầm khảo sát β^0 so với mặt phẳng nằm ngang (hình 4);



Hình 4. Các thành phần của lực luồng phụt tác dụng lên tàu.

- Lực tác dụng của sóng biển đối với tàu gồm các lực và mô men: quán tính, kích thích, hồi phục, cản;

2.3. Thiết lập các phương trình vi phân dao động của tàu trên sóng

Với mô hình cơ hệ tàu – dàn phóng nhiều bậc tự do như trên ta lựa chọn phương pháp Lagrăng để khảo sát dao động của hệ [3].

2.3.1. Phương trình vi phân dao động lắc đứng

Theo [2, 3, 6, 7] ta sẽ viết được phương trình vi phân dao động lắc đứng của tàu khi có kể tới ảnh hưởng của sóng và lực tác động của luồng phụt động cơ tên lửa như sau:

$$(m + m_z)\ddot{q}_3 + b_3\dot{q}_3 + c_3q_3 + mg = f_0\rho g\zeta_a BL\cos\omega_e t + P_{lp}\sin\beta_1 \quad (1)$$

trong đó: b_3 là hệ số lực cản khi lắc đứng; c_3 là hệ số lực hồi phục khi lắc đứng; g là gia tốc trọng trường; F_{KS} là lực kích động do sóng biển gây ra; F_{kp} là lực kích động do lực tác dụng của luồng phụt; F_0 là biên độ của lực kích thích do sóng biển; f_0 là biên độ không thứ nguyên của lực kích thích do sóng; ζ_a là biên độ sóng gập; ρ là mật độ nước biển; B là chiều rộng, L là chiều dài của tàu; β_1 là góc tầm của dàn phóng khi bắn; α_1 là góc hướng của dàn phóng khi bắn; P_{lp} là lực tác dụng của luồng phụt động cơ phóng; ω_e là tần số lực kích thích hay tần số sóng; P_{lp} là lực tác dụng của luồng phụt lên hệ tàu - dàn phóng

2.3.2. Phương trình vi phân dao động lắc ngang

Theo [2, 3, 6, 7] ta sẽ viết được phương trình vi phân dao động lắc ngang của tàu khi có kể tới ảnh hưởng của sóng và lực tác động của luồng phụt động cơ tên lửa như sau:

$$J_{xx}(k_{xx} + 1)\ddot{q}_2 + b_2\dot{q}_2 + c_2q_2 = Dh_0\alpha_M \sin \mu \sin \omega_e t + hP_{lp} \cos \beta_1 \cos \alpha_1 - lP_{lp} \sin \beta_1 \quad (2)$$

với: J_{xx} là mô men quán tính; k_{xx} là hệ số mô men quán tính khối nước kèm khi tàu lắc ngang; b_2 là hệ số mô men cản lắc ngang của tàu; c_2 là hệ số mô men hồi phục lắc ngang của tàu; h_0 là chiều cao tâm nghiêng ngang ban đầu; $\alpha_M = \frac{2\pi}{\lambda} \zeta_a$ là độ nghiêng ban đầu mặt sóng; D là lượng dẫn nước của tàu.

2.3.3. Phương trình vi phân dao động lắc dọc

Theo [2, 3, 6, 7] ta sẽ viết được phương trình vi phân dao động lắc đứng của tàu khi có kể tới ảnh hưởng của sóng và lực tác động của luồng phụt động cơ tên lửa như sau:

$$(J_{yy} + \delta J_{yy})\ddot{q}_1 + b_1\dot{q}_1 + c_1q_1 = \frac{f_1 \rho g \zeta_a B L^2}{2} \sin \omega_e t + P_{lp} h \cos \beta_1 \sin \alpha_1 - P_{lp} k \sin \beta_1 \quad (3)$$

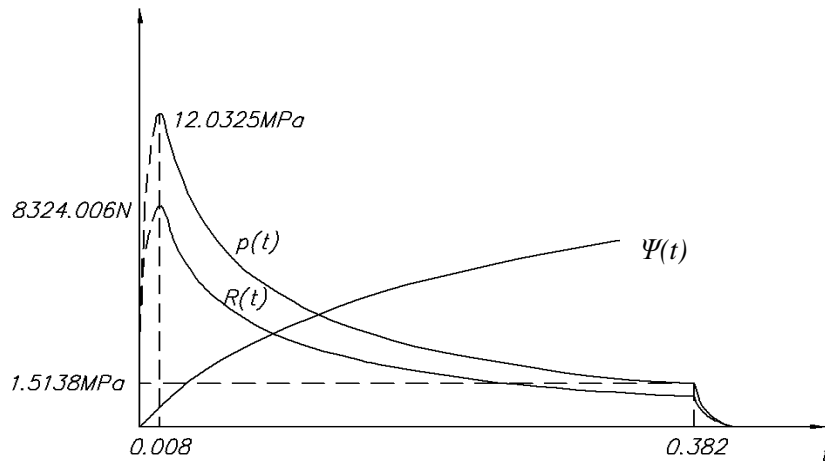
trong đó: b_1 : là hệ số mô men cản lắc dọc; c_1 : là hệ số mô men hồi phục lắc dọc; M_{kb} : là mô men kích thích lắc dọc do luồng phụt gây ra; M_{ks} : là mô men kích thích lắc dọc do tác động của sóng biển; f_1 : là biên độ không thứ nguyên của mô men kích thích do sóng; l : là khoảng cách theo phương dọc trục từ trọng tâm tàu đến dàn phóng; h : là khoảng cách theo phương ngang từ trọng tâm tàu đến dàn phóng; J_{yy} : là mô men quán tính của tàu đối với trục Y và δJ_{yy} là mô men quán tính khối lượng nước kèm khi lắc dọc.

