

TÍNH DAO ĐỘNG XOẪN TỰ DO HỆ TRỤC DIESEL TÀU THỦY KHI TREO NHÓM PISTON - BIÊN TRONG XI LANH SỰ CỐ

CALCULATING THE FREEDOM TORSIONAL VIBRATIONS ON THE SHAFT LINE WITH THE MARINE DIESEL ENGINE, REMOVING THE PISTON- PISTON ROD SET OF THE ABNORMAL CYLINDER.

PGS.TSKH. ĐỖ ĐỨC LƯU

Viện Nghiên cứu phát triển, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo đưa ra phương pháp tính dao động xoắn tự do (Freedom Torsional Vibrations, FTV) của hệ trục có cần và khi thay đổi mô men quán tính khối lượng (MMQTKL) của một trong các xi lanh. Tiến hành tính FTV trên hệ trục diesel máy chính lái chân vịt cho tàu Hà Tiên. Kết quả thu được là bước nghiên cứu hoàn thiện thuật toán tính FTV hệ trục, gắn liền với các tình huống có thể xảy ra trong thực tế khai thác hệ động lực diesel tàu thủy. Thuật toán được triển khai lập trình trên MATLAB.

Abstract

The paper presents the method for FTV calculating the Freedom Torsional Vibrations (FTV) on the both of the damped and non-damped torsional vibration systems and in the cases, when we change the values of the inertial moments of the diesel cylinder. The author presents and analyzes the results of the calculated FTV on the main propulsion plant with the marine diesel on the MV "HATIEN", in the exploitation work regimes, related with the abnormal cylinder and removing the piston - piston rod set. The FTV algorithm is realized with the programming in MATLAB.

Keywords: Torsional Freedom Vibrations; Freedom Vibrations.

1. Đặt vấn đề

Dao động xoắn hệ trục diesel tàu thủy là quá trình vật lý đặc biệt quan trọng mà các cơ quan Đăng kiểm Việt Nam cũng như trên thế giới đều yêu cầu phải tính khi thiết kế đóng mới hoặc hoán cải, đồng thời phải tiến hành đo thực tế để kiểm tra sự đúng đắn và tin cậy của các kết quả tính. Tính dao động tự do là bước đầu trong quá trình tính dao động xoắn nhằm thu được các tần số tự do đầu tiên (thông thường chỉ xét đến hai tần số thấp nhất khác không, ω_1 và ω_2), và dạng các dao động tự do tương ứng với các khối lượng tập trung trên đường trục tại tần số riêng được xét. Bài toán truyền thống tính dao động xoắn (Freedom Torsional Vibrations, FTV) bỏ qua hệ số cần xoắn và tính khi các mô men quán tính khối lượng (MMQT KL) của các khối lượng tập trung (tại vị trí các xi lanh) đều không đổi.

Trong lý thuyết tính FTV, từ các nhà nghiên cứu lớn [1] đặt nền móng trong nghiên cứu FTV như Terkix V.P, Istomin P. A, Minchev N. D,... cùng các học trò của họ, cho đến các cơ quan chuyên môn (Đăng kiểm) [2, 3, 4] của các nước trên thế giới đều bỏ qua hệ số cần. Trong tất cả các tính toán FTV đều coi hệ số của cơ hệ không thay đổi, nghĩa là trạng thái dao động tự do của hệ trục được xác định và không thay đổi trong tính toán.

Những năm gần đây, việc tính dao động xoắn hệ trục đã theo quan điểm mới gắn với chế độ khai thác sự cố của động cơ diesel tàu thủy: khi một trong các xi lanh bị mất cháy (misfiring). Dao động xoắn tự do không thay đổi, với giả thiết xi lanh xảy ra sự cố ở hệ thống nào đó (ví dụ hệ thống cấp nhiên liệu, hệ thống cấp khí), còn bản thân cụm chi tiết chuyển động vẫn hoạt động bình thường. Như vậy, FTV giả thiết không thay đổi là có cơ sở, và thực tế thường là như vậy. Tuy nhiên, trong khai thác sự cố mặc dù không mong muốn nhưng trường hợp bất khả kháng, cụm chi tiết chuyển động trong xi lanh bị tháo rời (treo) khỏi trục khuỷ. Bài toán đặt ra được tác giả triển khai nghiên cứu khi tìm nguyên nhân gây gãy trục trung gian số 2 tàu Hà Tiên mà hoàn cảnh xảy ra sự cố hoàn toàn trùng hợp với các yếu tố đã trình bày trên [5]. Tác giả sẽ đưa ra kết quả nghiên cứu tính nghiệm trên hệ trục tàu Hà Tiên [5, 6], và phân tích, đánh giá vấn đề xuất hiện trong nghiên cứu FTV hệ trục diesel tàu thủy.

2. Phương pháp tính FTV hệ trục và một số kết quả nghiên cứu

Hệ phương trình FTV viết dưới dạng ma trận, hệ (1) không cần và (2) có cần [1, 5, 6]:

$$\mathbf{J}\ddot{\varphi} + \mathbf{C}\dot{\varphi} = \mathbf{0}. \quad (1)$$

$$\mathbf{J}\ddot{\varphi} + \mathbf{B}\dot{\varphi} + \mathbf{C}\varphi = \mathbf{0}. \quad (2)$$

ở đó: $\mathbf{J} = \text{diag}(J_1, J_2, \dots, J_n)$ - Ma trận đường chéo **MMQTKL** hệ trục;

$\mathbf{B} = \text{diag}(B_1, B_2, \dots, B_n)$ - Ma trận đường chéo hệ số cản xoắn (**HSCX**) tuyến tính;

\mathbf{C} - Ma trận hệ số cứng chống xoắn (**HSCCX**) tuyến tính;

$\boldsymbol{\varphi} = [\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n]^T$ - Véc tơ trạng thái dao động xoắn.

Áp dụng cho cơ hệ không có cản (1), khi sử dụng MATLAB, ta đặt biến mới $\lambda = \omega^2$, và biểu diễn:

$$D_n(\lambda) = p_1 \lambda^n + p_2 \lambda^{n-1} + \dots + p_k \lambda^{n+1-k} + \dots + p_{n+1} \quad (3)$$

Từ đó ta cần tìm nghiệm $D_n(\lambda) = 0$ bằng lệnh **roots()**.

Đối với cơ hệ có cản (2), đặt hàm số phức: $\varphi = \varphi_0 e^{-\lambda t}$,

ở đó: $\lambda_d = \alpha + i\beta$ - là nghiệm của phương trình đặc trưng:

$$\det(\mathbf{J}\lambda_d^2 + \mathbf{B}\lambda_d + \mathbf{C}) \quad (4)$$

Viết dưới dạng đa thức:

$$D_n(\lambda_d) = p_1 \lambda_d^{2n} + p_2 \lambda_d^{2n-1} + \dots + p_k \lambda_d^{2n+1-k} + \dots + p_{n+1}. \quad (5)$$

Trong MATLAB không có mô đun khai triển về dạng (5). Tác giả đã xây dựng thuật toán triển khai.

Khi $\mathbf{B}=0$, phương trình (5) sẽ suy biến về phương trình (3), với phép đặt $\lambda = \omega^2$. Như vậy, chúng ta có thể xây dựng thuật toán chung để giải (3) và (5), cụ thể sẽ được trình bày ở bảng 1

Bảng 1. Thuật toán tính DĐX hệ trục khi nghiên cứu diesel có sự cố treo piston-biên