2.4. Tính toán các tham số đầu vào giải bài toán

2.4.1. Tính toán thuật phóng trong của tên lửa rải nhiễu PK-16

Theo [4, 5] ta sẽ giải được bài toán thuật phóng trong của động cơ tên lửa PK-16, kết quả tính như sau:

- Áp suất lớn nhất: $p_m = 12,0325$ Mpa;
- Áp suất khi TP cháy hết: $p_k = 1,5138$ Mpa;
- Lực đẩy lớn nhất $R_m = 8324,006$ N;
- Thời gian làm việc của động cơ: $t_m = 0,382$ s.



Hình 5. Kết quả bài toán thuật phóng trong của động cơ tên lửa rải nhiều PK16.

2.4.2. Kết quả tính toán lực tác dụng của luồng phụt

Sử dụng phương pháp kết hợp giữa lý thuyết và thực nghiệm [4, 5] ta xác định được các giá trị lực tác dụng của luồng phụt lên hệ tàu - dàn phóng tại các thiết diện như sau:

$\Delta R5_{xi}(KG)$	$\Delta R4_{xi}(KG)$	$\Delta R3_{xi}(KG)$	$\Delta R2_{xi}(KG)$	$\Delta R1_{xi}(KG)$
18,05	49,492	94,193	113,81	57,738

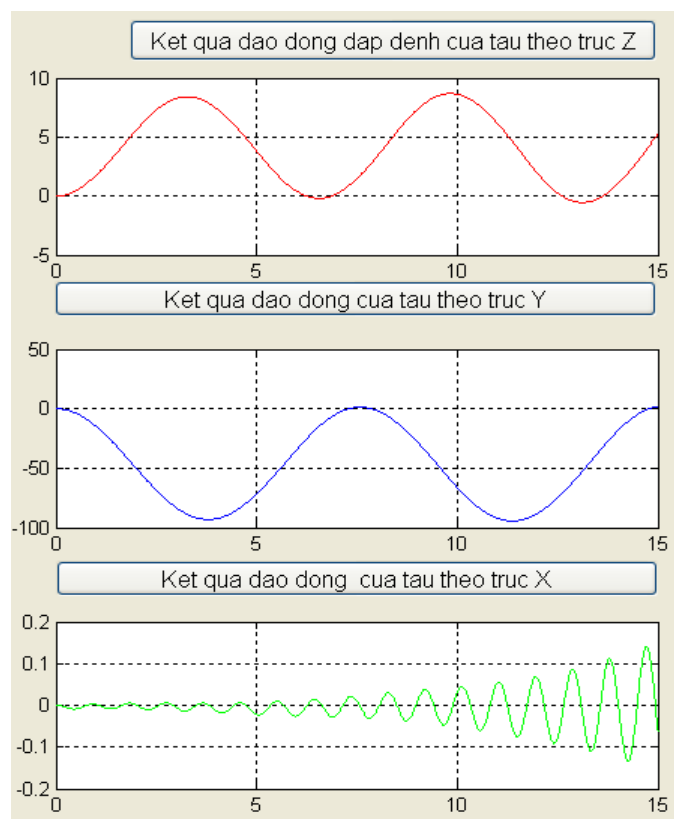
2.5. Kết quả tính toán dao động của hệ tàu - dàn phóng

Sử dụng chương trình viết trên phần mềm Matlap, với các thông số đầu vào như trong bảng 1 ta sẽ tính được dao động của hệ tàu - dàn phóng khi bắn đạn tên lửa rải nhiều PK-16.

Bảng 1. Giá trị các thông số đầu vào để tính dao động hệ tàu - dàn phóng.