TÍNH DĐX HỆ KHÔNG CÓ CẢN (PT.1)		TÍNH DĐX HỆ CÓ CẢN (PT.2)	
1	Nhập các véc tơ: \mathbf{J} (MMQTKL), hệ số cứng chống xoắn \mathbf{C} . Điều khiển véc tơ $\mathbf{sc} = [0 \ 0, \dots, 1, 0, \dots, 0]$, chỉ có xi lanh i , $\text{sc}(i)=1$, (cho PT.6)	1	Nhập các véc tơ: \mathbf{J} (MMQTKL), hệ số cứng chống xoắn \mathbf{C} , hệ số cản \mathbf{B} . Điều khiển $\mathbf{sc} = [0 \ 0, \dots, 1, 0, \dots, 0]$, chỉ có xi lanh i , $\text{sc}(i)=1$, (cho PT.6)
2	Tạo ma trận \mathbf{J} và \mathbf{C} . Coi $\mathbf{B} = \mathbf{0}$	2	Tạo ma trận \mathbf{J} , \mathbf{C} và \mathbf{B}
3	Hạ bậc hệ PT. bậc 2 (PT.2), số phương trình sẽ tăng lên gấp đôi và đưa về phương trình Cô si: $\dot{\mathbf{X}} = \mathbf{A}\mathbf{X}$, trong MATLAB: \mathbf{I} - ma trận đơn vị $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{I} & \mathbf{0} \\ -\mathbf{J}^{-1}\mathbf{C} & \mathbf{0} \end{bmatrix}$	3	Hạ bậc hệ PT. bậc 2 (PT.2), số phương trình sẽ tăng lên gấp đôi và đưa về phương trình Cô si, $\dot{\mathbf{X}} = \mathbf{A}\mathbf{X}$, trong MATLAB: \mathbf{I} - ma trận đơn vị $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{I} & \mathbf{0} \\ -\mathbf{J}^{-1}\mathbf{C} & -\mathbf{J}^{-1}\mathbf{B} \end{bmatrix}$
4	Tìm hệ số đa thức khai triển (PT.5) lệnh trong MATLAB: $\mathbf{p} = \text{poly}(\mathbf{A})$	4	Tìm hệ số đa thức khai triển (PT.5) lệnh trong MATLAB: $\mathbf{p} = \text{poly}(\mathbf{A})$
5	Tính nghiệm của đa thức: $\mathbf{r} = \text{roots}(\mathbf{p})$	5	Tính nghiệm của đa thức: $\mathbf{r} = \text{roots}(\mathbf{p})$
6	Tính phần ảo của nghiệm: $\omega = \text{imag}(\mathbf{r}(i))$	6	Tính phần ảo của nghiệm $\omega = \text{imag}(\mathbf{r}(i))$
7	Tính dạng của DĐX tại các tần số riêng	7	Tính dạng của DĐX tại các tần số riêng

dưới đây. ("dưới đây" phải cho lên sau từ bảng 1)

Trong nghiên cứu, tác giả đã xây dựng thuật giải tính nghiệm (1) và (2) cho cơ hệ có tính hệ số cản và cơ hệ bỏ qua hệ số cản. Triển khai lập trình tính trên MATLAB [5, 6].

Để thuận tiện trong điều khiển thí nghiệm số tính FTV khi tất cả xi lanh làm việc bình thường, hoặc khi một trong các xi lanh bị sự cố, treo xi lanh, tác giả đã mô hình hóa MMQTKL của từng xi lanh \mathbf{J}_i , là tổng của hai thành phần: thành phần thứ nhất \mathbf{J}_{i1} - MMQTKL chung mà cả xi lanh sự cố

hay bình thường đều có lượng bằng nhau; phần còn lại J_{i2} - MMQTKL của nhóm chi tiết chuyển động bị treo. Hệ số xi lanh bị sự cố $k_{sc}(i)$ là 1, khi làm việc bình thường là 0.

$$J_i = J_{i1} + k_{sc}(i) \cdot J_{i2}; i = 1, 2, \dots, z \quad (6)$$

Thuật toán chung tính dao động tự do hệ động lực tàu diesel biển (có cản/ không có cản) cho triển khai lập trình trong MATLAB, khảo sát các trường hợp một trong các xi lanh sự cố treo nhóm piston-biên được thể hiện dưới dạng so sánh ở bảng 1 [6].

Ví dụ nghiên cứu dao động xoắn trên hệ trục chính tàu Hà Tiên, sử dụng động cơ 5UEC37LA có vòng quay định mức 204 v/ph (revolutions per second, rpm), và tìm nguyên nhân gây trục trung gian của tàu xảy ra 2003, khi động cơ máy chính có sự cố xy lanh số 5.

Hệ động lực chính m/v «HaTien» được mô hình hóa thành hệ với 9 khối lượng rời rạc, trong đó 5 khối lượng cho 5 xy lanh, 1 khối lượng - bánh đà, 2 khối lượng - trục trung gian và 1 khối lượng - chân vịt. Các thông số động học cơ bản trong tính FTV hệ trục:

- **MMQTKL**[kg.m²]: $J_0=550; J_{pb}=150; J_1=J_0+12 \cdot J_{pb} \cdot sc(1); J_2=J_0-J_{pb} \cdot sc(2); J_3=J_0-J_{pb} \cdot sc(3); J_4=J_0-J_{pb} \cdot sc(4); J_5=J_0+20 \cdot J_{pb} \cdot sc(5); J_{bd}=2030; J_{cv}=30100; J_{tg1}=18.58; J_{tg2}=20.145.$
 $J=[J_1 \ J_2 \ J_3 \ J_4 \ J_5 \ J_{bd} \ J_{tg1} \ J_{tg2} \ J_{cv}];$

- **HSCCX** [Nm/rad]: $C_0=[51.5 \ 51.5 \ 51.5 \ 51.5 \ 48.0 \ 4.2 \ 5.5 \ 6.5] \cdot 1e7;$

- **HSCX** [NmS/rad]: $B=[0.55 \cdot \text{ones}(1,5) \ \text{zeros}(1,3) \ 1.95] \cdot 1e5.$

(Số liệu trên được xây dựng trên cơ sở hồ sơ kỹ thuật tàu Hà Tiên).

Kết quả tính thể hiện trên bảng 2,

Khi có sự cố ở xy lanh (tháo cụm piston - biên), hệ số cản giảm đi. Giả thiết rằng hệ số cản bằng (75–80) % từ giá trị khi xy lanh không sự cố. Hệ số cản ở các xy lanh khác vẫn giữ nguyên.

3. Phân tích và đánh giá kết quả

Từ số liệu thu được trên bảng 2 ta nhận thấy rằng:

Bảng 2. Tần số do động của hệ động lực m/v "HaTien"

Chế độ	Tần số	Tần số riêng thứ nhất, ω_1, s^{-1}		Tần số riêng thứ hai, ω_2, s^{-1}	
		Không có cản	Có cản	Không có cản	Có cản
Bình thường		64,0	63,7	388,2	388,1
Sự cố xy lanh số 1		64,9	64,7	403,5	403,4
Sự cố xy lanh số 2		64,9	64,7	398,9	398,8
Sự cố xy lanh số 3		64,9	64,7	392,5	392,4
Sự cố xy lanh số 4		64,9	64,6	388,5	388,4
Sự cố xy lanh số 5		64,8	64,6	389,2	389,1

- khi sự cố xy lanh phải tháo một phần khối lượng làm cho mô men quán tính của xy lanh sự cố giảm đi. Kết quả tần số dao động riêng của cơ hệ tăng lên so với trạng thái bình thường. Trong trường hợp nghiên cứu, ω_1 tăng lên (0,8 – 1,0) s⁻¹ hay khoảng (9 – 10) v/ph; nghiệm dao động riêng cơ hệ có cản nhỏ hơn khi không cản, tuy nhiên không nhiều: (Viết hoa chữ Khi)

Đối với ω_1 , sự khác biệt (0,2 – 0,3) s⁻¹, hay 2 v/ph; còn ω_2 -0,1 c⁻¹, hay 0,962 v/ph;

Kết quả tính dao động xoắn có cản chỉ ra sự ảnh hưởng của hệ số cản đến tần số riêng của hệ, hệ số cản càng lớn thì tần số riêng càng nhỏ đi, điều này hoàn toàn trùng hợp với kết quả thu được trong một số tài liệu tính dao động tự do cho hệ có một bậc tự do có cản. Sự ảnh hưởng của hệ số cản đến tần số riêng thứ hai không nhiều, ta có thể bỏ qua. Từ nhận định trên cho phép

chúng ta bỏ qua hệ số cản khi tính tần số riêng bậc cao thứ hai trở đi (sai số $\delta\omega_2 < 0.1/388 = 0,03\%$), còn đối với tần số đầu tiên, độ lệch sẽ là: $\delta\omega_1 = 0.9/64 = 1.4\%$. Kết quả trên với phép tính dao động xoắn tự do gần đúng cho phép ta bỏ qua hệ số cản để đơn giản hơn trong tính toán, mặt khác cũng chấp nhận kết quả mang tính định hướng trong tính nghiệm, vì thực tế hệ số cản của các xi lanh đều tính theo công thức thực nghiệm, dữ liệu hệ số cản cũng chỉ gần đúng mà thôi.

Khi tháo cụm chi tiết chuyển động, tần số riêng của hệ tăng lên khoảng 9-10 vòng/phút đối với tần số riêng thấp nhất.

Dao động cộng hưởng xảy ra khi tần số của mô men cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ.

Đối với tần số thứ nhất ω_1 sẽ xảy ra cộng hưởng của điều hòa k, nếu $k\omega = \omega_1$.

Đối với động cơ 5 xy lanh trên tàu Hà Tiên, điều hòa chính là bội của 5 ($5\omega, 10\omega, \dots$).