STT	Tham số	Đơn vị	Giá trị	STT	Tham số	Đơn vị	Giá trị
1	Chiều dài tàu (L)	m	56,1	17	Góc hướng dàn phóng (α_1)	Độ	15
2	Chiều rộng tàu (B)	m	10,2	18	Lực tác dụng của luồng phụt (P_{lp})	KG/cm ²	94.193
3	Mớn nước trung bình (T)	m	2,35	19	Vận tốc tàu (v)	m/s	6
4	Lượng dẫn nước (D)	Tấn	487	20	Trọng lượng riêng nước biển (γ)	KG/m ³	10,05
5	Diện tích đường nước (F _{dn})	m ²	145,6	21	Hệ số béo sườn giữa (α)		0,8

6	Khoảng cách bộ (l)	m	28	22	Hệ số béo thể tích (δ)		0,7
7	Khoảng cách bộ (h)	m	1,5	23	Góc hướng sóng và hướng CĐ tàu (μ)	Độ	90
8	Khoảng cách bộ (k)	m	4,5	24	Tần số sóng biển (ω)	1/s	0,8986
9	Biên độ không thứ nguyên LD f0		0,4	25	Vận tốc sóng biển (c)	m/s	6,5
10	Biên độ không thứ nguyên LD f0		0,4	26	Tọa độ trọng tâm tàu (Z_g)	m	0,6
12	Khối lượng riêng nước biển	T/m ³	1,025	27	Hệ số Kxx		0,3
13	Biên độ sóng	m	2,5	28	Hệ số Si1	m/s ²	0,95
14	Góc tầm đàn phóng	độ	45	29	Hệ số Si2	m/s	1,96
15	Chiều cao ổn định ngang ban đầu	m	0,8	30	Hệ số Si1	m	0,55
16	Bước sóng λ	m	54				



Hình 6. Đồ thị dao động của hệ tàu - đàn phóng khi bắn tên lửa rải nhiễu PK-16

Kết quả tính dao động trình bày trên hình 6 cho thấy có thể xác định các đặc trưng dao động phục vụ cho các yêu cầu phân tích hiệu quả của dàn phóng đặt trên tàu biển. Ta thấy rằng khi bắn tên lửa rải nhiễu PK-16 trong điều kiện có sóng thì ảnh hưởng rõ nhất sẽ là ở dao động lắc dọc của tàu, đây là cơ sở để xác định thứ tự phóng và nhịp phóng hợp lí nhằm giảm thiểu tác động của sóng đến dao động lắc của tàu.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã đưa ra mô hình tính toán động lực học của hệ tàu - dàn phóng chịu tác động của sóng biển, từ đó thành lập hệ phương trình vi phân dao động của tàu và hệ dàn phóng. Đã giải hệ phương trình dao động của tàu tên lửa HQ-331 khi thực hành bắn đạn tên lửa rải nhiễu PK-16 trong điều kiện có sóng. Đây là một bài toán phức tạp nhưng có nhiều ý nghĩa thực tiễn trong thiết kế chế tạo và khai thác hiệu quả các loại tàu chiến. Kết quả tính toán này làm cơ sở cho việc tính toán cụ thể hơn hiện tượng lắc của tàu trong bài toán ổn định khi đóng mới, lắp đặt các loại vũ khí lên tàu. Ngoài ra còn giúp đưa ra ý kiến tư vấn khai thác, sử dụng tên lửa trong điều kiện sóng, tính toán độ chính xác bắn... Kết quả của bài toán cũng có thể làm cơ sở để tính toán cho các loại tàu khác, có thể sử dụng để điều chỉnh các phương án lắp đặt pháo lên tàu

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ tư lệnh Hải Quân - Tàu tuần tiễu Hải quân K62, Hải Phòng, 1991.
2. Trương Sỹ Cấp - Động lực học tàu trên sóng, Trường đại học Hàng Hải, Hải Phòng, 2001.
3. Wittenburg J. - Cơ học hệ nhiều vật, Nxb KHKT, Hà Nội, người dịch Nguyễn Đông Anh, 2000.
4. Nguyễn Xuân Anh - Động lực học bộ phóng tên lửa, Học viện kỹ thuật quân sự, Hà Nội, 2000.
5. Trần Đăng Điện - Thuật phóng trong của súng pháo, Học viện kỹ thuật quân sự, Hà Nội, 1998.
6. Nhà xuất bản Giao thông vận tải - Kỹ thuật đóng tàu thủy, Hà Nội, 1976.
7. Đỗ Thiên - Động lực học biển - sóng biển, Đại học Quốc gia Hà Nội, 1998.

ABSTRACT

**SURVEYING SHAKE VIBRATIONS OF NAVY SHIPS WHEN FIRING JAMMING
ROCKET PK - 16**

Nguyễn Lạc Hồng

Military Technical Academy, 236 Hoang Quoc Viet, Co Nhue, Tu Liem, Ha Noi

Email: bihe65@yahoo.com

This paper presents a method to build the model and equations describing the shake vibrations of navy ships when firing jamming rocket PK-16. This model considers the influence of ocean waves but does not include the velocity of the ship. Obtained results of the problem solvation could clarify the shake vibrations of ship when firing in wave conditions.

Keywords: shake vibrations, navy ships, jamming rocket.