Ta xét vùng cộng hưởng ($n_1 \pm 25$):

khi động cơ hoạt động bình thường $\omega_1 = 64 \text{ rad/s} \rightarrow n_1 = 611 \text{ v/ph} \rightarrow n_1 \pm 25 = (586, 636) \text{ v/ph}$,
khi treo xy lanh số 5: $n_1 = 619 \text{ v/ph} \rightarrow n_1 \pm 25 = (594, 644) \text{ v/ph}$.

Trong khai thác sự cố, thông thường chúng ta giảm tay ga nhiên liệu, giảm tốc độ quay động cơ. Đối với tàu Hà Tiên, vòng quay định mức 204 rpm, lựa chọn vòng quay khai thác sự cố an toàn: $n < 173 \text{ rpm}$ để động cơ không bị quá tải về cơ và nhiệt [6]. Giả thiết động cơ làm việc ở vòng quay từ (80 - 100) rpm, ta xét khả năng rơi vào cộng hưởng với điều hòa bậc k, $k=3, \dots, 10$. Kết quả được chỉ ra trên bảng 3.

Trên bảng 3 ta thấy tần số của các điều hòa phụ bậc 3, 4, 5 nhỏ, nằm xa vùng cộng hưởng $n_1 = (592, 642)$. Từ đó, không thể xảy ra cộng hưởng tại điều hòa phụ bậc 3, 4, 5 khi động cơ quay ở vận tốc góc $n = (80 - 100) \text{ rpm}$. Tương tự, các điều hòa $k=9, 10$ nằm xa vùng cộng hưởng tần số riêng thứ nhất.

Trên cột vùng cộng hưởng chỉ rõ vùng cộng hưởng tương ứng với các vận tốc khai thác cụ thể. Ví dụ, khi vòng quay động cơ: $n = 148 - 160.5 \text{ rpm}$, xảy ra vùng gần cộng hưởng n_1 , bậc 4.

Bảng 3. Khả năng cộng hưởng tại tần số đầu tiên trên hệ trục chính tàu "HaTien"

Bậc k	Vùng vận tốc, rpm	$n_1 = (592, 642)$	Vùng cộng hưởng, rpm
3	$3 \times (80, 100) = (240, 300)$	<<	197.3 - 214
4	$4 \times (80, 100) = (320, 400)$	<<	$n = 148 - 160.5$
5	$5 \times (80, 100) = (400, 500)$	<<	$n = 118.4 - 128.4$
6	$6 \times (80, 100) = (480, 600)$	Có thể	$n = 98.6 - 107$
7	$7 \times (80, 100) = (560, 700)$	Có thể	$n = 84.6 - 91.7$
8	$8 \times (80, 100) = (640, 800)$	Có thể	$n = 74.6 - 80.1$
9	$9 \times (80, 100) = (720, 900)$	>>	$n = 65.8 - 71.4$
10	$10 \times (80, 100) = (800, 1000)$	>>	

4. Kết luận.

Thuật toán chung tính FTV (bảng 1) áp dụng cho nghiên cứu FTV có cản, không cản và có điều khiển MMQTKL cho cơ hệ. Việc triển khai trên MATLAB rất dễ dàng và thuận tiện. Hệ số cản làm giảm tần số dao động tự do chứ không phải không ảnh hưởng đến chúng như nhiều tác giả đã giả thiết khi nghiên cứu FTV cơ hệ. Sự ảnh hưởng này tập trung chủ yếu vào tần số dao động riêng thấp nhất. Tuy nhiên, với tính gần đúng chúng ta có thể bỏ qua hệ số này và sai số tần số riêng đầu tiên không vượt quá 1.5% cho trường hợp mv "Ha Tien". Khi treo nhóm piston - biên của xi lanh bị sự cố, tần số ω_1 tăng lên (0.8-1.0) rad/s, tương đương 10 rpm. Điều quan trọng khi sự cố, khả năng xuất hiện dao động cộng hưởng với hầu hết các điều hòa bậc bổ sung, làm cho mức độ dao động xoắn có thể rất nguy hiểm mặc dù ta giảm tay ga nhiên liệu và đưa động cơ làm việc xa vùng cộng hưởng tần số chính.

Đề nghị các cơ quan chức năng đưa ra khuyến cáo cần tính FTV cho các trường hợp treo nhóm chuyển động của xi lanh bị sự cố.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (từ trang 42-45 kéo TAP bên phải vào cho không bị lệch hàng)

[1] Минчев Н.Д. Динамика судовых машин. София, «В. Издательство», 1983 – 488 с.

[2] Правила классификации и постройки морских судов, том II, 1974. Регистр СССР.

- [3] Морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов.Т2, 1995.
- [4] Torsional Vibration Calculation. BachDang Shipyard T209/ HT30 . 03 Jun. 2005
- [5] *До Дык Лыу*. Исследование причины поломки промежуточного вала т/х «HaTien». //Морской вестник №2, 2005. С.34-37.
- [6] Đỗ Đức Lưu. Chẩn đoán diesel tàu biển bằng dao động xoắn đường trục. Luận án Tiến sĩ Khoa học. Học viện Hàng hải mang tên Đô đốc hải quân Macarov, TP.Xanh-Petecbua, Liên Bang Nga, 2006.

Người phản biện: TS. Nguyễn Mạnh Thường, TS. Hoàng Mạnh Cường

TÍNH TOÁN NĂNG LƯỢNG SÓNG CHO CÔNG NGHỆ PHÁT ĐIỆN CALCULATION OF WAVE ENERGY USED IN TECHNOLOGIES GENERATOR

TS. ĐÀO MINH QUÂN

Khoa Điện – Điện tử, Trường ĐHHHVN

Tóm tắt

Năng lượng sóng biển có thể được tính toán bằng thu thập số liệu về chu kỳ của sóng và dựa vào từng dạng sóng, mực nước biển áp dụng vào các biểu thức, tính toán ra các thông số đặc trưng của sóng. Hay dựa vào thông số vận tốc gió tác động vào mặt nước biển rồi tra bảng hàm phổ của tốc độ gió và các biểu thức toán học tìm được các hệ số cần thiết tính toán ra được các thông số của sóng để dùng trong công nghệ điện sóng.

Abstract

Wave energy can be calculated by collecting data on waves and cycles of each waveform based on sea level applied to the expression, calculate the characteristic parameters of the waves. Or based on wind speed parameters impact on sea level and spectral content of the investigation list wind speed and functions to find the coefficients necessary to calculate the parameters of the waves to be used in electrical technology.

Keyword: Energy waves, calculation

1. Đặt vấn đề

Sóng biển là một dạng sóng cơ, nó mang đầy đủ các đặc tính cơ bản của sóng cơ học như:

E : Năng lượng sóng (lb.ft hoặc N.m);	λ : bước sóng (ft hoặc m);
P : Công suất sóng (ft.lb/sec hoặc W, KW);	C : Vận tốc sóng (ft/s hoặc m/s);
T : Chu kỳ sóng (s);	h : Độ sâu của mực nước biển (ft hoặc m);
f : Tần số (1/T) (Hz);	H : Chiều cao của sóng (ft hoặc m).

Từ tỉ lệ độ sâu mực nước biển so với đáy và bước sóng người ta chia mực nước biển: vùng có mực nước sâu, vùng có mực nước trung, vùng có mực nước cạn. Các thông số của sóng có giá trị khác nhau ứng với từng vùng nước và nguồn sóng khác nhau, có hai phương pháp tính các thông số đặc tính trên: Phương pháp 1 là quan sát thu thập số liệu về chu kỳ của sóng và dựa vào từng dạng sóng, mực nước biển áp dụng vào các biểu thức, tính toán ra các thông số đặc trưng của sóng. Phương pháp 2 là dựa vào thông số vận tốc gió tác động vào mặt nước biển ta tra bảng hàm phổ của tốc độ gió và các biểu thức ta tìm được các hệ số cần thiết, tính toán ra được các thông số của sóng, phương pháp này có thể áp dụng cho mọi vùng biển. Nội dung bài báo sẽ trình bày các phương pháp tính toán năng lượng sóng để ứng dụng trong công nghệ điện sóng,

2. Xác định các thông số của sóng biển

2.1 Từ các số liệu thu thập được

Việc tính toán các thông số của sóng theo phương pháp thứ nhất [1], bằng cách quan sát và thu thập số liệu của 2 dạng sóng đặc trưng là sóng đều xuất hiện đa số ở vùng nước sâu, sóng không đều xuất hiện ở vùng nước trung bình và vùng nước cạn. Các biểu thức tính toán chu kỳ, bước sóng, vận tốc sóng của cả 2 dạng sóng trên là giống nhau.

$$\text{Chu kỳ sóng: } T = 1/f = (2\pi/\omega) = 2\pi\sqrt{(2\pi g/\lambda). \tan(2\pi h/\lambda)} \quad (1)$$